

برنامه زمان بندی هفته هفدهم		دقیقه
۱	آماده کردن کلاس (احوالپرسی، حضور و غیاب)	۵
۲	رفع اشکال	۱۰
۳	پرسش	۳۰
۴	تدریس	۸۰
۵	استراحت میان تدریس (دو نوبت)	۱۰

توصیه می شود پرسش به صورت مرور مطالب تدریس شده در هفته گذشته، انجام شود. در این رابطه می توان از سؤالات پیشنهادی زیر، نیز استفاده کرد :

- فواید نصب سیستم های کنترلی بر روی خطوط تولید، چیست؟
- مکانیزم کنترل دما را در یک «تانک همزن دار مجهز به سیستم حرارتی» توضیح دهید. (با رسم شکل)
- در سیستم کنترل دما، وظیفه مقایسه کننده چیست؟ و نام وسیله مورد نظر را، ذکر کنید.
- در سیستم کنترل دما، عنصر کنترل کننده چه وظیفه ای دارد؟ این وظیفه بر عهده چه دستگاهی است؟
- وظیفه عنصر کنترل کننده نهایی چیست؟ نام وسیله مورد نظر را ذکر کنید.
- آخرین وسیله کنترل کننده در هر سیستم کنترلی چه نام دارد؟
- نمودار جعبه ای حلقه کنترل دما را رسم کنید و در حین رسم، توضیح دهید.
- اطلاعات ورودی و خروجی مقایسه کننده را، بیان کنید.
- وظیفه شیر کنترل چیست؟
- اجزای یک سیستم کنترل ساده را نام ببرید و در مورد هر کدام، توضیح دهید.

### ۸-۴- کنترل فشار

همان طور که مشاهده می شود دو مبحث کنترل فشار و سطح نسبت به کنترل دما، بسیار خلاصه بیان شده اند. از آنجا که هنرجویان جهت درک بیشتر، به توضیحات کامل تری نیاز دارند، براساس روش تدریس بخش کنترل دما، این دو بخش نیز تدریس می شوند.

در این بخش، ابتدا در خصوص اهمیت کنترل فشار در فرآیندها و مخازن تحت فشار<sup>۱</sup>، توضیحاتی ارائه می شود و سپس مکانیزم کنترل فشار<sup>۲</sup> بیان می گردد و در پایان رسم نمودار جعبه ای حلقه کنترل فشار با کمک هنرجویان، به این صورت انجام خواهد شد.

۱- Pressure Vessels

۲- مکانیزم کنترل فشار در پایین صفحه (۴۹)، بیان شده است که با توجه به شکل (۸-۳) کتاب درسی، عنوان می شود.

فشار یکی از متغیرهای بسیار مهم در فرآیندهای صنایع شیمیایی است و کنترل نشدن آن خسارات جانی و مالی فراوانی به بار می‌آورد.

فشار فرآیندها، نقش بسیار مهمی در طراحی دستگاه‌های مختلف، از جمله راکتورها، پمپ‌ها، کمپرسورها و مخازن دارد. به طور کلی هر دستگاهی که نیاز به کنترل فشار داشته باشد، یک مخزن تحت فشار محسوب می‌شود. دیگ زودپز و آب‌گرم‌کن‌های سوختی، مثال‌های خوبی از این مخازن هستند. در این گونه مخازن، وجود بخارات مایع یا گاز، باعث افزایش فشار در آنها می‌شود. اگر این مخازن به سیستم کنترل فشار مجهز نباشند یا سیستم کنترل فشار آنها درست و به موقع عمل نکند، انفجار آنها فجایعی سنگین در پی خواهد داشت<sup>۱</sup>.

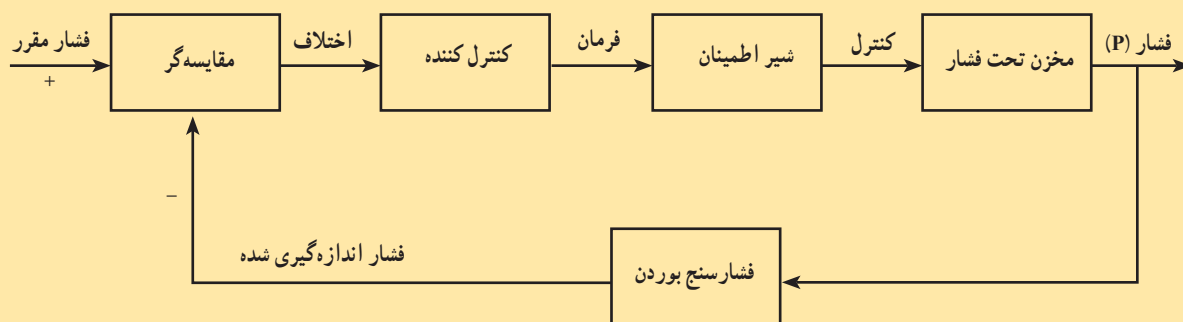
به طور خلاصه می‌توان گفت همه فرآیندهای گرماگیر به کنترل دما و فشار نیاز دارند و در صورتی که سیستم کنترل دما به درستی انجام وظیفه کند فشار نیز تا حد زیادی به طور خودبه‌خودی، کنترل شده است<sup>۲</sup>.

با رسم شکل ۸-۳ کتاب درسی عملیات دستگاهی، اجزای سیستم کنترل فشار را نام ببرید و چگونگی عملکرد این سیستم را توضیح دهید.

## فعالیت (۱)

### رسم نمودار جعبه‌ای سیستم کنترل فشار

از هنرجویان خواسته شود که نمودار جعبه‌ای کنترل فشار را سر کلاس، رسم کنند. بعد از نظارت و رفع اشکال، نمودار روی تابلو کشیده شود. هنرجویانی که کمترین خطا را در رسم نمودار داشته‌اند امتیازی کسب کنند. در شکل ۸-۱۲ نمودار جعبه‌ای سیستم کنترل فشار مشاهده می‌شود:



شکل ۸-۱۲- نمودار جعبه‌ای سیستم کنترل فشار

## فعالیت (۲)

### عملکرد یک دیگ زودپز خانگی

از هنرجویان خواسته شود عملکرد یک دیگ زودپز خانگی را بررسی کنند و نتیجه تحقیق خود را در جلسه بعد تحویل دهند. برای این تحقیق امتیازی در نظر گرفته شود.

۱- مانند پرتاب دیگ زودپز از روی اجاق و متلاشی شدن آن.

۲- نقش و عملکرد صحیح ترموستات‌ها، بسیار مهم است.

## ۸-۵- کنترل سطح مایع<sup>۱</sup>

### راهنمای تدریس

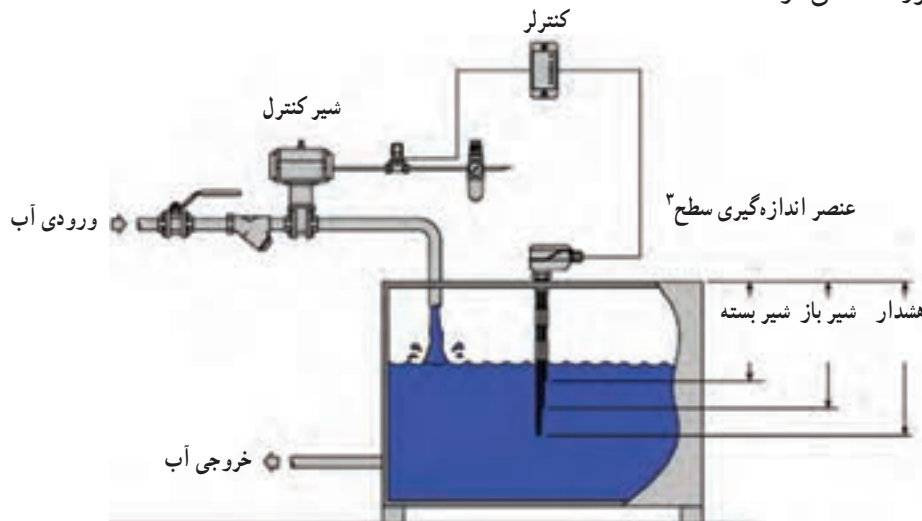
مشابه تدریس کنترل دما و فشار، در این بخش نیز ابتدا اهمیت کنترل سطح مایعات در مخازن و دلایل آن را ذکر کنید. سپس مثال‌های مختلفی از دستگاه‌هایی که دارای سیستم کنترل سطح هستند ارائه دهید و در پایان مکانیزم عملکرد کنترل سطح مایع به همراه نمودار جعبه‌ای آن توضیح داده می‌شود.

در صنعت، آگاهی از میزان سطح مایعات درون مخازن، بسیار لازم و پراهمیت است زیرا بی‌توجهی به این مسئله دو مشکل اساسی را پدید می‌آورد:

۱- افزایش سطح مایع ممکن است موجب طغیان شود و مایع از مخزن سرریز کند و در صورت سمی، داغ یا آتش‌زا بودن فاجعه می‌آفریند. پس سطح مایعات درون مخازن نباید از یک حد مقرر بیشتر باشد.

۲- کاهش سطح مایع ممکن است تخلیه کامل مخزن را به همراه داشته باشد و به هنگام نیاز، موجودی آن قدر کم باشد که در کار تولید وقفه پیش آید. پس سطح مایعات درون مخازن نباید از یک حد کمتر باشد.

از مثال‌های مهم در این رابطه، می‌توان به تفکیک کننده‌های نفت و گاز<sup>۲</sup> اشاره کرد. در این تفکیک کننده‌ها حتماً باید سیستم کنترل سطح برای نفت وجود داشته باشد زیرا در غیر این صورت، افزایش سطح نفت، موجب خروج نفت به همراه گاز از بالای تفکیک کننده می‌شود و در صورت کاهش سطح نفت، گاز به همراه نفت از پایین آن خارج می‌گردد. و این هر دو، اختلال در کار تفکیک کننده محسوب می‌شود زیرا نشانه جدانشدن نفت از گاز است. با وجود سیستم کنترل سطح در تفکیک کننده، به ترتیب شدت جریان نفت ورودی کاهش می‌یابد یا ته‌کش‌ها باز می‌شوند و در حالت کاهش سطح نفت، فرمان زیاد شدن جریان نفت ورودی توسط کنترلر سطح داده می‌شود. چند مثال برای مخازنی که سیستم کنترل سطح دارند و همگی با آن آشنا هستند به شرح زیرند: سیفون دست‌شویی، مخزن ذخیره آب روی پشت‌بام‌ها، کولر آبی، برج‌های خنک کننده و... در شکل ۸-۱۳، سطح مخزن توسط یک سیستم کنترل سطح، در حد مقرر حفظ می‌شود.



شکل ۸-۱۳- یک سیستم کنترل سطح را بر روی یک مخزن نشان می‌دهد.

۱- Level Control

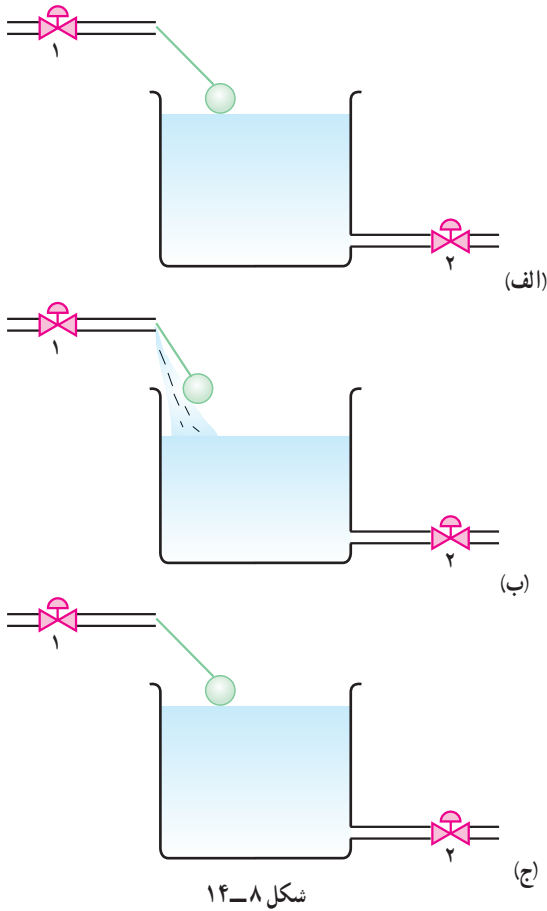
۲- برای اطلاعات بیشتر به فصل ۸ کتاب کارگاه عملیات دستگاهی مراجعه شود.

۳- Level prob

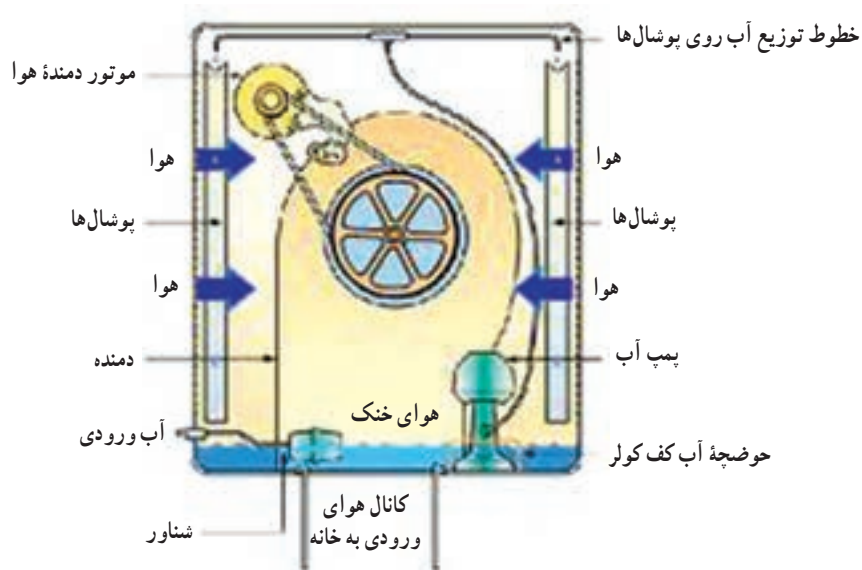
توصیه می‌شود برای بیان مکانیزم عملکرد کنترل سطح مایع از شکل ۸-۱۴ استفاده شود<sup>۱</sup>.

