

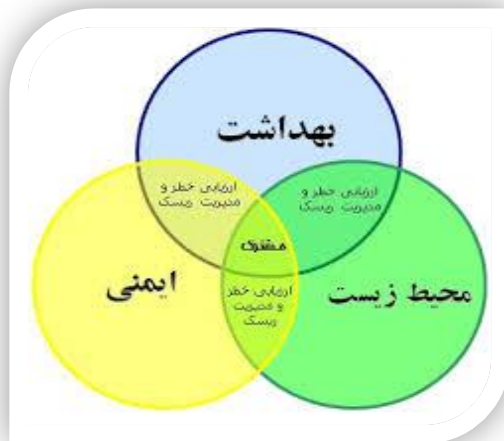
به نام هستی بفش پاک...

درس: کارگاه اصول صنایع شیمیایی

دانشجویان کاردرانی صنایع شیمیایی - دانشکده فنی و حرفه ای دختران پهران

مدرس : سرور شاکری

لازم به ذکر است که امتحان پایانی درس کارگاه اصول صنایع به صورت تستی می باشد.



فصل اول : معرفی بهداشت، ایمنی، محیط زیست

مقدمه

طی دهه‌های اخیر تحقق اهداف سازمان‌ها در حوزه رقابت‌پذیری کشورهای صنعتی، پرداختن به موضوع H.S.E را به عنوان یکی از اولویتهای اصلی در کسب و کار امروز تبدیل کرده است و توجه به نیروی انسانی به عنوان اصلی‌ترین سرمایه سازمان با هدف بهبود فرایندهای کاری، در زمره اصلی‌ترین اهداف مدیریت‌های اقتصادی قرار گرفته‌است.

H حرف اول کلمات Health (بهداشت)، Safety (ایمنی) و E حرف اول Environment (محیط زیست) است که متولی و عهده دار کلیه مسائل مربوط به بهداشت کار، صنعتی و محیط، ایمنی و آتش نشانی و محیط زیست می باشد.

- نخستین مسئله‌ای که باید بدان توجه کنیم تفکر صحیح و منطقی و برخورد درست در پیشگیری از خطر است. باید بخاطر داشته باشیم که بروز استرس بیش از حد و رفتارهای وسواسی بخاطر ترس از این موضوع که همواره خطرآفرینی هستند که در کمین ما می‌باشند، نه تنها کمکی به شخص نخواهد کرد، بلکه کارایی فرد را پایین تر هم می‌آورد.

- دومین مرحله، شناسایی محیط اطراف کار، زندگی، تحصیل - تفریح و ... و خطرآفرینی است که می‌توانند ما را غافلگیر نمایند. بطور مسلم هرگاه خطرات را قبل از وقوع، پیش بینی نموده و آمادگی لازم ذهنی و عملی را در مقابل آن‌ها کسب نماییم علاوه بر کاهش امکان وقوع آنها، نحوه برخورد ما با موارد خطر بسیار مؤثرتر خواهد بود. در غیر اینصورت غافلگیر خواهیم شد که این امکان بروز عکس العمل مناسب را از ما سلب و آسیب‌های ناشی از

حوادث را بسیار افزایش می‌دهد. این مطلب به این معناست که مثلاً اگر به آزمایشگاه وارد می‌شویم باید بدانیم که در آن، احتمال انفجار، آتش سوزی، استنشاق گازها و بخارات سمی و غیره همواره وجود دارد و از اینرو همیشه باید نکات ایمنی لازم را مد نظر و به هشدارهای ایمنی توجه داشته باشیم .

- **مرحله سوم** شناسایی ابزار مقابله با خطر و فرار از خطر است. یعنی قبل از بروز خطر باید آموزش‌های لازم را دریافت کرده و پاسخ چنین سوالاتی را آموخته باشیم که محل کپسول‌های آتش نشانی کجاست؟ در هنگام خطر باید از کجا کمک خواست؟ درب و پلکان اضطراری کجاست؟ روش استفاده از کپسول آتش نشانی چگونه است؟ یا اگر خطر از ناحیه یک ماده شیمیایی خاص می‌باشد MSDS این ماده کجاست؟ (MSDS هر ماده حاوی اطلاعات لازم در خصوص این ماده و شناسایی خطرات ناشی از آن و چگونگی برخورد با این خطرات می‌باشد).

