



دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی و درمانی بابل

گروه میکروبی شناسی

کتابچه اصول ایمنی زیستی در آزمایشگاه میکروبی شناسی

گردآورندگان:

دکتر اباذر پورنجف

عضو هیئت علمی گروه میکروبی شناسی

مقداد باقری

کارشناس آزمایشگاه میکروبی شناسی

با مقدمه و تحت نظر:

دکتر یوسف یحیی پور

عضو هیئت علمی و مدیر گروه میکروبی شناسی

حق چاپ این اثر برای دانشگاه علوم پزشکی بابل محفوظ می باشد

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

لطفا مقدمه و فهرست مطالب اضافه شود

فصل اول

آیین‌نامه اصول طراحی و ایمنی آزمایشگاه
مصوب شورای عالی حفاظت فنی

این آئین‌نامه مشتمل بر ۱۳۲ ماده می‌باشد و به استناد مواد ۸۵ و ۹۱ قانون کار جمهوری اسلامی ایران تدوین و در جلسه مورخ ۸۵/۳/۲۱ شورای عالی حفاظت فنی مورد بررسی نهایی و تصویب قرار گرفت. در تاریخ ۸۵/۱۱/۲۵ به تصویب رسید و پس از درج در روزنامه رسمی کشور، در سراسر ایران قابل اجرا است.

ساختمان و انبار آزمایشگاه

ماده ۱: اتاق‌ها و محل کار آزمایشگاهی، باید حداقل ۳ متر از کف تا سقف ارتفاع داشته و فضای مفید باید برای هر نفر از ۱۲ مترمکعب کمتر نباشد.

تبصره- در آزمایشگاه‌هایی که ارتفاع هر طبقه از ۴ متر بیشتر باشد برای محاسبه حجم لازم فقط تا ارتفاع ۴ متر منظور می‌گردد.

ماده ۲: در فضای آزمایشگاه نصب تجهیزات و یا قرار دادن اشیاء و محصولات نباید مزاحمتی برای عبور و مرور یا کار کارکنان ایجاد نماید و در اطراف هر دستگاه باید فضای کافی برای انجام آزمایش، نظافت و در صورت لزوم اصلاحات و تعمیرات منظور شود.

ماده ۳: کف اتاق‌ها و قسمت‌هایی که محل عبور یا حمل و نقل مواد است باید صاف و هموار بوده و عاری از حفره و سوراخ، برآمدگی ناشی از پوشش بی‌تناسب مجاری، پیچ و مهره ولوله، دریچه یا برجستگی و هرگونه مانعی که ممکن است موجب گیر کردن و یا لغزیدن اشخاص شود باشد.

ماده ۴: کف، دیوار و سقف آزمایشگاه و انبار باید قابل شستشو بوده و در موارد ریخته شدن مایعات باید کف دارای شیب کافی باشد تا مواد به طرف مجاری فاضلاب هدایت گردد.

ماده ۵: جنس لوله‌های فاضلاب آزمایشگاهی باید از نوع مقاوم در برابر اسیدها و بازها باشد.

ماده ۶: دیوار اتاق‌های آزمایشگاه باید حداقل از کف تا ارتفاع ۱/۶۰ متر قابل شستشو بوده و از نفوذ آب و رطوبت جلوگیری کند.

ماده ۷: در احداث ساختمان آزمایشگاه شرایط جوی و اقلیمی مدنظر قرار گیرد و از مصالح نسوز و ضد حریق استفاده شود.

ماده ۸: برای هر اتاق دو در خروجی تعبیه شود و درها به طرف بیرون اتاق باز شده و به‌طور خودکار بسته گردد، بدون منفذ باشد و در هنگام کار کارکنان قفل نگردد.

ماده ۹: تهویه محل کار در هر حالت باید طوری باشد که کارکنان آزمایشگاه همیشه هوای سالم تنفس نمایند و همواره آلاینده‌های شیمیایی به‌طور مؤثر به خارج از محیط هدایت شوند.

ماده ۱۰: شرایط جوی و نور در هر انبار و آزمایشگاه باید متناسب با نوع فعالیت و مواد آن بوده و مجهز به روشنایی اضطراری باشد.

ماده ۱۱: پلکان، نردبان و نرده‌های حفاظتی در ساختمان آزمایشگاه و انبار می‌بایست بر اساس آئین‌نامه‌های حفاظت و بهداشت کار احداث گردد.

ماده ۱۲: دستگاه‌های شستشوی خودکار اضطراری برای چشم، دست و بدن باید در دسترس کارکنان قرار گیرد.

ماده ۱۳: درهای آزمایشگاه و انبار باید دارای قفل و کلید مجزا بوده و فقط افراد صلاحیت‌دار مجاز به ورود باشند.

ماده ۱۴: در هر آزمایشگاه و انبار باید لوازم اعلام و اطفاء حریق سیار و ثابت متناسب با نوع کار نصب گردد.

ماده ۱۵: لوازم آتش‌نشانی و کمک‌های اولیه در محل‌های مناسب، مشخص و در دسترس کارکنان نصب گردد.

ماده ۱۶: کلیه آزمایشگاه‌ها باید دارای وسایل و تجهیزات کافی جهت پیشگیری و مبارزه با آتش‌سوزی بوده و در تمام ساعات شبانه‌روز اشخاصی که از آموزش لازم برخوردار بوده و به طریقه صحیح کاربرد وسایل و تجهیزات مربوطه آشنا می‌باشند در آزمایشگاه حضور یابند. ضمناً کارکنان آزمایشگاه نیز باید آموزش‌های لازم اطفاء حریق را دیده باشند.

ماده ۱۷: در واحدهایی که مرکز آتش‌نشانی و اورژانس وجود دارد آزمایشگاه و انبار باید وسیله ارتباطی مانند یک تلفن اضطراری مستقیم با مرکز مزبور را در اختیار داشته باشد.

ماده ۱۸: نصب یک نقشه یا طرح^۱ در آزمایشگاه که به‌طور واضح آشکارکننده موارد زیر باشد:

– نقشه فیزیکی اتاق‌ها، راهروها و مسیرهای ورودی و خروجی

– ابعاد اتاق

– محل ورود و خروجی‌های اضطراری

¹ Floor plan

– محل تجهیزات و لوازم ایمنی و آتش‌نشانی و جعبه کمک‌های اولیه، تلفن اضطراری و ...