و به صورت زیر توضیح داده شود:

در این شکل، مخزن مایعی وجود دارد که توسط یک شناور<sup>۲</sup> سطح مایع موجود در آن به سادگی کنترل می‌شود. شیر کنترل (۱) همیشه باز است ولی شیر (۲)، که شیر مصرف است، بر اساس نیاز باز می‌شود. در حالت (الف) مخزن تا سطح مقرر، پر است. بر اثر مصرف از طریق شیر خروجی (۲)، در حالت (ب) سطح پایین می‌آید و همراه با آن شناور نیز پایین می‌آید و مسیر مایع ورودی به مخزن باز می‌شود. در حالت (ج) با افزایش سطح مایع در مخزن، شناور به سمت بالا رانده می‌شود و در نتیجه مسیر ورودی بسته خواهد شد. تا زمانی که شناور دچار مشکل نشود، این سیستم به طور اتوماتیک سطح مایع را کنترل می‌کند. این نمونه کنترل سطح در کولر آبی خانگی، نیز وجود دارد (مانند شکل ۸-۱۵).



شکل ۸-۱۴



شکل ۸-۱۵ - شناور سطح آب موجود در کف کولر را کنترل می‌کند.

۱- شکل ۸-۱۴ برگرفته از شکل ۷-۱ صفحه (۷۴) کتاب کارگاه عملیات دستگاهی است.

۲- (Float) در این سیستم، شناور همه وظایف را برعهده دارد.

در برج‌های خنک‌کننده نیز، سطح آب موجود در حوضچهٔ آب سرد توسط یک شناور، کنترل می‌شود. یا این تفاوت که در این دستگاه، عنصر کنترل‌کنندهٔ نهایی، خروجی آب است.

سؤال: اجزای موجود در سیستم کنترل سطح، توسط شناور را نام ببرید.

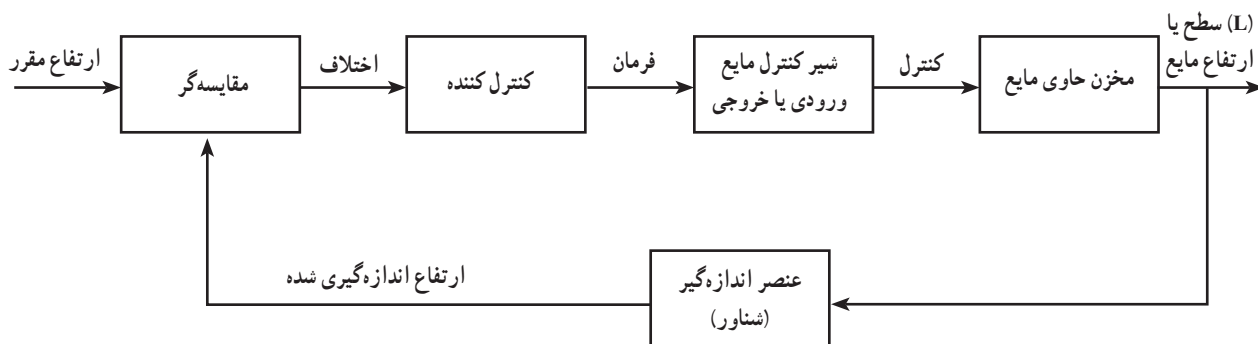
پاسخ به ترتیب زیر، با مشارکت هنرجویان بر روی تابلو نوشته شود:

- ۱- فرآیند: مخزن حاوی مایع
- ۲- متغیر کنترل شونده: سطح یا ارتفاع مایع
- ۳- عنصر اندازه‌گیرنده: شناور
- ۴- مقایسه‌کننده و کنترل‌کننده: شناور
- ۵- عنصر کنترل‌کننده نهایی: شیر ورودی یا خروجی مایع

### فعالیت ۱ (۳)

رسم نمودار جعبه‌ای سیستم کنترل سطح یا ارتفاع مایع یک مخزن

بعد از بررسی نمودارهای رسم شده توسط هنرجویان<sup>۲</sup>، توصیه می‌شود یک هنرجوی داوطلب آن را پای تابلو بکشد و یا خود هنرآموز محترم، آن را رسم کند، درحالی‌که برای هر مورد، پرسش همگانی انجام می‌گیرد.  
نمودار جعبه‌ای سیستم کنترل سطح به صورت زیر است:

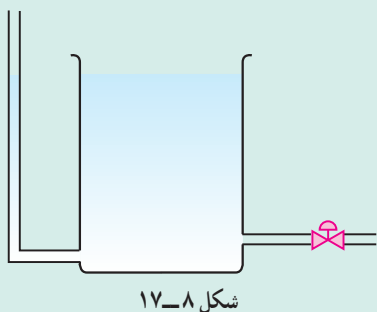


شکل ۸-۱۶- حلقهٔ کنترل سطح یا ارتفاع مایع

### دانستنی (۳)

#### نمایشگر سطح مایع<sup>۳</sup>

نمایشگر سطح، لولهٔ شیشه‌ای یا پلاستیکی شفاف است که به صورت ظروف مرتبطة با مخزن نصب می‌شود و از این رو مایع درونش با مایع درون مخزن هم ارتفاع است و می‌تواند نشان دهندهٔ آن باشد. این نمایشگرها ممکن است مدرج باشند یا در کنار خود، نوار مدرجی داشته باشند (مانند شکل ۸-۱۷).



شکل ۸-۱۷

۱- این فعالیت را می‌توان به صورت تکلیف برای جلسهٔ آینده نیز مطرح کرد.

۲- برای هنرجویانی که بیش از ۸۰٪ نمودار را صحیح رسم کرده‌اند امتیاز در نظر گرفته شود.

## ۸-۷- شیرهای کنترل بادی

با توجه به شکل ۸-۶ صفحه (۵۲) کتاب درسی عملیات دستگاهی، اجزا و عملکرد و ویژگی‌های «شیر کنترل بادی» توضیح داده می‌شود<sup>۱</sup>.

از هنرجویان خواسته شود که خودآزمایی را حل کنند و جهت انجام آزمونی از فصل هشتم در هفته آینده آماده شوند.

### دانستنی (۴)

#### شیرهای کنترل

شیرهای کنترل، همان عناصر کنترل کننده نهایی در سیستم‌های کنترلی هستند که فرمان را از کنترل کننده می‌گیرند و بر روی فرآیند، اجرا می‌نمایند و متغیر مورد نظر را کنترل می‌کنند. فرمان‌ها می‌توانند الکتریکی، هوایی و مکانیکی باشند. فرمان‌های الکتریکی بیشتر برای مسافت‌های دور کاربرد دارند (مانند باز و بسته شدن درهای پارکینگ‌ها). فرمان‌های هوایی در فواصل کوتاه مورد استفاده قرار می‌گیرند. ممکن است به جای هوا، از گازهای مناسب یا مایعات نیز استفاده شود. عامل انتقال در این گونه فرمان‌ها، تغییرات فشار سیال است، مانند شیر کنترل بادی که با این نوع فرمان‌ها مسیر جریان یک سیال را باز و بسته می‌کنند. فرمان‌های مکانیکی، که در مدارهای کنترل با استفاده از اهرم‌ها و فنرها به اجرا درمی‌آید. این گونه فرمان در عملکرد شناور دیده می‌شود.

فرمان‌های نامبرده توسط شیرهای کنترل، که آخرین وسیله کنترل کننده مدار کنترل‌اند، اجرا می‌شوند. پس انواع شیرهای کنترل عبارت‌اند از:

۱- شیرهایی که با فرمان الکتریکی باز و بسته می‌شوند و تنظیم یا قطع و وصل جریان یک سیال را برعهده دارند (مانند شیرهای پروانه‌ای).

۲- شیرهایی که با فرمان هوایی، باعث قطع و وصل و تنظیم جریان سیالات می‌شوند (مانند شیرهای پرده‌ای و شیرهای کنترل بادی).

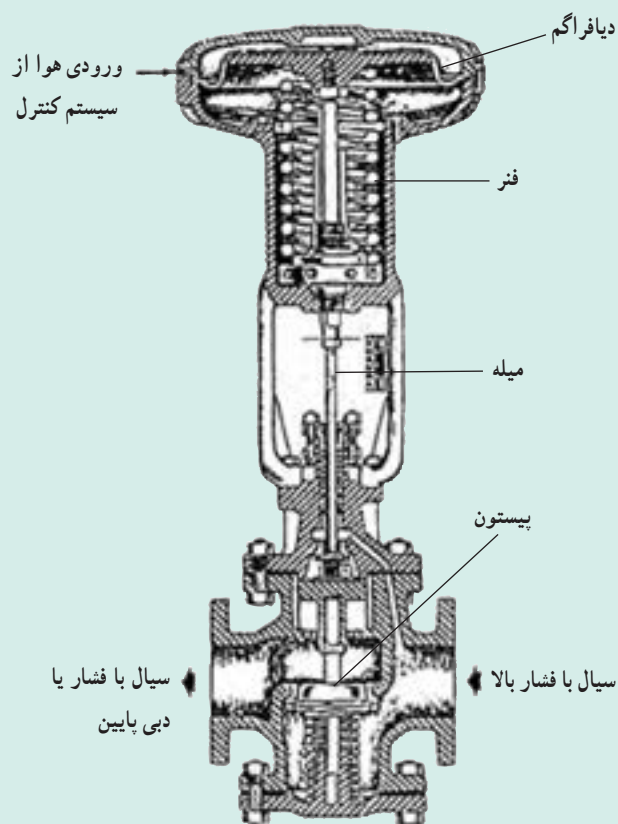
۳- شیرهایی که با فرمان مکانیکی کار می‌کنند (مانند شیرهای گلوله‌ای یا تویی). شیر کنترل بادی: توسط این شیر کنترل، دبی سیال و در نتیجه فشار آن را می‌توان کنترل کرد. ساختمان آن شامل دو قسمت اساسی است:

#### ۱- گیرنده فرمان ۲- عمل

قسمت گیرنده فرمان از طریق هوای فشرده با دیگر اجزای حلقه کنترل در ارتباط است. و قسمت عمل شامل یک دیافراگم لاستیکی (یا قابل انعطاف) است که به یک فنر، میله و پیستون متصل است. هر تصمیم‌گیری در مورد تغییر دبی سیال موجب تغییر فشار هوای روی پرده می‌شود و در نتیجه موقعیت پیستون در دهانه شیر تغییر می‌کند.

در شکل ۸-۱۸، یک شیر کنترل بادی مشاهده می‌شود که از طریق کاهش دبی سیال، برای آن (سیال) افت فشار ایجاد می‌کند و در واقع یک شیر فشارشکن است.

۱- جهت ارائه توضیحات بیشتر، به دانستنی (۴) مراجعه شود.



شکل ۸-۱۸- شیر کنترل بادی<sup>۱</sup>

## دانستنی (۵)

### شیرها

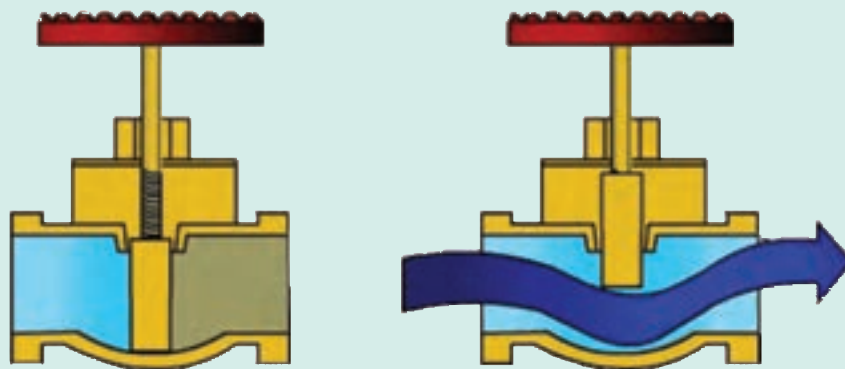
مصارف عمده شیرها به صورت زیر بیان می‌گردد:

- ۱- کنترل دبی سیالات (تنظیم یا قطع و وصل کامل)
- ۲- کنترل فشار سیالات
- ۳- جلوگیری از بازگشت سیال پس از عبور از شیر
- ۴- کنترل ایمنی در دستگاه‌های تحت فشار

### معرفی چند نوع شیر رایج

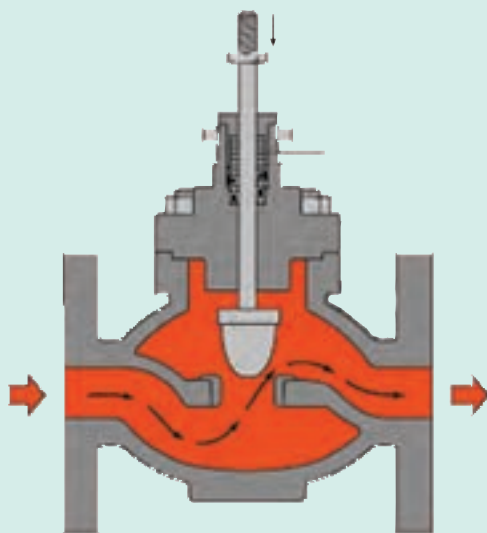
الف) شیر کشویی (دروازه‌ای)<sup>۲</sup>: معمول‌ترین و پرمصرف‌ترین شیر جهت قطع و وصل کامل جریان سیالات، شیر کشویی است. از این شیر برای تنظیم جریان استفاده نمی‌شود. در این شیر مسیر عبور جریان به وسیله حرکت یک کشو که عمود بر جریان است، باز یا بسته می‌شود (مانند شکل ۸-۱۹).

۱- در بعضی منابع، این شیر با نام «Diaphragm Pressure Valve»، معرفی شده است، زیرا هم برای کنترل فشار و هم دبی کاربرد دارد.



