**نظافت و نظم در آزمايشگاه**

نظم و نظافت عمومي در آزمايشگاه يكي از مهمترين مظاهر ايمني در آزمايشگاه است.
آزمايشگاهي كه با پسماندهاي اضافي و وسايل غيرقابل استفاده در محيط آزمايشگاه پراكنده است، نه تنها از نظر  ظاهر سبب آشفتگي و بهم ريختگي مي شود، بلكه مي تواند عامل مهمي در ايجاد حريق و آتش سوزي باشد.
خارج كردن عوامل غيرقابل استفاده از آزمايشگاه ضمن اينكه بروز حوادث را كم مي كند، فضاي بيشتري را براي كار تحقيق و نگهداري وسايل لازم و ضروري فراهم مي سازد.
آزمايشگاه بطور مرتب بايد نظافت شده و كف آن بوسيله تي نخي كشيده شود. سطوح ميزها و صندلي ها گردگيري و ضدعفوني شود.
در صورتي كه سطوح صندلي و ميزها آغشته به پسماندهاي واكنشگر شده است بايد به منظور جلوگيري از سرايت آن به ساير افراد كاملاً تميز و خشك گردد.

**خوردن و آشاميدن در آزمايشگاه**

خوردن و آشاميدن در آزمايشگاه ممنوع است. همچنين نگهداري مواد غذايي در محلهايي كه مواد شيميايي خطرناك استفاده مي شود نبايد انجام شود.
خوردن و آشاميدن در مكان مخصوص كه به اين منظور درنظر گرفته شده بايد انجام شود.

**نكاتي كه  موقع استفاده از اين مكان تميز بايد رعايت شود :**• خارج كردن دستكش بعد از كار با مواد شيميايي و شستن دستها
• عدم انتقال وسايلي كه در آزمايشگاه استفاده مي شود به محيط تميزي كه براي خوردن و آشاميدن در نظر گرفته شده است، مانند خودكار، كتاب، دفترچه يادداشت و غيره ...
• خارج  كردن روپوش آزمايشگاه هنگام خوردن و آشاميدن

**مخاطرات فيزيكي**

**مواد قابل اشتعال**

مواد قابل اشتعال ممكن است به شكل آئروسل (ذرات ريز مايع پخش شده در هوا)- گاز- مايع يا جامد باشند.
در بيشتر آزمايشگاهها، گازها، مايعات و جامدات از اهميت بيشتري برخورداند.
**گازهاي قابل اشتعال توسط OSHA تعريف شده  اند و عبارتند از :**
 (A) گازي كه در دما و فشار محيط، غلظت 13 درصد (حجمي) يا كمتر آن با هوا توليد مخلوط قابل اشتعال مي كند.
(B) گازي كه در دما و فشار محيط، غلظت بالاتر از 12 درصد حجمي آن با هوا توليد مخلوط قابل اشتعال مي كند.
• مايعات قابل اشتعال به مايعاتي اطلاق مي شود كه دماي احتراق آنها پائين تر ازF ◦100 (◦C 37.8) باشد.
• جامدات قابل اشتعال موادي هستند به غير از عوامل قابل انفجار و تركيدن كه در اثر اصطكاك، جذب رطوبت و تغيير خودبخودي ماهيت شيميايي، به شدت آتش مي گيرند و مسبب ايجاد مخاطرات جدي مي شوند.
 استفاده از اطلاعات موجود در MSDS (برگه اطلاعات ايمني مواد شيميايي) يك ماده شيميايي بهترين مرجع براي تعيين قابل اشتعال بودن آن است. علاوه بر اين، بر روي برچسب مواد قابل اشتعال اين مطلب قيد شده است.

**نكاتي كه هنگام كار كردن با مواد قابل اشتعال بايد رعايت شود :**

الف : مواد قابل احتراق را از مكانهاي ذيل خارج كنيد :
- محيطي كه از شعله مستقيم و سطوح بسيار داغ (Hot Plate) استفاده مي شود.
- محيطي كه دستگاههاي مكانيكي و الكتريكي نامطمئن در حال كار كردن است. (بدليل احتمال جرقه زدن)
ب : مواد قابل اشتعال بايد در كابينت هاي مخصوص نگهداري اين مواد قرار داشته باشند، اين كابينت ها بايد از منابع شعله و حرارت دور باشند، يا در يك مكان مخصوص كه به همين منظور درنظر گرفته شده نگهداري شوند.
ج : به منظور پيشگيري از ايجاد الكتريسيته ساكن كف آزمايشگاه از جنسي باشد كه توليد الكتريسيته نكند.
د : سيگار كشيدن ممنوع
در آزمايشگاههايي كه با مواد شيميايي قابل اشتعال سروكار دارند، در صورتي كه يخچال يا فريزر وجود دارد بايد توسط متخصصين ذيربط تأييد شود كه خطر ايجاد جرقه و آتش سوزي توسط آنها وجود ندارد.

**مواد خورنده**

مواد خورنده به موادي اطلاق مي شود كه در صورت تماس با نسوج و بافتهاي زنده به طريق شيميايي باعث تخريب يا تغيير غيرقابل بازگشت در آنها مي شود.
نمونه هاي زيادي از اين مواد در آزمايشگاهها وجود دادند. از مثالهاي آشناي آن اسيدهاي قوي و بازهاي قوي هستند. اكسيدكننده هاي قوي نيز مي توانند سبب سوختگي و صدمه به چشمها و پوست شوند.
شيشه هايي كه مواد خورنده در آن نگهداري مي شوند بايد در يك ظرف ديگر قرارداده شده و در مكاني نگهداري شود كه هواي آن تهويه مي شود.ظرف ثانويه مي تواند از جنس پلاستيك يا مشابه آن باشد.
ظرف ثانويه علاوه بر اينكه از نشست كردن و ريختن مواد خورنده جلوگيري مي كند، سبب پيشگيري از خوردگي وسايل فلزي ديگر نيز مي شود.
برگه اطلاعات ايمني يك ماده شيميايي (MSDS)، بهترين منبع براي تعيين خورنده بودن آن است. بعلاوه اينكه، بر روي برچسب مواد شيميايي خورنده اين موضوع قيد شده است.

**مواد اكسيدكننده**اكسيدكننده ها عواملي هستند كه سبب آتش سوزي مي شوند يا به گسترش اشتعال ساير مواد كمك مي كنند، در نتيجه يا آتش مي گيرند و يا سبب آزاد شدن اكسيژن، يا گازهاي ديگر مي شوند.
**نمونه هايي از مواد اكسيدكننده عبارتند از :**
نمكهاي پرمنگنات مانند پرمنگنات پتاسيم (KMnO4)
 اسيد نيتريك غليظ (HNO3)
 نيترات آمونيوم  (NH4 NO3)
تركيبات هيپوكلريت و هيپوهاليد مانند وايتكس
 يد و ساير هالوژنها
كلريت ها- كلراتها مانند كلرات سديم (NaClO4) و پركلراتها
 آمونيوم سريم(IV) نيترات
 تركيبات كرم(VI) مانند H2CrO4 ،H2Cr2O7 ، و ساير كروماتها و دي كروماتها
 پيريدينيوم كلرو كرومات
 پراكسيدها
 سولفواكسيدها
 اوزون
 اسميوم تتراكسايد
 نيتروس اكسايد(N2O).
مواد اكسيد كننده در صورت تركيب شدن با مواد قابل اشتعال تشكيل مواد قابل انفجار ميدهند. در نتيجه مواد اكسيدكننده بايد دور از حلالها در مكاني سرد و بدور از رطوبت نگهداري شوند.( اين مواد در زير كاسه دستشويي نگهداري نشود)
با مراجعه به برگه اطلاعات ايمني ماده شيميايي (MSDS) ماده اكسيدكننده مي توان صحيح ترين شيوه نگهداري را بكار برد.

Contact with combustible material may cause fireليست مواد اكسيد كننده اي كه در صورت در صورت تماس با مواد قابل اشتعال سبب آتش سوزيميشود
Explosive when mixed with combustible material. ليست مواد اكسيد كننده اي كه در صورت در صورت تماس با مواد قابل اشتعال سبب انفجارميشود

**مواد واكنش پذير با آب**

مواد واكنش پذير با آب آن دسته از موادي هستند كه شديداً با آب واكنش داده و ضمن ايجاد گرما توليد گازهاي قابل اشتعال يا سمي مي كنند.
بيشترين مواد واكنش پذير با آب در آزمايشگاههاي شيمي وجود دارد، اما تعدادي از هيدريدها و فلزات قليايي مانند سديم ممكن است در ساير آزمايشگاههاي مراكز تحقيقات هم وجود داشته باشد.
**نمونه هايي از مواد واكنش پذير با آب عبارتند از :**

 كلسيم هيدريد- ليتيم آلومينيوم هيدريد- فلزات سديم، پتاسيم و ليتيم.
- اينگونه مواد بايد در مكاني سرد و خشك نگهداري شوند. هرگز آنها را در زير دستشويي نگهدري نكنيد.
- به منظور پيشگيري از واكنش فلزات قليايي با بخار آب موجود در هوا، اين فلزات بايد در روغنهاي معدني (يا نفت) نگهداري شود.
استفاده از اطلاعت موجود در برگه اطلاعات ايمني(MSDS) مواد واكنش پذير با آب بهترين منبع اطلاعاتي براي شيوه صحيح نگهداري و كاركردن با آنهاست.

