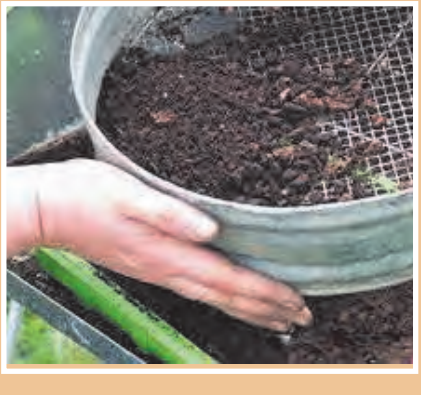
پودمان ۵

دستگاه‌های جداکننده



جداسازی اجزای یک محلول یا مخلوط از یکدیگر، یکی از مهم‌ترین فرایندهای صنایع شیمیایی است. فرایند جداسازی می‌تواند شامل جدا کردن اجزای یک مخلوط با استفاده از عملیّات صاف کردن و غربال کردن و یا جدا کردن اجزای یک محلول از طریق عملیّات انتقال جرم مانند تبخیر و تقطیر باشد.

واحد یادگیری۵

کار با دستگاه‌های جداکننده

مقدمه

هدف بسیاری از عملیّات در صنایع شیمیایی، جداسازی اجزای یک محلول یا مخلوط از یکدیگر و دستیابی به یک مادهٔ خالص است. عملیّات جداسازی می‌تواند شامل جدا کردن اجزای یک مخلوط با استفاده از عملیّات صاف‌کردن و غربال‌کردن (الک‌کردن) و یا جدا کردن اجزای یک محلول از طریق عملیّات انتقال جرم از قبیل تقطیر و استخراج باشد. تقطیر یکی از مهم‌ترین و متداول‌ترین روش‌های جداسازی در صنعت، به‌ویژه صنعت نفت است. محصولات حاصل از تقطیر نفت خام مصارف مهم و حیاتی در زندگی انسان‌ها دارند.

استاندارد عملکرد

انجام دادن عملیّات انتقال جرم (در صنایع شیمیایی)، کار با برج‌های تقطیر و برج‌های استخراج طبق دستور کار

شایستگی‌های غیر فنی:

۱ـ اخلاق حرفه‌ای: حضور منظم و وقت‌شناسی، انجام دادن وظایف و کارهای محوّل، پیروی از قوانین؛

۲ـ مدیریت منابع: شروع به‌کار به‌موقع، مدیریت مؤثر زمان، استفاده از مواد و تجهیزات؛

۳ـ کار گروهی: حضور فعّال در فعالیت‌های گروهی، انجام دادن کارها و وظایف محوّل؛

۴ـ مستندسازی: گزارش‌نویسی فعالیت‌های آزمایشگاهی؛

۵ـ محاسبه و کاربست ریاضی.

شایستگی‌های فنی:

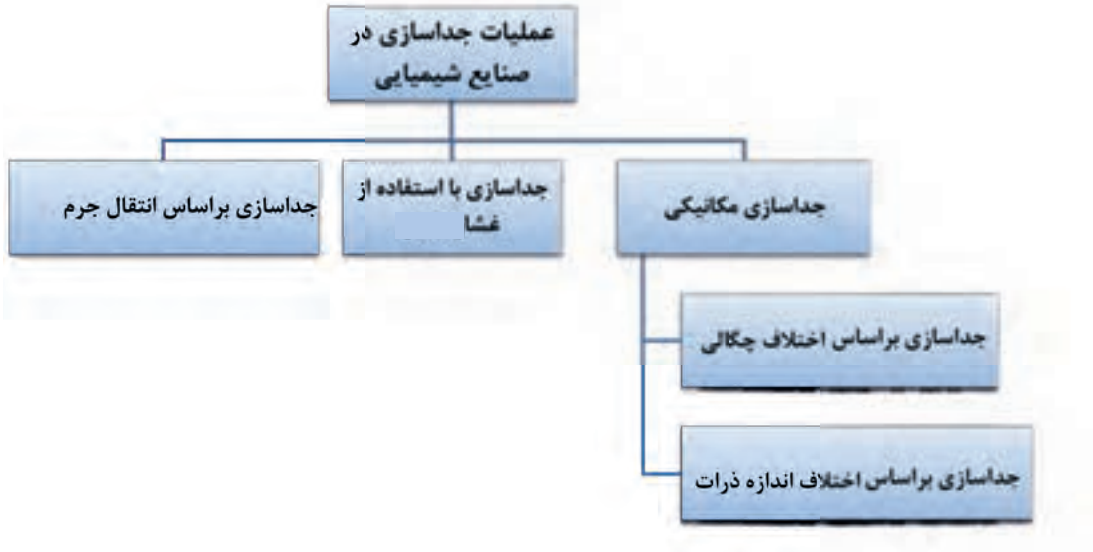
۱ـ به‌کارگیری روش‌های جداسازی در صنایع شیمیایی؛

۲ـ کار با برج‌های تقطیر؛

۳ـ کار با برج‌های استخراج.

۱ـ۵ـ روش‌های جداسازی

عملیّات جداسازی در صنایع شیمیایی از اهمیّت بالایی برخوردار است. در شکل ۱ـ۵ روش‌های مختلف جداسازی نشان داده شده است.



شکل ۱ـ۵ـ روش‌های مختلف جداسازی

۲ـ۵ـ جداسازی مکانیکی

جداسازی مکانیکی بر اساس اختلاف اندازهٔ ذرات

اگر مخلوطی از مواد جامد با اندازه‌های مختلف وجود داشته باشد، می‌توان اجزای آن را به‌دلیل اختلاف اندازه از هم جدا کرد. الک‌کردن مواد یک مثال ساده از این نوع جداسازی است.

پرسش ۱

آیا تاکنون در زندگی روزمره از الک استفاده کرده‌اید؟

الک‌ها یا غربال‌ها وسایلی هستند که برای جداسازی ذرّات جامد براساس اندازه به‌کار می‌روند (شکل ۲ـ۵). در بیشتر آنها این کار بر اساس نیروی جاذبه و با استفاده از دستگاه‌های تکان‌دهنده یا لرزاننده انجام می‌شود. صفحهٔ مشبک الک‌ها به‌وسیله سیم بافته می‌شود و اندازهٔ سوراخ‌های آن دارای مقدارهای استاندارد و معینی است. برای بیان قطر سوراخ‌های الک‌ها از یکای میکرون یا مش استفاده می‌شود.

الف

ب

شکل ۲ـ۵ الف) یک نمونه الک (غربال)، ب) مجموعه الک‌ها بر روی دستگاه لرزاننده

به‌طور مثال برای الک کردن خاک از تعدادی الک که برروی یکدیگر چیده شده‌اند و اندازه‌های آنها از بالا به پایین کوچک‌تر می‌شود، استفاده می‌کنند. در شکل ۲ـ۵ ـ ب خاک را بر روی الک بالایی می‌ریزند و با یک دستگاه لرزاننده، مجموعهٔ الک‌ها را تکان می‌دهند. بر روی هر الک دانه‌های ریزتر از سوراخ‌های الک عبور می‌کند و ذرّات درشت‌تر باقی می‌مانند. به این ترتیب دانه‌های خاک براساس اندازه بر روی هر الک قرار می‌گیرند که به اصطلاح به آن «دانه‌بندی» گفته می‌شود. برای دستیابی به درصد جرمی (وزنی) دانه‌ها بر روی هر الک از تعریف‌های پودمان اول و فرمول زیر استفاده می‌شود.

$$\text{درصد جرم (وزنی) دانه‌های باقی‌مانده بر روی هر الک} = \frac{\text{جرم (وزن) دانه‌های باقی‌مانده بر روی هر الک}}{\text{جرم (وزن) خاک اولیه}} \times ۱۰۰$$

جداسازی بر اساس اختلاف چگالی

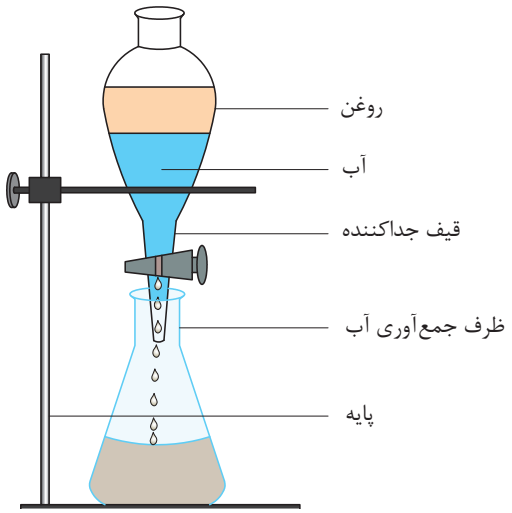
اگر مخلوطی از دو ماده با چگالی‌های مختلف وجود داشته باشد، می‌توان اجزای این مخلوط را به کمک (قیف جداکننده) دکانتور از هم جدا کرد.

فکر کنید ۱

به نظر شما چگونه می‌توان مخلوط آب و روغن را از هم جدا کرد؟

(قیف جداکننده) دکانتور: دکانتور وسیله‌ای است قیف‌مانند که در انتهای آن یک شیر تعبیه شده است. این وسیله مایعات را بر اساس اختلاف چگالی از هم جدا می‌کند.

همان‌طور که در شکل ۳ـ۵ نشان داده شده است. اگر مخلوط آب و روغن در ظرف ریخته شود، روغن که دارای چگالی کمتر است، در بالا قرار می‌گیرد و آب در قسمت پایین قرار می‌گیرد. با باز کردن شیر ظرف، آب از قسمت انتهایی خارج می‌شود تا اینکه به مرز جدایی آب و روغن برسد. در این لحظه شیر ظرف بسته می‌شود و در نتیجه آب و روغن از هم جدا می‌شوند.



