

آیا جزوه را از سایت ما دانلود کرده اید؟

کتابخانه الکترونیکی **PNUEB**

پیام نوری ها بشتابید

مزایای عضویت در کتابخانه **PNUEB**:

دانلود رایگان و نامحدود خلاصه درس و جزوه

دانلود رایگان و نامحدود حل المسائل و راهنما

دانلود کتابچه نمونه سوالات دروس مختلف پیام نور با جواب

**WWW.PNUEB.COM**

# کتابچه نمونه سوالات چیست؟

سایت ما **افتخار** دارد برای اولین بار در ایران توانسته است کتابچه نمونه سوالات تمام دروس پیام نور که هر یک حاوی تمامی آزمون های برگزار شده پیام نور (تمامی نیمسالهای موجود **فتی الامکان** با **جواب**) را در یک فایل به نام کتابچه جمع آوری کند و هر ترم نیز آن را آپدیت نماید.

## مراحل ساخت یک کتابچه نمونه سوال

**(برای آشنایی با زحمت بسیار زیاد تولید آن در هر ترم):**

دسته بندی فایلها - سرچ بر اساس کد درس - پسابندن سوال و جواب - پیدا کردن یک درس در نیمسالهای مختلف و پسابندن به کتابچه همان درس - پسابندن نیمسالهای مختلف یک درس به یکدیگر - وارد کردن اطلاعات تک تک نیمسالها در سایت - آپلود کتابچه و فیلدی موارد دیگر..

**همچنین** با توجه به تغییرات کدهای درسی دانشگاه استثنائات زیادی در ساخت کتابچه بوجود می آید که کار ساخت کتابچه را بسیار پیچیده می کند.

**WWW.PNUEB.COM**

# اصول صنایع شیمیایی

ترجمه : دکتر سید احمد میر شکرایی

(۳ واحد)

برای دانشجویان رشته شیمی محض و شیمی کاربردی

کتابخانه الکترونیکی **PNUEB**

**WWW.PNUEB.COM**

تهیه کننده : دکتر عبدالمحمد عطاران

# فهرست مطالب

## ■ فصل اول:

صنایع شیمیایی و تولید مواد شیمیایی در مقیاس بزرگ

## ■ فصل دوم:

فرآیندهای تهیه مواد معدنی

## ■ فصل سوم:

فرآورده های فرآیندهای تخمیری

## ■ فصل چهارم:

فرآیندهای تهیه ترکیبات آلی

ادامه دارد

# ادامه فهرست مطالب

■ فصل پنجم:

تبدیل یک فرآیند آزمایشگاهی به  
واحد صنعتی نمونه و سپس به کارخانه

■ فصل ششم:

برآورد هزینه ها

■ فصل هفتم:

آثار زیست محیطی

■ فصل هشتم:

تجهیزات و وسایل برای تولید بزرگ

ادامه دارد

## ادامه فهرست مطالب

■ فصل نهم:

تقطیر ، استخراج و تبلور در تولیدهای بزرگ

■ فصل دهم:

تهیه فرآورده های شیمیایی از مولکولهای کوچک

■ فصل یازدهم:

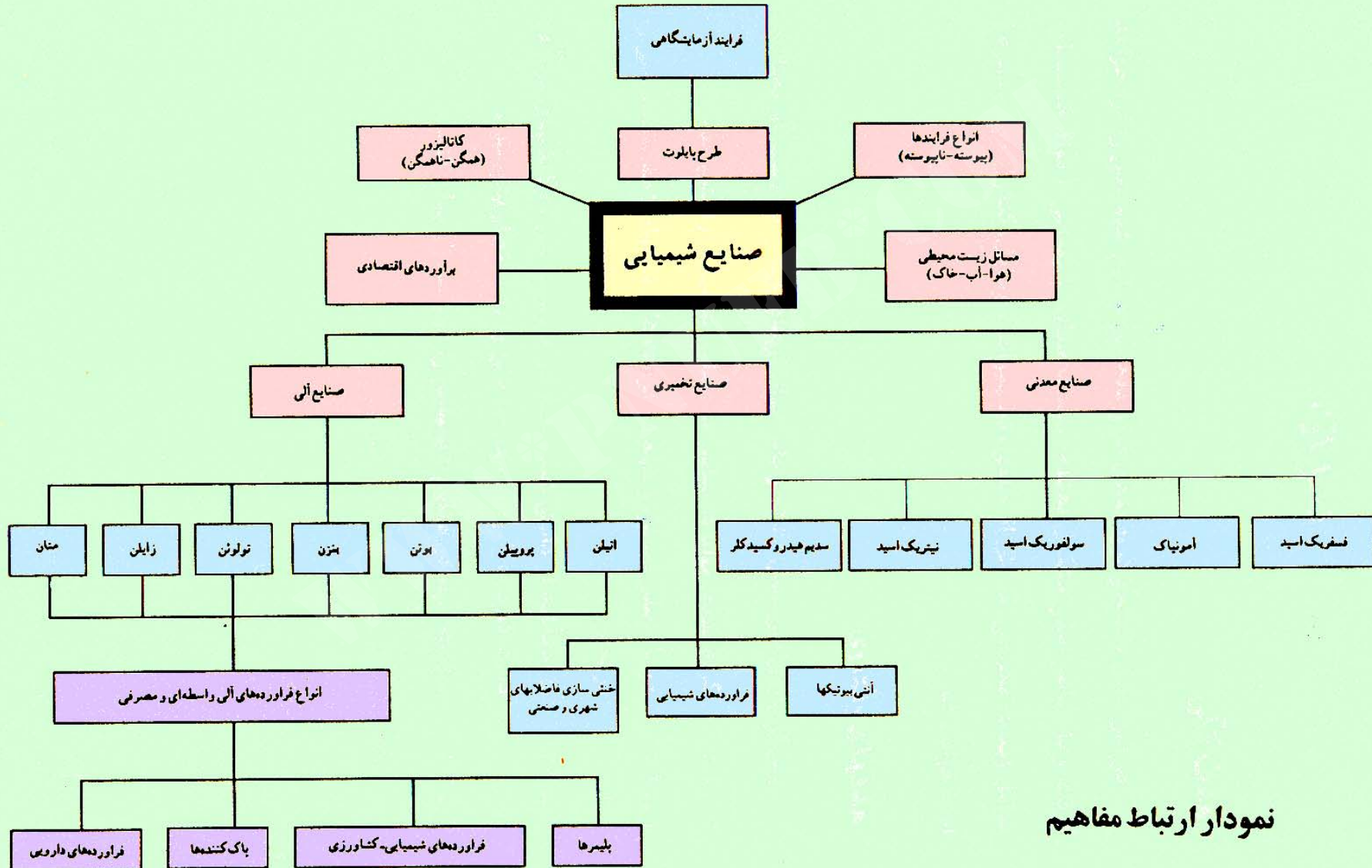
کاتالیزورهای صنعتی

■ فصل دوازدهم:

مشاغل که برای آنها دانش صنایع شیمیایی ضروری است

ادامه دارد

# نمودار ارتباط تولید در صنایع شیمیایی



نمودار ارتباط مفاهیم

## فصل اول :

# صنایع شیمیایی و تولید مواد شیمیایی در مقیاس بزرگ

■ هدف کلی :

آشنایی با فرآورده ها در صنایع شیمیایی

آشنایی با عناوین اصلی تشکیل دهنده مباحث صنایع شیمیایی

■ شامل :

مواد خام ، عوامل زیست محیطی ، مسائل اقتصادی ، تجهیزات و وسایل ،  
کنترل کیفیت و غیره



## هدفهای رفتاری

گروه بندی مواد شیمیایی

عوامل اصلی مؤثر و مهم در فرآیندهای شیمیایی صنعتی

واکنشهای تهیه ۱۰ فرآورده مهم در صنعت شیمیایی

فهرست بندی عناوین مهم در صنایع شیمیایی

# ارتباط آموخته های دانشگاهی در دروس شیمی با تولید مواد شیمیایی در مقیاس بزرگ

گروه بندی فرآورده های صنایع شیمیایی

■ کودهای شیمیایی . لاستیک ، پلاستیکها و رزینها

■ شیشه و مواد معدنی دیگر. اندودها و پوششهای محافظت کننده

■ فرآورده های نفتی و پالایشگاهی . الیاف نساجی

ادامه دارد

## ادامه گروه بندی فرآورده های صنایع شیمیایی

■ پاک کننده ها و صابون . فرآورده های بهداشتی

■ حشره کش ها و مواد شیمیایی مورد نیاز صنایع غذایی ، کاغذ سازی و عکاسی

■ مواد آلی دیگر ، مواد مورد نیاز صنایع الکترونیک و صنایع هسته ای

## مواد خام ، مواد خام طبیعی و فرآورده های مربوطه

مواد خام طبیعی	مواد خام دیگر	→	فرآورده ها	ردیف
هوا		→	$O_2 + N_2$	۱
$CH_4 + H_2O$		→	$CO + H_2$	۲
$N_2$ (as air) +	$H_2$	→	$NH_3$	۳
$O_2$ (as air) +	$NH_3$	→	$HNO_3$	۴
$O_2$ (as air) + S + $H_2O$		→	$H_2SO_4$	۵
$Al_2O_3$ +	$H_2SO_4$	→	$Al_2(SO_4)_3$	۶
$CaF_2 \cdot 3[Ca_3(PO_4)_2]$ +	$H_2SO_4$	→	$H_3PO_4$	۷
$NaCl + H_2O$		→	$NaOH + Cl_2 + H_2$	۸
	$H_2 + Cl_2$	→	$2HCl$	۹
+ آلکانها	$Cl_2$	→	$Cl - \text{alkanes} + HCl$	۱۰
$CaCO_3$		→	$CaO + CO_2$	۱۱
$CaCO_3 + NaCl$		→	$CaCl_2 + Na_2CO_3$	۱۲
$SiO_2$ +	$Na_2CO_3$	→	$Na_2O \cdot SiO_2$	۱۳
	$CO_2 + NH_3$	→	$NH_2CONH_2$	۱۴
$TiO_2$ (as air) +	$Cl_2 \rightarrow TiCl_4$	→	$TiO_2$	۱۵

## مروری بر عناوین مهم

انواع فرآیندها : معدنی ، آلی و تخمیری  
شامل : فرآیندهای شیمیایی ساده و پیچیده

بزرگ سازی فرآیندها . برآورد هزینه ها . انرژی مورد نیاز . کنترل مواد شیمیایی . استفاده  
از کاتالیزورها . مواد زاید و فاضلابها (محیط زیست) . تجهیزات و وسایل

## برای درک بهتر مطالب مطرح شده در این درس میبایست :

- به کتابها و مجلات تخصصی مراجعه و در مورد یکی از فرآیندهای شیمیایی مقاله ای تهیه شود
- با مراجعه با سایتهای مختلف اینترنتی اطلاعات جدید و مورد نیاز جمع آوری گردد
- بازدید از صنایع شیمیایی در دسترس و تهیه يك گزارش کامل از یکی از آنها

## چگونه يك مقاله مفيد تهيه مي شود

■ مقدمه :

منظور از تهیه مقاله ، جمع آوری اطلاعات مقدماتی برای درک بهتر مطالب اصلی

■ شرح :

توضیح فرآیند ، معادله های شیمیایی ، منابع مواد خام و کنترل کیفی آنها

■ نموداری از کل فرآیند ، کنترل کیفی محصولات و ضایعات خروجی

## چگونه يك گزارش بازديد علمي تهيه مي شود

■ مقدمه :

هدف از بازديد، جمع آوری اطلاعات مقدماتي و آماری در مورد آن صنعت

■ شرح :

معرفي مواد اولیه ، توضیح راجع به دستگاهها و وسایل مورد نیاز

■ بازده تولید ، مواد زايد و استفاده از جداول و نمودارها و معادلات شیمیایی مربوطه



## فصل دوم

# فرآیندهای تهیه مواد معدنی

شامل :

فسفریک اسید و فسفریک اسید بسیار خالص

سوپر فسفات و سوپر فسفات سه گانه

سولفوریک اسید , نیتریک اسید و آمونیاک

## ■ هدف کلی:

آشنایی با فرآیندهای تولید مواد معدنی مهم  
استفاده از فرمولهای شیمیایی ، رسم نمودارها و وسایل زیست محیطی

## ■ هدفهای رفتاری:

شناخت کافی از فرآیندهای تولید مواد مهم صنعتی  
شناخت کافی از فرآیندهای مرطوب ، خشک ، دیافراگمی و سلولهای الکتروشیمیایی

## فرآیند مرطوب برای تولید فسفریک اسید



(سنگ فسفات یا فلوئورآپاتیت)



(گچ)

(اسید ناخالص . کود شیمیایی)

## فرآیند گرمایی برای تولید اسید فسفریک خالص

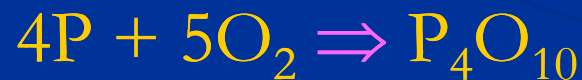
■ مرحله اول:

تهیه فسفر خالص



■ مرحله دوم:

تبدیل فسفر خالص به  $\text{P}_4\text{O}_{10}$

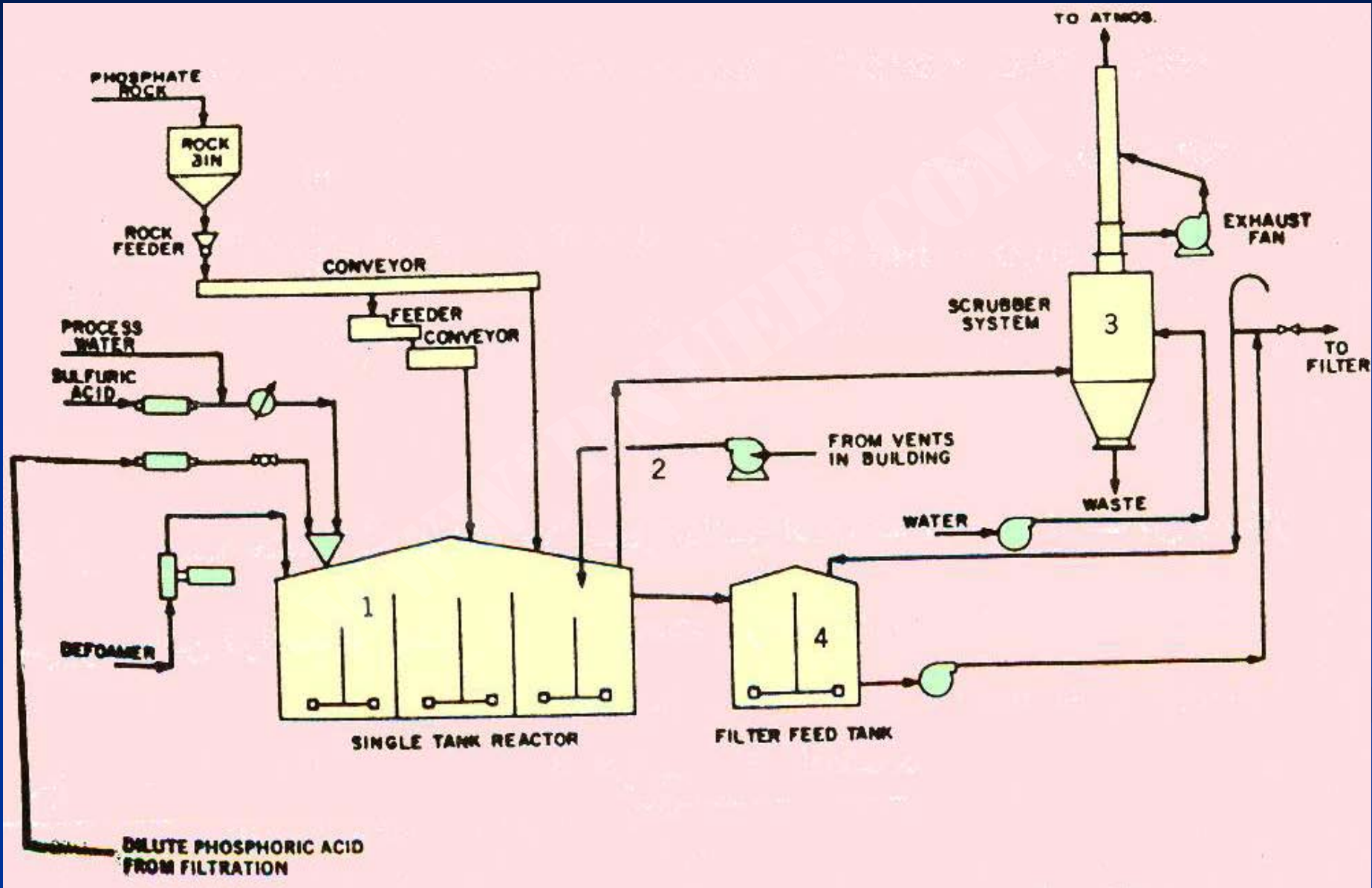


■ مرحله سوم:

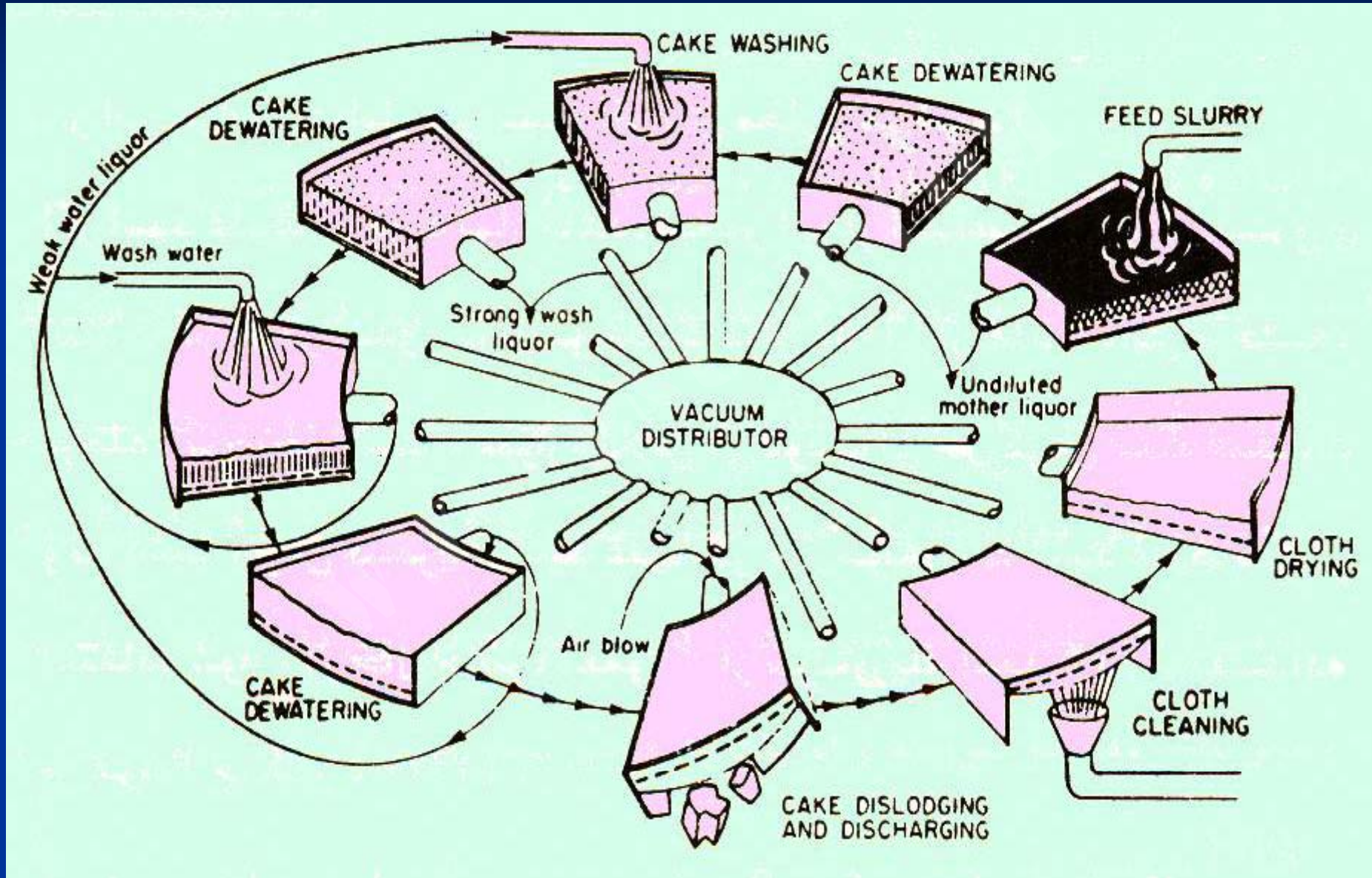
تبدیل  $\text{P}_4\text{O}_{10}$  به اسید فسفریک خالص



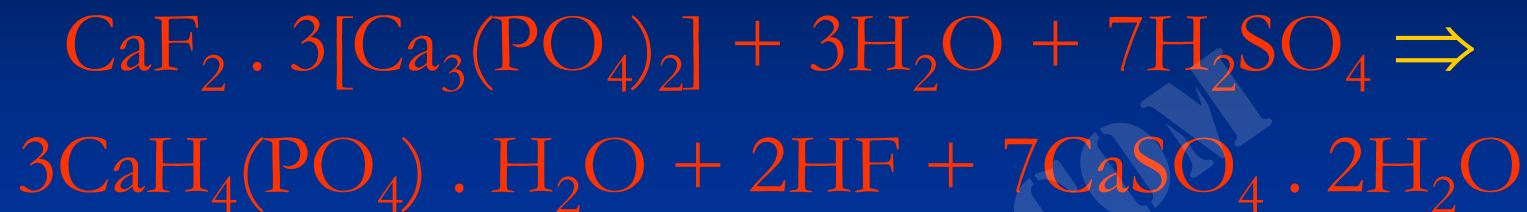
## نمودار دستگاهی برای تولید فسفریک اسید در فرآیند مرطوب



## نمودار تولید فسفریک اسید (فرآیند مرطوب) و خارج کردن گچ



## تهیه سوپر فسفات

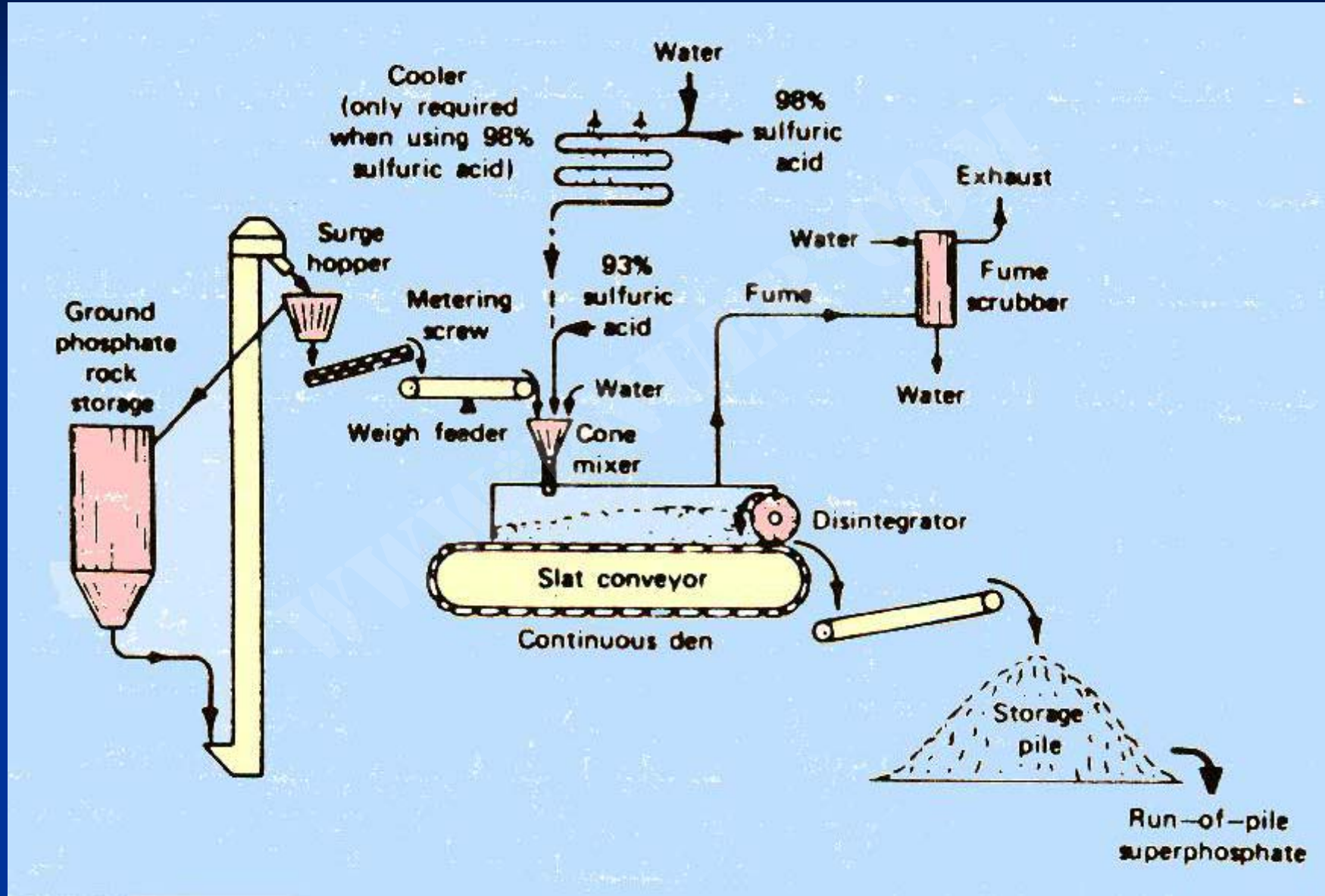


در این روش گچ جدا نمی شود و مخلوط کلسیم هیدروژن فسفات و کلسیم سولفات بعنوان کود فسفاته مورد استفاده قرار می گیرد

فرآورده: سوپر فسفات (دانه ای)

بازده:  $\text{H}_3\text{PO}_4$  (22-28%) ،  $\text{P}_2\text{O}_5$  (16-20%)

## نمودار گردش‌ی تهیه سوپر فسفات (فرآیند پیوسته تغاری)





## تهیه سوپرفسفات سه گانه



در این روش بجای اسید فسفریک از اسید سولفوریک استفاده می شود  
بدلیل نبود  $\text{CaSO}_4$  غلظت فسفر بیشتر از سوپر فسفات است

فرآورده: جامد دانه ای (گرانول)

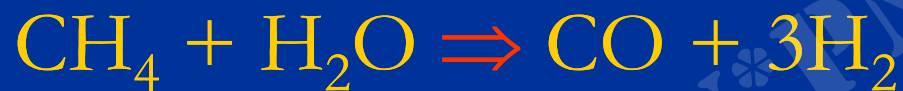
بازده:  $\text{H}_3\text{PO}_4$  (61-70%) ،  $\text{P}_2\text{O}_5$  (24-51%)

فرآیند "هابر" برای تولید آمونیاک



تهیه گاز سنتز:

■ مرحله اول (فرآیند گرماگیر):



■ معادله عمومی:



## تهیه گاز سنتز:

■ مرحله دوم (گرماده):

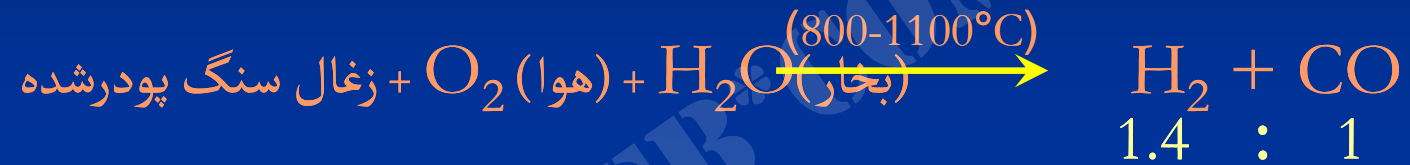


■ معادلات اکسایش جزئی:

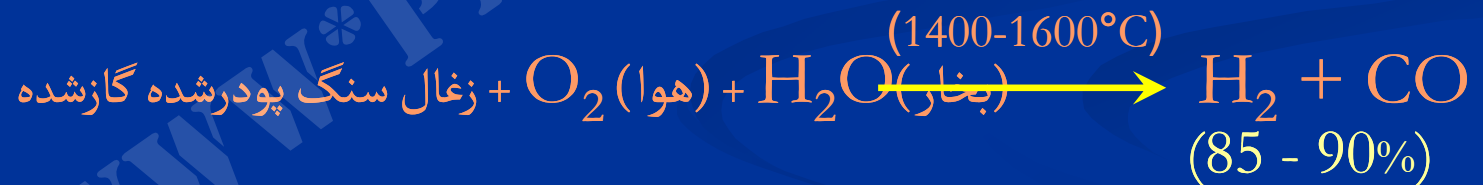


## فرآیندهای معروف تهیه گاز سنتز از زغال سنگ

۱. فرآیند "وینکلر":



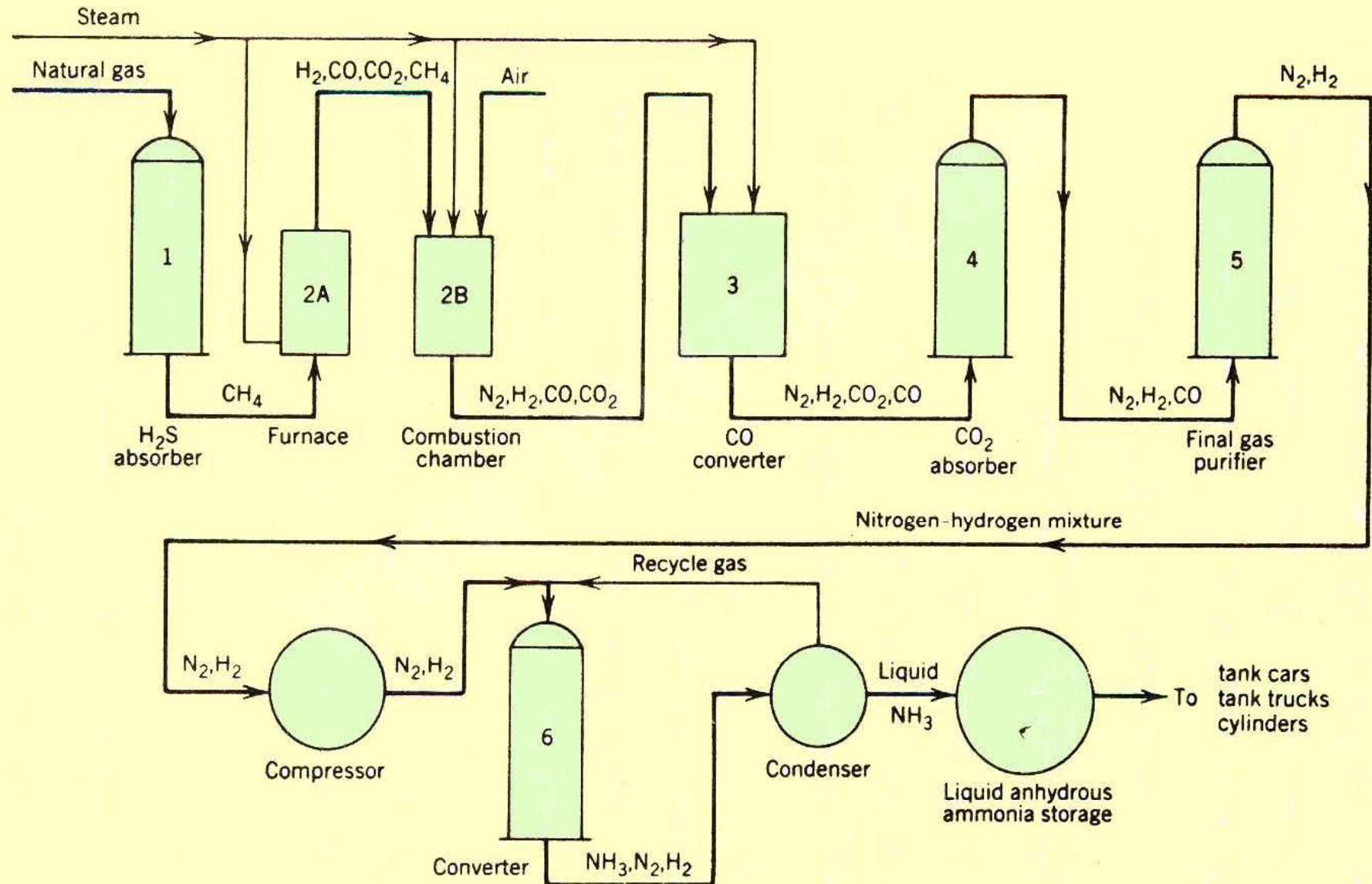
۲. فرآیند "کاپرز.توزک":



۳. فرآیند "لورگی":



## نمودار گردش برای تولید آمونیاک (فرآیند هابر)



## تولید سولفوریک اسید (فرآیند تماسی)

■ مرحله اول: سوزاندن گوگرد



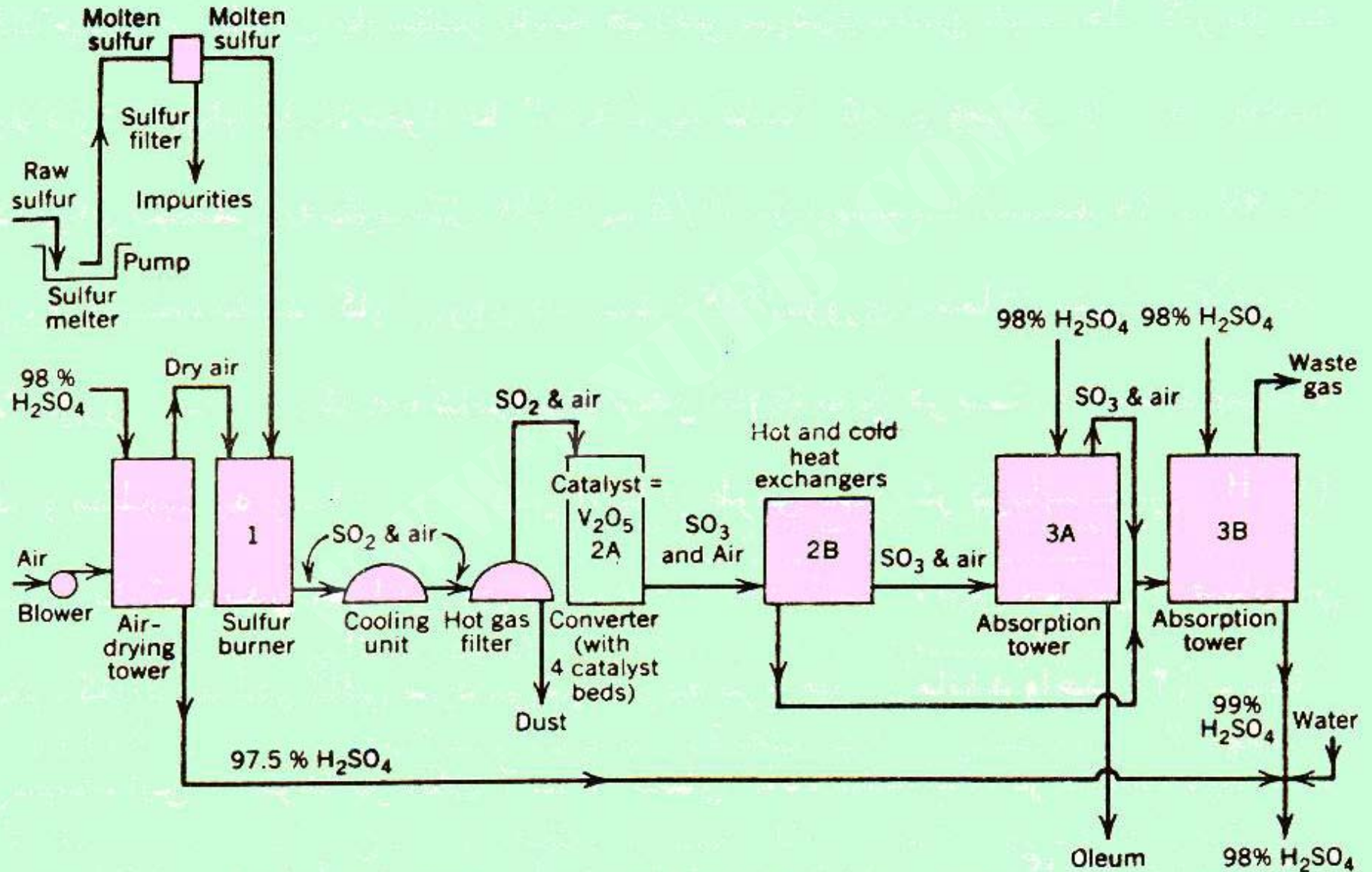
■ مرحله دوم: اکسایش کاتالیزوری  $SO_2$



■ مرحله سوم: آبدارکردن  $SO_3$

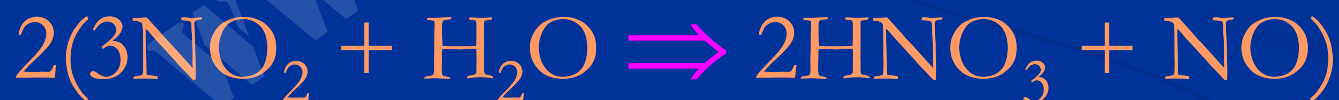
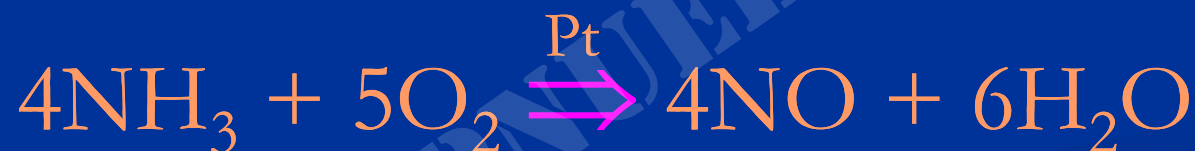


## نمودار گردش تولید سولفوریک اسید (فرآیند تماسی)

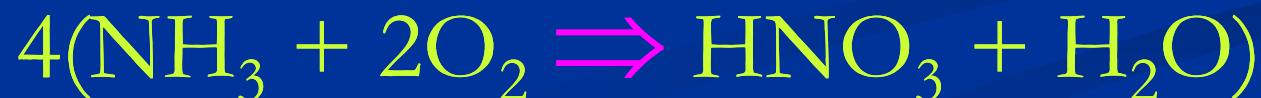


## فرآیند تولید نیتريك اسید (آندرو)

■ در این فرآیند آمونیاك با استفاده از کاتالیزور پلاتین یا پلاتین رودیوم دار اکسید شده و بعد با آب تولید اسید میکند

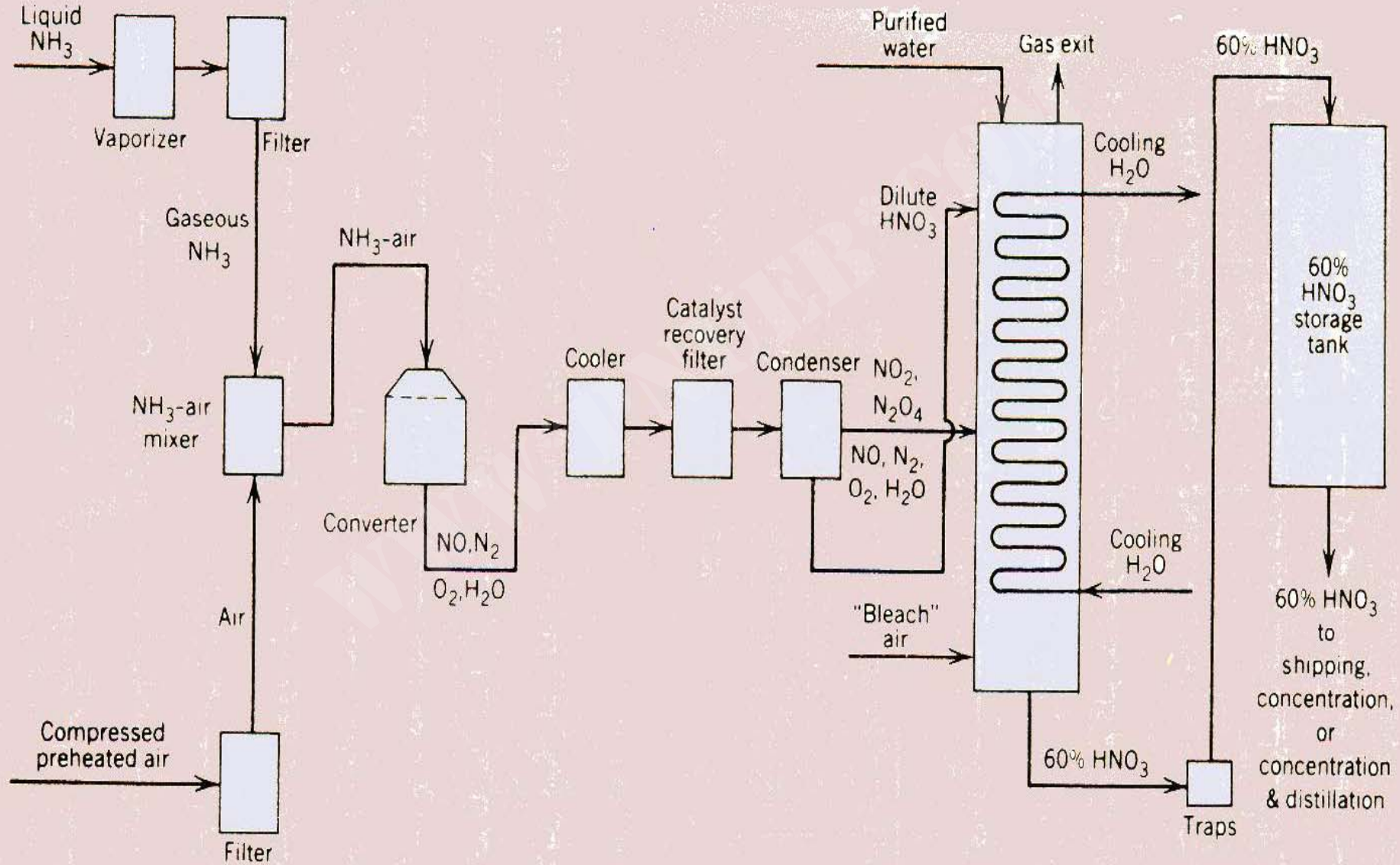


واکنش حاصل:





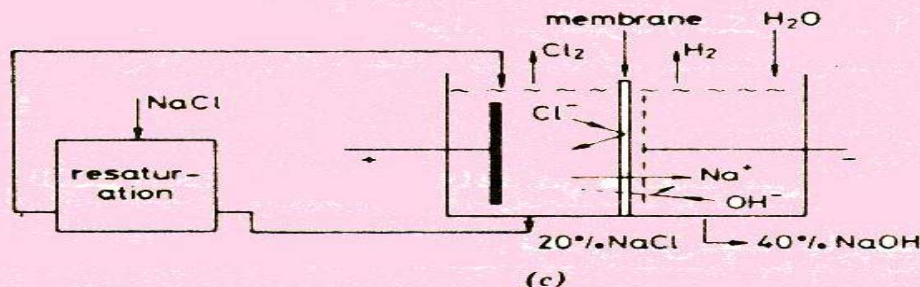
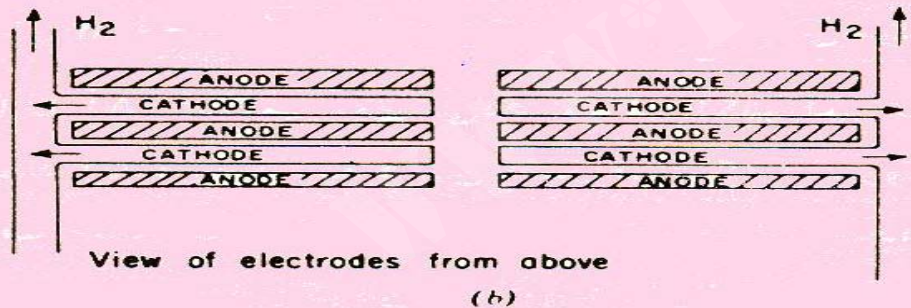
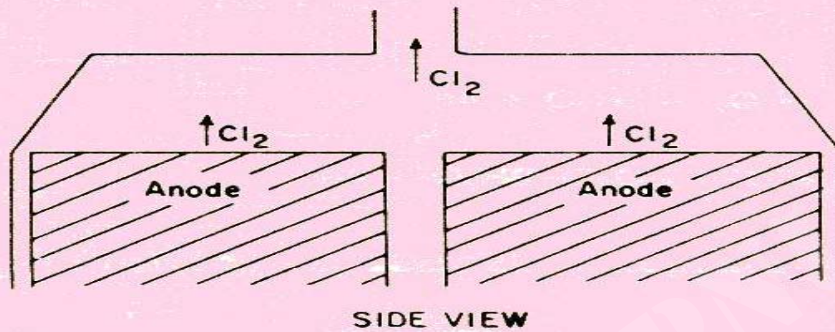
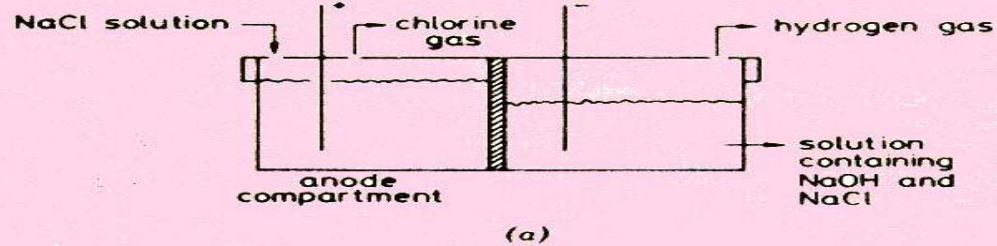
# نمودار گردش تولید نیتريك اسيد با اكسایش آمونياك



## تولید سدیم هیدروکسید و کلر (فرآیند دیافراگمی)

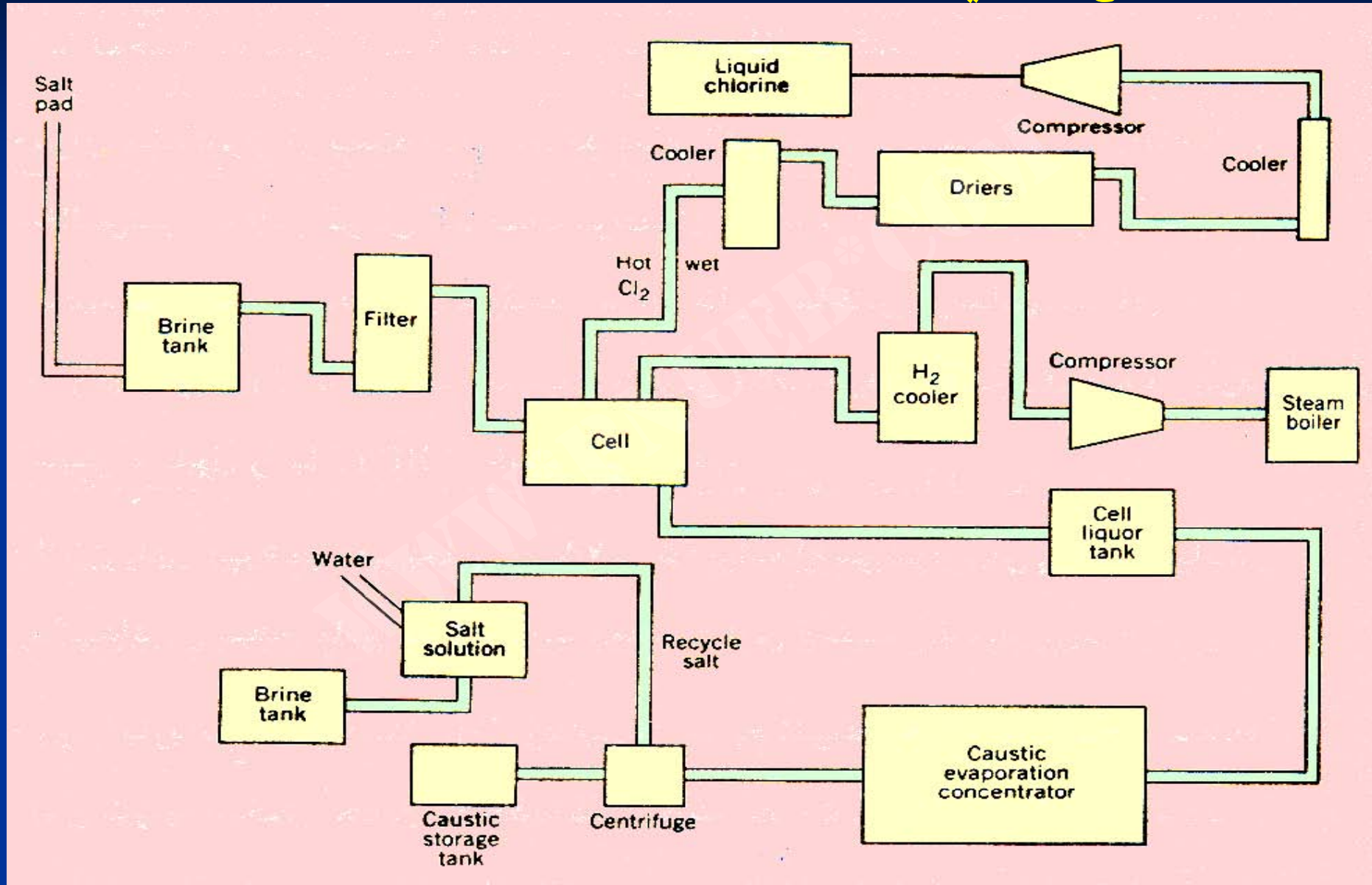


## منبع مواد اولیه آب نمک غلیظ است



■ آند و کاتد بوسیله یک دیافراگم یا غشاء از هم جدا می شوند تا از واکنش H<sub>2</sub> با Cl<sub>2</sub> جلوگیری شود

# طرح صنعتی تولید کلر و NaOH از نمک (NaCl)



## الکترودها

آند:

تیتانیوم با پوشش روتنیوم اکسید یا پالادیوم اکسید

که کلر روی آن اثر ندارد

(DSA = Dimensionally Stable Anode)

کاتد:

فولاد متخلخل با اندود آسبست بشکل صفحه های موازی

که باعث جدا نگه داشتن  $H_2$  و  $Cl_2$  میشود

## نکاتی در مورد فرآیند تولید کلر

■ الکترولیز آب نمک در دمای ۶۵ تا ۷۵ درجه سانتیگراد انجام می شود

■ غلظت آب نمک ۵۰ تا ۶۵ درصد باید باشد

■ کلر پس از آبیگری (بوسیله اسید سولفوریک غلیظ) در کپسول بصورت مایع جمع آوری  
میشود

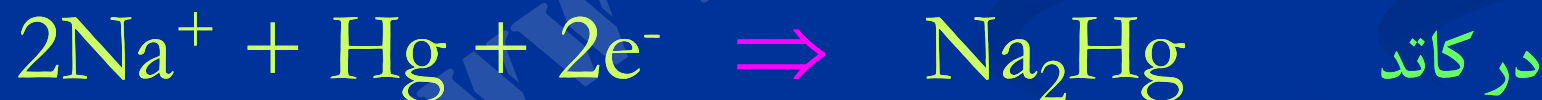
■ بعلت آلودگی آسبست از غشایی بنام نفیون استفاده میشود

(نفیون = پلیمری از سولفوریک اسید و پرفلوئور)

## استفاده از سلول جیوه در فرآیند کلر

■ در این سلول آند تیتانیوم (DSA) و کاتد جیوه متحرک است

■ سدیم در کاتد بصورت ملغمه و کلر در آند تشکیل می شود



## طرز آزاد کردن سدیم از ملغمه

■ . ملغمه به يك سلول الكتروليز ديگر منتقل مي شود

■ . ملغمه آند و آهن يا گرافيت کاتد است

■ . در محيط آب در کاتد هيدروژن آزاد مي شود

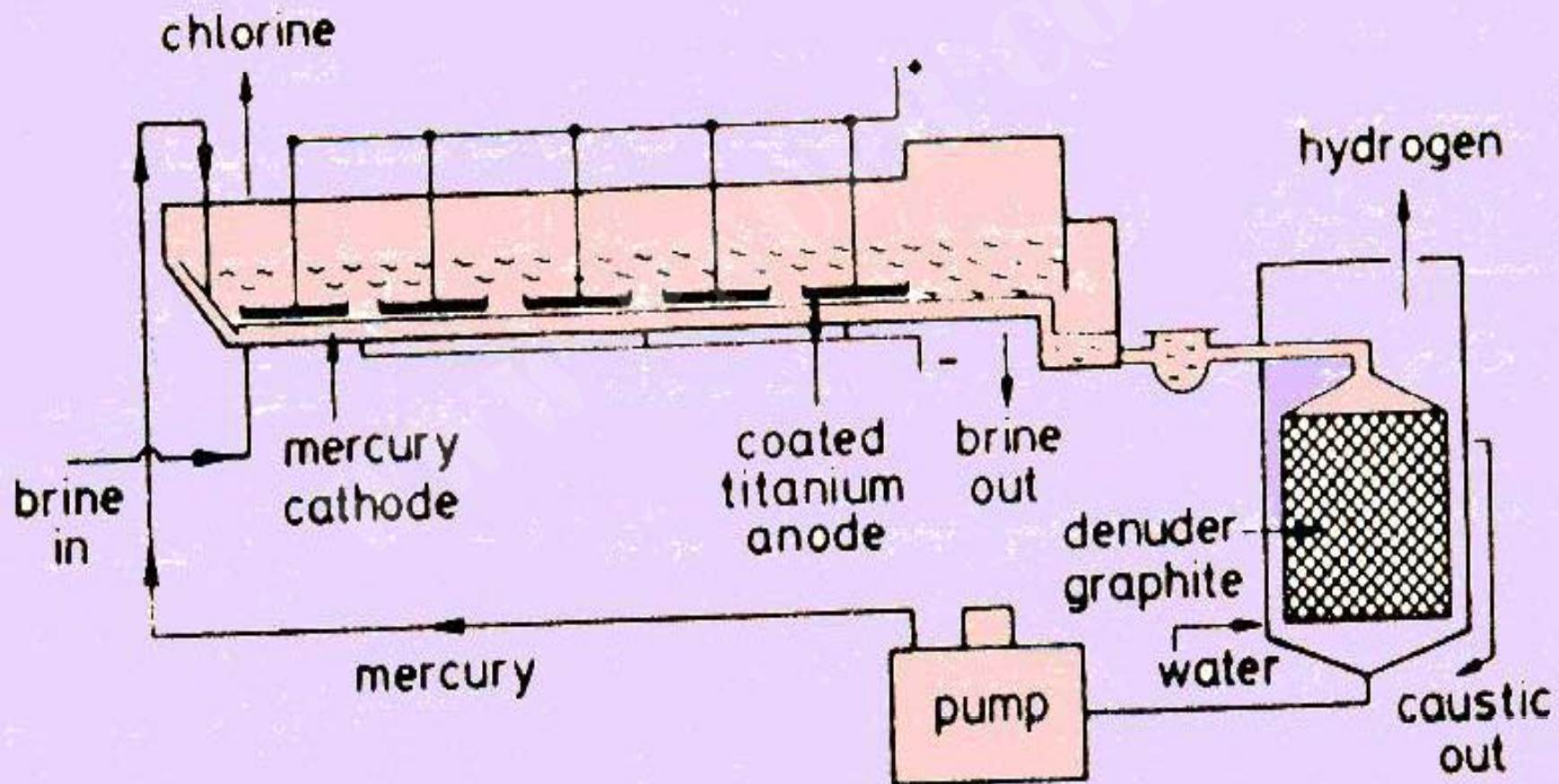


■ . در آند يون سدیم از جيوه آزاد شده و در مجموع سود تشكيل ميشود





## دستگاه سلول جیوه برای تهیه کلر و سود



## مقایسه سه نوع سلول تولید کننده کلر و سود

نوع سلول			
جیوه	دیافراگمی	غشائی	
-	آسبست تقویت شده	نفیون (الف)	صفحه جداکننده
-	ته نشینی با خلاء	صفحه آویزان (ب)	روش کار گذاشتن جداکننده
DSA	DSA	DSA	آند
۵۰٪	۱۱٪	۲۸٪	غلظت NaOH
۳۰٪	۱۵٪	۵۰٪	غلظت NaCl
۲۸۰۰	۲۱۸۰	۲۶۰۰	مصرف برق (کیلووات ، برق مصرفی برای هر تن NaOH)
۰	۵۷۳۰	۱۵۷۰	تبخیر (پوند آب به ازای هر تن NaOH ۵۰٪)

## فرآورده های فرآیندهای تخمیری

■ هدف کلی:

آشنایی با فرآیندهای تخمیر و کاربرد آنها در تولید فرآورده های شیمیایی ، خنثی سازی فاضلابها و مواد زاید صنعتی و شهری

## هدفهای رفتاری ، آشنایی با موارد زیر

- ضرورت روزافزون فرآیندهای تخمیری
- فرآیندهای هوازی و ناهوازی و شرایط و لوازم مورد نیاز تخمیر صنعتی
- شرایط رشد و تکثیر و مسمومیت ریز ارگانیزمها
- اصطلاحات TOC , DO , COD , BOD
- کاربردهای فرآیندهای تخمیری از خنثی سازی فاضلابهای شهری و صنعتی
- عملیات نوع اول ، نوع دوم و نوع سوم در خنثی سازی فاضلابها

## فرآیندهای تخمیری در صنایع شیمیایی و خنثی سازی فاضلابها

■ تبدیل ترکیبات زاید و مضر به ترکیبات بی ضرر عمدتاً با روشهای میکروبی انجام می شود

■ تولید مواد شیمیایی آلی مهم مثل اتانول ، بوتانول و داروهای مثل آنتی بیوتیکها

■ تبدیل مجموعه ای از مواد شیمیایی زاید به مواد تخریب شده و بی ضرر با روشهای میکروبی

# جگونگی تبدیل مواد شیمیایی با ریزارگانیزمها **Micro Organism**

## ۱. فرآیند ناهوازی:

بعضی از باکتریها نیازی به مصرف اکسیژن بطور مستقیم ندارند و معمولاً از اکسیژن موجود در مولکولهای آلی استفاده می کنند

## ۲. فرآیند هوازی:

دسته دیگری از باکتریها مستقیماً نیاز به مصرف اکسیژن دارند . برای رشد و تکثیر بهتر این باکتریها همواره باید اکسیژن به میزان کافی در اختیارشان باشد .

## ■ تخمیر صنعتی :

باکتریها ، قارچها ، مخمرها و

اکتینومی ستها (بین باکتری و قارچ)

■ مواد غذایی مورد نیاز میکروبیها :

کربن ← از هیدروکربنها

ازت ← از پروتئینها

کمی از فلزات و ویتامینها

## مراحل تکثیر و رشد باکتریها :

■ در يك لوله استريل باکتریهاي خالص و ناآلوده مورد نظر در دماي معين قرار مي

گیرند

■ در محیط ، مواد غذایی مورد نیاز اضافه مي شود .

■ پس از رشد و تکثیر به محیط استريل بزرگتری منتقل مي شوند

■ پس از تخمیر مواد مورد نظر جداسازی و خاص سازی مي شوند



## تخمیر در تانک عمیق (تولید پنی سیلین)

■ از تانکهای عمیق با ظرفیت چند هزار لیتر مجهز به سیستم هوادهی استفاده می شود.

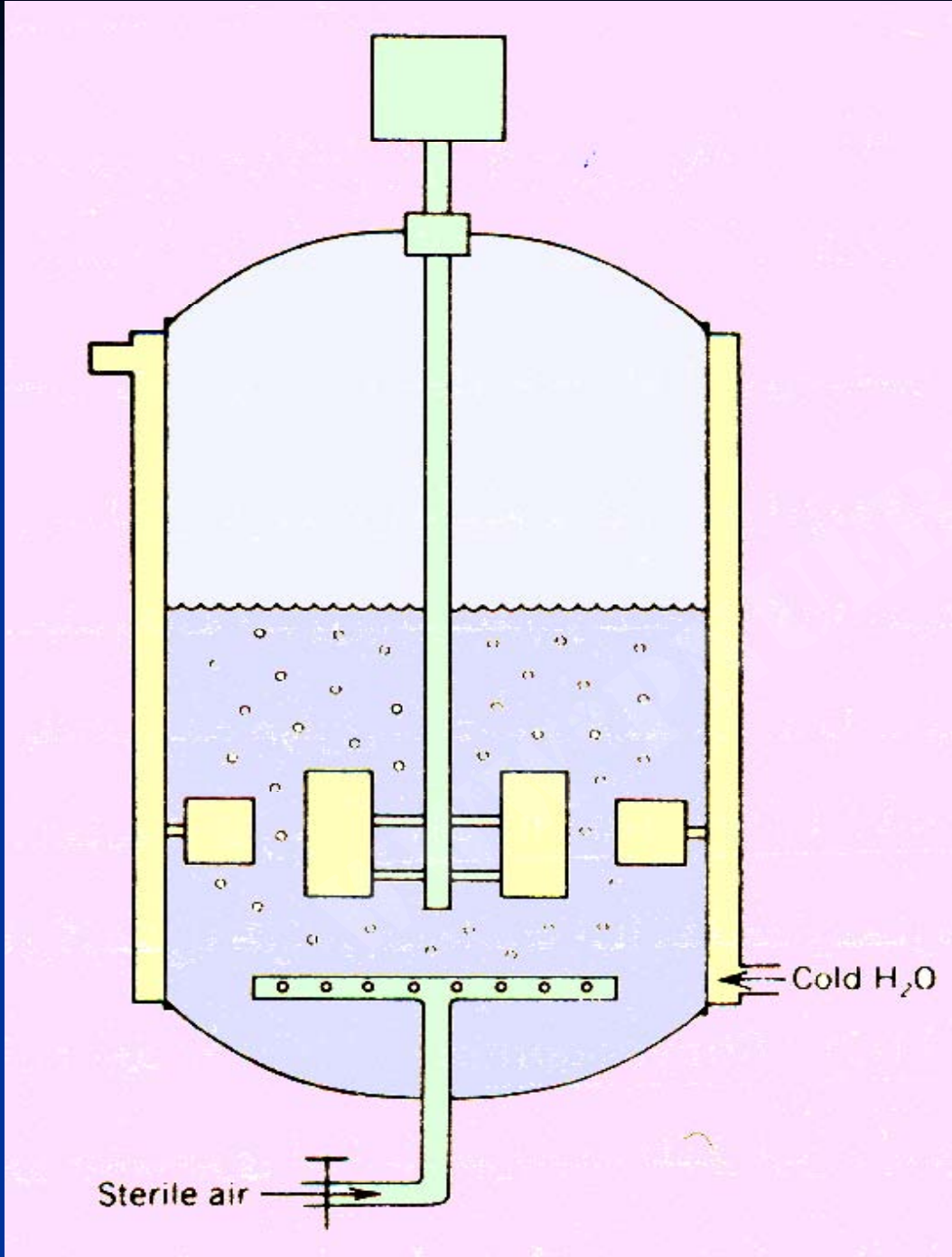
■ کلیه اجزاء سیستم و هوای ورودی به صورت استریل هستند.

■ هوای استریل مورد نیاز، یک حجم هوا به ازای هر حجم محیط واکنش در هر دقیقه است.

## در طراحی تخمیر کننده های صنعتی موارد زیر باید در نظر گرفته شود

۱. سطح تماس اکسیژن با مخلوط در حال واکنش باید حداکثر باشد.
۲. فشار داخل تانک باید بیشتر از هوای جو باشد.
۳. به جای هوا باید از اکسیژن خالص استفاده شود.
۴. با بهم زدن مداوم ، سرعت واکنش و ضریب نفوذ ، زیاد می شود.

# دستگاه تخمیر معمولی

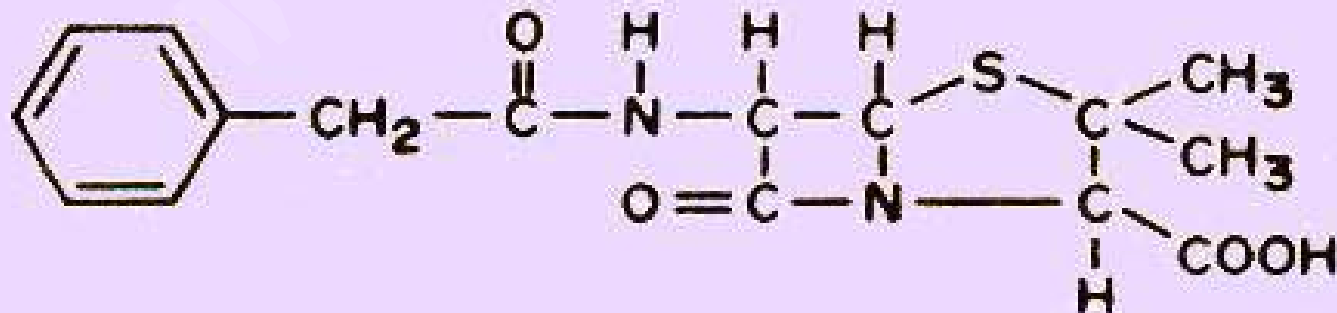


## تولید پنی سیلین G در یک تخمیر هوازی

با استفاده از قارچ پنی سیلیوم کریسوجنیوم

(Penicillium Chrysogenum) در محیط خیسانده ذرت که مواد لازم را

برای تکثیر قارچ دارد



## برای بالا بردن راندمان و کاهش هزینه ها

۱. گلوکز و ساکاروز بطور پیوسته اضافه می شود

۲.  $\text{pH} = 6.8 - 7.4$  (با بافرهای فسفاتها و کربنات کلسیم)

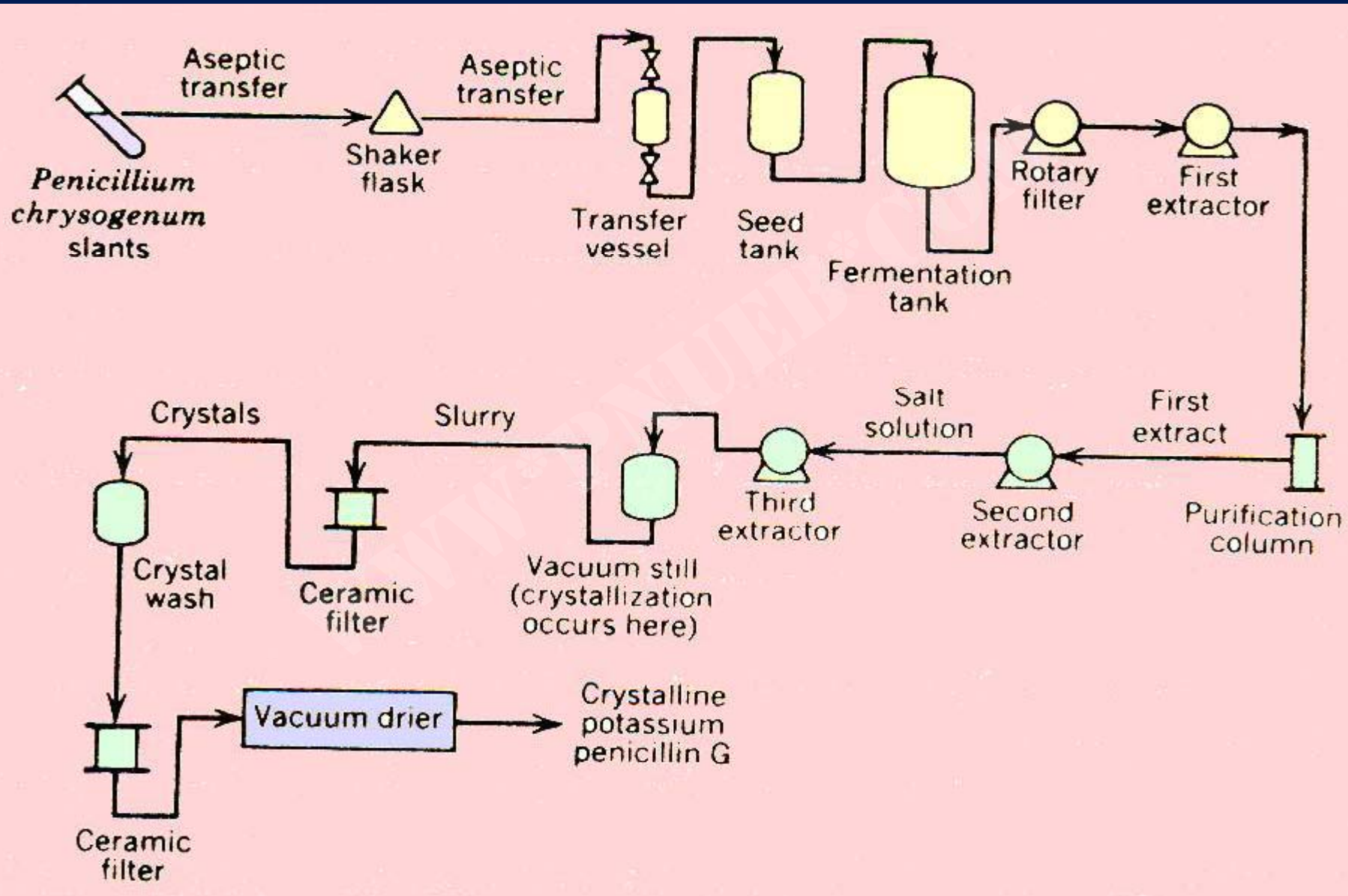
۳. هوادهی و همزنی در حد بالا و مستمر

۴. دما در  $25 \pm 0.5^\circ\text{C}$

## محیط مناسب در تولید پنی سیلین

در صد مواد در محیط		مواد موجود در محیط
محیط بهبود یافته	عصاره خیسانده ذرت	
لاکتوز , ۰/۳	لاکتوز , ۰/۳-۰/۴	کربو هیدرات اصلی
گلوکز , ۰/۱	گلوکز , ۰-۵/۰	سایر کربو هیدراتها
نشاسته , ۵/۱	پلی ساکاریدها با غلظتهای مختلف	اسیدهای آلی
استیک , ۲۵/۰	استیک , ۰.۵/۰	
سیتریک , ۰/۱	لاکتیک , ۵/۰	
فنیل استیک اسید ۰.۵/۰	فنتیل آمین	پیش-ترکیبهای ویژه
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ۵/۰	آمینواسیدها, آمینها, پپتیدها	منبع اصلی نیتروژن
اتیل آمین , ۳/۰	آمونیاک	سایر منابع نیتروژن
۵/۸	۰/۸-۰/۹	مواد جامد کل
۲/۰	۱۲/۰-۲/۰	نیتروژن کل

# نمودار تولید پنی سیلین



## تولید بوتانول . استون از یک مخمر ناهوازی

### ■ مراحل :

دانه های ذرت پس از روغن گیری و مولاس بعنوان مواد اولیه استفاده میشود

خمیر فوق به تانک با ۶۰% آب و ۴۰% استیلاژ اضافه میشود

(مایع تخمیر شده که تقطیر شده است = استیلاژ)

تخمیر در یک تانک ۱۰۰۰ گالنی و بعد ۵۰۰۰۰ گالنی کاملاً استریل شده انجام میشود

ادامه دارد



■ با کنترل pH و درجه حرارت بعد از ۵۰ تا ۶۰ ساعت محلول محتوی استن . اتانول و باتونل حاصل میشود

■ با روش تقطیر جزء به جزء پیوسته ،

سه حلال از هم جدا میشوند

## عوامل مؤثر بر بازده تخمیر

مواد غذایی غنی با کنترل  $pH$  و در دمای  $25 \pm 1-2^\circ C$

هوادهی کافی و تخمیر در کمترین دما و کوتاهترین زمان

میزان تلقیح مناسب که تجربی است

## نقش مهم آب در صنایع شیمیایی

■ آب بعنوان محیط واکنشها و مایع خنک کننده و یا انتقال انرژی استفاده میشود

ویژگیهای تجزیه ای آب برای کاربردهای مختلف

پرورش موجودات زنده

آب کشاورزی:

باکتری کم ( $100\text{ ml} / 40 <$ ) و مواد سمی کم

آبیاری:

مواد جامد حل شده کم ( $500\text{ mg/l} <$ ) برای جلوگیری از شورشدن خاک، باکتری کل مجاز،

$100000 / 100\text{ ml}$ ، مطلوب  $10000 / 100\text{ ml} <$

## پرورش ماهی ، آکواریوم و حیات وحش

غلظت مواد سمی کم

pH در حدود خنثی (۵/۶-۵/۸)

BOD کم ، ۱-۲ mg/l ، یا کمتر

اکسیژن حل شده :

سرد ، ۶-۷ mg/l

گرم ، ۴-۵ mg/l

دمای پایین ، کدورت کم

## کاربردهای صنعتی:

- ظرفهای خنک کننده ، بویلرهای بخار
- سختی کمتر از  $50 \text{ ppm Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$  ، معمولاً بصورت  $\text{CO}_3^{2-}$  و  $\text{SO}_4^{2-}$
- صنایع غذایی ، نوشابه سازی

## استراحتگاهها و استخرها:

■ آب بی رنگ، بی بو، بی طعم، شفاف

■ باکتری کل  $1000/100\text{ ml}$  <

■ کولیفورمها  $1000/100\text{ ml}$  <، مواد غذایی کم، جلوگیری از رشد جلبکهای

مزاحم

## آب آشامیدنی تصفیه شده :

■ بدون باکتری

■ نیترات کم، نیتريت کمتر از  $10 \text{ ppm}$

■ مقدار حشره کشها بسیار کم،  $< 0.05 \text{ ppm}$

■ فلوئورید مجاز تا  $2.4 \text{ ppm}$

## سنجش آلودگی آب در نهر یا دریاچه

BOD: Biological Oxygen Demand (1ppm) ■

■ نیاز زیست شیمیایی به اکسیژن و شاخصی از سرعت مصرف اکسیژن توسط باکتریها که به آسانی اکسید میشوند

DO: Dissolve Oxygen ■

اکسیژن محلول (5ppm) بیشتر از ( )

ادامه دارد



## سنجش آلودگی آب در نهر یا دریاچه

■ میزان N و P آب باید کم باشد تا جلبکها رشد نکنند

■ مواد آلی پایدار (حشره کشها یا علف کشها و سموم)

نباید در آب باشد

■ در مورد آب آشامیدنی نباید باکتریهای بیماری زا

وجود داشته باشند

## آلودگی آبهای طبیعی

■ کمبود اکسیژن : اکسیژن محلول کمتر از 5 ppm باشد

■ علت بی اکسیژن شدن آب : مواد زائد که در حضور باکتریها و اکسیژن تجزیه می شوند

مانند : فضولات انسانی و حیوانی ، ضایعات غذایی و سایر صنایع

■ غلظت بالای آمونیوم ، فسفات و مواد آلی پایدار همگی نشانه آلودگی آب هستند

## پیش بینی وجود مواد زاید اکسیژن خواه

سه آزمون رایج: BOD, COD, TOC

■ BOD: مقدار اکسیژن (mg/l) مصرف شده برای یک لیتر نمونه توسط باکتریها در طول ۵ روز

■ COD: مقدار پتاسیم دی کرومات برحسب (mg/l) اکسیژن، که برای یک لیتر نمونه مصرف میشود

■ COD: (Chemical Oxygen Demand)

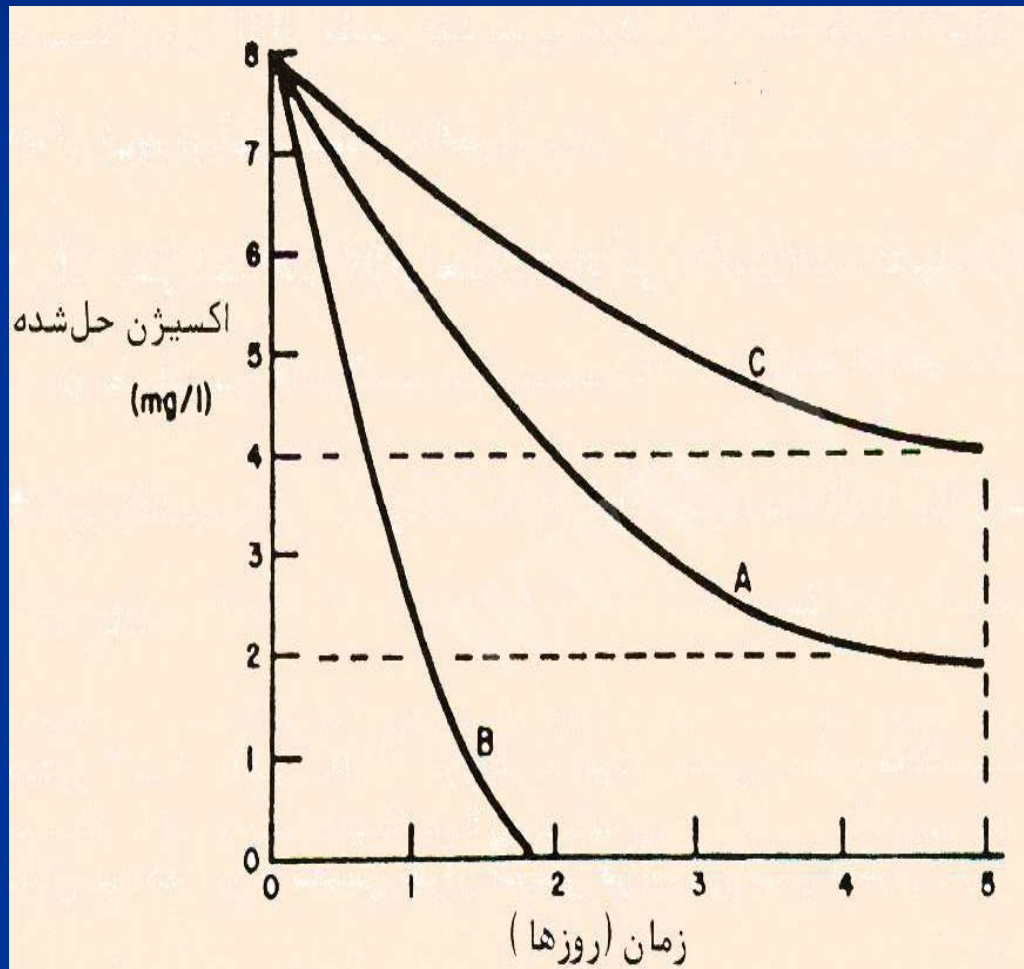
■ TOC: مقدار کربن (mg/l) که بصورت  $CO_2$  از یک لیتر نمونه در اثر اکسایش آزاد میشود

■ TOC: (Total Organic Carbon)

## نحوه اندازه گیری نیاز بیولوژیکی به اکسیژن BOD

- نمونه در آنکوباتور ۲۰ درجه سانتیگراد در مجاورت باکتریها بمدت ۵ روز
- روزانه مقدار DO اندازه گیری میشود
- تفاوت مقدار DO بر حسب  $mg/1$  از شروع تا روز پنجم = BOD

## نمودار تعیین BOD



A نمونه  $BOD = 8 - 2 = 6 \text{ mg/l}$  :

B نمونه  $BOD > 8 \text{ mg/l}$  :

C نمونه  $BOD = 8 - 4 = 4$  \* 10 = 40 mg/l :

نمونه C همان نمونه B است که ۱۰ برابر رقیق شده است

## میزان آلودگی مربوط به BOD آب های مختلف

میزان آلودگی	مقدار BOD (ppm)
آب تقریباً خالص	۱
آب نسبتاً خالص	۳
آبی که احتمالاً خالص نیست	۵
این آب نباید وارد نهرها و دریاچه ها شود	۲۰
فاضلاب شهری	۱۰۰-۴۰۰
فاضلاب کارخانه های مواد غذایی , آب آلوده در آشپزخانه ها و محوطه های دامپروری	۱۰۰-۱۰۰۰

## نحوه اندازه گیری COD

- نمونه آب با مقدار اضافی پتاسیم دی کرومات با حرارت و در محیط اسیدی
- کلیه ترکیبات کربن دار اکسید می شوند
- با اندازه گیری باقیمانده دی کرومات ترکیبات کربن دار اندازه گیری می شوند
- معمولاً  $COD > BOD$  چون بعضی از ترکیبات آلی توسط باکتریها تجزیه نمیشوند

## نحوه اندازه گیری TOC

■ نمونه بطور کامل سوزانده می شود

■ کربن همه ترکیبات کربن دار به  $\text{CO}_2$  تبدیل می شود

■ مقدار کربن بر حسب  $\text{mg/l}$  کربن گزارش می شود



## نحوه اندازه گیری DO

بوسیله دستگاه اکسیژن متر که دارای یک پراب مخصوص اندازه گیری اکسیژن محلول است

به روش تیتراسیون با دی کرومات پتاسیم در محیط اسیدی

با روش وینکلر که شامل افزودن نمک منگنز به نمونه و

اندازه گیری  $MnO_2$  بروش یدومتری

## خنثی سازی فاضلابهای شهری

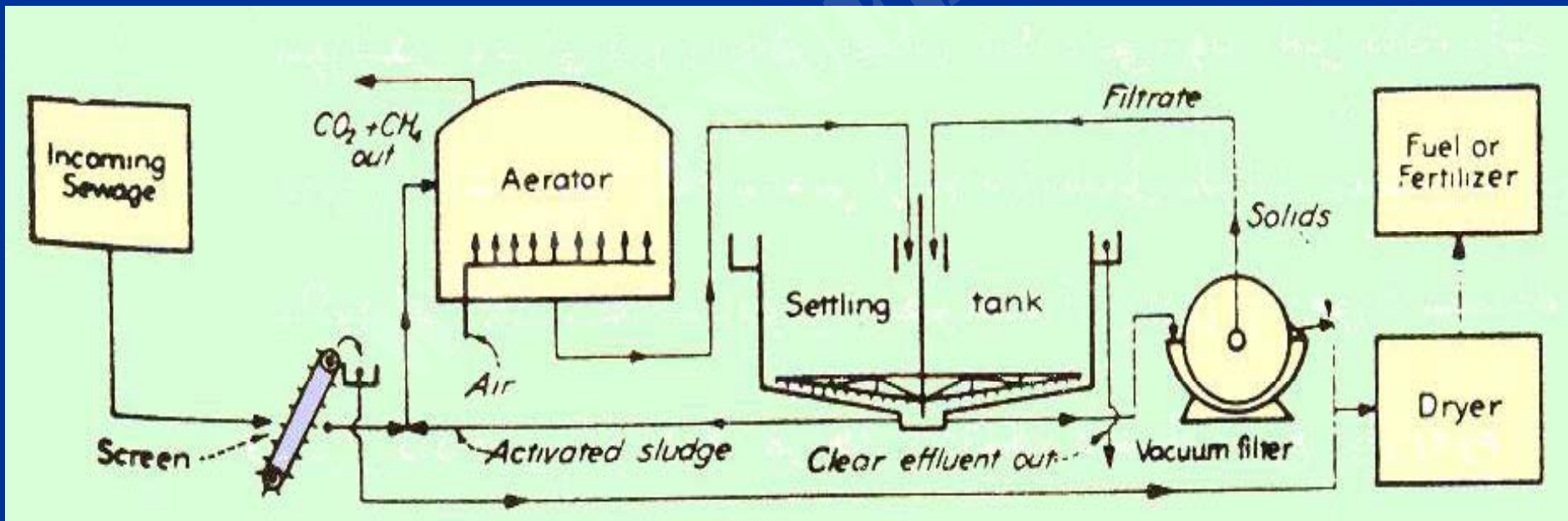
الف) عملیات نوع اول :

جدا کردن همه مواد نامحلول بنام لجن (۹۰% فاضلاب)

ب) عملیات نوع دوم :

هضم هوازی مواد آلوده (مواد آلی) بروش بیولوژیکی  
لجن حاصل از جسد باکتریهای مرده صاف و جدا می شود

## نمودار یک سیستم هوادهی به فاضلابهای شهری



## جگونگی رفع و دفع لجن ها

تغلیظ لجن :

افزودن عوامل غلیظ کننده مثل آلومین

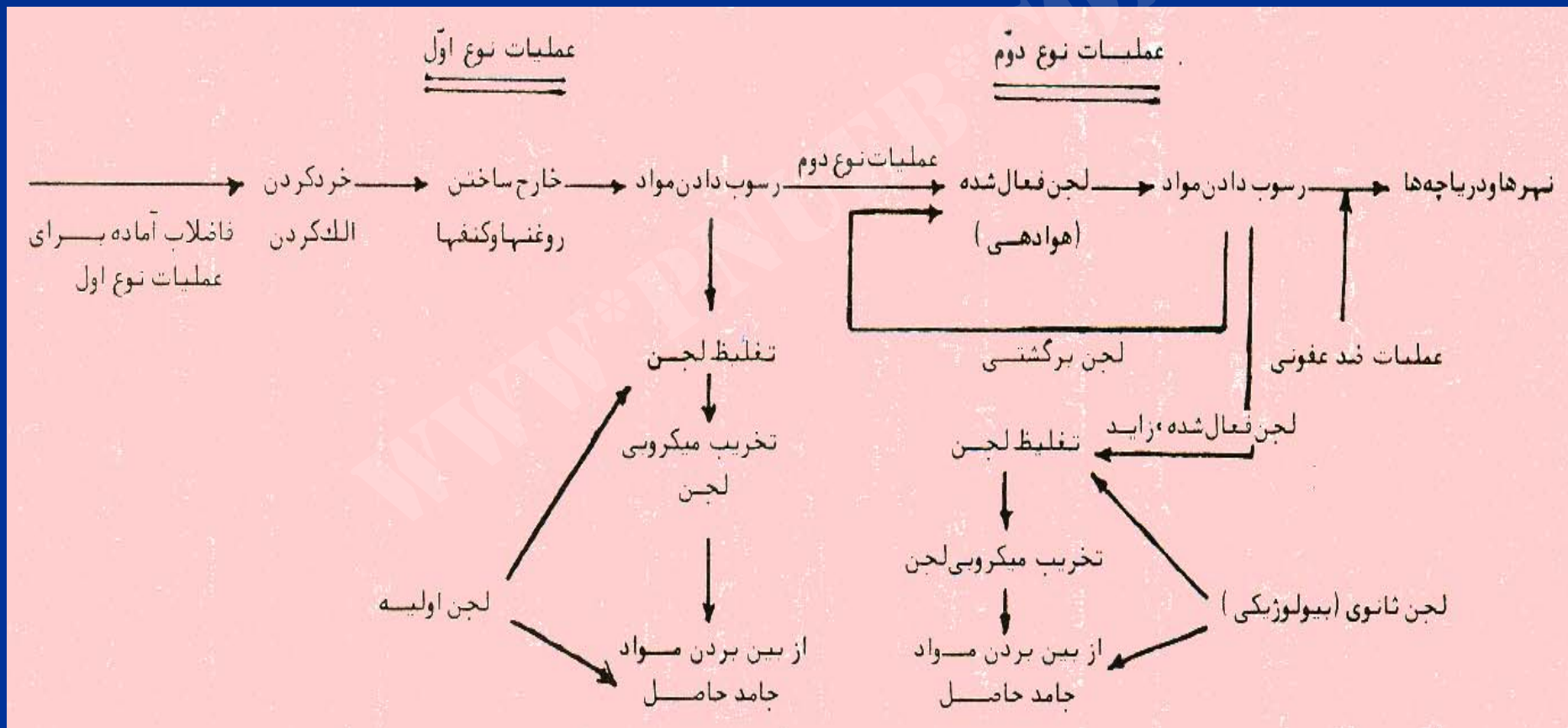
پایدار کردن لجن :

تحت شرایط تخمیر ناهوازی (مقداری هم تخمیر هوازی)

(تجزیه مواد جامد. کم شدن بو. کاهش میکروبهای بیماری زا. تولیدمتان)

خشک کردن لجن یا سوزاندن (بعنوان خاک یا کود با شرایط مناسب)

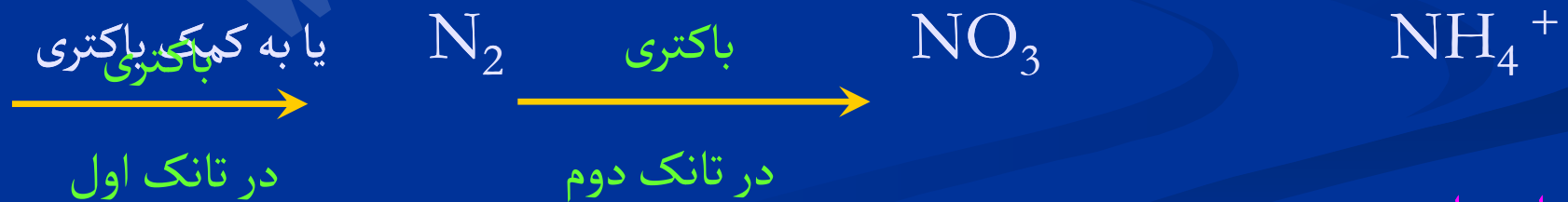
# مراحل عملیات نوع اول و دوم



## عملیات نوع سوم

خارج ساختن همه مواد تجزیه نشدنی از آب

با تنظیم pH روی ۱۰ و هوادهی در سیستم، ازت بصورت گاز آمونیاک خارج می شود



ادامه دارد

## ادامه عملیات نوع سوم

برای خارج کردن فسفات، کلروفریک اضافه می شود.