– محل تهویه، دستگاه‌های گرمایشی و سرمایشی

– محل نگهداری مواد شیمیایی و خطرناک

ماده ۱۹: شبکه‌های تأسیساتی از آزمایشگاه شامل آب، گاز، فاضلاب و برق به شکلی طراحی شده باشند که دارای بالاترین ضریب ایمنی باشند ضمناً نقشه‌های تأسیساتی مربوطه در محل مناسبی نگهداری شود.

ماده ۲۰: سیم‌کشی برق حتی‌الامکان ساده و کلیه سیم‌های برق به‌طور مناسب عایق و در کانال قرار گرفته و تعقیب مسیر آن آسان و دارای نقشه باشد.

ماده ۲۱: در کلیه آزمایشگاه‌ها باید رختکن و سرویس بهداشتی در محل مناسب وجود داشته باشد.

ماده ۲۲: محل خوردن و آشامیدن باید خارج از محیط آزمایشگاه باشد.

ماده ۲۳: ساختمان آزمایشگاه باید به صورتی مناسب از فضای اداری تفکیک شده باشد.

ماده ۲۴: تجهیزات محافظت از تابش اشعه خورشید باید در قسمت خارجی پنجره‌ها نصب گردد.

ماده ۲۵: اگر آزمایشگاه دارای پنجره‌هایی است که باز می‌شوند یا دارای سایر منافذ می‌باشد باید برای جلوگیری از نفوذ آب، گردوغبار و سایر عوامل جوی مجهز به حفاظتی مناسب بوده و لبه پنجره‌ها نیز دارای شیب مناسب باشد.

ماده ۲۶: کف، دیوار و سقف آزمایشگاه باید قابل شستشو بوده و الزاماً بدون زاویه و در مقابل مواد شیمیایی و ضدعفونی‌کننده‌ها مقاوم باشد.

ماده ۲۷: درها باید دارای سطوحی صاف، غیر جاذب، قابل شستشو و مقاوم در برابر مواد شیمیایی باشند.

ماده ۲۸: میزهای کار آزمایشگاهی باید از وسعت مناسب برخوردار بوده و مجهز به شیر خلاء، شیر گاز، شیر هوا، شیر آب (سرد و گرم)، فاضلاب و پریر برق ایمن باشند.

ماده ۲۹: سطوح میز کار آزمایشگاهی باید قابل شستشو، یکپارچه و مقاوم به مواد شیمیایی و حرارت باشند.

- ماده ۳۰: شستشوی روپوش‌های آزمایشگاهی باید در محل کار انجام گیرد.
- ماده ۳۱: آزمایشگاه‌های بیولوژیک باید مجهز به سیستم شستشوی اتوماتیک دست باشد و نزدیک در خروجی آزمایشگاه تعبیه گردد.
- ماده ۳۲: ساختمان و طبقات نگهدارنده در انبارهای مواد شیمیایی باید از مصالح نسوز و مقاوم ساخته شود و انبار جداگانه‌ای به مواد شیمیایی قابل اشتعال و انفجار اختصاص یابد.
- ماده ۳۳: آزمایشگاه و انبار باید مجهز به تجهیزات تهویه عمومی و در صورت لزوم تهویه موضعی ضد جرقه باشد.
- ماده ۳۴: انبار آزمایشگاه باید کمترین در و پنجره را داشته و در صورت لزوم از پنجره با شیشه مات و مقاوم در برابر شکستگی استفاده شود.
- ماده ۳۵: کف انبار می‌بایست صاف و بالاتر از سطح زمین اطراف آن بوده و لغزنده نباشد.
- ماده ۳۶: انبار و آزمایشگاه باید ضمن دسترسی آسان، مجزا باشند تا از انتقال خطرات احتمالی به یکدیگر جلوگیری به عمل آید.
- ماده ۳۷: قفسه‌بندی و نحوه چیدمان باید به گونه‌ای باشد که فضای مناسب جهت دسترسی آسان و حمل و نقل ایمن فراهم گردد.
- ماده ۳۸: سیستم الکتریکی می‌بایست ضد جرقه در نظر گرفته شود و حتماً مجهز به سیستم اتصال به زمین باشد.
- ماده ۳۹: محل استقرار کارکنان انبار باید در محلی مناسب و مشرف به انبار و مجزا از محوطه انبار باشد.
- ماده ۴۰: محل نگهداری حیوانات آزمایشگاهی باید مجزا از سایر آزمایشگاه‌ها بوده و کف و دیوارهای آن قابل شستشو باشد.
- ماده ۴۱: محل نگهداری حیوانات آزمایشگاهی باید از سیستم تهویه قوی برخوردار باشد.
- ماده ۴۲: محل نگهداری حیوانات آزمایشگاهی باید مجهز به دوش شستشو بوده و کارکنان این بخش دارای کفش، دستکش و لباس کار مناسب باشند و به هنگام ورود و خروج کف کفش‌ها ضد عفونی گردد.
- خطرات فیزیکی

ماده ۴۳: هنگام کار با تجهیزات گرمازا و اجسام داغ باید همواره از ابزار و پوشش مناسب و مقاوم در برابر گرما استفاده گردد.

ماده ۴۴: برای کار طولانی مدت در محیط‌های سرد باید از پوشش‌های مناسب و گرم استفاده گردد.

ماده ۴۵: در کار با تجهیزات سرمازا و اجسام سرد همواره می‌بایست از دستکش‌های عایق به منظور حفاظت از دست‌ها و بازوها استفاده گردد.

ماده ۴۶: هنگام کار با نیتروژن مایع همواره از پوشش‌های حفاظتی از قبیل دستکش، حفاظ صورت و چکمه مناسب استفاده گردد.

ماده ۴۷: به منظور پیشگیری از صدمات ناشی از سرما، درهای ورود و خروج سردخانه‌ها باید به اهرم‌هایی که از داخل قابلیت باز شدن دارند مجهز شوند.

ماده ۴۸: کلیه تجهیزات سرمازا و سردخانه‌ها باید به سیستم‌های هشداردهنده دستی و اتوماتیک مجهز باشند.

ماده ۴۹: به منظور کار در محیط‌هایی که سروصدای بالاتر از حد مجاز دارند باید از گوشی‌های مناسب حفاظتی استفاده گردد.

ماده ۵۰: دستگاه‌هایی که سروصدای زیاد ایجاد می‌کنند همواره باید توسط عایق صوتی مناسب مهار گردند.