شکل ۳ـ۵ـ قیف جداکننده

فعالیت آزمایشگاهی ۱

جداسازی آب و روغن

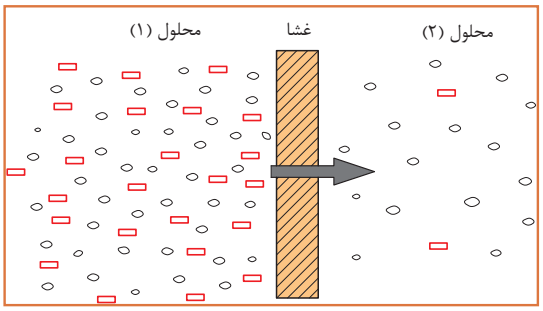
در یک بشر به مقدار مساوی آب و روغن گیاهی یا آب و نفت بریزید و آن را با یک همزن شیشه‌ای به‌خوبی مخلوط کنید و سپس مخلوط را در داخل قیف جداکننده بریزید. مطمئن باشید که شیر قیف جداکننده بسته باشد. چند دقیقه صبر کنید تا آب و روغن کاملاً از هم جدا شوند. سپس با باز و بسته کردن شیر آب و روغن را از هم جدا کنید.

نکته ایمنی ۱

توجه داشته باشید که مجموع حجم آب و روغن یا آب و نفت از حجم قیف جداکننده بیشتر نباشد.

۳ـ۵ـ جداسازی با استفاده از غشا[1]

غشا لایه‌ای بسیار نازک است که می‌تواند اجزای یک محلول را به‌طور انتخابی جدا کند.
در یک فرایند غشایی معمولاً دو محلول وجود دارد که با غشا به‌طور فیزیکی از هم جدا شده‌اند؛ یعنی ارتباط مستقیم بین این دو محلول وجود ندارد. غشا انتقال جرم بین دو محلول را کنترل می‌کند. غشاها دارای سوراخ‌های بسیار ریزی هستند که فقط ذرّات خاصی از آنها می‌توانند عبور کنند (شکل۴ـ۵)، بنابراین عمل جداسازی انجام می‌شود .



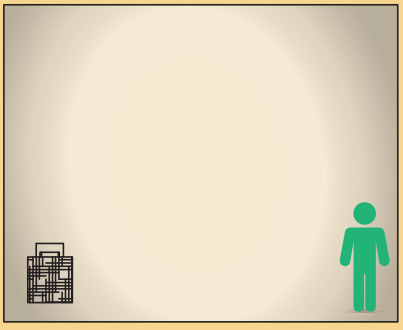
شکل ۴ـ۵ـ فرایند انتقال از میان غشا

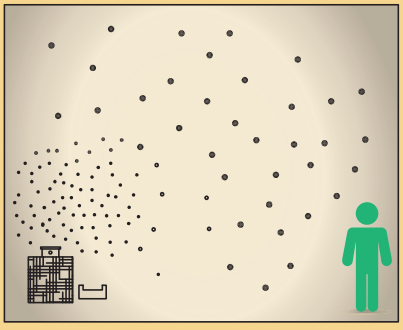
از انواع کاربردهای غشا به موارد زیر می‌توان اشاره کرد:
۱ـ شیرین‌سازی آب دریا
۲ـ جداسازی و خالص‌سازی پروتئین‌های آب پنیر
۳ـ حذف ذرّات کلوییدی از ماءالشعیر

۴ـ۵ـ جداسازی براساس عملیّات انتقال جرم

بحث گروهی ۱

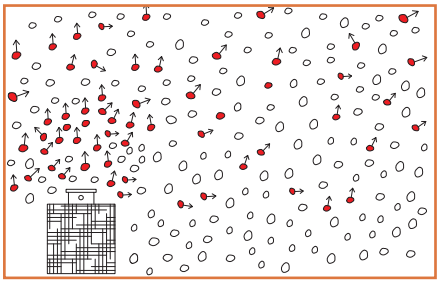
شکل الف اتاقی را نشان می‌دهد که در یک گوشهٔ آن شیشهٔ عطری قرار دارد. در شکل ب درپوش شیشه عطر باز شده است. فردی که در گوشهٔ دیگر اتاق نشسته است، پس از گذشت لحظه‌ای بوی عطر را احساس می‌کند. به نظر شما چه اتفاقی افتاده است؟


الف


ب

۱ـ Membrane

وقتی درپوش شیشه عطر باز می‌شود، مولکول‌های عطر از لابه‌لای مولکول‌های هوا حرکت می‌کند و در اتاق پخش می‌شوند. مولکول‌ها از جایی که غلظت بیشتر است به جایی که غلظت کمتر است حرکت می کنند. (شکل ۵ـ۵).



شکل ۵ـ۵ـ انتقال مولکول‌های عطر به هوا

استشمام بوی عطر در فضای اتاق به معنی انتقال یک ماده یا جرم از مکانی به مکان دیگر است. بنابراین انتقال یک یا چند جزء از یک ماده را از بین مادهٔ دیگر انتقال جرم می‌گویند. عملیّات انتقال جرم معمولاً به دو روش انجام می‌شود:

نفوذ مولکولی: اگر انتقال جرم فقط به‌دلیل حرکت مولکول‌ها از لابه‌لای یکدیگر انجام شود، به آن نفوذ مولکولی گفته می‌شود.

حرکت توده‌ای: در انتقال جرم توده‌ای، علاوه بر انتقال جرم از طریق نفوذ مولکولی، مادهٔ منتقل‌شونده با حرکت تودهٔ سیال نیز منتقل می‌شود.

بحث گروهی ۲

به نظر شما در اتاق حاوی شیشهٔ عطر در باز، پخش مولکول‌های عطر در هوا به کدام روش انجام می‌شود؟ اگر پنجرهٔ اتاق باز باشد و جریان هوایی در اتاق برقرار شود، بوی عطر زودتر به مشام می‌رسد.چرا؟

فکرکنید ۲

در یک ظرف آب، یک قطره جوهر بریزید. چه اتفاقی می‌افتد؟ اگر با یک همزن شیشه‌ای حرکتی در آب ایجاد کنید، جوهر زودتر در آب پخش می‌شود. چرا؟

پرسش ۲

آیا نمونه‌های دیگری از عملیّات انتقال جرم را می‌توانید نام ببرید؟

فرض کنید گازهای خروجی از یک کارخانهٔ تولید محصولات شوینده، آلوده به گاز کلر است. کلر یک مادهٔ سمّی و آلایندهٔ محیط زیست است. برای رفع این مشکل در کارخانه، این گازها قبل از ورود به محیط زیست، به داخل یک ستون هدایت می‌شوند. گازها در داخل ستون به سمت بالا در حرکت هستند. آب با چند پخش‌کننده به‌صورت قطرات ریز از بالای ستون به سمت پایین حرکت می‌کند. کلر ماده‌ای است که به‌آسانی در آب حل می‌شود و به همین علت، مادهٔ کلر موجود در گاز خروجی در اثر تماس با آب در ستون، به داخل آب وارد می‌شود و به این ترتیب گاز خروجی تصفیه می‌شود.

پرسش ۳

در این عملیات انتقال جرم، کدام دو حالت ماده در تماس با یکدیگر قرار می‌گیرند؟ جزء منتقل‌شونده کدام است؟

تماس مستقیم دو مادهٔ نامحلول در یکدیگر، مهم‌ترین روش در عملیات انتقال جرم است. هر یک از مواد در حال تماس با یکدیگر می‌توانند شامل یک یا چندین جزء باشند. پس از انجام شدن انتقال جرم، اجزای تشکیل‌دهنده هر یک از مواد دارای غلظت‌های متفاوتی خواهند بود.
تماس مستقیم دو مادهٔ نامحلول در یکدیگر شامل موارد زیر می‌شود.

تماس گاز ـ مایع

تماس گاز ـ مایع فرایندهای تقطیر، جذب و دفع را شامل می‌شود:
الف) تقطیر: تقطیر تماس بخار با مایع در حال جوش است. در این عملیات اجزای سبک‌تر (با نقطهٔ جوش پایین‌تر) به سیال بخار و اجزای سنگین‌تر (با نقطهٔ جوش بالاتر) به سیال مایع منتقل می‌شوند.
ب) جذب و دفع: تماس دو فاز گاز و مایع و انتقال یک یا چند جزء از فاز گاز به مایع را عملیات جذب می‌گویند. انتقال کلر از گازهای خروجی یک کارخانه به درون آب، یک نمونه از عملیات جذب است. اگر عکس این عمل اتفاق افتد، یعنی جزء منتقل‌شونده از فاز مایع به گاز منتقل شود، فرایند دفع نامیده می‌شود.

تماس گاز ـ جامد

یکی از فرایندهای متداول که در آن فاز گاز و جامد در تماس با هم قرار می‌گیرند، فرایند جذب سطحی است؛ برای مثال، در پالایشگاه‌های گاز، گاز طبیعی به همراه مقداری رطوبت تولید می‌شود. این رطوبت در پالایش گاز عامل مزاحم است و باید حذف شود. برای این منظور گاز طبیعی به داخل ستون‌هایی هدایت می‌شود که با مادهٔ جامد خشک‌کننده پر شده است. رطوبت گاز طبیعی در این فرایند ضمن عبور از اطراف ذرّات مادهٔ خشک‌کننده، به سطح این ذرّات جذب می‌شود. با پیشروی گاز در ستون تقریباً تمام آب موجود در گاز با مادهٔ خشک‌کنندهٔ جامد جذب می‌شود و گاز خشک از انتهای ستون خارج می‌شود.

تماس مایع ـ مایع

واحد عملیّاتی تماس دو مایع نامحلول در یکدیگر، استخراج مایع ـ مایع نامیده می‌شود. استخراج مایع ـ مایع فرایندی است که در آن اجزای موجود در یک محلول مایع، از مایع دیگری که حلّال نامیده می‌شود، جدا می‌شود.

تماس مایع ـ جامد

متداول‌ترین فرایند تماس مایع ـ جامد، استخراج جامد ـ مایع نامیده می‌شود. در این فرایند اجزای موجود در یک مخلوط جامد، توسط یک مایع (حلاّل) جدا می‌شود.