**ليست مواد واكنش پذير با آب**

**-**فلزات قليايي
- هيدريدهاي فلزات قليايي
- آميدهاي فلزات قليايي
- آلكيل هاي فلزي مانند ليتيم آلكيل- آلومينيوم آلكيل
- واكنشگرهاي گرينيارد
- هاليدهاي غيرفلزي : مانند S2Cl2-SiCl4-PCl5-PCl3-BF3-BCl3
- اسيد هاليدهاي غيرآلي مانند : SO2Cl2 – SOCl2 – POCl3
- پنتو اكسيد فسفر
- كلسيم كاربيد
- اسيد هاليدهاي آلي
- انيدريدهايي كه وزن مولكولي كمي دارند.

**مواد آتشگير    (Pyrophoric Materials)**

مواد آتشگير به موادي اطلاق مي شود كه به طور خودبخود در هوا (دماي پائين تر ازC ◦40 ) مشتعل مي شوند. مواد آتشگير عموماً با آب واكنش پذير هستند و در صورت تماس با آب يا هواي مرطوب آتش خواهند گرفت. نگهداري و جابجا كردن مواد آتشگير بايد در ظرفي كه فضاي آن از گاز آرگون يا نيتروژن (به استتثناء چند مورد) پرشده است انجام شود.

**روش ايمن نگهداري مواد آتشگير**

***محلولهاي آتش گير***

مقادير كم محلولهاي آتشگير را در شيشه هايي كه درپوش آن از جنس PTFE (Polytertrafluoroethylene) مي باشد نگهداري مي كنند. مقادير زيادتر آن در سيلندرهاي فلزي (مانند سيلندر گاز) نگهداري مي شود كه يك سوزن مخصوص به دريچه خروجي آن وصل مي شود و بوسيله يك سرنگ كاملاً خشك، هواي داخل سيلندر با يك گاز بي اثر (آرگون يا نيتروژن) جايگزين مي شود.

**م*واد جامد آتشگير***

جامدهاي آتشگير در جعبه هاي مخصوصي كه بوسيله گاز بي اثر پرشده اند نگهداري مي شوند، اين جعبه ها فوق العاده گران قيمت هستند. بنابراين بعضي از اين مواد به شكل محلول فروخته مي شوند و بعضي ديگر در ظروف حاوي روغن معدني (پارافين و ..) يا حلالهاي هيدروكربني سبك نگهداري مي شوند.
جامدهاي آتشگير خفيف (مانند ليتيم آلومينيوم هيدريد يا سديم هيدريد) را مي توان براي مدت زمان كوتاه در هواي معمولي جابجا كرد، اما براي نگهداري طولاني مدت بايد در ظروفي كه فضاي آن با يك گاز خنثي (آرگون يا نيتروژن) پر شده است، نگهداري شود.

***معدوم كردن مواد آتشگير***

معدوم كردن مقادير كم مواد آتشگير و ظروف خالي آن را بايد با دقت فراوان و با سردكردن باقيمانده اين مواد انجام داد.
- موادي كه واكنش پذيري كمي دارند را در مقادير زيادي از يك حلال بي اثر مانند هگزان رقيق كرده و ظرف آن را در حمام يخ قرار داده و قطره قطره به آن آب سرد اضافه كنيد.
- موادي كه واكنش پذيري زياد دارند: محلول رقيقي از آن را به آهستگي به يخ خشك اضافه كرده و با افزودن يك ماده كه واكنش پذيري ملايمي با ماده آتشگير دارد و همچنين در يخ خشك منجمد نمي شود (مانند دي اتيل اتر، استون، ايزوپروفيل الكل و متانولي كه مقدار جزئي آب داشته باشد) خنثي سازي انجام مي شود.

***ليست مواد آتشگير***

**مواد جامد**

1- ذرات ريز فلزاتي مانند : منيزيم – كلسيم- زيركونيم- اورانيوم
2- فلزات قليايي (سديم – پتاسيم)
3- هيدريدهاي فلزي يا غيرفلزي (دي بوران – سديم هيدريد- ليتيم آلومينيوم هيدريد- اورانيوم تري هيدريد)
4- واكنشگرهاي گرينيارد(RMg X)
5- مشتقات آلكيله شده هيدريدهاي فلزي و غيرفلزي (مانند دي اتيل آلومينوم هيدريد- بوتيل ليتيم- تري متيل آلومينيوم).
6- كربونيل هاي فلزي (مانند دي كبالت اكتاكربونيل- كربونيل نيكل)
7- كاتاليزورهاي هيدروژناسيون مانند رنه نيكل
8- فسفر سفيد يا زرد
9- پلوتونيوم
10- متان تلورول (CH3 TeH)

**گازهاي آتشگير**

- آرسين
- دي بوران
- فسفين
- سيلان
مايعات آتشگير
- هيدرازين
- تركيبات ارگانومتاليك‹‹ Metalorganics ››

**موادي كه توليد پراكسيد مي كنند**

مواد شيميايي هستند كه به مرور زمان يا در اثر تماس با هوا توليد كريستالهاي پراكسيد مي كنند كه به ضربه حساس هستند. عمومي ترين تركيبات شيميايي كه توليد پراكسيد مي كنند عبارتند از دي اتيل اتر و تتراهيدروفوران (THF)، وقتي كه درب اين مواد باز شد نمي توان از توليد پراكسيد در آنها جلوگيري كرد مگر اينكه بعد از آن در ظرفي نگهداري شوند كه هواي داخل آن گاز بي اثر باشد. ( كه عملاً نشدني است).
به اين دليل، توصيه مي شود، تمام موادي كه توليد پراكسيد مي كنند در هنگام دريافت كردن تاريخ زده شده و به شكل دوره اي ميزان پراكسيد توليد شده در آنها با استفاده از تست هاي مخصوص ارزيابي شود. به عنوان يك اقدام احتياطي، فقط مقاديري از اين مواد كه در يك آزمايش در حال اجرا استفاده مي شود در آزمايشگاه نگهداري كنيد (نه بيشتر)

مطالعه برگ اطلاعات ايمني ماده شيميايي ‹‹ MSDS ››  موردنظر، بهترين منبع اطلاعاتي براي انجام اقدامات صحيح هنگام كار و نگهداري آن است.
طبقه بندي مواد شيميايي كه به مرور زمان توليد پراكسيد مي كنند
گروه I : تركيبات غيراشباع، خصوصاً آنهايي كه جرم مولكولي كمي دارند و ممكن است شديداً پليمريزه شده و بطور اتفاقي  شروع به توليد پراكسيد كنند. اين تركيبات را بيشتر از 12 ماه نگهداري نكنيد.

**اسامي تعدادي از تركيبات شيميايي گروه I**

|  |  |
| --- | --- |
| آكريليك اسيد  | تترا فلئورو اتيلن |
| آكريلو نيتريل | وينيل استات |
| بوتا دي ان | وينيل استيلن |
| كلروبوتا دي ان (كلروپرن)  | وينيل كلرايد |
| كلروتري فلئورواتيلن | ونيل پيريدين |
| متيل متا آكريلات | وينيليدين كلرايد |
| استيرن |  |

**گروه II :**
اين گروه شامل تركيباتي هستند كه در هنگام تلغيظ شدن (بوسيله تقطير يا تبخير) خطر توليد پراكسيد دارند. مقدار پراكسيد در اين تركيبات بايد در صورت تلغيظ شدن يا رسيدن به يك غلظت مشخص اندازه گيري شود. اين تركيبات را بيشتر از 12 ماه نگهداري نكنيد.

**اسامي تعدادي از تركيبات شيميايي گروه II**

|  |  |
| --- | --- |
| استال  | دي اكسان (P-dioxane) |
| كومن (ايزو پروپيل بنزن) | اتيلن گليكول دي متيل اتر (glyme)  |
| سيكلو هگزن | فوران |
| سيكلو اوكتن | متيل استيلن |
| سيكلو پنتن  | متل سيكلو پنتان |
| دي استيلن | متيل-1- بوتيل كتون |
| دي سيكلو پنتا دي ان  | تترا هيدرو فوران |
| دي اتيلن گليكول دي متيل اتر(diglym) | تترا هيدرو نفتالين |
| دي اتيل اتر (ether) | وينيل اتر |

**گروه   III:**
پراكسيد توليد شده توسط اين تركيبات حتي بدون تغليظ شدن ممكن است منفجر شود. اين تركيبات را بيشتر از سه ماه نگهداري نكنيد.

|  |  |
| --- | --- |
| تركيبات آلي  | تركيبات غير آلي |
| دي ونييل اتر  | پتاسيم (فلزي) |
| دي ونييل استيلن | پتاسيم آميد |
| ايزو پروپيل اتر | سديم آميد |
| ونييليدن كلرايد |   |

**مايعات و گازهاي سرمازا(Cryogenic)**

**تركيبات سرمازا(Cryogenic)  :** گازهايي هستند كه در دماهاي پائين به مايع يا جامد تبديل شده اند. نمونه هايي از اين تركيبات سرمازا عبارتند از : هليوم مايع، نيتروژن مايع، اكسيژن مايع و يخ خشك (دي اكسيد كربن جامد).
خطراتي كه بدليل استفاده از تركيبات سرمازا(Cryogenic)  ممكن است رخ دهد عبارتند از : صدمات بافتي ( به شكل يخ زدن بافت به علت سرما)، ايجاد خفگي بدليل جانشين شدن اين تركيبات با اكسيژن موجود در هوا، احتمال انفجار بدليل نوسانات فشار در ظرف نگهداري.
خطر ديگري كه هنگام استفاده از هيدروژن مايع، هليم مايع، و بويژه نيتروژن وجود دارد تغليظ شدن اكسيژن مايع است، كه اگر اكسيژن مايع با مواد قابل اكسيد شدن تماس پيدا كند امكان انفجار وجود خواهد داشت.