ماده ۵۱: تنظیم، نگهداری و سرویس مستمر دستگاه‌ها به منظور جلوگیری از تشدید سروصدا در محیط الزامی است.

ماده ۵۲: تجهیزات و لوازمی که به سیستم خلأ متصل هستند برای جلوگیری از پرتاب شدن باید به نحو صحیح مهار گردند.

ماده ۵۳: در آزمایشگاه‌هایی که با مواد رادیواکتیو کار می‌کنند رعایت کلیه موازین و مقررات انتشاریافته از سوی سازمان انرژی اتمی ایران ضروری می‌باشد.

ماده ۵۴: کلیه افرادی که به نوعی در معرض تشعشعات زیان‌آور می‌باشند باید همواره به وسایل حفاظت فردی متناسب با نوع اشعه و فیلم مجهز گردند.

ماده ۵۵: جهت کاهش مواجهه با مواد رادیواکتیو در آزمایشگاه‌ها باید از تکنیک‌های علمی و عملی مناسب استفاده گردد.

ماده ۵۶: انبارداری، حمل‌ونقل و دفع ضایعات مواد رادیواکتیو باید ایمن بوده و از بروز هرگونه انتشار جلوگیری گردد.

ماده ۵۷: در محل‌هایی که از مواد رادیواکتیو استفاده می‌گردد نصب علائم هشداردهنده الزامی است.

ماده ۵۸: به هنگام استفاده از لیزر، باید از وسایل حفاظتی چشم و پوست متناسب با نوع لیزر و انرژی آن استفاده شود.

ماده ۵۹: دسترسی به آزمایشگاه‌ها مخصوصاً در زمان کار با لیزر باید محدود گردد.

ماده ۶۰: در هنگام کار با لیزر بایستی برای کلیه خطرات الکتریکی، انفجار، آتش‌سوزی خطرات ناشی از کار با گازهای فشرده، مایعات برودتی، فیلم‌های سمی و مواد رادیواکتیویته تدابیری اتخاذ گردد.

ماده ۶۱: بازدید از اجزاء مختلف دستگاه‌ها از جمله میکروویو به لحاظ حصول اطمینان از نظر عدم نشتی الزامی است.

ماده ۶۲: هنگام کار در محیط آزمایشگاه باید حتماً لامپ UV خاموش باشد.

ماده ۶۳: کلیه تجهیزات برقی سیار و ثابت باید به نحو مناسب به سیستم اتصال به زمین مجهز گردند.

ماده ۶۴: کلیه ادوات و ابزار انتقال برق نظیر کابل‌ها و اتصالات مربوطه باید سالم و پوشش عایق داشته باشد.

ماده ۶۵: حتی‌الامکان سعی شود از سیم‌های رابط برای انتقال برق استفاده نگردد.

ماده ۶۶: تجهیزات معیوب با علائم هشداردهنده مشخص گردیده و توسط افراد آگاه و متخصص رفع نقص شود.

ماده ۶۷: در محیط‌های مرطوب به‌جز وسایل الکتریکی ضد آب استفاده از دیگر وسایل الکتریکی ممنوع می‌باشد.

ماده ۶۸: در محل‌هایی که احتمال وجود گازهای قابل اشتعال و انفجار وجود دارد استفاده از ادوات برقی ضد جرقه الزامی است.

ماده ۶۹: کلیه تابلوهای برق باید در محل مناسب استقرار یافته و مجهز به کفپوش عایق در پیرامون آن باشد و در مواقع اضطراری فقط توسط افراد ذیصلاح کنترل گردد.

ماده ۷۰: در آتش‌سوزی‌های ناشی از برق فقط از دی‌اکسید کربن (CO_2) و یا خاموش‌کننده‌های شیمیایی خشک استفاده گردد.

ماده ۷۱: سیلندرهای گاز اعم از پر یا خالی باید در محل مناسب و به حالت عمودی با استفاده از تسمه، زنجیر یا بست به‌طور ایمن مهار گردند.

ماده ۷۲: به هنگام جابجایی سیلندرهای گاز باید رگلاتور از شیر جدا شده و توسط درپوش محافظت گردند.

ماده ۷۳: برای حمل سیلندرهای گاز باید از چرخ‌دستی‌های مناسب استفاده گردد.

ماده ۷۴: رنگ بدنه سیلندر گاز بایستی بر اساس استاندارد و متناسب با نوع گاز داخلی آن بوده و برچسب شناسایی نوع گاز روی آن نصب گردد.

خطرات شیمیایی

ماده ۷۵: کلیه مواد شیمیایی باید برچسب‌های اطلاعاتی لازم را داشته باشند.

ماده ۷۶: اطلاعات ایمنی مواد (MSDS)^۲ برای کلیه مواد شیمیایی باید در دسترس باشد.

ماده ۷۷: جابجایی و حمل و نقل مواد شیمیایی باید مطابق با دستورالعمل‌ها انجام گیرد.

ماده ۷۸: از انباشتن مواد شیمیایی مازاد در آزمایشگاه خودداری شود.

ماده ۷۹: ظروف مواد شیمیایی باید در مکان‌هایی نگهداری گردد که احتمال برخورد افراد با آن‌ها وجود نداشته باشد.

ماده ۸۰: مواد شیمیایی باید دور از منابع حرارت و نور مستقیم خورشید قرار گیرند.

ماده ۸۱: از قفسه‌بندی‌های ضدزنگ و مقاوم به مواد شیمیایی با لبه‌های حفاظتی و قدرت تحمل بار کافی با اتصالات مناسب استفاده گردد.

² Material Safety Data Sheet

ماده ۸۲: مواد قابل اشتعال و خورنده باید در کابینت‌های مخصوص ضد اشتعال و خوردگی و مجهز به سیستم تهویه مناسب و دور از مواد اکسید کنند نگهداری گردند.

ماده ۸۳: اسیدهای اکسیدکننده باید از اسیدهای آلی جداگانه نگهداری شوند.

ماده ۸۴: اسیدها باید جدا از قلیاها، سیانیدها و سولفیدها نگهداری شوند.

ماده ۸۵: قلیاها باید در جای خشک نگهداری گردند.

ماده ۸۶: مواد واکنش‌پذیر باید دور از حرارت، ضربه و اصطکاک نگهداری گردند.