استفاده از جذب سطحی روی زغال برای جدا کردن مواد شیمیایی سمی تجزیه نشدنی.

بوسیله کلر زنی یا اوزون میکروبهایی بیماری زا از بین می روند.

## کارایی انواع عملیات خنثی سازی فاضلابها

اول + دوم + سوم					
اسمز معکوس + الکترودیالیز	مرداب کم عمق	متراکم شدن شیمیایی	اول + دوم	اول	آزمون
۹۹	۹۵	۹۵	۹۰	۳۵	BOD
۹۹	۹۰	۸۵	۸۰	۳۰	COD
۹۹	۸۵	۸۰	۶۰	۲۰	ترکیبات مقاوم
۹۹	۹۵	۹۵	۹۰	۶۰	جامدات معلق
۹۹	۸۵	۶۰	۵۰	۲۰	N کل
۹۹	۸۵	۸۵	۳۰	۱۰	P کل
۹۹	۱۰	۱۰	۵	۱-۲	مواد معدنی حل شده

خروج باکتریها ۹۰%

پس از گندزدایی با کلر ۹۹%



## فصل چهارم :

### فرآیندهای تهیه ترکیبات آلی

#### ■ هدف کلی :

آشنایی با مبانی تهیه و تبدیل ۷ ترکیب آلی بنیادی

#### ■ هدفهای رفتاری :

فرآیندهای تفکیک نفت خام به اجزاء آن ، فرآورده های حاصل از ترکیبات :

اتیلن ، پروپیلن ، بوتن ، بنزن ، تولوئن ، زایلنها و متان

## فرآیندهای تهیه ترکیبات آلی

■ ترکیبات اصلی آلی که منشاء تولید بسیاری از مواد آلی هستند:

اتیلن ، پروپیلن ، بوتن ، بنزن ، تولوئن ، زایلن و متان

■ تبدیل نفت خام به مواد شیمیایی خالص:

۱. روشهای جداسازی که در آنها ماهیت شیمیایی مواد تغییر نمی کند
۲. فرآیندهای تبدیل ، که در آنها ماهیت شیمیایی مولکولها تغییر می کند

## فرآیندهای جداسازی

### ■ استخراج با حلال :

بر اساس انحلال پذیری متفاوت ترکیبات در مایعات مخلوط نشدنی

### ■ مثال :

۱. استخراج ترکیبات رنگین گوگرد و اکسیژن با استفاده از فورفورال

۲. استخراج مخلوط آرماتیکهای بنزن ، تولوئن و زایلن با استفاده از اتیلن گلیکول

## فرآیندهای جداسازی

### جذب توسط الک مولکولی (Molecular Sieve)

■ از آلومینو سیلیکاتهای متخلخل بعنوان الک مولکولی استفاده می شود

■ اندازه حفره ها برای بعضی از مولکولهای آلی مناسب و برای سایر مواد مناسب نیست

■ مثال:

جدا کردن محصول جانبی  $C_4$  متشکل از ایزوبوتن ، ۱- بوتن ، ۲- بوتن و بوتان ،

که n- بوتن و بوتان درحفره های  $3-10 \text{ \AA}$  جذب ولی ایزوبوتن که در این حفره ها

جا نمی گیرد به صورت خالص جدا می شود.

## فرآیندهای جداسازی . تبلور

با سرد کردن محلول و سپس صاف کردن ، مواد بلورین را می توان جداسازی کرد

مثال :

جدا کردن پارا-زایلن از ایزومرهای اورتو و متا ، با این روش انجام میشود

■ تقطیر :

با فرآیند تقطیر می توان مولکولهای کوچکتر را به ترتیب جدا سازی کرد

مثال :

جدا کردن هیدرو کربورهای سبک ( $C_1 - C_4$ ) ، بنزین سبک ( $C_4 - C_{10}$ ) ، نفت سفید ( $C_9 - C_{16}$ ) ، گازوئیل ( $C_{15} - C_{25}$ ) و روغنهای چرب کننده و قیر

## اجزاء حاصل از اولین تقطیر نفت خام

نام جزء	دمای جوش °C	توضیح
گازها	< 20	پارافینهای C <sub>1</sub> - C <sub>4</sub> از قبیل گاز طبیعی
بنزین سبک	20 - 150	ترکیبات آلیفاتیک و آلیفاتیک حلقه ای (C <sub>4</sub> - C <sub>10</sub> )
بنزین سنگین	150 - 200	سوخت و تهیه مواد شیمیایی
نفت سفید	175 - 275	ترکیبات C <sub>9</sub> - C <sub>16</sub> , سوخت جت و سوخت معمولی
گازوئیل	200 - 400	ترکیبات C <sub>15</sub> - C <sub>25</sub> , سوخت موتورهای دیزلی, سوخت معمولی و کراکینگ برای تهیه اولفینها
روغنهای چرب کننده	> 350	روغن کاری, کراکینگ کاتالیزوری و تبدیل به اولفینهای سبک
سوخت روغنی سنگین	> 350	سوخت کاتالیزوری, کراکینگ کاتالیزوری و تبدیل به ترکیبات سبکتر
آسفالت		آسفالت جاده ها, کارهای ساختمانی

## در بالایشگاهها با عملیات کراکینگ و تقطیر اهداف زیر دنبال می شود:

۱. تولید بیشترین مقدار ترکیبات با عدد اکتان بالا در بنزین

۲. تغییر هیدروکربنهای بزرگتر از  $C_{10}$  یا کوچکتر از  $C_4$  با گستره  $C_4 - C_{10}$  (بنزین)

■ عدد اکتان:

معیاری از تمایل به احتراق خود به خودی است.

(مقایسه احتراق نمونه بنزین با احتراق مخلوطهای 11-هیپتان و ایزواکتان)

## انواع واکنشهای پالایشگاهی

### ۱. کراکینگ گرمایی :

استفاده از گرما ( $400-500^{\circ}\text{C}$ ) برای تبدیل آلکانها به آلکنها و هیدروژن ،

شکستن پیوند کربن . هیدروژن

### ۲. کراکینگ کاتالیزوری :

عملیات کراکینگ در حضور کاتالیزور و گرما ( $450-550^{\circ}\text{C}$ )، آسانتر انجام می شود ،

شکستن پیوند کربن . هیدروژن و کربن . کربن

**مثال :** تولید بنزین که کاتالیزور مناسب آن زئولیتها می باشند.



## ادامه انواع واکنشهای پالایشگاهی

### ۳. هیدروکراکینگ و واکنش با هیدروژن :

در حضور کاتالیزورهایی مثل پالادیوم روی یک زئولیت هیدروکربنهای کوچکتر یا  $Co - Mo$  روی آلومین ، هیدروکربنهای محتوی ترکیبات نیتروژن و گوگرد ، آمونیاک ، هیدروژن سولفید و آب تولید می شود.

### ۴. بسپارش :

از اولفینهای سبک ، هیدروکربنهایی درگستره بنزین بدست می آید

(کاتالیزور: مخلوطی از  $H_3PO_4$  و نوعی خاک است)

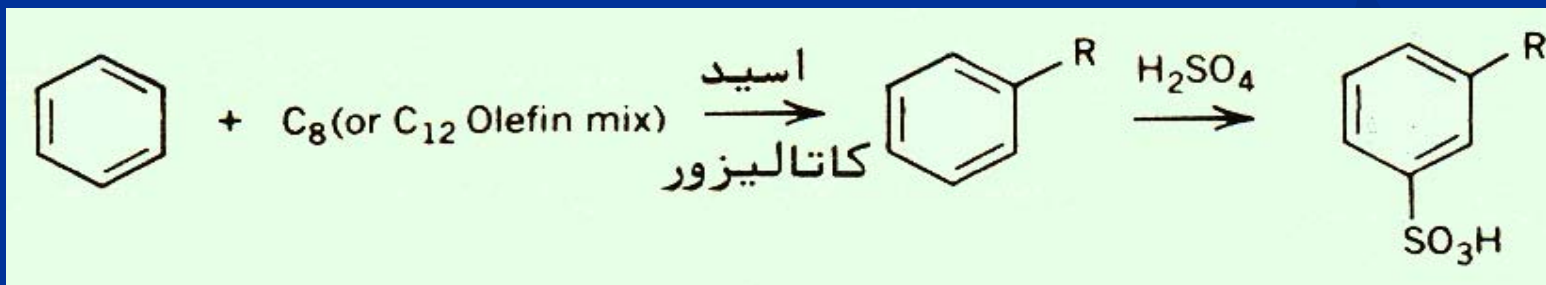
## ادامه انواع واکنشهای بالایشگاهی

### ۵- الکیل دار کردن:

از ترکیب یک اولفین سبک (ایزوبوتن) و یک پارافین (ایزوبوتان) هیدروکربن هایی در گستره بنزین تا  $C_{10}$  تولید می شود

کاتالیزور:  $H_2SO_4$  یا  $HF$

برای تولید مواد پاک کننده نیز از این روش استفاده می شود



## ادامه انواع واکنشهای بالایشگاهی

۶. رفرمینگ کاتالیزوری :

تبدیل هیدروکربنهای آلیفاتیک (زنجیر مستقیم و حلقه ای) به  
هیدروکربنهای آروماتیک (بنزن ، تولوئن و زایلن)

کاتالیزور : Pt یا Pt-Re روی آلومین

## ادامه انواع واکنشهای بالایشگاهی

۷. تبدیل هفت ترکیب اساسی به یکدیگر:

تبدیل مواد کم ارزش به ترکیبات ارزشمند تجاری

مثال:

تبدیل پروپیلن به اتیلن و بوتن (متاتز)



## فرآیند صنعتی با استفاده از شیمی اتیلن

۱. وینیل کلراید مونومر (VCM): روش قدیمی تر (واکنشها بسیار گرمازا است)

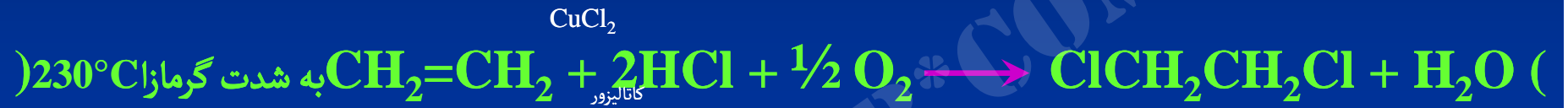


روش جدیدتر: (کلردار کردن مستقیم)



روش جدید برای تولید وینیل کلراید :

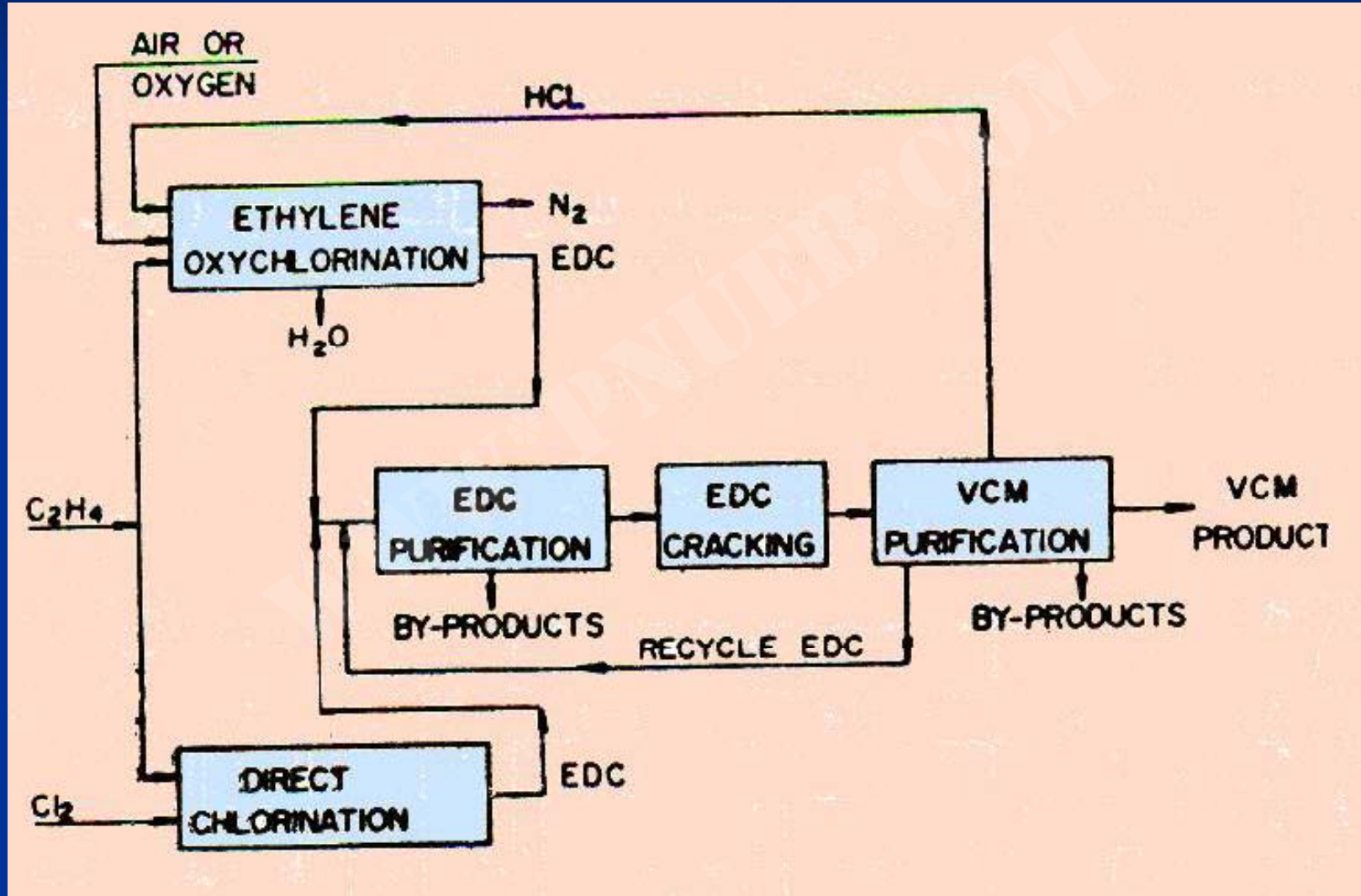
اکسیداسیون کلردار کردن اتیلن



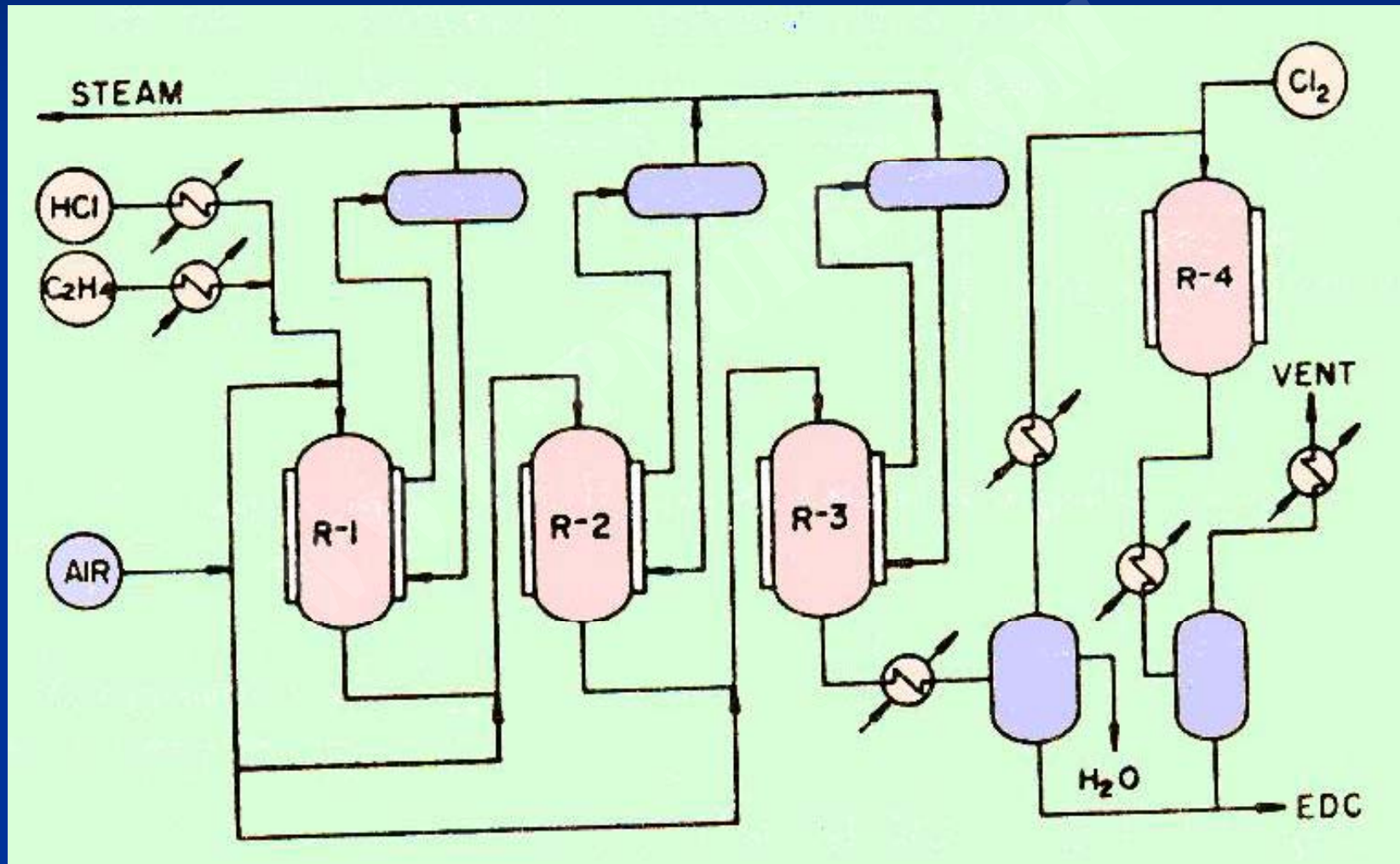
بازسازی کاتالیزور (سریع)



# سیستم گردش تولید وینیل کلراید با دوروش



سیستم گردش فرآیند اکسی کلر دار کردن اتیلن در تولید وینیل کلراید





## هیدرو کلر زدایی و تشکیل وینیل کلراید



واکنش به شدت گرماگیر است. در کوره پیرولیز و بدون نیاز به کاتالیزور (راندمان ۶۰-۵۰ درصد)

اتیلن دی کلرو مازاد به ظرف خالص سازی باز گردانده می شود

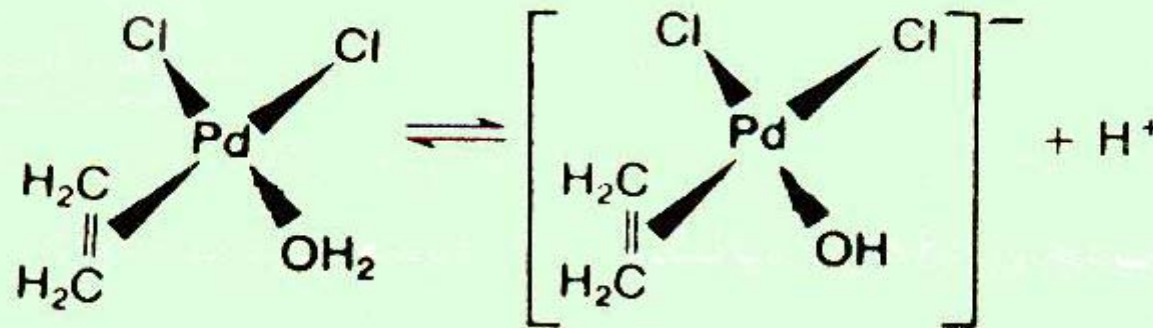
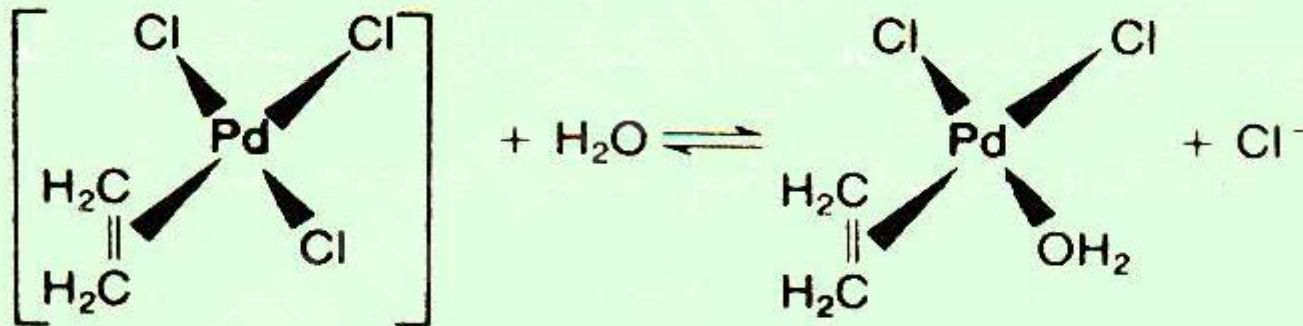
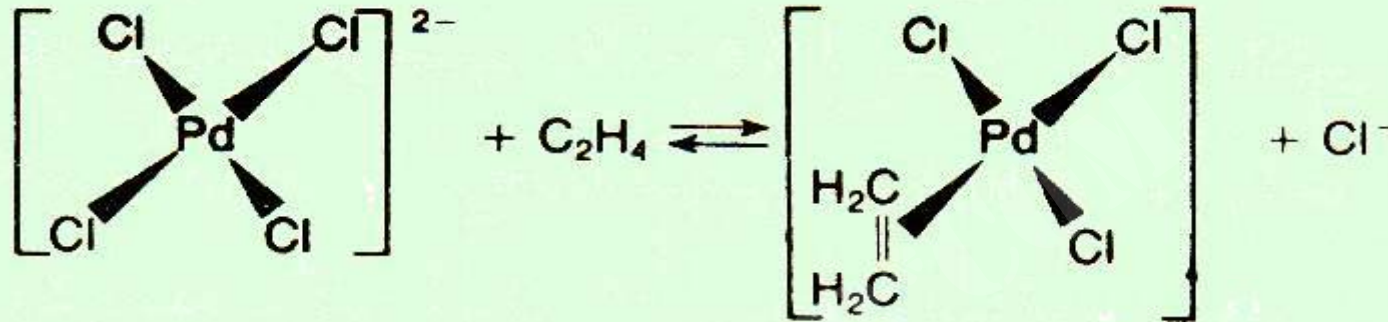
**HCl** تولید شده برای واکنش اکسی کلردار کردن استفاده می شود

## تولید استالدهید $\text{CH}_3\text{-CHO}$

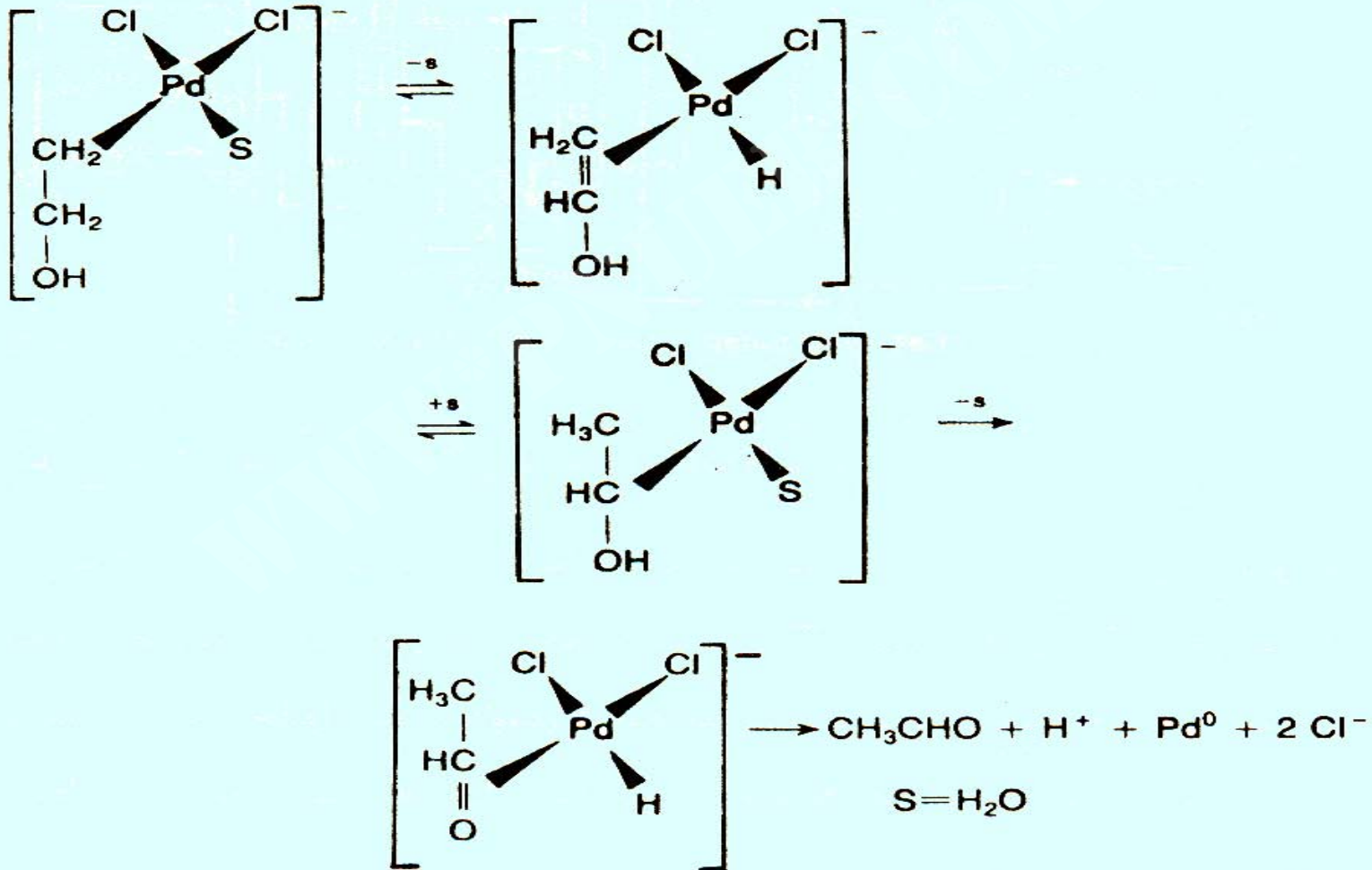
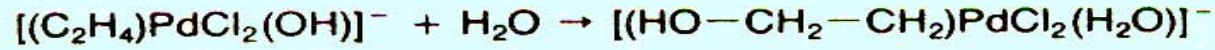
■ جدیدترین روش: واکنش واکر



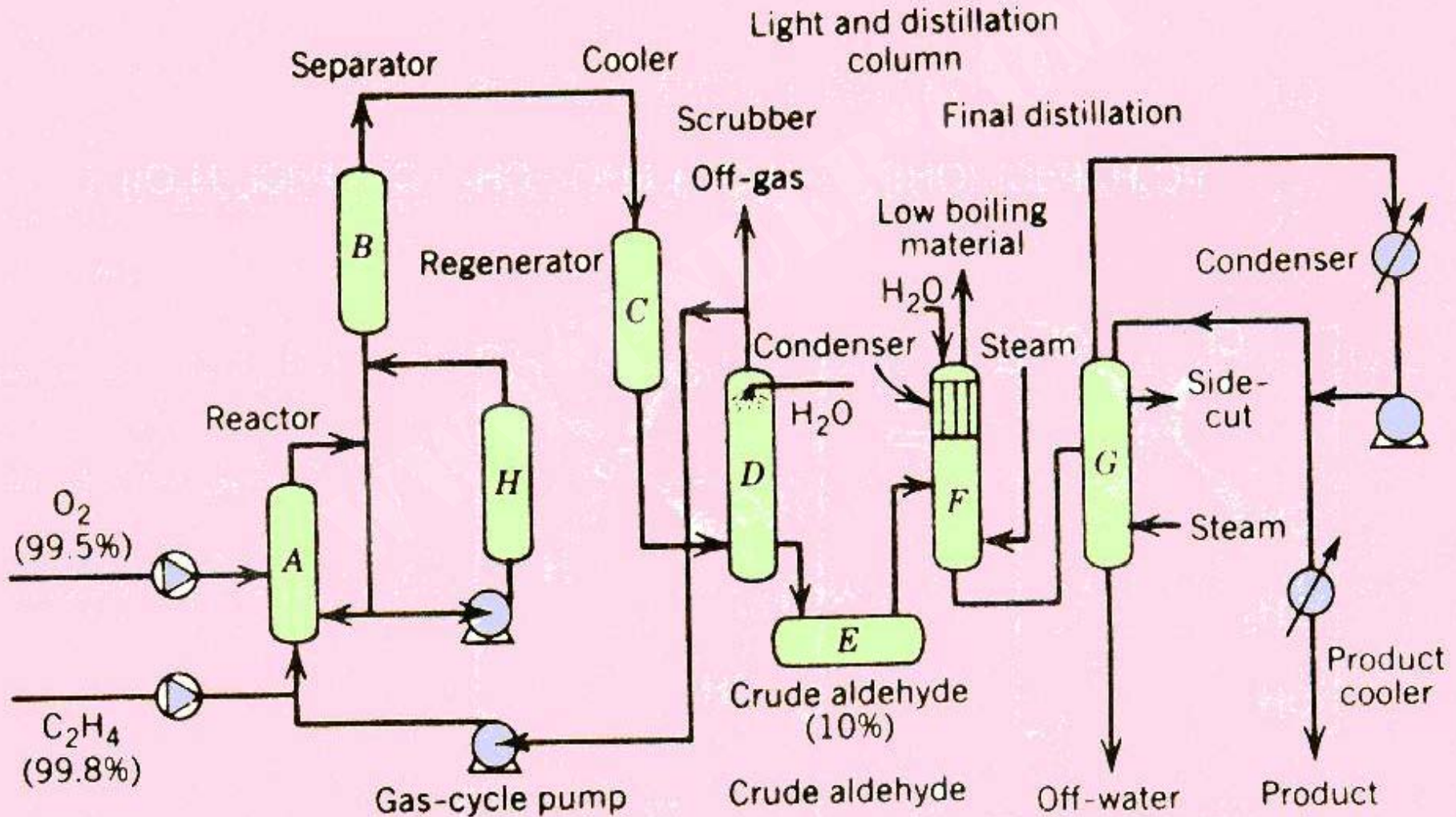
## مکانیسم واکنش واکر



## ادامه مکانیسم واکنش واکر. مرحله تعیین کننده سرعت



# شرایط فرآیند گردش تولید استالدهید

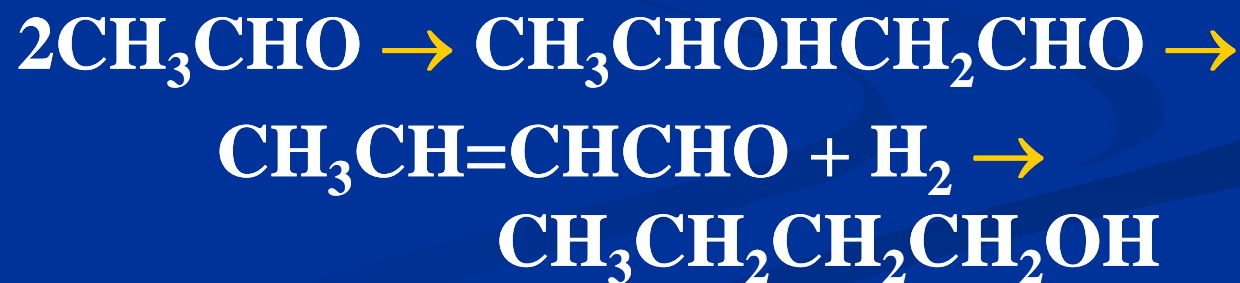


## تولید صنعتی بوتانول

۱- در گذشته از طریق تخمیر

(امروزه با وجود نفت با قیمت مناسب این روش متداول نیست)

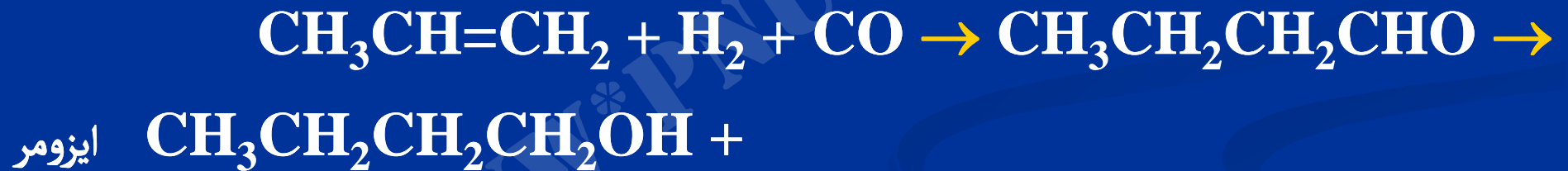
۲- فرآیند مبتنی بر استالدهید



## ادامه تولید صنعتی بوتانول

۳. جدیدترین فرآیند:

هیدروفرمیل دار کردن. ماده اولیه پروپیلن



چنانچه بجای پروپیلن از اتیلن استفاده شود ، پروپیونالدئید و بعد پروپیونیک اسید تولید می شود



## فرآیند تولید استیک اسید و پراستیک اسید

با کنترل اکسایش استالدهید، استیک اسید و پراستیک اسید بدست می آید.