**نكات ذيل هنگام استفاده از تركيبات سرمازا (Cryogenic) بايد رعا يت شود :**

• نگهداري و كار كردن با مواد سرمازا(Cryogenic) بايد در مكاني كه هواي آن به خوبي تهويه مي شود انجام گردد. (از نگهداري و كاركردن با اين مواد در فضاهاي كوچك و درب بسته اجتناب كنيد).
• به عنوان يك اقدام پيشگيرانه هميشه موقع جابجاكردن يا كار كردن با مواد سرمازا از دستكش مخصوص استفاده كنيد.
• موقع تخليه ماده سرمازا يا بازكردن درب ظرف آن بايد ماسك محافظ صورت پوشيده شود.
• حمل و نقل مواد سرمازا(Cryogenic) بايد به شيوه صحيح و تأييد شده انجام گيرد (مثلاً استفاده از ظروف دو جدارة مخصوص). بايد مراقبت نمود كه شيوه كار باعث افزايش بيش از حد گاز و بالارفتن فشار نشود.
• در صورت استفاده از بالابرهاي برقي براي انتقال مواد سرمازا بايد درب ظروف مورد استفاده كاملاً سفت و محكم بوده و حداكثر ظرفيت آن يك ليتر (براي مواد مايع) يا يك كيلوگرم (براي مواد جامد) باشد.

**مواد منفجر شونده**

تركيب قابل انفجار تركيبي است كه در صورت قرار گرفتن در معرض ضربه ناگهاني، فشار يا دماي بالا، سبب آزادكردن مقادير زيادي حرارت و گاز با فشار زياد به محيط مي شود.
جدول زير نام موادي است كه در صورت تركيب شدن با يكديگر توانايي توليد ماده منفجرشونده را دارند. اين واكنشگرها به شكل عمومي در آزمايشگاهها موجود است.
- استون + كلروفرم در حضور يك باز
- استون + مس ، نقره جيوه يا نمكهاي آنها
- آمونياك (محلولهاي آبي آمونياك)+CL2،  Br2،  I2
- كربن دي سولفيد + سديم آزيد
- كلر + يك الكل
- كلروفرم يا تتراكلريد كربن + پودر آلومينيوم يا منيزيم
- شاركول + عامل اكسيد كننده
- دي اتيل اتر + كلر
- دي متيل سولفوكسيد + يك آسيل هاليد ، SOCl2 يا POCl3
- دي متيل سولفوكسيد + Cro3
- اتانول + كلسيم هيپوكلريت
- اتانول + نيترات نقره
- اسيد نيتريك + استيك اسيد يا استيك انيدريد
- پيكريك اسيد + نمك يك فلز سنگين مانند سرب، جيوه يا نقره
- اكسيد نقره + آمونياك + اتانول
- سديم + هيدروكربن كلردار
- سديم هيپوكلريت + آمين

**سموم ‹‹Poisons››**
سموم، تركيباتي شيميايي هستند كه در صورت استنشاق، خوردن، تزريق يا جذب پوستي آنها در بدن، باعث صدمه به اندامهاي هدف، مانند كبد، ريه يا اندام تناسلي مي گردند.

**سيلندرهاي گاز فشرده**

خطرات ناشي از وجود سيلندرهاي حاوي گاز فشرده در آزمايشگاه به دو صورت شيميايي يا فيزيكي ممكن است باشد.
- آزاد شدن ناگهاني حجم زيادي از يك گاز در محيط مي تواند سبب كم شدن اكسيژن موجود در هوا و متعاقب آن ايجاد خفگي در افراد حاضر در آزمايشگاه نمايد.
- بعضي از گازهاي موجود در آزمايشگاه به دليل قابليت زياد اشتعال پذيري شان ممكن است سبب آتش سوزي در محيط شوند.
- در صورتي كه شير خروجي در اثر ضربه به سيلندرها آسيب ديده باشد، احتمال بروز صدمات جبران ناپذير وجود دارد.

 ( توجه :             1- درپوش شير سيلندر در موقع حمل و نقل بسته باشد.
                         2- در آزمايشگاه سيلندر گاز فشرده، با وسيله اي مناسب به ديوار ثابت شود.
                         3- حمل و نقل سيلندرهاي گاز فشرده در آزمايشگاهها با وسيله مخصوص آن انجام شود.)

**جابجايي سيلندرهاي گاز فشرده**

- جابجايي سيلندرهاي گاز فشرده، بايد بوسيله دوچرخه مخصوص آن كه مجهز يه زنجير محافظ سيلندر است انجام شود.
- به منظور محافظت از شير سيلندر، حتماً موقع حمل و نقل درپوش محافظ شير بسته شده باشد.
- سيلندرهاي گاز فشرده در آزمايشگاه حتماً به وسيله زنجير يا تسمه اي محكم به ديوار ثابت شده باشد.
 روشها و اقدامات احتياطي براي كاركردن با سيلندرهاي گاز فشرده
 **رعايت نكات احتياطي در ارتباط با سيلندرهاي گاز فشرده در آزمايشگاه :**
- سيلندرها، يا در نگهدارندة فلزي مخصوص كه در كف آزمايشگاه است قرار مي گيرد يا بوسيله تسمه يا زنجيري فلزي به ديوار ثابت مي شود و يا بوسيله يك گيره به ميز كار نصب مي گردد.
- سيلندرها را در مسير تردد عمومي قرار ندهيد.
- سيلندرهايي كه حاوي گازهاي قابل اشتعال هستند در مكاني دور از شعله ( چراغ بونزن) و گرم كننده هاي برقي (هات پليت) بگذاريد.
- براي اطمينان از نوع گاز موجود در سيلندر، به رنگ سيلندر اعتماد نكنيد، بلكه حتماٌ برچسپ سيلندر را بررسي كنيد.
- با توجه به نوع گاز سيلندر، تنها از شير تنظيم كننده (رگولاتور) مخصوص به آن گاز استفاده كنيد.
- شيرهاي خروجي در مواقعي كه لازم نيست بايد بسته باشد.
- هرگز خودتان اقدام به پركردن مجدد سيلندر نكنيد. توليد كنندگان مربوطه اين كار را خواهند كرد و در صورت نياز، سيلندرها را رفع نقص خواهند نمود.

**مواد شيميايي خيلي خطرناك**

**Highly Hazardous Substances**

بر اساس استاندارد تعريف شده به وسيله ادارة ايمني و سلامت شغلي

[occupational safety and Health Administration (OSHA)]، مواد شيميايي اي كه خطرات ويژه‌اي دارند تحت عنوان  Particularly Hazardous Substances (PHS) نام گذاري و در سه گروه تقسيم بندي شده‌اند.
(PHS) به تركيبات شيميايي اطلاق مي شود كه اگر به طور صحيح و مناسب بكار برده نشوند، ممكن است صدمات فوق العاده شديدي براي افرادي كه با آنها سروكار دارند ايجاد كند. اين صدمات ممكن است به صورت سرطان- صدمه به جنين- ايجاد عيوب ژنتيكي- عقيمي يا ايجاد تغيير در دستگاه توليد مثل باشد. بعلاوه سرايت مقادير بسيار كم بعضي از تركيبات مانند مهاركننده كولين استراز، سيانيد يا مواد شيميايي فوق العاده سمي، ممكن  صدمات جبران ناپذير و حتي مرگ به دنبال داشته باشد.
بنابراين كار كردن با اين تركيبات در آزمايشگاه مستلزم رعايت اقدامات ايمني شديدتر و بيشتري مي باشد.
 ( با توجه به مقادير و روشي كه هنگام كار كردن با اين مواد در آزمايشگاه اتخاذ مي شود بايد دستورالعمل ايمني مناسب را رعايت نمود.)
براساس تقسيم بندي OSHA، سه گروه آن به قرار زير است:

**1- موادي كه به عنوان عوامل سرطان زا شناخته شده اند. Carcinogen) "Select"**

موادي كه توسط OSHA به عنوان (گروه مواد سرطان زا) انتخاب شده اند   Carcinogen) (Select  در يكي از زير گروههاي زير قرار مي گيرند.
الف- موادي كه توسط OSHA سرطان زا اعلام شده است :  Carcinogen) OSHA)
اين مواد به وسيله OSHA به عنوان سرطان زا معرفي شده اند. هر كدام از اين مواد استانداردهاي مخصوص به خود را دارد كه در زير گروه 2 استانداردهاي عمومي صنعتي كه توسط OSHA بيان شده قرار مي گيرند.
ب- موادي كه در انسان سرطان زا شناخته مي شوند. (Known Human Carcinogen)
اين مواد در تقسيم بندي اي كه از سوي [National Toxicology Program (NTP)] در جديدترين گزارشات سالانه اش بيان مي شود به عنوان موادي كه مي توانند سرطان زا باشند شناخته مي شوند. يا در تقسيم بندي كه به وسيله
International Agency for Research on cancer “IARC”  اعلام شده در گروه يك ‹‹ عوامل سرطان در انسان›› قرار دارند.