ماده ۸۷: گازهای فشرده اکسیدکننده و غیر اکسیدکننده به‌طور مجزا نگهداری شوند.

ماده ۸۸: مواد سمی در محل‌های مناسب و با تهویه موضعی نگهداری شوند.

ماده ۸۹: مواد جامد غیر فرار و غیر واکنش‌پذیر در کابینت‌ها یا قفسه‌های باز لبه‌دار، نگهداری گردند.

ماده ۹۰: مایعات یا مواد خطرناک نباید در قفسه‌هایی که بالاتر از سطح چشم هستند نگهداری شوند.

ماده ۹۱: جهت برخورد با ریختگی‌های شیمیایی باید دستورالعمل خاصی وجود داشته و لوازم و تجهیزات لازم شامل پوشش‌های حفاظتی چشم، پوست و سیستم تنفسی، دستکش مقاوم به مواد شیمیایی، ماده جاذب یا خنثی‌کننده، کیسه پلاستیکی و جاروب و خاک‌انداز موجود باشد.

ماده ۹۲: پسماندهای حلال‌های شیمیایی باید مطابق دستورالعمل‌ها تفکیک و در ظروف مناسب و مقاوم به نشت و دارای برچسب مواد شیمیایی جمع‌آوری شده و دور از حرارت، جرقه، شعله و نور مستقیم خورشید و در محلی با تهویه مناسب نگهداری گردند.

خطرات بیولوژیک

ماده ۹۳: محل آزمایشگاه بیولوژیک باید دور از سایر آزمایشگاه‌ها و فضای اداری باشد.

ماده ۹۴: تردد افراد ذیصلاح به آزمایشگاه‌های بیولوژیک ممنوع می‌باشد.

ماده ۹۵: از علائم هشداردهنده مناسب استفاده گردد.

ماده ۹۶: دستگاه‌های ضد عفونی‌کننده نظیر اتوکلاو باید در نزدیک‌ترین محل دسترسی آزمایشگاه قرار گیرند.

ماده ۹۷: استفاده از هودهای بیولوژیک برای کنترل عملیاتی که به نحوی ذرات معلق ایجاد می‌نمایند ضروری بوده و باید به‌طور مستمر سرویس گردند.

ماده ۹۸: جهت جلوگیری از انتشار و کنترل آلودگی در شرایط اضطراری، برنامه سیستماتیک تدوین‌شده و در دسترس باشد.

ماده ۹۹: برای جلوگیری از انتشار آلودگی در محیط، لوله‌های مکنده که در رابطه با عوامل عفونی مورد استفاده قرار می‌گیرند باید به فیلترهای مناسب مجهز گردند.

ماده ۱۰۰: در فعالیت‌های بیولوژیک روپوش‌های آزمایشگاهی باید فقط در محیط آزمایشگاه مورد استفاده قرار گیرند.

ماده ۱۰۱: رفع هرگونه آلودگی بیولوژیک باید فقط توسط افراد ذیصلاح صورت گیرد.

ماده ۱۰۲: کلیه کارکنان آزمایشگاه باید برحسب نوع کار از مراقبت‌های پزشکی و واکسیناسیون برخوردار گردند.

ماده ۱۰۳: در هر آزمایشگاه بیولوژیک باید یک کابینت مخصوص شامل ماده ضدعفونی‌کننده، پنس، حوله کاغذی، سوپ، دستکش یک‌بارمصرف، خاک‌انداز قابل اتوکلاو کردن، ماسک، پوشش کفش و لباس محافظ وجود داشته باشد.

ماده ۱۰۴: ضایعات بیولوژیک باید در ظروف دردار مناسب جمع‌آوری، برچسب‌گذاری و به نحو مناسب آلودگی‌زدایی گردیده و سریعاً از محیط آزمایشگاه خارج‌شده و تا زمان دفع در محل ایمن نگهداری گردد.

ماده ۱۰۵: کلید لامپ UV باید در خارج از اتاق بوده و دارای لامپ هشداردهنده جهت اطلاع از روشن بودن لامپ UV باشد.

ماده ۱۰۶: حمل‌ونقل نمونه‌های بیولوژیک باید در ظروف ایمن و فاقد نشتی با برچسب مشخصات انجام گردد.

ماده ۱۰۷: در محل دستشویی‌ها باید صابون، مواد ضدعفونی‌کننده، برس‌های مخصوص ناخن و حوله‌های یک‌بارمصرف فراهم گردد.

ایمنی تجهیزات

- ماده ۱۰۸: قبل از استفاده از تجهیزات و دستگاه‌های آزمایشگاهی بایستی افراد در خصوص بهره‌برداری ایمن و بهینه، آموزش‌های لازم را از طریق مراجع ذیصلاح کسب نمایند.
- ماده ۱۰۹: نگهداری و سرویس دوره‌ای برای کلیه تجهیزات باید انجام گیرد.
- ماده ۱۱۰: قبل از سرویس و تعمیر، باید آلودگی‌زدایی دقیق از کلیه دستگاه‌ها به عمل آید.
- ماده ۱۱۱: کلیه دستگاه‌ها باید به‌صورت دوره‌ای توسط افراد ذیصلاح کالیبره گردند.
- ماده ۱۱۲: کلیه تجهیزات گرم‌زای آزمایشگاهی باید مجهز به ترموستات، فیوزهای پشتیبان در موارد لزوم درهای قفل شونده و همچنین عایق حرارتی مناسب باشند.
- ماده ۱۱۳: کلیه سیستم‌های حرارت زایی که در روند کاری تولید گاز می‌نمایند باید جهت تخلیه گازهای ایجادشده مجهز به سیستم تهویه مناسب بوده و یا داخل هود قرار بگیرند.
- ماده ۱۱۴: وسایل گرم‌زای می‌بایست در فاصله مناسب از دتکتورهای حرارتی قرار گیرند.
- ماده ۱۱۵: محل استقرار دستگاه اتوکلاو حتی‌المقدور توسط اتاقکی از سایر تجهیزات آزمایشگاه مجزا گردد.
- ماده ۱۱۶: قفل، فشارسنج و دماسنج اتوکلاو باید روزانه کنترل شود و از قرار دادن مواد شیمیایی و آتش‌زا در آن خودداری گردد.
- ماده ۱۱۷: کلیه دستگاه‌های گرم‌زای باید در مکان مقاوم به حرارت و دور از تجهیزات حساس به حرارت قرار گیرند.
- ماده ۱۱۸: انواع سانتریفوژها، مخلوط‌کن‌ها و لیوفیلایزرها به هنگام استفاده از مواد بیولوژیک و حلال‌های آلی باید زیر هود مناسب قرار گیرند.
- ماده ۱۱۹: هنگام به کار بردن لیوفیلایزر استفاده از اتصالات O-Ring و فیلترهای هوا برای لوله‌های خلأ الزامی است.
- لوله‌های شیشه‌ای خلأ باید کنترل گردند. تا معیوب نباشند. برای تعویض لوازم شیشه‌ای دستگاه باید از قطعات مخصوص خلأ استفاده شود.
- ماده ۱۲۰: الزاماً از لوله‌های درب‌دار در سانتریفوژها استفاده گردد.

