



دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

دانشکده مهندسی و علم مواد

معاونت پژوهشی و فناوری

کتابچه راهنمای ایمنی آزمایشگاه مرکزی مهندسی مواد

بهمن ۱۴۰۱

## فهرست مطالب

۵	فهرست شکل‌ها
۶	فهرست جدول‌ها
۷	فصل اول: مقدمه
۹	فصل دوم: اصول ایمنی عمومی آزمایشگاه
۹	۱-۲- اصول مهم پیش از ورود به آزمایشگاه
۱۱	۲-۲- اصول مهم هنگام کار در آزمایشگاه
۱۱	۱-۲-۲- محافظت از چشم
۱۱	۲-۲-۲- محافظت از گوش
۱۲	۳-۲-۲- حفاظت تنفسی
۱۲	۴-۲-۲- محافظت از دست
۱۲	۵-۲-۲- محافظت از پوست
۱۲	۶-۲-۲- سایر نکات
۱۴	۳-۲- اصول مهم هنگام خروج از آزمایشگاه
۱۶	فصل سوم: آشنایی با علائم ایمنی آزمایشگاه
۱۸	۱-۳- علائم ایمنی دستوری در آزمایشگاه
۱۹	۲-۳- علائم مربوط به شرایط ایمن در آزمایشگاه
۲۰	۳-۳- علائم ایمنی بازدارنده در آزمایشگاه
۲۱	۴-۳- علائم ایمنی مربوط به اطفای حریق در آزمایشگاه
۲۲	۵-۳- علائم خطر در آزمایشگاه
۲۲	۶-۳- سایر علائم ایمنی در آزمایشگاه
۲۲	۱-۶-۳- خطرناک برای محیط زیست
۲۳	۲-۶-۳- علامت ایمنی بازیافت
۲۴	۷-۳- لوزی خطر

**فصل چهارم: اصول ایمنی کار با مواد شیمیایی..... ۲۷**

۴-۱- حمل و نقل مواد شیمیایی..... ۲۷

۴-۲- نگهداری و جابجایی مواد شیمیایی..... ۲۸

۴-۳- مقابله با نشت مواد شیمیایی..... ۲۸

۴-۴- برچسب‌گذاری ظروف حاوی مواد شیمیایی..... ۲۹

۴-۵- نکات تکمیلی در مورد کار با مواد شیمیایی..... ۳۰

**فصل پنجم: اصول ایمنی کار با تجهیزات آزمایشگاه..... ۳۱**

۵-۱- اصول ایمنی تجهیزات عملیات حرارتی و ذوب..... ۳۱

۵-۱-۱- اصول ایمنی کار با کوره‌ها..... ۳۱

۵-۱-۲- اصول ایمنی کار با آون‌ها..... ۳۲

۵-۱-۳- اصول ایمنی کار با انکوباتور..... ۳۳

۵-۲- اصول ایمنی تجهیزات فرآوری تر..... ۳۳

۵-۲-۱- اصول ایمنی کار با همزن مغناطیسی با صفحه داغ..... ۳۴

۵-۲-۲- اصول ایمنی کار با سانتریفیوژ و سانتریفیوژ یخچال دار..... ۳۴

۵-۲-۳- اصول ایمنی کار با حمام مافوق صوت و همگن‌ساز فراصوتی پروب‌دار..... ۳۵

۵-۳- اصول ایمنی تجهیزات خواص مکانیکی..... ۳۵

۵-۳-۱- اصول ایمنی کار با سختی‌سنج و میکروسختی‌سنج..... ۳۶

۵-۳-۲- اصول ایمنی کار با دستگاه کشش، فشار و خمش..... ۳۶

۵-۳-۳- اصول ایمنی کار با دستگاه خستگی..... ۳۶

۵-۳-۴- اصول ایمنی کار با دستگاه سایش..... ۳۷

۵-۴- اصول ایمنی تجهیزات متالوگرافی و میکروسکوپی..... ۳۷

۵-۴-۱- اصول ایمنی کار با دستگاه‌های برش و میکروبرش..... ۳۷

۵-۴-۲- اصول ایمنی کار با میکروسکوپ نوری..... ۳۸

۵-۴-۳- اصول ایمنی کار با رویه‌نگار لیزری..... ۳۸

۵-۵- اصول ایمنی تجهیزات فرآوری پودر..... ۳۸

- ۳۹-۵-۱- اصول ایمنی کار با دستگاه الک ..... ۳۹
- ۳۹-۵-۲- اصول ایمنی کار با آسیاب سیاره‌ای گلوله‌ای ..... ۳۹
- ۳۹-۵-۳- اصول ایمنی کار با دستگاه پرس ..... ۳۹
- ۴۰-۵-۶- اصول ایمنی کار با سیستم‌های خلاء ..... ۴۰
- ۴۱-۵-۷- اصول ایمنی کار با هودهای شیمیایی ..... ۴۱
- ۴۲- فصل ششم: آمادگی برای مواجهه با حوادث ..... ۴۲
- ۴۳-۶-۱- راهکارهای مقابله با آسیب‌های جسمی ..... ۴۳
- ۴۳-۶-۱-۱- سوختگی ..... ۴۳
- ۴۵-۶-۱-۲- بریدگی ..... ۴۵
- ۴۶-۶-۱-۳- مسمومیت ..... ۴۶
- ۴۶-۶-۱-۴- شوک تروماتیک ..... ۴۶
- ۴۶-۶-۲- اقدامات ایمنی مربوط به وقوع آتش‌سوزی ..... ۴۶
- ۴۷-۶-۳- اقدامات ایمنی مربوط به آلوده شدن محیط با مواد شیمیایی خطرناک ..... ۴۷
- ۴۷-۶-۳-۱- پیشگیری از ریزش و پاشش مواد شیمیایی ..... ۴۷
- ۴۷-۶-۳-۲- اقدامات لازم به هنگام ریزش و پاشش مواد شیمیایی ..... ۴۷
- ۴۸-۶-۴- اقدامات ایمنی مربوط به قطعی برق ..... ۴۸
- ۴۹-۷- پیوست‌ها ..... ۴۹
- ۴۹- پیوست آ: انواع ماسک‌ها ..... ۴۹
- ۴۹-۱- ماسک‌های تصفیه کننده هوا ..... ۴۹
- ۵۲-۲- ماسک‌های هوارسان (ماسک‌های تنفسی) ..... ۵۲
- ۵۲- پیوست ب: انواع دست‌کش‌ها ..... ۵۲
- ۵۵- پیوست پ: انواع عینک‌ها ..... ۵۵
- ۵۵- پ-۱- عینک ایمنی ..... ۵۵
- ۵۶- پ-۲- عینک ایمنی شیمیایی (Goggles) ..... ۵۶
- ۵۶- پ-۳- عینک ایمنی لیزری ..... ۵۶

پ-۴- محافظ‌های صورت (shield).....	۵۷
پیوست ت: جداول توصیف خطرات (Risks) و ایمنی (Safety) مواد شیمیایی .....	۵۷
پیوست ث: نکاتی در مورد استفاده از برخی مواد شیمیایی.....	۶۱
ث-۱- اسیدها و بازها.....	۶۱
ث-۲- هیدروفلوئوریک اسید .....	۶۱
ث-۳- پرکلریک اسید و پرکلرات‌ها.....	۶۲
ث-۴- حلال‌های آلی .....	۶۲
ث-۵- سایر مواد خطرناک.....	۶۳
منابع.....	۶۴

## فهرست شکل‌ها

- شکل ۱-۲- مفهوم واژه MSDS ..... ۱۰
- شکل ۱-۳- رایج‌ترین فرمت‌های علائم ایمنی ..... ۱۸
- شکل ۲-۳- خطرناک برای محیط زیست ..... ۲۳
- شکل ۳-۳- علامت ایمنی باز یافت ..... ۲۳
- شکل ۴-۳- سایر علائم در خصوص ماهیت مواد شیمیایی ..... ۲۴
- شکل ۵-۳- لوزی خطر ..... ۲۴
- شکل ۶-۳- نمونه‌ای از لوزی خطر با شماره ..... ۲۵
- شکل آ-۱- ماسک‌های کارتریج‌دار شیمیایی تمام‌صورت ..... ۵۱
- شکل آ-۲- ماسک گازی ..... ۵۲
- شکل ب-۱- انواع دستکش‌ها ..... ۵۳
- شکل پ-۱- نمونه عینک‌های ایمنی ..... ۵۵
- شکل پ-۲- عینک‌های ایمنی شیمیایی ..... ۵۶
- شکل پ-۳- عینک ایمنی لیزری ..... ۵۶
- شکل پ-۴- محافظ صورت ..... ۵۷

## فهرست جدول‌ها

- جدول ۳-۱- اشکال هندسی مورد استفاده در علائم ایمنی آزمایشگاهی ..... ۱۷
- جدول ۳-۲- برخی از علائم ایمنی دستوری در آزمایشگاه ..... ۱۸
- جدول ۳-۳- برخی از علائم مرتبط با شرایط ایمن در آزمایشگاه ..... ۱۹
- جدول ۳-۴- برخی از علائم بازدارنده در آزمایشگاه ..... ۲۰
- جدول ۳-۵- برخی از علائم ایمنی مربوط به اطفاء حریق ..... ۲۱
- جدول ۳-۶- برخی از علائم خطر در آزمایشگاه ..... ۲۲
- جدول آ-۱- انواع ماسک‌های حذف‌کننده ذرات ..... ۵۰
- جدول آ-۲- حداقل راندمان فیلتراسیون یک ماسک بر اساس استاندارد BS-EN 149:2001 ..... ۵۰
- جدول آ-۳- طبقه‌بندی فیلترهای موجود در کانیسترها و کارتریج‌های حذف‌کننده گازها و بخارات ..... ۵۱
- جدول ب-۱- انواع دستکش‌ها ..... ۵۳
- جدول ت-۱- توصیف خطرات مواد شیمیایی ..... ۵۷
- جدول ت-۲- توصیفات ایمنی مواد شیمیایی ..... ۵۹

## فصل اول: مقدمه

این راهنما حاوی دستورالعمل‌هایی است که با توجه به آن‌ها، آزمایشگاه به محیطی امن برای انجام آزمون‌ها و درک بهتر روابط حاکم بر پدیده‌ها تبدیل شده و آثار مخرب بر سلامت فردی و زیست‌محیطی کاهش می‌یابد. ایمنی در آزمایشگاه، مستلزم همان توجهی است که به تحقیق و آموزش داده می‌شود.

موارد مطرح شده، تنها یک دستورالعمل از موضوع ایمنی آزمایشگاه نیست، بلکه به گونه‌ای طراحی شده تا خواننده را نسبت به برخی از خطرات رایج موجود در آزمایشگاه حساس کند. به‌منظور بهبود شرایط موجود در آزمایشگاه همواره اطمینان از اصلاح شرایط ناایمن و تحویل آزمایشگاه در شرایط بهتر از آنچه در اختیار قرار گرفته، حائز اهمیت است. اولین قدم برای تنظیم هر آزمایشی، مطالعه در مورد خطرات احتمالی شامل خطرات شیمیایی، الکتریکی یا مکانیکی، همچنین مطالعه دستورالعمل‌های ایمنی مربوطه و در دسترس نگاه داشتن آن‌ها است. این راهنما باید توسط تمامی دانشجویان، محققان، کارشناسان آزمایشگاه و اعضای هیئت علمی مورد مطالعه قرار گیرد. لازم به ذکر است که دانشجویان جهت استفاده از امکانات آزمایشگاه مرکزی، قبل از کار یا دسترسی به ساختمان بایستی مراحل زیر را طی نمایند:



۱- موفقیت در آزمون ایمنی آزمایشگاه پس از مطالعه این راهنما.

۲- ارائه روش کار مورد تأیید استاد راهنما برای پژوهش مورد نظر و پیش‌بینی‌های لازم در راستای رعایت ایمنی دانشجو و سایر افراد مشغول به کار در آزمایشگاه.

۳- تکمیل فرم تعهدنامه آزمایشگاه.

آنچه که در این دستورالعمل بیان شده است، شامل اصول اولیه ایمنی برای حضور و کار در آزمایشگاه، آشنایی با علائم ایمنی و راهنمای ایمنی و بهداشتی کار با مواد شیمیایی، خطرات بالقوه کار با تجهیزات آزمایشگاه مرکزی و در انتها مروری بر راهکارهای مقابله با حوادث احتمالی است. در انتها، ضمیمه‌هایی برای آشنایی بیشتر و تسهیل در برنامه‌ریزی ایمن و مناسب برای سلامت فردی و سازگاری با محیط زیست جمع‌آوری شده است. نظارت بر حسن اجرای مفاد این دستورالعمل بر عهده مسئولین آزمایشگاه بوده و در صورت بروز حوادث مالی و جانی ناشی از انجام آزمایشات نایمن و آسیب به تجهیزات آزمایشگاه، کلیه مسئولیت‌ها به عهده دانشجو است و هیچگونه مسئولیتی در این خصوص، متوجه دانشکده مهندسی و علم مواد نخواهد بود.

## فصل دوم: اصول ایمنی عمومی آزمایشگاه

### ۲-۱- اصول مهم پیش از ورود به آزمایشگاه

موارد ذیل، اصول مهم قبل از شروع به کار در آزمایشگاه است:

- جهت شروع انجام کار در آزمایشگاه مرکزی، تکمیل فرم شروع به کار الزامی است.
- خطرات مواد موجود در آزمایشگاه و همچنین پروتکل‌های مناسب حمل، نگهداری، جابجایی یا باز کردن مواد شیمیایی، برچسب‌ها و برگه‌های اطلاعات ایمنی (MSDS) (شکل ۲-۱) مطالعه شود.
- برگه اطلاعات ایمنی مواد یا MSDS (Materials Safety Data Sheet)، بیان‌کننده موارد ایمنی مرتبط با مواد شیمیایی است. به طور کلی، برگه اطلاعات ایمنی مواد شیمیایی، شامل اطلاعات فنی است که در آن اطلاعات مربوط به خطرات ماده، ایمنی در هنگام کار کردن، دستورالعمل‌های اضطراری و اطلاعات بهداشتی و ایمنی مواد یافت می‌شود. این برگه، اطلاعات کاملی درباره خطرات ماده در اختیار کاربر قرار می‌دهد.