ج- موادي كه توان ايجاد سرطان در انسان را دارند.
اين مواد در ليستي كه از سوي IARC اعلام شده يا در گروه 2A ‹‹ موادي كه احتمالاً در انسان ايجاد سرطان مي كنند››
“Probably Carcinogenic to humans”  و يا در گروه 2B ‹ موادي كه شايد سبب ايجاد سرطان در انسان شوند ›
”Possibly Carcinogenic to humans”  قرار مي گيرند.
و يا در طبقه بندي كه توسط [National Toxicology Program (NTP)] اعلام شده با عنوان
reasonably anticipated to be a carcinogen (موادي كه سرطان زا بودن آنها قابل انتظار است) ناميده مي شوند.
 با توجه به آزمايشاتي كه به طرق ذيل بر روي حيوانات انجام شده، دلايل آماري معني داري وجود دارد كه حاكي از شيوع تومور در آنهاست.
• ورود مواد سرطان زا از طريق استنشاق : سرايت مزمن به شكل روزانه 6 تا 7 ساعت، هفته اي 5 روز و مقدار ماده كمتر از 15 ميلي گرم در هر متر مكعب از فضا.
• سرايت از طريق پوست : تماس مواد با پوست به مقدار كمتر از 300 ميلي گرم به ازاي هر كيلو وزن بدن در هر هفته
• خوراكي : خوردن مقداري كمتر از 50 ميلي گرم به ازاي هر كيلو وزن بدن به طور روزانه

**2- سموم مؤثر بر دستگاه توليد مثل  “Reproductive Toxins”**

اين تركيبات به موادي اطلاق مي شود كه بر فرآيند طبيعي توليد مثل اثرات منفي ايجاد مي كنند.
اثرات مضر اين مواد به شكل كاهش تمايلات جنسي، كاهش امكان باروري، مرگ جنيني ، القاء نقص كروموزومي (ايجاد جهش) ايجاد ناهنجاري در جنين يا نقايص اساسي بعد از تولد جنين ممكن است ظاهر شود. بعضي از مواقع مشكلات بعد از يك دوره نهفتگي طولاني مدت ممكن است ظاهر شود. گاهي مواقع تعدّد مواد شيميايي، پيچيدگي جريان طبيعي توليد مثل در انسان، و تأثير عوامل ديگر (مانند : سيگار كشيدن، رژيم غذايي، اثرات محيطي) باعث مي شود كه اثر تماس با مواد شيميايي بر ايجاد اين نقايص به سختي پذيرفته شود.
با توجه به اين عدم يقين، زنان باردار هنگام كار كردن با مواد شيميايي آزمايشگاه بايد احتياطات لازم را بطور كامل انجام دهند.
زنان باردار بايد اين مطلب را (حاملگي) به مسئول آزمايشگاه اطلاع دهند. زيرا با ارزيابي خطر در آزمايشگاه و بكارگيري اقدامات پيشگيرانه و استفاده از تجهيزات ايمني مناسب مي توانند كار را به شكل ايمن انجام دهند. صدمات ناشي از سموم بر روي تخم بارور شده و جنين، در مراحل اوليه آبستني شديدتر است. ضمن اينكه اكثر خانمها در اين مرحله حساس، از بارداري خود بي اطلاع هستند. بنابراين به بانواني كه در سنين مناسب بارداري هستند توصيه مي شود كه هنگام كاركردن با مواد شيميايي دقت لازم را بعمل آورند، بخصوص در مورد موادي كه به طور سريع از طريق پوست جذب مي شود (مانند فرم آميد “ formamide ”).
 با توجه به شرايط محيط كار و نظر طبيب معالج، يكي از انتخاب هاي زير ممكن است انجام شود.
• كار در محيط آزمايشگاه بدون نياز به هيچ تغييري ادامه يابد.
• كار در محيط آزمايشگاه با ايجاد تغييراتي در روش كار آزمايش انجام شود يا با استفاده از تجهيزات محافظت شخصي در محيط انجام شود.
• در موارد نادري ممكن است طبيب معالج توصيه كند كه تا پايان دورة بارداري در آزمايشگاه فعاليت نكند.
از تغييرات ديگري كه ممكن است نياز شود مورد توجه قرار گيرد :
• بررسي مواد شيميايي كه در آزمايشگاه استفاده مي شوند از نظر تراتوژنيسيته و تعويض آنها ، يا واگذار كردن كار با آنها به شخص ديگر (شخص غير باردار)
• مواظبت شديدتر به منظور اجتناب از سرايت مواد شيميايي هنگام جابجايي يا كار كردن با آنها.
• حساسيت ويژه در مورد استفاده از تجهيزات ايمني فردي، در صورت لزوم از  تمامي تجهيزات ايمني استفاده شود.
• در صورت امكان تمام آزمايشات در زير هود شيمي انجام شود، يا اينكه از ساير شيوه هاي مناسب مهندسي مهار خطر استفاده گردد.

**عوامل سمي مؤثر بر دستگاه توليد مثل1-2-3-4**

|  |  |
| --- | --- |
| در زنان | در مردان |
| گازهاي بيهوشي دهندهكربن دي سولفيدعوامل و داروهاي شيمي درماني ( در سرطان) كلرودكن (كي پون) كلروپرندي برومو كلرو پروپان (DBCP)دي نيتروتولوئناتيلن دي برومايد اتيلن گليكول منواتيل اتر اتيلن اكسايد مصرف الكل (اتانول)اترهاي گليكول هگزان كاد‌ميم غيرآلي سرب (آلي و غيرآلي) كنتراسپتيوهاي خوراكي زنانه حشره كشها دخانيات دماهاي بالاوينيل كلرايد  | گازهاي بيهوشي دهندهآتيلين بنزنكربن دي سولفيد عوامل و داروهاي شيمي درماني (در سرطان)كلروپرنمصرف الكل (اتانول)اتيلن اكسايد اترهاي گليكول فرمالدئيد سرب (آلي و غير آلي) مونومتيل جيوه (Methylmercury)حشره كشها استرهاي فتاليك اسيد “PAES”بي فنيل هاي پلي كلر دار “Polychlorinated biphenyls)استرپتومايسين استيرن دخانياتتولوئن وينيل كلرايد  |

 1)Casarett and Doull’s TOXICOLOGY The Basic Science of Poisons; 3rd Edition, Macmillan Publishing Co., New York, 1986
2)INDUSTRIAL TOXICOLOGY Safety and Health Applications in the Workplace,  P. L. Williams and J. L. Burson, Eds, Van Nostrand Reinhold, New York
3)The Effects of Workplace Hazards on Male Reproductive Health; Department of Health and Human Services National Institute for Occupational Safety and Health Publication No. 96-132
4)The Effects of Workplace Hazards on Female Reproductive Health; Department of Health and Human Services National Institute for Occupational Safety and Health Publication No. 99-104

**3- موادي كه سميّت فوق العاده زيادي دارند.**

مواد سمي با سميت فوق العاده زياد، به آن دسته از موادي اطلاق مي شود كه مي توانند با يك بار تماس حتي با مقدار كم سبب آسيب هاي جدي، ناتواني و از كار افتادگي و شايد مرگ گردند.
جدول زير مقادير خطرناك مواد شيميايي با توجه به راههاي ورود آنها توسط OSHA تعيين گرديده است.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| درجه بندي سميت تعيين شده بوسيله OSHA | درجه بندي سميت به روشي ديگر[1] | LD50 خوراكي(رت ، mg/kg) |  LD50 تماس پوستي خرگوش[2] | LC50 استنشاقيرت، ppm براي يك ساعت [3] | LC50  استنشاقيرت، mg/m3 براي يك ساعت |
| بسيار سمي (Highly toxic) | بسيار سمي (Highly toxic) | كمتر از 50 | كمتر از 200 | كمتر از 200 | كمتر از 2000 |
| سمي Toxic | سميت متوسط (Moderatly Toxic) | 500-50 | 1000-200 | 2000-200 | 2000-2000 |
| ----- | سميت كم (Slightly Toxic) | 5000-500 | 5000-1000 | 20000-2000 | 200000-20000 |

(1) : Prudent Practices in the Laboratory: Handling and Disposal of Chemicals; National Academy Press, Washington, D.C., 1995

(2) : تعريف LD50 : مقدار مادة شيميايي كه مي تواند از طريق خوردن، تزريق شدن يا از طريق پوست، تحت شرايط كنترل شده آزمايشگاهي ، 50 درصد تعداد حيوانات مورد آزمايش را بكشد.
(3) : LC50: غلظتي از يك ماده شيميايي موجود در هوا، كه قادر است 50 درصد تعداد حيواناتي كه با آن در تماس بوده اند را بكشد.
استانداردهاي OSHA در ارتباط با مواد سمي (Toxic )در لينك زير قابل دستيابي است. **نظافت و نظم در آزمايشگاه**

نظم و نظافت عمومي در آزمايشگاه يكي از مهمترين مظاهر ايمني در آزمايشگاه است.
آزمايشگاهي كه با پسماندهاي اضافي و وسايل غيرقابل استفاده در محيط آزمايشگاه پراكنده است، نه تنها از نظر  ظاهر سبب آشفتگي و بهم ريختگي مي شود، بلكه مي تواند عامل مهمي در ايجاد حريق و آتش سوزي باشد.
خارج كردن عوامل غيرقابل استفاده از آزمايشگاه ضمن اينكه بروز حوادث را كم مي كند، فضاي بيشتري را براي كار تحقيق و نگهداري وسايل لازم و ضروري فراهم مي سازد.
آزمايشگاه بطور مرتب بايد نظافت شده و كف آن بوسيله تي نخي كشيده شود. سطوح ميزها و صندلي ها گردگيري و ضدعفوني شود.
در صورتي كه سطوح صندلي و ميزها آغشته به پسماندهاي واكنشگر شده است بايد به منظور جلوگيري از سرايت آن به ساير افراد كاملاً تميز و خشك گردد.