شکل ۸-۱۹- شیر دروازه‌ای در دو حالت باز و بسته

ب) شیر کروی<sup>۱</sup>: از این شیر برای تنظیم و کنترل جریان سیالات استفاده می‌شود. ساختمان این شیر به گونه‌ای است که سیال هنگام عبور از آن، تغییر جهت می‌دهد. به همین دلیل به شدت افت فشار نیز به وجود می‌آید. در شکل‌های ۸-۲۰ و ۸-۲۱ شیر کروی نمایش داده شده است.



شکل ۸-۲۱- عملکرد شیر کروی



شکل ۸-۲۰- نمای بیرونی شیر کروی

ج) شیر گلوله‌ای یا توپی<sup>۲</sup>: از این شیر، در سیستم‌های کنترل از راه دور استفاده می‌کنند. این شیر تشکیل شده است از یک کره فلزی که در آن سوراخی به قطر لوله اصلی وجود دارد. کره به اهرمی متصل است. با چرخش اهرم، سوراخ کره در امتداد یا عمود بر لوله قرار می‌گیرد و به ترتیب شیر باز یا بسته می‌شود. افت فشار در این شیرها کم است. این شیر نیز، برای قطع و وصل کامل جریان، کاربرد دارد. به شکل‌های ۸-۲۲ و ۸-۲۳، که نمایشی از شیر گلوله‌ای هستند، توجه شود.

۱- Globe Valve

۲- Ball Valve





شکل ۸-۲۳ - نمای درونی شیر گلوله‌ای (حالت باز)

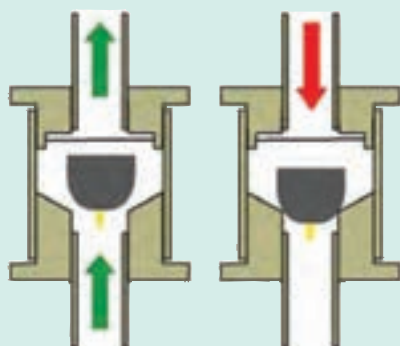


شکل ۸-۲۲ - نمای بیرونی شیر گلوله‌ای



شکل ۸-۲۴ - شیر پروانه‌ای

د) شیر پروانه‌ای<sup>۱</sup>: در این شیرها، صفحه‌ای عمود بر جریان، حول محوری می‌چرخد و عمل تنظیم و قطع و وصل جریان را انجام می‌دهد. شکل ۸-۲۴ یک شیر پروانه‌ای را نشان می‌دهد.



شکل ۸-۲۵ - شیر یک طرفه

ه) شیر یک طرفه<sup>۲</sup>: از این شیرها، برای جلوگیری از بازگشت سیال به لوله اصلی استفاده می‌کنند. در این شیرها، معمولاً قطعه‌ای، به صورت دریچه یا توپ، قرار دارد که در اثر فشار سیال بالا می‌رود و مسیر باز می‌شود و اگر به هر دلیلی، جریان قطع شود قطعه مسیر را می‌بندد و اجازه نمی‌دهد سیال عبوری، به لوله اصلی برگردد. این نمونه شیر در لوله آب ورودی به ساختمان‌ها، خروجی پمپ‌ها و ... کاربرد فراوانی دارد.

۱- Butter fly Valve

۲- Check Valve

## راکتورهای شیمیایی

### چکیده فصل

در این فصل، هنرجویان مطالبی در خصوص راکتور و انواع آن می‌آموزند. هم چنین با اطلاعات مورد نیاز جهت طراحی راکتور و ترتیب طراحی دستگاه‌های مختلف یک واحد صنایع شیمیایی آشنا می‌شوند. دانسته‌های قبلی: هنرجویان در سال اول رشته صنایع شیمیایی، در کتاب «شناخت صنایع شیمیایی» با عملیات پیوسته و ناپیوسته به اختصار آشنا شده‌اند، ولی اکثر مطالب فصل برای آنها جدید است.

**اهداف فصل:** در پایان این فصل، از هنرجویان انتظار می‌رود که بتوانند درباره عناوین زیر، توضیحات کافی ارائه دهند:

- تعریف راکتور
- جایگاه راکتور در یک واحد صنعتی
- تقسیم‌بندی راکتورها از نظر تعداد فاز، نوع فاز، نوع عملیات و شکل ساختمانی
- کسب اطلاعات در مورد هر یک از راکتورها، شامل عملکرد، کاربرد، تجهیزات و انواع آنها
- چگونگی حل مسائل مربوط به زمان اقامت
- اطلاعات لازم از منابع علمی مختلف برای طراحی یک راکتور
- مراحل مختلف طراحی دستگاه‌های موجود در یک فرآیند (الگوی پوست پیازی)

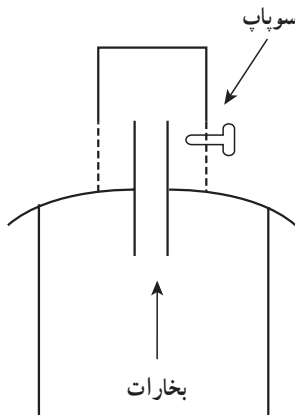
### برنامه زمان‌بندی تدریس فصل نهم

صفحه	موضوعات	هفته
۵۳-۵۷	تعریف راکتور، نقش راکتور در واحدهای صنعتی شیمیایی، تقسیم‌بندی راکتورها، راکتور ناپیوسته، راکتور پیوسته	۱۸
۵۸-۶۰	راکتور نیمه پیوسته، طراحی راکتور، طراحی یک واحد صنایع شیمیایی	۱۹

برنامه زمان بندی هفته هیجدهم		
دقیقه		
۵	آماده کردن کلاس (احوالپرسی، حضور و غیاب)	۱
۱۰	رفع اشکال	۲
۲۰	حل خودآزمایی فصل (۸)	۳
۱۵	آزمون فصل (۸)	۴
۷۵	تدریس	۵
۱۰	استراحت میان تدریس (دو نوبت)	۶

هفته گذشته، یک فعالیت تحقیقی، با عنوان «عملکرد دیگ زودپزهای خانگی»، برعهده هنرجویان گذاشته شد. برای هنرجویانی که موفق به انجام آن شده اند، امتیازی در نظر گرفته می شود و بعد از بحث در مورد آن، توضیحاتی بیان می گردد. خودآزمایی فصل (۸) به صورت پرسش از هنرجویان داوطلب حل می شود. و فصل هشتم با برگزاری آزمون خاتمه می یابد.

### توضیح فعالیت (۲)



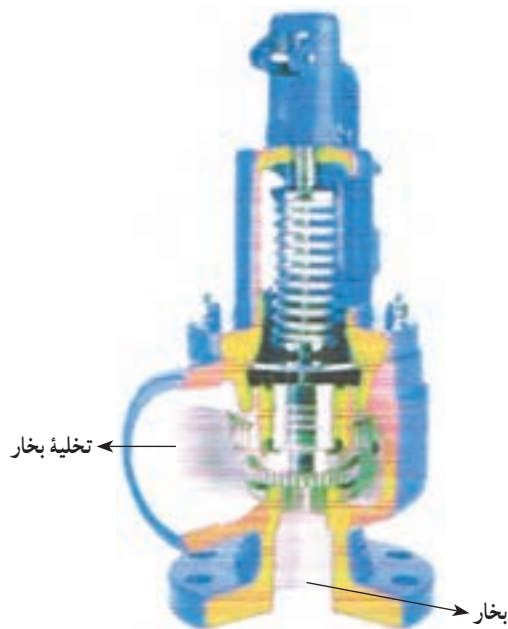
شکل ۸-۲۶- سوپاپ

در دیگ زودپزهای خانگی، حلقه کنترل فشار<sup>۱</sup>، به آن صورت که در فصل ۸ تدریس شده است، وجود ندارد. شرکت های سازنده جهت افزایش ایمنی این سیستم، از شیر اطمینان<sup>۲</sup> (سوپاپ) که با طراحی های مختلف ساخته می شود، استفاده می کنند. در دیگ زودپزهای معمولی، سوپاپ به شکل کلاهکی است که در اطراف آن روزنه هایی وجود دارد. با افزایش مقدار و فشار بخارات، کلاهک در جهات مختلف حرکت می کند و تخلیه بخارات از طریق روزنه ها صورت می گیرد و فشار دیگ کاهش می یابد. شکل ۸-۲۶ شماتیک این نمونه سوپاپ را نشان می دهد.

در دیگ زودپزهای مجهزتر، سوپاپ دارای یک فنر متصل به میله ای است که در حالت عادی راه خروج بخار را بسته است و در اثر فشار بیش از حد مجاز بخارات، منقبض می شود و مسیر تخلیه بخار را باز می کند. البته شرکت های سازنده، توصیه می کنند که

۱- در این مورد، کنترل فشار به صورت باز انجام می شود زیرا در کاهش دما، انسان دخالت دارد و اتوماتیک نیست.

بعد از شنیدن صدای مخصوصی، دما کاهش یابد. در شکل ۸-۲۷ یک نمونه شیر اطمینان (سوپاپ)، که بر این اساس ساخته شده، مشاهده می‌شود.



شکل ۸-۲۷- شیر اطمینان صنعتی

## حل خودآزمایی فصل (۸)

۱- نمودار جعبه‌ای کنترل را برای شکل ۸-۳ رسم کنید.

پاسخ: منظور، رسم نمودار جعبه‌ای حلقه کنترل فشار است که در متن راهنما در بخش مربوطه آمده است.

سؤال مشابه می‌تواند با شکل ۸-۴ در ارتباط باشد که آن نیز در قسمت مربوط به کنترل سطح وجود دارد.

۲- مکانیزم کنترل دما را به طور ساده شرح دهید.

پاسخ: سؤالات مشابه را نیز می‌توان طرح نمود، از جمله:

مکانیزم کنترل فشار را شرح دهید و همین‌طور مکانیزم کنترل سطح را شرح دهید.

برای پاسخ به این سؤالات، هنرجویان به متن کتاب ارجاع داده شوند یا به صورت زیر بیاموزند:

**مکانیزم کنترل دما:** چنانچه دمای سیستم از یک حد معین فراتر برود و توسط دماسنج داخل تانک سنجیده

می‌شود و با مقدار مقرر (مطلوب) مقایسه می‌گردد. کنترل‌کننده دما، که در این جا ترموستات است، فرمانی جهت

کاهش شدت جریان گاز ورودی به مشعل صادر می‌کند. از این رو با کاهش شدت جریان گاز مشعل، دمای تانک

کاهش می‌یابد تا به مقدار مطلوب خود برسد.

**مکانیزم کنترل فشار:** در اثر افزایش فشار بخارات موجود در سیستم، کنترل‌کننده به شیر اطمینان بالای

مخزن فرمان می‌دهد و این شیر پس از باز شدن، بخشی از بخارات را خارج می‌کند تا فشار به مقدار مقرر خود

برسد.

**مکانیزم کنترل سطح مایع:** میزان ارتفاع مایع به وسیله شناور با مقدار مقرر مقایسه می‌شود و سپس کنترل‌کننده

به منظور تخلیه بخشی از مایع، فرمانی به شیر کنترل صادر می‌کند و در نتیجه حالت تعادل برقرار می‌گردد.

۳- شیر کنترل به چه منظوری استفاده می‌شود؟

پاسخ: شیر کنترل، آخرین عنصر کنترل کننده مدار است که از کنترل کننده فرمان می‌گیرد و بر روی فرآیند، اجرا می‌کند و در نتیجه کنترل صورت می‌گیرد.

۴- در صورت عمل نکردن کنترل سطح مایع در یک مخزن، چه اتفاقی خواهد افتاد؟  
پاسخ: طغیان یا تخلیه کامل مایع از مخزن پیش می‌آید.

۵- دلیل استفاده از کنترل کننده در فرآیندهای شیمیایی چیست؟

پاسخ: کنترل کننده بر اساس اطلاعاتی که از مقایسه کننده دریافت می‌کند، تصمیم می‌گیرد و در جهت تنظیم و کنترل متغیر مورد نظر به شیر کنترل فرمان می‌دهد.

ممکن است منظور از کنترل کننده، حلقه کنترل باشد که در این صورت دو دلیل «بالا بودن کیفیت محصولات» و «بالا بردن ایمنی سیستم» را باید ذکر کرد.

### سوالات پیشنهادی برای آزمون

۱- در سیستم‌های کنترلی زیر، نام وسیله مورد نظر برای هر جزء را بنویسید.

الف) در سیستم کنترل دما؛

عنصر اندازه گیرنده :  
عنصر کنترل کننده :

ب) در سیستم کنترل فشار؛

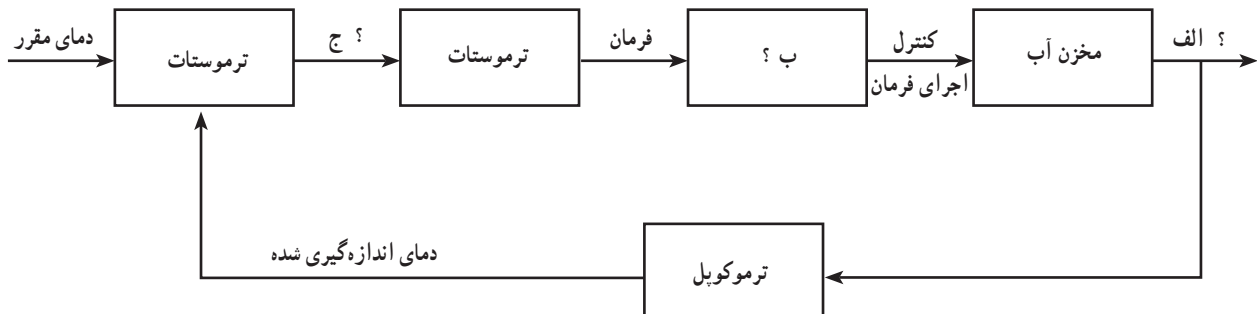
عنصر اندازه گیرنده :  
عنصر کنترل کننده نهایی :

فرآیند :

ج) در سیستم کنترل سطح مایع؛

مقایسه کننده :  
عنصر اندازه گیرنده :

۲- در حلقه کنترل زیر، در جاهایی که با (?) مشخص شده است، مورد مناسب را بنویسید :



۳- اجزای یک سیستم کنترل ساده را نام ببرید.

