

فصل پنجم

رآكتورهای شیمیایی

مدرس:
نقیسه ینش

فهرست

- مقدمه

- انواع رآكتورها

- ✓ رآكتورهای ناپيوسته

- ✓ رآكتورهای نیمه پيوسته

- ✓ رآكتورهای مخلوط شونده

- ✓ رآكتورهای لوله ای

- ✓ رآكتورهای بستر ثابت

- ✓ رآكتورهای بستر سیال

- عملکرد رآكتور

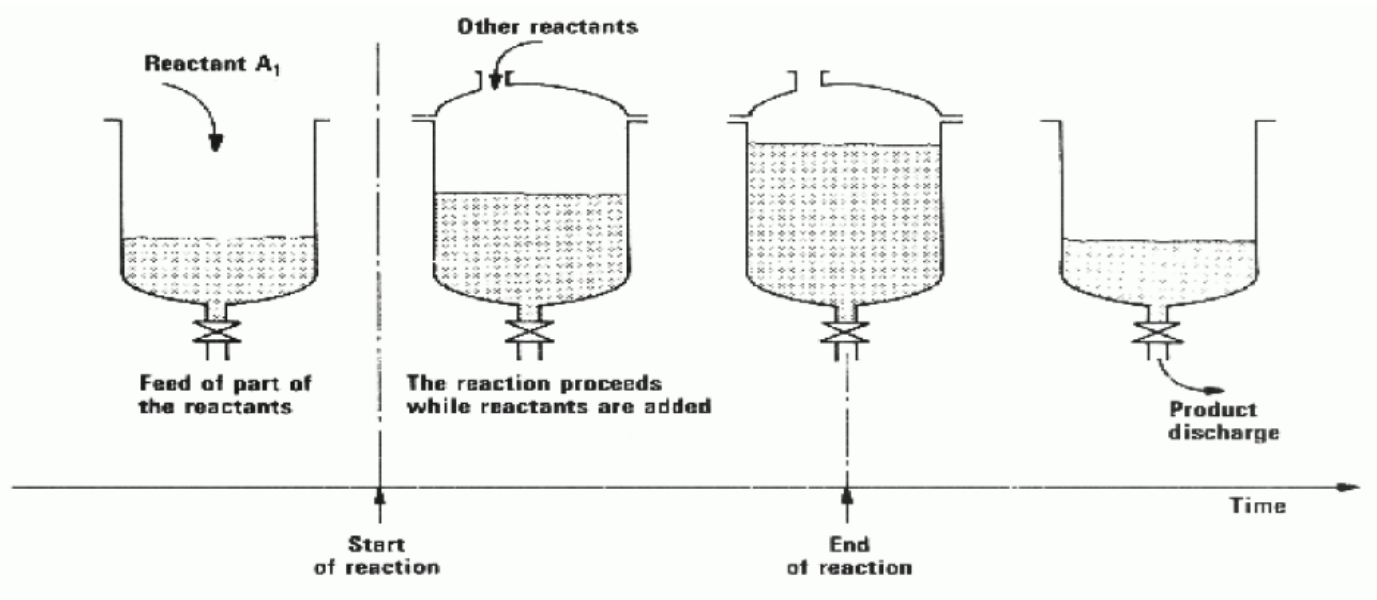
مقدمه

- رآکتور یک ظرف یا محفظه با شکل های مختلف است که در آن واکنش شیمیایی صورت می گیرد و مواد ورودی به محصولات تبدیل می شوند.
- واکنش های شیمیایی که در داخل رآکتور صورت می گیرند به دو دسته کلی تقسیم می شوند:
- ✓ متجانس: همه واکنش دهنده ها در یک فاز قرار دارند که ممکن است گاز، مایع یا جامد باشد.
- ✓ نامتجانس: واکنش هایی که برای انجام آنها حداقل دو فاز لازم است.
- متغیرهای مؤثر بر سرعت واکنش ها:
- ✓ در سیستم های متجانس، دما، فشار و غلظت مواد
- ✓ در سیستم نا متجانس، علاوه بر موارد فوق، سرعت انتقال جرم و انتقال حرارت بین فاز ها

انواع راکتورها:

۱. راکتورهای ناپیوسته Batch

- در راکتور هایی که حین انجام واکنش، ماده ای به راکتور وارد نشده و از آن نیز خارج نمی شود، سیستم ناپیوسته نامیده می شود.
- در این نوع از راکتور، ابتدا مواد اولیه وارد راکتور می شود و پس از انجام واکنش در زمان مشخص، محصول یا محصولات و موادی که واکنش نداده اند از راکتور خارج می شوند.
- پس از تخلیه محصولات از راکتور جهت انجام واکنش دوره های بعدی پاکسازی و مهیا می شود.