ماده ۱۲۱: در صورت شکستن لوله‌ها در داخل سانتریفوژ باید قسمت‌های داخلی دستگاه با روش و ابزار مناسب پاک‌سازی و ضدعفونی گردد.

ماده ۱۲۲: بدنه تانک الکتروفورز باید فاقد هرگونه شکاف و نشستی باشد.

ماده ۱۲۳: بر روی دستگاه الکتروفورز باید علائم هشداردهنده ویژه ولتاژ بالا نصب گردد.

ماده ۱۲۴: لوازم شیشه‌ای باید قبل از استفاده، از نظر وجود شکستگی و ترک مورد بازرسی قرار گیرند.

ماده ۱۲۵: لوازم شیشه‌ای شکسته یا غیرقابل استفاده باید در محفظه‌ای مجزا و مقاوم جمع‌آوری شوند.

ارگونومی

ماده ۱۲۶: فضای کار به لحاظ ارگونومی به نحوی طراحی شده باشد که باعث خستگی مفرط افراد در حین کار نگردد.

ماده ۱۲۷: ایجاد سیستم اتوماسیون در آزمایشگاه برای جلوگیری از حرکات تکراری الزامی است.

ماده ۱۲۸: برای جلوگیری از عوارض ارگونومیک باید مواد، امکانات، ابزارآلات و تجهیزات به نحو مناسب در دسترس باشند.

ماده ۱۲۹: ابزارآلات معیوب و غیراستاندارد نباید مورد استفاده قرار گیرند.

ماده ۱۳۰: صفحات نمایشگر باید هم‌سطح چشم بوده و از نظر درخشندگی قابل تنظیم باشند.

ماده ۱۳۱: از صندلی‌هایی که مطابق اصول ارگونومیک طراحی شده استفاده گردد.

ماده ۱۳۲: این آئین‌نامه مشتمل بر ۱۳۲ ماده می‌باشد و به استناد مواد ۸۵ و ۹۱ قانون کار جمهوری اسلامی ایران تدوین و در جلسه مورخ ۸۵/۳/۲۱ شورای عالی حفاظت فنی مورد بررسی نهایی و تصویب قرار گرفت. در تاریخ ۸۵/۱۱/۲۵ به تصویب رسید و پس از درج در روزنامه رسمی کشور، در سراسر ایران قابل اجرا است.

فصل دوم

الزامات ایمنی موردنیاز در

آزمایشگاه

کابینت‌های ایمن آزمایشگاهی و کارگاهی

نگهداری درست و مناسب مواد شیمیایی در آزمایشگاه از اهمیت بسزایی برخوردار است. بسیار از حوادث رخ داده در آزمایشگاه‌ها همچون انفجار یا آتش‌سوزی اغلب از عدم توجه به نکات ویژه در خصوص قوانین و نگهداری مواد شیمیایی ناشی می‌شود. برای نگهداری درست مواد شیمیایی در آزمایشگاه، ابتدا باید نکات ویژه در ارتباط با ایمنی حمل و نگهداری آن‌ها تهیه و گردآوری گردد، سپس با توجه به قواعد و شرایط استاندارد جهانی و رعایت کامل توصیه‌های ایمنی، نسبت به نگهداری آن‌ها در انبار یا آزمایشگاه اقدام کرد. در نگهداری مواد شیمیایی باید به شرایط محل نگهداری، شیوه مرتباً کردن مواد شیمیایی، ظروف نگهداری و نیز برخی توصیه‌ها توجه کرد. کابینت نگهداری مواد شیمیایی از جمله ضروری‌ترین وسایلی است که لزوم آن در آزمایشگاه‌ها غیرقابل انکار است.

برای نگهداری مواد در محیط آزمایشگاهی به‌صورت ایمن از قفسه‌های معمولی و کابینت ایمنی^۳ استفاده می‌گردد. برای نگهداری ایمن مواد آزمایشگاهی در قفسه‌ها و جعبه‌ها توجه به نکات زیر در خصوص قفسه‌های معمولی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است که عبارتند از:

- ۱- محل نصب کابینت‌ها نباید مزاحمتی برای رفت‌وآمد و انجام کارهای روزانه ایجاد نماید.
- ۲- قفسه‌ها باید تحمل وزن مواد شیمیایی را داشته باشند.
- ۳- تمام ظروف نگهداری شده در داخل کابینت باید به‌طور صحیح و واضح برچسب‌گذاری شوند.
- ۴- مواد ناسازگار باید به‌صورت مجزا نگهداری شوند.
- ۵- مقدار مواد خطرناک موجود در کابینت‌ها نباید زیاد باشد و مقدار اضافی این قبیل مواد باید خارج از محیط آزمایشگاه نگهداری شود.
- ۶- مواد باید به‌صورت منظم در قفسه‌ها و کابینت‌های مخصوص نگهداری شوند.

³ Safety storage cabinets

۷- به زمان باز کردن درب ظروف و تاریخ انقضای آنها توجه شود.

۸- مواد شیمیایی نباید زیر سینک نگهداری شوند، زیرا امکان نشت ماده شیمیایی وجود درد و بعضی از مواد در محیط مرطوب دچار واکنش می‌شوند.

۹- ظروف شکستنی بخصوص ظروف نگهداری مایعات باید در پایین‌ترین ارتفاع نگهداری شوند.

۱۰- ارتفاع قفسه‌ها نباید به گونه‌ای باشد که برداشتن یا گذاشتن مواد در جایگاه مشکل باشد. مواد سبک و کم‌کاربرد در قفسه‌های بالاتر نگهداری شود و بالعکس.