(در حضور کاتالیزورهای استات منگنز و استات کبالت پراستیک اسید تجزیه می شود)



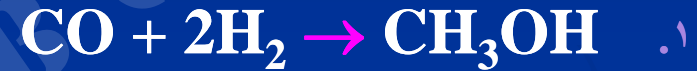
## فرآیند جدید تولید استیک اسید:

کربونیل دار کردن متانول:

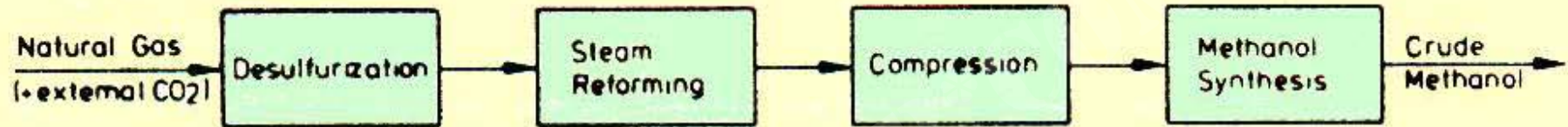


## فرآیند تشکیل متانول

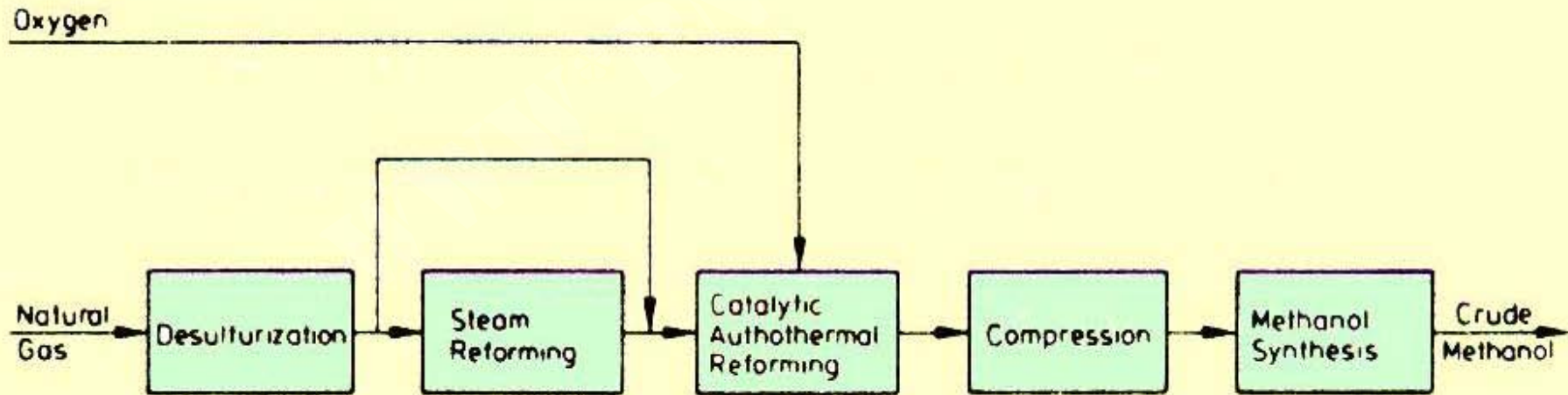
واکنش گرمازا ، کاتالیزور  $\text{Cu}$  و  $\text{ZnO} - \text{CrO}$  ،  $T = 230 - 300^\circ\text{C}$  ،  $P = 50-100 \text{ bar}$



# فرآیندهای تولید متانول از گاز طبیعی (متان)



تهیه متانول از گاز طبیعی



تهیه متانول از گاز طبیعی واکسیژن

## فرآیند تولید وینیل استات



■ مشابه تهیه استالدهید ، کاتالیزور  $\text{PdCl}_2$  که بوسیله  $\text{Cu II}$  احیا میشود

■ استیک اسید محصول جانبی است که بعنوان ماده اولیه بکار میرود

## واکنشهای افزایش به پیوند دوگانه اتیلن و تولید محصولات صنعتی

■ تهیه اتیلن اکسید: اکسایش اتیلن با هوا یا اکسیژن (کاتالیزور Ag روی آلومین)



■ واکنش واقعی در حضور کاتالیزور نقره



## واکنشهای افزایش به پیوند دوگانه اتیلن و تولید محصولات صنعتی

■ تهیه اتیلن گلیکول :



■ مواد اولیه تهیه اتیلن گلیکول :

۱. کربن مونوکسید و هیدروژن : گاز سنتز باید بدون گوگرد باشد (از بین رفتن کاتالیزورها)

۲. متانول : از گاز سنتز تهیه میشود



## ادامه مواد اولیه تهیه اتیلن گلیکول:

۳. فرمالدهید:



هیدروژن زدایی



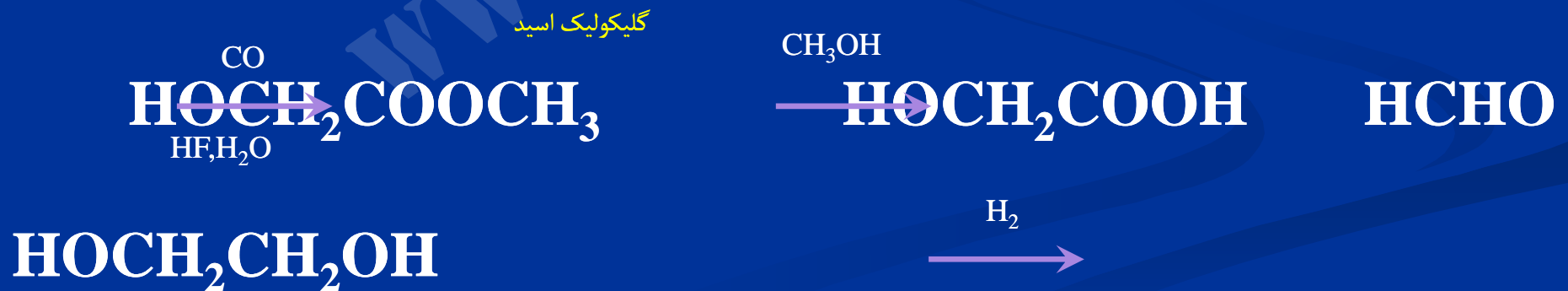
واکنش گرماگیر.  $\text{H}_2$  بعنوان سوخت استفاده میشود

# فرآیندهای تولید اتیلن گلیکول ، متنی بر گاز سنتز

۱. واکنش مستقیم:



۲. کربونیل دار کردن:





## ادامه فرآیندهای تولید اتیلن گلیکول ، مبتنی بر گاز سنتز

۳. هیدروفرمیل دار کردن فرمالدهید



کاتالیزور گرانتیتمت ، مقدار گوگرد موجود در فرمالدهید و گاز سنتز باید بسیار کم باشد

۴. هیدروفرمیل دار کردن کاهشی :



هم هیدروفرمیل دار کردن هم کاهش همزمان در یک راکتور انجام میشود

## ادامه فرآیندهای تولید اتیلن گلیکول ، مبتنی بر گاز سنتز

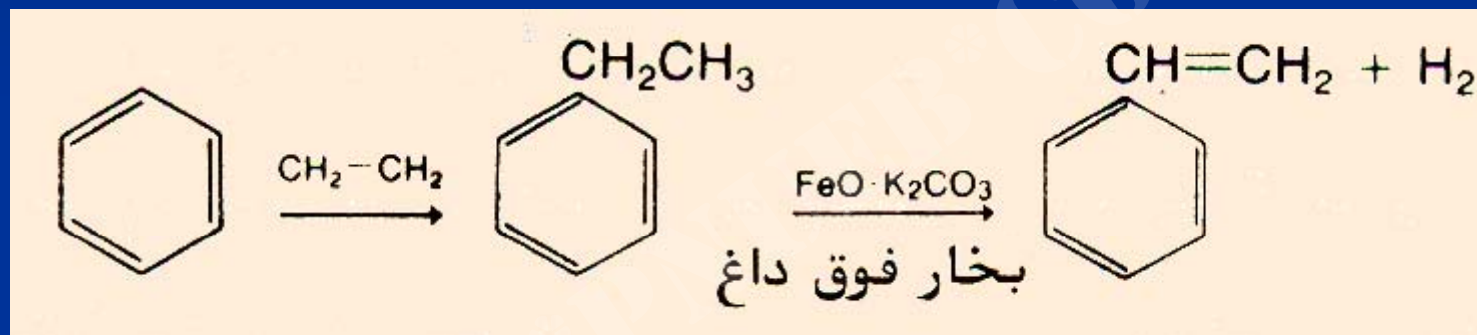
۵. جفت شدن اکسایشی:



در این روش می بایست گاز سنتز به اجزاء خود تفکیک شود (پر هزینه)

# تهیه استیرن . $C_6H_5-CH=CH_2$

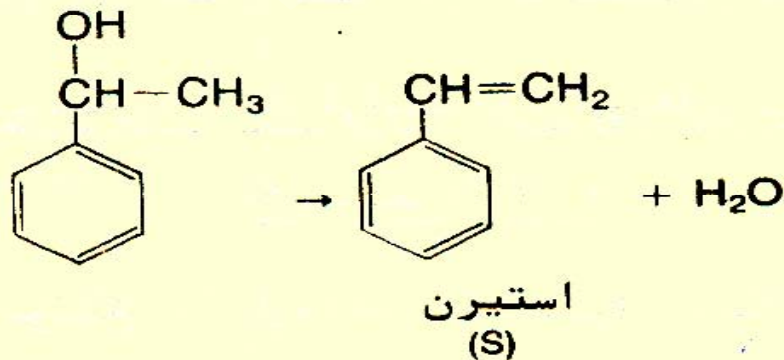
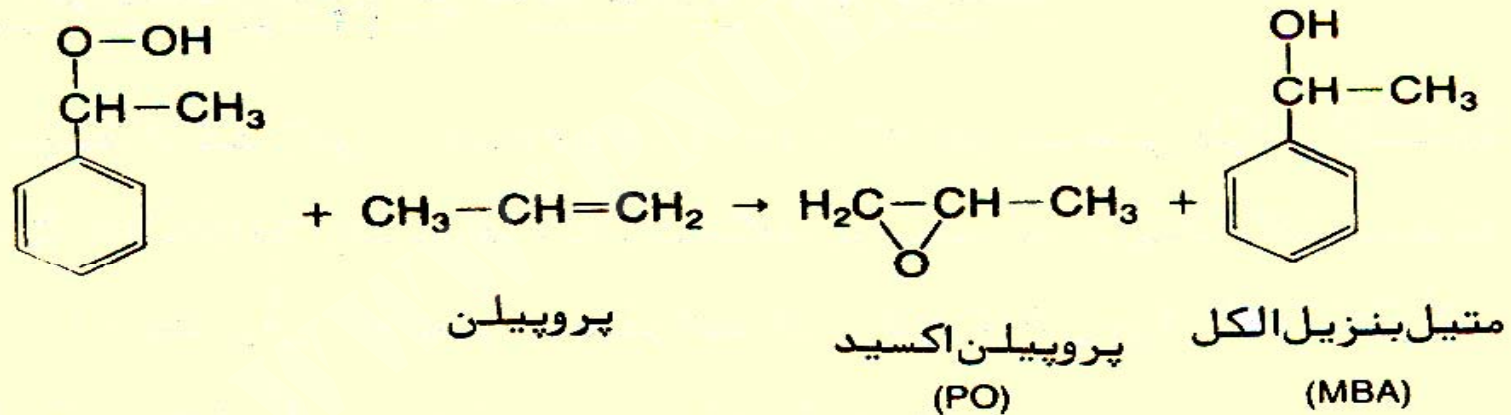
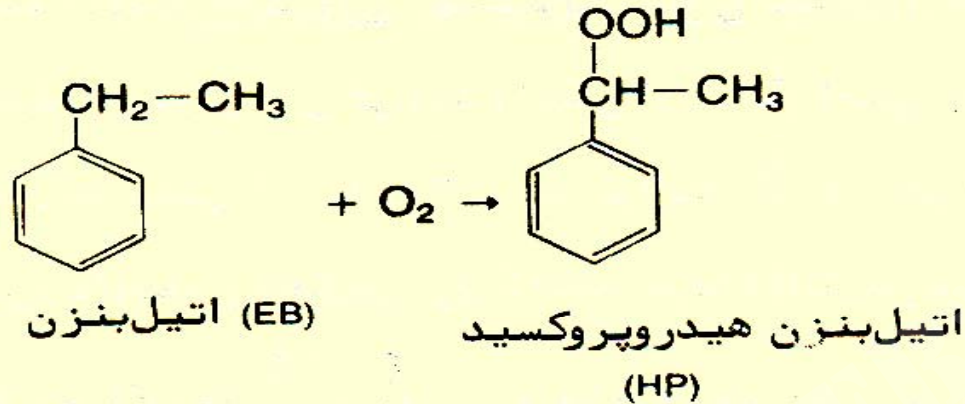
## ۱. روش قدیمی تر



## ۲. فرآیند اکسییران ، روشی نوین :

اتیل بنزن به هیدروکسی پروکسید و بعد با پروپیلن به پروپیلن اکسید و متیل فنیل کربنیول و سپس با از دست دادن آب به استیرن تبدیل میشود

# واکنشهای فرآیند اکسیران: تهیه استیرن و پروپیلن اکسید



# تهیه پروپیونالدهید . $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$

نوعی واکنش هیدروفریل دار کردن اتیلن است



برای اولفینهای بزرگتر



## تهیه اتانول

### ۱. روش قدیمی تر:

تخمیر مواد قندی (با کمبود مواد اتیلنی هنوز هم این روش کاربرد دارد)

### ۲. واکنش تشکیل اتانول از اتیلن



کاتالیزور:  $\text{H}_3\text{PO}_4$  روی  $\text{SiO}_2$  ، دما بین ۷۰ تا ۳۰۰ درجه سانتیگراد

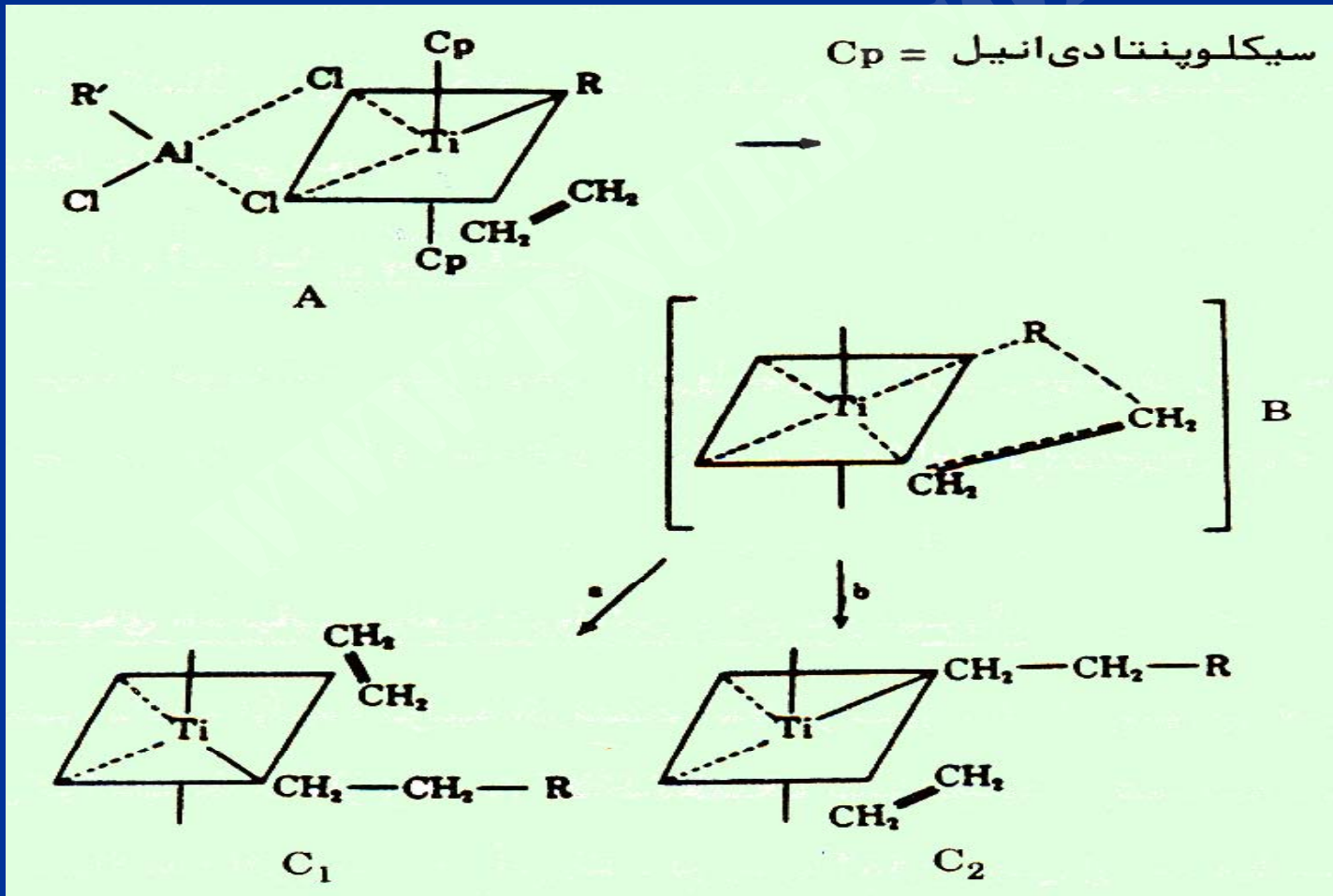
راندمان: 4% ، مازاد اتیلن به راکتور اصلی برگشت میشود و الکل با تقطیر خارج میشود



اتیلن:

کاتالیزور: فلز آلکیل (TiCl<sub>4</sub>) در حضور Al(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>3</sub>

مکانیسم



## فرآیندهای صنعتی مبتنی بر شیمی پروپیلن

■ واکنشهای اکسایشی پروپیلن :

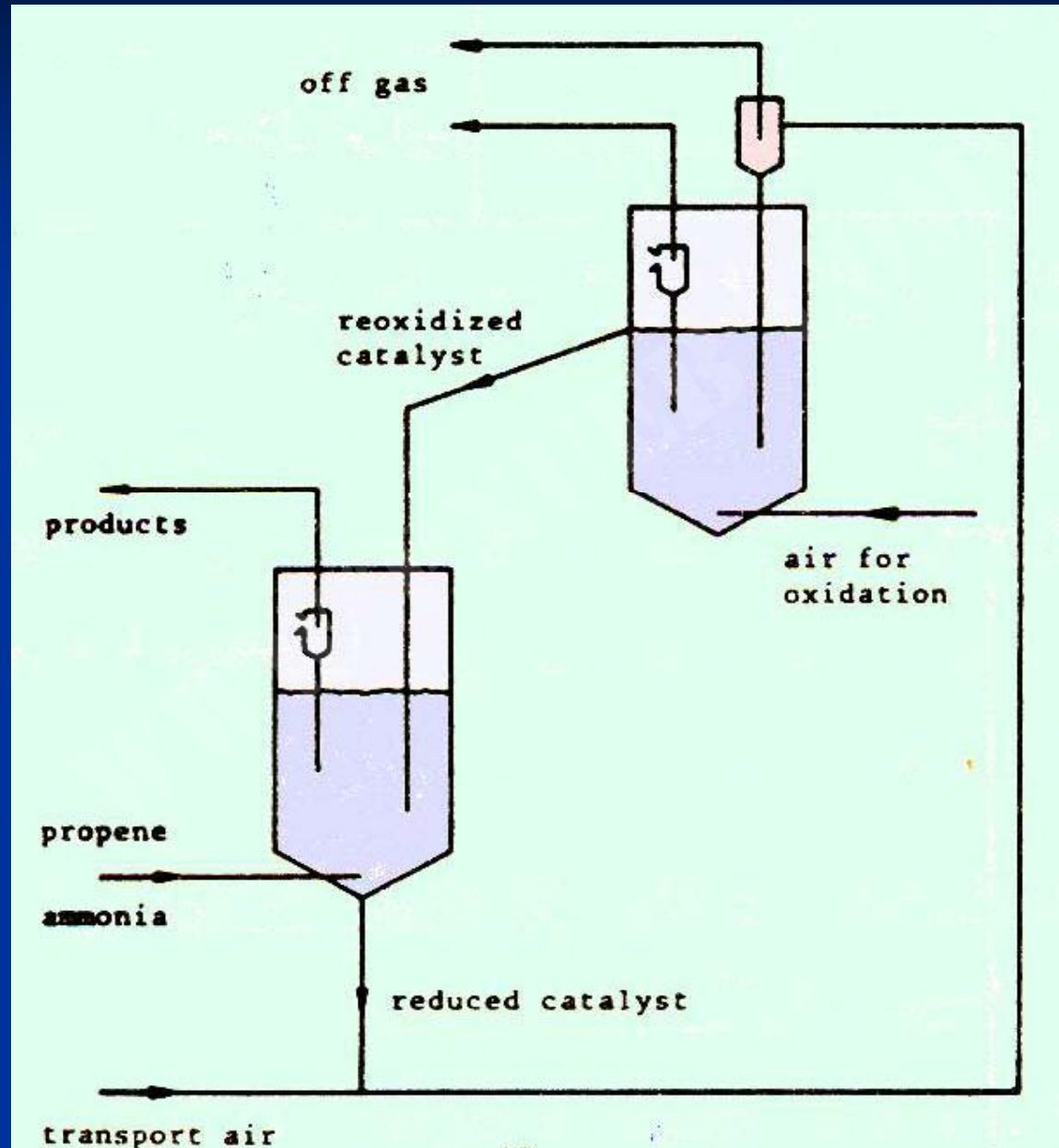
الف) تولید آکرولئین و آکریلونیتریل



کاتالیزور : اکسیدهای بیسموت و مولیبدن ( $\text{Bi}_2\text{O}_3 \cdot n\text{MoO}_3$ )

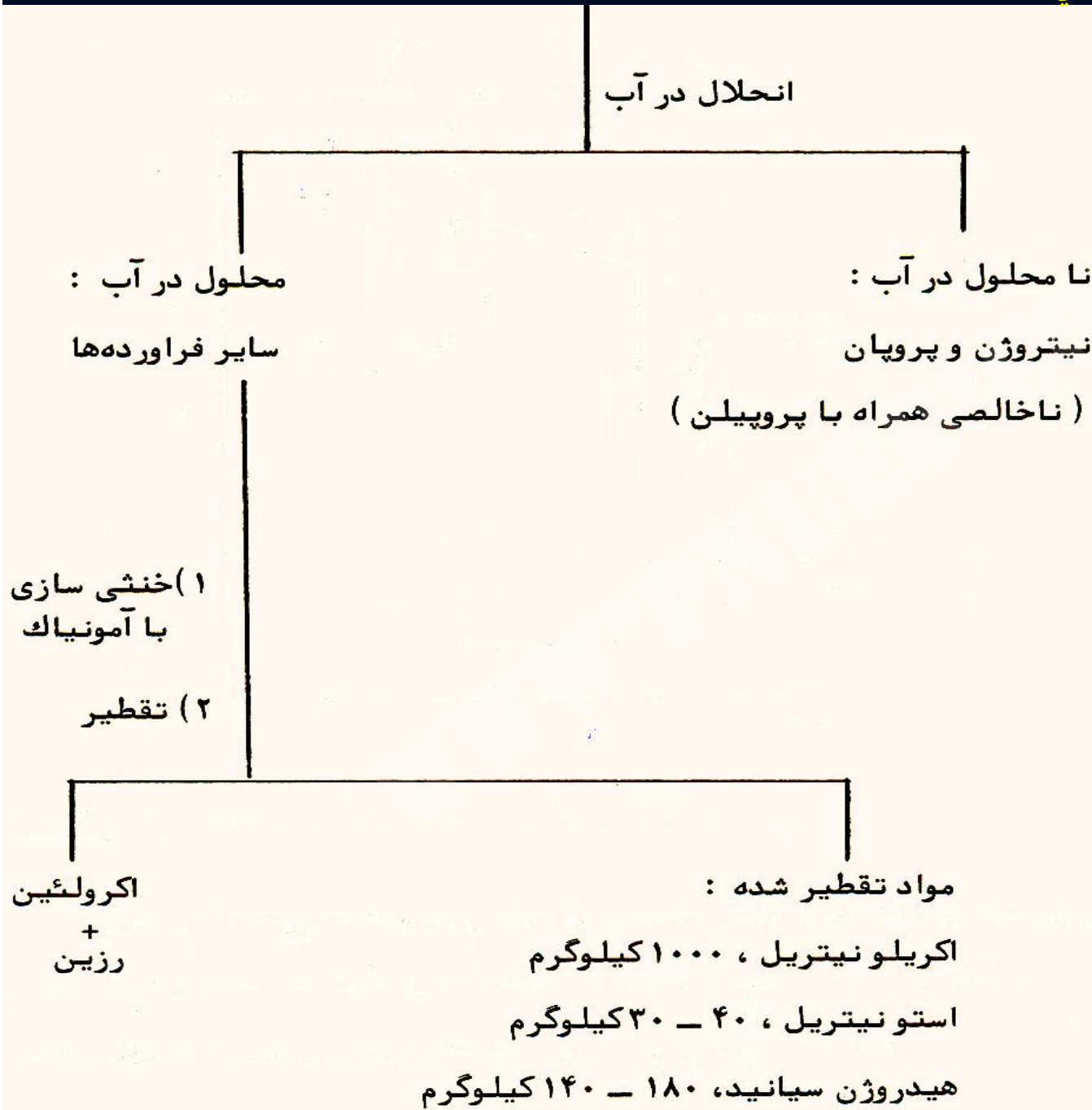


# تولید آکریلونیتریل: نمودار گردش تولید آکریلونیتریل

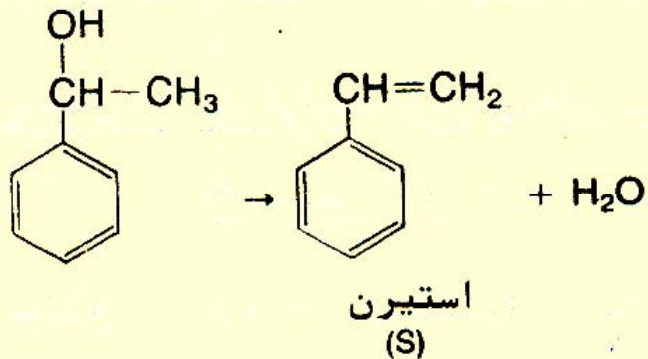
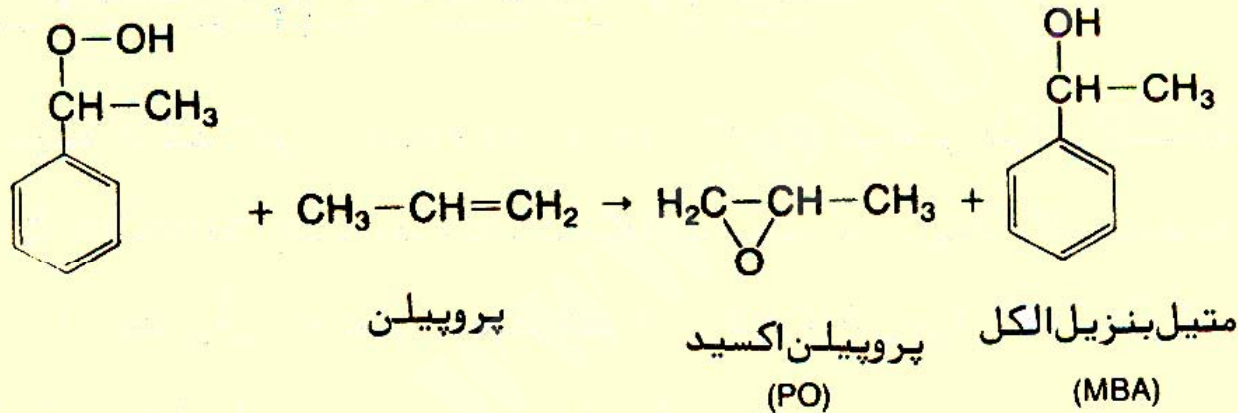
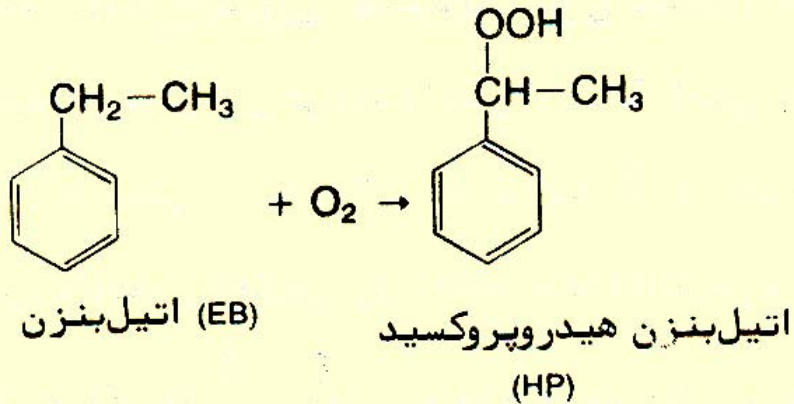


# مراحل و چگونگی بازیابی

## آکروئین ، آکرونیتریل و هیدروژن سیانید



# فرآیندهای پروپیلنی که دو فرآورده تولید میکند

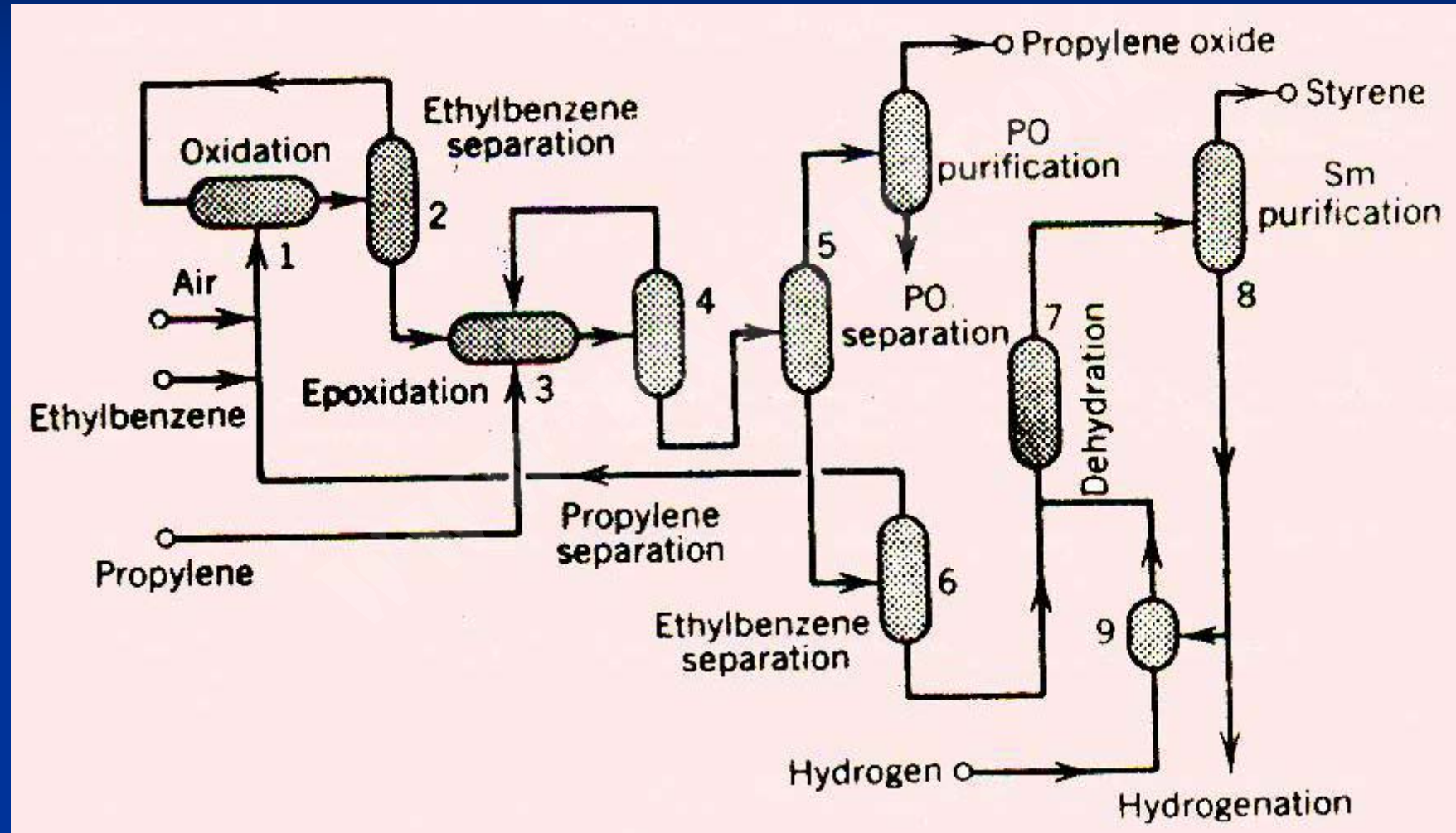


۱. تهیه استیرن (S) و پروپیلن اکسید (PO) با

کاتالیزورهای مولیبدن ، وانادیم

و تکسیم  $\text{TiO}_2$  یا  $\text{Al}_2\text{O}_3$

# نمودار فرآیند اکسیران: تولید استیرن و پروپیلن



## ادامه فرآیندهای پروپیلنی که دو فرآورده تولید می کنند

۲. تهیه *t*-بوتانول و پروپیلن اکسید:



ایزوبوتیل

*t*-بوتیل هیدروپروکسید

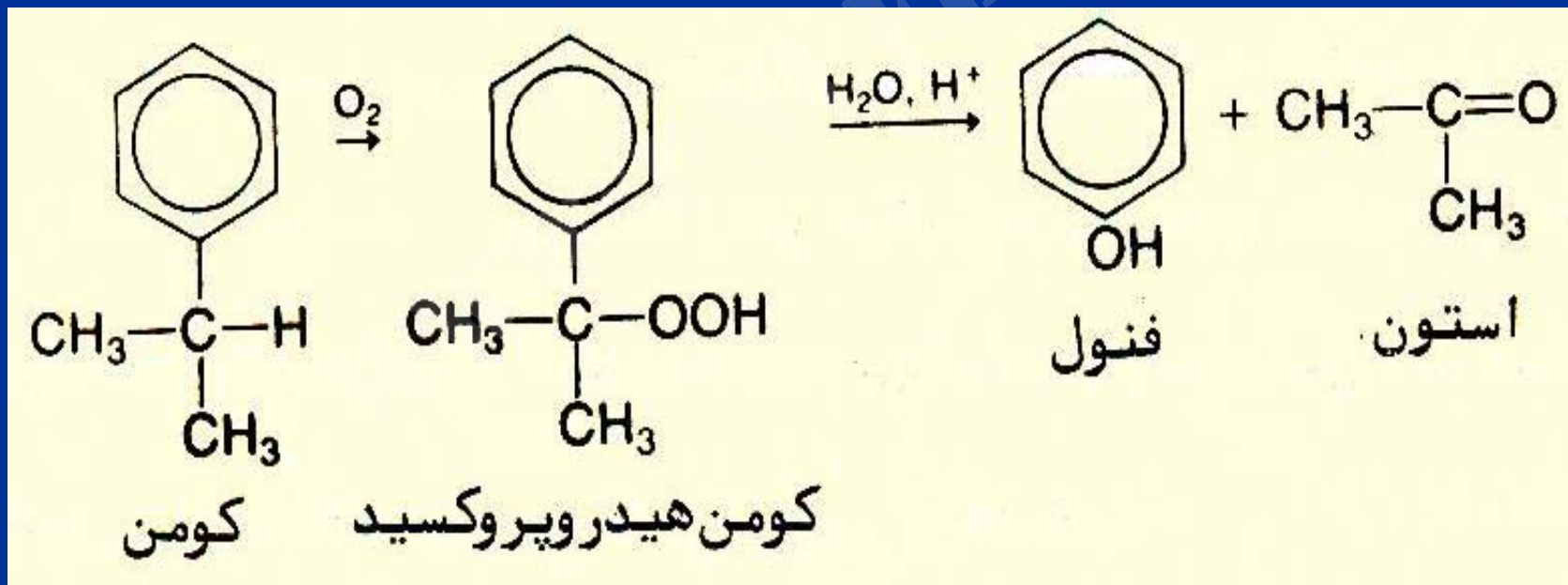


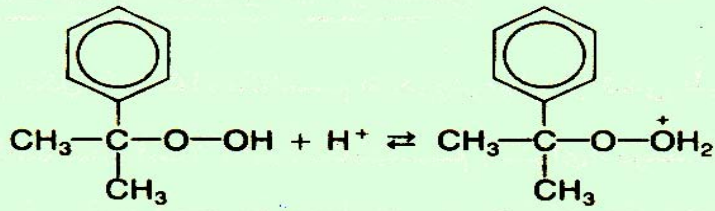
*t*-بوتانول (TBA)

پروپیلن اکسید (PO)

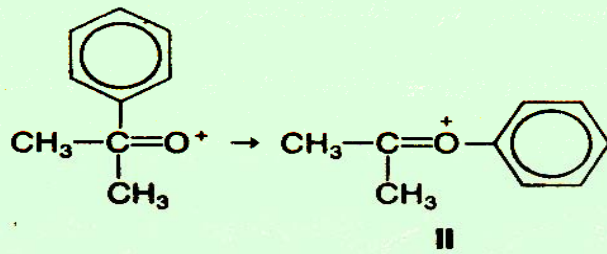
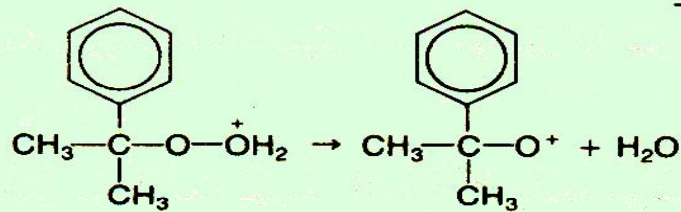
## ادامه فرایندهای پروپیلنی که دو فرآورده تولید می کنند

۳. تهیه فنول و استون از پروپیلن

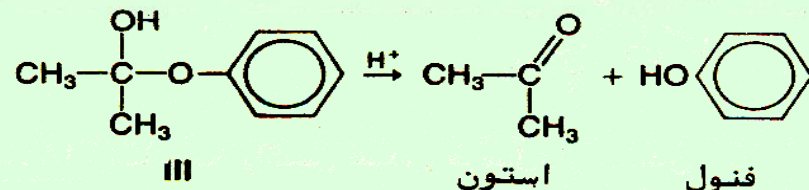
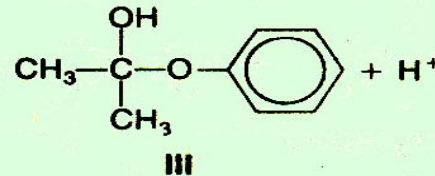
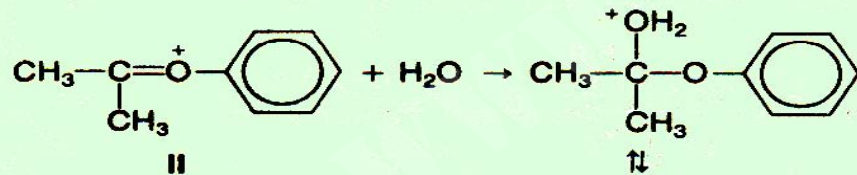




کومن هیدروپروکسید  
I



همزمان



استون

فنول

مکانیسم تهیه

فنول و استون از

پروپیلن

## تهیه بوتیرالدهید (هیدروفرمیل دار کردن پروپیلن)



بوتیرالدهید

CHO

ایزو بوتیرالدهید

کاتالیزور:

دی کبالت اکتا کاربونیل  $\text{Co}_2(\text{CO})_8$  ← کاتالیزور فعال شده  $\text{HCo}(\text{CO})_3$





روش جدیدتر:



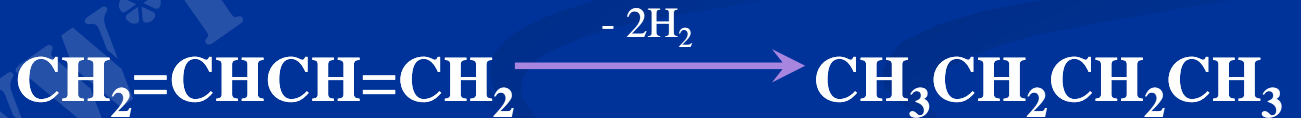
گازی (۱ mol)

مایع (۱۲-۱۵ mol)

## فرآیندهای صنعتی مبتنی بر بوتن

■ تهیه بوتان دی ان  $\text{CH}_2=\text{CHCH}=\text{CH}_2$

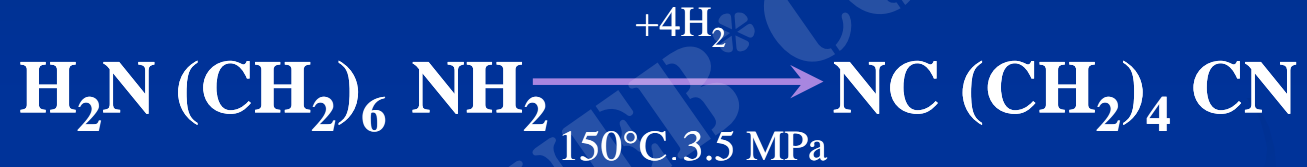
هیدروکربنهای ۴ کربنی از کراکینگ کاتالیزوری نفت خام بدست می آیند که شامل n-بوتان ، ۱ بوتن ، ۲ بوتن و ۲- متیل پروپن (ایزوبوتیلن) و بوتادین است



## مواد شیمیایی قابل تهیه از بوتادین و ایزوبوتیلن

- هیدروکربنهای  $C_4$  که در تولید پلیمرها بصورت انواع رزینها و لاستیکها بکار میروند
- لاستیک استیرن-بوتادین و لاستیک پلی بوتادین
- لاستیک بوتادین + آکریلونیتریل - لاستیک بوتیل
- رزین آکریلونیتریل + بوتادین + استیرن (رزین ABS)

## تهیه هگزامتیل دی آمین . ماده اولیه تهیه نایلونها



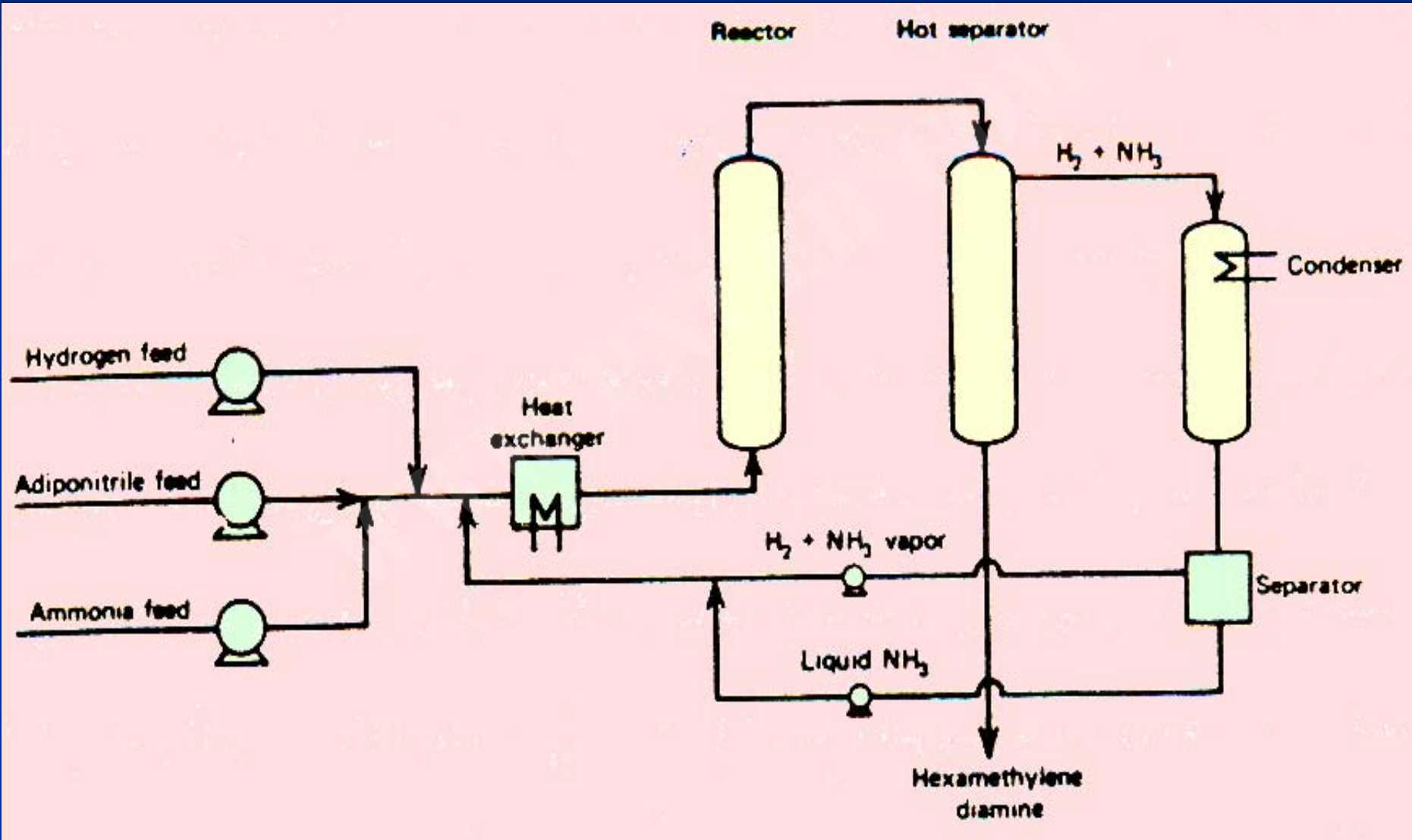
ادیپونیتریل

هگزامتیلن دی آمین

■ کاتالیزور:

نیکل و کبالت ، مس و کبالت ، آلومینیوم و کبالت

# نمودار گردش تولید هگزامتیلن از طریق هیدروژن دار کردن ادیپونتریل



## تهیه ادیو نیتریل :

■ روش اول :



کاتالیزور : نیکل فسفین یا نیکل فسفیت -  $\text{Ni}[\text{P}(\text{OC}_6\text{H}_5)_3]_4$

■ روش دوم :



(اکریلونیتریل)

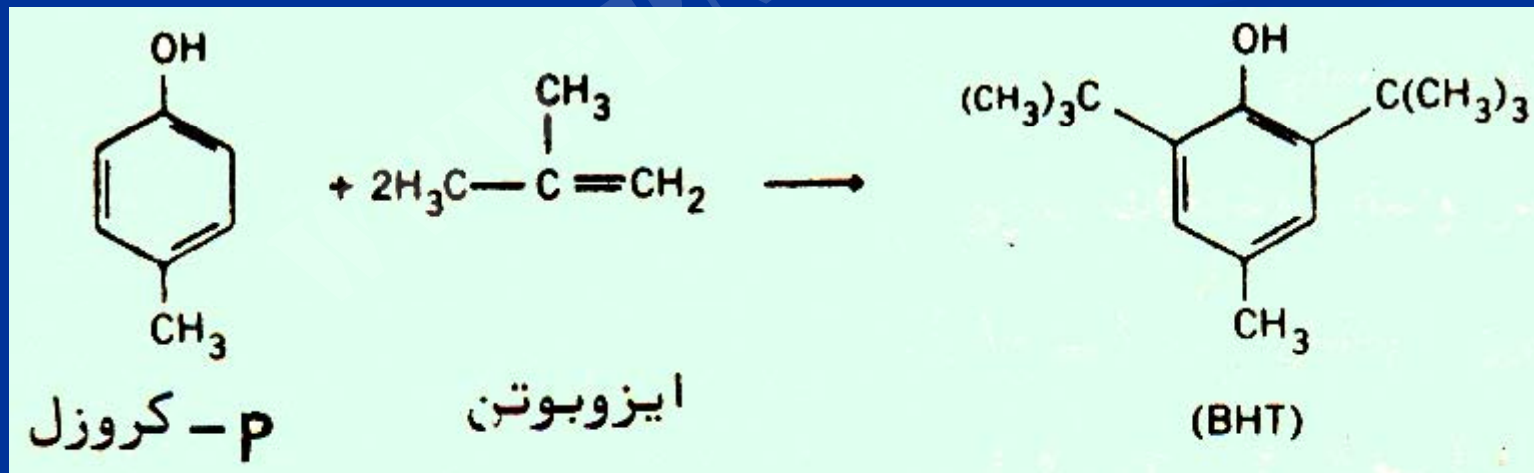


## کاربردهای ایزوبوتیلن

۱. تهیه *t*-بوتانول

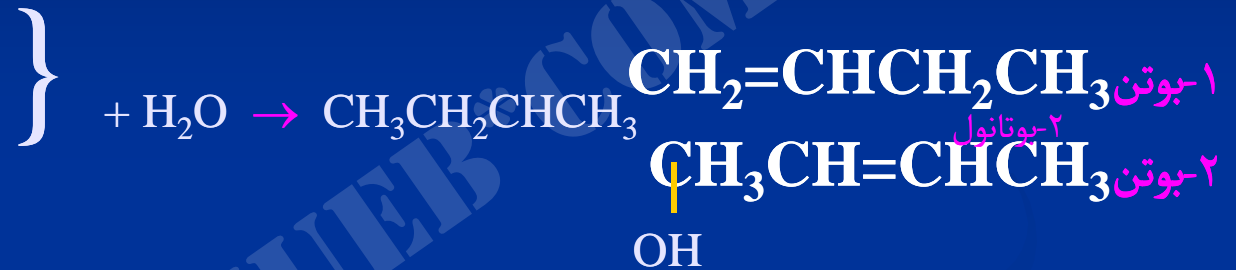


۲. تهیه فنولهای بوتیل دار شده



هیدروکسی تولوئن بوتیل دار شده (BHT)

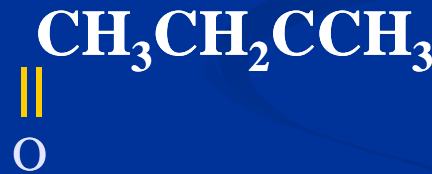
## تهیه متیل اتیل کتون (MEK):



ZnO/ZnCu



متیل اتیل کتون



این حلال مهم در تهیه انواع لاکهای وینیل، نیتروسولوز و رزینهای آکریلی بکار میرود



## تهیه بنزن و مشتقات آن

از رفرمینگ کاتالیزوری (Pt یا Pt-Re روی آلومین)

هیدروکربنهای آلیفاتیک زنجیر مستقیم و حلقه ای به هیدروکربنهای آروماتیک تبدیل می شوند

بنزن ۱۵% ، زایلن ۳۵-۴۵% و تولوئن ۵۰%



نیاز بنزن و زایلن بیشتر از تولوئن است

## مواد شیمیایی صنعتی حاصل از بنزن

مواد زیر از بنزن تهیه می شوند:

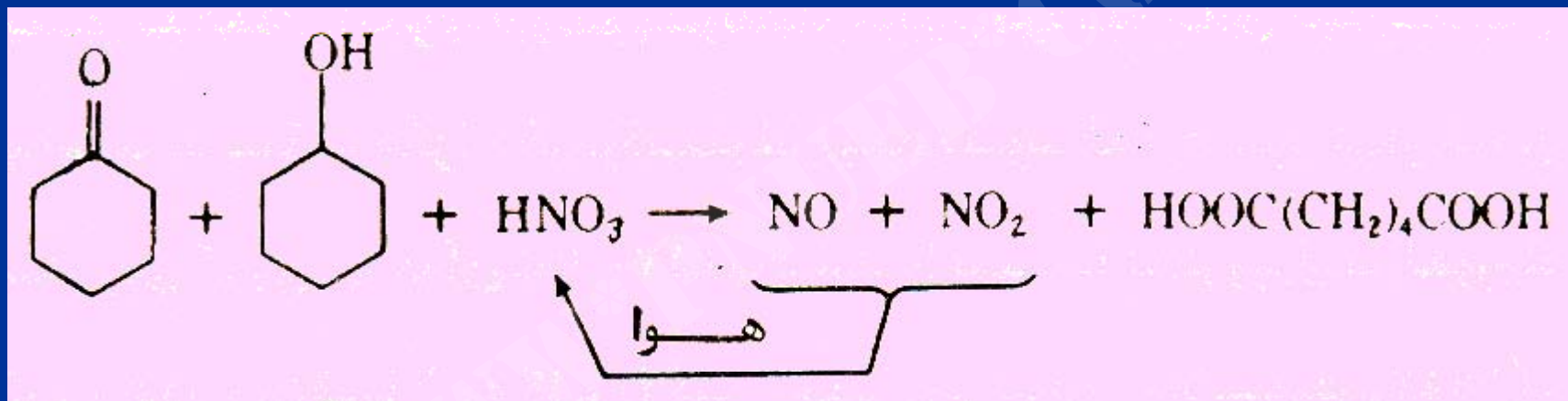
آدیپیک اسید ، کاپرولاکتام ، آنیلین و سایر مشتقات بنزن ،

استیرن ، فنول و مالتیک انیدرید

## مواد شیمیایی صنعتی حاصل از بنزن



■ تهیه آدیك اسید



■ روغن مخلوط از اکسایش سیکلو هگزان و هیدروژن دار کردن فنول بدست می آید

## مواد شیمیایی صنعتی حاصل از بنزن

■ کاربرد آدیپیک اسید:

از آدیپیک اسید به همراه هگزامتیلن دی آمین نایلون ۶ ، ۶ بدست می آید

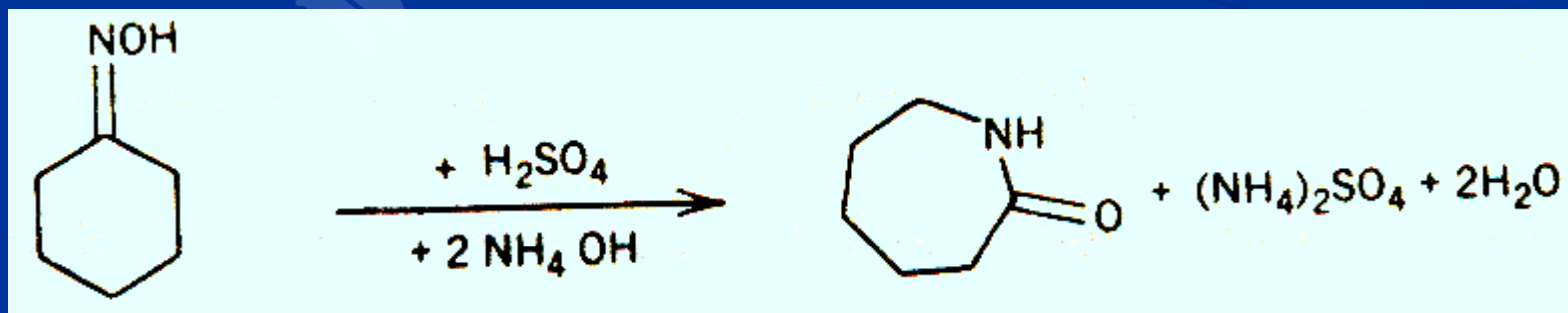
هگزامتیلن دی آمین

آدیپیک اسید

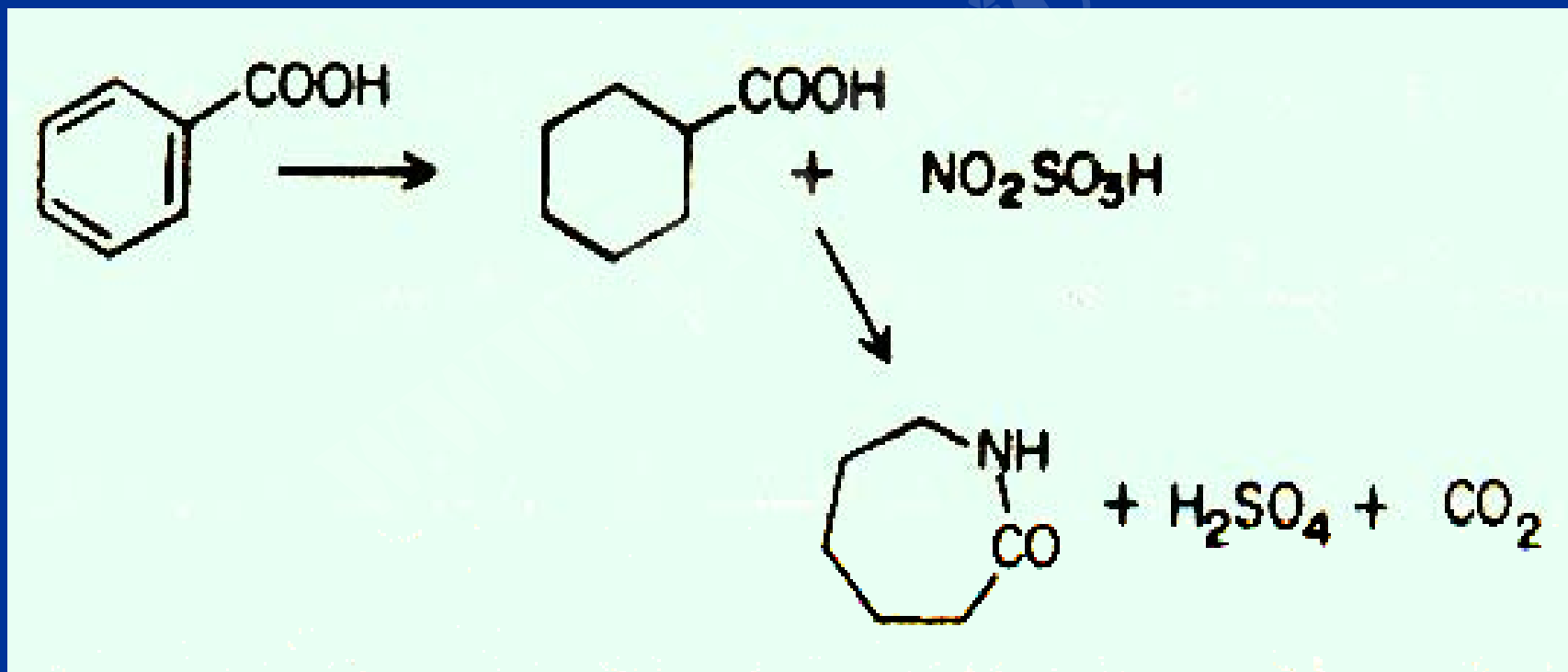


## ۱. تهیه کاپرولاکتام

با هیدروژن دار کردن فنل روی پالادیوم (کاتالیزور) سیکلوهگزانون (برای تهیه کاپرولاکتام) و سیکلوهگزانول (برای تهیه آدیپیک اسید) بدست می آید

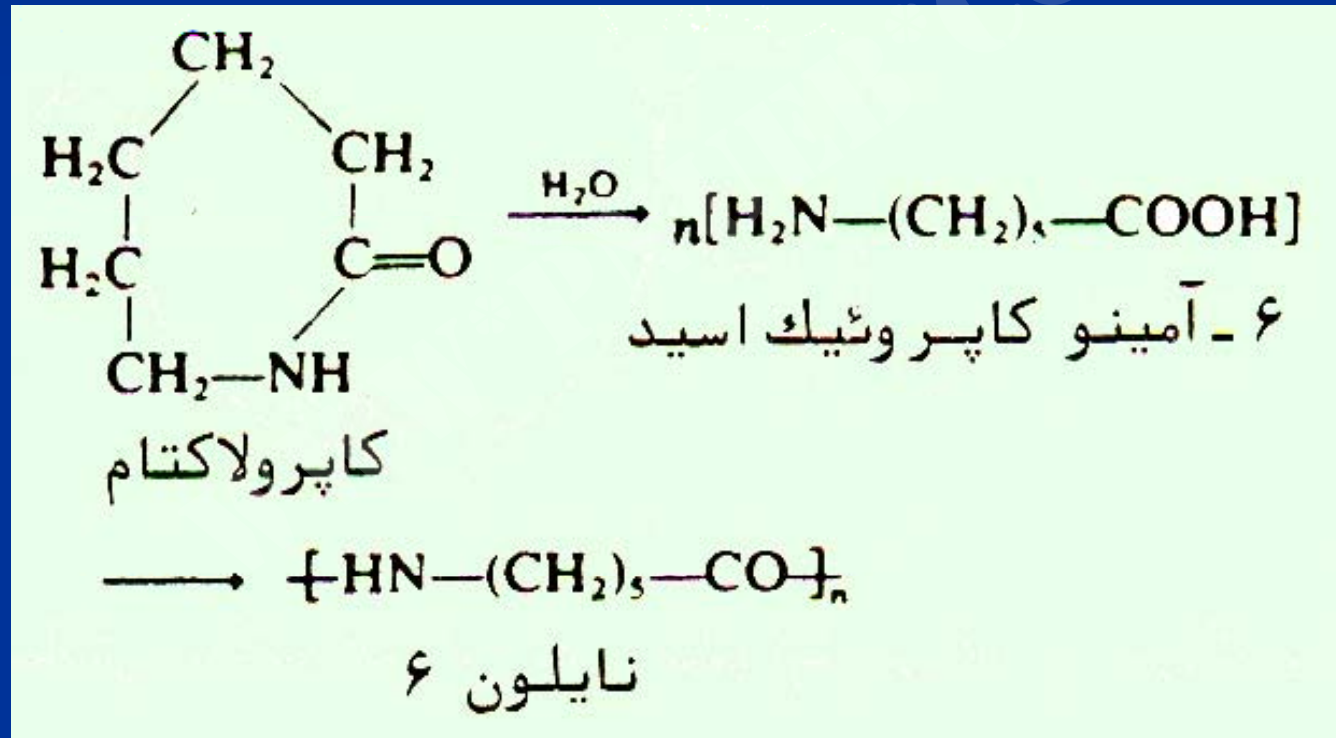


## ۲. تهیه کاپرولاکتام از بنزوئیک اسید



## مواد شیمیایی صنعتی حاصل از بنزن

### ■ کاربرد کاپرولاکتام



## شرایط واکنش برای تولید صنعتی مشتقات بنزن

بازده (%)	کاتالیزور	فشار (بار)	دما C	واکنشگرها	مشتق
100	$\text{AlCl}_3(\text{HCl})$	30-100	40-100	بنزن ، اتیلن + کاتالیزور	اتیل بنزن
90	+ Fe اکسیدکروم	فشار جو	600-700	اتیل بنزن + کاتالیزور	استیرن
96-97	$\text{H}_3\text{PO}_4$	400-600	200-250	بنزن ، پروپیلن + کاتالیزور	گومن
-	$\text{H}_3\text{PO}_4$ یا اسیدهای دیگر	15-25	200-240	بنزن ، دودسن + کاتالیزور	دودسیل بنزن
81 (مونو)	$\text{FeCl}_3$	فشار جو	80-100	بنزن ، کلر + کاتالیزور ، یا بنزن ، اکسیژن ، HCl	کلروبنزن
95-98	$\text{H}_2\text{SO}_4$	حالت مایع	55	بنزن ، نیتریک اسید غلیظ + کاتالیزور	نیتروبنزن
96	نمکهای مس	880-1130	210-200	کلروبنزن $\text{NH}_3$ + کاتالیزور	آنیلین
95	مس روی سیلیس	20	250-270	نیتروبنزن ، هیدروژن + کاتالیزور	آنیلین



## مواد شیمیایی صنعتی حاصل از تولوئن. $C_6H_5CH_3$ :

۱. بنزن و متان از طریق الکیل زدایی. شبیه کراکینگ است :



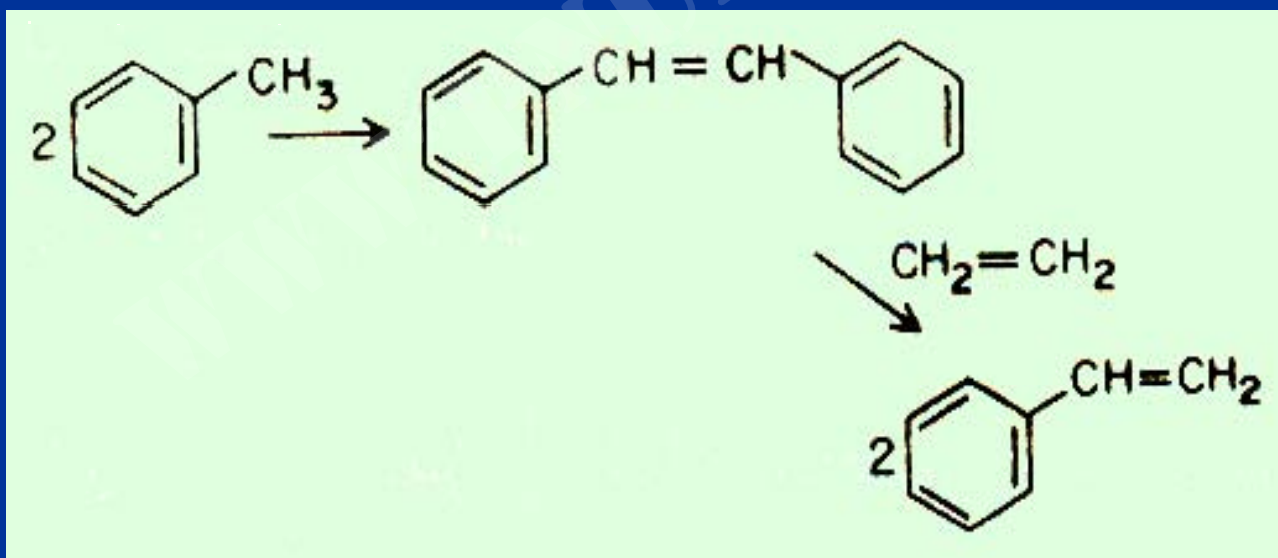
۲. بنزن و زایلنها از طریق تسهیم نامتناسب :



مخلوطهای زایلنهای اورتو ، متا و پارا

## مواد شیمیایی صنعتی حاصل از تولوئن

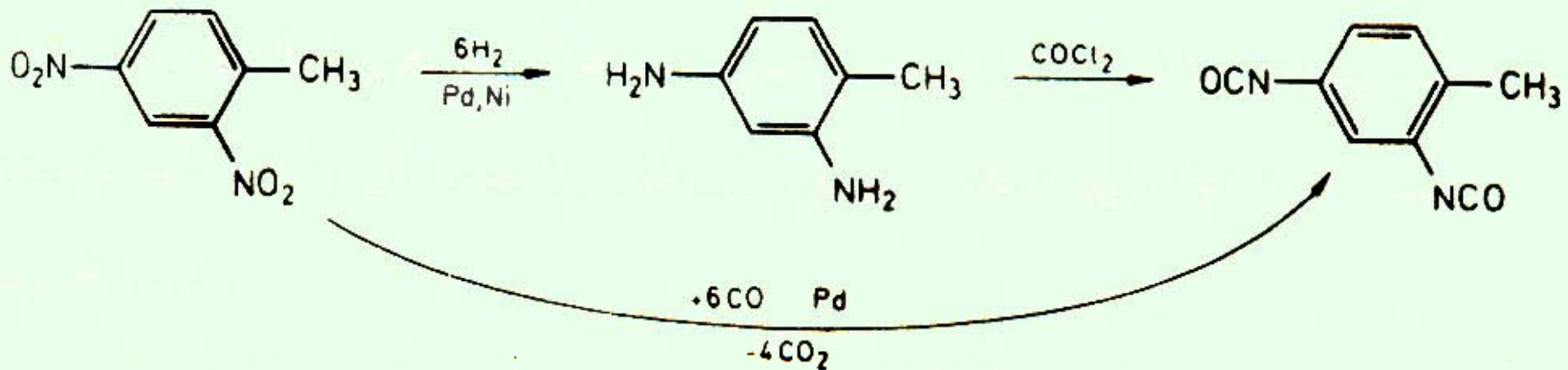
### ۳. واکنش متاتز. تبدیل تولوئن به استیرن



## مواد شیمیایی صنعتی حاصل از تولوئن

۴. تهیه تولوئن دی ایزوسیانات (TDI):

در تهیه رزینهای پلی اورتان بکار میرود

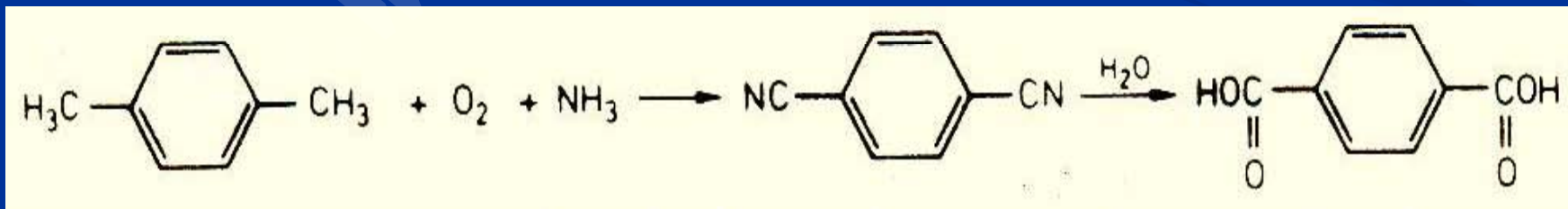


## مواد شیمیایی حاصل از زایلنها

■ تهیه ترفتالیک اسید از پارازایلن: در تهیه الیاف پلی استر بکار می رود

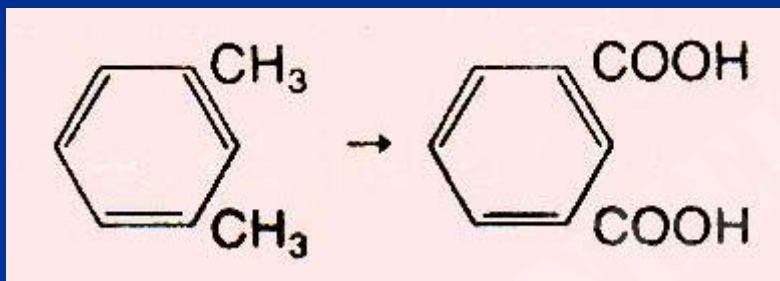


■ تهیه ترفتالیک اسید از فرآیند اموکسید کردن

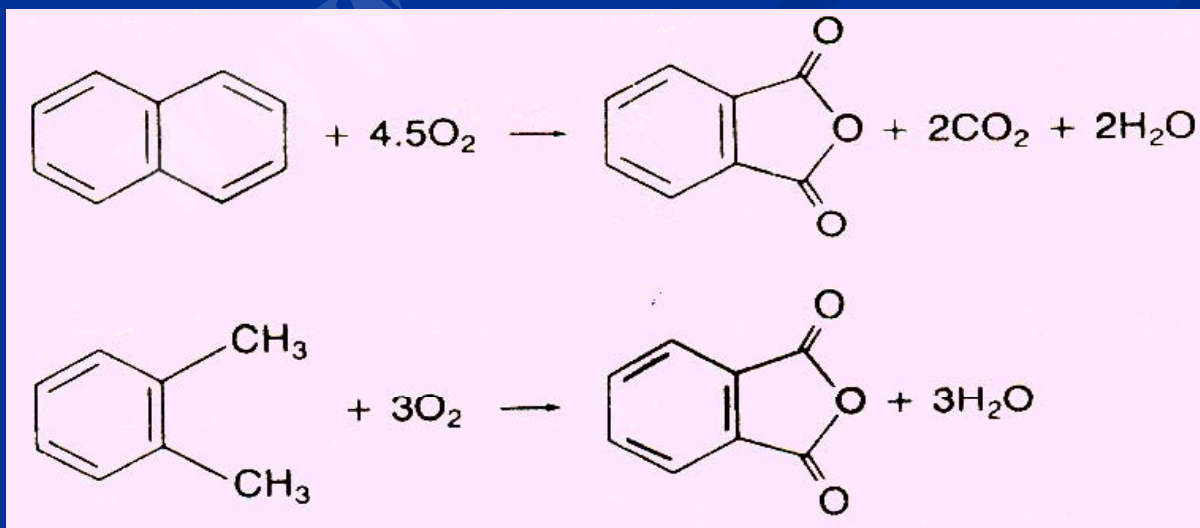


## مواد شیمیایی صنعتی حاصل از زایلنها

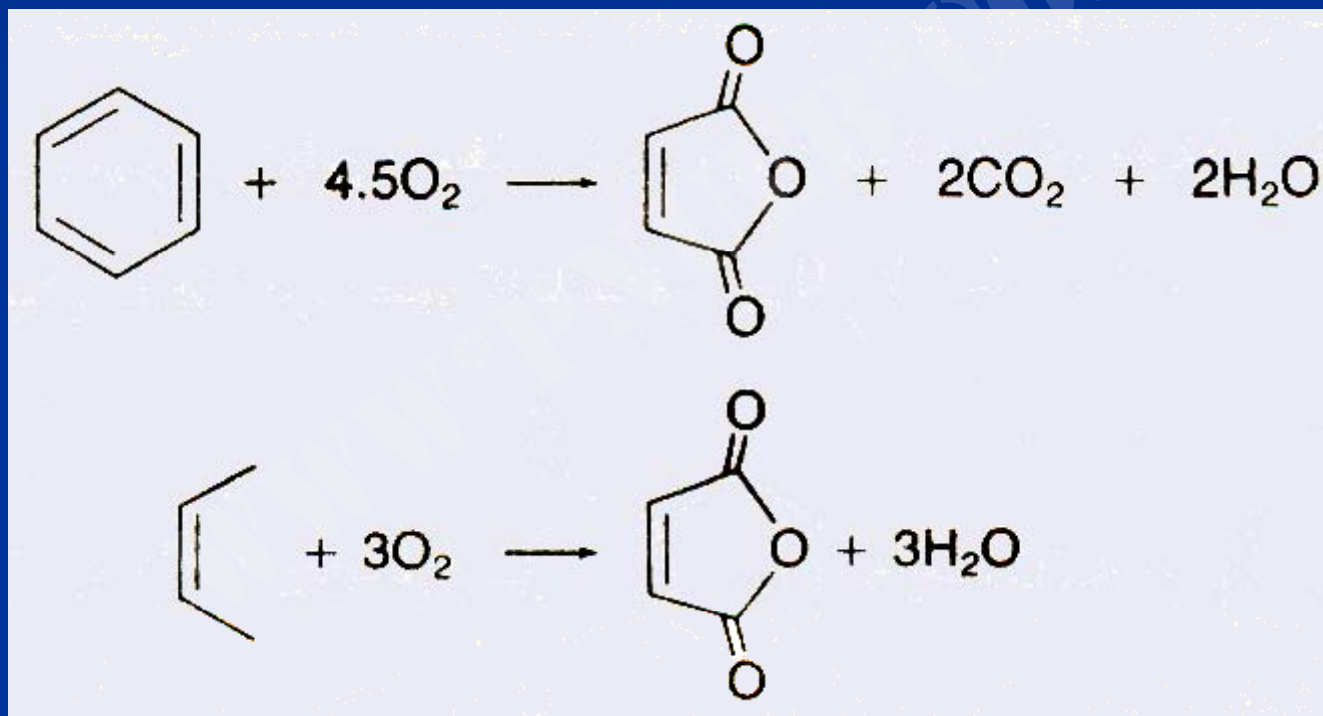
■ تهیه ایزوفتالیک از متازیلن



■ تهیه فتالیک انیدرید



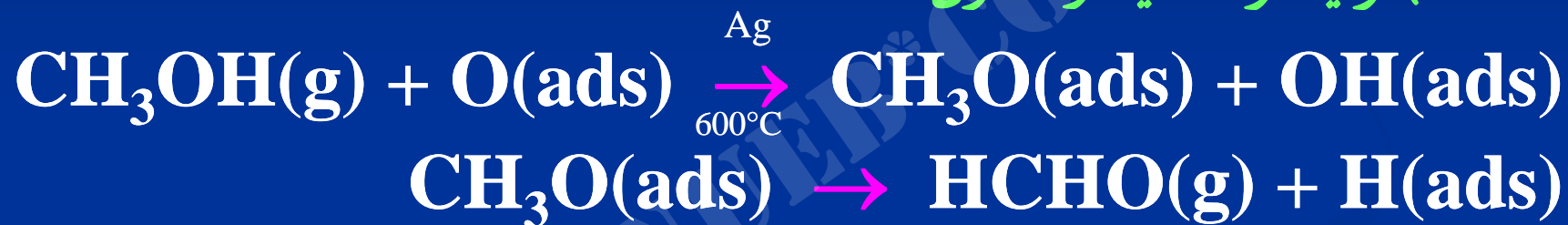
## تهیه مالئیک انیدرید: درتهیه پلی استرها و رنگها کاربرد دارد



## مواد شیمیایی صنعتی حاصل از متان

۱. کاربردهای سنتی متانول

■ الف) تولید فرمالدهید از متانول:



کاتالیزور بصورت سوزنها یا توری نقره در دمای ۶۰۰ درجه سانتیگراد، بستر انجام واکنش میشود

■ ب) تولید متیل آمین ها:



■ ج) تولید استیک اسید:



## ۲. کاربردهای جدید از متانول:

■ الف) کاربردهای سوختی. مستقیم یا غیر مستقیم

■ ب) کاربردهای غیر سوختی: برای تهیه اتانول، اتیلن و اتیلن گلیکول





## سایر کاربردهای متان

■ الف) تهیه بنزین با سنتز فیشر-تروش:



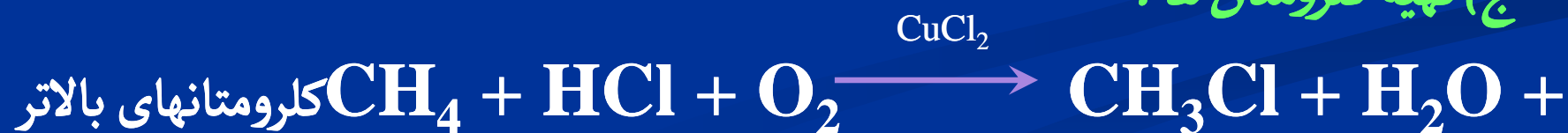
■ ب) تهیه هیدروژن سیانید:



فرآیند آندروساو

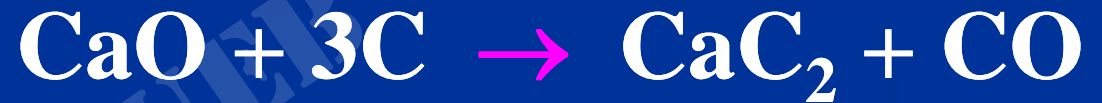
آموکسید متان

■ ج) تهیه کلرومتان ها:



تهیه استیلن HC ≡ CH :

روش اول: کک و آهک در کوره الکتریکی



روش دوم: از متان



## فصل پنجم

### تبدیل يك فرآیند آزمایشگاهی به واحد صنعتي نمونه و سپس به کارخانه

#### هدف كلي:

آشنایی با طراحی و تبدیل فرآیندهای آزمایشگاهی به صنعتي  
چگونگی برپایی طرح پایلوت برای تولید اولیه

#### هدفهای رفتاري:

عوامل مؤثر در تولید يك فرآورده شیمیایی  
مراحل تکوین و تکامل يك پروژه از ابتدا تا انتها و رسیدن به تولید تجارتي

## چگونه يك تولید آزمایشگاهی به تولید صنعتي تبدیل مي شود

مرحله ۱. تعريف پروژه:

اعضاي گروه تحقيق با تخصصهاي مربوطه

مرحله ۲. محاسبه مقدماتي هزینه ها:

محاسبات بر اساس عمليات آزمایشگاهی ولي در مقیاس بزرگ (محاسبات با کارهاي آزمایشگاهی بیشتر به شکل دقيقتري ارزيابي مي شود)

### مرحله ۳. توسعه و تکوین فرآیند آزمایشگاهی :

کارهای آزمایشگاهی با مواد اولیه تجارتي , انتخاب حلالهاي مناسب و بي خطر , امکان بازیابی حلالها , بررسی بازده عمل و سرعت عمل , بررسی امکان عملیات جداسازی و خالص سازی , بررسی انرژی مورد نیاز , بررسی مواد زاید خروجي

### مرحله ۴. تهیه طرح پایلوت :

با توجه به کلیه اطلاعات و بررسی مجدد هزینه ها طرح پایلوت آماده میشود

## مرحله ۵. تصویب طرح پایلوت :

بررسی تفاوتهاي عملیات آزمایشگاهی با صنعتي و مغایرتها

## مرحله ۶. تصویب تولید تجارتي فرآورده :

بررسی نمونه هاي تولید شده و مقایسه آنها با نمونه هايي که در آزمایشگاه تهیه شده است

بررسی مجدد هزینه هاي تمام شده محصولات و بازنگري دقیق

شرایط ایمني طرح

پیش بینی تجهیزات و مواد اولیه و قطعات یدکي مورد نیاز

## جمع آوري ساير اطلاعات مورد نیاز

■ جمع آوري اطلاعات ایمنی:

مواد اولیه ، مواد واسطه ای و فرآورده ها (برای مواقع اورژانس)

■ خواص فیزیکی:

حالت فیزیکی مواد ، دمای جوش ، انحلال پذیری در آب ، آتش گیر بودن

■ کمکهای اولیه برای ریه یا شش ، پوست و چشم:

همکاری شیمیدانها با پزشکان

■ انبار کردن و ذخیره کردن:

مواد اولیه و محصولات

■ مسائل زیست محیطی:

آلودگی آب و هوا و به حداقل رساندن آنها

# فصل ششم

## برآورد هزینه ها

هدف كلي:

آشنایی با ابعاد اقتصادي و هزینه ها در صنایع شیمیایی و عوامل مؤثر بر آنها

هدفهای رفتاری:

اجزاء تشکیل دهنده قیمت يك فرآورده

عنوانها در برگه محاسبه هزینه ها

اثر عملیات برآورد هزینه با راندمان و کاهش آلودگی محیط زیست

اطلاعات ضروري هزینه ها برای يك فرآیند شیمیایی صنعتي و ساده



## قسمتهای اصلی در فرآیند محاسبه هزینه:

### ۱- مواد اولیه:

مواد خام مورد نیاز برای تهیه مقدار مشخصی فرآورده

### ۲- کارگران:

ساعت کار نیروی انسانی برای اجرای فرآیند منقطع

### ۳- تأسیسات و وسایل:

خرید وسایل مورد نیاز (به نسبت زمان کارکرد آنها)

### ۴- انبارداری و ذخیره سازی:

مخارج مربوط به نگهداری مواد اولیه و واسطه ای و محصولات

## ادامه قسمتهای اصلی در فرآیند محاسبه هزینه ها

۵- تجزیه و کنترل:

هزینه های کنترل کیفی فرآورده ها، محصولات جانبی و فاضلابها

۶- تأسیسات خدماتی:

هزینه های مربوط به آب ، برق و سایر انرژیها برای هر عملیات

۷- خنثی سازی فاضلابها:

هزینه های مربوط به دفع فاضلابها و مواد زاید

## ادامه قسمتهای اصلی در فرآیند محاسبه هزینه ها

### ۱- هزینه های متفرقه :

کلیه هزینه هایی که مستقیم یا غیرمستقیم در تولید مؤثرند مثل: مالیات ، بیمه ، ایمنی ، حقوق و جنبه های رفاهی کارکنان و مدیران و غیره

### ۹- سرمایه :

خرید زمین ، ایجاد ساختمان ، تجهیزات و

ماشین آلات و مواد اولیه و غیره

جدول ساده محاسبه هزینه . فرآیند ناپیوسته

نام فرآورده و توضیح درباره آن			
تعداد عملیات در هر دوره کاری	وزن مولکولی فرآورده	مقدار تولید در هر بار عملیات	سابقه فرآیند
ترکیب شیمیایی محدود کننده (وزن مولکولی)	بازده پایه	بازده مولی	تولید سالانه
هزینه مربوط به تولید هر کیلو فرآورده بازای هر ماده خام	قیمت هر کیلو ماده خام قیمت کل هر قلم در هر عملیات	کیلوگرم ماده خام در هر عملیات	نام و مشخصات مواد خام
	مخارج بازای هر نفر در هر ساعت	ساعت بازای هر عملیات	کارگران
	مخارج بازای هر ساعت	ساعت بازای هر عملیات	تاسیسات و وسایل
	مخارج بازای هر کیلوگرم	کیلوگرم مواد انتقال یافته	ذخیره سازی
	مخارج بازای هر ساعت	ساعت بازای هر عملیات	آزمایشگاه کنترل
	مخارج بازای هر واحد	مقدار	خدمات (آب , برق , بخار)
	مخارج بازای هر کیلوگرم	آماده شده برای از بین بردن	مواد زاید (گاز , مایع , جامد)

## نحوه محاسبه قیمت ماده خام بر هر کیلوگرم فرآورده

= قیمت کل هر قلم در هر عملیات

قیمت هر کیلوگرم ماده خام \* کیلوگرم ماده خام

قیمت کل هر قلم در هر عملیات

= بخشی از قیمت هر کیلو فرآورده  
ماده خام

مربوط به هر قلم  
اندازه تولید در هر عملیات

## نحوه محاسبه هزینه کارگران به ازاء هر کیلوگرم تولید

هزینه کل کارگران در هر عملیات =

$$\frac{\text{هزینه هر کارگر در هر ساعت}}{\text{تعداد کارگران} * \text{کار هر کارگر (ساعت) در هر عملیات} * \text{هزینه}}$$

بخشی از هزینه تولید در هر

کیلوگرم مربوط به هر کارگر =

هزینه کل کارگران در هر عملیات

اندازه عملیات (کیلوگرم)

هزینه تأسیسات و وسایل :

## استهلاك دستگاهها به نسبت عمر مفيد كارکرد دستگاهها

براي مثال عمر مفيد دستگاه ده سال و بطور متوسط در ۸۰% اوقات از آن استفاده ميشود

قيمت دستگاه نصب شده

هزینه دستگاه در هر ساعت =  $\frac{\text{تعداد ساعات در } ۸۰\% \text{ ده سال}}{\text{قیمت دستگاه نصب شده}}$

هزینه کل عملیات از نظر دستگاهی =

تعداد ساعات یک عملیات \* هزینه دستگاه در هر ساعت

هزینه کل عملیات از نظر دستگاهی

بخشی از هزینه های هر کیلو تولید از نظر دستگاهی =  $\frac{\text{هزینه کل عملیات از نظر دستگاهی}}{\text{اندازه عملیات (کیلوگرم)}}$

## سایر هزینه ها :

هزینه های ذخیره سازی و نگهداری مواد اولیه و محصولات در هر عملیات

هزینه های آزمایشگاهی برای کنترل مواد اولیه و محصولات در هر عملیات

هزینه های خدمات ، مواد زاید و هزینه های غیر مولد در هر عملیات

سایر هزینه ها برای بهبود بازده ، کوتاه کردن دوره زمانی و کاهش آلودگی



## جدول محاسبه هزینه ها برای فرآیند منقطع

برای مثال تولید ۸۱۸ کیلوگرم آسپرین

نام فرآورده وتوضیح درباره آن ، آسپیرین (استیل سالیسیلیک اسید) (اعداد داخل پرانتز مربوط به بازده ۸۵% است)