کاربرد رآکتورهای ناپیوسته:

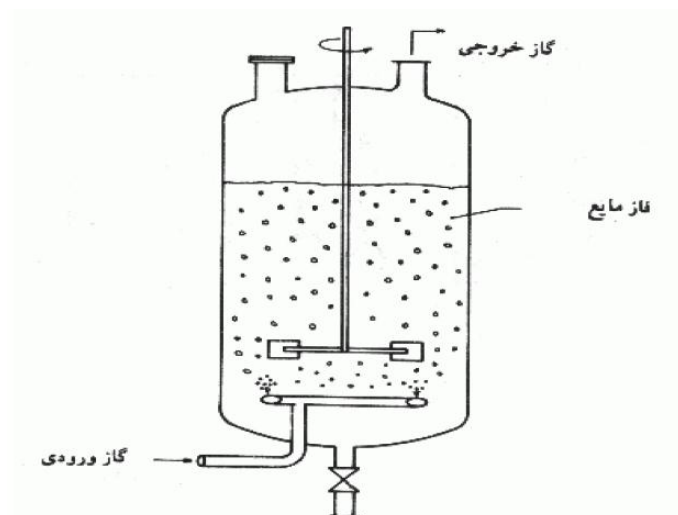
- تولید در مقیاس کوچک صنعتی (ظرفیت کم)
- آزمایش کردن فرآیندهای ناشناخته
- تولید صنعتی محصولات گران قیمت
- برای محصولاتی که تولید آنها در شرایط مداوم مشکل می باشد.

مزیت راکتورهای ناپیوسته: با دادن زمان لازم برای انجام واکنش، مواد اولیه با درصد تبدیل بالا به محصولات مورد نظر تبدیل می گردند و احتیاج به وسایل اضافی و کمکی کمتری دارند.

معایب راکتورهای ناپیوسته: استفاده از این نوع راکتورها محدود به واکنش های متجانس فاز مایع می باشد. همچنین هزینه تولید در واحد حجم محصول بالا می باشد (به دلیل بالا بودن زمان سیکل و زمان تخلیه و شستشو). ضمناً تولید صنعتی در مقیاس بالا در اینگونه راکتورها مشکل می باشد.

۲. راکتورهای نیمه پیوسته Semi Batch

- این نوع از راکتورها دارای انواع مختلفی هستند، دارای فقط ورودی و یا خروجی ماده هستند.
- راکتورهای نیمه پیوسته دارای همان محدودیت های راکتور ناپیوسته هستند اما از نظر مزایا نسبت به راکتورهای ناپیوسته، دارای کنترل مناسب تر حرارت و واکنش های نامطلوب می باشد. بدین صورت که می توان با وارد نمودن تدریجی یکی از اجزای واکنش دهنده با غلظت پایین از ایجاد محصولات نامطلوب جلوگیری نمود.