- **نکته چهارم** این است که رفتارهای خود و طرز قرارگیری وسایل و نگهداری مواد را به نحوی تغییر دهیم که امکان بروز خطر را به حداقل کاهش دهد. برای مثال قبل از انداختن چوب کبریت افروخته به سطل زباله از خاموشی کامل شعله پنهان آن اطمینان حاصل نماییم، وسایل با ارتفاع زیاد را که تعادل پایداری ندارند در نزدیکی محل کار و خواب و نشستن قرار ندهیم، تابلوهای سنگین را که احتمال سقوط آنها وجود دارد بر دیوار نصب نکنیم، مواد شیمیایی ناسازگار را در کنار هم انبار نکنیم، مسیر تردد افراد را از وجود اشیاء مزاحم خالی کنیم و نکات دیگری از این دست که همگی باعث خواهند شد که موارد بروز خطر به حداقل رسیده و در صورت بروز خطر تلفات و آسیب‌های ناشی از آن کاهش یابد. در آخرین مرحله باید کمک‌های اولیه لازم را فرا بگیریم. هر فردی ممکن است در موقعیت‌هایی قرار بگیرد که قبل از رسیدن پزشک و متخصص، افراد مصدوم نیاز به کمک و یاری او داشته باشند.

این چنین موقعیت‌هایی می‌تواند در خانواده، محل کار، خیابان و یا هر محل دیگری پیش آید. برای اینکه بتوانیم در چنین مواقعی مصدومین را از خطرات جدی ناشی از اتلاف زمان تا رساندن به مرکز درمانی یا پزشک برهانیم، باید از اصول کمک‌های اولیه نگاهی داشته باشیم و این را به عنوان یکی از مهارت‌های اصلی زندگی فرا گیریم.

لوزی شناسایی خطر

خطرات مواد شیمیایی همراه با ازدیاد مصرفشان در صنایع مختلف افزایش یافته است. بنابراین جهت سهولت در مورد آگاهی از خطر هر ماده شیمیایی از یک لوزی چهارخانه استفاده می‌شود.

همان طور که در شکل شماره (۱) مشاهده می‌کنید این بخش‌ها هر کدام مربوط به یکسری از ویژگی‌های مربوط به مواد شیمیایی می‌باشند:

لوزی خطر

- ✓ رنگ قرمز برای بالای خانه (قابلیت اشتعال)
- ✓ رنگ آبی برای خانه سمت چپ (خطرات بهداشتی)
- ✓ رنگ زرد برای خانه سمت راست (قابلیت فعل و انفعال شیمیایی)
- ✓ خانه پایین بی رنگ و یا اینکه به رنگ بدنه محموله می‌باشد (خطرات خاص)



واکنش پذیری		اشتعال پذیری		بهداشت	
قابلیت آزاد نمودن انرژی		قابلیت سوختن		نحوه حفاظت	
۴	ممکن است تحت شرایط عادی منفجر شود.	۴	قابلیت اشتعال بالا	۴	در صورت تماس کوتاه احتمال مرگ وجود دارد
۳	ممکن است در اثر حرارت یا شوک منفجر شود	۳	تحت شرایط معمولی مشتعل می گردد.	۳	حفظت کامل و استفاده از دستگاه های تنفسی
۲	تغییرات شیمیایی شدید میدهد اما منفجر نمی شود	۲	با حرارت ملایم مشتعل می گردد.	۲	استفاده از دستگاه تنفس همراه با ماسک صورت
۱	در اثر استفاده از حرارت ناپایدار می گردد.	۱	تحت تاثیر حرارت مشتعل می شود	۱	استفاده از دستگاه تنفسی
۰	در حالت عادی پایدار است.	۰	مشتعل نمی شود.	۰	وسیله خاصی مورد نیاز نمی باشد.

شکل شماره (۱)

هرکدام از موارد ذکر شده به پنج درجه تقسیم می شوند: از درجه صفر تا درجه ۴. به طوری که درجه صفر نشان دهنده بی خطری و درجه ۴ نشان دهنده خطر بسیار شدید می باشد.