تاریخ طراحی فرآیند	اندازه تولید منقطع	وزن مولکولی فرآورده	تعداد عملیات در هر دوره
۷/۱/۸۵	۸۱۸(۷۳۲)	۱۸۰	۱۲۰۰
تولید سالانه	بازده مولی	بازده پایه	نام و وزن مولکولی ترکیب محدود کننده
یک میلیون کیلوگرم	۹۵ (۸۵)	۱۱۸ (۱۰۴)	سالیسیلیک اسید ۱۳۸
نام ماده خام	مقدار آن در هر عملیات (Kg)	قیمت هر کیلوگرم	قیمت کل هر قلم در هر عملیات
سالیسیلیک اسید	۶۶۱	۵۰/۲	۱۶۵۳
استیک انیدرید	۵۳۷	۵۰/۱	۸۰۶
استیک اسید	۳۰۱	۰۰/۱	۳۰۱
استیک اسید بازیابی شده	۲۷۱	۰۰/۱	۲۷۱
مادر آب	۳۰۱	۰۰/۰	۰۰۰
			۰۰/۰ (۰۰/۰)
			۰۴/۳ (۴۰/۳)

		هزینه هر نفر در ساعت	تعداد ساعت کار در هر عملیات	کارگر
۲۹/۰ (۳۳/۰)	۲۴۰	۲۰	۱۲	۲ نفر در هر عملیات هر کدام ۶ ساعت
		هزینه در هر ساعت	تعداد ساعت کار در هر عملیات	تاسیسات و وسایل
۱۵/۰ (۱۶/۰)	۱۲۰	۲۰	۶	واکنشگاه ۵۰۰ گالونی
۱۵/۰ (۱۶/۰)	۱۲۰	۲۰	۶	واحد تبلور
۱۱/۰ (۱۲/۰)	۹۰	۱۵	۶	تانک ناتش
۱۳/۰ (۱۵/۰)	۱۰۸	۱۸	۶	سانتریفیوژ
۱۳/۰ (۱۵/۰)	۱۰۸	۱۸	۶	خشک کن
۰۴/۰ (۰۴/۰)	۳۰	۳۰	۱	دستگاه تقطیر (بازیابی)
۷۱/۰ (۷۸/۰)				
		هزینه جابجایی هر کیلوگرم	مقدار مواد جابجا شده (Kg)	وسایل ذخیره سازی
۱۱/۰ (۱۲/۰)	۵/۸۸	۰۵/۰	۱۷۷۰	بشکه
-	-	-	-	تانک

هزینه مربوط بتولید هرکیلو فرآورده	هزینه کل هر قلم در هر عملیات	هزینه هر ساعت	تعداد ساعت در هر عملیات	کنترل
۰.۷/۰ (۰.۸/۰)	۶۰	۳۰	۲	آزمایشگاه
		هزینه بازای هرکدام	مقدار	خدمات
--	۵۰/۰	۰.۵/۰	۱۰ واحد	برق
--	۰۰/۲	۱۰/۰	۲۰ واحد	آب
--	۷۰/۰	۰.۷/۰	۱۰ واحد	بخار
		هزینه (Kg)	خنثی شده (Kg)	مواد زاید
۰.۲/۰ (۰.۲/۰)	۱۶	۲۰/۰	۷۹	مایع
		ندارد		جامد
۲۴/۴ (۷۳/۴)				زیرکل
۸۵/۰ (۹۴/۰)		هزینه های غیر مولد (۲۰% زیرکل)		
۰.۹/۵ (۶۸/۵)		هزینه کل		

## فصل هفتم

### آثار زیست محیطی فرآیندها

هدف کلی:

آشنایی با عواقب زیست محیطی فرآیندهای شیمیایی (هوا، آب و خاک)

هدفهای رفتاری:

- اجزاء هوای سالم (تمیز)
- اجزاء موجود در هوا طبق جدول استاندارد کیفیت هوا
- اجزاء آلوده کننده هوا
- شناخت شش جزء مهم موجود در هوای آلوده و غلظت آنها
- چگونگی کنترل مقدار هر کدام از شش جزء
- سیستمهای موجود در خاک تمیز

## مشخصات استاندارد اجزاء اصلی هوای تمیز در نزدیکی سطح دریا

غلظت در هوای پاک	اجزاء
78.09%	نیتروژن
20.94%	اکسیژن
0.932%	گازهای کمیاب (Xe, Kr, He, Ne, Ar)
345ppm	کربن دیوکسید
1.5ppm	متان
0-1ppb	هیدروکربنهای دیگر
300ppb	نیترو اکسید ( $N_2O$ )
0.1-0.2ppm	کربن مونوکسید
20ppb	اوزون
0.1ppb	اکسیدهای نیتروژن
0.1ppb	گوگرد دیوکسید

بعضی از استانداردهای مربوط به کیفیت هوا

دومین		اولین		ماده آلوده کننده
$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppm	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppm	
60	___	75	___	ذرات پراکنده: مقدار متوسط هندی سالانه
150	___	260	___	حداکثر غلظت در ۲۴ ساعت
___	___	80	0.03	اکسید گوگرد: مقدار متوسط عددی سالانه
___	___	365	0.14	حداکثر غلظت در ۲۴ ساعت
1300	0.5	___	___	حداکثر غلظت در ۳ ساعت
		10000	9	کربن مونوکسید: حداکثر غلظت در ۸ ساعت
همین اعداد		40000	35	حداکثر غلظت در یک ساعت
همین اعداد		100	0.05	اکسیدهای نیتروژن: مقدار متوسط عددی سالانه
___	___	235	0.12	اوزون: یک روز مواجهه میانگین گرفته شده در یک ساعت
___	___	___	1.5	سرب: مقدار متوسط عددی میانگین گرفته شده در سه ماه

## گازها و ذرات پراکنده آلوده کننده محیط زیست

منابع طبیعی	فعالیت‌های صنعتی	ماده آلوده کننده
آتشفشانها , حیات ارگانیزمها	احتراق سوخت‌های فسیلی	SO <sub>2</sub>
آتشفشانها , فرایندهای حیاتی در آب و خاک	فرایندهای شیمیایی صنعتی , فاضلابها و فرایندهای مربوطه	H <sub>2</sub> S + سولفیدهای آلی
اکسایش CH <sub>4</sub> آتش سوزی در جنگلها	آگزوز اتومبیل , احتراق	CO
فرایندهای حیاتی در خاک و رعدوبرق	احتراق	(NO <sub>2</sub> , NO) NO <sub>x</sub>
فرایندهای حیاتی در خاک	احتراق (بمقدار کم)	N <sub>2</sub> O
فرایندهای حیاتی در آب و خاک	احتراق , نشد گاز طبیعی	CH <sub>4</sub>
فرایندهای حیاتی در خاک و گیاه	احتراق	هیدروکربنهای دیگر
دود , مه , گرد و غبار	همه فعالیت‌های صنعتی , احتراق	ذرات پراکنده
_____	بنزین سربدار , رنگهای قدیمی	سرب

## مقدار کل گازهای آلوده کننده در اثر عوامل طبیعی و فعالیتهای انسانی

مقدار گاز متصاعد شده * ۱۰ <sup>۶</sup> (تن)		ماده آلوده کننده
از فعالیتهای انسانی	از منابع طبیعی	
212	20	SO <sub>2</sub>
3	84	H <sub>2</sub> S + سولفیدهای آلی
700	2100	CO
75	180	NO <sub>x</sub>
3	340	N <sub>2</sub> O
160	1050	CH <sub>4</sub>
40	2*10 <sup>4</sup>	سایر هیدروکربنها
14.5 (فقط آمریکا)	_____	ذرات پراکنده
پیدا نشد	_____	ذرات سرب



## شش آلوده کننده اصلی که سبب آلودگی هوا می شوند

۱- ذرات غبار (ذرات معلق)

۲- گوگرد دی اکسید ( $SO_2$ )

۳- کربن مونواکسید ( $CO$ )

۴- نیتروژن دی اکسید ( $NO_2$ )

۵- اوزون ( $O_3$ )

۶- سرب ( $Pb$ )

## منابع اصلی گوگرد هوا و مقدار هر کدام

وزن ماده آلوده کننده * ۱۰ <sup>۶</sup> (تن در سال)						منبع آلوده کننده
جمع	گرد و غبار	SO <sub>x</sub>	هیدروکربنهای غیر متان	NO <sub>x</sub>	CO	
119.2	1.2	0.9	12.9	10.2	94	وسایل حمل و نقل
45.9	5.1	24.2	1.6	13.7	1.3	احتراق سوختهای منزل
31.2	6.7	5.1	10.1	0.8	8.5	فرآیندهای صنعتی
5.24	0.6	0.04	0.9	0.2	3.5	فرآیندهای از بین بردن زباله
14.0	0.8	0	6.3	0.2	6.6	منابع متفرقه
215.54	14.5	30.24	31.8	25.1	113.9	جمع

## مقدار مجاز مواد آلوده کننده جدید

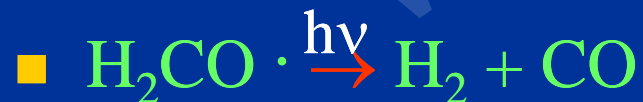
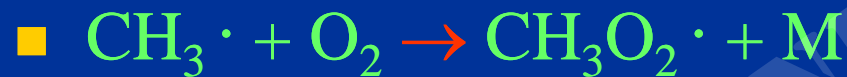
منبع	ماده آلوده کننده	نشر مجاز
مولدهای بخار ذغال سنگی (بیش از $10^6 \text{ Kcal/hr} * 63$ )	غبارهای پراکنده	۱۸/۰ گرم بازای $10^6$ کالری گرما
	گوگرد دیوکسید	۲/۲ گرم بازای $10^6$ کالری گرما
	نیتروژن اکسیدها (بصورت $\text{NO}_2$ )	۲۶/۱ گرم بازای $10^6$ کالری گرما
کارخانه های نیتریک اسید	نیتروژن اکسیدها (بصورت $\text{NO}_2$ )	۵/۱ کیلوگرم بازای هر تن اسید تولید شده ۱۰۰٪
	گوگرد دیوکسید	۰/۲ کیلوگرم بازای هر تن اسید تولید شده ۱۰۰٪
سولفوریک اسید	قطره های کوچک سولفوریک اسید	۰/۷۵ کیلوگرم بازای هر تن اسید تولید شده ۱۰۰٪

## کربن مونواکسید. منابع موجود در جو

منبع	مقدار * ۱۰ <sup>۶</sup> (تن در سال)	درصد
اکسایش متان	۲۱۷۳	۶/۷۷
اقیانوسها	۱۰۹	۹/۳
سایر عوامل طبیعی	۲۵۵	۱/۹
عوامل انسانی	۲۶۳	۴/۹

## مکانیسم تشکیل CO در طبیعت (باتلاقیها و مواد گیاهی در حال تجزیه)

■  $\cdot\text{OH}$  از فوتولیز آب تولید میشود



## کاهش CO ناشی از عوامل طبیعی

■ بعضی قارچها و باکتریهای موجود در خاک CO را به CO<sub>2</sub> تبدیل می کنند

■ رادیکالهای ·OH, نیز CO را به CO<sub>2</sub> تبدیل می کنند



## سهم منابع انسانی در تولید CO

■ احتراق ناقص



■ در اثر کمبود اکسیژن



■ در اثر حرارت بالا



## خطر CO برای تندرستی

■ دلیل مسمومیت:

تشکیل کربوکسی هموگلوبین در خون (COHb) که باعث بسته شدن نقاط اتصال اکسیژن به هموگلوبین میشود



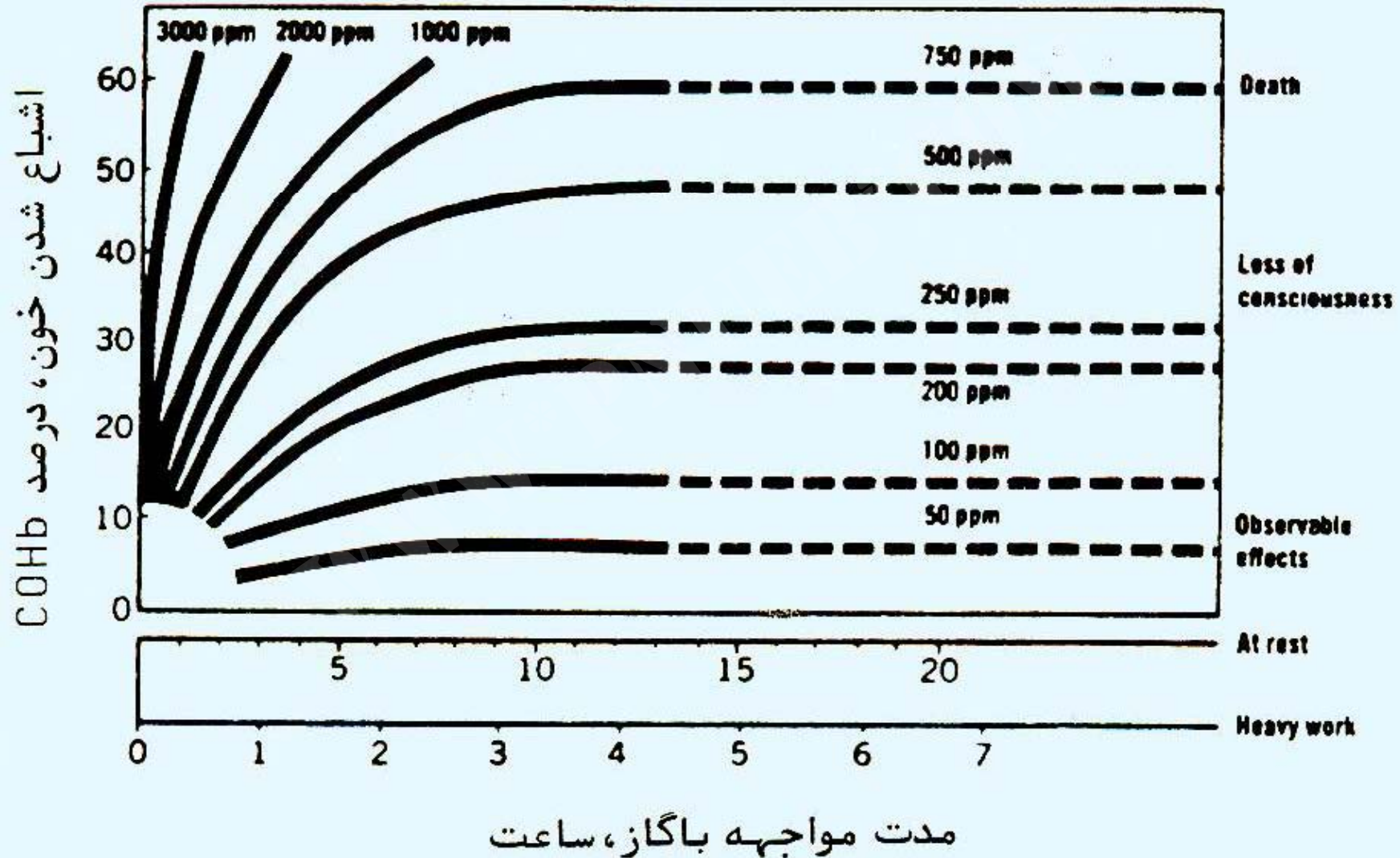
## تبادل بین غلظت COHb و مقدار CO در هوا

غلظت تعادلی COHb در خون (درصد)	غلظت CO در نمونه های هوا (ppm)
1/2	10
7/3	20
3/5	30
5/8	50
3/11	70

## اثر غلظت COHb در انسان

اثر مشاهده شده	غلظت تعادلی COHb در خون (%)
اثری مشاهده نمی شود	1 >
اثر احتمالی ، اثرهای رفتاری	1-2
اختلال در اعصاب ، دید و تشخیص زمان	2-5
اختلال در فعالیت های عادی قلب و ریه	5 >
سر درد ، گیجی ، خستگی ، اختلال تنفسی ، بیهوشی و مرگ	10-80

## بستگی شدت عوارض ناشی از مسمومیت با CO به غلظت آن



## گوگرد دی اکسید: گاز اسیدی بسیار سمی و خطرناک

■ دو منبع مهم مولد ترکیبهای گوگرد دار:

۱- هیدروژن سولفید ( $H_2S$ ). تجزیه مواد آلی گوگرد دار



۲- احتراق سوخت وسایل موتوری

## منابع تولید کننده $SO_2$ از منابع طبیعی و انسانی

در صد	منبع تولید کننده $SO_2$
۲/۵۵	اکسایش گاز طبیعی $H_2S$
۳/۳۴	احتراق سوختها
۳/۷	فرآیندهای صنعتی (مانند ذوب سنگ معدن مس)
۸/۱	اکسایش $H_2S$ حاصل از فعالیتهای انسانی
۲/۱	حمل و نقل
۱/۰	فرآیندهای از بین بردن زباله ها

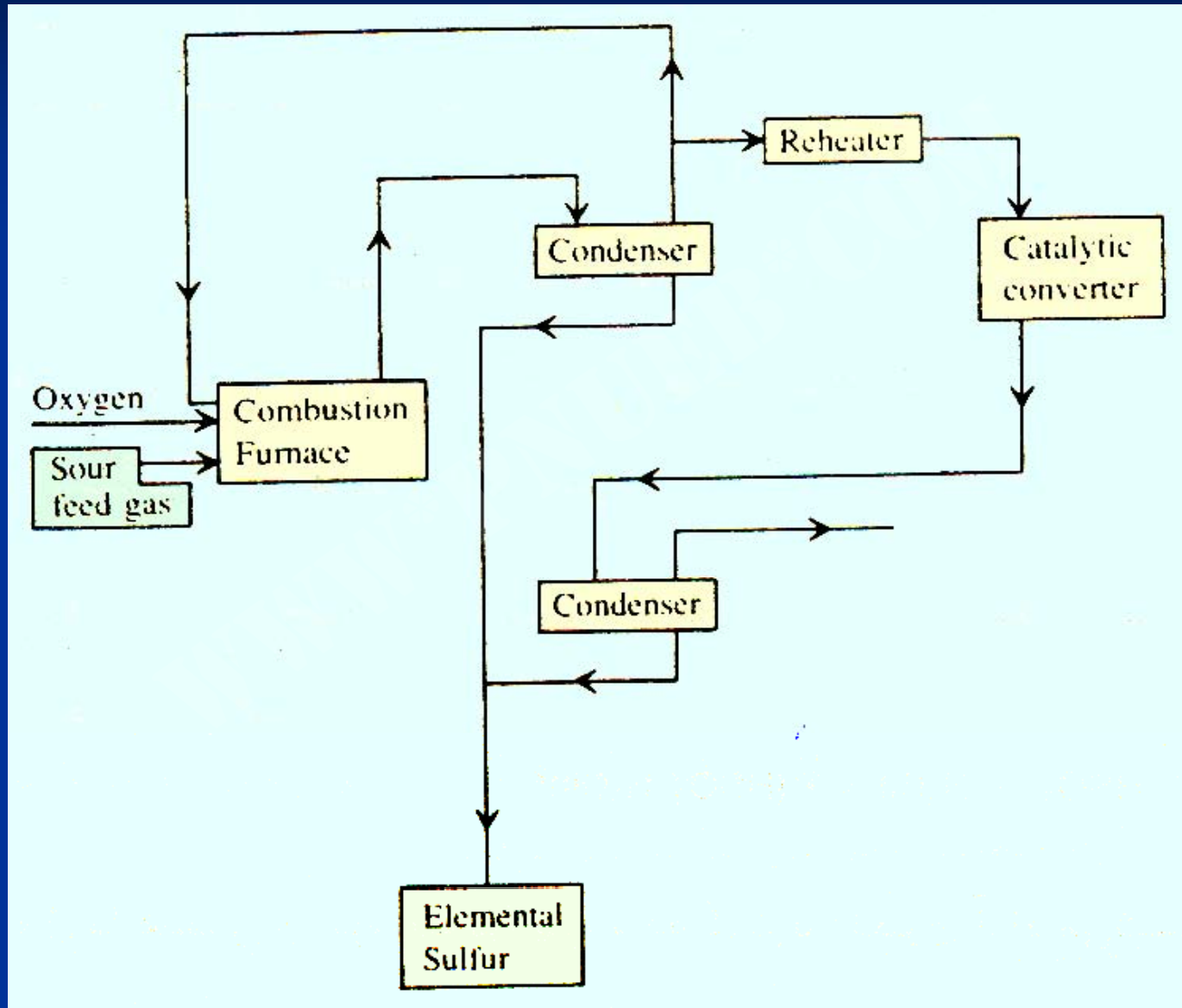
## کنترل مواد گوگردی اکسید در هوا

۱- گوگرد زدایی از زغال سنگ (فرآیند کلاوس)

گازهای گوگرددار (محتوی  $H_2S$ ) واکسیژن بداخل یک کوره احتراق هدایت میشوند



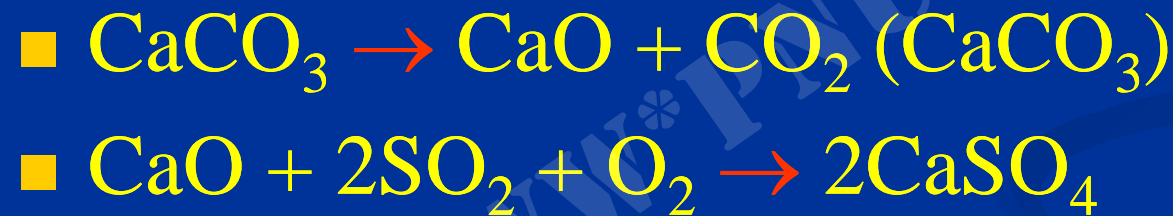
# فرآیند کلاوس برای زدودن گوگرد از گازهای گوگرد دار



## زدودن گوگرد از فرآورده های حاصل از سوزاندن زغال سنگ

گوگرد زدایی از گاز دودکشها:

۱- جاروب با سنگ آهک:



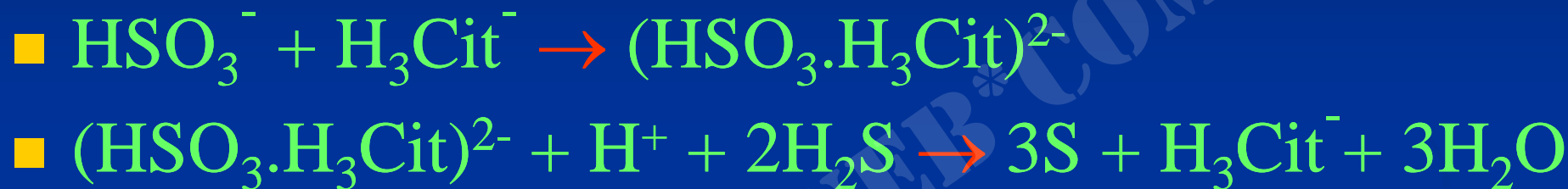
۲- جاروب با سدیم سولفیت (فرآیند ولمن . لرد):





## زدودن گوگرد از فرآورده های حاصل از سوزاندن زغال سنگ

۳- جاروب با سیترات:



۴- جاروب با منگنز اکسید:

$\text{SO}_2$  توسط دوغاب  $\text{MgO}$  جذب میشود

۵- اکسایش کاتالیزوری:



# نیترोजن اکسیدها . نیترواکسید ( $N_2O$ ) , نیتريك اكسيد ( $NO$ ) , نیترोजن دي اكسيد ( $NO_2$ )

$NO$  و  $NO_2$  سمی هستند ولی  $N_2O$  سمی نیست

$NO_x$  حاصل از فعالیتهای انسانی دو منبع اصلی دارد:

احتراق در وسایل ثابت و احتراق در وسایل متحرك

## غلظت NO و NO<sub>2</sub> در هوا و دماهای مختلف

غلظت (μg / m <sup>3</sup> )		دما
NO <sub>2</sub>	NO	
$3.53 \times 10^{-4}$	$3.29 \times 10^{-10}$	298
$7.26 \times 10^{-2}$	$8.18 \times 10^{-4}$	500
3.38	43	1000
12.35	1620	1500
23.88	9946.25	2000

سرعت اکسایش NO در هوا. در شرایط ۲۰ درجه سانتیگراد و ۲۰٪ اکسیژن

زمان لازم برای کامل شدن اکسایش			غلظت NO (ppm)
۹۰٪ واکنش	۵۰٪ واکنش	۲۵٪ واکنش	
۶/۳ دقیقه	۲۴ ثانیه	۴/۸ ثانیه	۱۰۰۰۰
۳۶ دقیقه	۴ ثانیه	۴/۱ دقیقه	۱۰۰۰
۰/۶ دقیقه	۴۰ ثانیه	۰/۱۴ دقیقه	۱۰۰
۶۳ ساعت	۷ ساعت	۳/۲ ساعت	۱۰
۶۴۸ ساعت	۷۲ ساعت	۲۴ ساعت	۱

## روشهای کاهش آلودگی $\text{NO}_x$

۱- بهبود فرآیند احتراق برای کاستن از مقدار  $\text{NO}_x$  :

فرآیند احتراق در دو مرحله صورت می گیرد ، در مرحله اول سوخت در یک دمای بالا و فقط با ۹۰٪ اکسیژن مورد نیاز سوختن کامل ، سوزانده می شود در اثر کمبود اکسیژن تولید  $\text{NO}$  خیلی محدود است در مرحله دوم در دمای پائین تر با اکسیژن اضافی احتراق کامل می شود که بدلیل پائین بودن دما  $\text{NO}$  محدود تشکیل می شود

۲- روش مبدلهای کاتالیزوری که  $\text{NO}$  را به  $\text{N}_2$  و  $\text{CO}$  را به هیدروکربن تبدیل

می کند

## اکسید کننده های فوتوشیمیایی

مواد جوی که در اثر فرآیند فوتوشیمیایی تولید می شوند مثل  $O_3$  و پروکسی استیل نترات (PAN)

اوزن ( $O_3$ ):

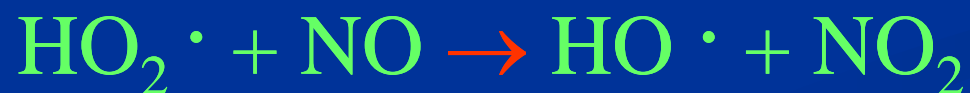
- $NO_2 + h\nu_{UV} (<430nm) \rightarrow NO + O^*$
- $O^* + O_2 + M \rightarrow O_3 + M$
- $NO + O_3 \rightarrow NO_2 + O_2$

## شیمی اکسید کننده های فوتوشیمیایی

خیلی کم  $[O_3]$   $\rightarrow [NO_2]/[NO] < 1$

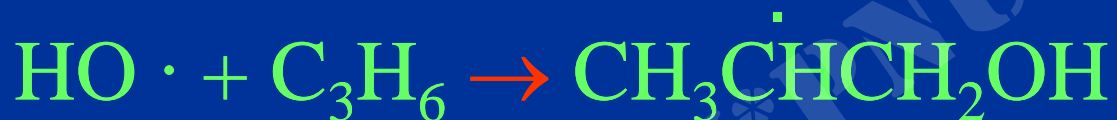
در شرایطی که غلظت NO کاهش یابد و به NO<sub>2</sub> اکسید شود غلظت اوزن سریع زیاد میشود

۱- وجود CO



## شیمی اکسید کننده های فوتوشیمی

### ۲- واکنش اولفینها با $\text{HO}\cdot$



این رادیکالها،  $\text{NO}$  را به  $\text{NO}_2$  تبدیل می کنند



و در اثر کمبود  $\text{NO}$ ، غلظت  $\text{O}_3$  الاینده زیاد می شود





وجود رادیکالهای تشکیل شده از اثر فوتوشیمیایی باعث تشکیل این مواد در جو میشود



وجود رادیکالهای آزادی که از واکنش فوتوشیمیایی هیدروکربنها، آلدهیدها و CO تشکیل می شوند باعث کاهش غلظت NO و افزایش NO<sub>2</sub> در نتیجه افزایش O<sub>3</sub> می شود

## ذرات پراکنده در هوا (ذرات معلق)

. ذرات اولین :

مستقیماً از منبع مولد منتشر می شوند (دوده ، خاکستر معلق و غبار)

. ذرات دومین :

در اثر تبدیل گازها به مواد جامد تشکیل می شوند (ذرات ریز مایع یا جامد که در اثر سرد شدن بخار مواد آلی مثل مه و ابرهای شیمیایی بوجود می آیند)

این ذرات وارد حفره های ریه شده و راندمان تنفس را پائین می آورند

## ساختار و آلودگی خاک:

خاک از مواد جامد معدنی ، مواد آلی ، آب و هوا تشکیل شده است.

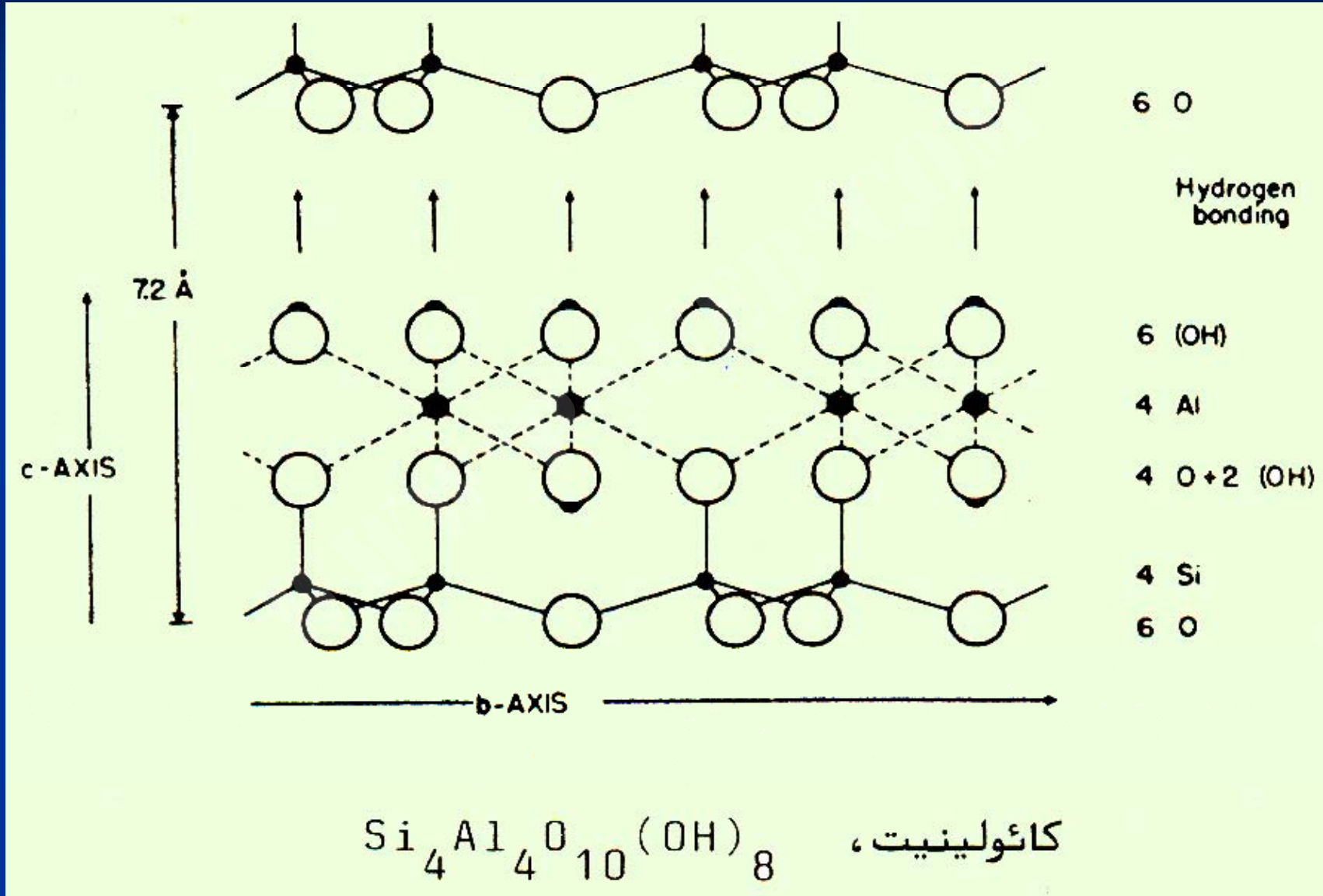
در اثر عوامل جوی و آب و هوایی ، یونهای قلیایی خاکی شسته می شوند و خاک رسی تشکیل می شود



ارتوکلاز (ماده معدنی)      خاک رسی

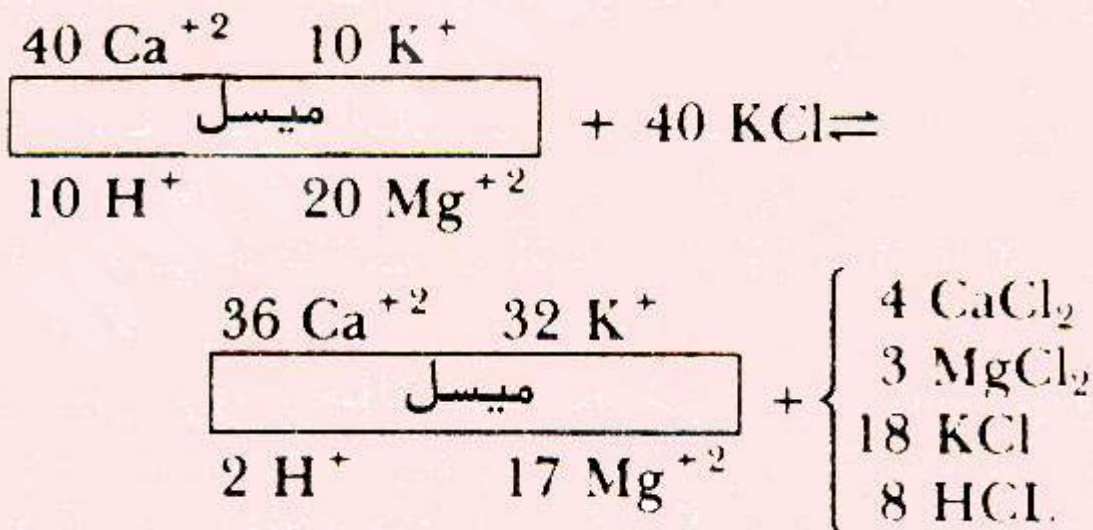
بقایای موجودات زنده گیاهی و حیوانی توسط میکروارگانیسمها در خاک تجزیه شده (سلولزها) و لی بعضی اجزاء باقی می مانند (لگنین - پروتئین) که باعث مناسب بودن خاک برای رشد گیاهان می شود

## ساختار خاک رسی سیلیکاتی



## تبادل یون در خاک

در خاک انواع یونها در مواد محلول و نیز مواد نامحلول وجود دارند بعضی از مواد شیمیایی پس از تغییراتی که در خاک اتفاق می افتد قابل جذب شدن به گیاه می شوند



## باران اسیدی

در حالت طبیعی pH برف و باران حدود ۶/۵ است (بدلیل وجود  $\text{CO}_2$ ) ولی بدلیل ورود مقادیری اکسیدهای گوگرد و نیتروژن به هوا اسیدهای قوی مانند  $\text{HNO}_3$  و  $\text{H}_2\text{SO}_4$  تولید میشود و pH آب باران به ۳-۴ هم می رسد

برای کاهش باران اسیدی میبایست ترکیبات گوگرد دار درهوا وارد نشوند (دودکشها . سوخت زغال سنگ گوگرد دار)

## فصل هشتم

# تجهیزات و وسایل برای تولید بزرگ

هدف کلی:

آشنایی با تجهیزات و وسایل مورد نیاز در صنایع و تأسیسات شیمیایی

هدفهای رفتاری:

تعریف فرآیند پیوسته و ناپیوسته

نشان دادن تجهیزات و وسایل مورد نیاز فرآیند به صورت نمودار گردشی

محاسن و معایب فرآیندهای پیوسته و ناپیوسته و کنترل سیستمها در صنایع شیمیایی

## تجهیزات و وسایل برای تولید بزرگ

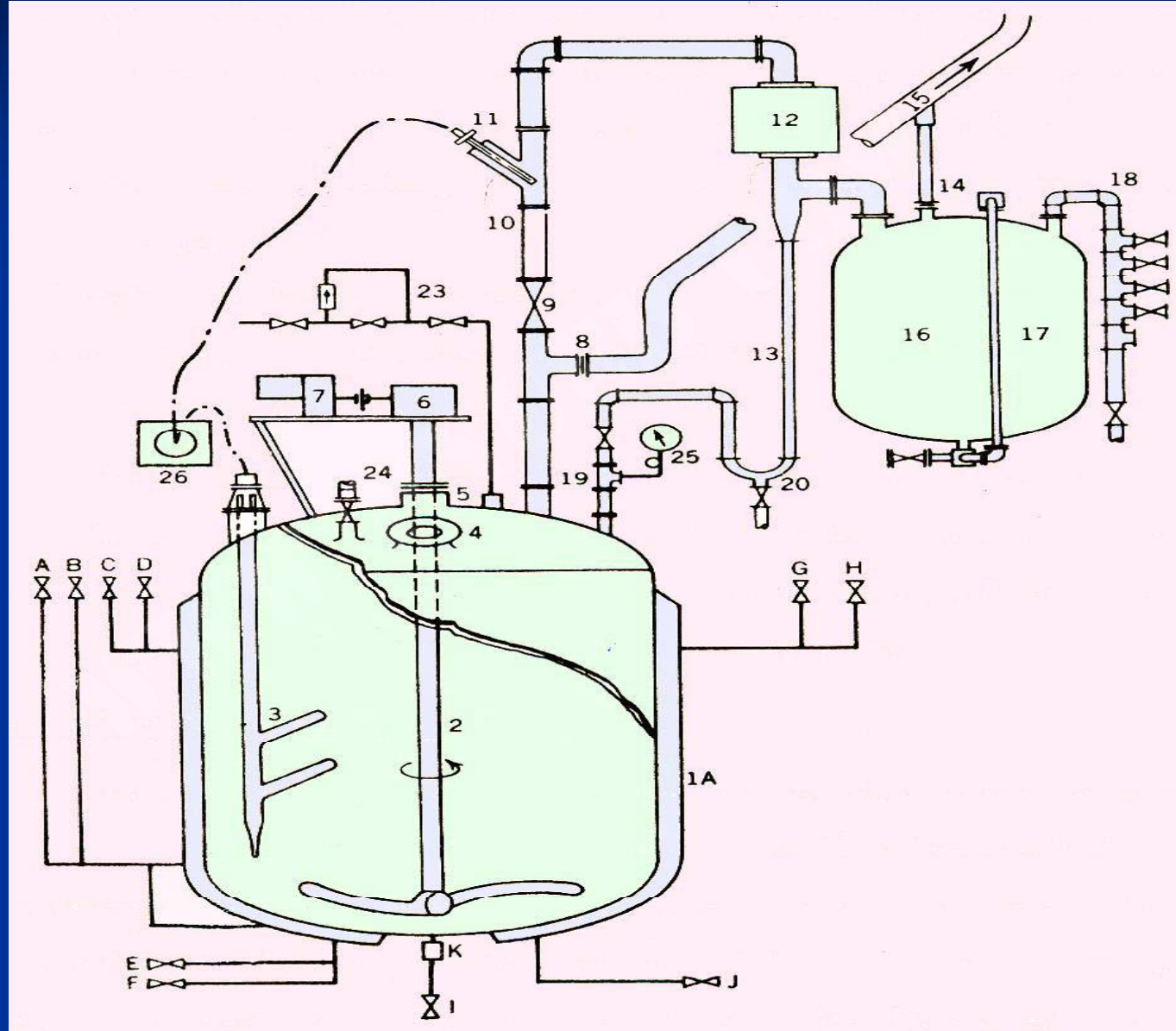
واکنشگاه ناپیوسته (منقطع):

برای تولیدهای پیچیده اما در مقیاس صنعتی نسبتاً کوچک

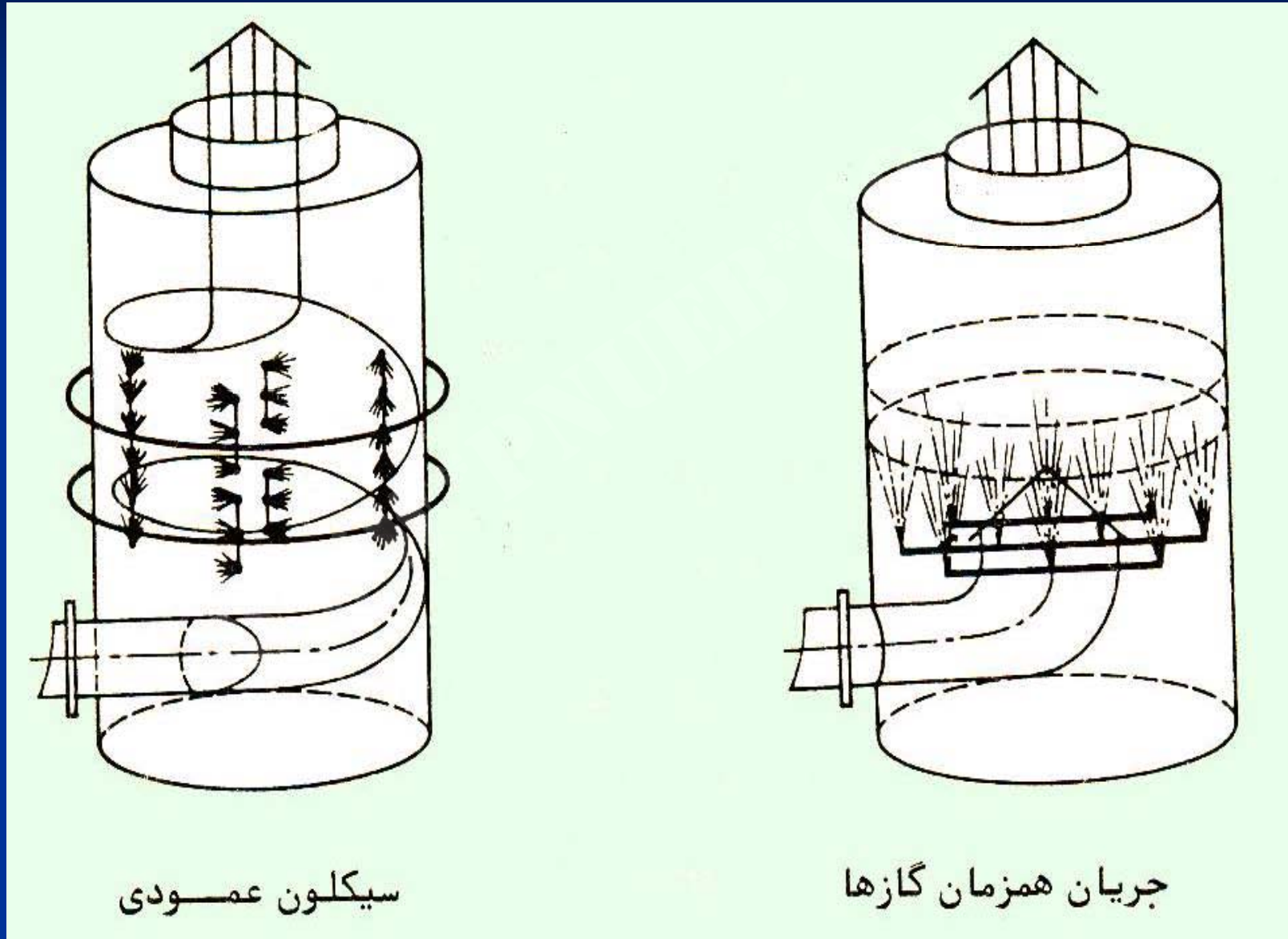
- سیستم از نظر خوردگی می بایست مقاوم و جنس جداره و لوله های داخلی مناسب با عملیات باشد
- انتقال حرارت به داخل یا بیرون واکنشگاه . دریاچه آدم رو . جنبه های ایمنی
- انتقال مواد اولیه و خروج محصولات . همزدن . تمیز کردن