بحث گروهی ۳

بارزترین نمونهٔ استخراج مایع ـ جامد در زندگی روزمره چیست؟

پرسش ۴

به نظر شما، هر یک از فرایندهای جداسازی زیر به چه طریقی انجام می‌شود؟

	جداسازی بر اساس اختلاف اندازه	جداسازی براساس اختلاف چگالی	جداسازی با استفاده از عملیّات انتقال جرم	جداسازی با استفاده از غشا
جداسازی سنگریزه‌ها از خاک				
جداسازی گاز کلر از هوا (تماس هوا و آب)				
جداسازی آب از نفت				
دم‌کردن چای				
تصفیهٔ آب خانگی				
جداسازی گردوخاک از هوا				

۵ــ۵ــ جداسازی به روش تقطیر

فیلم ۱

فیلم مربوط به تقطیر را مشاهده کنید و در پایان گزارش آن را تهیه کنید.

پرسش ۵

به نظر شما در پالایشگاه‌های نفت، چگونه بنزین و گازوئیل را از نفت خام جدا می‌کنند؟

جداسازی مخلوط مایعات به اجزای تشکیل‌دهندهٔ آن، یکی از مهم‌ترین فرایندهای صنایع شیمیایی و نفت است. تقطیر یکی از روش‌های اصلی و متداول است که برای جداسازی مخلوط مایعات به‌کار می‌رود.

تقطیر فرایندی است که در آن اجزای یک مخلوط مایع یکنواخت (محلول)، به‌دلیل اختلاف در نقطهٔ جوش از یکدیگر جدا می‌شوند. تقطیر بر اساس دو فرایند تبخیر و مایع شدن (میعان) انجام می‌شود. به اجزایی از این مخلوط مایع که نقطهٔ جوش بالایی دارند، اجزای سنگین و به اجزایی که نقطه جوش پایین‌تری دارند، اجزای سبک یا فرّار گفته می‌شود.

پرسش ۶

چه رابطه‌ای بین نقطهٔ جوش، قابلیت تبخیر و فشار بخار مواد وجود دارد؟

قابلیت تبخیر

اصطلاح قابلیت تبخیر، نشان‌دهندهٔ کیفیت تبخیر یک مایع است. مایعاتی که به‌آسانی به بخار تبدیل می‌شوند، دارای قابلیت تبخیر زیاد و مایعاتی که به‌سادگی بخار نمی‌شوند، قابلیت تبخیر کمی دارند. وقتی نقطهٔ جوش مایعی پایین باشد، فشار بخار و قابلیت تبخیر آن زیاد است و برعکس مایعی که دارای نقطهٔ جوش بالایی است، فشار بخار و قابلیت تبخیرِ کمی دارد.

تحقیق کنید ۱

برای دو هیدروکربن هگزان و پنتان جدول زیر را کامل کنید.

ماده	نقطهٔ جوش	فشار بخار	جرم مولکولی
پنتان			
هگزان			

پرسش ۷

با توجه به رابطهٔ بین نقطه جوش و جرم مولکولی جمله زیر را کامل کنید:
هر چه جرم مولکولی یک ماده ..... باشد، نقطه جوش آن ماده ..... است.

فرض کنید مخلوطی مساوی از دو مادهٔ پنتان و هگزان وجود دارد. این مخلوط را داخل ظرفی ریخته، آن‌را گرما می‌دهیم. با رسیدن دمای مخلوط به دمای نقطهٔ جوش پنتان، پنتان شروع به تبخیر شدن می‌کند. با ادامهٔ گرما دادن و افزایش دمای مخلوط، هگزان نیز به همراه پنتان تبخیر می‌شود؛ اما چون نقطهٔ جوش هگزان بیشتر از پنتان است، میزان تبخیر آن کمتر از پنتان خواهد بود؛ بنابراین بخارات خارج شده از ظرف دارای مقدار بیشتری پنتان هستند و مایع باقی‌مانده در ظرف، هگزان بیشتری دارد.

فرایند تقطیر به دو روش زیر انجام می‌شود:

۱ـ تقطیر ساده یا یک مرحله‌ای؛

۲ـ تقطیر چند مرحله‌ای.

تقطیر ساده

پرسش ۸

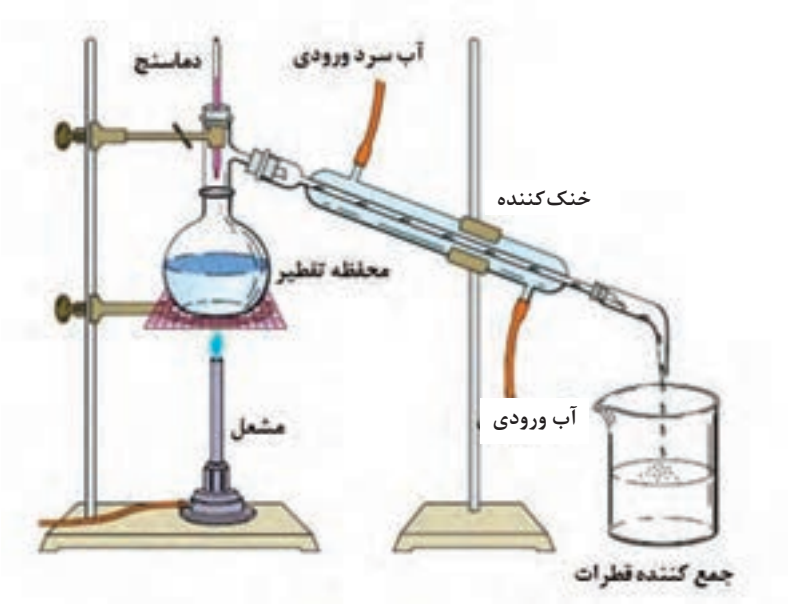
آیا تا به حال از گلاب‌گیری شهر کاشان بازدیدی داشته‌اید؟ به نظر شما گلاب‌گیری کدام یک از روش‌های جداسازی است؟

تقطیر ساده یکی از ساده‌ترین روش‌های جداسازی است. در این روش ابتدا خوراک مایع را به مخزن تقطیر وارد می‌کنند و گرما می‌دهند. در اثر جوشیدن مایع، قسمتی از آن بخار می‌شود و از بالای مخزن وارد یک خنک‌کننده (مبرد) می‌شود و تبدیل به مایع می‌شود. این بخار مایع شده، نسبت به مایع باقی‌مانده در مخزن، دارای اجزای سبک‌تر بیشتری است و مایع باقی‌مانده در مخزن اجزای سنگین‌تر بیشتری دارد. بدین ترتیب محلول اولیه به دو محصول سبک و سنگین تبدیل شده است.

فعالیت
کارگاهی ۱

جداسازی آب از اتانول به روش تقطیر ساده

مواد مورد نیاز	وسایل مورد نیاز
آب اتانول	بالن ته‌گرد، خنک‌کننده، دماسنج، پایه و گیره، سه‌راهی شیشه‌ای، سنگ جوش، ظرف جمع‌آوری و گرم‌کن



شکل ۶ـ۵ـ سامانهٔ تقطیر ساده

روش کار:

۱ـ مقدار مساوی از آب و اتانول را در بالن ته‌گرد بریزید و درون آن تعدادی سنگ جوش بیندازید؛

۲ـ اگر برای گرما دادن از شعله استفاده می‌کنید، بالن را در چند سانتی‌متری از توری نسوز با یک گیره به پایه متصل کنید. اگر وسیله گرم‌کننده دستگاه برقی است. بالن را مستقیم روی دستگاه قرار دهید و اگر از حمام گرم استفاده می‌کنید، بالن را تا گردن وارد حمام کنید؛

۳ـ دماسنج را در سه‌راهی قرار دهید و سه‌راهی را به سر بالن نصب کنید؛

۴ـ خنک‌کننده را به سه‌راهی وصل کنید و بلافاصله آن‌را با گیره محکم کنید؛

۵ـ شیلنگ‌های ورودی و خروجی آب سرد را به خنک‌کننده وصل کنید و جریان آب را به اندازهٔ کافی باز کنید؛

۶ـ در خروجی خنک‌کننده یک ظرف مناسب برای جمع‌آوری محصول قرار دهید؛
۷ـ بعد از اطمینان از اتصال اجزای دستگاه، وسیلهٔ گرم‌کننده را روشن کنید؛
۸ـ دما را در حدود ۸۰ درجهٔ سلسیوس ثابت نگه دارید؛
۹ـ پس از اینکه نصف محلول داخل بالن تبخیر شد، وسیلهٔ گرم‌کننده را خاموش کنید؛
۱۰ـ کمی تأمل کنید تا تمام بخارات داخل خنک‌کننده به‌طور کامل به مایع تبدیل شود؛
۱۱ـ میزان تقریبی اتانول موجود در ظرف جمع‌آوری محصول را اندازه‌گیری کنید.

نکته

به نکات زیر پیش از شروع آزمایش توجه کنید:
ـ بالن ته‌گرد را به میزان یک سوم تا دو سوم آن از آب و الکل پر کنید. اگر مقدار محلول بیش از دو سوم حجم بالن ته‌گرد باشد، احتمال پاشیدن محلول به درون خنک‌کننده وجود دارد.
ـ مخزن دماسنج باید پایین‌تر از شاخه جانبی سه راهی قرار گیرد تا دمای جوش را به‌درستی نشان دهد.
ـ محل ارتباط لوازم شیشه‌ای را قبل از اتصال با گریس یا وازلین چرب کنید تا در پایان کار به راحتی از هم جدا شوند.

نکته ایمنی ۲

ـ از سالم بودن بالن ته‌گرد اطمینان حاصل کنید؛
ـ بالن ته‌گرد را نباید تا خشک‌شدن و تبخیر کامل محلول گرما داد؛
ـ استفاده از لوازم و وسایل ایمنی شخصی (روپوش آزمایشگاهی، عینک و دستکش) الزامی است؛
ـ در هنگام استفاده از لوازم شیشه‌ای و گرما دادن، دقت بالایی داشته باشید.