این درجه بندی در مورد خطرات خاص وجود ندارد.

• قابلیت اشتعال مواد شیمیایی

درجه ۴: گازهای شدیداً قابل اشتعال و مایعات بسیار فرار قابل اشتعال و موادی که در حالت گرد و غبار در هوا تشکیل مخلوط انفجاری می دهند. مانند: سولفید هیدروژن H_2S

درجه ۳: مایعاتی که تقریباً در حالت نرمال مشتعل می شوند. مانند: فسفر سفید

درجه ۲: مایعاتی که جهت مشتعل شدن باید مقداری حرارت ببینند و جامداتی که تولید بخارات قابل اشتعال می‌نمایند. مانند: نفتالن

درجه ۱: موادی که قبل اشتعال باید حرارت ببینند. مانند: سولفور- روی- گلیسیرین

درجه صفر: موادی که مشتعل نمی‌شوند. مانند: اسید نیتریک - اسید سولفوریک

• خطر بهداشتی مواد

منظور از خطرات بهداشتی همان خطرات و مضرات شیمیایی روی سلامتی انسان می‌باشند و مفهوم درجات پنج گانه به شرح زیر می‌باشد.

درجه ۴: موادی که مقدار کمی از بخارات آنها می‌تواند سبب مرگ شود مانند: هیدروژن سیانید HCN

درجه ۳: موادی که خطرات فوق العاده برای سلامتی دارند مانند: هیدروکسید سدیم NaOH

درجه ۲: موادی که برای سلامتی خطرناک هستند. مانند: اکسید اتیلن C₂H₄O

درجه ۱: موادی که خطرات کمی برای سلامتی دارند. مانند: Ca

درجه صفر: موادی که تحت شرایط حریق نیز خطری برای سلامتی تولید نمی‌کنند. مانند: فسفر قرمز

• قابلیت فعل و انفعال شیمیایی

میزان پایداری و ترکیب ماده شیمیایی با آب را نشان داده و تقسیم بندی آن به صورت زیر است:

درجه ۴: موادی که در حرارت و فشار معمولی قادر به تجزیه یا واکنش انفجاری است. مانند: تری نیترو تولوئن

درجه ۳: موادی که قادر به تجزیه یا واکنش انفجاری بوده ولی جهت این عمل چاشنی یا حرارت کافی نیاز دارند. مانند: فلوئور F

درجه ۲: موادی که در حالت عادی ناپایدار بوده و تغییرات شیمیایی یافته ولی منفجر نمی‌شوند.

درجه ۱: موادی که در حالت عادی ناپایدار بوده ولی در حرارت و فشار بالا ممکن است ناپایدار شوند و با آب واکنش نموده (ولی نه به شدت) انرژی آزاد نمایند. مانند: روی Zn

درجه صفر: موادی که در حالت عادی حتی در شعله پایدار هستند و با آب واکنش نمی‌دهند. مانند: ذغال چوب

• خطرات خاص

خطرات خاص شامل خطر واکنش با آب، پلی مر شدن و یا خطر مواد رادیواکتیو را نشان می‌دهد. مواد پلی مریزه مواد شیمیایی هستند که به هنگام سوختن گاز سمی تولید می‌کنند و به راحتی خاموش نمی‌شوند. اگر منظور خطر استفاده از آب جهت اطفاء حریق باشد. (مثل خاموش کردن حریق سدیم با آب) در خانه پایین یک W که یک خط از مرکز آن گذشته قرار داده می‌شود.

همانطور که در شکل شماره (۲) مشاهده می‌کنید علائم و هشدارهای موجود روی مواد شیمیایی هر کدام معرف یک ویژگی خاص می‌باشند:



Oxidizing

Oxidizing
اکسید کننده



Corrosive

Corrosive
خورنده



Highly flammable

Highly
Flammable
قابلیت اشتعال زیاد



Extremely flammable

Extremely
Flammable
بشدت قابل اشتعال



Explosive

Explosive
قابل انفجار



Dangerous for
the environment

Dangerous For
The Environment
خطرناک برای
محیط زیست



Irritant

Irritant
تحریک کننده



Harmful

Harmful
مضر



Very Toxic

Very Toxic
خیلی سمی



Toxic

Toxic
سمی

شکل شماره (۲)

طبقه بندی انواع آتش

آتش نوع A: جامدات مثل چوب که مبنای اطفاء آنها بر خنک کردن است. خاموش کننده‌هایی برای کنترل آن به کار می‌برند. علامتی مثلث شکل و سبز رنگ با نشان A دارند.