**خوردن و آشاميدن در آزمايشگاه**

خوردن و آشاميدن در آزمايشگاه ممنوع است. همچنين نگهداري مواد غذايي در محلهايي كه مواد شيميايي خطرناك استفاده مي شود نبايد انجام شود.
خوردن و آشاميدن در مكان مخصوص كه به اين منظور درنظر گرفته شده بايد انجام شود.

**نكاتي كه  موقع استفاده از اين مكان تميز بايد رعايت شود :**• خارج كردن دستكش بعد از كار با مواد شيميايي و شستن دستها
• عدم انتقال وسايلي كه در آزمايشگاه استفاده مي شود به محيط تميزي كه براي خوردن و آشاميدن در نظر گرفته شده است، مانند خودكار، كتاب، دفترچه يادداشت و غيره ...
• خارج  كردن روپوش آزمايشگاه هنگام خوردن و آشاميدن

**مخاطرات فيزيكي**

**مواد قابل اشتعال**

مواد قابل اشتعال ممكن است به شكل آئروسل (ذرات ريز مايع پخش شده در هوا)- گاز- مايع يا جامد باشند.
در بيشتر آزمايشگاهها، گازها، مايعات و جامدات از اهميت بيشتري برخورداند.
**گازهاي قابل اشتعال توسط OSHA تعريف شده  اند و عبارتند از :**
 (A) گازي كه در دما و فشار محيط، غلظت 13 درصد (حجمي) يا كمتر آن با هوا توليد مخلوط قابل اشتعال مي كند.
(B) گازي كه در دما و فشار محيط، غلظت بالاتر از 12 درصد حجمي آن با هوا توليد مخلوط قابل اشتعال مي كند.
• مايعات قابل اشتعال به مايعاتي اطلاق مي شود كه دماي احتراق آنها پائين تر ازF ◦100 (◦C 37.8) باشد.
• جامدات قابل اشتعال موادي هستند به غير از عوامل قابل انفجار و تركيدن كه در اثر اصطكاك، جذب رطوبت و تغيير خودبخودي ماهيت شيميايي، به شدت آتش مي گيرند و مسبب ايجاد مخاطرات جدي مي شوند.
 استفاده از اطلاعات موجود در MSDS (برگه اطلاعات ايمني مواد شيميايي) يك ماده شيميايي بهترين مرجع براي تعيين قابل اشتعال بودن آن است. علاوه بر اين، بر روي برچسب مواد قابل اشتعال اين مطلب قيد شده است.

**نكاتي كه هنگام كار كردن با مواد قابل اشتعال بايد رعايت شود :**

الف : مواد قابل احتراق را از مكانهاي ذيل خارج كنيد :
- محيطي كه از شعله مستقيم و سطوح بسيار داغ (Hot Plate) استفاده مي شود.
- محيطي كه دستگاههاي مكانيكي و الكتريكي نامطمئن در حال كار كردن است. (بدليل احتمال جرقه زدن)
ب : مواد قابل اشتعال بايد در كابينت هاي مخصوص نگهداري اين مواد قرار داشته باشند، اين كابينت ها بايد از منابع شعله و حرارت دور باشند، يا در يك مكان مخصوص كه به همين منظور درنظر گرفته شده نگهداري شوند.
ج : به منظور پيشگيري از ايجاد الكتريسيته ساكن كف آزمايشگاه از جنسي باشد كه توليد الكتريسيته نكند.
د : سيگار كشيدن ممنوع
در آزمايشگاههايي كه با مواد شيميايي قابل اشتعال سروكار دارند، در صورتي كه يخچال يا فريزر وجود دارد بايد توسط متخصصين ذيربط تأييد شود كه خطر ايجاد جرقه و آتش سوزي توسط آنها وجود ندارد.

**مواد خورنده**

مواد خورنده به موادي اطلاق مي شود كه در صورت تماس با نسوج و بافتهاي زنده به طريق شيميايي باعث تخريب يا تغيير غيرقابل بازگشت در آنها مي شود.
نمونه هاي زيادي از اين مواد در آزمايشگاهها وجود دادند. از مثالهاي آشناي آن اسيدهاي قوي و بازهاي قوي هستند. اكسيدكننده هاي قوي نيز مي توانند سبب سوختگي و صدمه به چشمها و پوست شوند.
شيشه هايي كه مواد خورنده در آن نگهداري مي شوند بايد در يك ظرف ديگر قرارداده شده و در مكاني نگهداري شود كه هواي آن تهويه مي شود.ظرف ثانويه مي تواند از جنس پلاستيك يا مشابه آن باشد.
ظرف ثانويه علاوه بر اينكه از نشست كردن و ريختن مواد خورنده جلوگيري مي كند، سبب پيشگيري از خوردگي وسايل فلزي ديگر نيز مي شود.
برگه اطلاعات ايمني يك ماده شيميايي (MSDS)، بهترين منبع براي تعيين خورنده بودن آن است. بعلاوه اينكه، بر روي برچسب مواد شيميايي خورنده اين موضوع قيد شده است.

**مواد اكسيدكننده**اكسيدكننده ها عواملي هستند كه سبب آتش سوزي مي شوند يا به گسترش اشتعال ساير مواد كمك مي كنند، در نتيجه يا آتش مي گيرند و يا سبب آزاد شدن اكسيژن، يا گازهاي ديگر مي شوند.
**نمونه هايي از مواد اكسيدكننده عبارتند از :**
نمكهاي پرمنگنات مانند پرمنگنات پتاسيم (KMnO4)
 اسيد نيتريك غليظ (HNO3)
 نيترات آمونيوم  (NH4 NO3)
تركيبات هيپوكلريت و هيپوهاليد مانند وايتكس
 يد و ساير هالوژنها
كلريت ها- كلراتها مانند كلرات سديم (NaClO4) و پركلراتها
 آمونيوم سريم(IV) نيترات
 تركيبات كرم(VI) مانند H2CrO4 ،H2Cr2O7 ، و ساير كروماتها و دي كروماتها
 پيريدينيوم كلرو كرومات
 پراكسيدها
 سولفواكسيدها
 اوزون
 اسميوم تتراكسايد
 نيتروس اكسايد(N2O).
مواد اكسيد كننده در صورت تركيب شدن با مواد قابل اشتعال تشكيل مواد قابل انفجار ميدهند. در نتيجه مواد اكسيدكننده بايد دور از حلالها در مكاني سرد و بدور از رطوبت نگهداري شوند.( اين مواد در زير كاسه دستشويي نگهداري نشود)
با مراجعه به برگه اطلاعات ايمني ماده شيميايي (MSDS) ماده اكسيدكننده مي توان صحيح ترين شيوه نگهداري را بكار برد.

Contact with combustible material may cause fireليست مواد اكسيد كننده اي كه در صورت در صورت تماس با مواد قابل اشتعال سبب آتش سوزيميشود
Explosive when mixed with combustible material. ليست مواد اكسيد كننده اي كه در صورت در صورت تماس با مواد قابل اشتعال سبب انفجارميشود

**مواد واكنش پذير با آب**

مواد واكنش پذير با آب آن دسته از موادي هستند كه شديداً با آب واكنش داده و ضمن ايجاد گرما توليد گازهاي قابل اشتعال يا سمي مي كنند.
بيشترين مواد واكنش پذير با آب در آزمايشگاههاي شيمي وجود دارد، اما تعدادي از هيدريدها و فلزات قليايي مانند سديم ممكن است در ساير آزمايشگاههاي مراكز تحقيقات هم وجود داشته باشد.
**نمونه هايي از مواد واكنش پذير با آب عبارتند از :**

 كلسيم هيدريد- ليتيم آلومينيوم هيدريد- فلزات سديم، پتاسيم و ليتيم.
- اينگونه مواد بايد در مكاني سرد و خشك نگهداري شوند. هرگز آنها را در زير دستشويي نگهدري نكنيد.
- به منظور پيشگيري از واكنش فلزات قليايي با بخار آب موجود در هوا، اين فلزات بايد در روغنهاي معدني (يا نفت) نگهداري شود.
استفاده از اطلاعت موجود در برگه اطلاعات ايمني(MSDS) مواد واكنش پذير با آب بهترين منبع اطلاعاتي براي شيوه صحيح نگهداري و كاركردن با آنهاست.