شکل ۲-۱- مفهوم واژه MSDS.

- نحوه استفاده صحیح از ماده، محیط و شرایط نگهداری ماده، نکات ایمنی مرتبط با جابجایی و انتقال ماده و نحوه مقابله با صدمات و خطرات ناشی از ماده (بعد از وقوع آسیب) مورد بررسی قرار گیرد.
- هرگز از محصولی که در ظرف بدون برچسب است، استفاده نشود و ظروف حاوی مواد شیمیایی بدون برچسب به سرپرست اطلاع داده شود.
- در انجام آزمایش از عوامل، فرآیندها و تجهیزات موجود در آزمایشگاه اطمینان حاصل شود و قبل از ادامه با سرپرست مشورت شود.
- مکان و طرز عملکرد تجهیزات ایمنی و اضطراری مانند کپسول آتش‌نشانی، ایستگاه شستشوی چشم و دوش اضطراری، کیت‌های کمک‌های اولیه، کلید اعلام حریق، تلفن و راه‌های خروج اضطراری شناسایی شده و روش‌های استفاده از آن‌ها آموخته شود.
- آگاهی لازم از روش‌های واکنش و جمع‌آوری در صورت نشت مواد مورد استفاده کسب شود و در دسترس قرار گیرد.
- به منظور استفاده از تجهیزات آزمایشگاه، حتماً ۴۸ ساعت قبل با سرپرست آزمایشگاه هماهنگی انجام شود. استفاده از تجهیزات، بدون مجوز مسئولین ممنوع و در صورت مشاهده از ادامه کار جلوگیری می‌شود.
- زمان ورود و خروج با ساعات کاری آزمایشگاه هماهنگ باشد.

## ۲-۲- اصول مهم هنگام کار در آزمایشگاه

استفاده از پوشش مناسب، شامل روپوش آزمایشگاه، عینک، شیلد، دستکش، ماسک مناسب و کفش جلویسته الزامی است.

### ۲-۲-۱- محافظت از چشم

در تمامی آزمایشگاه‌هایی که از مواد شیمیایی استفاده می‌شود، خطر پاشیده شدن یا ورود ذرات گرد و غبار به چشم وجود دارد. مخازن تحت فشار یا خلاء، ممکن است منفجر شوند و ترکش‌هایی را در فضای آزمایشگاه رها سازند. هنگام کار با مواد، خطرات ناشی از پاشیده شدن لایم مذاب و ضایعات وجود دارد. هنگام آزمایش روی قطعات نمونه، امکان ورود تراشه‌ها به چشم وجود دارد. همه این فعالیت‌ها و بسیاری دیگر، نیاز به استفاده از عینک ایمنی، عینک شیمیایی (Goggle) یا محافظ صورت دارند. تمام عملیات‌های آزمایشگاهی ساده، نیاز به استفاده از عینک ایمنی دارند. محافظ چشم مناسب عموماً در برگه‌های اطلاعات ایمنی مواد (MSDS) مشخص می‌شود. در بخش پیوست‌ها، بخشی در مورد انواع عینک‌ها موجود است (پیوست پ).

### ۲-۲-۲- محافظت از گوش

گوش سالم می‌تواند صداهایی از ۱۵ تا ۲۰۰۰۰ هرتز را تشخیص دهد. قرار گرفتن موقت در معرض سطوح بالای صدا باعث کاهش موقت شنوایی می‌شود. قرار گرفتن طولانی‌مدت در معرض سطوح بالای صدا باعث کاهش دائمی شنوایی می‌شود. هیچگونه خطر شنوایی در مواجهه با نویز کمتر از ۸۰ دسی‌بل وجود ندارد (امکان وجود اثرات روانی احتمالی). قرار گرفتن گوش در معرض نویز بالای ۱۳۰ دسی‌بل خطرناک است و باید از آن اجتناب شود. گوش‌گیرها (Ear muffs)، بالاترین کاهش نویز را دارند و برای سطوح بالای ۹۵ دسی‌بل استفاده می‌شوند. گوش‌گیرهای پلانجی (Ear plunges) راحت‌تر هستند و در محدوده ۹۵-۸۰ دسی‌بل ترجیح داده می‌شوند.

### ۲-۲-۳- حفاظت تنفسی

در این زمینه، فقط از ماسک‌های توصیه شده در برگه MSDS استفاده شود. ماسک‌ها، اشکال و اندازه‌های زیادی دارند و برای اینکه کارآمد باشند، باید به درستی استفاده شوند. همچنین کارتریج‌های مختلفی وجود دارد که هر کدام کاربرد خاصی دارند. در پیوست، بخشی در مورد انواع ماسک‌ها موجود است (پیوست آ).

### ۲-۲-۴- محافظت از دست

برای هر آزمایشی که نیاز به استفاده از دست‌کش دارد از انتخاب دست‌کش ساخته شده از مواد مناسب برای انجام آن آزمایش اطمینان حاصل شود. دست‌کش‌ها از مواد مختلفی ساخته می‌شوند و هر کدام کاربردهای خاصی دارند. در صورت انتخاب نادرست دستکش، ممکن است محافظت لازم ایجاد نشود. MSDS نوع دست‌کش را مشخص می‌کند. در پیوست، نمونه‌هایی از انواع دستکش‌ها آورده شده است (پیوست ب).

### ۲-۲-۵- محافظت از پوست

در مواقعی که ممکن است پاشیده شدن یا ریختن مایعات روی بدن اتفاق بیفتد، با استفاده از روپوش‌های آزمایشگاهی باید از بدن محافظت شود. برای مواد شیمیایی که خورنده هستند یا به راحتی از طریق پوست جذب می‌شوند، پیش‌بندهای مخصوص وجود دارد.

### ۲-۲-۶- سایر نکات

- سیگار کشیدن، خوردن، نوشیدن، نگهداری غذا و نوشیدنی و استفاده از لنزهای تماسی در آزمایشگاه مجاز نیست.
- هنگام کار با مواد شیمیایی، محصولات خطرناک زیستی، ایزوتوپ‌های رادیویی یا ماشین‌آلات متحرک، موی سر بلند به پشت بسته شده یا به شکل دیگری مهار شود.

- محل‌های کار، تمیز و عاری از مواد شیمیایی اضافی، نمونه‌های بیولوژیکی، مواد رادیواکتیو و تجهیزاتی که مورد نیاز نیستند، نگاه داشته شود. از گذاشتن بطری‌های معرف خالی یا پر روی زمین خودداری شود.
- فقط زمانی با مواد کار شود که اشتعال‌پذیری، واکنش‌پذیری، سمیت، حمل و نگهداری ایمن و روش‌های اضطراری آن‌ها از پیش مورد مطالعه قرار گرفته باشد.
- فهرستی از موجودی مواد شیمیایی برای آزمایشگاه، تهیه و نگهداری شود.
- از دسترسی به MSDS محصولات مواد اولیه آزمایش اطمینان حاصل شود.
- هرگز از طریق دهان پیت پر نشود و از وسایل انتقال مکانیکی استفاده شود.
- از دویدن در آزمایشگاه خودداری شود.
- خروجی‌ها و گذرگاه‌ها همیشه آزاد نگه داشته شود.
- اطمینان حاصل شود که دسترسی به تجهیزات اضطراری (ایستگاه‌های شستشوی چشم، دوش‌های اضطراری و کپسول‌های آتش‌نشانی) مسدود نشده است.
- حوادث و حوادث خطرناک (دور از چشم)، سریعاً به سرپرست گزارش شود.
- قبل از خروج از آزمایشگاه، شستشوی دست‌ها انجام شود.
- آزمایش‌هایی که شامل رهاسازی مواد فرار سمی یا قابل اشتعال هستند در زیر هود شیمیایی انجام شوند.
- روش کاری در نظر گرفته شود که آئروسول‌های زیستی عفونی را در یک کابینت ایمنی بیولوژیکی آزاد می‌کند.
- با خون و تمام مایعات بدن انسان طوری رفتار شود که گویی ممکن است عفونی باشند.
- از استفاده از هندزفری یا هدفون خودداری شود.
- از جابجایی تجهیزات بدون اطلاع مسئولین آزمایشگاه خودداری شود.
- از دستکاری تجهیزات آزمایشگاه در حین انجام آزمایش خودداری شود.
- از لوازم و تجهیزات معیوب استفاده نشود.

- کار کردن به تنهایی در آزمایشگاه ممنوع است (حضور کارشناس یا استاد راهنما الزامی است). کار به تنهایی در هر زمانی، عملی ناامن است. با این حال، اگر ماهیت کار آن را غیرقابل اجتناب می‌کند، اقداماتی انجام دهید تا از اینکه دیگران از موقعیت مکانی شما آگاه هستند و هر از گاهی شخصی حضوری یا تلفنی با شما تماس می‌گیرد، اطمینان حاصل شود.
- هر حادثه‌ای هر چند کوچک گزارش شود.
- در صورت شنیدن صدای ناهنجار یا استشمام بوی نامتعارف به مسئولین اطلاع داده شود.
- در محیط آزمایشگاه، صورت بینی و چشم‌ها لمس نشود و همچنین وسایلی مانند خودکار یا مداد داخل دهان برده نشود.
- ظروف حاوی مواد و محلول‌ها با درپوش محکم نگهداری شوند تا ضمن جلوگیری از آلودگی هوای آزمایشگاه از آلودگی نمونه‌ها با مواد خارجی جلوگیری شود.
- از افزودن آب به اسید خودداری شود و همیشه اسید به آب، قطره قطره افزوده گردد.
- باز کردن درب ظروف شیمیایی، حتماً در زیر هود با فن روشن و با رعایت نکات ایمنی انجام شود.
- از استشمام و لمس مواد شیمیایی خودداری شود.

## ۲-۳- اصول مهم هنگام خروج از آزمایشگاه

هنگام خروج، نکات ذیل مورد بررسی قرار گیرد:

- آزمایش در حال اجرا، بدون مراقبت رها نشود. در صورت نیاز اجباری به ترک محل یا آزمایشات با زمان طولانی، حتماً توضیحاتی شامل نام آزمایش، نام آزمایشگر، تلفن تماس، مواد در حال واکنش و احتیاط‌های لازم در محل آزمایش و در دسترس قرار داده شود.
- بعد از اتمام آزمایش، شستشوی کلیه وسایل شیشه‌ای و تمیز کردن تجهیزات و میز محل کار انجام شده و در جای مخصوص خود قرار داده شوند. اگر ظروف با آب گرم و شوینده پاک نمی‌شوند، می‌توان از محلول سولفو کرومیک یا پاک‌کننده‌های دیگر استفاده نمود.
- مواد، تجهیزات و دستگاه‌های استفاده نشده به محل نگهداری مناسب خود برگردانده شوند.

- تمام مواد زائد به درستی برچسب گذاری، بسته بندی و دور انداخته شوند. مواد و محلول های شیمیایی در فاضلاب یا سطل زباله خالی نشوند؛ این مواد باید جمع آوری و به طریق مقتضی (با توجه به پروتکل های دفع پسماندهای شیمیایی) دفع گردند.
- هرگونه تجهیزات یا محل های کاری که ممکن است با مواد خطرناک در تماس بوده باشند، تمیز شود.
- هنگام خروج از آزمایشگاه، لباس های محافظ (روپوش آزمایشگاه، دستکش و غیره) کنار گذاشته شوند.



## فصل سوم: آشنایی با علائم ایمنی آزمایشگاه

در استاندارد ایزو ۷۰۱۰ سازمان بین‌المللی استاندارد، نمادها و علائم خطر و هشداردهنده مشخص شده است. رنگ‌ها و اشکال هندسی مختلف در علائم ایمنی آزمایشگاه، معنای مشخصی دارند و در استاندارد ایزو ۳۸۶۴ این ویژگی‌ها تعیین شده است. این اصول در استاندارد ایزو ۷۰۱۰ نیز مشخص شده است. برای وضوح بیشتر و درک آسان علائم، از کم‌ترین کلمات برای ارائه اطلاعات ایمنی استفاده می‌شود. به طور کلی، علائم ایمنی در آزمایشگاه به چهار دسته علائم دستوری، علائم خطر، علائم بازدارنده و علائم شرایط ایمن طبقه‌بندی می‌شوند. در این علائم از رنگ‌های متفاوتی استفاده می‌شود که در ذیل بررسی شده است:

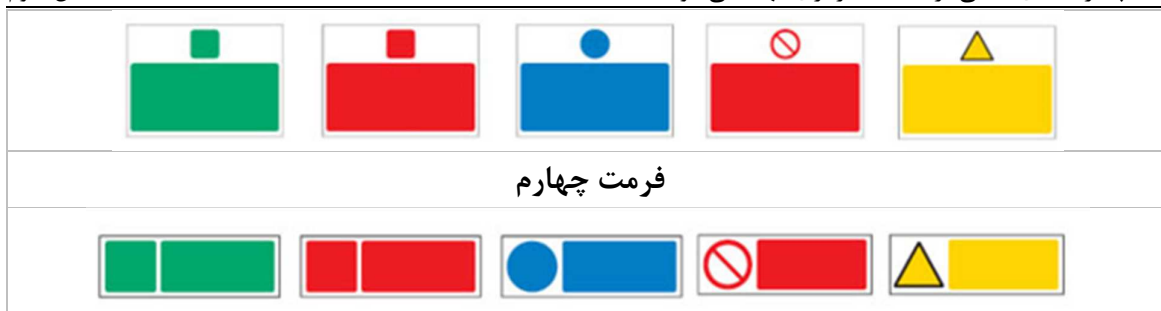
- **قرمز:** این رنگ در طراحی علائم بازدارنده استفاده می‌شود. همچنین موارد مربوط به خطرات آتش‌سوزی نیز با رنگ قرمز نشان داده می‌شود.
- **زرد:** رنگ زرد، اغلب نشان‌دهنده احتمال وجود خطری بالقوه است.
- **سبز:** رنگ سبز، عموماً نشان‌دهنده شرایط ایمن است.
- **آبی:** رنگ آبی، نشان‌دهنده علائم دستوری است.