آتش نوع B: مایعات مثل بنزین، الکل استون یا جامداتی که به راحتی قابلیت مایع شدن دارند. (عموماً مواد نفتی و روغن های نباتی). اطفاء این حریق عموماً مبتنی بر خفه کردن حریق است. خاموش کننده‌هایی که برای این دسته مناسب هستند دارای بر چسب مربع قرمز رنگ با علامت B هستند.

آتش نوع C: گازها مثل بوتان و مایعات یا مخلوطی از آنها است که به راحتی قابلیت تبدیل به گاز دارند. مانند گاز مایع و گاز شهری. راه اطفاء این حریق خفه کردن و سد کردن مسیر نشت می‌باشد. خاموش کننده‌های مربوط با علامت C در مربع آبی رنگ مشخص می‌شوند.

آتش نوع D: فلزات قابل احتراق مثل سدیم، پتاسیم، منیزیم، اورانیوم، خاموش کننده‌های مناسب اطفاء آن‌ها با علامت ستاره زرد رنگ و با حرف D مشخص می‌شوند.

آتش نوع E: تجهیزات برقی مثل اتصالات جعبه برق، خاموش کننده‌های که قابلیت کنترل این نوع آتش را دارند با حرف E نشان داده می‌شود.

آتش نوع F: این گروه به خاطر اهمیتشان به طور مجزا تقسیم بندی گردیده‌اند و شامل حریق آشپزخانه و مواد سوختنی مهم آن یعنی چربی‌ها و روغن‌های آشپزی می‌باشند. خاموش کننده‌هایی که قابلیت کنترل این نوع آتش را دارند با حرف F نشان داده می‌شوند.

کپسول‌های اطفای حریق

❖ کپسول محتوی آب (Water)

این نوع کپسول مناسب خاموش کردن مواد معمولی قابل احتراق، عموماً جامد و دارای ترکیبات آلی طبیعی یا مصنوعی است. هرگز از آب و کپسول آب برای خاموش کردن آتش در آزمایشگاه استفاده نمی‌شود زیرا سبب افزایش وسعت حریق می‌گردد.

❖ کپسول‌های مولد کف (Foam)

کف با ایجاد ممانعت از رسیدن اکسیژن به آتش باعث خاموش شدن آن می‌شود. خاموش کننده کفی مناسب برای گروه A (کاغذ، چوب و منسوجات) و گروه B (مایعات قابل اشتعال) می‌باشند اما برای گروه C (گازهای قابل اشتعال)، گروه D (فلزات) و جریان الکتریسیته (E) مناسب نیستند.

❖ کپسول‌های پودری (Dry Powder)

این کپسول‌ها برای انواع اطفاء حریق A، B و C و D به کار می‌روند. این کپسول‌ها هر سه ماه یکبار شارژ شوند و هر دو سال یکبار تست بدنه توسط کارخانه سازنده انجام شوند.

❖ کپسول‌های CO₂





برای انواع حریق A، B و C و E و F، به کار می‌روند. این کپسول‌ها خاموش کننده‌های قوی هستند و تا هنگامی که مصرف نشوند نیاز به شارژ ندارند و هنگام استفاده بهتر است به صورت جارویی استفاده گردد. از دیگر خصوصیات گاز

CO₂ این است که باعث خسارت به مواد موجود در محیط احتراق نمی‌شوند و همینطور گاز CO₂ موجب عدم هدایت برق می‌شود. از مهم‌ترین معایب این کیپسول گران بودن گاز کربن دی اکسید است.

همانطور که مشاهده می‌کنید شکل شماره (۳) به طور خلاصه کلاس آتش و نحوه مقابله با آن را نشان می‌دهد.