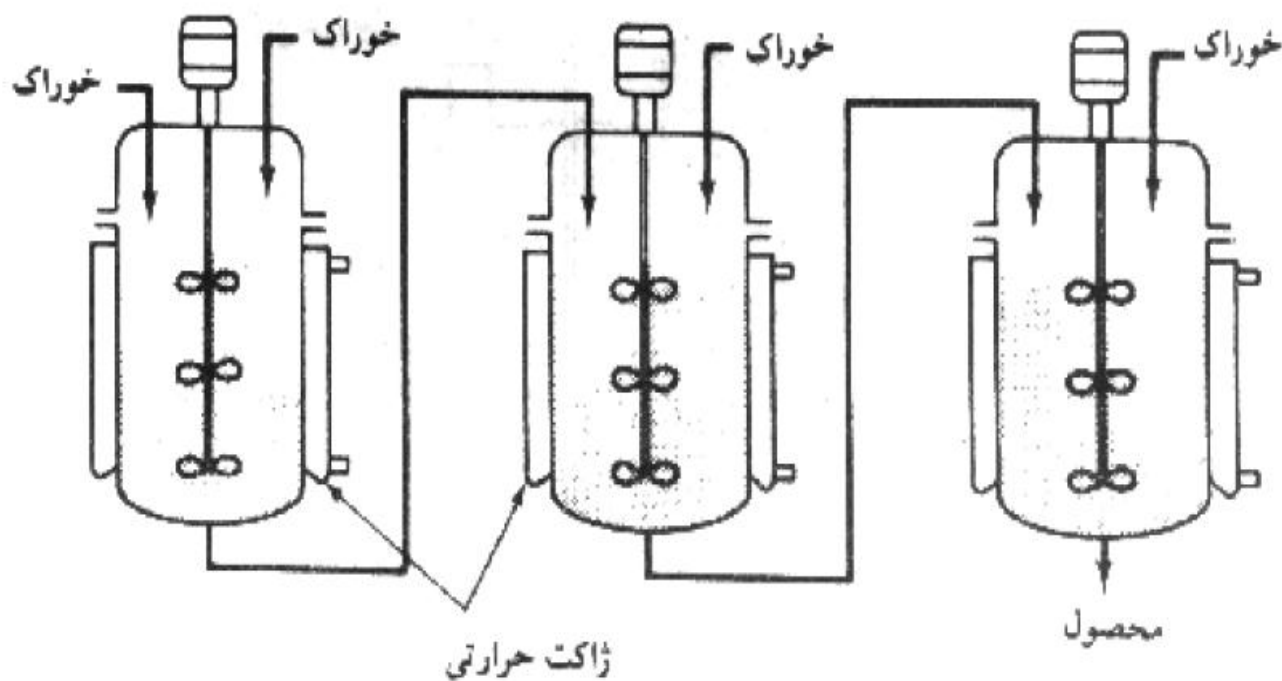


- از موارد استفاده راکتورهای نیمه پیوسته می توان به کاربرد آن برای واکنش های دو فاز نام برد که گاز به صورت حباب وارد فاز مایع شود.
- دو نوع غالب از ترکیب مواد در راکتور نیمه پیوسته وجود دارد که در نوع اول راکتور از یکی از مواد اولیه پر شده و ماده یا مواد اولیه دیگر به آن اضافه می شوند. در نوع دیگر مواد اولیه به طور همزمان وارد راکتور می شوند و تا پایان واکنش هیچ ماده ای از راکتور خروج پیدا نمیکند.

۳. راکتورهای مخلوط شونده Mixed

- در این راکتور مواد اولیه وارد راکتور می شوند و پس از اختلاط در راکتور و اقامت برای مدت زمان مشخص، از راکتور خارج می شوند.
- این راکتور زمانی که یک واکنش شیمیایی احتیاج به همزدن شدید داشته باشد، مورد استفاده قرار می گیرد.
- کنترل حرارت در این راکتورها به آسانی انجام می گیرد.
- یکی از محدودیت های این نوع راکتورها درصد تبدیل پایین آنها در واحد حجم محصول تولید است. به همین دلیل حجم راکتور را باید خیلی بزرگ انتخاب کرد تا به درصد تبدیل بالا دست یافت.

- در صنعت معمولاً از یک سری راکتور مخلوط شونده پشت سرهم استفاده می شود.