آشنایی با علائم هشداردهنده در آزمایشگاه:

۱- علائم هشداردهنده شیمیایی

۲- علائم هشداردهنده بیولوژیک

۳- علائم هشداردهنده رادیواکتیو

۴- علائم هشداردهنده الکتریکی

توضیح علائم روی بسته مواد

E (Explosive) درجایی غیر از انبار مواد نگهداری شود (قابل انفجار)

O (Oxidizing- Fire Promoting) (اکسیدکننده - قابل اشتعال) تماس با مواد قابل اشتعال به حداقل برسد.

+T (Very toxic) بسیار سمی (تماس با بدن به هر شکلی محدود شود) (رعایت حداکثر موارد ایمنی)

T (Toxic) سمی

Xn (Harmful) (مضر) نباید با دست تماس پیدا کند.

F+ (Extremely flammable) (بشدت قابل اشتعال) در دمای زیر صفر نگهداری شود.

F (Highly flammable) نگهداری در دمای زیر ۲۱ درجه سانتی‌گراد

C (Corrosive) (خورنده) از تماس با کلیه سطوح بدن جلوگیری شود.

Xi (irritant) کم‌خطرترین

مواد شیمیایی را از لحاظ سمیت و زیان می‌توان به یکی از چهار دسته زیر تقسیم کرد:

مواد با زیان بسیار زیاد: شامل مواد سرطان‌زا، جهش‌زایا مسموم‌کننده در تولیدمثل و حساسیت‌زاهای تنفسی

مواد با زیان زیاد: مواد بسیار سمی، مولد سوزاننده و حساسیت‌زاهای پوستی

مواد با زیان متوسط: مواد مضر، مواد محرک و سوزش‌آور

مواد با زیان کم: موادی که به‌عنوان مواد خطرناک شناخته نمی‌شوند.

علائم ایمنی هشداردهنده^۴ در آزمایشگاه:

علائم هشداردهنده، نمادهای شناخته‌شده‌ای هستند که برای اعلان دادن به افراد درباره مواد شیمیایی، مکان‌ها، اجسام و هر آنچه در فضای آزمایشگاهی در جریان است، طراحی شده‌اند. این علائم به‌وسیله سازمان استاندارد جهانی تعریف و ارائه می‌گردد.

⁴ Warning safety signs

				
اکسیدکننده (O)	آتشگیر (F)	به شدت آتشگیر (F+)	سمی (T)	خیلی سمی (T+)
				
مضر (Xi)	سوزش آور (Xi)	خورنده (C)	منفجره (E)	خطرناک برای محیط زیست (N)



















این علائم قبلاً نشانه‌های رسمی در اروپا بودند که به تدریج جایشان را به نشانه‌هایی با سه رنگ قرمز، سبز و زرد داده‌اند. به جز موارد فوق، گاهی از علائم عددی نیز برای بیان ویژگی‌های مواد شیمیایی استفاده می‌شد؛ مثلاً برای گازوئیل این نشانه را استفاده می‌کردند:



به معنای اینکه ماده موردنظر، گازوئیل (۱۲۰۳) و به شدت آتشگیر (۳۳) است.

همان‌طور که می‌دانید، آلمان یکی از کشورهای برتر دنیا در زمینه‌ی علم شیمی است. هر محصول شیمیایی و پلیمری در این کشور حتماً باید استانداردهای لازم را کسب کند (روی پوشش بسیاری از مواد شیمیایی اصل، حتماً به زبان آلمانی توضیحاتی وجود دارد).

در گذشته، این کشور علائم هشدار خاص خود را داشت:

 سمی	 سوزش آور	 اکسیدکننده	 آتشگیر	 خورنده
 تابش یونشگر	 تابش لیزر	 تابش الکترومغناطیس	 تابش نور	 بخار منفجره
 سرما	 سطح داغ	 سیلندر گاز	 باتری های پرخطر	 خطر برق
 خطر بالقوه	 میدان مغناطیسی	 خطر زیستی		

در کشور آمریکا نیز از علائم هشداردهنده که دارای استاندارد NFPA 704 بودند استفاده می‌شد؛ به این معنی که تمام اطلاعات لازم در مورد یک ماده شیمیایی، به شکل کامل در قالب یک لوزی ۴ رنگی طراحی می‌گشت.

در هر کدام از این لوزی‌ها می‌توانست یک عدد و یا یک علامت قرار بگیرد (البته هنوز هم در برخی آزمایشگاه‌ها، از این علامت به دلیل کارایی زیاد استفاده می‌شود).



رنگ قرمز نشانه‌ی میزان خطر آتش‌گیری، رنگ آبی نشانه میزان مضر بودن برای سلامتی انسان، رنگ زرد نشانه مقدار واکنش‌پذیری و در نهایت رنگ سفید به نشانه مقدار خطر ویژه (مقیاسی که با توجه به حجم گسترده آزمایش‌ها در کشور آمریکا انجام می‌گردد) معرفی می‌شود.

و سرانجام برای مواد پرتوزا، ۴ نشانه کلی تعریف‌شده که هم‌اکنون جزو علائم رسمی و معتبر در تمام کشورهای دنیا به حساب می‌آیند.

از آنجاکه مواد پرتوزا حتی به میزان خیلی کم دارای قدرت آسیب‌رسانی و تخریب بالایی هستند، حتماً با نشانه‌های متمایزی از علائم کلی آزمایشگاه جدا می‌شوند. می‌توانید این نشانه‌ها را در این تصویر مشاهده کنید:



(4)



(3)



(2)



(1)

هرکدام از این شکل‌ها به این صورت شناخته می‌شوند:

(۱) نماد زرد و ارغوانی پرتوی یونش گر مورد استفاده ایالات متحده آمریکا

(۲) نماد بین‌المللی پرتوی یونش گر



(۳) نمای پرتوی یونش گر ISO 21482


(۴) نماد آبی و ارغوانی پرتوی یونش گر (تا سال ۱۹۶۴ معتبر بود)

❖ به‌طور کلی امروزه علائم هشداردهنده و مفهوم آن‌ها در جدول زیر خلاصه‌شده است:

کد	مفهوم	علامت	علائم هشداردهنده شیمیایی
R34: ایجاد اثرات سوختگی	خورنده فلز	C	
R35: ایجاد اثرات شدید سوختگی			