کلاس آتش	شرح	روش مقابله	نماد
کلاس A	مواد قابل احتراق مانند چوب، کاغذ و پارچه	تمامی روش‌های مرسوم	
کلاس B	مایعات قابل اشتعال	متوقف کردن زنجیره فرآیند شیمیایی (خفه کردن) با استفاده از مواد شیمیایی خشک یا هالون	
کلاس C	گازهای قابل اشتعال	متوقف کردن زنجیره فرآیند شیمیایی (خفه کردن) با استفاده از مواد شیمیایی خشک یا هالون	
کلاس D	فلزات قابل اشتعال	نیاز به فرد متخصص دارد	
کلاس E	آتش سوزی بر اثر اتصال برق و جریان الکتریکی	مانند کلاس A با این تفاوت که نمی‌توان از مواد رسانا مانند آب استفاده کرد.	
کلاس F	آتش سوزی بر اثر روغن‌ها و چربی‌های آشپزی	رقیق کردن یا از بین بردن اکسیژن و یا استفاده از غبار آب	

شکل شماره (۳)

EXTINGUISHER		TYPE OF FIRE				
Colour	Type	Solids (wood, paper, cloth etc)	Flammable Liquids	Flammable Gasses	Electrical Equipment	Cooking Oils & Fats
	Water	✓ Yes	✗ No	✗ No	✗ No	✗ No
	Foam	✓ Yes	✓ Yes	✗ No	✗ No	✓ Yes
	Dry Powder	✓ Yes	✓ Yes	✓ Yes	✓ Yes	✗ No
	Carbon Dioxide (CO2)	✗ No	✓ Yes	✗ No	✓ Yes	✓ Yes

برگه های اطلاعات ایمنی (MSDS)

" برگه های اطلاعات ایمنی یا MSDS :material safty data sheet "

بسیاری از موادی که در آزمایشگاه استفاده می گردند به صورت بالقوه خطرناک هستند و مخصوصاً در شرایطی همچون دمای زیاد، فشار و یا زمانی که با ماده های دیگر ترکیب می شوند. وجود برگه های اطلاعات ایمنی در کنار ماده مورد نظر، اطلاعاتی در اختیار مصرف کننده قرار می دهد که آن فرد با آگاهی از ماهیت ماده مزبور، قادر خواهد بود از خطرات و ضایعات ناشی از استفاده، جابه جایی و انبارش نادرست آن در امان باشد. بدین ترتیب که اطلاعات مندرج در MSDS هر ماده ای بیانگر این است که نحوه صحیح استفاده از آن باید چگونه باشد، در چه درجه حرارت و چه نوع محیطی باید نگهداری شود، در انبارش و جابه جایی آن چه نکات ایمنی باید رعایت شود و در صورت بروز خطر نحوه مقابله با عوارض آن ماده چگونه خواهد بود.

فصل دوم: تاریخچه صنایع شیمیایی

با توجه به رشد و توسعه امروزی صنایع شیمیایی و رشد سریع مصرف مواد خام و اولیه و انرژی، سرعت تولید مواد اولیه و انرژی و رشد آن‌ها جوابگو نیست و به همین دلیل در آینده نه چندان دور مشکل تامین مواد اولیه و انرژی مورد نیاز صنایع گریبان‌گیر اکثر صنایع خواهد شد. تولیدات صنایع شیمیایی بسیار متنوع بوده و گستره‌ی وسیعی را شامل می‌گردد. تولیدات صنایع شیمیایی بسیار متنوع بوده و به طور کلی به سه بخش عمده تقسیم می‌گردد.