پرسش ۹

۱ـ محصول به‌دست آمده از فعالیت عملی تقطیر ساده، دارای چند درصد الکل اتانول است؟ آیا می‌توان این محلول را دوباره تقطیر کرد تا به اتانول با درجهٔ خلوص بالاتر دست یافت؟

۲ـ تقطیر ساده برای چه محلول‌هایی مناسب است؟

تقطیر چند مرحله‌ای

تقطیر ساده، یک فرایند تک‌مرحله‌ای است و به همین علت محصول این روش، خلوص بالایی ندارد. برای افزایش میزان خلوص می‌توان محصول مایع به‌دست آمده را دوباره وارد مخزن تقطیر کرد و عملیّات تقطیر را تکرار نمود و این فرایند را تا جایی ادامه داد که محصول به‌دست آمده به خلوص مطلوب برسد. بنابراین از چندین دستگاه تقطیر پشت سر هم باید استفاده کرد. به این روش تقطیر چند مرحله‌ای گفته می‌شود؛ امّا این روش به‌دلیل اینکه به‌صورت ناپیوسته انجام می‌شود و به فضای بسیار بزرگی نیاز دارد، در مقیاس صنعتی (به‌طور مثال در پالایشگاه) امکان‌پذیر نیست. برای حل این مشکل برج‌های تقطیر طراحی شده‌اند که در آنها فرایند تقطیر چندمرحله‌ای به صورت پیوسته انجام می‌شود. فرایند تقطیر چند مرحله‌ای دارای برج‌های تقطیر سینی‌دار و برج‌های آکنده (یا پرشده حاوی) آکنه است.

برج تقطیر سینی‌دار

یکی از پرکاربردترین برج‌های تقطیر در صنعت، برج تقطیر سینی‌دار است. این برج تقطیر استوانه‌ای است از جنس فلز که با سینی‌های سوراخ‌دار افقی به چندین قسمت تقسیم شده است. در این برج، هر سینی نقش یک مرحلهٔ تقطیر ساده را دارد. یک طرح کلی از برج تقطیر سینی‌دار در شکل ۷ـ۵ نشان داده شده است.

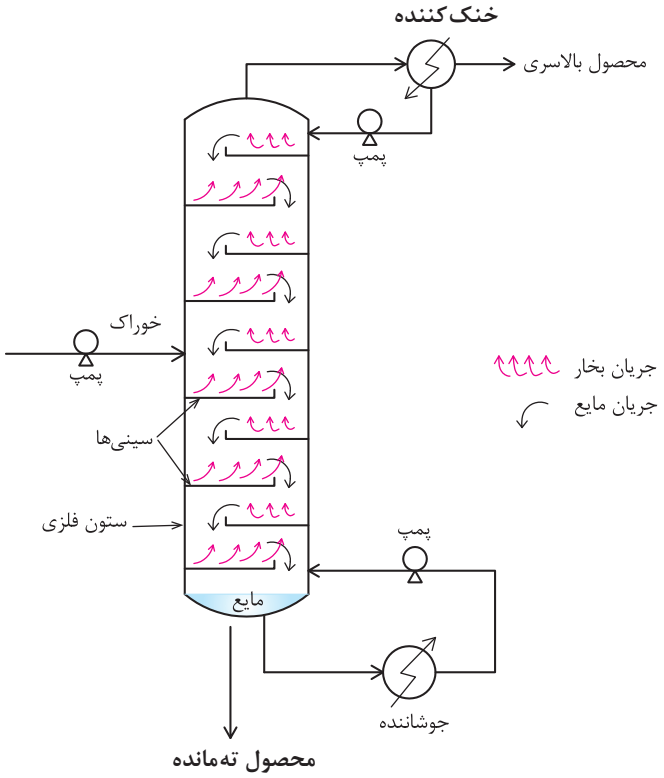
برج تقطیر سینی‌دار از بخش‌های اصلی زیر تشکیل شده است.

۱ـ ستون (برج)؛

۲ـ سامانه جوشاننده؛

۳ـ سامانه خنک‌کننده؛

۴ـ سینی‌ها.



شکل ۷ـ۵ـ برج تقطیر چند مرحله‌ای

در فرایند تقطیر، سامانهٔ جوشاننده گرمای لازم برای انجام شدن عمل تقطیر و جداسازی اجزای یک محلول را تأمین می‌کند. بخار ایجادشده به‌وسیله جوشاننده از پایین وارد برج می‌شود و به سمت بالا حرکت می‌کند. بخار بالارونده در برج با مایعی تماس می‌یابد که به سمت پایین برج بر روی سینی‌ها جریان دارد. با تماس مایع و بخار داغ بر روی هر سینی، قسمتی از گرمای بخار به مایع منتقل می‌شود و بخشی از ترکیبات فرّار مایع تبخیر می‌شوند و وارد بخار می‌گردند. بخشی از ترکیبات سنگین بخار نیز با از دست دادن گرما مایع می‌شود و به مایع پایین‌رونده در برج می‌پیوندد. بدین‌ترتیب با پیشروی بخار در برج، به‌تدریج مقدار اجزای سنگین آن کم شده و از اجزای سبک‌تر غنی می‌شود و مایعی که به سمت پایین برج در حرکت است، از اجزای سنگین‌تر غنی می‌شود. بخارهای خروجی از بالای برج وارد یک خنک‌کننده شده و به مایع تبدیل می‌شوند. قسمتی از این مایع به عنوان محصول بالاسری برج جمع‌آوری شده و قسمتی دیگر به برج برگردانده می‌شود، که به آن مایع برگشتی گفته می‌شود. مایعات جمع‌شده در انتهای برج نیز خارج شده، قسمتی از آن به عنوان محصول ته‌ماند جمع‌آوری می‌شود و باقیمانده وارد سامانهٔ جوشاننده می‌شود تا به بخار تبدیل شود. بخار خروجی از جوشاننده به داخل برج بازگردانده می‌شود. خوراک ورودی به برج می‌تواند به صورت مایع و یا ترکیبی از مایع و بخار باشد، محل ورود خوراک را خط خوراک می‌نامند.

تحقیق کنید ۲

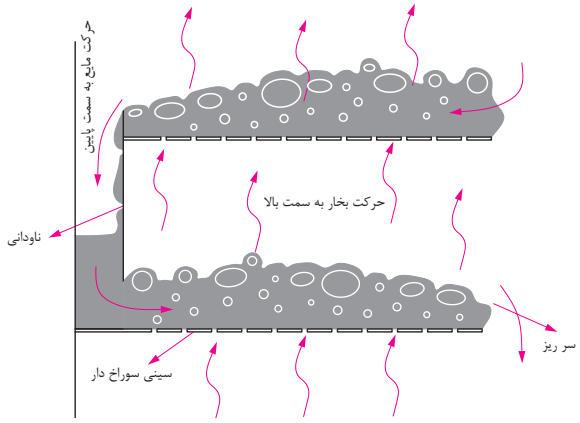
به نظر شما چرا بخشی از محصول بالای برج، به داخل برج بازگردانده می‌شود؟

فیلم ۲

فیلم مربوط به شیوهٔ حرکت مایع و بخار در داخل برج تقطیر را مشاهده کنید و گزارش آن را تهیه کنید.

شیوهٔ حرکت مایع و بخار در داخل برج تقطیر

شکل ۸ـ۵ طرح ساده‌ای از شیوهٔ جریان بخار و مایع را بر روی سینی‌ها نشان می‌دهد. مایع وارد شده به داخل برج، از روی سینی‌های سوراخ‌دار عبور کرده و از طریق ناودانی به سمت سینی پایینی حرکت می‌کند. بخار نیز از پایین سینی و از طریق سوراخ‌های سینی به طرف بالا حرکت می‌کند و بدین‌ترتیب در روی هر سینی مایع و بخار در تماس با هم قرار می‌گیرند و اجزای سبک در مایع به بخار و اجزای سنگین در بخار به مایع منتقل می‌شوند.



شکل ۸ـ۵ـ شیوهٔ حرکت مایع و بخار در داخل برج تقطیر

همان‌طور که در شکل نشان داده شده است، برای نگه‌داشتن مقدار معینی مایع روی هر سینی از سرریز استفاده می‌شود. وقتی که ارتفاع مایع بالاتر از ارتفاع سرریز شد، مایع از طریق ناودانی به سینی پایین منتقل می‌شود.

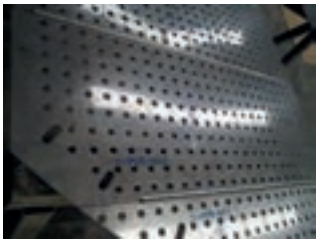
پرسش ۱۰

چرا مایعی که بر روی سینی‌های سوراخ‌دار جریان دارد، از سوراخ سینی‌ها به پایین نمی‌ریزد؟

مهم‌ترین انواع سینی‌های برج‌های تقطیر عبارت‌اند از: سینی‌های غربالی، سینی‌های دریچه‌ای و سینی‌های کلاهکی (شکل ۹ـ۵).

سینی کلاهکی

سینی دریچه‌ای

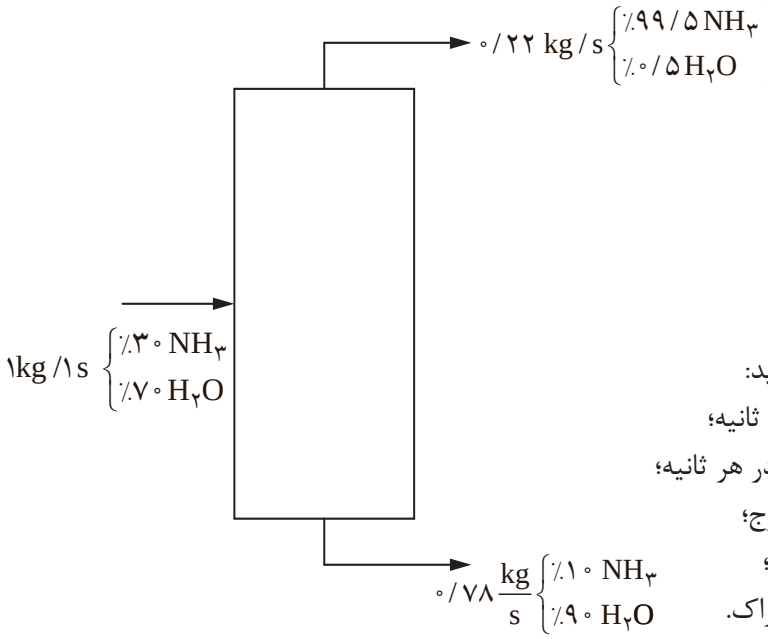


سینی غربالی

شکل ۹ـ۵ ـ انواع سینی‌های برج تقطیر

پرسش ۱۱

گزارشی از جداسازی آب و آمونیاک در یک برج تقطیر سینی‌دار طبق شکل مشاهده می‌شود. در این برج در هر ثانیه یک کیلوگرم محلول ۳۰ درصد جرمی آمونیاک در آب، به‌صورت خوراک وارد برج می‌شود و از بالای برج ۰/۲۲کیلوگرم در ثانیه و از پایین برج ۰/۷۸ کیلوگرم در ثانیه محصول خارج می‌شود.