به طور کلی، با توجه به کاربرد و اطلاعات علائم ایمنی، شکل هندسی مشخصی دارند. در جدول ۱-۳، این اشکال و کاربردهای مطرح شده است. هر یک از علائم ایمنی در آزمایشگاه را می‌توان در فرمت‌های خاصی استفاده کرد. در شکل ۲-۳، به چهار نوع از رایج‌ترین فرمت‌ها اشاره شده است. در ادامه به معرفی برخی از علائم ایمنی پرکاربرد و مهم در آزمایشگاه پرداخته می‌شود.

جدول ۱-۳- اشکال هندسی مورد استفاده در علائم ایمنی آزمایشگاهی

مثال	کاربرد	شکل هندسی
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ممنوعیت خوردن و آشامیدن</li> <li>• ممنوعیت استفاده از اشیاء فلزی</li> </ul>	علائم بازدارنده و نشان‌دهنده ممنوعیت	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• الزام استفاده از کفش محافظ</li> <li>• الزام شستن دست‌ها</li> </ul>	علائم دستوری	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• خطر برق‌گرفتگی</li> <li>• خطر مواد اشتعال‌پذیر</li> </ul>	خطر بالقوه (هشدار)	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• جایگاه جعبه کمک‌های اولیه</li> <li>• جمع‌شدن در مکان امن</li> </ul>	شرایط ایمن	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• کپسول آتش‌نشانی</li> </ul>	پیشگیری از خطرات آتش‌سوزی	

فرمت اول				
				
فرمت دوم				
				
فرمت سوم				




شکل ۳-۱- رایج‌ترین فرمت‌های علائم ایمنی.

### ۳-۱- علائم ایمنی دستوری در آزمایشگاه

علائم ایمنی در آزمایشگاه، می‌توانند بیانگر نکات ایمنی مربوط به سلامت جسمی افراد باشند؛ مانند استفاده از تجهیزات حفاظت فردی الزامی. این علائم عموماً در قالب یک دایره آبی رنگ نشان داده می‌شوند. برخی از علائم ایمنی دستوری در آزمایشگاه در جدول ۳-۲ نشان داده شده است.

جدول ۳-۲- برخی از علائم ایمنی دستوری در آزمایشگاه




تصویر علامت	نام علامت
	استفاده از دستکش محافظ
	استفاده از کفش محافظ
	استفاده از محافظ صورت

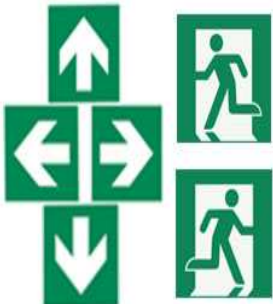
	<p>استفاده از ماسک‌های تنفسی</p>
---	----------------------------------

### ۳-۲- علائم مربوط به شرایط ایمن در آزمایشگاه

همانطور که پیش‌تر اشاره شد، ایمنی یکی از مهم‌ترین مسائلی است که باید در محیط‌های آزمایشگاهی رعایت شود؛ به همین منظور دسته‌ای از علائم ایمنی در آزمایشگاه، حاوی اطلاعاتی در مورد شرایط ایمن هستند. این علائم اغلب در مربع‌هایی با زمینه سبز رنگ نشان داده می‌شوند. برخی از علائم مهم مرتبط با شرایط ایمن در جدول ۳-۳ آورده شده است.

جدول ۳-۳- برخی از علائم مرتبط با شرایط ایمن در آزمایشگاه

تصویر علامت	نام علامت
	<p>چشم‌شوی ایمنی</p>
	<p>دوش اضطراری</p>
	<p>کمک‌های اولیه</p>

	<p>علائم خروج اضطراری</p>
---	---------------------------

### ۳-۳- علائم ایمنی بازدارنده در آزمایشگاه

انجام برخی کارها در آزمایشگاه اکیداً ممنوع است؛ زیرا در صورت انجام این اعمال، خطراتی جدی، سلامت افراد را تهدید کرده و ممکن است خسارات جبران‌ناپذیری به افراد یا تجهیزات وارد شود. علائم ایمنی بازدارنده در آزمایشگاه به همین منظور طراحی شده‌اند. این علائم با یک دایره قرمز مشخص شده و نشان‌دهنده اعمال بازدارنده هستند. برخی از این علائم، در جدول ۳-۴ نمایش داده شده است.


جدول ۳-۴- برخی از علائم بازدارنده در آزمایشگاه

تصویر علامت	نام علامت
	<p>خوردن و آشامیدن در آزمایشگاه ممنوع است.</p>
	<p>بدون دستگاہ ضربان‌ساز و اجسام فلزی وارد شوید.</p>
	<p>سیگار کشیدن و برافروختن شعله ممنوع است.</p>

### ۳-۴- علائم ایمنی مربوط به اطفای حریق در آزمایشگاه

آتش‌سوزی ممکن است در هر مکانی رخ دهد؛ اما آتش‌سوزی در آزمایشگاه‌ها به دلیل وجود تجهیزات و موادی مانند چراغ بونزن، مایعات اشتعال‌پذیر و مواد شیمیایی، بسیار خطرناک خواهد بود. تمامی آزمایشگاه‌ها باید به تجهیزات اطفاء حریق مجهز بوده و موارد ایمنی جهت جلوگیری از بروز آتش‌سوزی رعایت شوند. علائم ایمنی مرتبط با اطفاء حریق در آزمایشگاه، کادرهای مربع یا مستطیلی شکل قرمز رنگ به همراه یک شعله سفیدرنگ هستند که علائم مربوط به هر هشدار نیز با رنگ سفید مشخص شده است. برخی از این علائم در جدول ۳-۵ آمده است.

جدول ۳-۵- برخی از علائم ایمنی مربوط به اطفای حریق

تصویر علامت	نام علامت
	کپسول آتش‌نشانی
	پتوی اطفای حریق
	شلنگ آتش‌نشانی

## ۳-۵- علائم خطر در آزمایشگاه

علائم ایمنی در آزمایشگاه که بیانگر خطری بالقوه هستند با یک مثلث زرد نشان داده می‌شوند. در جدول ۳-۶ به برخی از این علائم اشاره شده است.

جدول ۳-۶- برخی از علائم خطر در آزمایشگاه

نام علامت	تصویر علامت
خطر سرطان‌زایی	
خطر مواد بیولوژیک	
خطر مواد شیمیایی تحریک‌کننده و مضر	
خطر مواد سمی	

۳-۶- سایر علائم ایمنی در آزمایشگاه

۳-۶-۱- خطرناک برای محیط زیست



شکل ۳-۲- خطرناک برای محیط زیست.

این علامت ایمنی در شکل ۳-۲ نشان داده شده و بیانگر خطرات زیست محیطی مواد شیمیایی به خصوص مواد شیمیایی سمی برای آبزیان است. این گونه مخاطرات زیست محیطی می توانند حاد یا مزمن باشند؛ بنابراین لازم است، هنگام دفع پسماندهای مواد شیمیایی که دارای این علامت ایمنی هستند، دقت شود.

### ۳-۶-۲- علامت ایمنی بازیافت



شکل ۳-۳- علامت ایمنی بازیافت.

نماد ایمنی بین المللی بازیافت (شکل ۳-۳) از سه فلش که به یک فرآیند تمام نشدنی اشاره می کنند، تشکیل شده است. این فلش ها، یک مثلث را ایجاد می کنند. نماد بازیافت نشان می دهد که مواد قابل بازیافت در چه مکانی نگهداری و جمع آوری می شوند. پلاستیک هایی که جز مواد بیولوژیک و رادیواکتیو خطرناک نیستند، دستکش ها، جعبه های نوک سمپلر و غیره می توانند جزء مواد قابل بازیافت باشند.

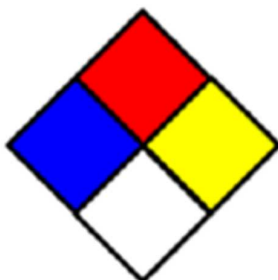
علاوه بر این، از علائم ذکر شده بر ظروف نگهداری مواد شیمیایی نیز استفاده می شود. این امر به کاربر، اطلاعاتی در رابطه با ماهیت ماده شیمیایی مورد استفاده ارائه می دهد و همچنین وی را از مخاطرات آن مطلع می سازد. شکل ۳-۴، نشان دهنده انواعی از این علائم است.





شکل ۳-۴- سایر علائم در خصوص ماهیت مواد شیمیایی.

### ۷-۳- لوزی خطر



شکل ۳-۵- لوزی خطر.

علامت لوزی خطر یا لوزی آتش (شکل ۳-۵)، علامتی است که برای ارائه اطلاعاتی در مورد ماهیت مواد شیمیایی در آزمایشگاه‌ها توسط سازمان کشوری پیشگیری آتش‌سوزی آمریکا (NFPA) ارائه شده است. این لوزی به طور کلی به چهار بخش تقسیم می‌شود که هر بخش دارای یک رنگ مشخص است. رنگ‌های استفاده شده، بیانگر نوع خطر ماده شیمیایی هستند که در ذیل توضیح داده شده است:

- رنگ قرمز: بیانگر اشتعال‌پذیری ماده است.
- رنگ آبی: بیانگر خطرات بهداشتی و سلامت است.
- رنگ زرد: میزان واکنش‌پذیری ماده را نشان می‌دهد.

- رنگ سفید: بیانگر خطرات خاص است.

لازم است توجه شود که در هر یک از لوزی‌های کوچک‌تر، عددی درج می‌شود. این عدد، شدت خطر مواد شیمیایی را نشان می‌دهد. نمونه‌ای از لوزی خطر همراه شماره در شکل ۳-۶ آورده شده است. این اعداد بین صفر تا چهار بوده و به‌صورت زیر تعریف می‌شوند:

- صفر: بی خطر (کم‌ترین خطر)
- یک: خطر خفیف
- دو: خطر متوسط
- سه: خطر جدی
- چهار: بیش‌ترین میزان خطر (مرگ)



شکل ۳-۶- نمونه‌ای از لوزی خطر با شماره.

بر اساس قوانین بهداشت ایمنی و محیط زیست (Health, Safety, Environment, HSE) اطلاعات ایمنی و علائم خطرات مواد شیمیایی باید در تمامی آزمایشگاه‌ها یا کارخانه‌هایی که با مواد شیمیایی سر و کار دارند در دسترس باشد به نحوی که:

- اطمینان حاصل شود که همه کارکنان و بازدیدکنندگان از وجود مواد شیمیایی مضر آگاه هستند.
- اطمینان حاصل شود که همه افراد و کاکنان با نمادهای اطلاعات ایمنی، علائم خطرات مواد شیمیایی و معنی آنها آشنا هستند.
- این نمادها باید با یک پوشش پلاستیکی سخت در جایی قابل رویت و در دسترس قرار داده شوند.

## فصل چهارم: اصول ایمنی کار با مواد شیمیایی

در هنگام کار با مواد شیمیایی باید مراقب بود که مواد شیمیایی نه تنها به طور ایمن ذخیره، حمل و نقل و نگهداری شوند، بلکه به گونه‌ای دفع شوند که نه به تجهیزات و نه به سایر افراد و محیط زیست آسیب رسانند. بسیاری از مواد شیمیایی وجود دارند که کار با آنها توأم با خطرات جدی است. در آزمایشگاه باید حتماً پس از مطالعه در مورد نحوه صحیح بکارگیری ترکیبات مورد استفاده، آگاهی از ایجاد شرایط ایمن مناسب، آمادگی برای خطرات احتمالی و پیش‌بینی برای دفع مناسب پسماندهای شیمیایی اقدام به انجام آزمایش شود.

### ۴-۱- حمل و نقل مواد شیمیایی

برای حمل مواد شیمیایی با دست، باید آنها را در یک ظرف حمل یا سطل پلاستیکی حامل اسید قرار داد تا در برابر شکستگی و ریزش محافظت شوند. هنگامی که مواد شیمیایی بر روی یک گاری چرخدار حمل می‌شوند، گاری باید در زیر بار ثابت باشد و چرخ‌هایی به اندازه کافی بزرگ داشته باشد که سطوح ناهموار را بدون واژگونی یا توقف ناگهانی، کنترل کند. مواد شیمیایی را نباید در ظروف درباز در راهروها یا آسانسورها حمل کرد؛ زیرا که

احتمال ریزش وجود دارد. مقررات مربوط به حمل و نقل ایمن مقادیر کم مایعات قابل اشتعال عبارتند از: الف) استفاده از ظروف مقاوم در برابر فشار و بدون تهویه، ب) ذخیره‌سازی در حین حمل و نقل در یک وسیله نقلیه با تهویه مناسب و ج) حذف عوامل احتمالی احتراق.

#### ۲-۴- نگهداری و جابجایی مواد شیمیایی

هر ماده شیمیایی باید فضای ذخیره‌سازی خاصی داشته باشد. آن‌ها باید روی میزهایی بدون احتمال ضربه خوردن یا در هودهایی که جریان مناسب هوا دارند، نگهداری شوند. مایعات قابل اشتعال باید در کابینت‌های مجهز به تهویه هوا نگهداری شوند. آن‌ها نباید در نزدیکی منابع اشتعال یا در مناطقی که امکان تماس تصادفی با عوامل اکسیدکننده قوی وجود دارد، نگهداری شوند. عوامل اکسیدکننده عبارتند از: اسید کرومیک، پرمنگنات‌ها، کلرات‌ها، پرکلرات‌ها و پراکسیدها.

از تماس مستقیم با هر ماده شیمیایی خودداری شود، موردی که بی‌خطر در نظر گرفته می‌شود، ممکن است در اصل ناامن باشد. اولین گام در استفاده از هر ماده شیمیایی، بررسی برگه داده ایمنی مواد (MSDS) ارائه شده توسط سازنده است. بررسی خطرات احتمالی و تجهیزات ایمنی مورد نیاز برای کار با مواد، بسیار حائز اهمیت است. آشنایی با روش‌های اضطراری مناسب توصیه شده برای مواد شیمیایی در صورت قرار گرفتن در معرض تصادفی آن‌ها الزامی است. در پیوست، نمونه‌های خاصی از مواد شیمیایی بالقوه خطرناک و نحوه پیشگیری از این خطرات آورده شده است.