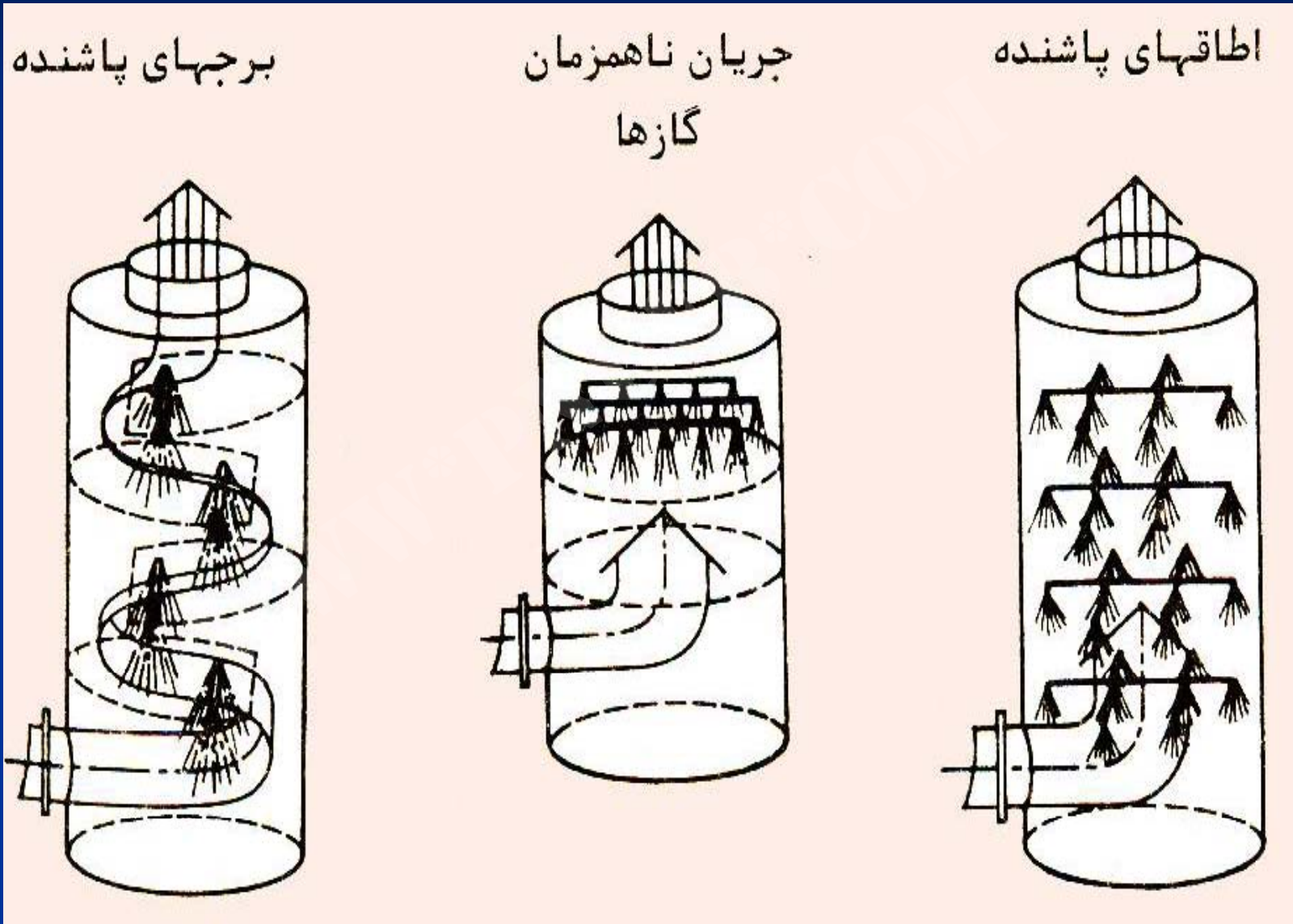
# يك واكنشگاه شيميايي ناپيوسته با کاربردهاي عمومي



سایر تجهیزات مورد نیاز در تولید بزرگ، تله برای گازهای زاید ومضر

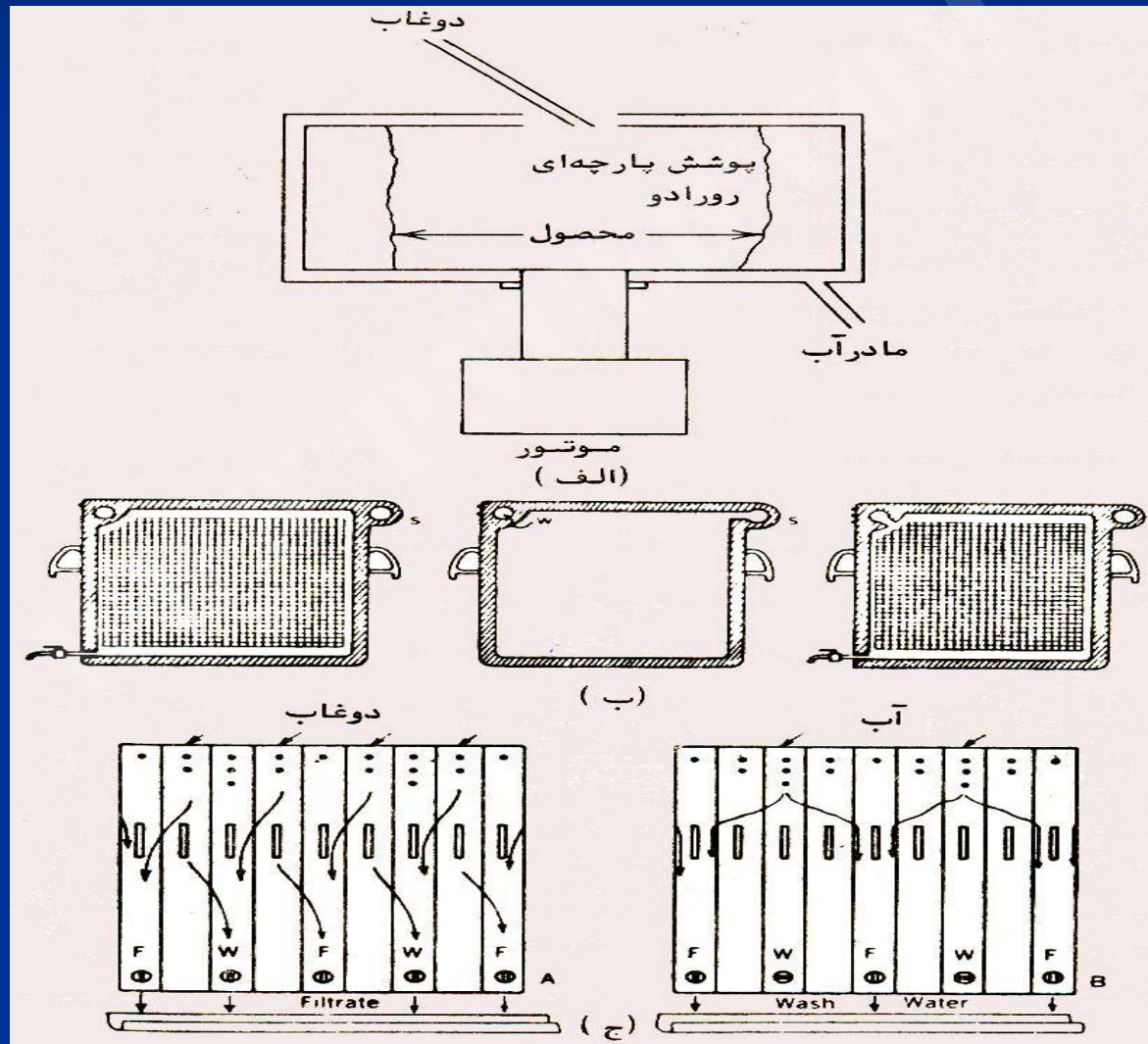


## جاروب کننده ها برای جذب گازهای سمی و ذرات جامد پراکنده

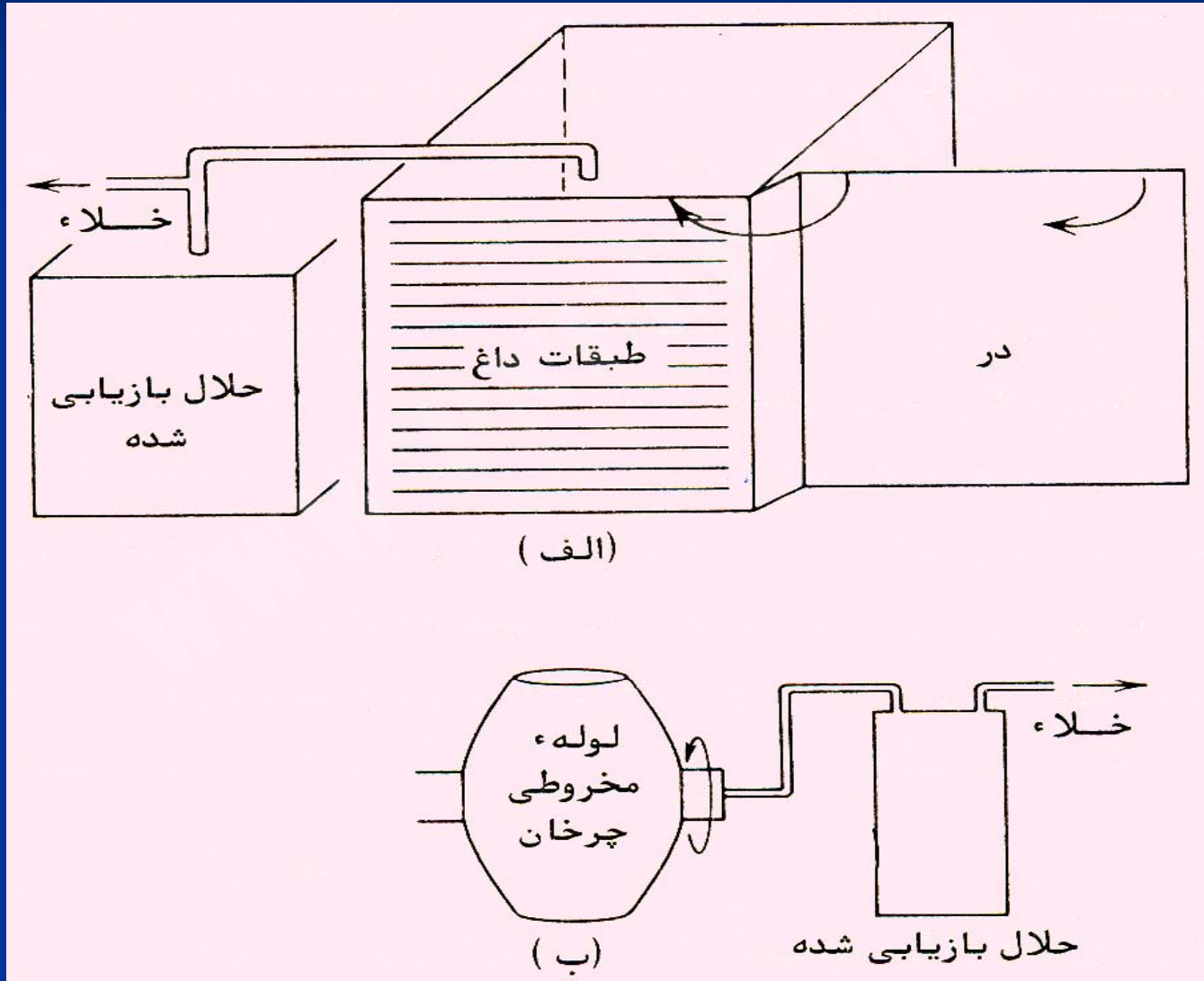


# دستگاه‌های صاف کننده بزرگ

مواد سخت متخلخل. صافی های سانتریفیوژی. صاف کننده پرسی. صافی های پیوسته



## خشك كن هاي مورد استفاده در صنايع شيميايي



## انتخاب فرآیند ناپیوسته یا فرآیند پیوسته

محاسن فرآیند ناپیوسته:

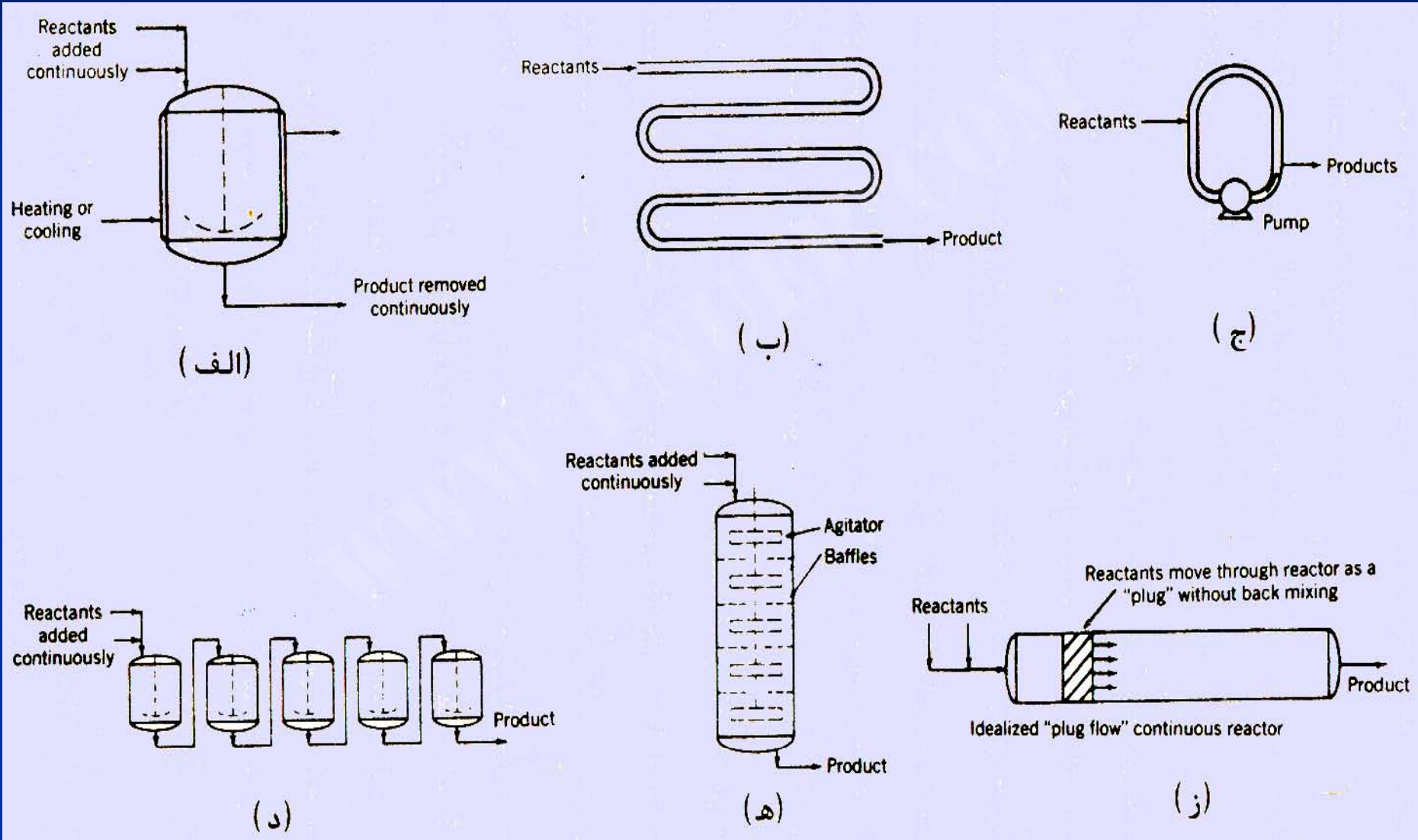
- زمان تولید کوتاهتر است
- تمیز کردن مواد زاید در واکنشگاه پس از هر تولید امکان پذیر است
- میتوان واکنشگاه , به تعداد مورد نیاز داشت
- کنترل دمایی واکنشگاه آسان تر است
- در وقت و انرژی میتوان صرفه جویی بیشتری داشت

## انتخاب فرآیند ناپیوسته یا فرآیند پیوسته

محاسن فرآیند پیوسته:

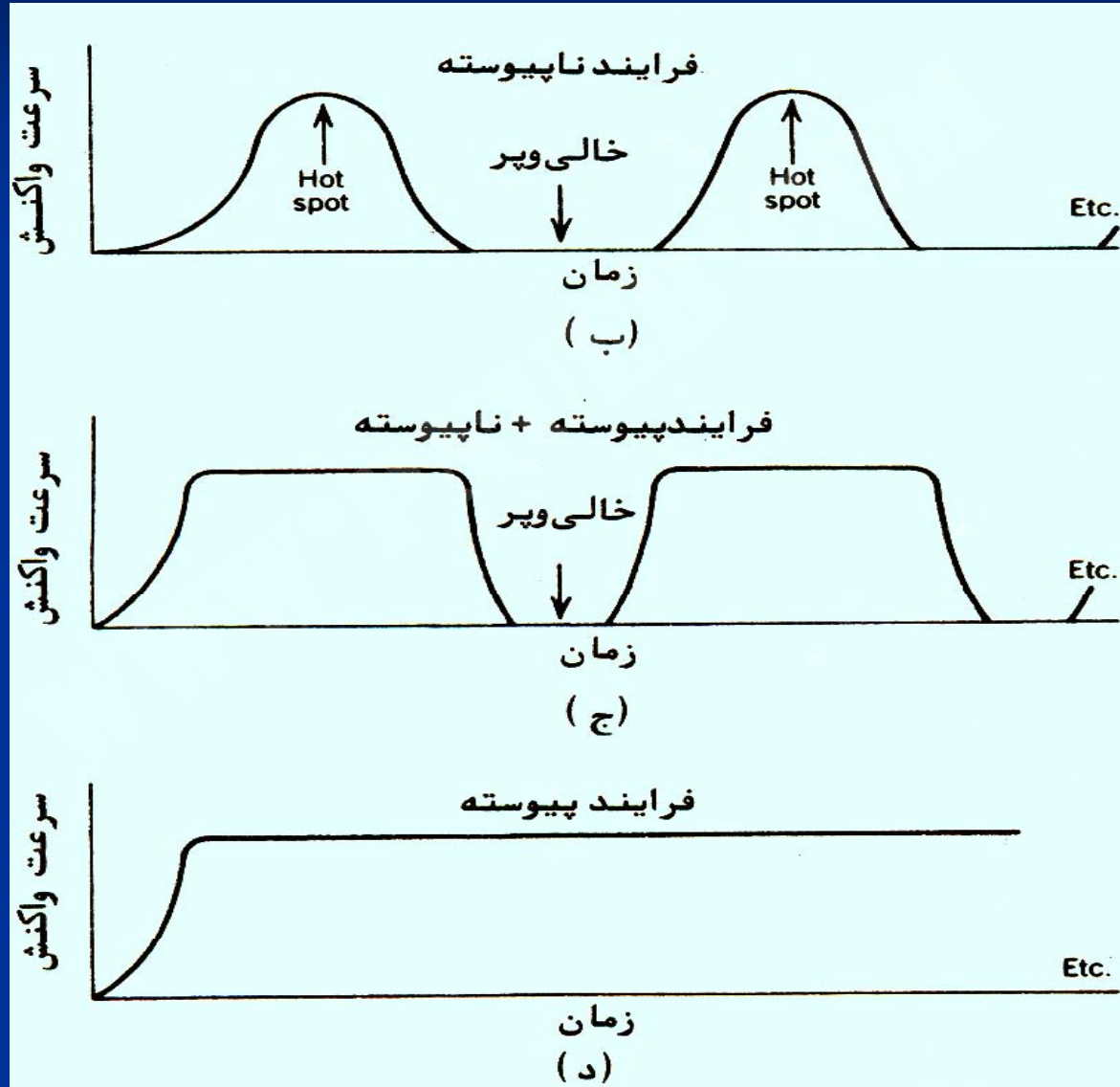
- تولید يك یا چند فرآورده در حجم زیاد و سرعت زیاد
- حذف زمانهای مرده و وقفه‌های تلف شده
- کنترل آسانتر و فرآورده یکنواخت تر
- سهولت طراحی سیستم فشار

# انواع واکنشگاه‌های پیوسته (جریان دائم):

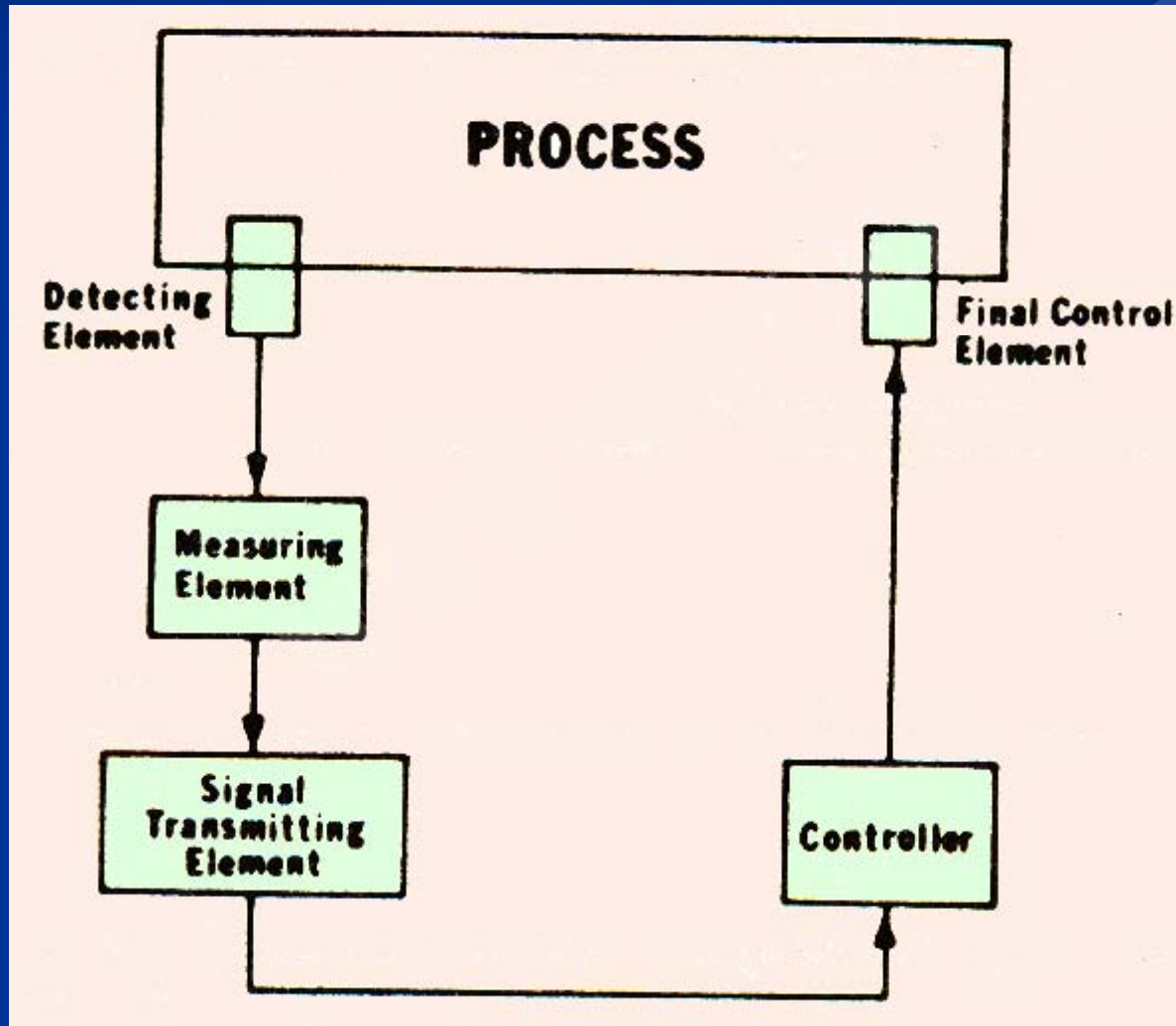




## انواع فرآیندها از نظر بهره برداری

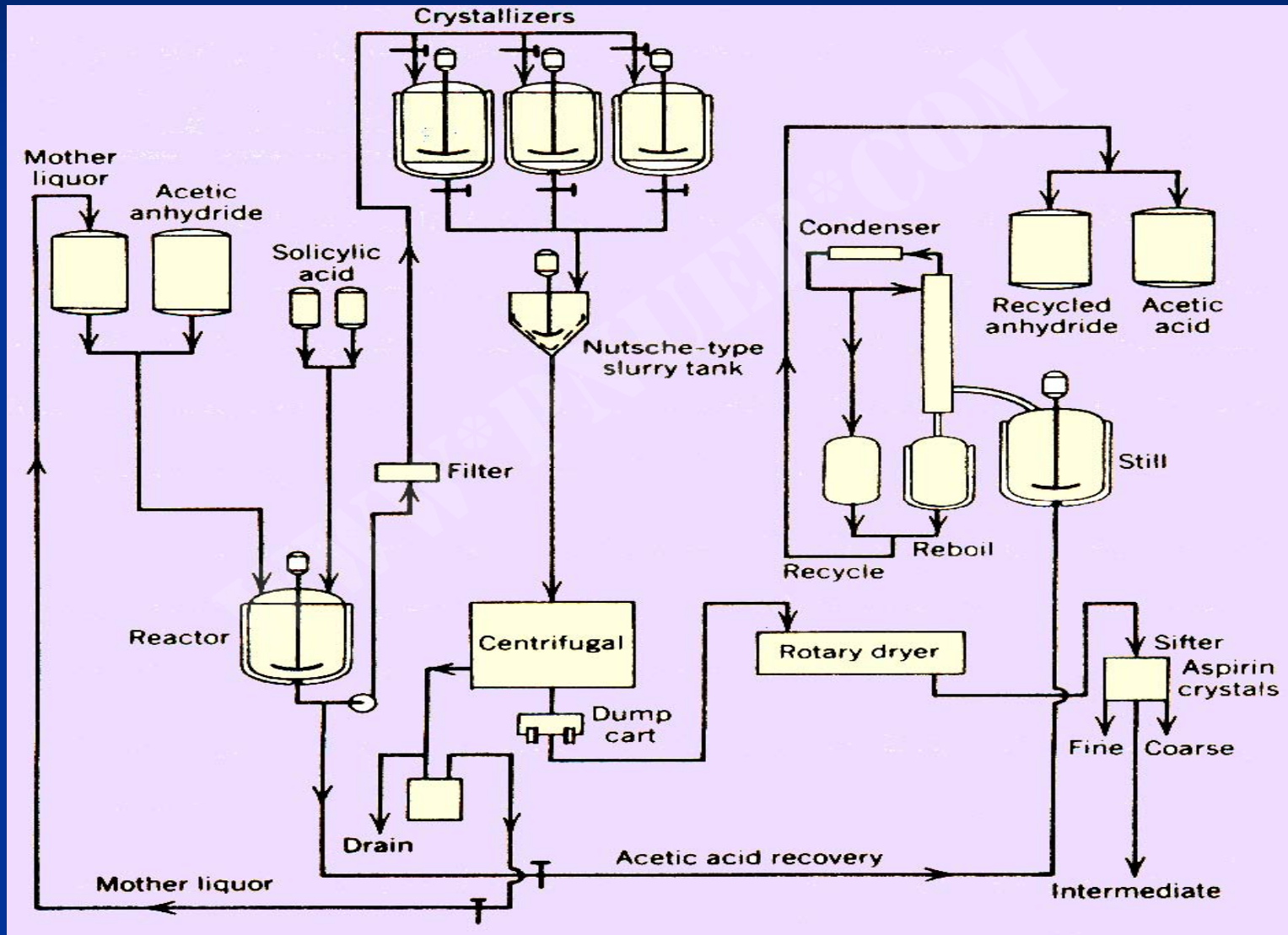


## وسایل کنترل خودکار (اتوماتیک):



امروزه در صنایع شیمیایی  
استفاده روز افزون از  
سیستم‌های اتوماتیک  
ضروری است

## استفاده از ظرفها و دستگاههای مختلف در يك فرآیند (تولید آسپرین)



## فصل نهم

### تقطير ، استخراج و تبلور در توليدهای بزرگ

#### هدف كلي :

- آشنایی با سه روش مهم خالص سازی فرآورده های شیمیایی در مقیاس صنعتی

#### هدفهای رفتاری :

- تقطير و مباني نظري تفكيك اجزاء
- رسم نمودار درصد مولي . دما براي مخلوط دو مايع و آزئوتروپي
- استخراج و مباني نظري تفكيك اجزاء يك مخلوط
- تبلور و چگونگی استفاده از آن در صنعت

# تقطیر (Distillation)

## ■ فرآیند تقطیر:

جوشاندن مایع ، تراکم بخارها ، جمع آوری مایع حاصل در شرایط کنترل شده

## ■ وسایل مورد نیاز:

ظرف مجهز به ستون تقطیر ، دماسنج ، کندانسور و ظرف جمع آوری

مخلوط حرارت داده میشود ، در نقطه جوش دما ثابت می ماند و بخارات جمع آوری می  
شود

## مثال:

### مخلوط دو جزئی ۳۳٪ مول بنزن و ۶۷٪ مول تولوئن

$$P_1 = \text{فشار بخار بنزن در مخلوط } 75 * 0.33 = 25 \text{mm} \quad \text{فشار بخار بنزن } 75 \text{mm} = 20^\circ\text{C}$$
$$P_2 = \text{فشار بخار تولوئن در مخلوط } 22 * 0.67 = 15 \text{mm} \quad \text{فشار بخار تولوئن } 22 \text{mm} = 20^\circ\text{C}$$
$$P_1 + P_2 = 40 \text{mm} = P_T$$

$$X_1 = P_1 / P_T = 25/40 = 0.63 \quad \text{کسر مولی بنزن}$$

$$X_2 = P_2 / P_T = 15/40 = 0.38 \quad \text{کسر مولی تولوئن}$$

قانون دالتون:

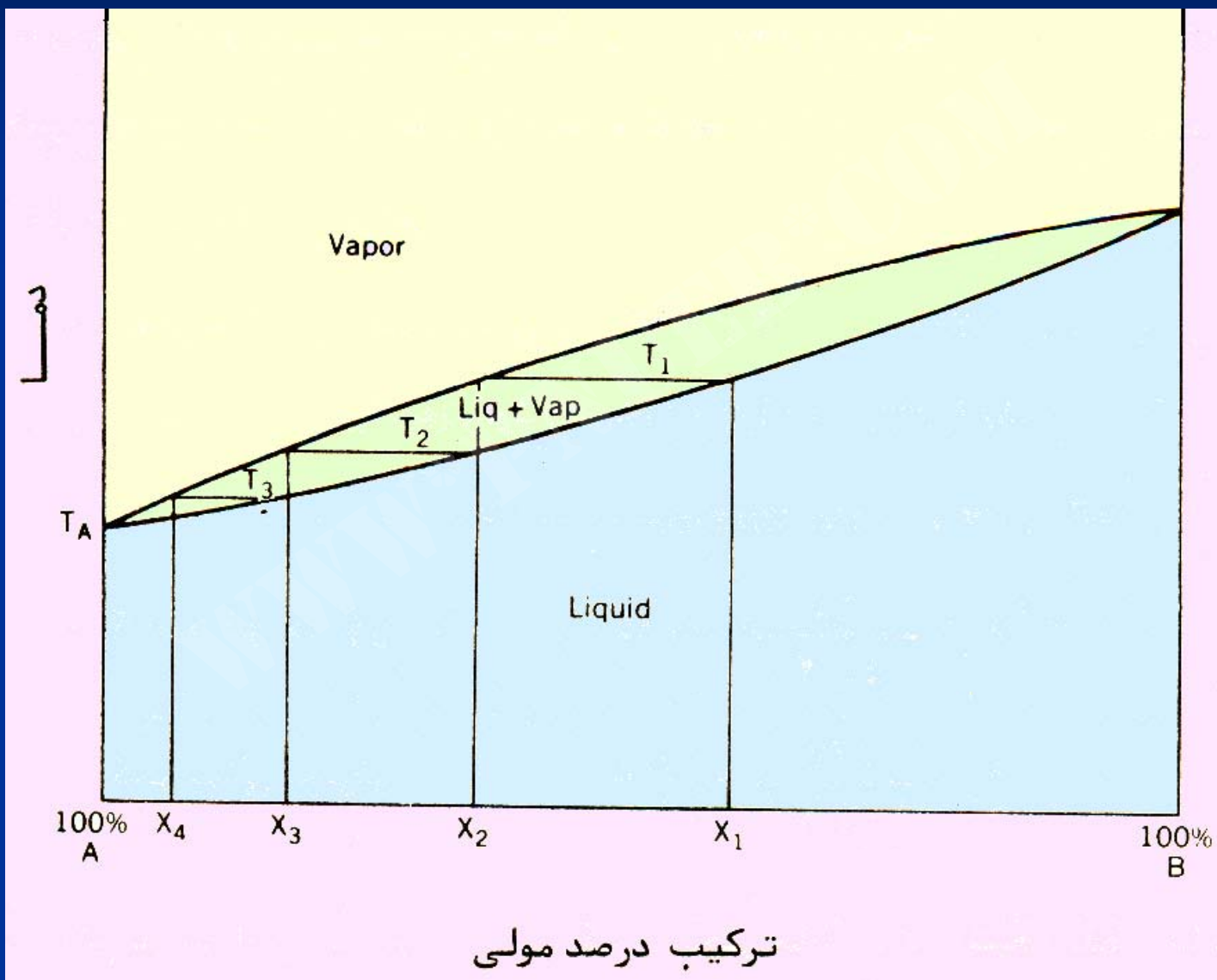
$$75 * 0.63 = 47 \text{mm} \quad \text{بنزن} , \quad 22 * 0.38 = 8.4 \text{mm} \quad \text{تولوئن}$$

در مرحله دوم:

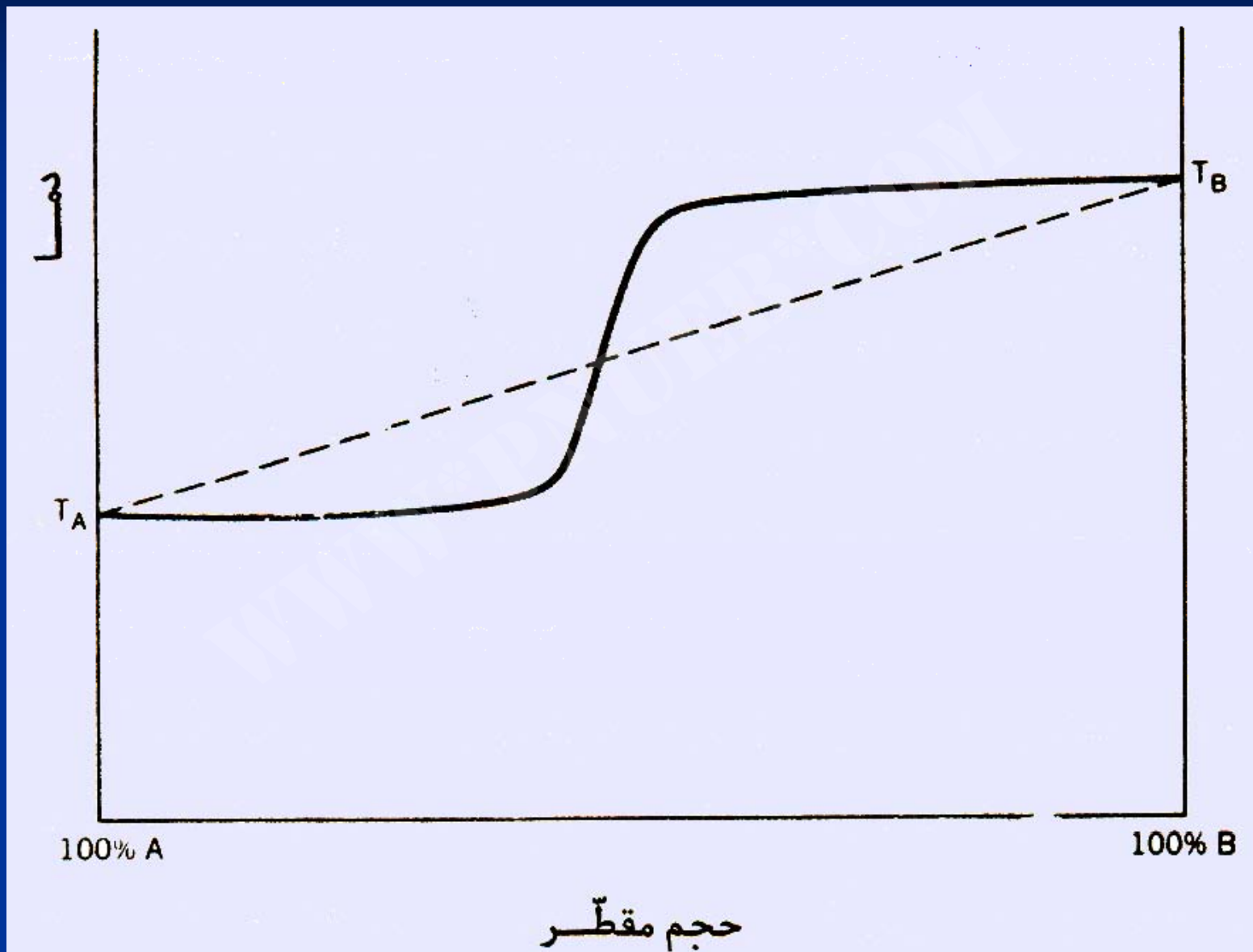
$$P_T = 47 + 8.4 = 55.4 \text{mm}$$

$$X_1 = 47/55.4 = 0.85 \quad \text{کسر مولی بنزن} , \quad X_2 = 8.4/55.4 = 0.15 \quad \text{کسر مولی تولوئن}$$

## نمودار فازهای بخار-مایع یک مخلوط دو جزئی



## نمودار تقطیر ساده (خط چین) و تقطیر جزء جزء (خط پیوسته)





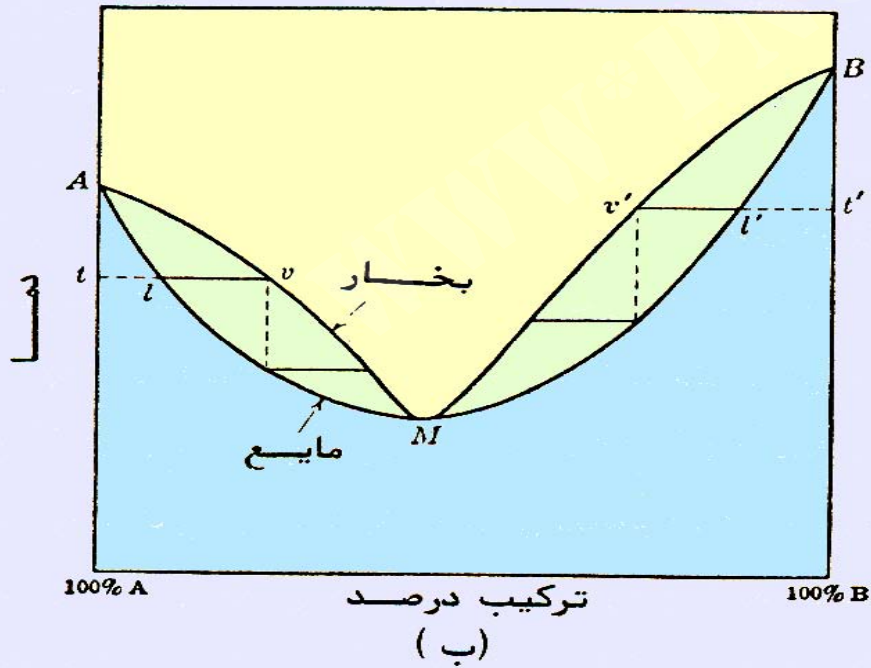
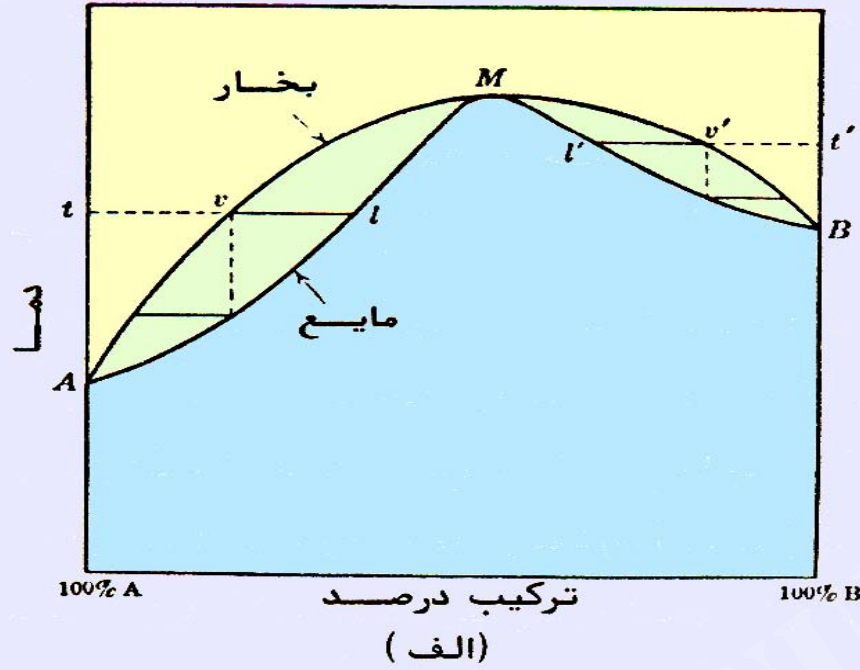
## تقطير استخراجي ، تقطير آزئوتروبي

### ■ تقطير ساده دو جزئي:

افزايش دمائي جوش از جزء فرارتر به جزء غير فرارتر يکنواخت است

### ■ تقطير آزئوتروبي:

نقطه جوش مخلوط در جايي بالاتر يا پايين تر از نقاط جوش دو جزء مخلوط باشد در اين نقطه تركيب درصد و بخار يکسان است و تا انتها با همين تركيب درصد تقطير مي شود



نمودار فاز بخار

.مایع برای

تقطیر

آزنوتروپی

## تفکیک دو جزء در مخلوط آزئوتروپی

۱. روش تقطیر استخراجی: (*Extraction distillation*)

افزودن یک حلال با دمای جوش بالاتر از دو جزء و داشتن جاذبه قوی نسبت به یکی از

اجزاء

مثال :

■ مخلوط اتانول و آب : مخلوط آزئوتروپی ۶/۹۵% اتانول و ۴/۴% آب با افزایش اتیلن گلیکول و تقطیر مخلوط سه تایی ، ابتدا الکل خالص تقطیر می شود و مخلوط آب و اتیلن گلیکول در ظرف باقی می ماند.