**ليست مواد واكنش پذير با آب**

**-**فلزات قليايي
- هيدريدهاي فلزات قليايي
- آميدهاي فلزات قليايي
- آلكيل هاي فلزي مانند ليتيم آلكيل- آلومينيوم آلكيل
- واكنشگرهاي گرينيارد
- هاليدهاي غيرفلزي : مانند S2Cl2-SiCl4-PCl5-PCl3-BF3-BCl3
- اسيد هاليدهاي غيرآلي مانند : SO2Cl2 – SOCl2 – POCl3
- پنتو اكسيد فسفر
- كلسيم كاربيد
- اسيد هاليدهاي آلي
- انيدريدهايي كه وزن مولكولي كمي دارند.

**مواد آتشگير    (Pyrophoric Materials)**

مواد آتشگير به موادي اطلاق مي شود كه به طور خودبخود در هوا (دماي پائين تر ازC ◦40 ) مشتعل مي شوند. مواد آتشگير عموماً با آب واكنش پذير هستند و در صورت تماس با آب يا هواي مرطوب آتش خواهند گرفت. نگهداري و جابجا كردن مواد آتشگير بايد در ظرفي كه فضاي آن از گاز آرگون يا نيتروژن (به استتثناء چند مورد) پرشده است انجام شود.

**روش ايمن نگهداري مواد آتشگير**

***محلولهاي آتش گير***

مقادير كم محلولهاي آتشگير را در شيشه هايي كه درپوش آن از جنس PTFE (Polytertrafluoroethylene) مي باشد نگهداري مي كنند. مقادير زيادتر آن در سيلندرهاي فلزي (مانند سيلندر گاز) نگهداري مي شود كه يك سوزن مخصوص به دريچه خروجي آن وصل مي شود و بوسيله يك سرنگ كاملاً خشك، هواي داخل سيلندر با يك گاز بي اثر (آرگون يا نيتروژن) جايگزين مي شود.

**م*واد جامد آتشگير***

جامدهاي آتشگير در جعبه هاي مخصوصي كه بوسيله گاز بي اثر پرشده اند نگهداري مي شوند، اين جعبه ها فوق العاده گران قيمت هستند. بنابراين بعضي از اين مواد به شكل محلول فروخته مي شوند و بعضي ديگر در ظروف حاوي روغن معدني (پارافين و ..) يا حلالهاي هيدروكربني سبك نگهداري مي شوند.
جامدهاي آتشگير خفيف (مانند ليتيم آلومينيوم هيدريد يا سديم هيدريد) را مي توان براي مدت زمان كوتاه در هواي معمولي جابجا كرد، اما براي نگهداري طولاني مدت بايد در ظروفي كه فضاي آن با يك گاز خنثي (آرگون يا نيتروژن) پر شده است، نگهداري شود.

***معدوم كردن مواد آتشگير***

معدوم كردن مقادير كم مواد آتشگير و ظروف خالي آن را بايد با دقت فراوان و با سردكردن باقيمانده اين مواد انجام داد.
- موادي كه واكنش پذيري كمي دارند را در مقادير زيادي از يك حلال بي اثر مانند هگزان رقيق كرده و ظرف آن را در حمام يخ قرار داده و قطره قطره به آن آب سرد اضافه كنيد.
- موادي كه واكنش پذيري زياد دارند: محلول رقيقي از آن را به آهستگي به يخ خشك اضافه كرده و با افزودن يك ماده كه واكنش پذيري ملايمي با ماده آتشگير دارد و همچنين در يخ خشك منجمد نمي شود (مانند دي اتيل اتر، استون، ايزوپروفيل الكل و متانولي كه مقدار جزئي آب داشته باشد) خنثي سازي انجام مي شود.

***ليست مواد آتشگير***

**مواد جامد**

1- ذرات ريز فلزاتي مانند : منيزيم – كلسيم- زيركونيم- اورانيوم
2- فلزات قليايي (سديم – پتاسيم)
3- هيدريدهاي فلزي يا غيرفلزي (دي بوران – سديم هيدريد- ليتيم آلومينيوم هيدريد- اورانيوم تري هيدريد)
4- واكنشگرهاي گرينيارد(RMg X)
5- مشتقات آلكيله شده هيدريدهاي فلزي و غيرفلزي (مانند دي اتيل آلومينوم هيدريد- بوتيل ليتيم- تري متيل آلومينيوم).
6- كربونيل هاي فلزي (مانند دي كبالت اكتاكربونيل- كربونيل نيكل)
7- كاتاليزورهاي هيدروژناسيون مانند رنه نيكل
8- فسفر سفيد يا زرد
9- پلوتونيوم
10- متان تلورول (CH3 TeH)

**گازهاي آتشگير**

- آرسين
- دي بوران
- فسفين
- سيلان
مايعات آتشگير
- هيدرازين
- تركيبات ارگانومتاليك‹‹ Metalorganics ››

**موادي كه توليد پراكسيد مي كنند**

مواد شيميايي هستند كه به مرور زمان يا در اثر تماس با هوا توليد كريستالهاي پراكسيد مي كنند كه به ضربه حساس هستند. عمومي ترين تركيبات شيميايي كه توليد پراكسيد مي كنند عبارتند از دي اتيل اتر و تتراهيدروفوران (THF)، وقتي كه درب اين مواد باز شد نمي توان از توليد پراكسيد در آنها جلوگيري كرد مگر اينكه بعد از آن در ظرفي نگهداري شوند كه هواي داخل آن گاز بي اثر باشد. ( كه عملاً نشدني است).
به اين دليل، توصيه مي شود، تمام موادي كه توليد پراكسيد مي كنند در هنگام دريافت كردن تاريخ زده شده و به شكل دوره اي ميزان پراكسيد توليد شده در آنها با استفاده از تست هاي مخصوص ارزيابي شود. به عنوان يك اقدام احتياطي، فقط مقاديري از اين مواد كه در يك آزمايش در حال اجرا استفاده مي شود در آزمايشگاه نگهداري كنيد (نه بيشتر)

مطالعه برگ اطلاعات ايمني ماده شيميايي ‹‹ MSDS ››  موردنظر، بهترين منبع اطلاعاتي براي انجام اقدامات صحيح هنگام كار و نگهداري آن است.
طبقه بندي مواد شيميايي كه به مرور زمان توليد پراكسيد مي كنند
گروه I : تركيبات غيراشباع، خصوصاً آنهايي كه جرم مولكولي كمي دارند و ممكن است شديداً پليمريزه شده و بطور اتفاقي  شروع به توليد پراكسيد كنند. اين تركيبات را بيشتر از 12 ماه نگهداري نكنيد.

**اسامي تعدادي از تركيبات شيميايي گروه I**

|  |  |
| --- | --- |
| آكريليك اسيد  | تترا فلئورو اتيلن |
| آكريلو نيتريل | وينيل استات |
| بوتا دي ان | وينيل استيلن |
| كلروبوتا دي ان (كلروپرن)  | وينيل كلرايد |
| كلروتري فلئورواتيلن | ونيل پيريدين |
| متيل متا آكريلات | وينيليدين كلرايد |
| استيرن |  |

**گروه II :**
اين گروه شامل تركيباتي هستند كه در هنگام تلغيظ شدن (بوسيله تقطير يا تبخير) خطر توليد پراكسيد دارند. مقدار پراكسيد در اين تركيبات بايد در صورت تلغيظ شدن يا رسيدن به يك غلظت مشخص اندازه گيري شود. اين تركيبات را بيشتر از 12 ماه نگهداري نكنيد.

**اسامي تعدادي از تركيبات شيميايي گروه II**

|  |  |
| --- | --- |
| استال  | دي اكسان (P-dioxane) |
| كومن (ايزو پروپيل بنزن) | اتيلن گليكول دي متيل اتر (glyme)  |
| سيكلو هگزن | فوران |
| سيكلو اوكتن | متيل استيلن |
| سيكلو پنتن  | متل سيكلو پنتان |
| دي استيلن | متيل-1- بوتيل كتون |
| دي سيكلو پنتا دي ان  | تترا هيدرو فوران |
| دي اتيلن گليكول دي متيل اتر(diglym) | تترا هيدرو نفتالين |
| دي اتيل اتر (ether) | وينيل اتر |

**گروه   III:**
پراكسيد توليد شده توسط اين تركيبات حتي بدون تغليظ شدن ممكن است منفجر شود. اين تركيبات را بيشتر از سه ماه نگهداري نكنيد.

|  |  |
| --- | --- |
| تركيبات آلي  | تركيبات غير آلي |
| دي ونييل اتر  | پتاسيم (فلزي) |
| دي ونييل استيلن | پتاسيم آميد |
| ايزو پروپيل اتر | سديم آميد |
| ونييليدن كلرايد |   |

**مايعات و گازهاي سرمازا(Cryogenic)**

**تركيبات سرمازا(Cryogenic)  :** گازهايي هستند كه در دماهاي پائين به مايع يا جامد تبديل شده اند. نمونه هايي از اين تركيبات سرمازا عبارتند از : هليوم مايع، نيتروژن مايع، اكسيژن مايع و يخ خشك (دي اكسيد كربن جامد).
خطراتي كه بدليل استفاده از تركيبات سرمازا(Cryogenic)  ممكن است رخ دهد عبارتند از : صدمات بافتي ( به شكل يخ زدن بافت به علت سرما)، ايجاد خفگي بدليل جانشين شدن اين تركيبات با اكسيژن موجود در هوا، احتمال انفجار بدليل نوسانات فشار در ظرف نگهداري.
خطر ديگري كه هنگام استفاده از هيدروژن مايع، هليم مايع، و بويژه نيتروژن وجود دارد تغليظ شدن اكسيژن مايع است، كه اگر اكسيژن مايع با مواد قابل اكسيد شدن تماس پيدا كند امكان انفجار وجود خواهد داشت.