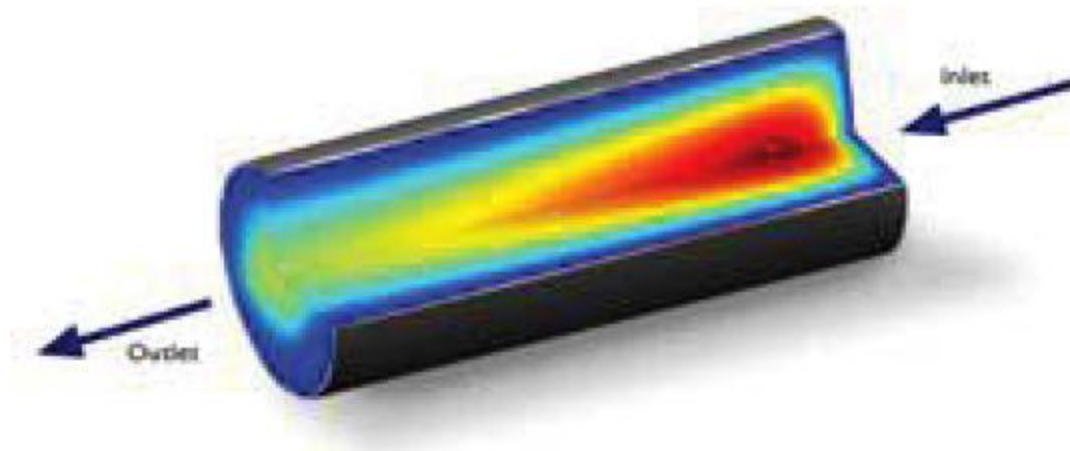
- راکتورهای مخلوط شونده اغلب برای واکنش های متجانس در فاز مایع استفاده می شود.
- در این راکتورها، جریان خوراک و محصول پیوسته است و فرض می شود که محتویات راکتور کاملاً بهم می خورد. این عمل منجر به یکنواختی درجه حرارت و ترکیب در راکتور می شود.

۴. راکتورهای لوله ای Plug

- در صنایع شیمیایی برای فرآیندهای با مقیاس بزرگ معمولاً از راکتورهای لوله ای استفاده می شود. زیرا نگهداری سیستم راکتورهای لوله ای آسان می باشد
- معمولاً بالاترین درصد تبدیل مواد اولیه در واحد حجم راکتور را در مقایسه با سایر راکتورهای پیوسته دارد.
- این نوع راکتورها اغلب برای واکنش های متجانس گازی انجام می گردند.



- از محدودیت های این رآکتورها مشکل کنترل حرارتی برای واکنش های گرمازایی است که بسیار سریع عمل کرده و نهایتا منجر به ایجاد نقاط داغ می گردند. نقاط داغ باعث می شوند که کیفیت محصول کاهش یابد و همچنین دستگاه آسیب ببیند.



۵. راکتورهای بستر ثابت Fixed Bed

- راکتورهای بستر ثابت در واقع همان راکتورهای لوله ای پر شده از دانه های جامد کاتالیزور است.
- واکنش های غیرمتجانس از نوع گازی و کاتالیزوری در این نوع راکتورها انجام می گیرد.
- **معایب:**
 - ✓ مشکل کنترل حرارتی
 - ✓ مشکل جایگزینی کاتالیزور بعد از غیرفعال شدن آن می باشد.
 - ✓ بعضی اوقات پدیده کانالیزه شدن مواد گازی در حین عبور از درون راکتور باعث کاهش زمان اقامت برای انجام واکنش می شود.
- **مزایا:**
 - ✓ درصد تبدیل بالا در واحد وزن کاتالیزور مصرفی
 - ✓ قیمت پایین تر

۵. راکتورهای بستر سیال Fluidized Bed

- در راکتور بستر سیال همانند راکتور مخلوط شونده، محتویات داخل راکتور اگرچه غیرمتجانس هستند ولی به خوبی با یکدیگر مخلوط شده و باعث توزیع یکنواخت دما در تمام نقاط راکتور می گردند.
- به دلیل توزیع مناسب حرارت در داخل این راکتورها مشکل نقاط داغ وجود ندارد.
- به دلیل ظرفیت بالا و کنترل حرارت خوب این نوع راکتورها کاربرد صنعتی زیادی پیدا کرده اند.

عملکرد رآکتور

برای رآکتورها سه پارامتر مهم جهت توصیف عملکرد رآکتور مورد استفاده قرار می گیرد:

- **درصد تبدیل Conversion**: نسبت مقدار مواد واکنش دهنده مصرفی در رآکتور به مقدار مواد واکنش دهنده اولیه ای که به رآکتور تغذیه می شود. اگر واکنش برگشت پذیر باشد، حداکثر درصد تبدیلی که به آن می توان رسید درصد تبدیل تعادلی نامیده می شود.
- **انتخاب پذیری Selectivity**: نسبت مقدار محصول مطلوب تولید شده به مقدار مواد واکنش دهنده مصرفی در رآکتور
- **بازده Yield**: مقدار محصول مطلوب تولید شده به مقدار مواد واکنش دهنده اولیه ای که به رآکتور تغذیه می شود.