۴- اجزای یک شیر کنترل بادی را نام ببرید.

۵- عمل بسته شدن با باد (یا باز شدن با باد) را در شیر کنترل بادی بنویسید.

۶- شدت جریان سیال درون شیر به چه عواملی بستگی دارد؟

۷- جاهای خالی را پر کنید :

الف) بیشتر شیرهای تجارتي با تغيير فشار هوای بالای شیر از ..... تا ..... از موقعیت کاملاً باز به کاملاً بسته حرکت می کنند.

ب) موقعیت میله شیر با ..... متناسب است.

### پاسخ سوالات پیشنهادی<sup>۱</sup>

۱- به ترتیب از راست به چپ :

الف) یک دماسنج مانند ترموکوپل، ترموستات

ب) یک فشارسنج مانند فشارسنج خوردن، شیر اطمینان، یک مخزن تحت فشار

ج) شناور، شناور

۲- الف) دما ب) شیر کنترل ج) اختلاف

۳- فرآیند - عنصر اندازه گیرنده، سیستم کنترل کننده، عنصر کنترل کننده نهایی

۴- موتور شیر (یک دستگاه بادی)، دیافراگم، فنر، میله شیر، پیستون

۵- با افزایش فشار هوا روی دیافراگم، پیستون به طرف پایین حرکت می کند و جریان سیال را داخل شیر

محدود می سازد (عکس این توضیح برای باز شدن با باد است).

۶- فشار ورودی سیال، فشار خروجی سیال و اندازه شکاف دهانه شیر

۷- الف) ۳ psig - ۱۵ psig

ب) فشار بالای شیر

### مقدمه

#### راهنمای تدریس فصل نهم

مفاهیم موجود در این فصل، بسیار ساده، واضح و در حد درک هنرجویان بیان شده اند و تدریس می تواند به ترتیب عناوین مطروحه در «اهداف فصل» با استفاده از متن کتاب درسی، انجام شود. بر این اساس، هر قسمت که نیاز به تأکید یا توضیح تکمیلی داشته باشد، مورد بحث قرار می گیرد :

- دستگاهی که در آن واکنش سوختن به منظور تولید انرژی گرمایی انجام می شود، کوره است.

- جهت جلب مشارکت هنرجویان در امر تدریس، از آنان خواسته شود که مثال هایی برای عملیات فیزیکی موجود در صنایع شیمیایی و دستگاه های مربوطه ذکر کنند.

عملیات فیزیکی مذکور عبارت اند از : انواع جداسازی ها، تغییر حالت ها<sup>۲</sup>، اختلاط، خرد کردن، گرمایش و سرمایش و ...

دستگاه های مربوط به این عملیات عبارت اند از : برج های تقطیر، استخراج، جذب، کریستالیزور، خشک کن، فیلتر، انواع

مخلوط کن ها، خردکن ها، مبدل حرارتی، برج خنک کننده، چیلر، کوره و ...

۱- بارم بندی دل خواه است.

۲- مانند تبخیر، میعان، تصعید، ...

– با رسم نمودار جعبه‌ای «بخش‌های اصلی در یک واحد صنعتی شیمیایی<sup>۱</sup>» بر موقعیت مهم و حساس راکتور تأکید شود.

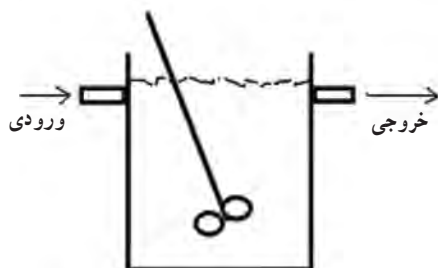
## ۹-۱- تقسیم‌بندی راکتورها

– راکتورها بر اساس چهار موضوع تقسیم‌بندی می‌شوند:

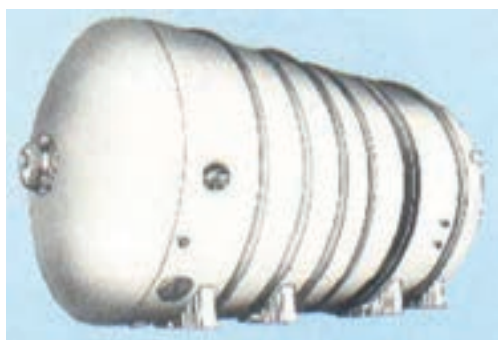
تعداد فاز، نوع فاز، نوع عملیات، شکل ساختمانی

– راکتورها بر اساس شکل ساختمانی، به سه دسته کلی تقسیم می‌شوند:

الف) راکتور تانکی: معمولاً این راکتورها، دارای مخازن همزن‌دار هستند.



شکل ۹-۱- راکتور تانکی



شکل ۹-۲- راکتور لوله‌ای

## ب) راکتور لوله‌ای



شکل ۹-۳- راکتور کروی

## ج) راکتور کروی

## ۹-۲- راکتورهای ناپیوسته<sup>۲</sup>

– در راکتورهای ناپیوسته، توجه به زمان اقامت<sup>۳</sup> بسیار مهم است.

۱- شکل ۹-۱ صفحه ۵۳ کتاب درسی عملیات دستگاهی

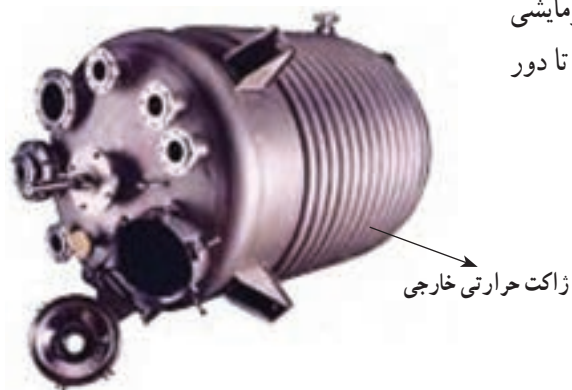
۲- Batch Reactors

۳- Residence time

- مراحل مختلف عملیات یک راکتور ناپیوسته، با توجه به شکل<sup>۱</sup> مربوطه تفهیم شود.
- راکتورهای ناپیوسته، به شکل تانک‌های همزن‌دار هستند.
- تجهیزات مربوط به راکتور ناپیوسته صنعتی (از جمله همزن الکتریکی، ژاکت حرارتی<sup>۲</sup>، بافل و...) با توجه به شکل<sup>۳</sup> آنها، توضیح داده شود<sup>۴</sup>.

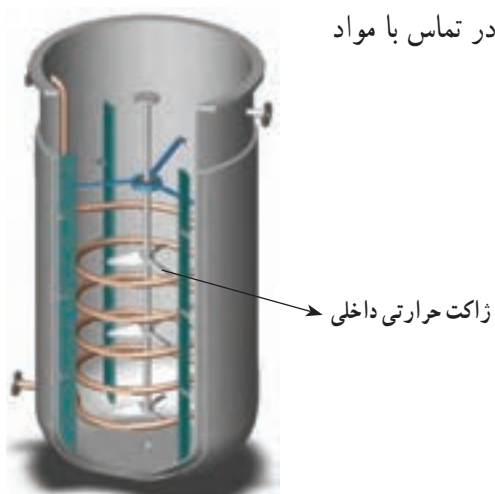
- در راکتورها، ژاکت حرارتی دو نوع است:

(الف) ژاکت حرارتی خارجی؛ که در آن لوله‌های حاوی سیال گرمایشی یا سرمایشی با مواد درون راکتور تماس مستقیم، ندارند و از بیرون دور تا دور راکتور را فراگرفته‌اند (مانند شکل ۹-۴).



شکل ۹-۴- ژاکت حرارتی خارجی

(ب) ژاکت حرارتی داخلی؛ که در این نوع، لوله‌ها درون راکتور و در تماس با مواد هستند. شکل ۹-۵، یک ژاکت حرارتی داخلی را نشان می‌دهد.



شکل ۹-۵- ژاکت حرارتی داخلی

### ۹-۳- راکتورهای پیوسته

- چون راکتور پیوسته برای یک واکنش شیمیایی خاص طراحی می‌شود، به کنترل زمان نیاز ندارد. در عین حال به سیستم‌های کنترل دما، فشار و غلظت مجهز است.

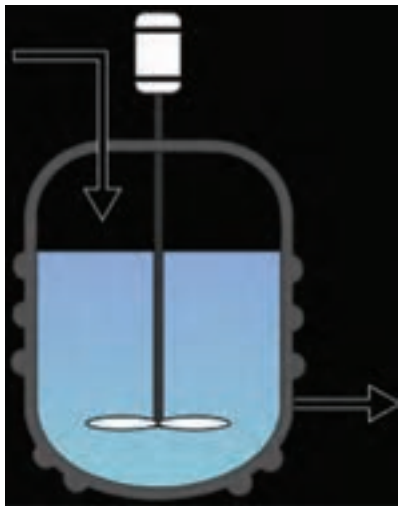
۱- شکل ۹-۲ صفحه ۵۵ کتاب درسی عملیات دستگاهی

۲- Thermal Jacket

۳- شکل ۹-۳ صفحه ۵۵ کتاب درسی عملیات دستگاهی

۴- توصیه می‌شود که این مبحث به خوبی تفهیم شود، زیرا با «مخزن مجهز به همزن مکانیکی» در فصل ۱۰ مشابه است.

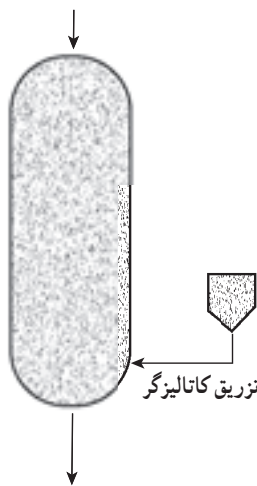




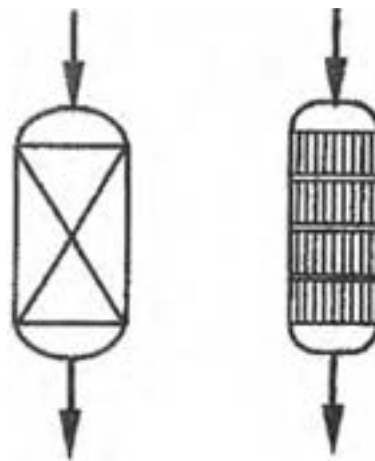
شکل ۹-۶- نماد راکتور تانکی همزن‌دار پیوسته

- راکتورهای پیوسته، به طور هم‌زمان هم ورودی دارند و هم خروجی.  
 - در صورتی که در خلال واکنش، مسئله اختلاط اهمیت داشته باشد، ترجیحاً از راکتور تانکی همزن‌دار پیوسته<sup>۱</sup> استفاده می‌شود، که در شکل ۹-۶ مشاهده می‌شود.

- راکتورهای لوله‌ای پیوسته با بستر ثابت یا متحرک کاتالیزگر طراحی می‌شوند (مانند شکل‌های ۹-۷ و ۹-۸)



شکل ۹-۸- راکتور لوله‌ای پیوسته با بستر متحرک کاتالیزگر



شکل ۹-۷- راکتور لوله‌ای پیوسته با بستر ثابت کاتالیزگر

- در راکتورهای لوله‌ای، اگر مسئله اختلاط مطرح باشد، از بافل‌های لرزان<sup>۲</sup> استفاده می‌کنند.  
 - در راکتور لوله‌ای پیوسته، ممکن است مواد اولیه در قسمت‌های مختلفی غیر از ورودی، وارد راکتور شوند که در این صورت علاوه بر افزایش بازدهی، بر اندازه و قیمت راکتور نیز اثر می‌گذارد.

- در حجم یکسان، راکتور لوله‌ای پیوسته بازده بالاتری نسبت به تانکی همزن‌دار پیوسته دارد.

- رابطه‌ای که برای محاسبه زمان اقامت معرفی شده، بر اساس تعریف دبی حجمی است، به این صورت  $Q = \frac{V}{t} \Rightarrow t = \frac{V}{Q}$

که در این رابطه،  $V =$  حجم راکتور،  $Q =$  دبی حجمی و  $t =$  زمان اقامت است.

<sup>۱</sup> - Continuous Stirred -Tank reactor (CSTR)

<sup>۲</sup> - Oscillatory baffles

مسائل مختلفی<sup>۱</sup> راجع به راکتور لوله‌ای پیوسته، با استفاده از رابطه‌ی زمان اقامت حل شوند.  
 - حجم یک راکتور لوله‌ای عبارت است از: حاصل ضرب مساحت قاعده در ارتفاع  
 - با استفاده از روش نردبانی، کسرهای زمان تبدیل واحد می‌شوند، برای مثال؛

$$\text{زمان اقامت} = 7/85 \text{ min}$$

$$\frac{7/85 \text{ min}}{1 \text{ min}} = \frac{60 \text{ s}}{60 \text{ s}} = 51 \text{ s}$$

و به این ترتیب زمان اقامت، ۷ دقیقه و ۵۱ ثانیه است.

---

۱- می‌توان مسائلی چون مثال ۱ صفحه ۵۷ کتاب درسی را طراحی کرد.