#### ۳-۴- مقابله با نشت مواد شیمیایی

عوامل زیر باید در هنگام مقابله با موقعیت نشت در نظر گرفته شوند:

- دسته‌بندی مواد شیمیایی (به عنوان مثال اکسیدکننده‌ها، حلال‌های قابل اشتعال) و خواص شیمیایی، فیزیکی و سم‌شناسی آن‌ها.
- مقادیر ممکن آزاد شدن ماده شیمیایی.
- مکان‌های احتمالی رهاسازی (مانند آزمایشگاه، راهرو و غیره).
- تجهیزات حفاظت فردی مورد نیاز.

- انواع و مقادیر مواد خنثی کننده یا جاذب مورد نیاز.
- هنگام واکنش اولیه به وضعیت نشت باید از این دستورالعمل‌ها پیروی کرد:
- روش پاکسازی مناسب با مراجعه به برگه اطلاعات ایمنی مواد (MSDS) تعیین شود.
- در صورت عدم اطمینان از ادامه کار یا عدم وجود تجهیزات حفاظتی لازم، سعی شود که نشت فقط تمیز گردد.
- اگر ریزش جزئی است و خطر محدود شناخته شده‌ای دارد، فوراً تمیز شود.
- اگر نشت همراه ترکیب ناشناخته یا بالقوه خطرناک (مواد انفجاری و بخارات سمی) است، به همه حاضران هشدار داده و محل تخلیه شود.
- اگر نشت با استفاده از تجهیزات و پرسنل حاضر قابل کنترل نیست با شماره تلفن اضطراری موجود در آزمایشگاه تماس گرفته و درخواست کمک شود.

#### ۴-۴- برچسب‌گذاری ظروف حاوی مواد شیمیایی

مواد شیمیایی موجود در آزمایشگاه در حین حمل و نقل، ذخیره‌سازی یا استفاده، باید برچسب‌گذاری شوند. برچسب‌ها، خطرات مربوط به مواد شیمیایی و همچنین اقدامات ایمنی اولیه لازم را مشخص می‌کنند؛ در نتیجه ضروری است که تمام ظروف حاوی مواد موجود در آزمایشگاه، برچسب‌گذاری شوند. ظروف مواد شیمیایی خریداری شده دارای برچسبی شامل اطلاعات مربوط به سازنده، مشخصات ماده و برخی نکات ایمنی است. مواد شیمیایی با شرایط ذیل نیاز به برچسب‌گذاری دارند:

- ۱- مواد شیمیایی که در آزمایشگاه تولید، آماده یا مورد استفاده قرار گیرند.
  - ۲- مواد شیمیایی از ظرف اصلی به ظرف دیگری منتقل شوند.
  - ۳- برچسب اصلی سازنده ماده ناخوانا، آسیب دیده یا به طور کلی حذف شده باشد.
- برچسب مواد شیمیایی باید حاوی اطلاعات ذیل باشد:

۱- نام شخص

۲- شماره تماس شخص

۳- نام ماده

۴- نکات ایمنی ضروری

۵- اطلاعات مربوط به جابه‌جایی ماده

همچنین ظروف زباله‌های شیمیایی خطرناک باید برچسب‌گذاری شوند. اگر روی ظروف حاوی زباله‌ها از قبل برچسب‌هایی است، تمام برچسب‌های قدیمی حذف و یک برچسب جدید چسبانده شود.

#### ۵-۴- نکات تکمیلی در مورد کار با مواد شیمیایی

قبل از شروع یک واکنش شیمیایی، آزمایشگر باید ایده‌ای از چگونگی ادامه آن داشته باشد. بنابراین، اگر واکنش گرمازا باشد، حمام یخ می‌توان آماده کرد، در صورت تولید گاز، یک دریچه خروج در دسترس باشد، در صورت قطع برق، آب خنک‌کننده و غیره. اگر در حین کار، احتمال خطر پاشیده شدن مواد شیمیایی به صورت وجود دارد، نزدیک‌ترین حمام چشم برای استفاده اضطراری پیدا شود.

دانشجویان باید از **خطرات سمی** موادی که استفاده می‌کنند و مواردی که توسط دیگران در مجاورت آن‌ها استفاده می‌شود، آگاه باشند. مواد سمی ممکن است از طریق پوست، استنشاق یا بلع وارد بدن شوند. تعداد زیادی از مواد رایج، موجب خطرات حاد تنفسی می‌شوند و نباید در یک منطقه محدود به مقدار زیاد استفاده شوند. آن‌ها باید فقط در زیر یک هود استفاده شوند. برخی از این موارد عبارتند از هیدروکسید آمونیوم، مونوکسید کربن، کلر، فلوئور، اسید هیدروکلریک، سولفید هیدروژن و دی‌اکسید گوگرد. این موارد ممکن است به عنوان محصولات جانبی واکنش‌های خاص تشکیل شوند. کنترل این محصولات جانبی باید بخشی از روش آزمایش باشد.

در صورت امکان باید از عملیات بدون مراقبت اجتناب شود. خطرات احتمالی که ممکن است از خرابی پوشش گرمایشی (گرمای بیش از حد)، خرابی سیستم خنک‌کننده آب (قطع شدن یا ترکیدن شلنگ) و خرابی هواکش (در صورت وجود حلال‌های قابل اشتعال یا گازهای سمی) به وجود بیاید از نکات حائز اهمیت است. در مورد واکنشی که بدون مراقبت رها می‌شود باید به وضوح برای ماهیت واکنش، اجزاء آن، خطرات احتمالی (به عنوان مثال، بخارات سمی) و نام و شماره تلفن آزمایشگر برچسب‌گذاری صورت گیرد.

## فصل پنجم: اصول ایمنی کار با تجهیزات آزمایشگاه

### ۵-۱- اصول ایمنی تجهیزات عملیات حرارتی و ذوب

#### ۵-۱-۱- اصول ایمنی کار با کوره‌ها

- قبل از گذاشتن نمونه داخل کوره در خصوص جنس نمونه، سیکل عملیات حرارتی، دما و زمان مورد نیاز و وسایل محافظ و ایمنی با مسئول آزمایشگاه، هماهنگی لازم را انجام دهید.
- هنگام کار با کوره از دستکش محافظ مخصوص دمای بالا، عینک مخصوص، انبر و وسایل ایمنی مناسب استفاده کنید.
- از بسته بودن درب کوره اطمینان حاصل نمایید و در دماهای بالا از باز کردن درب کوره اکیداً خودداری فرمایید.
- از کج یا نامتعادل قرار دادن بوته‌های حاوی مواد در کوره و همچنین ضربه زدن به المنت‌های کوره خودداری فرمایید.



- در هنگام استفاده از کوره‌های تیوبی تحت اتمسفر، ابتدا از آب‌بندی کامل کوره اطمینان حاصل نمایید و پس از اعمال شرایط خلاء از دبی گاز مناسب استفاده نمایید.
- هنگام برنامه‌دهی به کوره‌ها از دستورالعمل مربوط به هر کوره استفاده نمایید.
- از نگاه کردن مستقیم به درون کوره در دمای بالا، بدون استفاده از عینک و محافظ صورت مخصوص خودداری نمایید.
- از گذاشتن مایعات، مواد نفتی، آتش‌زا و دودزا در کوره خودداری نمایید.
- اطراف کوره را تا حد امکان خالی نگه دارید و مواد قابل اشتعال را در مجاورت کوره قرار ندهید.
- ظرفیت کوره‌ها در حد نمونه‌های آزمایشگاهی است؛ لذا از قرار دادن نمونه‌های بزرگ و نامناسب در کوره خودداری نمایید.
- جهت خروج گازها از کوره، تهویه مناسب را در نظر بگیرید.

#### ۵-۱-۲- اصول ایمنی کار با آون‌ها

- در صورتی که ماده شما به مواد نفتی آغشته است، حتماً آن را پس از شستشو با آب در آون قرار دهید و همچنین برای ماده‌های اشتعال‌زا از دمای پایین برای فرآیند خشک کردن استفاده کنید.
- دستگاه بایستی در سطح صاف قرار داشته باشد.
- در هنگام کار با دستگاه برای گذاشتن یا برداشتن نمونه از دستکش مناسب استفاده نمایید.
- توجه داشته باشید که هنگام کار با دستگاه درب آن بسته باشد.
- از قرار دادن نمونه‌های حاوی سیال زیاد در دستگاه خودداری نمایید. می‌توان قبل از قرار دادن نمونه در آون با استفاده از هات‌پلیت حجم سیال را کاهش داد.
- در صورت ریختن ماده در آون، ابتدا آون را خاموش و پس از خنک شدن با پارچه‌ای نخی، داخل آون را تمیز نمایید.
- در صورتی که نمونه شما آغشته به مایعات سمی است، در هنگام باز کردن درب آون، علاوه بر استفاده از محافظ‌های حرارتی، سر و صورت خود را عقب نگاه دارید.

- هنگامی که دستگاه روشن است از حرکت دادن آن خودداری کنید.
- در صورتی که پس از اتمام ساعت کار آزمایشگاه، نمونه شما در داخل آون است، حتماً مسئول آزمایشگاه را مطلع کرده و اطلاعات مربوط به نمونه، نام و شماره تماس خود را بر درب آن نصب نمایید.
- پس از اتمام کار، دستگاه را خاموش و پس از سرد شدن تمیز نمایید.

### ۵-۱-۳- اصول ایمنی کار با انکوباتور

- برای دستگاه انکوباتور از پریز جداگانه استفاده نمایید.
- دوشاخه، کابل برق و پریزها را از نظر سلامت ظاهری بررسی کنید.
- از پیچش و کشش کابل جلوگیری نمایید.
- از ریختن مایعات در کف دستگاه خودداری فرمایید.
- هنگام استفاده از الکل جهت تمیز نمودن داخل انکوباتور، دقت لازم را بعمل بیاورید؛ به ویژه اگر انکوباتور با الکل در درجه حرارت‌های بالا تمیز شود. در این شرایط، الکل بخار شده تمام فضای داخل انکوباتور را فرا گرفته و ممکن است انفجار روی دهد؛ بنابراین تمام الکل باقی مانده را به خوبی پاک کنید.
- برای جلوگیری از آلودگی انکوباتور، قفسه‌ها و دیواره دستگاه همواره باید خشک باشد.
- در اثر باز ماندن درب دستگاه به مدت طولانی، رطوبت موجود در انکوباتور بصورت قطرات آب در آمده و این قطرات روی قفسه و دیواره‌ها باعث رشد باکتری‌ها، قارچ‌ها و مخمرها می‌شوند. در این موارد، آب موجود را کاملاً خشک کنید و محل را به خوبی ضد عفونی نمایید.

### ۵-۲- اصول ایمنی تجهیزات فرآوری تر

### ۵-۲-۱- اصول ایمنی کار با همزن مغناطیسی با صفحه داغ

- قبل شروع به کار از خاموش بودن ولوم‌های مربوط به هیتر و گردش مگنت اطمینان حاصل کرده و سپس، کلید صفر و یک را روشن کنید.
- اگر از مواد سمی و مضر یا مواد اسیدی استفاده می‌کنید، حتماً در زیر هود شیمیایی کار کنید.
- اگر ماده شما در اثر گرما و گردش پاشیده می‌شود، حتماً روی ظرف را بپوشانید.
- از ظرفی استفاده شود که متناسب با قطر هیتر باشد و بزرگتر از آن نباشد.
- سعی شود از هیتر دستگاه، موقعی استفاده شود که همزن نیز در حال کار باشد؛ در غیر این صورت باعث آسیب رساندن به دستگاه می‌شود.
- پس از اتمام کار، کلید ولوم‌های دستگاه را خاموش کرده و سپس کلید صفر و یک را خاموش کنید. در نهایت، بعد از خنک شدن، آن را با پارچه تمیز نظافت کرده و در محل قبلی خود قرار دهید.

### ۵-۲-۲- اصول ایمنی کار با سانتریفیوژ و سانتریفیوژ یخچال‌دار

- برای استفاده از دستگاه سانتریفیوژ باید فالکن‌های متناسب با گیره‌های دستگاه تهیه شود.
- تعداد فالکن‌ها الزاماً باید به صورت زوج و هموزن باشند.
- بعد از هر بار استفاده، حتماً به دستگاه به مدت ۵ دقیقه استراحت دهید.
- در هنگام کار با سانتریفیوژ یخچال‌دار حتماً دقت کنید که ابتدا دمای برودت به دمای مورد نظر رسیده باشد؛ سپس از قسمت سانتریفیوژ دستگاه استفاده شود (در دوره‌های بالا، دمای فریز را از ۱۵- تا ۱۰- درجه سانتی‌گراد تنظیم کنید).
- از بسته شدن درب فالکن‌ها مطمئن شوید و از فالکن‌های معیوب به هیچ عنوان استفاده نکنید.
- از موادی که خوردگی بالا دارند، بخصوص موادی که باعث خوردگی فالکن می‌شوند، استفاده نکنید.
- بعد از اتمام کار خود، کلید صفر و یک را خاموش کرده و دستگاه را تمیز نمایید.

### ۵-۲-۳- اصول ایمنی کار با حمام مافوق صوت و همگن‌ساز فراصوتی پروب‌دار

- در صورت امکان، دستگاه را در هنگام کار، داخل محفظه بسته یا زیر هود قرار دهید تا هواپخش‌های (Aerosol) کمتری در محیط پخش شوند. تهویه مناسب و استفاده از ماسک توصیه می‌شود.
- چنانچه نوک پروب دستگاه به عمق کافی درون مایع فرو رود (حداقل ۵ میلیمتر با ته ظرف فاصله داشته باشد و با ته ظرف در تماس نباشد)، مقدار هواپخش‌ها کاهش می‌یابد.
- قبل از روشن نمودن دستگاه اولتراسونیک حمامی از میزان مناسب آب در محفظه داخلی آن اطمینان حاصل نمایید.
- چنانچه دستگاه در محفظه عایق صوتی قرار ندارد از محافظ گوش استفاده نمایید.
- درب آزمایشگاه، هنگام کار کردن با دستگاه بسته باشد.
- از تماس مستقیم بدن با مواد تحت امواج فراصوت اجتناب شود.
- از قرار دادن محلول‌ها با خورندگی شدید در محفظه دستگاه خودداری فرمایید.
- در حین کارکرد دستگاه، قسمت پروب را خارج نکنید.
- قبل از راه‌اندازی دستگاه از محکم بودن پیچ تنظیم ارتفاع سینی محفظه اطمینان حاصل نمایید. البته سفت کردن بیش از حد پیچ، ممکن است باعث آسیب رساندن به دستگاه شود.
- قبل از انجام کار و پس از اتمام کار، حتماً پروب را توسط محلول استون بطوریکه نوک پروب در حدود چهار سانتیمتر در آن غوطه‌ور باشد و با حداکثر توان دستگاه به مدت دو دقیقه شستشو دهید. سپس، استون را در ظرف مخصوص ریخته و درب آن را محکم ببندید.
- در انتها، کلید اصلی برق را قطع و نوک پروب را توسط پارچه تمیز، خشک نمایید.