هر یک از موارد زیر را محاسبه کنید:

۱ـ میزان آب ورودی به برج در هر ثانیه؛

۲ـ میزان آمونیاک ورودی به برج در هر ثانیه؛

۳ـ آب موجود در محصول بالای برج؛

۴ـ میزان آمونیاک جدانشده از آب؛

۵ـ بازده جداسازی آمونیاک از خوراک.

فعالیت آزمایشگاهی ۲

جداسازی آب و اتانول با استفاده از برج تقطیر سینی‌دار

مواد لازم	وسایل لازم
آب	برج تقطیر سینی‌دار
اتانول	

روش کار:

محلول حاوی مقادیر مساوی از آب و اتانول تهیه کنید.
طبق دستور کار برج تقطیر موجود در آزمایشگاه، آب را از اتانول جدا کنید.

فیلم ۳

چگونگی فرایند تقطیر در برج‌های سینی‌دار را مشاهده کنید و گزارش آن را تهیه کنید.

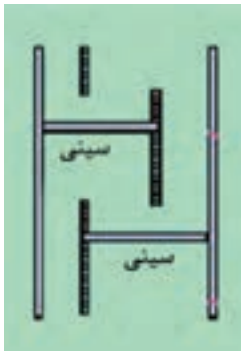
فعالیت گروهی ۱

در مورد ملاحظات زیست ـ محیطی پالایشگاه گزارشی تهیه کنید و نتیجه را در کلاس ارائه دهید.

پرسش ۱۲

۱ـ به نظر شما اگر میزان جریان بخار نسبت به مایع از یک حدی کمتر باشد، چه اتفاقی خواهد افتاد؟
۲ـ اساس فرایند جداسازی در صافی‌ها و الک‌ها، اندازه ذرّات می‌باشد. تفاوت این دو روش چیست و هر کدام برای چه حالتی از ماده (گاز، مایع، جامد) مناسب هستند؟
۳ـ همان‌طور که در این پودمان به آن اشاره شد مایعاتی که دارای اختلاف چگالی هستند را می‌توان توسط قیف جداکننده از هم جدا کرد. آیا جامدات را نیز می‌توان بر اساس اختلاف چگالی از هم جدا کرد؟ مثال بزنید.

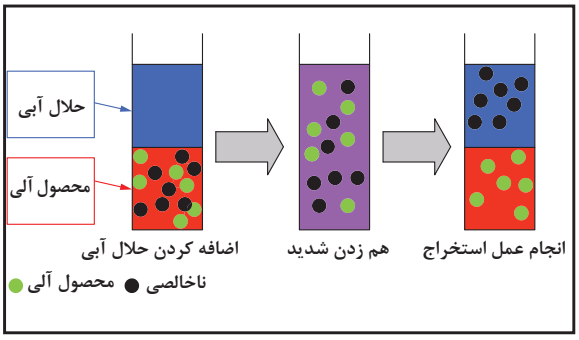
۴ـ شیوهٔ جریان بخار و مایع در یک برج تقطیر را بر روی شکل زیر مشخص کنید.



۵ـ کدام یک از سینی‌ها برای استفاده در ستون‌های تقطیر رایج‌تر است؟چرا؟
۶ـ اگر فشار بخار بالارونده از سوراخ سینی‌ها کم باشد، چه اتفاقی می‌افتد و چه تأثیری بر بازده برج دارد؟

۶ـ۵ـ جداسازی به روش استخراج

استخراج فرایندی است که در آن اجزای موجود در یک محلول مایع یا مخلوط جامد، به‌وسیلهٔ مایع دیگر (حلّال[۱]) جدا می‌شود. زمانی‌که عمل استخراج با مایعی از یک مخلوط جامد صورت پذیرد، آن را فرایند استخراج جامد ـ مایع[۲] می‌گویند و زمانی‌که فاز اولیه که جداسازی از آن صورت می‌پذیرد، مایع باشد، فرایند را استخراج مایع ـ مایع می‌نامند (شکل ۱۰ـ۵).



شکل ۱۰ـ۵ ـ استخراج مایع ـ مایع

پرسش ۱۳

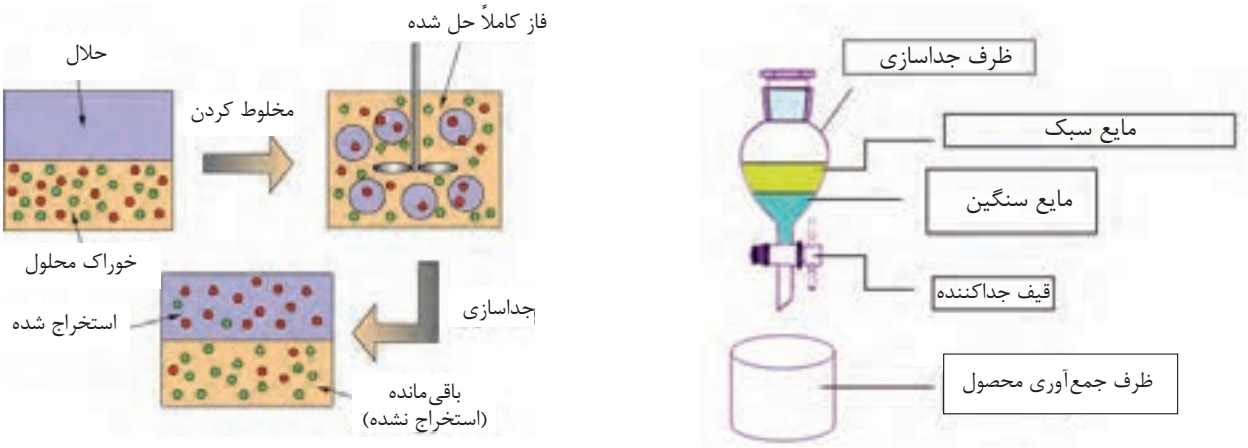
یک فرایند استخراج جامد ـ مایع معمولی را نام ببرید.

استخراج مایع ـ مایع

در فرایند استخراج مایع ـ مایع، محلولی که استخراج از آن انجام می‌شود، خوراک[۳] نامیده می‌شود و مایعی را که خوراک با آن در تماس قرار می‌گیرد تا جزء حل‌شونده[۴] از آن جدا شود، حلّال می‌نامند. پس از تماس خوراک و حلّال و انتقال جزء حل‌شونده از خوراک به آن، محصولی را که از حلّال غنی است، فاز استخراج شده[۵] و مایع باقی‌مانده را که حل‌شونده از آن جدا شده، فاز پس‌مانده[۶] می‌نامند.

شرط اصلی برای انجام شدن این فرایند، اختلاف چگالی بین حلّال و خوراک است تا حل‌شونده از آن جدا شود. مطابق با شکل ۱۱ـ۵، حلّال و خوراک تماس پیدا می‌کنند و درهم آمیخته می‌شوند تا حلّال بتواند جزء حل‌شونده را در خود حل کند، سپس به این مخلوط زمان داده می‌شود تا بر اثر اختلاف چگالی، دو فاز استخراج شده و پس‌مانده از هم جدا شوند.

۱ـ Solvent
۲ـ Leaching
۳ـ Feed
۴ـ Solute
۵ـ Extract
۶ـ Raffinate



شکل ۱۱ـ۵ فرایند استخراج مایع ـ مایع

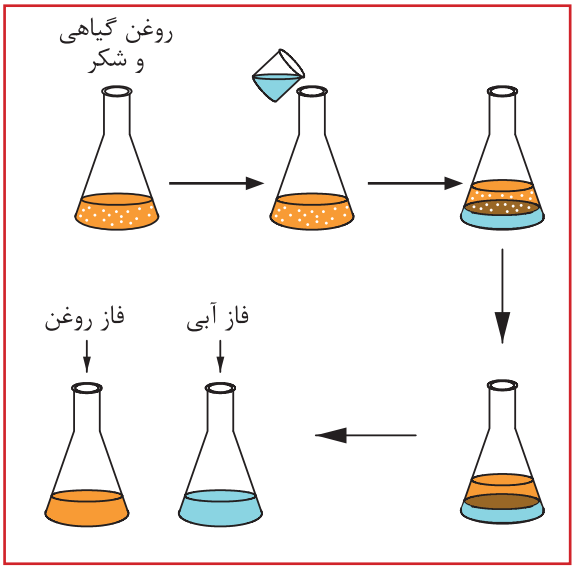
فیلم ۴

فیلم استخراج مایع ـ مایع را مشاهده کنید و گزارش آن را تهیه کنید.

فعالیت آزمایشگاهی ۳

۱ـ مقدار ۳ گرم شکر را در ۳۰ میلی‌لیتر روغن گیاهی مایع بریزید و مخلوط را به‌خوبی تکان دهید. شکر را از مخلوط جدا کنید. آیا به‌نظر شما صاف کردن این مخلوط راه‌حل مناسبی است؟ چه راه‌حل دیگری را پیشنهاد می‌کنید؟ دلیل جدایی آب و روغن و تشکیل دو فاز مجزا چیست؟

۲ـ روغنی را که بر روی آب قرار گرفته است از بشر خارج کنید. در این آزمایش جزء حل‌شونده (شکر) را از روغن با حلاّل (آب) با روش استخراج مایع ـ مایع جدا کرده‌اید.