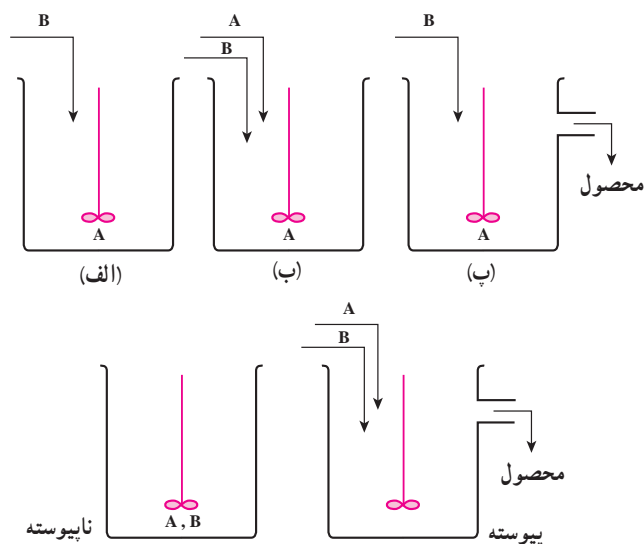
برنامه زمان بندی هفته نوزدهم		دقیقه
۱	آماده کردن کلاس (احوالپرسی، حضور و غیاب)	۵
۲	رفع اشکال	۱۰
۳	پرسش	۳۰
۴	تدریس	۸۰
۵	استراحت میان تدریس (دو نوبت)	۱۰

پرسش، به صورت مروری بر مطالب مطروحه در هفته گذشته انجام می شود. سؤالات را می توان، با استفاده از خودآزمایی یا «سؤالات پیشنهادی» که در انتهای فصل ارائه شده اند، طرح کرد. توضیح شکل ها نیز از اهمیت ویژه ای برخوردار است.

### ۹-۴- راکتورهای نیمه پیوسته

– این راکتور، دارای جریان ورودی در خلال انجام واکنش است و به طور کلی از بعضی جهات شبیه راکتور پیوسته و از جهاتی دیگر شبیه ناپیوسته است.

– در این بخش، سه نوع راکتور نیمه پیوسته معرفی شده است. توصیه می شود بعد از توضیح هر مورد، مقایسه آنها با راکتورهای پیوسته و ناپیوسته نیز به صورت زیر انجام شود :



شکل ۹-۴- نماد انواع راکتورهای پیوسته، ناپیوسته و نیمه پیوسته

۱- یکی از روش های مؤثر در تدریس، «مقایسه» است.

— مقایسهٔ راکتور نیمه پیوستهٔ نوع (الف) با راکتورهای پیوسته و ناپیوسته :

این راکتور در خلال واکنش، خروجی ندارد و از این نظر شبیه راکتور ناپیوسته است و از نظر ورودی مواد اولیه، با هر دو متفاوت است، زیرا در راکتور ناپیوسته مواد اولیه با هم در راکتور بارگیری می‌شوند و در آن بسته می‌شود. در راکتور پیوسته، مواد اولیه با هم ولی به تدریج با دبی مشخصی وارد راکتور می‌شوند. همان طوری که در شکل ۹-۹ ملاحظه می‌کنید در این راکتور، یکی از مواد اولیه بارگیری می‌شود و دیگری به تدریج با دبی مشخصی، به آن اضافه می‌گردد. تیتراسیون، مثالی ساده و آشنا برای این نمونه فرآیند نیمه پیوسته است.

— مقایسهٔ راکتور نیمه پیوستهٔ نوع (ب) با راکتورهای پیوسته و ناپیوسته :

با توجه به شکل ۹-۹، از هنرجویان خواسته شود که مقایسه را انجام دهند و سپس نتیجه اعلام شود؛ این راکتور از نظر ورودی مواد اولیه شبیه راکتور پیوسته و از نظر خروجی، شبیه راکتور ناپیوسته است.

— مقایسهٔ راکتور نیمه پیوستهٔ نوع (پ) با راکتورهای پیوسته و ناپیوسته :

این مقایسه نیز توسط هنرجویان انجام شود و نتیجه اعلام گردد؛ این راکتور از نظر خروجی محصولات، شبیه راکتور پیوسته است و از نظر ورودی مواد اولیه با هر دو متفاوت است.<sup>۱</sup> از مثال‌هایی که می‌توان برای استفاده از راکتور نیمه پیوستهٔ نوع پ ذکر کرد، تهیهٔ روغن جامد از روغن مایع است که هیدروژن به تدریج به روغن مایع موجود در راکتور اضافه می‌شود و همزمان روغن جامد تهیه شده، از راکتور خارج می‌گردد.

## ۹-۵- طراحی راکتور

— جهت طراحی و راه‌اندازی یک واحد صنعتی شیمیایی برای تولید فرآورده‌های مورد نظر، به طراحی و ساخت دستگاه‌های مختلفی نیاز است تا عملیات فیزیکی و شیمیایی آن واحد، در آنها انجام شود.

دستگاه‌های مذکور، توسط متخصصین رشته‌های مختلف مرتبط با یکدیگر، به ترتیب خاصی، طراحی می‌شوند.<sup>۲</sup>

مهندسین شیمی، با توجه به تسلط داشتن بر زمینه‌های علمی مورد نیاز در این بخش، طراحی راکتور را انجام می‌دهند.

— نکتهٔ کلیدی در طراحی قسمت‌های مختلف یک واحد صنعتی شیمیایی این است که هزینه‌های ساخت و عملیات، باید حداقل و مرغوبیت و قیمت محصول، حداکثر باشد تا سوددهی آن واحد بهینه گردد.

۱- می‌توان گفت: از جهتی شبیه پیوسته و از جهت دیگر شبیه ناپیوسته است.

۲- این طراحی را می‌توان براساس «الگوی پوست پیازی»، که در شکل ۹-۷ کتاب درسی عملیات دستگاهی مشاهده می‌شود، انجام داد. توصیه می‌شود هنرجویان نام دستگاه‌های مختلفی را که در مراحل چهارگانهٔ الگوی پوست پیازی طراحی می‌شوند، فرا بگیرند.

## مخلوط‌کن‌ها و دستگاه‌های کاهش اندازه

## چکیده فصل

در این فصل، هنرجویان با عملیات فیزیکی اختلاط مواد و کاهش اندازه جامدات آشنا می‌شوند. هم‌چنین عملکرد دستگاه‌های مربوطه را می‌آموزند. این دستگاه‌ها شامل انواع مخلوط‌کن‌ها و خردکن‌ها هستند. دانسته‌های قبلی: مطالب این فصل برای هنرجویان جدید است و از پیش، اطلاعات خاصی در این زمینه ندارند.

**اهداف فصل:** پس از پایان این فصل، از هنرجویان انتظار می‌رود که درباره عناوین زیر اطلاعات لازم و جامعی کسب کرده باشند و بتوانند در مورد آنها توضیح دهند:

- تعریف و اهداف همزدن
- فاکتورهای مؤثر در اختلاط
- انواع اختلاط
- انواع مخلوط‌کن‌های فاز مایع
- انواع پره‌ها
- روش‌های اختلاط جامدات
- انواع مخلوط‌کن‌های فاز جامد
- اهداف خردکردن مواد
- روش‌های کاهش اندازه مواد
- انواع دستگاه‌های کاهش اندازه
- چگونگی عملکرد دستگاه‌های کاهش اندازه جهت افزایش بازده

## برنامه زمان‌بندی تدریس فصل دهم

صفحه	موضوعات	هفته
۶۲-۶۵	همزدن و اهداف آن، عوامل مؤثر در اختلاط، انواع اختلاط	۲۰
۶۵-۷۱	مخلوط‌کن‌های فاز مایع	۲۱
۷۱-۷۴	مخلوط‌کن‌های فاز جامد	۲۲
۷۵-۸۲	دستگاه‌های کاهش اندازه	۲۳

برنامه زمان بندی هفته بیستم		دقیقه
۱	آماده کردن کلاس (احوالپرسی، حضور و غیاب)	۵
۲	رفع اشکال	۱۰
۳	حل خودآزمایی فصل (۹)	۲۰
۴	آزمون فصل (۹)	۱۵
۵	تدریس	۷۵
۶	استراحت میان تدریس (دو نوبت)	۱۰

### خودآزمایی فصل نهم

جواب اکثر سؤالات در متن کتاب درسی موجود است. لذا از تکرار آنها خودداری می‌شود<sup>۱</sup>. بهترین و کاربردی‌ترین سؤال<sup>۲</sup> در این خودآزمایی، سؤال ۷ است که به آن پرداخته می‌شود؛ الف) نوع راکتور از نظر تعداد و نوع فاز؛ چندفازی، گاز - مایع است. نوع راکتور از نظر عملیات نیمه پیوسته نوع پ است، زیرا اسید استیک، که از مواد اولیه آن است، داخل راکتور بارگیری می‌شود و گاز کلر به تدریج به آن اضافه می‌شود. بخشی از آن نیز که واکنش نداده، در واقع خروجی راکتور است.

ب) نوع راکتور از نظر تعداد و نوع فاز؛ چندفازی، گاز - جامد<sup>۳</sup> است. نوع راکتور از نظر عملیات، پیوسته است زیرا راکتور، همزمان ورودی و خروجی دارد. ج) نوع راکتور از نظر تعداد و نوع فاز؛ چندفازی، گاز<sup>۴</sup> - مایع است. نوع راکتور از نظر عملیات، ناپیوسته است، زیرا صحبت از زمان لازم برای انجام واکنش شده است.

۱- یادآوری می‌شود پاسخ سؤال ۸، در ابتدای بخش ۹-۵ صفحه ۵۸ کتاب درسی مشاهده می‌شود.

۲- هنرموزان محترم می‌توانند نظیر سؤال ۷ را با استفاده از فرآیندهای شیمیایی، جهت اطلاعات بیشتر هنجویان، طرح کنند.

۳- کاتالیزگر، نیکل جامد است.

۴- وینیل کلرید، به حالت گازی بیرنگ است.

بعد از حل خودآزمایی، آزمون فصل نهم<sup>۱</sup> نیز برگزار می‌شود.

چنانکه مشاهده می‌شود، مطالب فصل دهم شامل تعریف موارد مختلف و توضیح عملکرد دستگاه‌هاست که براساس متن کتاب

درسی، تدریس می‌شوند.

در این راهنما، به هر قسمتی که نیاز به توضیح تکمیلی داشته باشد، اشاره خواهد شد. استفاده از لوح‌های فشرده آموزشی،

بازدید از کارخانه‌های مرتبط و تهیه تصاویر دستگاه‌ها، با هدف فعال‌سازی هنرجویان، نقش بسیار مهمی در فرآیند یاددهی و یادگیری

این فصل دارند.

### سوالات پیشنهادی

۱- به سوالات زیر پاسخ کوتاه بدهید :

الف) مهم‌ترین و حساس‌ترین عملیات کارخانه در چه دستگاهی انجام می‌شود؟

ب) برای راکتور پیوسته، مثالی از یک فرآیند شیمیایی ذکر کنید.

ج) شکل همزن در راکتور به چه عواملی بستگی دارد؟

د) سیالات مورد استفاده در ژاکت حرارتی را نام ببرید.

ه) یکی از کاربردهای مهم راکتورهای لوله‌ای چیست؟

و) علم سینتیک چه اطلاعاتی برای طراحی راکتور تعیین می‌کند؟

ز) مهم‌ترین عامل در طراحی یک واحد صنعتی چیست؟

ح) در الگوی پوست پیازی، اولین دستگاهی که طراحی می‌شود چه نام دارد؟

ط) دو نمونه از دستگاه‌های مربوط به «تسهیلات جانبی» را نام ببرید.

ی) در الگوی پوست پیازی، برج تقطیر در چه مرحله‌ای طراحی می‌شود؟

ک) مواد اولیه، همزمان با یک دبی مشخص، وارد راکتور می‌شود ولی تا پایان، واکنش خروجی وجود ندارد،

این چه راکتوری است؟

۲- موارد زیر را تعریف کنید :

الف) عملکرد یک راکتور ناپیوسته را توضیح دهید.

ب) زمان اقامت را تعریف کنید و بگوئید در یک راکتور پیوسته، زمان اقامت به چه عواملی بستگی دارد؟

ج) ژاکت حرارتی چیست؟

د) بافل چیست؟ نقش آن را بنویسید.

ه) عملکرد یک راکتور پیوسته را توضیح دهید.

و) «تسهیلات جانبی» چیست؟ دستگاه‌های مربوط به آن را نام ببرید.

ز) هر یک از دستگاه‌های زیر در کدام مرحله الگوی پوست پیازی طراحی می‌شوند؟

چیلر - خشک‌کن - راکتور - شبکه مبدل‌های حرارتی

۱- آزمون فصل نهم را می‌توان به صورت کتبی یا شفاهی برگزار کرد.

- ۳- مشخص کنید در موارد زیر از کدام نوع راکتور استفاده می‌شود؟  
 الف) تولید منوکلرو استیک اسید مایع  
 ب) هیدروژن‌دار کردن روغن، به منظور اشباع آن و تولید روغن جامد  
 ج) تولید پلی کلرید وینیل (PVC)  
 د) تولید آمونیاک  
 ه) تولید گاز سنتز (مخلوط  $H_2$  و  $CO$ )

- ۴- سرعت جریان حجمی خوراک یک راکتور جریان پایدار لوله‌ای به قطر ۲ متر،  $5 \text{ m}^3/\text{min}$  است. اگر زمان اقامت مواد داخل راکتور ۸ دقیقه باشد، ارتفاع راکتور را حساب کنید.<sup>۲</sup>  
 ۵- جاهای خالی را با کلمات مناسب پر کنید:  
 الف) تولید آمونیاک در راکتور ..... انجام می‌شود.  
 ب) برای انجام واکنش‌های کند از راکتور ..... استفاده می‌شود.  
 ج) ارتفاع بافل باید از سطح مایع ..... باشد.  
 د) اگر هدف تولید مقدار زیاد محصول باشد از راکتور ..... استفاده می‌شود.  
 ه) برای انجام واکنش در حضور همزن از راکتور پیوسته ..... استفاده می‌شود.  
 و) کریستالیزور در مرحله ..... الگوی پوست پیازی طراحی می‌شود.  
 این سؤالات می‌تواند در پرسش شفاهی یا کتبی مورد استفاده قرار گیرد.