### ۵-۳- اصول ایمنی تجهیزات خواص مکانیکی

### ۵-۳-۱- اصول ایمنی کار با سختی سنج و میکروسختی سنج

- به دلیل حساسیت بالای ایندنتور الماسه از ضربه زدن و استفاده از نمونه‌های بسیار سخت در میکروسختی خودداری شود.
- در هنگام بستن و باز کردن ایندنتور، بسیار احتیاط کنید.
- نمونه‌های سختی باید آینه‌ای و تراز باشند تا نوک ایندنتور به نمونه عمود باشد؛ در غیر این صورت نتایج آزمون، درست به دست نمی‌آید.
- در پایان کار، دستگاه خاموش شود و در نهایت تمیز گردد.

### ۵-۳-۲- اصول ایمنی کار با دستگاه کشش، فشار و خمش

- به دلیل پنوماتیک بودن دستگاه، در حین بستن نمونه از قرار دادن انگشتان خود در مسیر فک‌های دستگاه اجتناب نمایید.
- هنگام بستن نمونه، ابتدا نمونه را در فک پایین ثابت کنید.
- از لغزنده میکروسوئیچ برای تنظیم محدوده حرکت استفاده شود؛ به طوری که دو فک روی هم قرار نگیرند و فشار وارد نکنند.
- از جداکردن و دست‌کاری کابل‌های دستگاه در حین کار خودداری کنید.
- درب شیشه‌ای جلوی دستگاه در تمام مراحل انجام آزمون بسته باشد.

### ۵-۳-۳- اصول ایمنی کار با دستگاه خستگی

- تمام نمونه‌های این دستگاه باید به صورت استاندارد، دمبلی شکل و دارای قطر کولت‌های خود دستگاه با طول معین باشند.
- برای اینکه به نمونه آسیب نرسد، ابتدا دو فک دستگاه را در خط افق تراز و ثابت کنید؛ سپس نمونه را ببندید.

- بیشترین خطر در این دستگاه، وزنه‌های قابل نصب آن است که در زیر دستگاه به صورت آویز قرار می‌گیرند. باید وزنه‌ها به صورت ضربداری و از زیاد به کم باشند تا در هنگام کار دستگاه نیفتند و به متصدی و دستگاه آسیب نرسد.
- با احتیاط، فک را آزاد کرده، روکش دستگاه را گذاشته و وزنه تعادلی را نصب کنید؛ سپس وزنه‌های فک پایین را جایگزین کنید.
- در مرحله بعد، دستگاه را تنظیم نموده، دورش را صفر و روشن کنید. بعد از اتمام کار، دستگاه را خاموش و وزنه‌ها را آزاد کرده، سپس روکش محافظ را برداشته و نمونه را بردارید.
- در نهایت، دستگاه را نظافت کرده و مانند حالت قبل از کار، تحویل مسئولین آزمایشگاه دهید.

#### ۵-۳-۴- اصول ایمنی کار با دستگاه سایش

- دستگاه سایش شامل تعدادی لودسل تعیین‌کننده نیرو و فشار است. در این دستگاه معمولاً نمونه‌ها به صورت پین با قطرهای تعیین‌شده هستند که سایش با نیروی تعیین شده روی دیسک سخت، حول محور عمود بر قطر و در زمان مشخص اعمال می‌گردد.
- بهتر این است که قبل از شروع کار با دستگاه، ابتدا دفترچه راهنمای دستگاه را مطالعه کرده و موارد مربوطه را با مسئول آزمایشگاه چک کنید تا در حین انجام آزمایش، نه به دستگاه و نه به نمونه آسیب برسد.
- در پایان، دستگاه را خاموش و تمیز کنید.

#### ۵-۴- اصول ایمنی تجهیزات متالوگرافی و میکروسکوپی

#### ۵-۴-۱- اصول ایمنی کار با دستگاه‌های برش و میکروبرش

- حتماً دقت شود که ارت دستگاه وصل باشد.

- طوری نمونه را ببندید که با هر دو فک گیره درگیر باشد؛ در غیر اینصورت، احتمال پرت شدن قسمت برش خورده وجود دارد و ممکن است باعث شکستن صفحه برش گردد.
- در حین برشکاری از روان کننده و خنک کننده مایع صابون استفاده شود.
- در حین برشکاری با اعمال کمترین نیرو به صفحه برش، کار برش را انجام دهید.
- پس از اتمام هر برش با فشار دادن دکمه قرمز رنگ، دستگاه را خاموش کرده و صبر کنید تا دستگاه از حرکت بایستد؛ سپس درب آن را باز کنید و نمونه خود را بردارید.
- در انتها، درب دستگاه را در حالت باز نگه دارید و دستگاه را تمیز کنید.

#### ۵-۴-۲- اصول ایمنی کار با میکروسکوپ نوری

- هیچگاه چراغ میکروسکوپ را بی مورد روشن نگذارید.
- تمام نمونه‌هایی که استفاده می‌شوند باید کاملاً خشک و تمیز باشند.
- تعویض لنزهای میکروسکوپ را با احتیاط کامل انجام دهید.
- هیچگاه بدون هماهنگی مسئولین آزمایشگاه، قطعات جداشونده را خارج نکنید.
- بعد از اتمام کار، میکروسکوپ را خاموش و تمیز کرده و سپس روکش آن را بیاندازید.

#### ۵-۴-۳- اصول ایمنی کار با روبه‌نگار لیزری

- این دستگاه باید در جایی مورد استفاده قرار گیرد که هیچگونه لرزشی در محیط پیرامون آن نباشد.
- بعد از اتمام کار، دستگاه را خاموش و تمیز کنید.

#### ۵-۵- اصول ایمنی تجهیزات فرآوری پودر

### ۵-۵-۱- اصول ایمنی کار با دستگاه الک

- سرندها را با توجه به شماره مش‌های مربوطه نوشته شده روی هر یک انتخاب نموده و پس از استفاده در محل مربوطه قرار دهید.
- از عینک محافظ چشم و در صورت نیاز از شیلد استفاده نمایید.
- از ریختن بار اضافه در داخل سرندها خودداری فرمایید.
- قبل از سرندها، ماده خود را با استفاده از آسیاب یا هاون پودر نمایید.
- در صورت گیرکردن ذرات در چشم‌های سرندها از خارج نمودن آن با دست یا هر وسیله دیگری اجتناب کنید.
- جهت خارج نمودن ذرات از چشم‌های سرندها، به صورت معکوس و آرام به گوشه‌ها بکوبید یا از هوای فشرده با فشار کم و با احتیاط استفاده نمایید. در صورت خیس بودن سرندها، حتماً ابتدا آن را خشک نموده و سپس مطابق توضیحات عمل نمایید.
- بعد از اتمام کار، سرندها را تمیز و در جای خود قرار دهید.

### ۵-۵-۲- اصول ایمنی کار با آسیاب سیاره‌ای گلوله‌ای

- از باز کردن دستگاه در حین کار اکیداً خودداری نمایید.
- وزن مواد و گلوله‌ها را مطابق استاندارد کاپ‌ها انتخاب نموده و هر دو کاپ به یک اندازه باشند.
- قبل از شروع کار دستگاه از محکم بودن کامل درب کاپ‌ها و قفل بودن گیره‌های سفت‌کننده کاپ‌ها مطمئن شوید. دقت شود که حلقه قرمز گیره‌ها در جای خود قرار گرفته باشند.

### ۵-۵-۳- اصول ایمنی کار با دستگاه پرس

- قبل از انجام کار با پرس به مسئول آزمایشگاه در مورد کار خود توضیح دهید.



- دستگاه را روشن کرده و میزان سرعت سمبه دستگاه را تعیین کنید. رام دستگاه را با شاسی مشکی به سمت بالا ببرید تا نیروی تعیین شده وارد شود. بعد از تنظیم سمبه به مقدار ارتفاع لازم، نمونه را داخل فک قرار داده و مقدار نیروی دستگاه را به بار تنظیم کنید.
- هیچگاه نمونه‌ای که پس از اعمال نیرو، خرد یا پرتاب می‌شود را در دستگاه قرار ندهید.
- با شاسی قرمز، رام را پائین آورده و نمونه را بردارید.
- حرکت دستگاه را ابتدا با کلید off متوقف کرده و سپس خاموش کنید. محل کار را تمیز کنید.

### ۵-۶- اصول ایمنی کار با سیستم‌های خلاء

پمپ‌های خلاء مکانیکی مورد استفاده در آزمایشگاه‌ها، خطرات رایجی را به همراه دارند. خطرات مکانیکی مرتبط با هر قطعه متحرک و خطرات شیمیایی ناشی از آلودگی روغن پمپ با مواد فرار و متعاقباً رهاسازی آن‌ها در آزمایشگاه است. دستورالعمل‌های مورد نیاز برای استفاده ایمن از این دستگاه‌ها وجود دارد. عملیات تقطیر یا تغلیظ که به غلظت زیادی از مواد فرار نیاز دارد باید با استفاده از دستگاه اسپیراتور آب انجام شود. اگر پمپ خلاء برای فشارهای کمتر مورد نیاز است، پمپ باید مجهز به یک تله سرد برای متراکم کردن مواد فرار باشد. خروجی پمپ‌ها باید توسط هود یا سیستم اگزوز تخلیه شود. روغن پمپ نیز باید در صورت آلوده شدن، طبق دستورالعمل‌های زباله‌های شیمیایی دفع شده و تعویض شود.

- مطمئن شوید که سیستم خلاء، تله دارد.
- فقط از ظروفی استفاده کنید که در برابر خلاء مقاومت کنند. در صورت امکان از یک محافظ در برابر انفجار استفاده کنید.
- همیشه قبل از خاموش کردن پمپ، شیر بین مخزن و کیوم و پمپ را ببندید تا از مکش روغن به داخل جلوگیری شود.
- کلیه تسمه‌های متحرک روی پمپ‌های مکانیکی باید دارای پوشش ایمنی باشند.

### ۵-۷- اصول ایمنی کار با هودهای شیمیایی

- فقط موادی که در آزمایش در حال انجام استفاده می‌شوند باید در زیر هود قرار داده شوند. بهم‌ریختگی در زیر هود باعث اختلال در جریان هوا می‌شود.
- هنگامی که قرارگیری یک دستگاه بزرگ در داخل هود نیاز است، باید آن را روی بلوک‌ها یا پایه‌هایی قرار دهید تا هوا در زیر آن جریان یابد.
- در هنگام کار، درب متحرک (sash) هود را تا حد امکان ببندید. کاهش هوای ورودی باعث افزایش سرعت مکش هوا می‌شود.
- فاصله مناسب با هود، حداقل ۱۵ سانتی‌متر است.
- به درب هود تکیه ندهید؛ زیرا جریان هوا را مختل می‌کند و همچنین شما را در معرض هوای آلوده داخل هود قرار می‌دهد.
- هنگام کار در زیر هود، حرکات سریع انجام ندهید. باز کردن درها یا پنجره‌ها، گاهی اوقات می‌تواند باعث ایجاد جریان‌های شدید هوا شود که جریان هوا را در داخل هود مختل می‌کند.
- وسایل گرمایشی باید در قسمت عقب هود قرار گیرند.
- از هود برای مواد خاص مانند اسید پرکلریک، برخی ایزوتوپ‌های رادیویی و ... استفاده نکنید (مطالعه در مورد مواد استفاده شده الزامی است).
- درب هود را در صورت عدم حضور، بسته نگه دارید.
- به یاد داشته باشید که سینک‌های داخل هودها برای دفع زباله‌های شیمیایی طراحی نشده‌اند.

## فصل ششم: آمادگی برای مواجهه با حوادث

- قبل از وقوع حوادث، آگاهی از موارد زیر به تصمیم‌گیری بهتر و مقابله با حادثه کمک خواهد کرد:
- آشنایی با ویژگی‌های خطرناک مواد مورد استفاده در محل کار خود.
  - آشنایی با محتویات جعبه کمک‌های اولیه و آموختن نحوه استفاده از آن‌ها.
  - مکان‌یابی تجهیزات اضطراری مانند دوش‌های اضطراری و چشم‌شوی‌ها در آزمایشگاه و بررسی نحوه کارکرد آن‌ها.
  - آموختن کمک‌های اولیه.
  - دانستن شماره تلفن‌های اضطراری، مکان تجهیزات اضطراری و مکان خاموش کردن تجهیزات از جمله برق، گاز و آب.
  - ارزیابی خطرات احتمالی آزمایش یا فرآیند مورد نظر و شناسایی راه‌هایی برای کاهش خطرات محتمل.
  - شناسایی مواد شیمیایی ناسازگار با یکدیگر.

- استفاده از تجهیزات محافظتی مناسب.
- عدم رهاسازی آزمایش‌ها بدون مراقبت. در صورت لزوم برچسب‌گذاری کرده و به مسئول آزمایشگاه نیز اطلاع داده شود.
- اطمینان از شرایط مناسب سیم‌های برق و تجهیزات.
- دفع مناسب زباله‌های شیمیایی و قرار دادن مواد شیمیایی غیر ضروری و اضافی در کابینت‌ها و مکان‌های مناسب.

## ۶-۱- راهکارهای مقابله با آسیب‌های جسمی

### ۶-۱-۱- سوختگی

در آزمایشگاه، سوختگی حرارتی ممکن است در اثر حرارت شدید، شعله، فلز مذاب، بخار و غیره ایجاد شود. مایعات یا جامدات خورنده مانند بازها و اسیدها نیز می‌توانند باعث سوختگی شیمیایی شوند. در سوختگی‌های الکتریکی، جریان الکتریکی که از بدن عبور می‌کند، حرارت و سوختگی ایجاد می‌کند.