شکل ۱۲ـ۵ ـ جداسازی شکر از روغن با استخراج مایع ـ مایع

کاربردهای استخراج مایع ـ مایع

استخراج مایع ـ مایع به‌دلیل یکی از شرایط زیر به‌عنوان فرایند جداسازی استفاده می‌شود:

الف) در مواقعی که جداسازی لازم است در دمای پایین انجام شود تا جزء حل شونده تجزیهٔ حرارتی نگردد؛

ب) در مواقعی‌که مقدار جزء حل‌شونده بسیار کم است و عمل تقطیر موجب صرف انرژی بیش از حد برای تغییر فاز مواد از حالت مایع به بخار می‌شود.

پ) مواقعی که نقطه جوش مواد به‌هم نزدیک است و تقطیر باعث تبخیر همه مواد بدون جداسازی شود.

بحث گروهی ۴

به نظر شما در هریک از فرایندهای زیر، به چه دلیل عمل استخراج مایع ـ مایع پیشنهاد می‌شود؟

الف) جداسازی اسیداستیک از آب در غلظت‌های کم؛

ب) جداسازی اسیدهای چرب و ویتامین‌ها از روغن‌های گیاهی؛

پ) جداسازی آنتی‌بیوتیک‌ها از فاز آبی.

پرسش ۱۴

مزیت روش استخراج مایع ـ مایع در این است که برخلاف فرایند تقطیر، انرژی کمتری نیاز دارد. از توضیحات ارائه‌شده در فرایند استخراج مایع ـ مایع، مشخص شد که جداسازی حل‌شونده از حلّال نیاز به تقطیر و مصرف انرژی هم دارد. آیا بهتر نیست از همان ابتدا، حل‌شونده از مخلوط با تقطیر جدا شود؟

انتخاب حلّال

حلّالی که برای استخراج مایع ـ مایع انتخاب می‌شود، باید خواص زیر را داشته باشد:

الف) حلّال باید بتواند حل شونده را بیش از دیگر اجزای موجود در خوراک در خود حل کند؛

ب) نقطهٔ جوش حلّال و حل‌شونده با هم اختلاف قابل ملاحظه‌ای داشته باشد تا بتوان آنها را به‌راحتی با فرایند تقطیر جدا کرد؛

پ) چگالی حلّال باید با چگالی خوراک اختلاف قابل قبولی داشته باشد تا بتوان آنها را از هم جدا کرد؛

ت) حلّال باید در تماس با خوراک و حل‌شونده پایدار بماند و با آنها وارد واکنش شیمیایی نشود.

بحث گروهی ۵

به‌نظر شما حلّال باید چه ویژگی‌های دیگری داشته باشد تا فرایند استخراج مایع ـ مایع ایمن‌تر و اقتصادی‌تر انجام شود؟

تحقیق ۳

به‌نظر شما فرایند استخراج چه مزایا و معایبی از نظر محیط‌زیست دارد؟

محاسبات استخراج

برای محاسبهٔ مقدار جزء حل‌شونده که از خوراک وارد حلّال می‌شود، از ضریبی به‌نام ضریب توزیع[1] استفاده می‌شود که آن‌را با K_D نشان می‌دهند. این ضریب به‌صورت ذیل تعریف می‌گردد:

$$K_D = \frac{\text{غلظت حل شونده در فاز استخراج شده}}{\text{غلظت حل شونده در فاز باقی‌مانده}}$$

۱ـ Distribution Coefficient

پرسش ۱۵

به‌نظر شما برای آنکه فرایند استخراج مایع ـ مایع امکان‌پذیر باشد، ضریب توزیع باید چه مقداری داشته باشد؟

مثال ۱:

برای جدا سازی پنی‌سیلین از یک محلول آبی، از حلّال متیل‌استات استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد که در ۲/۰۵ میلی‌لیتر از خوراک، ۰/۰۹۷ گرم پنی‌سیلین وجود دارد. در آزمایشگاه، به این خوراک ۱/۹۷ میلی‌لیتر متیل‌استات اضافه شده است و ۰/۰۵۹ گرم پنی‌سیلین از خوراک خارج شد. مطلوب است محاسبهٔ ضریب توزیع پنی‌سیلین در حلّال.

$$\text{غلظت پنی‌سیلین در فاز استخراج‌شده} = \frac{۰/۰۵۹}{۱/۹۷} \approx ۰/۰۲۹۹۵ \frac{g}{mL}$$

$$\text{غلظت پنی‌سیلین در فاز پسماند} = \frac{۰/۰۹۷ - ۰/۰۵۹}{۲/۰۵} \approx ۰/۰۱۸۵۳ \frac{g}{mL}$$

پرسش ۱۶

محلول حاوی ۵۰ میلی‌لیتر آب و ۵ میلی‌مول بنزوییک‌اسید است. به این محلول ۲۰ میلی‌لیتر دی‌کلرومتان اضافه شده است و پس از هم‌زدن، به مخلوط اجازه داده می‌شود تا فاز پس‌مانده و استخراج‌شده از هم جدا شوند. نتایج نشان می‌دهد که ۰/۸۸ میلی‌مول بنزوییک‌اسید در فاز آبی باقی می‌ماند. مطلوب است محاسبهٔ ضریب توزیع بنزوییک اسید در حلال دی‌کلرومتان و بازده استخراج تک‌مرحله‌ای.

$$\text{بازده استخراج} = \frac{\text{مقدار حل‌شونده در فاز استخراج شده}}{\text{مقدار حل‌شونده درخوراک}} \times ۱۰۰$$

تحقیق کنید ۴

۱ـ در صنایع پالایش روغن‌موتور از روش استخراج مایع ـ مایع چه استفاده‌ای می‌شود؟
۲ـ آیا می‌توانید برای فرایند استخراج مایع ـ مایع در صنایع هسته‌ای، کاربردی را بیابید؟

۷ـ۵ـ دستگاه‌های استخراج

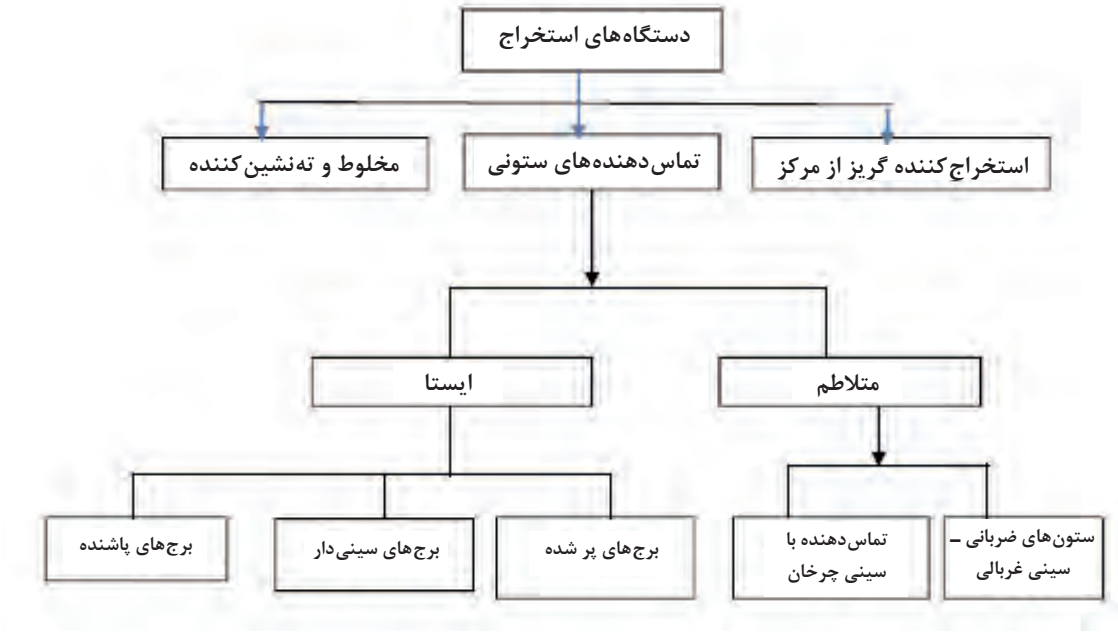
همان‌طور که ذکر شد، شرط امکان‌پذیری فرایند استخراج مایع ـ مایع، اختلاف چگالی بین خوراک و حلّال است. نقش اصلی یک دستگاه استخراج آن است که یکی از فازها (حلّال یا خوراک) را در دیگری پخش کند تا عمل انتقال حل‌شونده از خوراک به حلّال صورت بگیرد و سپس فازهای استخراج‌شده و پس‌مانده از یکدیگر جدا شوند. به‌عنوان مثال استون و آب تشکیل خوراکی را می‌دهند که جداسازی استون از آن با حلّال تولوئن امکان‌پذیر است. تولوئن به‌خوبی استون را در خود حل می‌کند. امّا در آب حل نمی‌شود. پس برای جداسازی می‌توان ستونی را از آب و استون پرکرد و تولوئن را که چگالی کمتری نسبت به آب دارد، از پایین در داخل ستون و به‌صورت قطرات وارد کرد. تولوئن به‌صورت قطرات در برج بالا می‌رود و استون را در خود حل می‌کند. در این فرایند آب را فاز پیوسته[۱] و تولوئن را فاز پراکنده[۲] می‌نامند.

پرسش ۱۷

چرا استون از آب جدا شده و در تولوئن حل می‌شود؟
محل تزریق فاز پراکنده (بالا یا پایین برج) بر چه اساسی انتخاب می‌شود؟
در فرایند جداسازی استون از آب به‌وسیله تولوئن، نقشه یا شکل ساده‌ای را برای برج جداسازی ارائه کنید.