### پاسخ سؤالات پیشنهادی

- ۱- الف) راکتور  
 ب) تولید آمونیاک  
 ج) نوع سیال و گرانروی سیال  
 د) آب سرد (جهت سرمایش)، بخار آب (جهت گرمایش)، روغن (هر دو منظور)  
 ه) انجام واکنش‌های ناهمگن در حضور کاتالیزگر جامد (و سرعت و نحوه انجام واکنش)  
 ز) توجه به مسائل اقتصادی  
 ح) راکتور  
 ط) برج‌های خنک کننده، چیلر، دیگ‌های تولید بخار، کوره‌های روغن داغ (دوتا)  
 ی) مرحله دوم (طراحی سیستم‌های جداسازی) (ک) نیمه پیوسته  
 ۲- تعاریف

- الف) مواد اولیه به مقدار معین وارد راکتور می‌شود. در زمان مشخص واکنش صورت می‌گیرد و سپس محصول از راکتور تخلیه می‌شود.  
 ب) زمان اقامت: مدت اقامت مواد واکنش دهنده در داخل راکتور جهت انجام واکنش  
 زمان اقامت با حجم راکتور نسبت مستقیم و با دبی حجمی خوراک نسبت معکوس دارد.  
 ج) ژاکت حرارتی: جداره خارجی راکتور را گویند که بسته به گرمازا یا گرماگیر بودن واکنش، در آن سیال



سرد یا گرم عبور می‌کند.

د) بافل: تیغه‌های عمودی که در جداری داخلی راکتور نصب می‌شود.

نقش بافل: از حرکت دورانی سیال، که در اثر چرخش پره‌های همزن ایجاد می‌شود جلوگیری می‌کند و باعث آشفته‌گی و اختلاط بیشتر می‌شود.

ه) مواد اولیه به طور دائم وارد راکتور می‌شود و پس از انجام واکنش، محصول پیوسته از راکتور خارج می‌گردد.

و) تجهیزات مربوط به سیستم‌های سرمایش و گرمایش را «تسهیلات جانبی» گویند. از جمله دستگاه‌های مربوطه می‌توان برج‌های خنک‌کننده، چیلرها، دیگ‌های تولید بخار و کوره‌های داغ را نام برد.

ز) مرحله چهارم - مرحله دوم - مرحله اول - مرحله سوم

۳- الف) نیمه پیوسته (ب) نیمه پیوسته (ج) ناپیوسته (د) پیوسته (ه) پیوسته

۴- اطلاعات مسئله به صورت زیر است:

$$D = 2m, \quad Q = 0.5 m^3/min, \quad t = 8 \text{ min}, \quad h = ?$$

$$t = \frac{V}{Q} \Rightarrow V = Q \times t \Rightarrow V = 0.5 m^3/min \times 8 \text{ min} = 4 m^3$$

$$V = \frac{\pi D^2}{4} \times h \Rightarrow 4 m^3 = \frac{\pi (2m)^2}{4} \times h \Rightarrow h = 1.27 m \leftarrow$$

۵- الف) پیوسته (ب) ناپیوسته (ج) بالاتر (د) پیوسته (ه) تانکی (و) دوم

## مقدمه

موفقیت بسیاری از فرآیندهای فیزیکی و شیمیایی، به میزان اختلاط و همزدگی مواد شرکت‌کننده در آنها بستگی دارد. همزدگی، همان اختلاط نیست. همزدگی به حرکت مواد اطلاق می‌شود و در مورد یک ماده نیز معنی دارد، مثلاً برای خنک کردن آب داغ، آن را هم می‌زنند<sup>۱</sup>. اما در اختلاط، وجود داشتن بیش از یک ماده الزامی است، ولی می‌توان گفت لازمه اختلاط، همزدن است.

اصولاً هدف از همزدن دو یا چند ماده<sup>۲</sup>، ایجاد یک مخلوط یکنواخت برای مصارف گوناگون است، با ویژگی‌های زیر:

۱- میزان دما، فشار و غلظت در هر نقطه آن یکسان است و نمونه‌گیری از هر نقطه آن فاقد هر گونه تفاوت است.

۲- همه مولکول‌ها به یک میزان شانس شرکت در واکنش‌های شیمیایی را دارند.

لازم است متذکر شویم یکنواخت بودن ماده مخلوط در هنگام استفاده از آن، بسیار مهم است، زیرا ممکن است مخلوط

مورد نظر، در شرایط معمولی دو یا چند فازی نیز باشد، برای مثال؛

۱- همزدن در این حالت باعث می‌شود سرعت انتقال حرارت افزایش یابد.

۲- همزدن در این حالت باعث می‌شود سرعت انتقال جرم افزایش یابد.

آنتی‌بیوتیک‌ها، که همزدن آنها قبل از مصرف ضروری است.  
عناوین و مطالبی که در این هفته تدریس می‌شوند، عبارت‌اند از:

### — تعریف همزدن

### — اهداف همزدن با ذکر مثال‌های مربوطه

از مثال‌هایی که می‌توان برای ضرورت همزدن در تغییرات فیزیکی بیان کرد تهیهٔ سوسپانسیون‌هاست، که به صورت زیر تعریف می‌شوند:

به ذرات معلق جامد در مایع سوسپانسیون می‌گویند.

### — عوامل مؤثر در اختلاط، جهت انجام تغییرات فیزیکی و شیمیایی با ذکر مثال

توصیه می‌شود نقش این عوامل در فرآیندهای مذکور<sup>۱</sup>، واضح‌تر بیان شود، برای مثال:

در فرآیند کریستالیزاسیون، که جداسازی یک ماده به شکل جامد بلوری در اثر تغییر دماست، همزدن بازده انتقال حرارت و انتقال جرم را افزایش می‌دهد اما اگر شدت و مدت زمان همزدن، کنترل نشود<sup>۲</sup> موجب از هم پاشیدگی ساختمان بلوری ماده خواهد شد.

یا در فرآیندهای بیولوژیکی، که میکروارگانیسم‌ها در آنها نقش کاتالیزگر دارند، همزدن، پخش آنها را در محیط یکنواخت می‌کند. همزدن شدید یا طولانی موجب صدمه دیدن آنها می‌شود.

### — انواع اختلاط

— توضیح در مورد هر یک از انواع اختلاط با ذکر مثال‌های<sup>۳</sup> مربوطه

— مثالی که می‌توان برای اختلاط دو یا چند مایع محلول مطرح کرد، تهیهٔ ضدیخ برای اتومبیل‌هاست، که از بلندینگ آب و نوعی الکل<sup>۴</sup> به دست می‌آید.

— فرآیند استخراج مایع — مایع توسط حلال، مثالی برای اختلاط دو یا چند مایع نامحلول، است. زمانی که حلال به خوراک<sup>۵</sup> اضافه می‌شود تا جزء مورد نظر را در خود حل کند و جدا نماید، همزدن عاملی جهت افزایش بازده انتقال جرم<sup>۶</sup> و در نتیجه جداسازی آن است.

— از امولسیون‌های غذایی، می‌توان به تهیهٔ «سس مایونز»، که در آن زردهٔ تخم‌مرغ عامل امولسیون‌کنندهٔ روغن و سرکه است، اشاره کرد.

— آنتی‌بیوتیک‌ها، نوعی سوسپانسیون دارویی خوراکی<sup>۷</sup> هستند که می‌توان آنها را برای تعلیق جامد در مایع مثال زد.

— یک مثال ساده و آشنا برای پخش گاز در مایع، تهیهٔ نوشابهٔ گازدار است.

— تشکیل کریستال به روش تبخیر، مثالی است که برای اختلاط سه فاز و تشکیل کریستال<sup>۸</sup> برای تعلیق جامد در مایع، ذکر شده

۱— منظور مثال‌های نام برده شده در کتاب درسی است.

۲— یعنی بیشتر از حد مجاز شود.

۳— در جهت یادگیری مثال‌ها، تأکید شود.

۴— الکل مورد استفاده در تهیهٔ ضدیخ «اتیلن گلیکول» نام دارد.

۵— در فرآیند استخراج، خوراک، محلول دو یا چند مایع است.

۶— انتقال جرم جزء مورد نظر از خوراک به حلال

۷— مثال دیگر، آنتی‌اسیدها هستند، مانند «منیزیم و آلومینیم هیدروکسید در آب» که به نام «آلومینیم [م‌جی]» معروف است و در درمان ناراحتی‌های معده کاربرد دارند.

۸— منظور «کریستالیزاسیون به روش سرد کردن» است.

است. هنرجویان باید تفاوت این دو مثال را درک کنند. ساده‌ترین راه برای بیان تفاوت این دو روش<sup>۱</sup>، ذکر مثال‌هایی از آنهاست، از جمله تهیهٔ نمک از آب دریا و نبات از محلول فوق سیر شدهٔ شکر در آب. یکی از مثال‌های اختلاط سه فاز، هیدروژن‌دار کردن در حضور کاتالیزگر جامد است (مانند تهیهٔ روغن جامد<sup>۲</sup>).

---

۱- تفاوت این دو روش براساس اثر دما بر حلالیت آنها، می‌تواند بیان شود. مثلاً حلالیت شکر در آب با دما رابطهٔ مستقیم دارد و حلالیت نمک طعام در آب، مستقل از دماست.

۲- روغن جامد از هیدروژناسیون روغن مایع در حضور کاتالیزگر «نیکل جامد» به‌دست می‌آید.

برنامه زمان بندی هفته بیست و یکم		دقیقه
۱	آماده کردن کلاس (احوالپرسی، حضور و غیاب)	۵
۲	رفع اشکال	۱۰
۳	پرسش	۳۰
۴	تدریس	۸۰
۵	استراحت میان تدریس (دو نوبت)	۱۰

### سوالات پیشنهادی

تذکر : جواب سؤالات در متن فصل موجود است و تنها در حالتی که نیاز به توضیح بیشتر باشد، پاسخ بیان می شود.

- همزدن را تعریف کنید.
- اهداف همزدن را بیان کنید.
- فاکتورهای مؤثر در اختلاط را نام ببرید و برای هر مورد توضیح دهید که رعایت نکردن آنها موجب چه مشکلاتی می شود.
- انواع اختلاط را نام ببرید.
- هدف از اختلاط دو یا چند مایع محلول، چیست؟
- «بلندینگ» چیست؟ ویژگی آن کدام است؟
- مثال هایی از کاربرد «بلندینگ» را در صنعت بنویسید.
- اختلاط دو یا چند مایع نامحلول، چگونه انجام می شود؟ هدف از این نوع اختلاط چیست؟
- فرآیندهایی را مثال بزنید که در آنها، اختلاط دو یا چند مایع نامحلول، کاربرد دارد.
- هدف از همزدن در اختلاط «جامد در مایع» چیست؟ مثال هایی از فرآیندهای فیزیکی و شیمیایی را که این نوع اختلاط در آنها کاربرد دارد، بیان کنید.
- عوامل مؤثر در بهبود اختلاط گاز در مایع را بنویسید.
- فرآیندهایی مثال بزنید که در اثر تماس گاز با مایع، انجام می شوند.
- فرآیندهایی مثال بزنید که در اثر تماس سه فاز مایع و جامد و گاز، انجام می شوند.
- عوامل مؤثر در فرآیندهایی که نیاز به اختلاط سه فاز دارند کدام هستند؟ نام ببرید.
- چرا طراحی دستگاه هایی که در آنها اختلاط سه فاز، صورت می گیرد مشکل است؟
- مشکل مهمی که در خصوص اختلاط جامدات وجود دارد، چیست؟

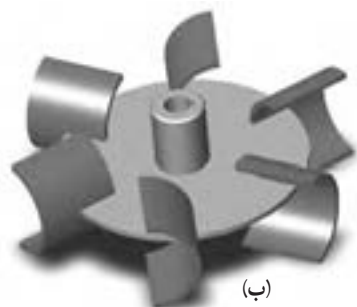
- عوامل مؤثر در جدایی فازهای جامد را، به هنگام همزدن، نام ببرید.
- جدا شدن فازها در اختلاط، با حضور مایع و بدون حضور مایع (اختلاط جامدات) چه تفاوتی دارد؟

### ادامه تدریس فصل دهم

عناوین و مطالبی که در این هفته تدریس می‌شوند، عبارت‌اند از:

- دسته بندی مخلوط‌کن‌ها<sup>۱</sup> به طور کلی
- انواع مخلوط‌کن‌های فاز مایع:
- (الف) مخزن مجهز به همزن مکانیکی (یعنی مهم‌ترین و پرکاربردترین مخلوط‌کن فاز مایع)
- (ب) مخلوط‌کن ساکن
- مقایسه مخزن مجهز به همزن مکانیکی و راکتور ناپیوسته<sup>۲</sup>
- ساختمان، تجهیزات و عملکرد مخزن مجهز به همزن مکانیکی<sup>۳</sup>
- از نظر طراحی، به ارتفاع «مخزن مجهز به همزن مکانیکی» جهت اختلاط گاز-مایع<sup>۴</sup> (نسبت به انواع دیگر اختلاط) بیشتر توجه می‌کنند تا زمان اقامت گاز در مایع افزایش یابد و اختلاط بهتر انجام شود.
- معرفی انواع پره‌های مورد استفاده در مخازن مجهز به همزن مکانیکی، با توجه به خصوصیات<sup>۵</sup> آنها از نظر شکل، سرعت، نحوه جریان سیال به هنگام همزدن و کاربرد در صنعت.

### تصاویری از انواع پره‌ها



(ب)



(الف)



(د)



(ج)



شکل ۱-۱۰-۱ ملخی

شکل ۱-۲- انواع پره توربینی

### ۱- Mixers

۲- تدریس با ارجاع هنرجویان به شکل‌های (۳-۹) و (۱-۱۰) یا (۲-۱۰)، انجام می‌شود.

۳- با توجه به شکل‌های (۱-۱۰) و (۲-۱۰)

۴- مقایسه دو شکل (۱-۱۰) و (۲-۱۰)

۵- از شکل‌های (۳-۱۰) تا (۷-۱۰) و جدول (۱-۱۰) استفاده شود.