R2: قابلیت انفجار در اثر ضربه	خطر انفجار	E	
R3: قابلیت انفجار آسان در اثر ضربه، آتش و یا دیگر منابع قابل اشتعال			
R12: شدیداً قابل اشتعال	قابلیت زیاد اشتعال	F+	
R11: قابلیت جزئی اشتعال	قابلیت کم اشتعال	F	
R15: آزاد کردن گازهایی باقابلیت زیاد اشتعال، در صورت تماس با آب R17: خودبه‌خود قابل اشتعال در معرض هوا			
R7: امکان ایجاد حریق	مواد آتش‌زا (اکسیدکننده)	O	
R8: خطر ایجاد حریق در صورت تماس با مواد قابل اشتعال R9: خطر انفجار در صورت ترکیب با مواد قابل اشتعال			
R26: بسیار سمی در صورت تنفس	بسیار سمی	T+	
R27: بسیار سمی در صورت تماس با پوست R28: بسیار سمی در صورت خوردن R39: بسیار سمی: خطر بسیار جدی ایجاد آسیب‌های جبران‌ناپذیر R39/26: بسیار سمی: خطر جدی ایجاد آسیب‌های جبران‌ناپذیر			
R23: سمی در صورت تنفس	سمی	T	
R24: سمی در صورت تماس با پوست R25: سمی در صورت خوردن R48: خطر آسیب‌های جدی برای سلامتی در			

صورت گذاشتن طولانی در فضای باز			
R42 : امکان بروز حساسیت در صورت تنفس	ایجاد حساسیت در صورت تنفس	Xn	
R20: مضر برای سلامتی در صورت تنفس			
R21: مضر برای سلامتی در صورت تماس با پوست			
R22: مضر برای سلامتی در صورت خوردن			
R45 : مضر برای سلامتی در صورت تنفس			
R40: مضر برای سلامتی در صورت تماس با پوست			
R48 : مضر برای سلامتی در صورت خوردن			
R43 : امکان بروز حساسیت در صورت تماس با پوست	ایجاد حساسیت در صورت تماس با پوست	Xi	
R36 : سوزش آورنده چشمها	(سوزش آور و تحریک کننده)		
R37 : تحریک کننده دستگاه تنفسی			
R38 : سوزش آورنده چشمها			
R41 : خطر آسیب جدی برای چشمها			
R50 : سمی برای موجودات زنده آبیها	خطرناک برای محیطزیست	N	
R51 : سمی برای موجودات زنده آبیها			
R54 : سمی برای گیاهان			
R55 : سمی برای جانوران			
R56 : سمی برای موجودات زنده خاک			
R57 : سمی برای زنبورها			
R58 : امکان بروز اثرات مضر طولانی مدت در محیطزیست			
R59 : خطرناک برای لایه ازن			
R52 : مضر برای موجودات زنده آبی			

<p>R53 : امکان بروز اثرات مضر طولانی مدت در محیط زیست آب</p>	<p>خطر بیولوژیک: R45 : امکان ایجاد سرطان سرطان‌زا از گروه 1+2</p>	T	
<p>R49 : امکان ایجاد سرطان در صورت تنفس</p>	<p>خطر بیولوژیک: R40 : خطر احتمالی آسیب‌های سرطان‌زا از گروه ۳ جبران‌ناپذیر</p>	Xn	
<p>R60 : امکان آسیب رسیدن به قدرت تولیدمثل</p>	<p>خطر بیولوژیک: R60 : خطر آسیب رسیدن به قدرت تولیدمثل</p>	T	
<p>R61 : امکان آسیب رسیدن به جنین انسان</p>	<p>خطر بیولوژیک: R62 : خطر آسیب رسیدن به قدرت تولیدمثل انسان</p>	Xn	
<p>R63 : خطر احتمالی آسیب رسیدن به جنین انسان</p>	<p>R63 : خطر احتمالی آسیب رسیدن به جنین انسان</p>		
<p>R40 : خطر احتمالی ایجاد آسیب‌های جبران‌ناپذیر</p>	<p>خطر برق رفتگی (علامت هشداردهنده الکتریکی)</p>		

خطر تشعشع (علامت هشداردهنده رادیواکتیو)



فصل سوم
نکات ایمنی کار
با برخی وسایل
آزمایشگاهی

میکرو پیپت

برای برداشتن حجم موردنظر خود توسط میکرو پیپت به نکات زیر توجه فرمایید:

- ۱- میکرو پیپت را به آرامی و با دقت بر روی حجم موردنظر تنظیم کنید.
- ۲- تیپ یک بار مصرف را به میکرو پیپت متصل نمایید بطوریکه از جایگیری درست و محکم آن مطمئن باشید.
- ۳- دکمه عملگر^۵ را تا اولین ایست^۶ آن فشار دهید.
- ۴- نوک تیپ را درست زیر سطح مایع ۲-۳ mm قرار دهید و دکمه عملگر را به آرامی و به طور یکنواخت آزاد کنید. میکرو پیپت را در طی کشیدن مایع عمود نگهدارید. در مورد مایعاتی که ویسکوزیته و دانسیته آنها با آب متفاوت می باشد. بهتر است که با پر و خالی کردن تیپ، درون آن را با آن مایع مرطوب نمایید.
- ۵- سرتیپ را به دقت از درون مایع بیرون آورده به کنار درون ظرف بکشید تا مقادیر اضافی به جدار بیرونی آن باقی نمانده باشد.
- ۶- مایع کشیده شده با فشار آرام دکمه عملگر تا اولین ایست خارج می شود. پس از توقف کوتاهی در اولین ایست، دکمه عملگر را تا دومین نقطه ایست فشار دهید تا از تخلیه کامل آن مطمئن شوید.
- ۷- هرگز از میکرو پیپت در خارج از محدود مشخص شده برای آن استفاده نکنید.

⁵ Operating Button

⁶ First stop

پیشنهاد می‌شود که در هنگام عدم استفاده از میکرو پیپت آن را در وضعیت عمودی نگهدارید.

برای تمیز کردن میکرو پیپت از آب یا اتانول ۷۰٪ و یکپارچه نرم یا دستمال بدون پرز استفاده کنید. پیشنهاد می‌شود که محل اتصال تیپ به میکرو پیپت به‌طور منظم تمیز شود. هرگز برای پاک کردن سطوح خارجی میکرو پیپت از مواردی نظیر گزیل یا سایر حلال‌های مواد پلاستیکی استفاده نکنید. مراقب باشید هنگام برداشتن مواد شیمیایی تنها تیپ با آن‌ها تماس یابد و خود میکرو پیپت آلوده نشود.