بر اساس توضیحات فوق، می‌توان نتیجه گرفت که یک استخراج‌کننده سه عمل اصلی زیر را انجام می‌دهد:
الف) حلّال و خوراک را در تماس با هم قرار می‌دهد.
ب) فاز پراکنده را به‌صورت قطرات درمی‌آورد تا سطح تماس دو فاز بیشتر شود.
پ) فاز استخراج شده و پس‌ماند را پس از تبادل جزء حل‌شونده، از هم جدا می‌کند.
مطابق با شکل ۱۳ـ۵، دستگاه‌های استخراج را می‌توان به سه گروه اصلی تقسیم‌بندی کرد که عبارت‌اند از:
۱ـ مخلوط و ته‌نشین‌کننده[۳]
۲ـ تماس‌دهنده‌های ستونی[۴]
۳ـ استخراج‌کننده‌های گریز از مرکز[۵]

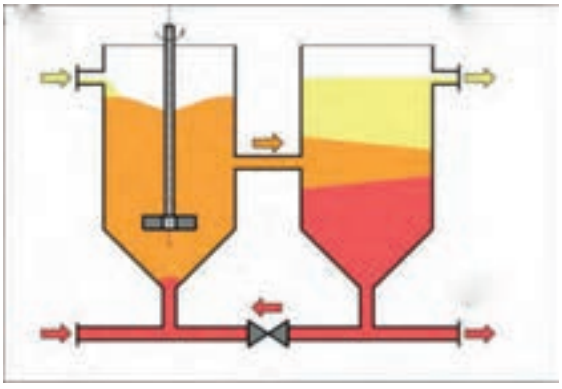
۱ـ Continuous Phase
۲ـ Dispersed Phase
۳ـ Mixer-Settler
۴ـ Column Contactors
۵ـ Centrifugal Extractors

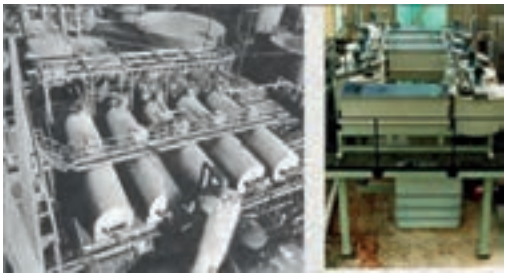


شکل ۱۳ـ ۵ ـ تقسیم‌بندی دستگاه‌های استخراج

دستگاه مخلوط‌کننده ـ ته‌نشین‌کننده

این نوع تجهیز، ساده‌ترین دستگاه استخراج مایع ـ مایع است که خوراک و حلّال در یک مخزن با یک همزن به‌خوبی مخلوط شده و سپس برای ته‌نشینی به مخزن دیگر هدایت می‌شود (شکل ۱۴ـ۵). زمان اختلاط و ته‌نشینی توسط آزمایش‌های عملی تعیین می‌شود، امّا به ترتیب زمان‌های ۵ و ۱۰ دقیقه را می‌توان به عنوان تخمین اولیه در نظر گرفت. این نوع استخراج‌کننده می‌تواند شامل چند مخزن اختلاط و ته‌نشینی پشت سر هم (استخراج چند مرحله‌ای) باشد. این نوع دستگاه در صنایع استخراج فلزات کاربرد فراوان دارد.

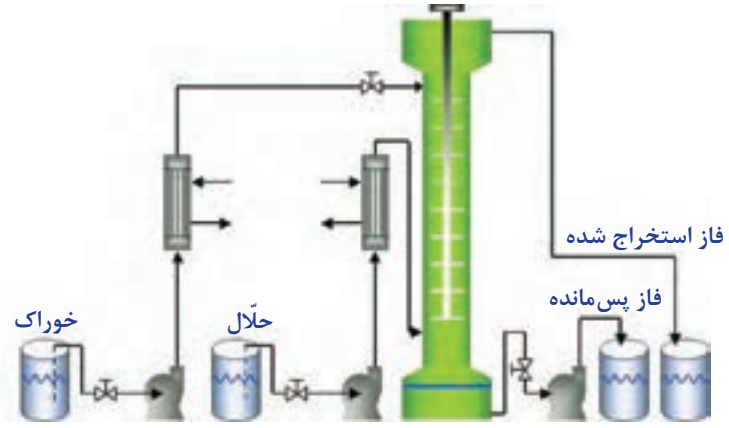




شکل ۱۴ـ۵ـ دستگاه‌های استخراج مخلوط‌کننده و ته‌نشین‌کننده

دستگاه تماس‌دهنده‌های ستونی[1]

این نوع دستگاه استخراج خود به دو دستهٔ ایستا[2] و متلاطم[3] تقسیم‌بندی می‌شوند (شکل ۱۵ـ۵). در نوع ایستا قطعه متحرکی وجود ندارد و فاز سبک و سنگین تنها به‌دلیل اختلاف چگالی، در طول ستون حرکت می‌کنند. اما در نوع متلاطم، یک عامل مکانیکی موجب اختلاط خوراک و حلّال در طول ستون می‌شود.



شکل ۱۵ـ۵ ـ فرایند استخراج مایع ـ مایع با تماس‌دهنده‌های ستونی

دستگاه استخراج گریز از مرکز

در این نوع استخراج‌کننده، محفظهٔ استوانه‌ای شکل که دارای پوسته سوراخ‌دار هم مرکز است و روی یک محورافقی نصب شده است با سرعت ۳۰ تا ۸۵ دور در ثانیه می‌چرخد. مایعات (خوراک و حلّال) از داخل محور وارد دستگاه می‌شوند (شکل ۱۶ـ۵). مایع سنگین در راستای قسمت بیرونی، به طرف خارج و مایع سبک به سمت داخل حرکت می‌کند.

این نوع استخراج‌کننده‌ها بسیار گران‌قیمت هستند، اما قادرند در یک فضای کوچک و زمان کوتاه، حجم بالایی از خوراک و حلّال را در تماس قرار دهد. کاربرد اصلی آن‌ها در صنایع دارویی و استخراج مواد حساس به‌دما مانند آنتی‌بیوتیک‌ها و ویتامین‌ها است.

شکل ۱۶ـ ۵ـ دستگاه‌های استخراج مایع - مایع گریز از مرکز

۱- Column Contactors
۲- Static
۳- Agitated

فکر کنید ۳

علت رانده شدن مایع سنگین به پیرامون و مایع سبک به داخل در استخراج‌کننده گریز از مرکز چیست؟

بیشتر دانه‌های روغنی حاوی ۱۲ تا ۶۵ درصد روغن هستند و با توجه به درصد روغن یکی از دو روش استخراج به‌وسیلهٔ فشار (پرس) و استخراج با حلّال استفاده می‌شود؛ البته برای دانه‌هایی که درصد روغن آنها تا حدود ۲۰ درصد باشد، فقط از روش استخراج با حلّال استفاده می‌شود و برای دانه‌های پر روغن توسط فشار و سپس استخراج با حلّال پیشنهاد می‌شود.

سازوکار فرایند استخراج روغن در حقیقت همان فرایند یا استخراج از درون جامد با مایع (حلّال) است و بر این اساس استوار است که روغن تا زمانی که حل شدن حلّال (نرمال هگزان) به حد سیرشده نرسیده باشد، در آن حل شده و از خلل و فرج دانه‌های روغنی خارج می‌شود و زمانی‌که حل شدن در حلّال (هگزان) به‌حد سیرشده رسید، یک تعادل بین مایع خارج و مایع داخل جامد برقرار شده و به‌میزانی که مولکول روغن از دانهٔ روغنی پولک شده خارج می‌شود، به همان تعداد مولکول روغنی وارد فاز جامد می‌شود. عواملی از قبیل دما، مدت زمان استخراج، میزان حلّال، درصد رطوبت دانه، شکل هندسی و اندازهٔ ذرّات پولک‌شده بر فرایند استخراج تأثیر می‌گذارند.

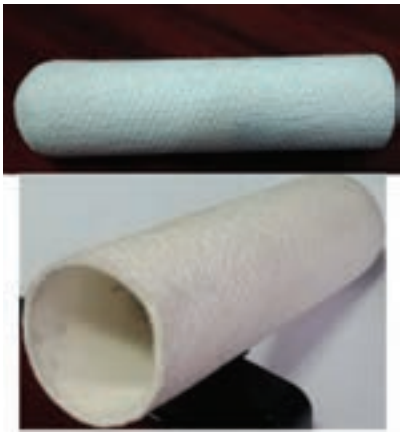
عصاره‌گیر سوکسله

عصاره‌گیر سوکسله یک دستگاه آزمایشگاهی است که در سال ۱۸۷۹ به دست فرانتس فون سوکسلت [۱] اختراع شد. دستگاه سوکسله از جنس شیشه و در اندازه‌های مختلف برای عصاره‌گیری مقدارهای متفاوت گیاه ساخته شده است.

مطابق شکل ۱۷ـ۵، دستگاه سوکسله از چهار قسمت منبع گرمایی، بالن، دستگاه سوکسله و خنک‌کننده تشکیل می‌شود. با این دستگاه می‌توان در سطح آزمایشگاهی از چند گرم تا چند کیلوگرم پودر گیاه را به‌کار برد. نمونه در مخزن سوکسله شکل (۱۸ـ۵) ریخته می‌شود و حلّال در بالن ریخته می‌شود که در اثر گرما حلّال بخار می‌شود و روی نمونه می‌ریزد. این چرخه وقتی که مخزن سوکسله پرشد، از طریق سیفون نازک شیشه‌ای دوباره به بالن برمی‌گردد و به این ترتیب چرخه تکرار می‌شود.

۱- Franz von Soxhlet

شکل ۱۷ـ۵ـ شمای ساده‌ای از سوکسله



شکل ۱۸ـ۵ـ مخزن سوکسله

فعالیت آزمایشگاهی

استخراج پیوسته به‌وسیله سوکسله

مواد لازم	وسایل لازم
مغز گردو و اترنفت (پترولیوم اتر).	کاغذ صافی انگشتی، ترازو، سوکسله، بالن ته‌گرد، بشر، خنک‌کننده، گرم‌کن برقی، شیلنگ، گیره و پایه.

شرح آزمایش

۱ـ مقدار ۱۰ گرم مغز گردو را خرد کنید (هرچه ذرّات خردتر باشد بهتر است).

۲ـ گردوهای خردشده را داخل کاغذ صافی انگشتی[۱] بریزید و به‌آرامی وارد سوکسله کنید.

۳ـ داخل بالن ته‌گرد ۲۰۰ میلی‌لیتر اتر نفت بریزید و آن را به گیره ببندید.

۴ـ در این مرحله سوکسله و خنک‌کننده را روی بالن نصب کنید.

۵ـ شیر آب را باز کنید تا آب درون خنک‌کننده جریان یابد.