شکل ۱۰-۵- پرده حلزونی



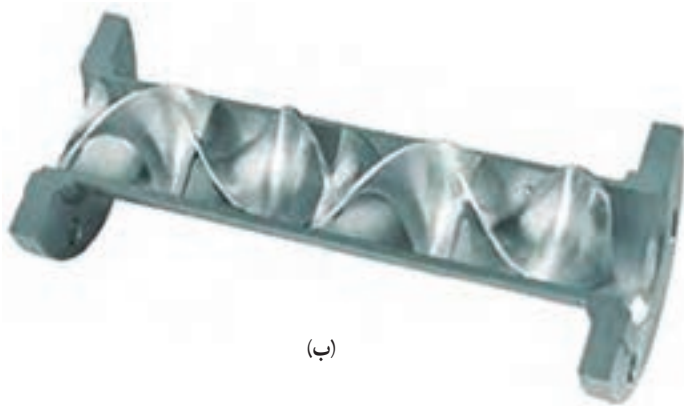
شکل ۱۰-۴- پرده لنگری



شکل ۱۰-۳- پرده بارویی

### — مخلوط‌کن ساکن

در شکل ۱۰-۶، موانع درون مخلوط‌کن ساکن مشاهده می‌شود.



(ب)

شکل ۱۰-۶- مخلوط‌کن ساکن



(الف)

### — مقایسه دو مخلوط‌کن فاز مایع؛

۱- نحوه اختلاط : در مخزن مجهز به همزن مکانیکی، جهت اختلاط از همزن‌های برقی استفاده می‌شود، درحالی‌که در مخلوط‌کن ساکن، برخورد سیالات با موانع ساکن درون مخلوط‌کن، ایجاد آشفتگی می‌کند.

۲- نوع عملیات : مخزن مجهز به همزن مکانیکی به صورت ناپیوسته کار می‌کند، درحالی‌که نوع عملیات در مخلوط‌کن ساکن، پیوسته است.

۳- کاربرد : مخزن مجهز به همزن مکانیکی برای انواع اختلاط به کار می‌رود، درحالی‌که در مخلوط‌کن ساکن، فقط سیالات با هم مخلوط می‌شوند و جهت ورود آنها به مخلوط‌کن به پمپ یا دمنده نیز احتیاج است.

برنامه زمان بندی هفته بیست و دوم		دقیقه
۱	آماده کردن کلاس (احوالپرسی، حضور و غیاب)	۵
۲	رفع اشکال	۱۰
۳	برسش	۳۰
۴	تدریس	۸۰
۵	استراحت میان تدریس (دو نوبت)	۱۰

### سوالات پیشنهادی

- ۱- انواع مخلوط کن ها را به طور کلی نام ببرید.
- ۲- انواع مخلوط کن های فاز مایع را نام ببرید.
- ۳- مهم ترین و پرکاربردترین مخلوط کن فاز مایع چه نام دارد؟
- ۴- تفاوت اصلی مخزن مجهز به همزن مکانیکی و راکتور ناپیوسته چیست؟
- ۵- چرا کف مخزن مجهز به همزن مکانیکی را محدب می سازند؟
- ۶- در صورتی که مخزن مجهز به همزن مکانیکی جهت اختلاط گاز - مایع باشد، طراحی آن چگونه است؟ چرا؟ تفاوت آن را با وقتی که این مخلوط کن برای اختلاط مایع - مایع یا جامد - مایع باشد، ذکر کنید.
- ۷- دلیل استفاده از توزیع کننده گاز در مخلوط کن چیست؟
- ۸- جهت سرمایش و گرمایش مخزن مجهز به همزن مکانیکی چه وسیله ای در نظر گرفته شده است؟
- ۹- نقش بافل چیست؟ چه زمانی به بافل نیازی نیست؟
- ۱۰- انواع پره های قابل استفاده در مخزن مجهز به همزن مکانیکی را نام ببرید.
- ۱۱- برای اختلاط مایعات با گرانروی پایین، از کدام پرها استفاده می شود؟
- ۱۲- پره های مورد استفاده برای اختلاط مایعات ویسکوز (گرانروی بالا) را نام ببرید.
- ۱۳- انواع پرها را، با توجه به کاربرد و سرعت، دسته بندی کنید.
- ۱۴- انواع جریان های سیالات به هنگام همزدن را نام ببرید و بگوئید که هر کدام توسط کدام پره ایجاد می شوند؟ و چگونگی جریان ها را به اختصار تعریف کنید.
- ۱۵- راجع به پره ملخی به موارد زیر پاسخ دهید :  
 الف) نوع جریانی که در مایع ایجاد می کند چیست؟  
 ب) از پره ملخی برای چه نوع عملیاتی استفاده می شود؟  
 ج) در مخازن بزرگ، پره ملخی را چگونه نصب می کنند؟ چرا؟

- (د) به چه دلایلی، همزن ملخی را خارج از مرکز استوانه نصب می‌کنند؟  
 (ه) پره ملخی را، از نظر سرعت و گرانروی سیال مورد استفاده، مورد بررسی قرار دهید.  
 ۱۶- راجع به پره توربینی به موارد زیر پاسخ دهید:  
 الف) نوع جریان‌ی که این پره در مایع ایجاد می‌کند چیست؟  
 ب) کاربرد آن در صنایع شیمیایی چیست؟  
 ج) نام دیگر این پره چیست؟ و چرا به این نام نیز معروف است؟  
 (د) پره توربینی را، از نظر سرعت و گرانروی سیال مورد استفاده، بررسی کنید.  
 ۱۷- در خصوص پره پارویی به موارد زیر پاسخ دهید:  
 الف) نوع جریان‌ی که در مایع ایجاد می‌کند چیست؟  
 ب) آیا در صورت استفاده از این پره، نیازی به بافل هست؟ چرا؟  
 ج) برای اینکه این پره علاوه بر جریان مماسی جریان محوری را نیز ایجاد کند، چگونه آن را می‌سازند؟  
 (د) پره پارویی را، از نظر سرعت و گرانروی سیال مورد استفاده، بررسی کنید.  
 ۱۸- برای همزدن مایعات با گرانروی زیاد، از چه پره‌هایی استفاده می‌شود، به ترتیب نام ببرید.  
 ۱۹- آیا در صورت استفاده از پره‌های لنگری و حلزونی به بافل نیازی هست؟ چرا؟  
 ۲۰- مناسب‌ترین پره برای اختلاط گاز در مایع چیست؟

توصیه می‌شود، یاددهی و یادگیری به طریقی باشد که هنرجویان هم توانایی رسم شکل‌ها را کسب کنند و هم بتوانند شکل‌ها را از یکدیگر تشخیص دهند.

### ادامه تدریس فصل دهم

عناوین و مطالبی که در این هفته تدریس می‌شوند، عبارت‌اند از:  
 - روش‌های اختلاط جامدات و معرفی دستگاه‌هایی که به هر روش کار می‌کنند؛ به صورت زیر:

روش‌های اختلاط جامدات	دستگاه‌های مربوط به هر روش
۱- نفوذ	- مخلوط‌کن V یا Y
۲- جابجایی	- مخلوط‌کن روبانی - مخلوط‌کن نانامیکس - مخلوط‌کن ماریپج عمودی
۳- ایجاد سیالیت در پودر جامدات	- مخلوط‌کن هوایی

- معرفی مخلوط‌کن V یا Y، با توجه به موارد زیر:  
 ساختمان همراه با رسم شکل<sup>۱</sup>، عملکرد مخلوط‌کن، رابطه بازده مخلوط‌کن و سرعت دوران آن.



در شکل ۱۰-۷، یک مخلوط‌کن V مشاهده می‌شود. توجه به سرعت بحرانی<sup>۱</sup> دستگاه، بسیار حائز اهمیت است.



شکل ۱۰-۷- مخلوط‌کن V

— **سرعت بحرانی یا حد**: توجه به سرعت بحرانی در دستگاه‌هایی که حرکت دَوْرانی دارند، مهم و ضروری است، زیرا در این سرعت دستگاه نمی‌تواند وظیفه اصلی‌اش را انجام دهد. به همین دلیل توصیه می‌شود این گونه دستگاه‌ها با کمتر از سرعت بحرانی، کار کنند.

سرعت بحرانی در مخلوط‌کن V، سرعتی است که در آن نیروی گریز از مرکز با نیروی وزن ذرات جامد برابر می‌شود و به علت عدم تحرک و نفوذ نداشتن ذرات، اختلاط متوقف می‌گردد.

— معرفی مخلوط‌کن روبانی با توجه به موارد زیر:

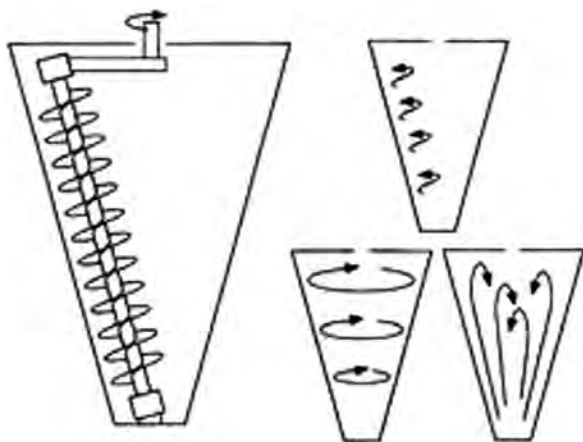
— ساختمان همراه با رسم شکل و عملکرد

در شکل ۱۰-۸، یک مخلوط‌کن روبانی مشاهده می‌شود. یکی از مثال‌های آشنا برای این مخلوط‌کن، چرخ گوشت<sup>۲</sup> است.

— معرفی مخلوط‌کن ناتامیکس با توجه به ساختمان و عملکرد آن.

در شکل ۱۰-۹، نحوه حرکت ذرات درون مخلوط‌کن نشان داده شده

است.



شکل ۱۰-۸ - مخلوط‌کن روبانی

شکل ۱۰-۹ - مخلوط‌کن ناتامیکس

۱- Critical Velocity

۲- البته چرخ گوشت هم مخلوط‌کن و هم خردکن است.

در شکل ۱۰-۱، یک مخلوطکن ناتامیکس در حال انجام اختلاط، مشاهده می‌شود.



شکل ۱۰-۱- مخلوطکن ناتامیکس

– معرفی مخلوطکن ماریپچ عمودی با توجه به ساختمان و عملکرد آن.

در شکل ۱۰-۱۱، مخلوطکن ماریپچ عمودی مشاهده می‌شود.

– توصیه می‌شود دو مخلوطکن ناتامیکس و ماریپچ عمودی از نظر ساختمان و عملکرد

با هم مقایسه شوند:

نتیجه مقایسه این است که بازده ناتامیکس، به علت ایجاد آشفته‌گی بیشتر، بالاتر از

مخلوطکن ماریپچ عمودی است.

– تعریف روش «اختلاط با کمک ایجاد سیالیت در پودر جامدات»

– معرفی مخلوطکن هوایی با توجه به موارد زیر:

ساختمان همراه با رسم شکل<sup>۱</sup>، تجهیزات جانبی مورد استفاده، عملکرد مخلوطکن، نوع

عملیات و تعیین سرعت هوا (یا گاز)



شکل ۱۰-۱۱- مخلوطکن ماریپچ عمودی

۱- شکل (۳-۱۰) کتاب درسی عملیات دستگاهی (صفحه ۷۴) توضیح داده می‌شود.

برنامه زمان بندی هفته بیست و سوم		دقیقه
۱	آماده کردن کلاس (احوالپرسی، حضور و غیاب)	۵
۲	رفع اشکال	۱۰
۳	یرشش	۳۰
۴	تدریس	۸۰
۵	استراحت میان تدریس (دو نوبت)	۱۰

### سوالات پیشنهادی

- ۱- روش های اختلاط جامدات را نام ببرید و برای هر روش دستگاهی را مثال بزنید.
- ۲- اختلاط جامدات به روش نفوذ، چگونه انجام می شود؟
- ۳- مخلوط کن V یا Y به چه روشی کار می کند؟ ساختمان و عملکرد آن را بنویسید.
- ۴- سرعت بحرانی را تعریف کنید و بگوئید سرعت مخلوط کن V نسبت به سرعت بحرانی چگونه باید باشد؟ چرا؟
- ۵- اختلاط به روش جابجایی را توضیح دهید و دستگاه هایی را که به این روش کار می کنند، نام ببرید.
- ۶- ساختمان و عملکرد مخلوط کن روبانی را توضیح دهید.
- ۷- ساختمان و عملکرد مخلوط کن ناتامیکس را توضیح دهید.
- ۸- ساختمان و عملکرد مخلوط کن ماریچ عمودی را توضیح دهید.
- ۹- تفاوت دو مخلوط کن ناتامیکس و ماریچ عمودی را توضیح دهید و بگوئید به نظر شما راندمان کدامیک بیشتر است؟ چرا؟
- ۱۰- اختلاط به روش «ایجاد سیالیت در پودر جامدات» را توضیح دهید و دستگاهی را که به این روش کار می کند نام ببرید.
- ۱۱- مخلوط کن هوایی<sup>۱</sup> به چه روشی کار می کند؟ ساختمان و عملکرد آن را توضیح دهید.
- ۱۲- سرعت گاز ورودی به مخلوط کن هوایی چگونه و با چه وسیله ای تنظیم می شود؟
- ۱۳- تجهیزات جانبی مخلوط کن هوایی را نام ببرید و همراه با رسم شکل، نقش هر یک را بیان کنید.
- ۱۴- عملکرد مخلوط کن های جامدات را از نظر نوع عملیات بررسی کنید.

پاسخ سؤال (۱۲): سرعت گاز ورودی به مخلوط کن هوایی توسط یک شیر کنترل دبی، در حدی تنظیم

۱- نام دیگر مخلوط کن هوایی، مخلوط کن بسترسیال است.