### ۶-۱-۱-۱- سوختگی پوست

کمک‌های اولیه مرتبط با سوختگی پوست شامل موارد زیر است:

- اگر سوختگی منشأ الکتریکی دارد، قبل از دست زدن به مصدوم، مطمئن شوید که با منبع تغذیه تماس ندارد. اگر مصدوم همچنان با منبع برق در تماس است، برق دستگاه را قطع نمایید. دستگاه یا کلید برق اصلی را در تابلوی توزیع برق خاموش کنید.
- اگر سوختگی جدی است با اورژانس پزشکی تماس بگیرید. برای تمام سوختگی‌های الکتریکی، حتی اگر جدی به نظر نمی‌رسند، فوراً به دنبال درمان پزشکی باشید.
- جواهرات از جمله ساعت را از ناحیه سوخته بردارید.

- ناحیه سوخته را در معرض دید قرار دهید؛ اما از بیرون آوردن لباس‌هایی که به پوست چسبیده خودداری کنید.
- در صورت امکان، سطوح سوخته را حداقل به مدت ده دقیقه در آب سرد غوطه‌ور کنید یا از بسته‌های مرطوب سرد استفاده کنید.
- از استفاده از لوسیون‌ها، پمادها یا مواد ضدعفونی‌کننده برای سوختگی خودداری کنید. سوختگی‌های درجه یک و دو را می‌توان پس از خنک شدن، با آب و صابون شستشو داد.
- سوختگی‌های درجه یک و دو را با بانداژ مرطوب بپوشانید. از کمپرس خشک برای سوختگی‌های درجه سه و زخم‌های ورودی و خروجی سوختگی‌های الکتریکی استفاده کنید.
- تاول‌ها را نترکانید؛ زیرا که آن‌ها، یک سد طبیعی در برابر عفونت ایجاد می‌کنند.

#### ۶-۱-۱-۲- سوختگی چشم

سوختگی چشم، ممکن است در اثر مواد شیمیایی، گرما (مایعات داغ، بخار، شعله‌های آتش، فلز مذاب و غیره) یا تشعشعات حاصل از جوشکاری، لامپ‌های آزمایشگاهی و لیزر ایجاد شود. سوختگی‌های ناشی از اشعه ماوراء بنفش، مرئی یا نزدیک به مادون قرمز، ممکن است تا ۶ تا ۸ ساعت پس از قرار گرفتن در معرض اشعه، علائمی را نشان ندهند. روش‌های کلی کمک‌های اولیه برای سوختگی‌های حرارتی و تابشی چشم به شرح زیر است:

- از مالش یا لمس چشم‌های فرد مصدوم خودداری کنید.
- برای سوختگی‌های حرارتی، چشم‌ها را با آب خنک بشویید تا درد از بین برود.
- چشم‌ها را با پدهای گاز استریل خشک بپوشانید. اگر بستن چشم‌ها دردناک است از کمپرس مرطوب استفاده نمایید.
- فرد را برای مراقبت‌های پزشکی بفرستید. اگر سوختگی در اثر قرار گرفتن در معرض پرتو لیزر است به پرسنل فوریت‌های پزشکی در مورد ویژگی‌های لیزر و فاصله بین مصدوم و لیزر توضیح دهید.

**۶-۱-۲- بریدگی****۶-۱-۲-۱- بریدگی جزئی**

کمک‌های اولیه برای خراش‌های جزئی، بریدگی‌ها، پارگی‌ها یا زخم‌های سوراخ شده شامل موارد زیر است:

- زخم و اطراف آن را با صابون ملایم و آب جاری بشویید.
- هرگونه کثیفی اطراف زخم را پاک کنید.
- زخم را با یک چسب پانسمان یا گاز استریل مربعی بپوشانید.
- زخم‌های ناشی از اشیاء کثیف باید توسط پزشک معاینه شوند؛ وی تعیین می‌کند که آیا ایمن‌سازی کزاز لازم است یا خیر.
- اگر زخم توسط جسمی ایجاد شده باشد که با خون انسان یا مایعات بدن تماس داشته است، مصدوم باید فوراً توسط پزشک معاینه شود؛ زیرا ممکن است نیاز به ایمن‌سازی یا پیشگیری پس از مواجهه باشد.

**۶-۱-۲-۲- خونریزی شدید**

در اغلب موارد می‌توان خونریزی‌های شدید را با فشار محکم و مستقیم روی زخم با استفاده از یک پد یا پارچه کنترل کرد. هرچه پارچه تمیزتر باشد، بهتر است؛ اما در مواقع اضطراری، یک تکه لباس کفایت می‌کند. علاوه بر این:

- برای جلوگیری از شوک، مصدوم را در یک پتو بپیچانید و فوراً با مراقبت‌های پزشکی تماس بگیرید.
- قسمت دارای خونریزی را بالاتر از بقیه قسمت‌های بدن قرار دهید و به اعمال فشار مستقیم ادامه دهید.
- مصدوم را به پشت بخوابانید.
- از شربان‌بند به هیچ‌عنوان استفاده نکنید.

**۶-۱-۳- مسمومیت**

مواد سمی می‌توانند از طریق استنشاق، جذب از طریق پوست، بلعیدن یا تزریق وارد بدن شده و فرد را مسموم کنند. هنگام کمک به فرد مسموم، موارد ذیل در نظر گرفته شود:

- برای مسمومیت‌های شدید با اورژانس تماس بگیرید.
- قبل از تلاش برای کمک به فرد مسموم از امن بودن منطقه برای ورود مطمئن شوید.
- فرد مسموم را از محل آلوده دور کنید و در صورت لزوم، کمک‌های اولیه را انجام دهید.
- القای استفراغ نکنید، مگر اینکه توسط یک فرد قابل اعتماد توصیه شود.
- MSDS محصول سمی را به پرسنل فوریت‌های پزشکی ارائه دهید.

**۶-۱-۴- شوک تروماتیک**

در موارد شوک تروماتیک یا مواردی که ماهیت آسیب مشخص نیست، مصدوم را گرم، دراز کشیده و آرام نگه دارید. قبل از انتقال مصدوم، صبر کنید تا کمک پزشکی برسد. باید همه آسیب‌ها را به عنوان موقعیت‌های شوک بالقوه در نظر گرفت؛ زیرا ممکن است به آن تبدیل شوند. برخی از علائم رایج شوک عبارتند از کاهش درجه حرارت بدن، رنگ پریدگی و هذیان.

**۶-۲- اقدامات ایمنی مربوط به وقوع آتش‌سوزی**

برای جلوگیری و به حداقل رساندن آتش‌سوزی و انفجار، هنگام استفاده از مواد قابل اشتعال، واکنش‌پذیر یا انفجاری، موارد زیر را رعایت کنید:

- بررسی کنید که آیا یک جایگزین غیر قابل اشتعال برای مواد مورد استفاده موجود است یا خیر.
- از حداقل مقدار مواد استفاده کنید.
- با مکان‌های شستشوی چشم، دوش‌های اضطراری و آبپاش، فاصله مناسب داشته باشید.
- زمانی که از هود شیمیایی استفاده نمی‌کنید، شیشه هود را ببندید.

- درب ظروف مواد شیمیایی را محکم ببندید.
- مواد شیمیایی بدون استفاده یا قدیمی را دفع کنید.
- مکان کپسول‌های آتش‌نشانی را بشناسید.
- مواد شیمیایی و واکنش‌دهنده را در زیر هود شیمیایی استفاده کنید.
- از تجهیزات همراه با تولید شعله و جرقه به صورت باز استفاده نکنید.
- از محل مناسب برای نگهداری مواد قابل اشتعال استفاده کنید.
- از موانعی استفاده کنید که حفاظت کافی در برابر انفجار را داشته باشد.
- در نظر بگیرید که آیا قطع برق، خطرات را در حین استفاده از مواد و وسایل افزایش می‌دهد یا خیر.
- قابلیت اشتعال یا انفجار باطله‌ها را بررسی کنید.
- از ظروف و مکان‌های مناسب برای دفع زباله‌های خطرناک استفاده کنید.

### ۳-۶- اقدامات ایمنی مربوط به آلوده شدن محیط با مواد شیمیایی خطرناک

#### ۱-۳-۶- پیشگیری از ریزش و پاشش مواد شیمیایی

به اقدامات احتیاطی لازم برای مواد شیمیایی پیروفروریک، واکنش‌دهنده با آب، اکسیدکننده و تولیدکننده گازهای سمی باید توجه شود. در هنگام کار از مواد شیمیایی در مقادیر کم استفاده کنید تا در صورت آسیب دیدن ظرف، مقدار ریخته شده محدود باشد.

#### ۲-۳-۶- اقدامات لازم به هنگام ریزش و پاشش مواد شیمیایی

در صورت ریزش یا پاشش یک ماده شیمیایی خطرناک (فرار، سمی، خورنده، واکنش‌پذیر یا قابل اشتعال)، مراحل زیر باید انجام شود:



- در صورت وقوع یا احتمال آتش‌سوزی، سریعاً به مسئول آزمایشگاه اطلاع دهید.
- در صورت گستردگی آلودگی محیط با مواد شیمیایی، محیط باید تخلیه شود.
- اگر مایعات قابل اشتعال ریخته شدند در صورت امکان، برق تجهیزات نزدیک را قطع کنید.
- اگر نمی‌توانید خود را از مواد شیمیایی پاکسازی کنید، درخواست کمک کنید.

#### ۴-۶- اقدامات ایمنی مربوط به قطعی برق

در هنگام قطعی برق در آزمایشگاه، موارد ذیل را انجام دهید:

- قطعی برق را به مسئول اطلاع دهید.
- کارهای در حال انجام که می‌توانند خطراتی ایجاد کنند، متوقف کنید؛ سپس آن را به مکانی امن منتقل کنید.
- ظروف باز حاوی مواد خطرناک را ببندید.
- ظروف حاوی مواد شیمیایی را به محل نگهداری مناسب برگردانید.
- درهای یخچال و فریزر را بسته نگه دارید.
- در صورت کار در زیر هود، مرحله فرآیند و واکنش را ارزیابی کنید، شعله‌ها را خاموش کنید، ظروف را محکم بسته و درب هود شیمیایی را ببندید.

## پیوست‌ها

## پیوست آ: انواع ماسک‌ها

ماسک‌های حفاظت تنفسی به دو دسته اصلی تقسیم می‌شوند:

۱. ماسک‌های تصفیه‌کننده هوا (Air Purifying Respirators)

۲. ماسک‌های رساننده هوای اتمسفری (Atmosphere-Supplying Respirators)

## آ-۱- ماسک‌های تصفیه‌کننده هوا

ماسک‌هایی هستند که آلاینده‌های موجود در هوای استنشاقی را می‌گیرند و خود به چهار دسته تقسیم

می‌شوند:

- ماسک‌های حذف‌کننده ذرات (Particulate Filtering Respirators)
- ماسک‌های حذف‌کننده گازها و بخارات (Vapor and Gas Removing Respirators)
- ماسک‌های الکتریکی تصفیه‌کننده هوا (Powered Air - Purifying Respirators (PAPR))
- ماسک‌های نجات (Escape Masks)

## آ-۱-۱- ماسک‌های حذف‌کننده ذرات

ماسک‌های حفاظت در برابر گرد و غبار، جزء دیگر انواع ماسک‌های تنفسی فیلتردار هستند که از ورود گرد و غبار، فیوم‌ها و میست‌ها جلوگیری می‌کنند. در این ماسک‌ها از مواد فیبری و الیافی همچون کاغذ، نمد یا پارچه برای به دام‌اندازی آلاینده‌ها استفاده می‌کنند. فیلتر این ماسک‌ها بر اساس استانداردهای اروپایی در سه گروه N، P و R طبقه‌بندی می‌شود.

طبقه N، شامل ماسک‌هایی است که منحصراً برای استفاده در اتمسفرهایی با ذرات غیر روغنی کاربرد دارد. طبقات R و P نیز ماسک‌هایی با فیلترهای مقاوم در برابر ذرات روغنی یا فیلترهای عایق روغن هستند. این استانداردها عموماً، مبنای طبقه‌بندی ماسک‌های گرد و غبار تولیدی در کشور آمریکا و کانادا هستند. طبقه‌بندی NIOSH (استاندارد ایالات متحده) در خصوص ماسک‌های حذف‌کننده ذرات به ترتیب جدول ۷-۱ است:

جدول آ-۱- انواع ماسک‌های حذف‌کننده ذرات

راندمان	نوع فیلتر	طبقه‌بندی ماسک‌های گرد و غبار
۹۵٪	N 95	سری N ذرات غیر روغنی
۹۹٪	N 99	
۹۷-۹۹٪	N 100	
۹۵٪	R 95	سری R ذرات مقاوم در برابر روغن
۹۹٪	R 99	
۹۷-۹۹٪	R 100	
۹۵٪	P 95	سری P ذرات عایق روغن
۹۹٪	P 99	
۹۷-۹۹٪	P 100	

بر اساس استاندارد اروپایی (British Standards) BS-EN 149:2001، ماسک‌های گرد و غبار به طبقات

زیر تقسیم می‌شوند:

طبقه FFP1: حفاظت در برابر آئروسول‌های جامد و مایع غیر سمی با تراکم  $4/5$  برابر حد مجاز تماس شغلی

(OEL)

طبقه FFP2: حفاظت در برابر آئروسول‌های جامد و مایع غیر سمی یا با سمیت کم تا متوسط با تراکم ۱۲

برابر حد مجاز تماس شغلی (OEL)

طبقه FFP3: حفاظت در برابر آئروسول‌های جامد و مایع غیر سمی، با سمیت کم تا متوسط یا با سمیت بالا

با تراکم ۵۰ برابر حد مجاز تماس شغلی (OEL)

جدول آ-۲- حداقل راندمان فیلتراسیون یک ماسک بر اساس استاندارد BS-EN 149:2001

ذرات مایع (روغن پارافین)	ذرات جامد (NaCl)	حداکثر نفوذ مجاز
۲۰٪	۲۰٪	طبقه FFP1
۶٪	۶٪	طبقه FFP2
۱٪	۱٪	طبقه FFP3

### آ-۱-۲- ماسک‌های حذف‌کننده گازها و بخارات

ماسک‌های تصفیه‌کننده هوا برای حفاظت در مقابل گازها و بخارات خاص مانند گاز آمونیاک و بخار جیوه و گروه‌هایی از گازها و بخارات مانند گازهای اسیدی و بخارات آلی مورد استفاده قرار می‌گیرند. انواعی از این ماسک‌ها در ادامه توضیح داده شده است:

- ماسک‌های کارتریج‌دار شیمیایی (Chemical Cartridge Respirator): این ماسک‌ها (شکل ۷-۱) از نظر شکل ظاهری به دو نوع نیم‌صورت و تمام‌صورت طبقه‌بندی می‌شوند. نوع تمام‌صورت این ماسک‌ها برای حفاظت چشم‌ها در برابر مواد شیمیایی است که علاوه بر سیستم تنفسی بر چشم‌ها نیز اثرات تحریک‌کننده دارند.