۶ـ در این مرحله گرمکن زیر بالن را روشن کنید.

۷ـ وقتی که اولین قطرهٔ حلّال تقطیر شد و از سر خنک‌کننده چکه کرد، زمان را ثبت کنید. (توجه داشته باشید دستگاهی که نصب کرده‌اید، کاملاً عمودی باشد تا قطره‌های حلّال روی مواد درون کاغذ بریزد).

۸ـ استخراج را به مدت پنج ساعت ادامه دهید.

۱- Thimble

نکته

هر چه زمان استخراج بیشتر باشد، روغن بیشتری استخراج می‌شود.

۹ـ بعد از پنج ساعت گرم‌کردن را قطع کنید و اجازه دهید سامانه خنک شود و همهٔ بخارات در خنک‌کننده سرد و وارد فاز مایع شوند.

۱۰ـ ابتدا خنک‌کننده را بردارید و سپس سوکسله و در مرحلهٔ آخر بالن را از گیره جدا کنید.

۱۱ـ محتویات بالن را به بشر انتقال دهید و بگذارید حلّال تبخیر شود. جرم روغن استخراج شده را حساب کنید و درصد روغن را به‌دست آورید.

نکته

اگر مقداری محلول درون سوکسله مانده است، آن را به‌آرامی و با دقت طوری‌که خرده‌های گردو وارد آن نشود، به بالن بریزید.

برای راحتی اندازه‌گیری جرم روغن، بهتر است بشر خشک را پیش از ریختن محلول وزن کنید و در مرحلهٔ آخر بشر و روغن را با هم توزین کنید و سپس جرم بشر را از آن کم کنید.

نکته ایمنی ۳

ـ در طول انجام دادن آزمایش باید شیلنگ‌های خنک‌کننده را به شکل مناسب تنظیم کنید و مراقب باشید شیلنگ‌ها با سطوح داغ تماس نداشته باشد، زیرا باعث ذوب‌شدن شیلنگ می‌شود.

ـ باید در تمام طول انجام دادن آزمایش آب درون خنک‌کننده جریان داشته باشد در غیر این‌صورت بخارات محلول از سامانه خارج می‌شود.

در طول انجام دادن آزمایش به‌دلیل فرّار بودن اتر نفت از ماسک ایمنی استفاده کنید.

ارزشیابی شایستگی پودمان دستگاه‌های جداکننده

شرح کار:

- چگونگی استفاده از تجهیزات کارگاهی را بداند و کار داده شده را با دقّت انجام دهد؛
- هنگام کار مراقب باشد که دستگاه صدمه نبیند؛
- پس از انجام دادن کار وسایل را تمیز و سالم در حالت اولیه قرار دهد.

استاندارد عملکرد:

- انجام دادن عملیّات انتقال جرم (در صنایع شیمیایی)، کار با برج‌های تقطیر و برج‌های استخراج طبق دستور کار.

شاخص‌ها:

- رعایت مسائل ایمنی در هنگام انجام دادن کار
- انجام دادن کار طبق دستور کار.

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

مکان: کارگاه و آزمایشگاه زمان : یک جلسهٔ آموزشی

ابزار و تجهیزات: برج‌های تقطیر پرشده و سینی‌دار، الک‌ها، لوازم شیشه‌ای آزمایشگاهی، دستگاه سوکسله و گرمکن برقی

معیار شایستگی:

ردیف	مرحلهٔ کار	کمترین نمرهٔ قبولی از ۳	نمرهٔ هنرجو
۱	به‌کارگیری روش‌های جداسازی در صنایع شیمیایی	۲	
۲	کار با برج‌های تقطیر	۲	
۳	کار با برج‌های استخراج	۱	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: ۱ـ ایمنی : انجام دادن کار کارگاهی با رعایت موارد ایمنی و استفاده از وسایل ایمنی شخصی؛ ۲ـ نگرش: ۳ـ توجهات زیست‌محیطی : جلوگیری از صدمه زدن به محیط زیست از طریق انجام‌دادن کار بدون ریخت و پاش؛ ۴ـ شایستگی‌های غیرفنی: ۱ـ اخلاق حرفه‌ای، ۲ـ مدیریت منابع، ۳ـ محاسبه و کاربست ریاضی، ۵ـ مستندسازی: گزارش‌نویسی.	۲	
	میانگین نمرات		*

* کمترین میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ است.

منابع و مآخذ

۱ـ برنامه درسی درس عملیات و دستگاه‌ها در صنایع شیمیایی رشته صنایع شیمیایی، دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه ای و کاردانش، ۱۳۹۲.

۲ـ ارنست لودویگ، «طراحی فرآیندهای کاربردی»، جلد سوم، ویرایش سوم، ۲۰۰۱.

۳ـ استنلی والاس، ۲۰۱۲، «تجهیزات فرآیندهای شیمیایی»،ویرایش سوم.

۴ـ « استاندارد مهندسی برای طراحی فرآیندی و انتقال مایع و گاز و ذخیره سازی»، استانداردهای نفت ایران شماره IPS-E-PR-۳۶۰، ویرایش اول، اسفند ۱۳۸۷.

۵ـ اکتاو لوناشپیل، ترجمه: مرتضی سهرابی ، ۱۳۹۲، چاپ چهارم ، طراحی رآکتورهای شیمیایی ، انتشارات دانشگاه امیرکبیر.

۶ـ بهمنیار، حسین ۱۳۹۴. انتقال جرم، تهران، جهاد دانشگاهی دانشگاه تهران.

۷ـ توفیقی، سید پندار ، صدرایی نوری، ساسان،۱۳۹۴، عملیات دستگاهی در صنایع شیمیایی، چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران.

۸ـ توفیقی سید پندار ، صدرایی نوری ساسان،۱۳۹۴، کارگاه عملیات دستگاهی در صنایع شیمیایی، چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران.

۹ـ چالکش امیری، محمد ۱۳۸۶ اصول انتقال جرم، تهران، انتشارات ارکان.

۱۰ـ خراط ریاض ، محبی، علی ، فضائلی‌پور، محمدحسن، ۱۳۸۸، «اصول موازنه مواد و انرژی در مهندسی شیمی و نفت» ، چاپ اول انتشارات دانشگاه شهید باهنر.

۱۱ـ دیویدهمیل بلاو ، مرتضی سهرابی ، ۱۳۹۲ ، اصول بنیانی و محاسبات در مهندسی شیمی ، چاپ بیست و دوم، انتشارات امیرکبیر.

۱۲ـ رازی فر، مهدی ، ۱۳۹۴، طراحی تجهیزات فرآیندی، انتشارات اندیشه سرا.

۱۳ـ رابرت تریبال ۱۹۸۱. عملیّات واحد، ترجمه: پریسا زینی ۱۳۹۳، تهران: نهر دانش.

۱۴ـ رابرت مادوکس، آنتونی هانیز ۱۹۸۴. اصول و کاربرد انتقال جرم، ترجمه: جلال الدین هاشمی و محمد علی آرون ۱۳۸۵. تهران: انتشارات آینده سازان.

۱۵ـ سمیع پور، محمد ۱۳۸۹. انتقال جرم و عملیّات واحد، تهران، انتشارات پوران پژوهش.

۱۶ـ سیف محدثی، سیدرضا، محمود سلیمی، مهندسی واکنش‌ها و اصول اولیه طراحی رآکتورهای شیمیایی، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی اراک، چاپ اول ،زمستان، ۱۳۹۴.

۱۷ـ فرانک اینکروپرا، ۲۰۱۱، اصول انتقال حرارت و انتقال جرم، ویرایش هفتم، انتشارات آوند دانش.

۱۸ـ عابدینی ، منصور ، ۱۳۹۴، آزمایشگاه شیمی عمومی، چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران.

۱۹ـ مجتهدی، علی ، باقری، مهدی، ۱۳۸۷، مبانی مهندسی واکنش‌های شیمیایی و طراحی رآکتورها، چاپ اول، انتشارات جنگل.

۲۰ـ مک کیب، اسمیت ـ هریوت ۱۹۵۶، عملیّات واحد مهندسی شیمی. ترجمه: بهرام پوستی ۱۳۹۰ تهران: نشر کتاب دانشگاهی.

۲۱ـ نصرازادانی، مهدی، پمپ‌ها، انواع، اصول کار، بهره برداری، تعمیرات و عیب یابی، اداره آموزش پالایشگاه نفت اصفهان.

22 - Ludwig, -Applied process design for chemical and petrochemicalplants,Volume 1, third edition

23 - Harry silla,2003,Chemical Process engineering design and economics

24 - "Improve Selection and Sizing of Storage Tanks", A. Heydari Gorji, H. Kalat Jari, Sazeh Consultant, Hydrocarbon Processing, 2006

25 - cCabe, W., Smith, J.C., & Harriott, P. (2004), Unit Operations of Chemical Engineering, 7th ed., Mc GrawHill Chemical Engineering Series.

26 - Treybal, R. E. (1990), Mass Transfer Operations, 3rd ed., Mc Graw Hill Chemical Engineering Series.

هنرآموزان محترم، هنرجویان عزیز و اولیای آنان می‌توانند نظرهای اصلاحی خود را دربارهٔ مطالب این کتاب ازطریق نامه به نشانی تهران- صندوق پستی ۴۸۷۴ / ۱۵۸۷۵- گروه درسی مربوط و یا پیام نگار tvoccd@roshd.ir ارسال نمایند.

وب گاه: www.tvoccd.medu.ir

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

همکاران هنرآموز که در فرایند اعتبارسنجی این کتاب مشارکت داشته اند

۱ـ استان فارس: محسن کدیور، گوهر دیلمی راد
۲ـ استان کرمان: نعیمه سیف الدینی، نسرین اسلامی
۳ـ استان آذربایجان شرقی: نادر مولوی، فرهاد همتی
۴ـ استان همدان: حسن بشیریان
۵ـ استان خوزستان: اسدالله امیدی بیرگانی، فرحناز چهارمحالی جعفرزاده
۶ـ استان سمنان: شهرزاد جورابلو، مریم هدایتی
۷ـ استان مرکزی: سید محمد میرنظامی