می‌شود که از طرفی قدرت و فشار لازم جهت ایجاد سیالیت را داشته باشد تا اختلاط به خوبی انجام شود و از طرف دیگر آن قدر زیاد نباشد که ذرات جامد را با خود از بالای مخلوط‌کن بیرون ببرد.  
پاسخ سؤال (۱۳) :

- ۱- صافی جهت جداسازی پودرهای جامد خروجی به همراه گاز (هوا)
  - ۲- کمپرسور برای افزایش فشار و انرژی گاز (هوا)
  - ۳- مخزن ذخیره هوای فشرده
  - ۴- شیر کنترل دبی گاز جهت تنظیم مقدار گاز ورودی به مخلوط‌کن
  - ۵- توزیع کننده گاز برای ایجاد جریان‌های بیشتر گاز به منظور افزایش بازده اختلاط
- پاسخ سؤال (۱۴) : همه مخلوط‌کن‌های جامدات به روش ناپیوسته کار می‌کنند، به جز مخلوط‌کن روبانی که به هر دو روش پیوسته و ناپیوسته می‌تواند کار کند.

### ادامه تدریس فصل دهم

عناوین و مطالبی که در این هفته تدریس می‌شوند، عبارت‌اند از :

– کاهش اندازه مواد و اهداف آن

«کاهش اندازه مواد» در هر سه حالت ماده با هدف «افزایش سطح تماس<sup>۱</sup>» توسط دستگاه‌های مربوطه انجام می‌شود.

در این فصل، کاهش اندازه جامدات بررسی می‌شود، ضمن این که اهداف دیگری نیز مد نظر است، از جمله :

۱- ایجاد شکل مطلوب

۲- اشغال فضای کمتر

۳- انتقال آسان

جهت کاهش اندازه مایعات و گازها از «توزیع کننده‌ها<sup>۲</sup>» و برای جامدات از، خردکن‌ها<sup>۳</sup> و آسیاب‌ها<sup>۴</sup> و دستگاه‌های برنده<sup>۵</sup>

استفاده می‌کنند.

– روش‌های مختلف کاهش اندازه جامدات با ذکر مثال‌های مربوطه

نمونه‌های یاد شده، وسایل مورد استفاده روزمره‌اند. توصیه می‌شود در همین قسمت، علاوه بر آنها، دستگاه‌های صنعتی مربوطه

نیز به صورت زیر نام برده شوند :

۱- خردکن فکی<sup>۶</sup> به روش متراکم کردن

۲- خردکن غلتکی<sup>۷</sup> به روش سایش

---

۱- افزایش سطح تماس، عامل مهمی در بهبود عملیات فیزیکی و شیمیایی است.

۲- در فصل ۱۱ کتاب درسی عملیات دستگاهی (صفحات ۱۰۱ و ۱۰۲) توزیع کننده‌های مایع و گاز مشاهده می‌شوند.

۳- Crushers

۴- Grinders

۵- Cutting machines

۶- Jaw crusher

۷- roll crusher

۳- آسیاب دوار<sup>۱</sup> به روش ضربه زدن

۴- دستگاه‌های برنده به روش بریدن یا قطع کردن

- خصوصیات یک دستگاه کاهش اندازه مطلوب

- تفاوت عملکرد واقعی دستگاه‌های کاهش اندازه و عملکرد ایده‌آل آنها

- بازده و هزینه دستگاه‌های کاهش اندازه

بازده این دستگاه‌ها به دلیل تولید دانه‌های خیلی ریز غیر قابل کنترل، پایین است ولی هزینه آنها بالاست.

- تقسیم‌بندی دستگاه‌های کاهش اندازه جامدات و مقایسه عملکرد آنها با هم

- معرفی خردکن فکی با توجه به موارد زیر:

اساس کار، ساختمان، عملکرد و کاربرد

در شکل ۱۰-۱۲، یک خردکن فکی مشاهده می‌شود.



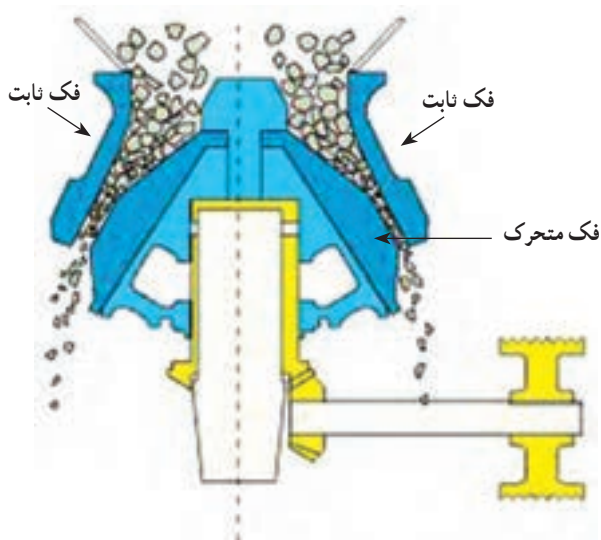
شکل ۱۰-۱۲- خردکن فکی

در شکل ۱۰-۱۳، یک خردکن فکی با ظرفیت بالاتر، مشاهده

می‌شود. این خردکن دارای دو فک ثابت و یک فک متحرک

مشترک است، که با حرکت رفت و برگشتی، تراکم و خردکردن مواد

روی دو فک ثابت، انجام می‌شود.



شکل ۱۰-۱۳- خردکن فکی

– معرفی خردکن غلتکی، با توجه به موارد زیر؛

اساس کار، ساختمان، عملکرد، دلیل استفاده از فنر اطمینان

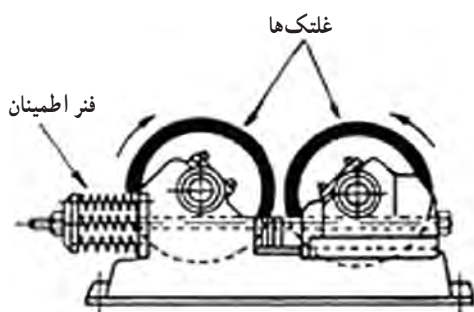
خردکن‌های غلتکی در صنعت، به دو صورت طراحی و ساخته می‌شوند :

۱- تک غلتکی مانند شکل ۱۰-۱۴-الف، که مواد بین غلتک چرخان و یک دیواره ساکن خرد می‌شوند.

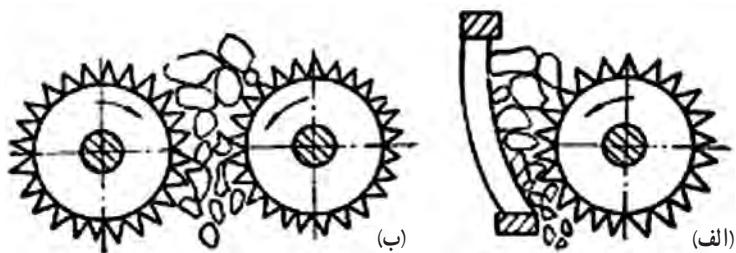
۲- دوغلتکی مانند شکل ۱۰-۱۴-ب، سطح غلتک‌ها ممکن است دندانه‌دار یا صاف باشند، همانطور که در شکل‌های ۱۰-۱۴

و ۱۰-۱۵ به ترتیب، مشاهده می‌شوند.

– هدف استفاده از آسیاب‌ها



شکل ۱۰-۱۵- خردکن غلتکی



شکل ۱۰-۱۴- خردکن غلتکی

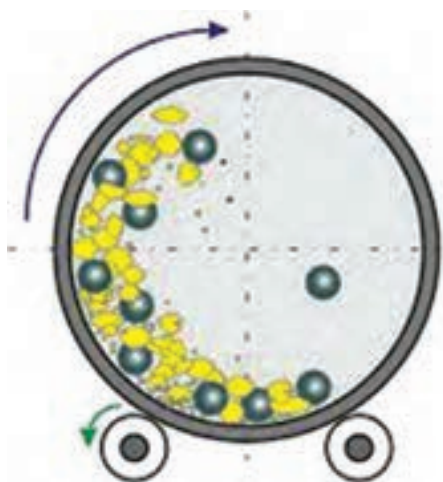
– معرفی آسیاب دوار با توجه به موارد زیر :

اساس کار، ساختمان، عملکرد، شکل و جنس و نقش مواد ساینده،

انواع آسیاب دوار بر مبنای نوع مواد ساینده و مقایسه آنها با هم از نظر اساس

کار، سرعت بحرانی در آسیاب دوار،... شکل ۱۰-۱۶ عملکرد یک آسیاب

دوار را نشان می‌دهد.



شکل ۱۰-۱۶- عملکرد مواد ساینده در آسیاب دوار



در شکل ۱۰-۱۷، یک آسیاب دوار مشاهده می‌شود.

شکل ۱۰-۱۷- آسیاب دوار



– کاربرد دستگاه‌های برنده

– معرفی دستگاه‌های برنده با توجه به اساس کار، ساختمان و تجهیزات آنها و عملکردشان. در شکل‌های ۱۸-۱۰ و ۱۹-۱۰، نمونه‌هایی از دستگاه‌های برنده مشاهده می‌شود.



شکل ۱۰-۱۹- دستگاه برنده کاغذ



شکل ۱۰-۱۸- دستگاه برنده چوب

– چگونگی مطلوب کردن عملکرد دستگاه‌های کاهش اندازه

### فعالیت

هنرجویان با استفاده از واژه‌های کلیدی مربوط به نام دستگاه‌ها، مجموعه‌هایی از تصاویر را به صورت گروهی تهیه کنند.

این مجموعه را می‌توان به صورت نرم‌افزارهای آموزشی تهیه کرد. به بهترین مجموعه امتیاز ویژه‌ای تعلق گیرد و برای بقیه نیز امتیازی منظور گردد.

به هنرجویان یادآوری گردد که خودآزمایی را حل کنند و برای یک آزمون از کل فصل دهم، آماده شوند.

برنامه زمان بندی هفته بیست و چهارم		دقیقه
۱	آماده کردن کلاس (احوالپرسی، حضور و غیاب)	۵
۲	رفع اشکال	۱۰
۳	حل خودآزمایی فصل نهم	۱۵
۴	پرسش	۳۵
۵	برگزاری یک آزمون از فصل دهم	۶۰
۶	استراحت (دو نوبت)	۱۰

### خودآزمایی فصل دهم صفحه (۸۲)

جواب همه سؤالات خودآزمایی در متن فصل موجود است. تنها به سؤال ۱۰، به منظور توضیح بیشتر، پاسخ داده می شود:

سؤال ۱۰- در آسیاب های دوار، گلوله ها یا میله ها حداکثر چه حجم از مخزن را می توانند اشغال کنند؟ چرا؟  
 پاسخ: گلوله ها یا میله ها حدود نیمی از حجم مخزن آسیاب را پر می کنند و در این حالت است که حداکثر تحرک، حداکثر قدرت ضربه و حداکثر ظرفیت خرد کردن وجود دارد.

### سؤالات پیشنهادی

- ۱- اصطلاح کاهش اندازه، به چه روش هایی اطلاق می شود؟
- ۲- اهداف خرد کردن جامدات را بیان کنید.
- ۳- روش های مختلف کاهش اندازه جامدات را نام ببرید و برای هر کدام مثالی از دستگاه های روزمره و صنعتی ذکر کنید.
- ۴- کاربرد هر یک از روش های تراکم، ضربه زدن، سایش و قطع کردن را بنویسید. (از نظر اندازه محصول)
- ۵- دستگاه کاهش اندازه باید دارای چه خصوصیتی باشد؟
- ۶- چرا بازده دستگاه های کاهش اندازه پایین است؟
- ۷- انواع دستگاه های کاهش اندازه را نام ببرید و کاربرد هر کدام را بگوئید.
- ۸- کاربرد «آسیاب های تولید مواد بسیار ریز» چیست؟
- ۹- اساس کار خردکن فکی چیست؟
- ۱۰- ساختمان خردکن فکی را توضیح دهید و عملکرد آن را بیان کنید.



- ۱۱- اختلاف خردکن‌های فکی در چیست؟
- ۱۲- خردکن غلتکی به چه روشی کار می‌کند؟
- ۱۳- یک خردکن غلتکی از چه قسمت‌هایی تشکیل شده است؟
- ۱۴- طرز کار یک خردکن غلتکی را بیان کنید.
- ۱۵- اندازه خرده‌های محصول در خردکن غلتکی به چه عاملی بستگی دارد؟
- ۱۶- علت استفاده از فنر اطمینان در خردکن غلتکی چیست؟
- ۱۷- اگر در خوراک یک خردکن غلتکی، ماده غیرقابل خرد شدن (نشکن) باشد که بین دو غلتک عامل فشار شود، در این صورت محافظت از خردکن، چگونه انجام می‌شود؟
- ۱۸- خوراک آسیاب‌ها، چیست؟
- ۱۹- آسیاب دوار به چه شکلی است؟ جنس آن را از چه ماده‌ای انتخاب می‌کنند؟
- ۲۰- آسیاب دوار، به چه روشی کار می‌کند؟
- ۲۱- ساختمان آسیاب دوار و تجهیزات مربوط به آن را توضیح دهید.
- ۲۲- نقش مواد ساینده در آسیاب دوار چیست و از نظر شکل، جنس و تعداد چگونه هستند؟
- ۲۳- آسیاب دوار از نظر عملیاتی، چگونه است؟
- ۲۴- عملکرد آسیاب دوار را توضیح دهید.
- ۲۵- انواع آسیاب دوار را نام ببرید و اساس کار خرد شدن در هر کدام را توضیح دهید.
- ۲۶- تأثیر سرعت چرخش آسیاب دوار در بازده آن چیست؟ با توجه به سرعت بحرانی، در این مورد بحث کنید.

- ۲۷- در سرعت بحرانی، عمل خرد کردن چگونه انجام می‌شود؟ چرا؟
- ۲۸- دستگاه‌های بُرنده، برای خرد کردن چه نوع قطعاتی قابل استفاده هستند؟
- ۲۹- یک دستگاه بُرنده از چه قسمت‌هایی تشکیل شده است؟
- ۳۰- برای عملکرد مطلوب دستگاه‌های کاهش اندازه، چه مواردی را باید در نظر داشت؟

یادآوری :

هفته‌های «بیست و پنجم» و «بیست و ششم» جزء تعطیلات نوروز است.