**نكات ذيل هنگام استفاده از تركيبات سرمازا (Cryogenic) بايد رعا يت شود :**

• نگهداري و كار كردن با مواد سرمازا(Cryogenic) بايد در مكاني كه هواي آن به خوبي تهويه مي شود انجام گردد. (از نگهداري و كاركردن با اين مواد در فضاهاي كوچك و درب بسته اجتناب كنيد).
• به عنوان يك اقدام پيشگيرانه هميشه موقع جابجاكردن يا كار كردن با مواد سرمازا از دستكش مخصوص استفاده كنيد.
• موقع تخليه ماده سرمازا يا بازكردن درب ظرف آن بايد ماسك محافظ صورت پوشيده شود.
• حمل و نقل مواد سرمازا(Cryogenic) بايد به شيوه صحيح و تأييد شده انجام گيرد (مثلاً استفاده از ظروف دو جدارة مخصوص). بايد مراقبت نمود كه شيوه كار باعث افزايش بيش از حد گاز و بالارفتن فشار نشود.
• در صورت استفاده از بالابرهاي برقي براي انتقال مواد سرمازا بايد درب ظروف مورد استفاده كاملاً سفت و محكم بوده و حداكثر ظرفيت آن يك ليتر (براي مواد مايع) يا يك كيلوگرم (براي مواد جامد) باشد.

**مواد منفجر شونده**

تركيب قابل انفجار تركيبي است كه در صورت قرار گرفتن در معرض ضربه ناگهاني، فشار يا دماي بالا، سبب آزادكردن مقادير زيادي حرارت و گاز با فشار زياد به محيط مي شود.
جدول زير نام موادي است كه در صورت تركيب شدن با يكديگر توانايي توليد ماده منفجرشونده را دارند. اين واكنشگرها به شكل عمومي در آزمايشگاهها موجود است.
- استون + كلروفرم در حضور يك باز
- استون + مس ، نقره جيوه يا نمكهاي آنها
- آمونياك (محلولهاي آبي آمونياك)+CL2،  Br2،  I2
- كربن دي سولفيد + سديم آزيد
- كلر + يك الكل
- كلروفرم يا تتراكلريد كربن + پودر آلومينيوم يا منيزيم
- شاركول + عامل اكسيد كننده
- دي اتيل اتر + كلر
- دي متيل سولفوكسيد + يك آسيل هاليد ، SOCl2 يا POCl3
- دي متيل سولفوكسيد + Cro3
- اتانول + كلسيم هيپوكلريت
- اتانول + نيترات نقره
- اسيد نيتريك + استيك اسيد يا استيك انيدريد
- پيكريك اسيد + نمك يك فلز سنگين مانند سرب، جيوه يا نقره
- اكسيد نقره + آمونياك + اتانول
- سديم + هيدروكربن كلردار
- سديم هيپوكلريت + آمين

**سموم ‹‹Poisons››**
سموم، تركيباتي شيميايي هستند كه در صورت استنشاق، خوردن، تزريق يا جذب پوستي آنها در بدن، باعث صدمه به اندامهاي هدف، مانند كبد، ريه يا اندام تناسلي مي گردند.

**سيلندرهاي گاز فشرده**

خطرات ناشي از وجود سيلندرهاي حاوي گاز فشرده در آزمايشگاه به دو صورت شيميايي يا فيزيكي ممكن است باشد.
- آزاد شدن ناگهاني حجم زيادي از يك گاز در محيط مي تواند سبب كم شدن اكسيژن موجود در هوا و متعاقب آن ايجاد خفگي در افراد حاضر در آزمايشگاه نمايد.
- بعضي از گازهاي موجود در آزمايشگاه به دليل قابليت زياد اشتعال پذيري شان ممكن است سبب آتش سوزي در محيط شوند.
- در صورتي كه شير خروجي در اثر ضربه به سيلندرها آسيب ديده باشد، احتمال بروز صدمات جبران ناپذير وجود دارد.

 (توجه:             1- درپوش شير سيلندر در موقع حمل و نقل بسته باشد.
                         2- در آزمايشگاه سيلندر گاز فشرده، با وسيله اي مناسب به ديوار ثابت شود.
                         3- حمل و نقل سيلندرهاي گاز فشرده در آزمايشگاهها با وسيله مخصوص آن انجام شود.)

**جابجايي سيلندرهاي گاز فشرده**

- جابجايي سيلندرهاي گاز فشرده، بايد بوسيله دوچرخه مخصوص آن كه مجهز يه زنجير محافظ سيلندر است انجام شود.
- به منظور محافظت از شير سيلندر، حتماً موقع حمل و نقل درپوش محافظ شير بسته شده باشد.
- سيلندرهاي گاز فشرده در آزمايشگاه حتماً به وسيله زنجير يا تسمه اي محكم به ديوار ثابت شده باشد.
 روشها و اقدامات احتياطي براي كاركردن با سيلندرهاي گاز فشرده
 **رعايت نكات احتياطي در ارتباط با سيلندرهاي گاز فشرده در آزمايشگاه :**
- سيلندرها، يا در نگهدارندة فلزي مخصوص كه در كف آزمايشگاه است قرار مي گيرد يا بوسيله تسمه يا زنجيري فلزي به ديوار ثابت مي شود و يا بوسيله يك گيره به ميز كار نصب مي گردد.
- سيلندرها را در مسير تردد عمومي قرار ندهيد.
- سيلندرهايي كه حاوي گازهاي قابل اشتعال هستند در مكاني دور از شعله ( چراغ بونزن) و گرم كننده هاي برقي (هات پليت) بگذاريد.
- براي اطمينان از نوع گاز موجود در سيلندر، به رنگ سيلندر اعتماد نكنيد، بلكه حتماٌ برچسپ سيلندر را بررسي كنيد.
- با توجه به نوع گاز سيلندر، تنها از شير تنظيم كننده (رگولاتور) مخصوص به آن گاز استفاده كنيد.
- شيرهاي خروجي در مواقعي كه لازم نيست بايد بسته باشد.
- هرگز خودتان اقدام به پركردن مجدد سيلندر نكنيد. توليد كنندگان مربوطه اين كار را خواهند كرد و در صورت نياز، سيلندرها را رفع نقص خواهند نمود.

**مواد شيميايي خيلي خطرناك**

**Highly Hazardous Substances**

بر اساس استاندارد تعريف شده به وسيله ادارة ايمني و سلامت شغلي

[Occupational safety and Health Administration (OSHA)]، مواد شيميايي اي كه خطرات ويژه‌اي دارند تحت عنوان  Particularly Hazardous Substances (PHS) نام گذاري و در سه گروه تقسيم بندي شده‌اند.
(PHS) به تركيبات شيميايي اطلاق مي شود كه اگر به طور صحيح و مناسب بكار برده نشوند، ممكن است صدمات فوق العاده شديدي براي افرادي كه با آنها سروكار دارند ايجاد كند. اين صدمات ممكن است به صورت سرطان- صدمه به جنين- ايجاد عيوب ژنتيكي- عقيمي يا ايجاد تغيير در دستگاه توليد مثل باشد. بعلاوه سرايت مقادير بسيار كم بعضي از تركيبات مانند مهاركننده كولين استراز، سيانيد يا مواد شيميايي فوق العاده سمي، ممكن  صدمات جبران ناپذير و حتي مرگ به دنبال داشته باشد.
بنابراين كار كردن با اين تركيبات در آزمايشگاه مستلزم رعايت اقدامات ايمني شديدتر و بيشتري مي باشد.
 (با توجه به مقادير و روشي كه هنگام كار كردن با اين مواد در آزمايشگاه اتخاذ مي شود بايد دستورالعمل ايمني مناسب را رعايت نمود.)
براساس تقسيم بندي OSHA، سه گروه آن به قرار زير است:

**1- موادي كه به عنوان عوامل سرطان زا شناخته شده اند. Carcinogen) "Select"**

موادي كه توسط OSHA به عنوان (گروه مواد سرطان زا) انتخاب شده اند   Carcinogen) (Select  در يكي از زير گروههاي زير قرار مي گيرند.
الف- موادي كه توسط OSHA سرطان زا اعلام شده است :  Carcinogen) OSHA)
اين مواد به وسيله OSHA به عنوان سرطان زا معرفي شده اند. هر كدام از اين مواد استانداردهاي مخصوص به خود را دارد كه در زير گروه 2 استانداردهاي عمومي صنعتي كه توسط OSHA بيان شده قرار مي گيرند.
ب- موادي كه در انسان سرطان زا شناخته مي شوند. (Known Human Carcinogen)
اين مواد در تقسيم بندي اي كه از سوي [National Toxicology Program (NTP)] در جديدترين گزارشات سالانه اش بيان مي شود به عنوان موادي كه مي توانند سرطان زا باشند شناخته مي شوند. يا در تقسيم بندي كه به وسيله
International Agency for Research on cancer “IARC”  اعلام شده در گروه يك ‹‹ عوامل سرطان در انسان›› قرار دارند.