۱- کودهای شیمیایی

۲- مواد پلیمری، پلاستیک‌ها، لاستیک‌ها و الیاف مصنوعی

۳- مواد شیمیایی گوناگون

فراآورده‌های صنایع پتروشیمی به عنوان یک صنعت مادر، به عنوان مواد اولیه و مصرفی مورد نیاز تعداد قابل توجهی از صنایع دیگر را تامین می‌کند:

کشاورزی	کودهای شیمیایی، آفت کش‌ها، بسیاری از وسایل آبیاری
صنایع غذایی	حلال‌ها و اسیدها
صنایع پلاستیک	انواع پلاستیک‌ها
صنایع نساجی	مواد میانی جهت تولید الیاف مصنوعی
صنایع بسته‌بندی	انواع پلاستیک‌ها
صنایع رنگ‌سازی	حلال‌ها
صنایع چسب‌سازی	حلال‌ها و پلیمرها
صنایع لوازم خانگی	انواع پلاستیک‌ها
صنایع لاستیک‌سازی	لاستیک‌های مصنوعی
صنایع شوینده	دودسیل بنزن و پلی فسفات سدیم
صنایع مصالحی ساختمانی	انواع پلاستیک‌ها و پلی‌مرها
صنایع کابل‌سازی	انواع پلاستیک‌ها

فرآیندهای شیمیایی

تکنولوژی شیمیایی مجموعه‌ای از اطلاعات علمی و تکنیکی مورد استفاده در صنایع شیمیایی می‌باشد و توسط به کارگیری این تجربیات علمی و تکنیکی است که می‌توان مواد خام اولیه را در مقیاس صنعتی و به کمک واکنش‌های شیمیایی به محصولات مورد استفاده بشر تبدیل کرد.

فرآیند شیمیایی (Chemical process): فرآیندی که طی آن یک ماده خام به یک محصول نهایی شیمیایی تبدیل می‌شود را **فرآیند شیمیایی** می‌نامند.

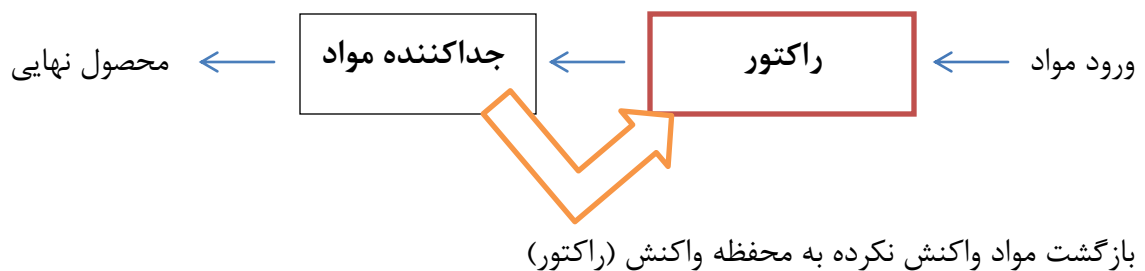
واحد فرآیند (Unit operations) یا واحد فرعی (Chemical process system): هر قسمت از این سیستم یک **واحد فرآیند** یا **واحد فرعی** نامیده می‌شود که آماده سازی مواد برای واحد فرآیند بعدی را برعهده دارد.

راکتور شیمیایی (Chemical reactors): واحد فرآیندی که تغییرات شیمیایی یا واکنش‌های شیمیایی در آن صورت می‌گیرد **راکتور شیمیایی** نامیده می‌شود.

واحد خوراک (Feed) و واحد جداسازی (Separation unit): قبل از واحد انجام واکنش‌های شیمیایی واحد فرآیندی که خوراک واحد را تامین می‌کند و واحد بعد از راکتور شیمیایی با جرم تبدیل شده یا تغییر یافته سرو کار دارد و معمولاً یک واحد جداسازی می‌باشد.

ساختمان کلی یک فرآیند شیمیایی از اتصال واحدهای فرآیند مختلف تشکیل شده است که به صورت زیر نشان داده می‌شود.

- ۱- خوراک فرآیند
- ۲- عملیات مکانیکی (پودر کردن و خرد کردن)
- ۳- عملیات فیزیکی (مخلوط کردن و گرما دادن)
- ۴- راکتور شیمیایی
- ۵- عملیات فیزیکی (جداسازی - کریستالیزه کردن)
- ۶- عملیات مکانیکی (جمع آوری و بسته بندی)
- ۷- محصول



نمونه مطالعه

دانشجویان گرامی

با سلام تمام مطالب ان شالله در کلاس درس بازگو می گردد. لذا ضروری است تا زمان تشکیل کلاس ها مطالب ذکر شده با دقت مطالعه شود. امتحان پایانی به صورت تستی می باشد.