شکل آ-۱- ماسک‌های کارتریج‌دار شیمیایی تمام‌صورت.

ماسک‌های گازی (Gas Masks): کانیسترها (شکل ۷-۲)، مشابه کارتریج‌ها هستند با این تفاوت که حجم ماده جاذب موجود در کانیسترها از کارتریج‌ها بیشتر و از نظر سایز، بزرگتر از آن‌ها هستند. تفاوت اصلی میان کانیسترها و کارتریج‌ها در این است که کانیستر معمولاً دارای دریچه استنشاقی هستند. فیلترهای موجود در کانیسترها و کارتریج‌های حذف‌کننده گازها و بخارات بر اساس نوع گازهایی که قادر به جذب آن‌ها هستند، طبق جدول ۷-۳ طبقه‌بندی می‌شوند:

جدول آ-۳- طبقه‌بندی فیلترهای موجود در کانیسترها و کارتریج‌های حذف‌کننده گازها و بخارات

کاربرد	ردیف	ردیف
گازها و بخارات آلی مختلف	A	۱

گازهای معدنی و اسیدی مانند مونوکسید کربن	B	۲
دی‌اکسید سولفور و سایر گازهای معدنی	E	۳
مواد شیمیایی با فشار بخار پایین	G	۴
آمونیاک و مشتقات آن	K	۵
متیل بروماید	MB	۶
گروهی از ترکیبات آلی با نقطه جوش پایین	AX	۷
بخار جیوه	HG	۸
اکسیدهای نیتروژن	NO	۹
مواد شیمیایی که جزو مواد یاد شده نیستند.	-	۱۰



شکل آ-۲- ماسک گازی.

- ماسک‌های کاغذی یا نمدی پوشش داده شده با زغال فعال.

#### آ-۲- ماسک‌های هوارسان (ماسک‌های تنفسی)

ماسک‌هایی هستند که هوا را از طریق منبعی غیر از هوای اطراف تأمین می‌کنند. این گروه از ماسک‌ها در شرایطی استفاده می‌شوند که فیلتر مناسب جهت حذف آلاینده موجود در هوای محیط وجود نداشته باشد یا تراکم اکسیژن در محل کمتر از ۲۱ درصد باشد.

#### پیوست ب: انواع دست‌کش‌ها

جدول ب-۱- انواع دستکش‌ها

نوع ماده دستکش	کاربرد تعیین شده	مزایا و معایب	نمونه تصویر
لاتکس (لاستیک طبیعی)	تماس تصادفی	<ul style="list-style-type: none"> <li>• برای مواد بیولوژیکی و مواد بر پایه آب مناسب است.</li> <li>• نسبت به حلال‌های آلی ضعیف است.</li> <li>• محافظت شیمیایی اندک.</li> <li>• تشخیص سوراخ‌های ایجاد شده در آن سخت است.</li> <li>• لاتکس امکان ایجاد حساسیت دارد.</li> </ul>	
نیتریل	تماس تصادفی (دستکش آزمایش یکبار مصرف) و تماس گسترده (دستکش ضخیم‌تر قابل استفاده مجدد)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• برای استفاده عمومی و برای حلال‌ها، روغن‌ها، گریس‌ها و برخی اسیدها و بازها مناسب است.</li> <li>• پارگی و ترک در آن واضح است.</li> <li>• جایگزین مناسبی برای موارد حساسیت به لاتکس است.</li> </ul>	
لاستیک بوتیل	تماس گسترده	<ul style="list-style-type: none"> <li>• برای کتون‌ها و استرها مناسب است.</li> <li>• نسبت به بنزین و هیدروکربن‌های آلیفاتیک، آروماتیک و هالوژنه ضعیف است.</li> </ul>	
نئوپرن	تماس گسترده	<ul style="list-style-type: none"> <li>• برای اسیدها، بازها، الکل‌ها، سوخت‌ها، پراکسیدها، هیدروکربن‌ها و فنل‌ها مناسب است.</li> <li>• نسبت به هیدروکربن‌های هالوژنه و آروماتیک ضعیف است.</li> </ul>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• برای اکثر مواد شیمیایی خطرناک مناسب است.</li> </ul>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• برای اکثر مواد شیمیایی خطرناک مناسب است.</li> <li>• تناسب ضعیف با دست (این مشکل با استفاده از یک دستکش نیتریل سنگین‌تر روی دستکش نوافویل/محافظ نقره‌ای تا حدی رفع می‌گردد).</li> </ul>	تماس گسترده	نوافویل
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• برای حلال‌های کلردار و آروماتیک مناسب است.</li> <li>• مقاومت خوبی در برابر بریدگی و سایش دارد.</li> <li>• نسبت به کتون‌ها ضعیف است.</li> <li>• گران است.</li> </ul>	تماس گسترده	ویتون
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• برای اسیدها، بازها، روغن‌ها، چربی‌ها، پراکسیدها و آمین‌ها مناسب است.</li> <li>• مقاومت خوبی در برابر سایش دارد.</li> <li>• نسبت به اکثر حلال‌های آلی ضعیف است.</li> </ul>	کاربردهای خاص	پلی وینیل کلراید (PVC)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• برای حلال‌های آروماتیک و کلردار مناسب است.</li> <li>• نسبت به محلول‌های بر پایه آب ضعیف است.</li> </ul>	کاربردهای خاص	پلی وینیل الکل (PVA)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• مقاومت مناسبی در برابر برش دارد.</li> <li>• آستین‌ها برای محافظت از مچ دست و ساعد دارد.</li> <li>• توجه: در صورت احتمال آلودگی‌های بیولوژیکی یا شیمیایی، دستکش‌های یکبار مصرف مناسب را روی</li> </ul>	کاربردهای خاص	فولاد زنگ‌زن کولار چرم

	<p>دستکش‌های مقاوم در برابر برش بپوشید و پس از استفاده، آن را دور بیندازید.</p>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• برای مواد پرودتی مناسب است.</li> <li>• برای جلوگیری از سرمازدگی طراحی شده است.</li> <li>• توجه: هرگز دستکش را مستقیماً در نیتروژن مایع فرو نکنید.</li> </ul>	<p>کاربردهای خاص</p>	<p>مواد مقاوم در برابر سرما چرم</p>

### پیوست پ: انواع عینک‌ها

#### پ-۱- عینک ایمنی

عینک ایمنی (شکل ۷-۳) از چشم در برابر ضربه متوسط و ذرات مرتبط با سنگ‌زنی، اره کردن، پوسته‌پوسته شدن، شیشه شکسته، پاشیده شدن مواد شیمیایی جزئی و غیره محافظت می‌کند. این عینک محافظ دارای فریم ایمنی ساخته شده از فلز یا پلاستیک و لنزهای مقاوم در برابر ضربه است. تمام عینک‌های ایمنی باید دارای محافظ‌های جانبی برای محافظت در برابر ضربه جانبی باشند.



شکل پ-۱- نمونه عینک‌های ایمنی.



### پ-۲- عینک ایمنی شیمیایی (Goggles)

این عینک‌ها (شکل ۷-۴)، محافظ چشم محکمی هستند که به طور کامل چشم را می‌پوشانند و در برابر پاشش مواد شیمیایی، ضربه و گرد و غبار محافظت می‌کنند. این عینک‌ها به طور معمول برای محافظت در برابر خطرات پاشش شیمیایی، استفاده از مواد خورنده غلیظ و انتقال مواد شیمیایی به صورت عمده استفاده می‌شوند. برخی از عینک‌ها روی لنزهای اصلاحی قرار می‌گیرند.



شکل پ-۲- عینک‌های ایمنی شیمیایی.

### پ-۳- عینک ایمنی لیزری

این عینک‌های تخصصی (شکل ۷-۵) از طول موج‌های مختلف نور تولید شده توسط لیزر محافظت می‌کنند. نوع عینک ایمنی لیزری که کارفرما انتخاب می‌کند به محیط، تجهیزات و شرایط عملیاتی بستگی دارد.



شکل پ-۳- عینک ایمنی لیزری.

## پ-۴- محافظ‌های صورت (shield)

این ورقه‌های شفاف پلاستیکی (شکل ۶-۷) از ابروها تا زیر چانه و در سراسر عرض سر گسترش یافته است. محافظ‌های صورت در برابر گرد و غبار و پاشش احتمالی مایعات خطرناک از صورت محافظت می‌کنند؛ اما محافظت کافی در برابر خطرات ضربه ایجاد نمی‌کنند. محافظ‌های صورت نباید به تنهایی استفاده شوند و جایگزینی برای عینک‌های محافظ مناسب نیستند. در صورت نیاز به محافظت در برابر ضربه، عینک ایمنی باید همراه محافظ صورت استفاده شود.



شکل پ-۴- محافظ صورت.

## پیوست ت: جداول توصیف خطرات (Risks) و ایمنی (Safety) مواد شیمیایی

جدول ت-۱- توصیف خطرات مواد شیمیایی

نشانه	توصیف	نشانه	توصیف
R1	خطر انفجار ماده بر اثر ضربه، اصطکاک، حریق یا سایر منابع اشتعال و احتراق	R2	در صورت خشک بودن، ماده قابل انفجار
R3	خطر تشکیل ترکیبات بسیار حساس انفجاری فلزی ماده	R4	خطر شدید انفجار بر اثر ضربه، اصطکاک، حریق یا سایر منابع اشتعال و احتراق
R5	خطر انفجار ماده در تماس یا بدون تماس با هوا	R6	امکان انفجار بر اثر حرارت

امکان ایجاد حریق	R8	امکان ایجاد حریق هنگام تماس با مواد قابل اشتعال	R7
امکان انفجار در صورت مخلوط شدن با مواد قابل اشتعال	R10	قابل اشتعال	R9
بسیار قابل اشتعال	R12	به شدت قابل اشتعال	R11
به شدت واکنش‌دهنده با آب	R15	آزاد کردن گازهای بسیار قابل اشتعال هنگام تماس با آب	R14
امکان انفجار در صورت مخلوط شدن با مواد اکسیدکننده	R17	اشتعال خود به خودی در هوا	R16
امکان تشکیل مخلوط قابل اشتعال و انفجار بخار ماده با هوا	R19	امکان تشکیل پراکسیدهای قابل انفجار	R18
زیان‌آور در صورت استنشاق	R21	زیان‌آور در صورت تماس با پوست	R20
زیان‌آور در صورت خوردن	R23	ایجاد سمیت در صورت استنشاق	R22
ایجاد سمیت در صورت تماس با پوست	R25	ایجاد سمیت در صورت خوردن	R24
ایجاد سمیت شدید در صورت استنشاق	R27	ایجاد سمیت شدید در صورت تماس با پوست	R26
ایجاد سمیت شدید در صورت خوردن	R29	آزادسازی گازهای سمی در اثر تماس با آب	R28
بسیار قابل اشتعال در هنگام استفاده	R31	آزادسازی گازهای سمی در صورت تماس با اسیدها	R30
آزادسازی گازهای بسیار سمی در صورت تماس با اسیدها	R33	خطر ایجاد اثرات تجمعی ماده	R32
ایجاد سوختگی	R35	ایجاد سوختگی شدید	R34
تحریک چشم‌ها	R37	تحریک دستگاه تنفسی	R36
تحریک پوست	R39	خطر ایجاد عوارض بسیار شدید برگشت‌ناپذیر	R38

R40	خطر آسیب جدی به چشم‌ها	R41	وجود دلایل محدودی دال بر سرطان‌زا بودن ماده
-----	------------------------	-----	---

## جدول ت-۲- توصیفات ایمنی مواد شیمیایی

نشانه	توصیف
S 23/5	بخار و اسپری ماده را استنشاق نکنید.
S 24	از تماس ماده با پوست خودداری کنید.
S 25	از تماس ماده با چشم‌ها خودداری کنید.
S 26	در صورت تماس ماده با چشم، چشم‌ها را با آب فراوان بشوئید و سپس به پزشک مراجعه کنید.
S 27	فوراً همه لباس‌های آلوده را از تن درآورید.
S 28	بعد از تماس ماده با پوست، فوراً پوست را با ماده‌ای که سازنده مشخص کرده فراوان بشوئید.
S 28/1	بعد از تماس ماده با پوست، فوراً پوست را با آب فراوان بشوئید.
S 28/2	بعد از تماس ماده با پوست، فوراً پوست را با آب فراوان و صابون بشوئید.
S 28/3	بعد از تماس ماده با پوست، فوراً پوست را با آب فراوان و صابون بشوئید و در صورت امکان با پلی‌اتیلن پوست را بشوئید.
S 28/4	بعد از تماس ماده با پوست، فوراً پوست را با پلی‌اتیلن گلیکول ۳۰۰ و اتانول (۲:۱) همراه آب بشوئید.
S 28/5	بعد از تماس ماده با پوست، فوراً پوست را با پلی‌اتیلن گلیکول ۴۰۰ بشوئید.
S 28/6	بعد از تماس ماده با پوست، فوراً پوست را با پلی‌اتیلن گلیکول ۴۰۰ بشوئید و سپس پوست را با آب فراوان بشوئید.
S28/7	بعد از تماس ماده با پوست، فوراً پوست را با آب و صابون اسیدی بشوئید.
S 29	از ریختن مواد به داخل فاضلاب خودداری کنید.
S 30	هرگز آب را به این ماده اضافه نکنید.
S 33	احتیاط‌های لازم را در برابر الکتریسیته ساکن رعایت کنید.
S 35	این ماده و ظروف آن باید با یک روش ایمن دفع شوند.
S 36	از لباس‌های مناسب حفاظتی استفاده کنید.
S 37	از دستکش ایمنی مناسب استفاده کنید.
S 38	در هنگام نبود تهویه کافی از تجهیزات تنفسی مناسب استفاده کنید.
S 39	از عینک ایمنی یا نقاب حفاظ صورت استفاده کنید.
S 40	برای تمیز کردن کف محل و تمام اشیاء آلوده به این ماده از ... استفاده کنید (توسط سازنده مشخص می‌شود).
S 40/1	برای تمیز کردن کف محل و تمام اشیاء آلوده به این ماده از آب فراوان استفاده کنید.
S 41	در هنگام حریق یا انفجار از استنشاق فیوم‌های ماده خودداری کنید.
S 42	در هنگام ایجاد فیوم یا پاشش ماده از تجهیزات تنفسی مناسب استفاده کنید.