## تفکیک دو جزء در مخلوط آزنوتروپی

۲. روش تقطیر آزنوتروپی :

افزودن يك حلال به نام سوار کننده که دافعه شدیدی نسبت به يك جزء دارد و انحلال پذیری این دو در یکدیگر بسیار کم است

مثال :

■ به مخلوط آزنوتروپی اتانول و آب ، بنزن اضافه می شود . در اثر تقطیر مایع بدست آمده دو فاز می شود ، فاز غنی از سوار کننده مجدداً به برج تقطیر و فاز غنی از جزء اول مجدداً در يك ستون دیگر تقطیر می شود.

## استخراج (Extraction)

اساس کار استخراج ، تفاوت در انحلال پذیری يك ماده شیمیایی در دو حلال مخلوط نشدنی است

انحلال پذیری جزء مورد نظر در هر حلال  $S$   
 $K_D = S_1 / S_2 =$  ضریب توزیع

با جدا کردن دو فاز و افزودن مجدد حلال طی چند مرحله دو جزء از هم جداسازی می شوند

## تبلور (Crystallization)

- برای جدا کردن و خالص سازی بعضی از فرآورده های شیمیایی بکار می رود
- محلول گرم و اشباع تحت شرایط مناسب سرد می شود و بلورهای ریز و خالص به محلول اضافه می شود تا کریستالهای خالص و بزرگتری تشکیل شود
- سرعت سرد کردن و بهم زدن و زمان افزودن بلورهای ریز در درجه خلوص ماده جدا شده مؤثر است

## فصل دهم

### تهیه فرآورده های شیمیایی از مولکولهای کوچک

هدف کلی :

■ آشنایی با چگونگی تبدیل ترکیبات شیمیایی ساده به فرآورده های پر مصرف و مهم تر

هدفهای رفتاری :

■ شناخت حشره کشهای کلردار ، کرباماتی و فسفردار و انواع دیگر

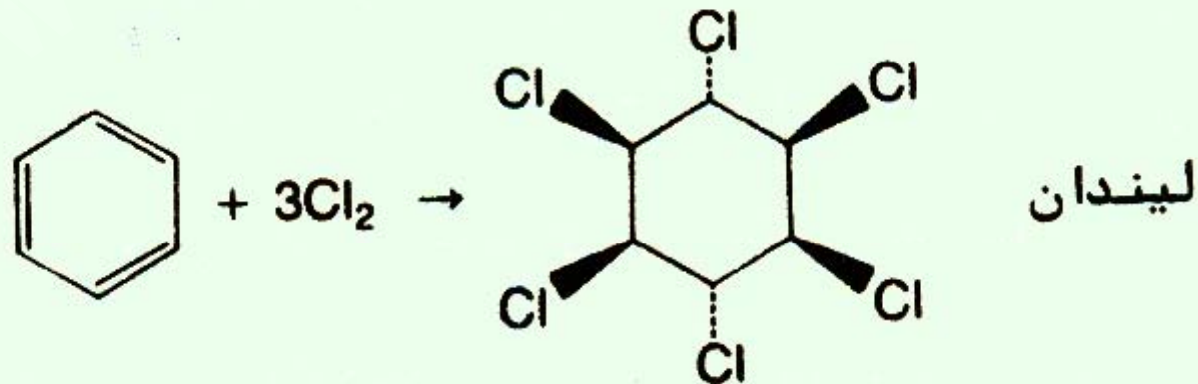
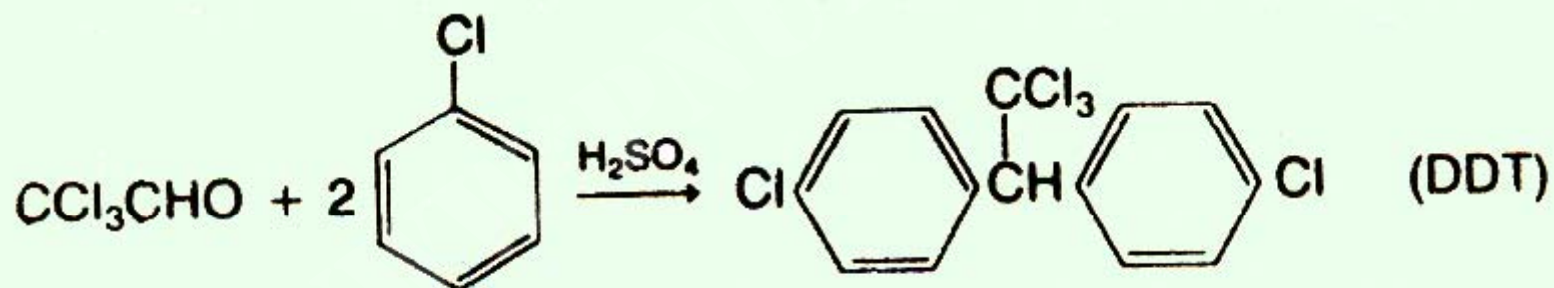
■ شناخت انواع پاک کننده ها و ویتامین A

■ شناخت صنایع دارویی

## تهیه فرآورده های شیمیایی از مولکولهای کوچک

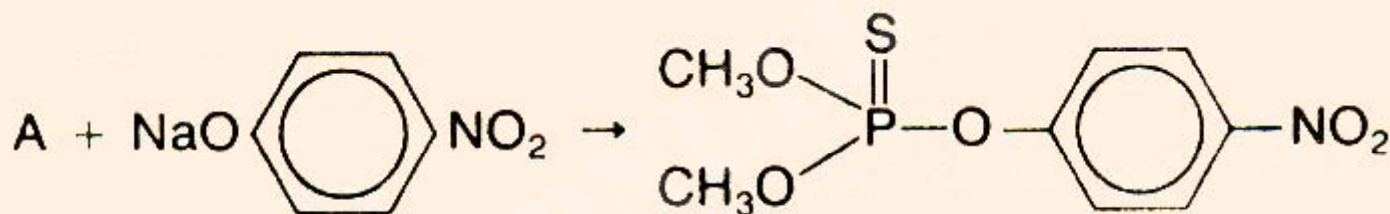
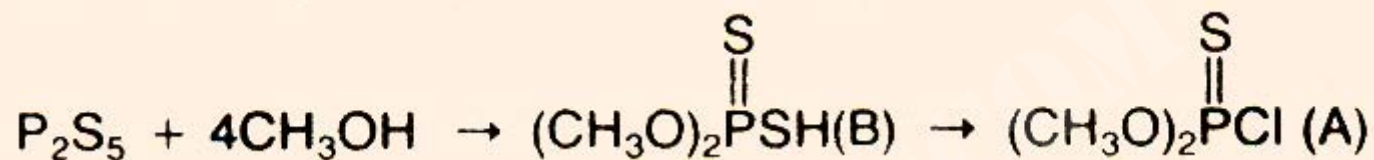
■ مواد ضد آفات: ضد حشرات و جانوران مضر که در مزارع بکار می روند

■ سنتز حشره کشهای آلی کلردار: DDT و لیندان

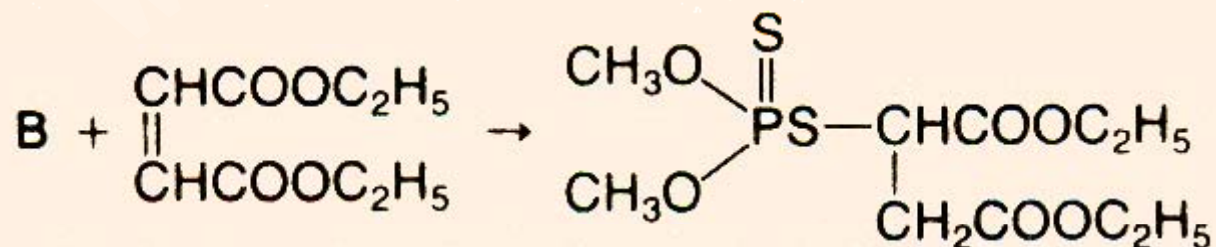




## حشره کشهای آلی فسفردار: متیل پاراتیون و مالاتیون

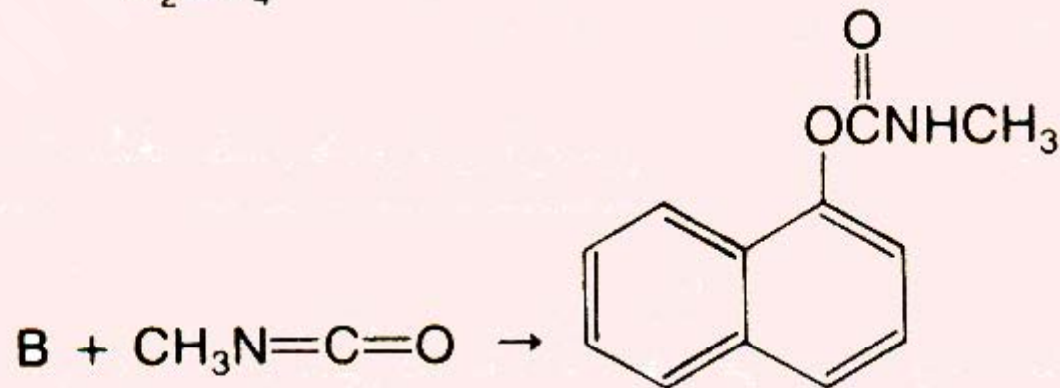
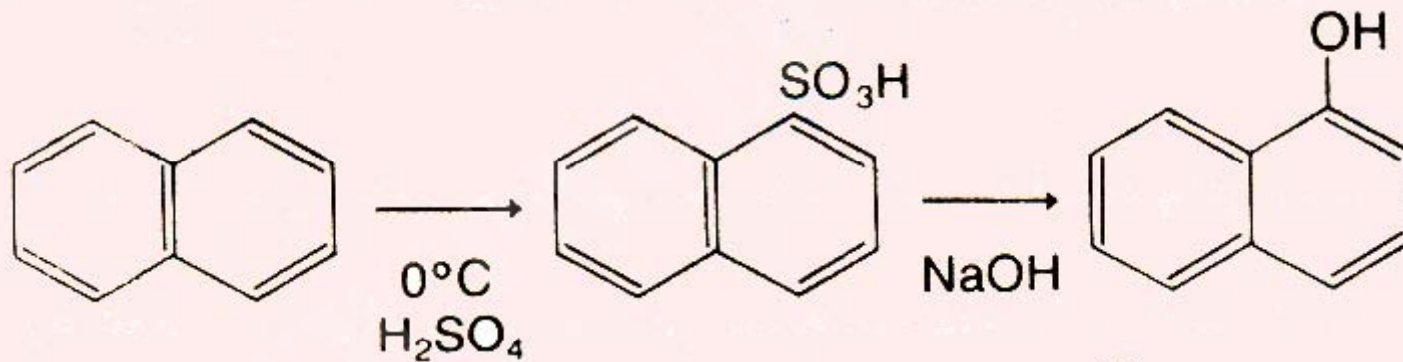
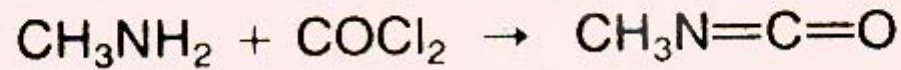
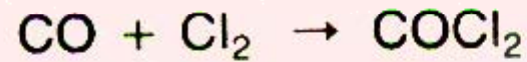


متیل پاراتیون



مالاتیون

## حشره کشهای کرباماتی: سوین (Sevin)



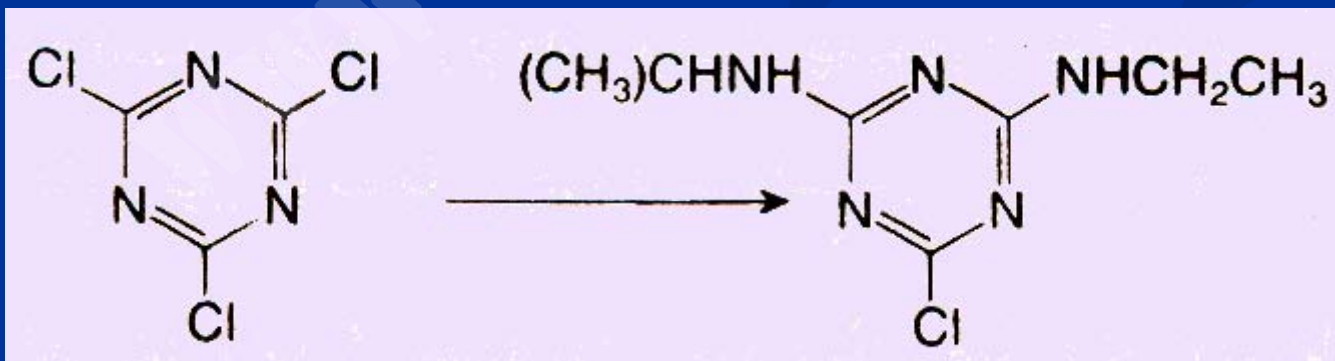
سوین

## علف کشها: تریازین ها (همه گیاهان بجز ذرت را از بین می برد)

■ انواع علف کشها:

تماسی . برگ ریزها . گیاه زداها

■ سنتز اتریزین ، علف کش تریازینی



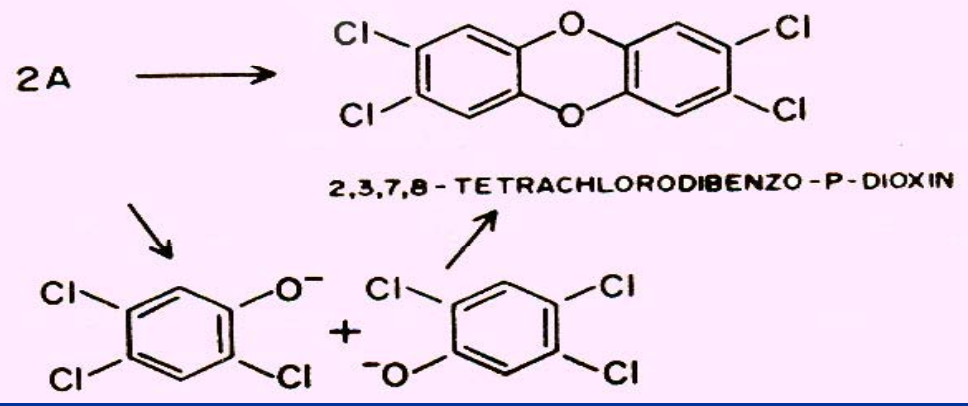
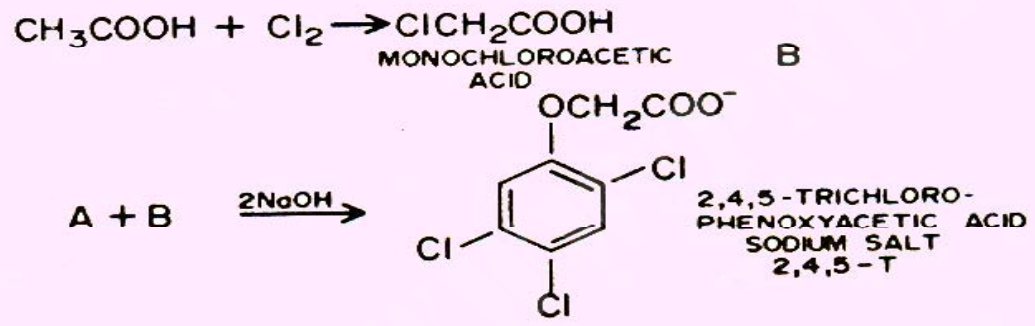
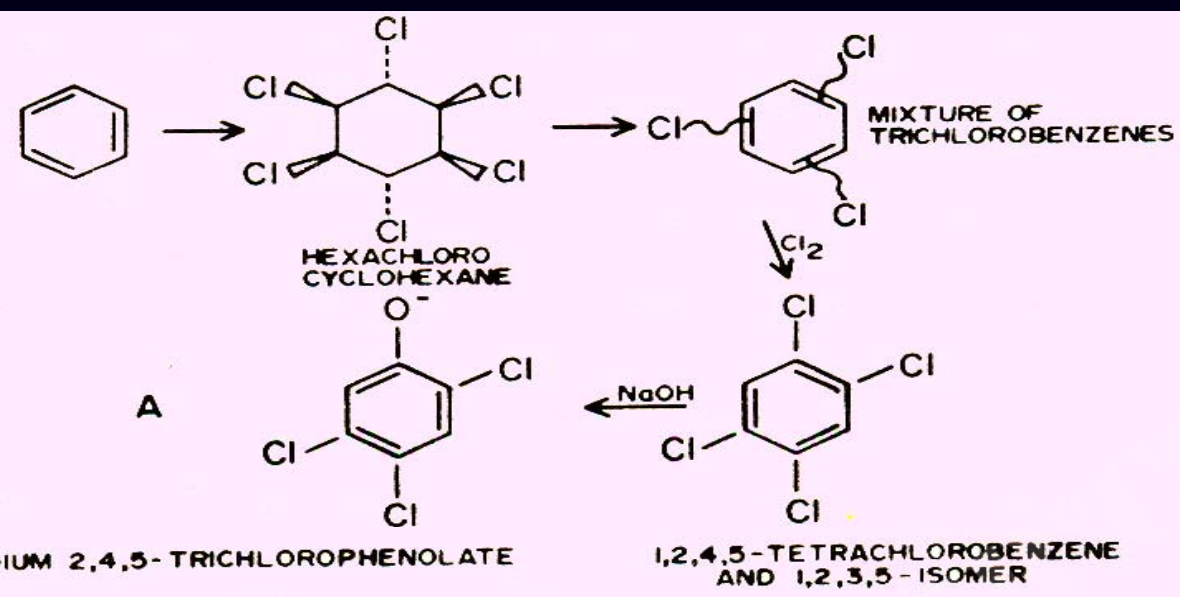
کوچک

# علف کشهای فنوکسی

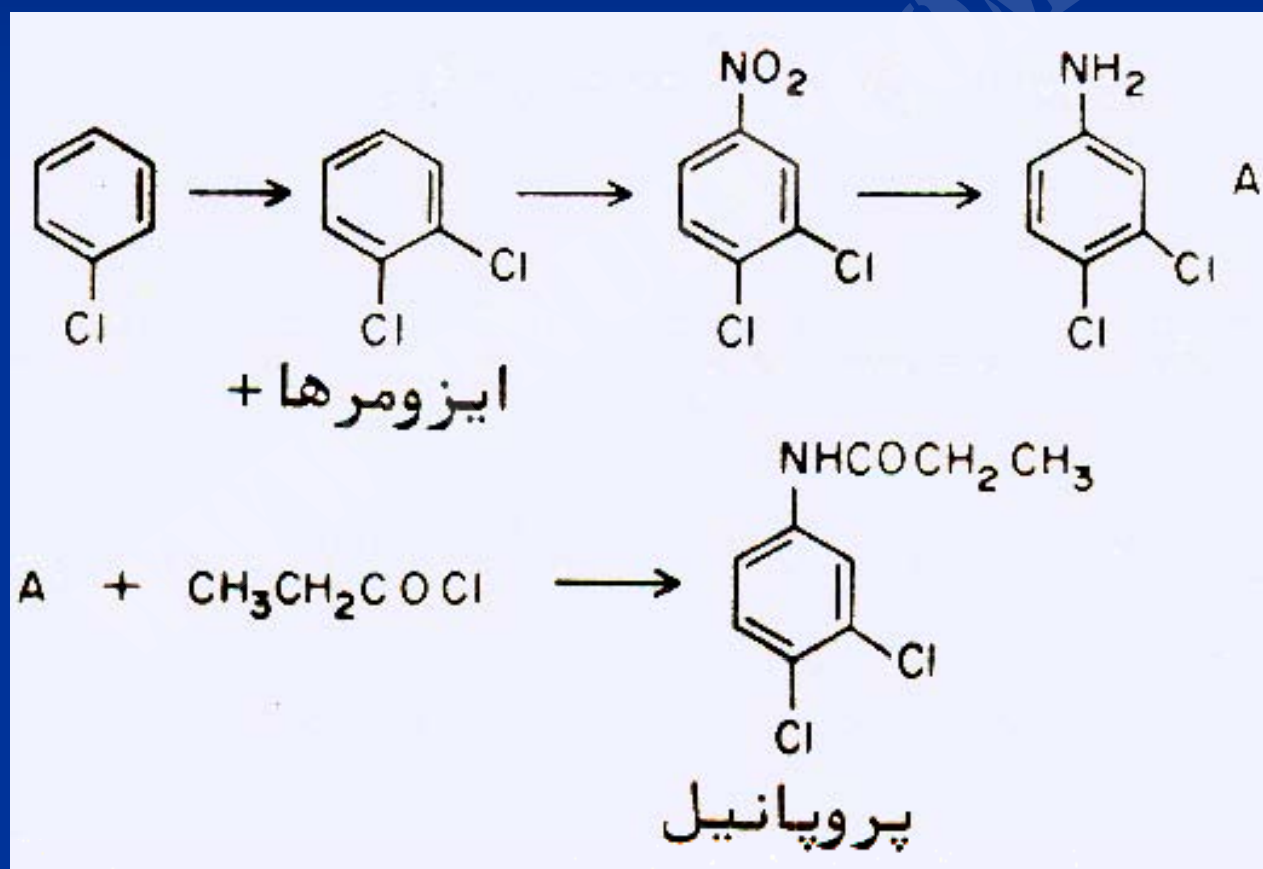
:

## علیه علفهای هرز پهن

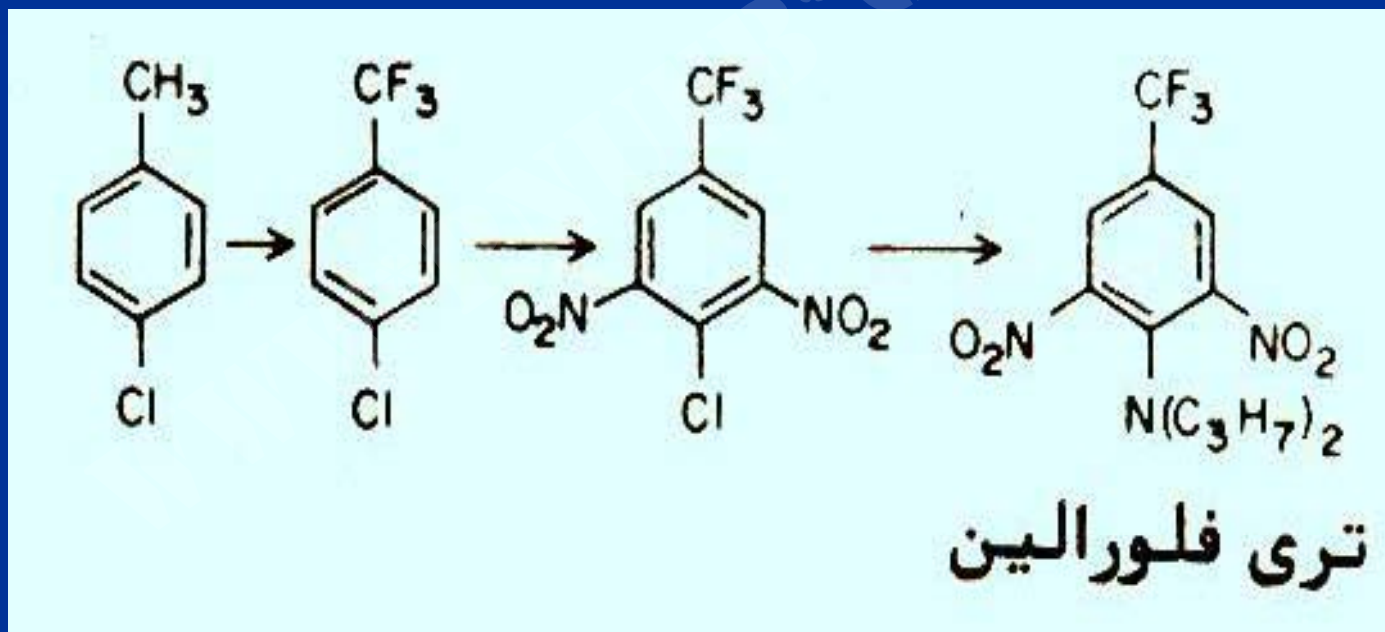
## برگ بکار می رود



## علفهای کشهای آمیدی: پروپانیل



## علف کشهای دی نیتروآنیلین : تری فلوراسین



## صابون ها و پاك كننده ها

■ پاك كننده ها :

آنيوني ، كاتيوني ، آمفوسيتيك و غير يوني

■ پاك كننده هاي آنيوني :

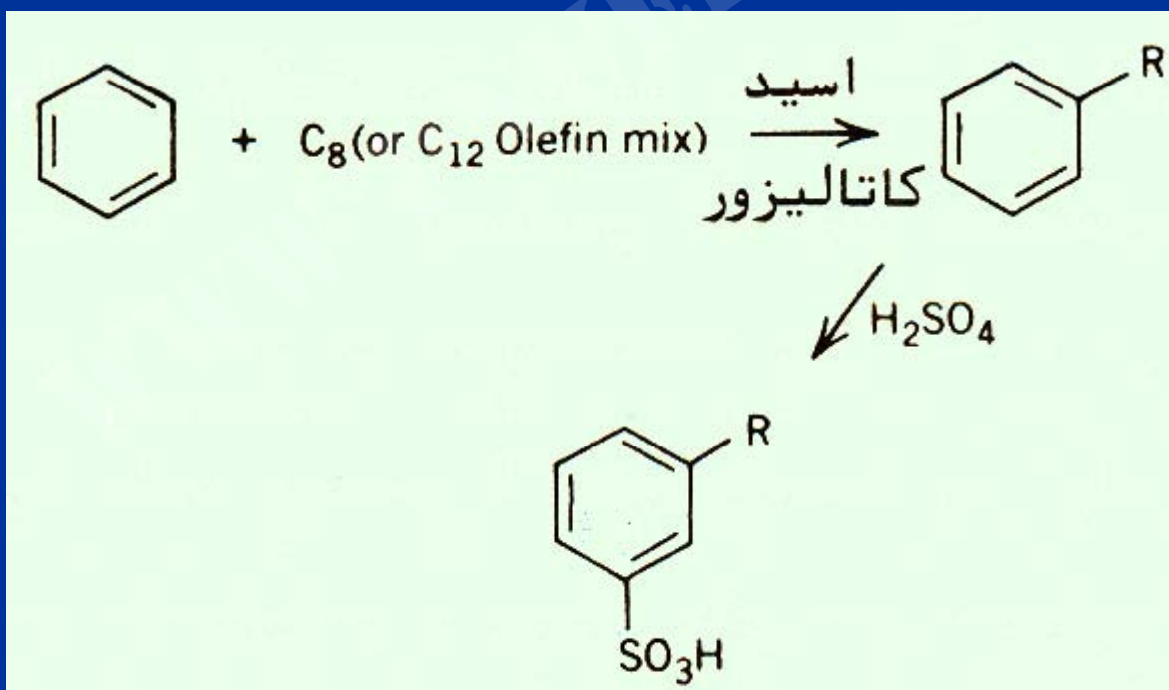
در اثر هيدروليز تري گليسيريدها صابون بدست مي آيد.

■ چربي بصورت سوسپانسيون در آب به اسيد چرب تبديل و بعد با سود خنثي مي شود



## پاك کننده آنیوني : سولفوناتها . آلکیل بنزن سولونات (ABS)

■ سنتز آلکیل بنزن سولفونیک اسید





## مواد دارویی:

- تعداد بسیار زیادی داروهای مختلف از مواد ساده شیمیایی ساخته می شوند.
- بعضی از داروها از طریق صنایع تخمیری تولید می شوند. (پنی سیلین و آنتی بیوتیکهای دیگر) و بعضی دیگر سنتز می شوند مثل ویتامین A

## فصل یازدهم

### کاتالیزورهای صنعتی

هدف کلی:

■ آشنایی با انواع سیستمهای کاتالیزوری صنعتی (همگن و ناهمگن)

هدفهای رفتاری:

■ تعریف کاتالیزور همگن ، ناهمگن ، گزینندگی کاتالیزور

■ آماده سازی کاتالیزورهای ناهمگن

■ کاتالیزور همگن با ذکر ۶ مثال

## فرآیند کاتالیزوری :

### ■ ۱- فرآیند بستر ثابت :

کاتالیزور با گیره ها یا تورهایی روی طبق ها یا لوله ها نگهداری می شود مواد شیمیایی بصورت بخار روی این بستر عبور داده می شود.

### ■ ۲- فرآیند بستر روان :

کاتالیزور حالت فیزیکی مشخصی دارد . بطوری که از میان آن بخار مواد عبور داده می شود.

## کاتالیزور ناهمگن: (Heterogeneous Catalysis)

■ کاتالیزورهایی که واکنش در سطح آنها انجام می شود

. جذب واکنش دهنده ها روی سطح کاتالیزور

. انجام واکنش روی مواضع فعال کاتالیزور که حاصل بار هستند

. جدا شدن مواد از کاتالیزور

بهینه کردن شرایط واکنش: ترکیب کاتالیزور، دما و فشار، زمان تماس با کاتالیزور و

...

## کاتالیزورهای ناهمگن با کاربردهای صنعتی

بخش	کاتالیزور	نوع فعالیت کاتالیزوری
ج-۲-۳-۱	آهن تحریک شده با KOH ، و با $MgO$ ، $Al_2O_3 \cdot SiO_2$	هیدروژندار کردن سنتز آمونیاک $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$ هیدروژنزدایی
۱۰-۲-۴ ۴-۴	$Fe_2O_3$ تحریک شده با $K_2CO_3 + Cr_2O_3$ همین کاتالیزور	تبدیل اتیل بنزن به استیرن تبدیل بوتن به بوتادیان $CH_4 + H_2O \rightarrow CO + 3H_2$
۲-۳-۲	Ni نشانده شده روی پایه	اکسایش جزئی
۱-۳-۴	$Bi_2O_3 \cdot nMoO_3$	آکریلونیتریل $\rightarrow CH_3CH=CH_2 + O_2 + NH_3$
۸-۲-۴	نقره نشانده شده روی پایه + مواد دیگر	اکسیژن جذب شیمیایی شده تبدیل اتیلن به اتیلن اکسید
الف-۲-۹	نقره یا $Fe_2O_3 - MoO_3$	تبدیل $CH_3OH$ به $HCHO$

## کاتالیزورهای ناهمگن با کاربردهای صنعتی

نوع فعالیت کاتالیزوری	کاتالیزور	بخش
کاتالیزورهای اکسید کننده، قوی اکسایش کامل هیدروکربنها- اگزوز اتومبیل	قرص Pt-Pd روی پایه	۱۱-۱-۲-الف
تبدیل بوتن + O <sub>2</sub> به مالیک انیدرید تبدیل SO <sub>2</sub> به SO <sub>3</sub>	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> روی پایه V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	۴-۷-۲-الف ۲-۴-۲-الف
کاتالیزورهای اسیدی کراکینگ کاتالیزوری	زئولیت (الك مولکولی) در ماتریس سیلیس - Al	۴-۱-۳-ب
رفرمینگ کاتالیزوری تبدیل CH <sub>3</sub> OH به بنزین	Pt-Re روی آلومین اسیدی زئولیت موبیل ZSM-5	۴-۱-۳-و ۴-۸-۲-الف
واکنشهای گاز سنتز تبدیل CO+H <sub>2</sub> به CH <sub>3</sub> OH تبدیل CO+3H <sub>2</sub> به CH <sub>4</sub> +H <sub>2</sub> (متان شدن)	Cu بسیار فعال Ni روی پایه	۴-۲-۵-الف ۲-۳-۲

## انتخاب کاتالیزورها برای انواع فرآیندها

### ■ گروه اول :

کاتالیزورهای فلزی برای هیدروژن دار کردن و هیدروژن زدایی : فلزات گروه ۸ شامل

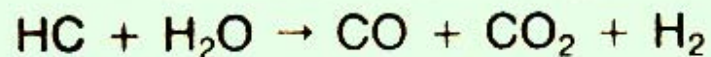
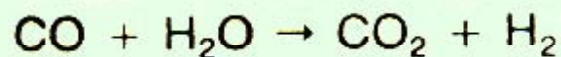
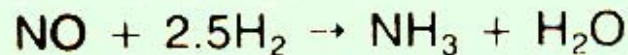
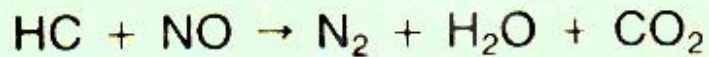
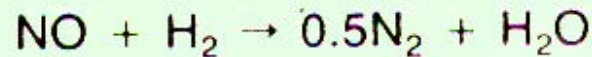
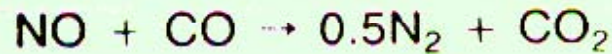
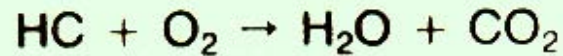
Pt, Ni , Co , Fe

### ■ گروه دوم :

فلزاتی که در اکسایش مورد استفاده قرار می گیرند شامل :

Pt , Ir , Os , Pd , Rh , Ru

## مبدل‌های کاتالیزوری در موتور



■ هدف:

تبدیل  $\text{H}_2\text{O}$  و  $\text{CO}_2$  به  $\text{HC}$  و  $\text{Co}$

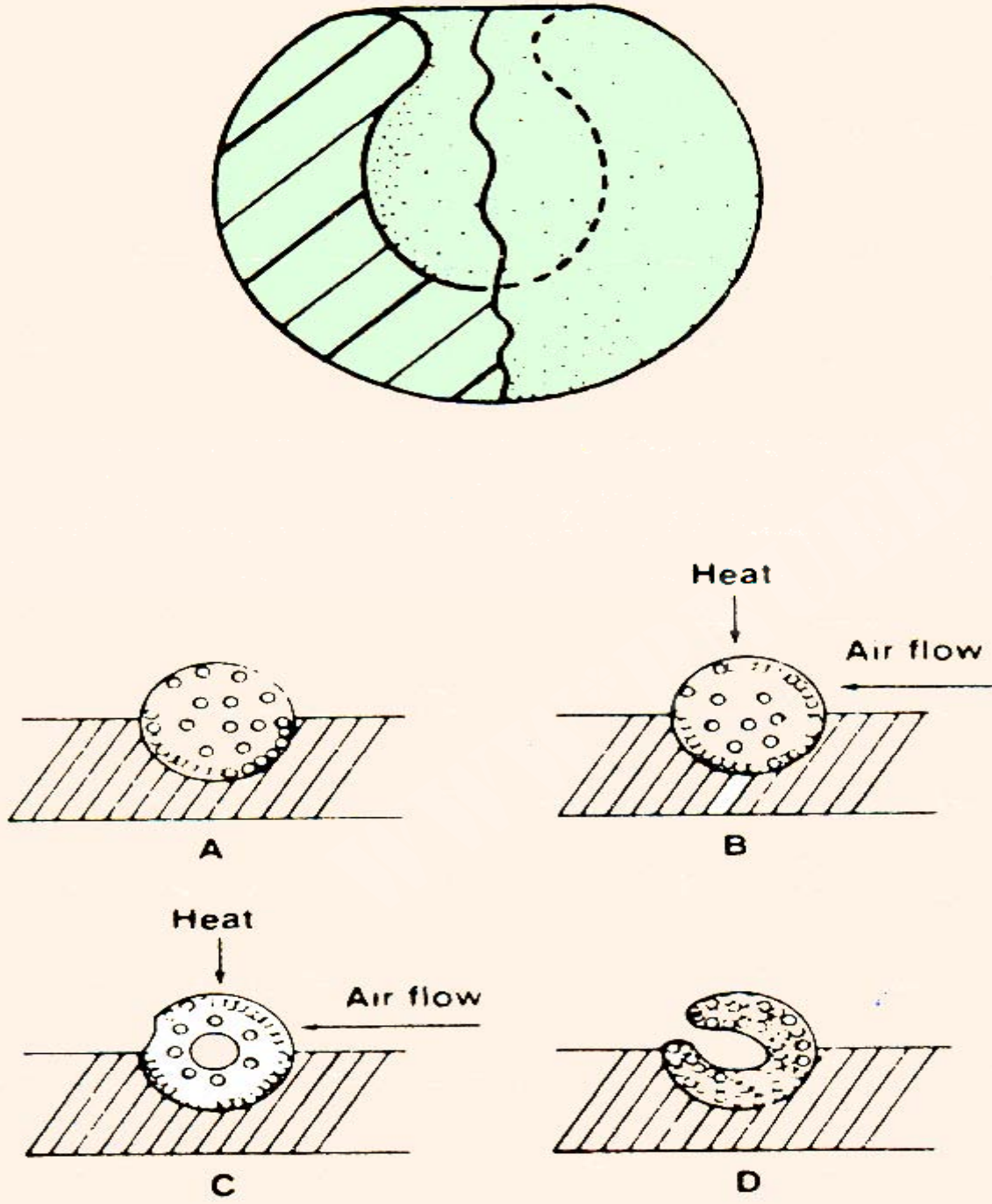
تبدیل  $\text{N}_2$  به  $\text{NO}_x$

کاتالیزور: مخلوطی از  $\text{Pt}$ ,  $\text{Pd}$ ,  $\text{Rh}$



فصل دهم: تهیه فرآورده های شیمیایی از مولکولهای کوچک

# خشک کردن مخلوط کاتالیزور برای دستیابی به سطح بهینه



## کاتالیزورهای همگن (Homogeneous Catalysis)

بصورت محلول عمل می کنند

معمولاً یک فلز مرکزی بصورت نمک یا کمپلکس بعنوان کاتالیزور مورد استفاده قرار میگیرد

مثل  $Mo(CO)_6$  ,  $HCo(CO)_4$  و  $C_2H_5AlCl_2 - WCl_6$

**مزیت:** با تغییر لیگاند ، عدد کوئوردیناسیون اتم مرکزی تغییر می کند و کاربردهای متنوعی پیدا می کند

**عیب:** جدا کردن آنها از مخلوط واکنش مشکل است و از بین میروند

## فصل دوازدهم

### مشاغل که برای آنها دانش صنایع شیمیایی ضروری است

#### ■ هدف کلی :

آشنایی با انواع مشاغل و وظایف و مسئولیتهای مورد نیاز صنایع شیمیایی

#### ■ هدفهای رفتاری :

عناوین و زمینه های شغلی در صنایع شیمیایی

ویژگیها و مسئولیتهای مهم در صنایع شیمیایی

مشاغل صنایع دارویی ، پاک کننده ها ، بهداشتی ، کودهای شیمیایی و صنایع غذایی

... و

## انواع شغلها در يك شركت شيميايي متوسط

### ■ زمينه شغلها:

تحقيقات ، تكوين فرايند ، توليد ، فروش ، خدمات فني ، ايمني ، کنترل کيفي و تجزيه شيميايي ، آزمونهاي کاربردي ، مديريت فني و مديريت مالي

### ■ انواع شغلها:

دولتي ، صنعتي و دانشگاهي

براي دانشجويان شيمي که به مشاغل صنايع شيميايي علاقمند هستند توجه و مطالعه در موارد زير ضروري است :

۱. زمينه هاي تحقيقاتي پيشرفته در شيمي

۲. راههاي استفاده از علم شيمي براي رفع نيازهاي جامعه

۳. منابع مورد نياز براي دستيابي به اطلاعات در موارد فوق

## انواع مشاغل يك شیمیدان :

- مشاغل دولتي ، صنایع دارویی ، آزمایشگاههای بیولوژیکی و پزشکی ، قسمتهای فرمولبندی ، آب و فاضلاب ، صنایع صابون و پاک کننده ها ، فرآورده های بهداشتی ، کودهای شیمیایی ، سموم کشاورزی ، صنایع غذایی ، صنایع پلیمر ، فولاد ، شیشه سازی ، کاغذ و خمیر کاغذ ، انرژی هسته ای

## نحوه نوشتن يك گزارش از فرآيندهاي شيميايي

- تاريخچه فرآيند شيميايي و توضيح درباره کاربردهاي فرآورده هاي فرآيند و خلاصه اي از فرآيند
- مواد لازم براي توليد ناپيوسته به ميزان ۱۰۰۰ كيلوگرم به همراه مشخصات آنها و معادلات واكنشها
- نمودار گردش تاسيسات و مسایل ايمني و محيط زيستي
- روشهاي تجزيه اي ، بازده ، بازباني حلالها ، وزن ضايعات و ذخيره سازي
- تنظيم برگه ايمني ، سميت ، آتشگير بودن ، ناپايداري و ساير مشخصات واكنشگرها