فعالیت های کلاسی (دارای ۵ نمره می باشد).

فعالیت ۱: یک نمونه برگه اطلاعات ایمنی **MSDS** فراهم آوردید. فردی یا گروهی

فعالیت ۲: یک صنعت را در استان به دلفواه انتخاب کرده و واحدهای فرآیند آن را بررسی کنید و در نهایت بیان کنید که صنعت مربوطه چه آلودگی هایی را می تواند به محیط وارد کند. فردی یا گروهی

صنعت مورد نظر می تواند: پتروشیمی، دارویی، سیمان، چرم، گچ، سرامیک، شیشه، بهداشتی، رنگ و هر صنعت دلفواه باشد.

مثال:

برگه اطلاعات ایمنی **MSDS**

محلول اتانل

۱- اطلاعات عمومی:

اسامی رایج: الکل - اتیل هیدرات - اتیل هیدروکساید - الکل غلات و....

نام شیمیایی: اتیل الکل ۷۰ درصد

موارد استفاده: گند زدائی - حلال و رقیق کننده

۲- خواص فیزیکی-شیمیایی:

شکل ظاهری	مایع بیرنگ و شفاف با بوی مشخص و شناخته شده که نه تنها آزاردهنده نیست بلکه برای بعضی افراد خوشایند است!
نقطه جوش	۷۸ درجه سلسیوس
نقطه اشتعال	۱۶۶ درجه سلسیوس

۲- مخاطرات:

اثر بر سلامتی انسان	ایجاد حالت تخدیر و خواب آلودگی در سیستم اعصاب مرکزی میکند - بشدت برای چشم محرک بوده و موجب تحریک دستگاه تنفسی میشود- برای پوست نسبتا محرک است و باعث بروز تغییرات و ناهنجاری در جنین انسان میگردد. در تماسهای مزمن به سیستم اعصاب مرکزی - قلب - کبد و کلیه ها آسیب جدی وارد میکند.
اثر بر محیط کار	شدیدا قابل اشتعال است
اثر بر محیط زیست	آب: در آب تبخیر یا توسط میکروارگانیزمها تجزیه میشوداما در محیط آبی رسوب نکرده و در بدن ماهی ها تجمع نمیکند- برای برخی از گونه های ماهی ها و آبزیان سمی و کشنده است. خاک: روز زمین تبخیر یا توسط میکروارگانیزمها تجزیه میشود. ممکن است به آبهای زیرزمینی راه پیدا کند . در خصوص اثرات آن بر آبهای زیرزمینی مطالعات کافی انجام نشده . هوا: طی چند ساعت توسط نور تجزیه و باعث افزایش آلودگی هوای مناطق شهری میشود. بطور متوسط بین ۶ تا ۴ روز از میزان آلودگی آن در هوا کاسته شده و در شرایط جوی مساعد موجب ریزش باران شیمیایی میشود.

مثال : برای واحد فرآیندهای یک صنعت شیمیایی (صنعت سیمان)

مواد قلم (فوراک) صنعت سیمان :اکسیدهای کلسیم ، سیلیسیم و آهن

فرآیندها: حرارت دادن و فک کردن و پراسازی

آلودگی ها: آلودگی هوا

بهمراه یک توضیح خلاصه درباره کلیات صنعت و نحوه تولید معمول مورد نظر.

با تشکر - شاکری

مراجع:

- کتاب اصول صنایع شیمیایی - تالیف : دکتر هوشنگ پرهام (هیئت علمی دانشگاه شهید چمران اهواز)

- جزوه سلامت، ایمنی و محیط زیست دانشکده مهندسی شیمی ، نفت و گاز دانشگاه شیراز

- ایمنی و بهداشت محیط کار - تالیف: دکتر بهروز عشقی ملایری (هیئت علمی دانشگاه بوعلی سینا)

- کتابچه ایمنی مواد شیمیایی ، سمووم و مواد گندزدا - گردآورنده مهندس مهری میرزایی (کارشناس بهداشت بیمارستان ۲۲ بومن گناباد)