ج- موادي كه توان ايجاد سرطان در انسان را دارند.
اين مواد در ليستي كه از سوي IARC اعلام شده يا در گروه 2A ‹‹ موادي كه احتمالاً در انسان ايجاد سرطان مي كنند››
“Probably Carcinogenic to humans”  و يا در گروه 2B ‹ موادي كه شايد سبب ايجاد سرطان در انسان شوند ›
”Possibly Carcinogenic to humans”  قرار مي گيرند.
و يا در طبقه بندي كه توسط [National Toxicology Program (NTP)] اعلام شده با عنوان
reasonably anticipated to be a carcinogen (موادي كه سرطان زا بودن آنها قابل انتظار است) ناميده مي شوند.
 با توجه به آزمايشاتي كه به طرق ذيل بر روي حيوانات انجام شده، دلايل آماري معني داري وجود دارد كه حاكي از شيوع تومور در آنهاست.
• ورود مواد سرطان زا از طريق استنشاق: سرايت مزمن به شكل روزانه 6 تا 7 ساعت، هفته اي 5 روز و مقدار ماده كمتر از 15 ميلي گرم در هر متر مكعب از فضا.
• سرايت از طريق پوست: تماس مواد با پوست به مقدار كمتر از 300 ميلي گرم به ازاي هر كيلو وزن بدن در هر هفته
• خوراكي: خوردن مقداري كمتر از 50 ميلي گرم به ازاي هر كيلو وزن بدن به طور روزانه

**2- سموم مؤثر بر دستگاه توليد مثل  “Reproductive Toxins”**

اين تركيبات به موادي اطلاق مي شود كه بر فرآيند طبيعي توليد مثل اثرات منفي ايجاد مي كنند.
اثرات مضر اين مواد به شكل كاهش تمايلات جنسي، كاهش امكان باروري، مرگ جنيني ، القاء نقص كروموزومي (ايجاد جهش) ايجاد ناهنجاري در جنين يا نقايص اساسي بعد از تولد جنين ممكن است ظاهر شود. بعضي از مواقع مشكلات بعد از يك دوره نهفتگي طولاني مدت ممكن است ظاهر شود. گاهي مواقع تعدّد مواد شيميايي، پيچيدگي جريان طبيعي توليد مثل در انسان، و تأثير عوامل ديگر (مانند : سيگار كشيدن، رژيم غذايي، اثرات محيطي) باعث مي شود كه اثر تماس با مواد شيميايي بر ايجاد اين نقايص به سختي پذيرفته شود.
با توجه به اين عدم يقين، زنان باردار هنگام كار كردن با مواد شيميايي آزمايشگاه بايد احتياطات لازم را بطور كامل انجام دهند.
زنان باردار بايد اين مطلب را (حاملگي) به مسئول آزمايشگاه اطلاع دهند. زيرا با ارزيابي خطر در آزمايشگاه و بكارگيري اقدامات پيشگيرانه و استفاده از تجهيزات ايمني مناسب مي توانند كار را به شكل ايمن انجام دهند. صدمات ناشي از سموم بر روي تخم بارور شده و جنين، در مراحل اوليه آبستني شديدتر است. ضمن اينكه اكثر خانمها در اين مرحله حساس، از بارداري خود بي اطلاع هستند. بنابراين به بانواني كه در سنين مناسب بارداري هستند توصيه مي شود كه هنگام كاركردن با مواد شيميايي دقت لازم را بعمل آورند، بخصوص در مورد موادي كه به طور سريع از طريق پوست جذب مي شود (مانند فرم آميد “ formamide ”).
 با توجه به شرايط محيط كار و نظر طبيب معالج، يكي از انتخاب هاي زير ممكن است انجام شود.
• كار در محيط آزمايشگاه بدون نياز به هيچ تغييري ادامه يابد.
• كار در محيط آزمايشگاه با ايجاد تغييراتي در روش كار آزمايش انجام شود يا با استفاده از تجهيزات محافظت شخصي در محيط انجام شود.
• در موارد نادري ممكن است طبيب معالج توصيه كند كه تا پايان دورة بارداري در آزمايشگاه فعاليت نكند.
از تغييرات ديگري كه ممكن است نياز شود مورد توجه قرار گيرد :
• بررسي مواد شيميايي كه در آزمايشگاه استفاده مي شوند از نظر تراتوژنيسيته و تعويض آنها ، يا واگذار كردن كار با آنها به شخص ديگر (شخص غير باردار)
• مواظبت شديدتر به منظور اجتناب از سرايت مواد شيميايي هنگام جابجايي يا كار كردن با آنها.
• حساسيت ويژه در مورد استفاده از تجهيزات ايمني فردي، در صورت لزوم از  تمامي تجهيزات ايمني استفاده شود.
• در صورت امكان تمام آزمايشات در زير هود شيمي انجام شود، يا اينكه از ساير شيوه هاي مناسب مهندسي مهار خطر استفاده گردد.

**عوامل سمي مؤثر بر دستگاه توليد مثل1-2-3-4**

|  |  |
| --- | --- |
| در زنان | در مردان |
| گازهاي بيهوشي دهندهكربن دي سولفيدعوامل و داروهاي شيمي درماني ( در سرطان) كلرودكن (كي پون) كلروپرندي برومو كلرو پروپان (DBCP)دي نيتروتولوئناتيلن دي برومايد اتيلن گليكول منواتيل اتر اتيلن اكسايد مصرف الكل (اتانول)اترهاي گليكول هگزان كاد‌ميم غيرآلي سرب (آلي و غيرآلي) كنتراسپتيوهاي خوراكي زنانه حشره كشها دخانيات دماهاي بالاوينيل كلرايد  | گازهاي بيهوشي دهندهآتيلين بنزنكربن دي سولفيد عوامل و داروهاي شيمي درماني (در سرطان)كلروپرنمصرف الكل (اتانول)اتيلن اكسايد اترهاي گليكول فرمالدئيد سرب (آلي و غير آلي) مونومتيل جيوه (Methylmercury)حشره كشها استرهاي فتاليك اسيد “PAES”بي فنيل هاي پلي كلر دار “Polychlorinated biphenyls)استرپتومايسين استيرن دخانياتتولوئن وينيل كلرايد  |

 1)Casarett and Doull’s TOXICOLOGY The Basic Science of Poisons; 3rd Edition, Macmillan Publishing Co., New York, 1986
2)INDUSTRIAL TOXICOLOGY Safety and Health Applications in the Workplace,  P. L. Williams and J. L. Burson, Eds, Van Nostrand Reinhold, New York
3)The Effects of Workplace Hazards on Male Reproductive Health; Department of Health and Human Services National Institute for Occupational Safety and Health Publication No. 96-132
4)The Effects of Workplace Hazards on Female Reproductive Health; Department of Health and Human Services National Institute for Occupational Safety and Health Publication No. 99-104

**3- موادي كه سميّت فوق العاده زيادي دارند.**

مواد سمي با سميت فوق العاده زياد، به آن دسته از موادي اطلاق مي شود كه مي توانند با يك بار تماس حتي با مقدار كم سبب آسيب هاي جدي، ناتواني و از كار افتادگي و شايد مرگ گردند.
جدول زير مقادير خطرناك مواد شيميايي با توجه به راههاي ورود آنها توسط OSHA تعيين گرديده است.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| درجه بندي سميت تعيين شده بوسيله OSHA | درجه بندي سميت به روشي ديگر[1] | LD50 خوراكي(رت ، mg/kg) |  LD50 تماس پوستي خرگوش[2] | LC50 استنشاقيرت، ppm براي يك ساعت [3] | LC50  استنشاقيرت، mg/m3 براي يك ساعت |
| بسيار سمي (Highly toxic) | بسيار سمي (Highly toxic) | كمتر از 50 | كمتر از 200 | كمتر از 200 | كمتر از 2000 |
| سمي Toxic | سميت متوسط (Moderatly Toxic) | 500-50 | 1000-200 | 2000-200 | 2000-2000 |
| ----- | سميت كم (Slightly Toxic) | 5000-500 | 5000-1000 | 20000-2000 | 200000-20000 |

(1) : Prudent Practices in the Laboratory: Handling and Disposal of Chemicals; National Academy Press, Washington, D.C., 1995

(2) : تعريف LD50 : مقدار مادة شيميايي كه مي تواند از طريق خوردن، تزريق شدن يا از طريق پوست، تحت شرايط كنترل شده آزمايشگاهي ، 50 درصد تعداد حيوانات مورد آزمايش را بكشد.
(3) : LC50: غلظتي از يك ماده شيميايي موجود در هوا، كه قادر است 50 درصد تعداد حيواناتي كه با آن در تماس بوده اند را بكشد.
استانداردهاي OSHA در ارتباط با مواد سمي (Toxic )در لينك زير قابل دستيابي است.

<http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owaidsp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=10106>
آدرس آژانس تحقيقات بين المللي سرطان                                    <http://www.iarc.fr/>