S 43	در هنگام حریق از ... (نوع اطفافکننده حریق که توسط سازنده مشخص می‌شود) استفاده کنید.
S 43/1	در هنگام حریق از آب استفاده کنید.
S 43/2	در هنگام حریق از آب یا پودر اطفاء حریق استفاده کنید.
S 43/3	در هنگام حریق از پودر اطفاء حریق استفاده کنید و از آب هرگز استفاده نکنید.
S 43/4	در هنگام حریق از دی‌اکسید کربن استفاده کنید و از آب هرگز استفاده نکنید.
S 43/6	در هنگام حریق از ماسه استفاده کنید و از آب هرگز استفاده نکنید.
S 43/7	در هنگام حریق از پودر فلزی استفاده کنید و هرگز از آب استفاده نکنید.
S 43/8	در هنگام حریق از ماسه و دی‌اکسید کربن یا پودر اطفاء حریق استفاده کنید. هرگز از آب استفاده نکنید.
S 45	در صورت حادثه یا احساس نامناسب، فوراً به پزشک مراجعه کنید.
S 46	در صورت خوردن ماده، فوراً به پزشک مراجعه کنید و برچسب ماده یا ظرف ماده را نشان وی دهید.
S 47	در دمای کمتر از ... نگهداری کنید (توسط سازنده مشخص می‌شود).
S 47/1	در دمای کمتر از ۲۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری کنید.
S 48	ماده را بوسیله ... مرطوب نمایید (ماده مناسب توسط سازنده مشخص می‌شود).
S 48/1	ماده را بوسیله آب مرطوب نمائید.
S 49	ماده را تنها در ظروف اصلی آن نگهداری کنید.
S 50	ماده را با مواد دیگر مخلوط نکنید (توسط سازنده مشخص می‌شود).
S 50/1	ماده را با اسیدها مخلوط نکنید
S 50/2	ماده را با قلیاها مخلوط نکنید
S 50/3	ماده را با اسیدهای قوی، بازهای قوی فلزات غیر آهنی یا نمک آن‌ها مخلوط نکنید.
S 51	فقط در محلی دارای تهویه عمومی مناسب با ماده کار کنید.
S52	جهت مصرف داخلی بر روی سطوح وسیع توصیه نمی‌شود.
S 53	از تماس با ماده بپرهیزید. دستورالعمل‌های تخصصی را قبل از استفاده تدارک ببینید. برای استفاده‌کنندگان حرفه‌ای محدود می‌باشد.
S 56	ماده و ظروف آن را در محل‌های مخصوص جمع‌آوری مواد و زباله‌های خطرناک یا ویژه دفع کنید.
S 57	از ظروف مناسب جهت جلوگیری از آلودگی محیط زیست استفاده کنید.
S59	برای اطلاعات لازم در مورد بازیافت و استفاده دوباره از ماده به شرکت سازنده یا پخش‌کننده ماده مراجعه کنید.
S 60	این ماده و ظروف آن باید بعنوان زباله‌های خطرناک دفع شوند.
S 61	از رهاسازی ماده در محیط زیست خودداری کنید. به دستورالعمل‌های ویژه یا برگه اطلاعات ایمنی ماده مراجعه کنید.
S62	در صورت خورده شدن، بیمار را وادار به استفراغ نکنید. فوراً به پزشک مراجعه کرده و ظرف یا برچسب ماده را به وی نشان دهید.
S63	در صورت استنشاق ماده، بیمار را به هوای تازه منتقل کرده و از او بخواهید استراحت کند.
S64	در صورت خوردن ماده، دهان را با آب بشوئید (تنها در صورت هوشیار بودن بیمار).

## پیوست ث: نکاتی در مورد استفاده از برخی مواد شیمیایی

### ث-۱- اسیدها و بازها

اسیدها و بازها در اکثر آزمایشگاه‌ها یافت می‌شوند؛ زیرا کاربردهای مختلفی دارند. سه خطر مهم مرتبط با اسیدها و بازها وجود دارد؛ سوختگی‌های شیمیایی ناشی از نشت، استنشاق بخارات سوزاننده و آتش‌سوزی یا انفجار ناشی از واکنش‌های شدید گرمازا که هنگام رقیق شدن اسیدهای قوی به سرعت رخ می‌دهد. بازهای قوی، اغلب ممکن است باعث سوختگی‌های شدیدتر از اسیدها شوند؛ زیرا اغلب هشدارهای مانند احساس سوزش تا زمانی که آسیب به پوست وارد نشده باشد، ایجاد نمی‌کنند. در هنگام کار با اسیدها و بازها، موارد ذیل را رعایت کنید:

۱. همیشه اسیدها را با اضافه کردن آن‌ها به آب رقیق کنید و نه برعکس.

۲. تا حد امکان از اسیدها و بازهای رقیق استفاده کنید.

۳. بطری‌های اسیدها و بازهای قوی را در صورت عدم استفاده، بسته نگه دارید؛ زیرا می‌توانند با رطوبت موجود در هوا واکنش داده و دود سوزآور ایجاد کنند.

۴. اگر اسیدها یا بازها به طور تصادفی بر چشم یا پوست پاشیده شدند، فوراً با آب بشویید، شستشو را به مدت ۱۵ دقیقه ادامه دهید و کمک بخواهید.

### ث-۲- هیدروفلوئوریک اسید

فلوراید هیدروژن (HF)، یک ماده بسیار خطرناک است؛ زیرا هم گاز و هم محلول‌های آن، بسیار سمی هستند، بدون هشدار فوری (مانند احساس سوزش) به سرعت از طریق پوست جذب شده و باعث درد طاقت‌فرسا و سوختگی می‌شوند که مدت زیادی طول می‌کشد تا بهبود یابد. درآوردن سریع لباس‌های آلوده در زمانی که فرد مصدوم با آب شسته می‌شود، ضروری است. شستشوی مداوم با آب خنک تا زمانی که سفید شدن بافت از بین نرود حیاتی است. ناحیه در معرض دید را با پارچه‌های مرطوب و یخی بپوشانید و فوراً از کمک‌های پزشکی استفاده کنید. از هیچگونه پمادی استفاده نکنید. در تمام موارد تماس با HF کمک پزشکی دریافت کنید. شستشوی ساده با آب باعث حذف HF در عمق بافت‌ها نمی‌شود و درمان اضافی مورد نیاز است.

### ث-۳- پرکلریک اسید و پرکلرات‌ها

اسید پرکلریک سرد دارای خواص اسیدی قوی است. همچنین هنگامی که گرم است، یک عامل اکسیدکننده و خشک‌کننده قوی است. با گذشت زمان ناپایدار می‌شود و در اثر شوک منفجر می‌گردد. ترکیبات پرکلرات اغلب در اثر حرارت یا در اثر تماس با شعله، در اثر ضربه، اصطکاک یا خود به خود منفجر می‌شوند. اسید پرکلریک با مواد شیمیایی آلی و معدنی، ترکیبات انفجاری تشکیل می‌دهد؛ به همین دلیل باید در یک هود مخصوص تهویه مجهز به پاشش آب و شستشو استفاده شود که بقایای هیچگونه واکنش شیمیایی دیگری در آن تخلیه نشده و درب آن با روان‌کننده‌های آلی، روغن کاری نشده باشد. ضروری است که هیچ شخصی، سعی در ذخیره یا استفاده از اسید پرکلریک یا ترکیبات پرکلرات، بدون اطلاع قبلی از دستورالعمل‌ها و نظارت یا تایید مشاور یا ناظر نداشته باشد. بررسی ایمنی توسط سرپرست آزمایشگاه و هیئت علمی منتخب، قبل از آزمایش توصیه می‌شود.

### ث-۴- حلال‌های آلی

بسیاری از حلال‌های آلی دارای بخارات مضر هستند یا خطراتی برای سلامتی ایجاد می‌کنند؛ زیرا می‌توانند به راحتی از طریق پوست جذب شوند. اکثر این حلال‌ها، کاملاً فرار هستند و بخارات آن‌ها، قابل اشتعال است. همیشه قبل از استفاده از یک حلال باید به MSDS آن مراجعه شود تا با خطرات، اقدامات احتیاطی ایمنی و روش‌های اضطراری مرتبط با آن حلال خاص آشنایی ایجاد شود. آن‌ها را همیشه طبق دستورالعمل نگهداری مایعات قابل اشتعال نگهداری کنید. چند نمونه از خطرات برخی از حلال‌های رایج در زیر ارائه شده است؛ اما این فهرست به هیچ‌وجه کامل نیست.

استون دارای بخارات سمی و قابل اشتعال است. در هنگام کار با آن از تهویه مناسب، عینک ایمنی و دستکش استفاده شود. در محل نگهداری مایعات قابل اشتعال نگهداری شود.

متانول دارای بخارات مضر است که می‌تواند باعث سرگیجه، نقص سیستم عصبی مرکزی و تنگی نفس شود. مواجهه شدید با آن می‌تواند منجر به کما و در نهایت مرگ شود. قرار گرفتن کمتر در معرض آن می‌تواند باعث تاری دید، ورم ملتحمه، سردرد، اختلالات گوارشی و ضایعات چشمی قطعی شود. هنگام کار با متانول باید از هود تهویه و دستکش نئوپرن استفاده شود.

بنزن، ماده‌ای سرطان‌زا است. مسمومیت مزمن می‌تواند با استنشاق مقادیر نسبتاً کم در مدت طولانی رخ دهد. از طریق پوست نیز قابل جذب است. بخارات آن، قابل اشتعال هستند و باید در محل نگهداری مایعات قابل اشتعال نگهداری شود.

دی‌اتیل اتر، ایزوپروپیل اتر، دی‌اکسان، تتراهیدروفوران و بسیاری دیگر از اترها، تمایل به جذب و واکنش با اکسیژن هوا دارند و پراکسیدهای ناپایدار تشکیل می‌دهند که ممکن است در صورت تغلیظ در اثر تبخیر یا تقطیر با سایر ترکیبات تولید شده منفجر شوند؛ مخلوطی که می‌تواند در اثر گرما، شوک یا اصطکاک غیرعادی (گاهی به اندازه باز کردن درب بطری) منفجر شود. اگر جایگزین مطمئن‌تری وجود داشته باشد باید از این دسته از ترکیبات اجتناب شود. به طور کلی توصیه می‌شود که اترهایی که پراکسید تشکیل می‌دهند باید در بطری‌های شیشه‌ای کهربایی کاملاً محفوظ از هوا، ترجیحاً در تاریکی یا در ظروف فلزی نگهداری شوند. اگرچه دی‌اتیل اتر اغلب در یخچال نگهداری می‌شود (ضد انفجار بودن) ولی هیچ مدرکی وجود ندارد که نگهداری در یخچال از تشکیل پراکسیدها جلوگیری کند. علاوه بر این، نشت آن می‌تواند باعث ایجاد مخلوط‌های انفجاری حتی در یخچال شود؛ زیرا نقطه اشتعال اتیل اتر ۴۵- درجه سانتی‌گراد (۴۹- درجه فارنهایت) است.

### ث-۵- سایر مواد خطرناک

پس از کشف ماهیت سرطان‌زایی آزبست، سایر الیاف معدنی و سرامیکی برای سلامتی، مشکوک به خطر هستند. الیاف باید با احتیاط مورد استفاده قرار گیرند تا از استنشاق یا تماس آن‌ها با پوست جلوگیری شود.

بیشتر مواد سرامیکی برای بدن انسان بی‌اثر در نظر گرفته می‌شوند؛ اما ذرات زیر میکرون در ریه‌ها ممکن است باعث تحریک تنفسی شوند. هنگام کار با پودرهای ریز، محافظت صحیح تنفسی توصیه می‌شود. ماسک‌های پارچه‌ای برای کار با پودرهای بسیار ریز مناسب نیستند. برخی پودرها مانند  $\text{SiO}_2$  باعث بیماری‌های ریوی مانند سیلیکوزیس می‌شوند. ذرات  $\text{PbO}$  و  $\text{BeO}$  بسیار سمی بوده و باید با احتیاط زیادی از آن‌ها استفاده کرد. کار با پودرها باید در زیر هود انجام شود تا آزمایشگاه آلوده نشود. الزامات خاص برای هر پودر به طور کلی در MSDS آن ذکر شده است. برخی از پودرهای ریز، پیروفوریک هستند و ممکن است هنگام پراکندگی در هوا منفجر شوند.



## منابع

- [1] University Department of Materials science and Engineering - PennState, Laboratory Safety Manual, 2016.
- [2] Georgia Institute of Technology, Laboratory Safety Manual, 2018.
- [3] McGill University, Laboratory Safety Manual, 2021.
- [4] The University of Tennessee Chattanooga, Laboratory Safety Manual, 2019.
- [5] Iowa State University, MSE Laboratory Safety Manual.
- [6] Montana State University, Laboratory Safety Manual, 2016.
- [7] Victoria State Government - Health Department, Poisons Control Plan, n.d.
- [۸] دانشگاه صنعتی سهند- دانشکده مهندسی مواد, دستورالعمل ایمنی آزمایشگاه‌های انجماد فلزات، عملیات حرارتی و ریخته‌گری
- [9] John Hapkins University, Chemical Gloves.
- [10] Safety signs according to EN ISO 7010, (n.d.). [www.bradyeurope.com](http://www.bradyeurope.com) (accessed April 17, 2022).