مایع نباید وارد میکرو پیپت شود؛ بنابراین هرگز هنگامی که تیپ حاوی مایع می‌باشد آن را سروته یا به‌طور افقی نگه ندارید.

همیشه حجم کشیده شده توسط میکرو پیپت را با چشم کنترل کنید تا مطمئن شوید حجم موردنظر شما کشیده شده است.

در هنگام کشیدن مواد با چگالی بالا مثل گلیسرول و تریتون، علاوه بر رعایت آرامش در کار، همیشه پس از آزادی کامل دکمه عملگر نوک تیپ را تا چند لحظه در مایع نگه‌دارید تا حجم موردنظر شما به‌طور کامل کشیده شود. در صورتی که نیاز به برداشتن حجم‌های بیشتری از این مواد باشد می‌توان برای سهولت کار، سرتیپ را چید. این مورد برای برداشتن سوسپانسیون‌هایی مثل سوسپانسیون سلولی نیز صادق است.

تا حد امکان از کشیدن مواد خورنده مثل اسید و بازهای قوی با استفاده از میکرو پیپت خودداری کنید؛ زیرا بخارات این مواد باعث خوردگی و زنگ زدن فنر میکرو پیپت می‌شود. بهتر است در این موارد از پیپت‌های شیشه‌ای استفاده شود. در صورت اجتناب‌ناپذیر بودن

استفاده از میکرو پیپت برای این مواد پیشنهاد می‌شود که پس از اتمام کار میکرو پیپت باز و پیستون و اجزای درونی آن شسته و تمیز گردد.

در صورت آلوده شدن میکرو پیپت به خون، فراورده‌های خونی یا سوسپانسیون میکروبی اگر میکرو پیپت قابل اتوکلاو کردن است از این روش استفاده کنید. در غیر صورت قسمت آلوده را با دقت از میکرو پیپت جدا کرده و به مدت یک ساعت در ساولن ۱۰٪ قرار داده پس از شستشو با آب به مدت ۱۰ دقیقه در ۱۰٪ SDS و پس از شستشوی مجدد با آب به مدت دقیقه در الکل ۷۰٪ قرار دهید. در نهایت وسیله را با مقادیر فراوانی آب شستشو و در هوا خشک کنید.

آزمون کالیبراسیون

به دقت تیپ را به سر میکرو پیپت متصل نمایید.

تیپ را با کشیدن آب مقطر به اندازه حجمی ۵ برابر حجم مورد نظر مرطوب کنید. به دقت حجم مورد نظر از آب مقطر را کشیده در هنگام کار میکرو پیپت را عمود نگه دارید. آب مقطر کشیده شده را روی یک کاغذ ضد آب یا ظرفی که روی ترازو صفر شده است خالی کنید و وزن آن را بخوانید. این کار را حداقل ده بار انجام دهید و نتیجه هر بار را ثبت کنید (توزین باید در دما ۲۰-۲۵ درجه سانتی‌گراد صورت گیرد). نتایج را با محدوده حجم مجاز کالیبراسیون مربوطه مقایسه کنید. اگر متوسط ۱۰ بار خواندن درون محدوده مجاز باشد، میکرو پیپت آماده استفاده است (خطای حدود ۱٪ قابل اغماض و مربوط به خطای دستگاه است). اگر نتایج خارج از محدوده باشد نیاز به کالیبراسیون مجدد می‌باشد.

روش کالیبراسیون

ابزار کالیبراسیون را در حفره‌های قفل تنظیم کالیبراسیون (زیر تکمه عملگر) جای دهید. قفل تنظیم را برای کاهش حجم در خلاف جهت عقربه‌های ساعت و برای افزایش در جهت عقربه‌های ساعت بگردانید. روند آزمون کالیبراسیون را تکرار کنید تا نتایج دقیق به دست آید.

وسایل شیشه‌ای

از گذاشتن وسایل شیشه‌ای درجه‌بندی‌شده‌ای که به‌منظور حجم‌سنجی‌های دقیق به کار می‌رود در حرارت خودداری کنید؛ زیرا گرم و سرد شدن‌های متوالی از دقت درجه‌بندی آن‌ها می‌کاهد. از نوشتن یادداشت روی درجه‌بندی‌ها اجتناب کنید زیرا ممکن است هنگام پاک کردن یادداشت‌ها، درجه‌بندی‌ها نیز پاک شوند. پس از اتمام کار ظرف مورد استفاده را با روش مناسب کاملاً تمیز نموده و یادداشت روی آن را پاک کنید. برای شستشوی ظروف شیشه‌ای از اسفنج یا پارچه نرم استفاده کنید تا روی آن‌ها شکاف یا خشی ایجاد نشود. هنگامی که در نظر دارید از یک ظرف شیشه‌ای تحت شرایط خلأ استفاده کنید یا آن را حرارت دهید ابتدا از سالم بودن آن اطمینان حاصل کنید، در غیر این صورت خطرات جدی شما و اطرافیان را تهدید خواهد کرد. برای شستشوی ظروف خیلی کثیف باید از خیساندن شبانه در محلول اسید کرومیک استفاده شود. اگر احتمال می‌دهید که یک ظرف شکسته یا ترک‌خورده قابل تعمیر است با رعایت نکات ایمنی آن را به بخش شیشه‌گری منتقل کنید و در غیر این صورت آن را در ظروف مخصوص اجسام نوک‌تیز و برنده قرار دهید.

ورتکس

پیش از استفاده از دستگاههای ورتکس رومیزی از محکم بودن بخش چرخنده آن اطمینان حاصل کنید. سعی کنید حتی الامکان به صورت تراز از آن استفاده کنید. به طور مثال از اسپین کردن یک ویال که در مقابل آن یک ویال دیگری قرار نداده‌اید خودداری فرمایید. استفاده از ورتکس تنها برای مواد خاصی همچون مخلوط کردن بافرها مناسب است. مولکول‌های DNA در اثر ورتکس آسیب خواهند دید. در هنگام ورتکس کردن از محکم بودن درب ویال‌ها و غیرقابل نشت بودن آن‌ها مطمئن شوید، زیرا نشت مواد باعث ایجاد اشکال در آزمایش شما و بروز مشکلات ایمنی می‌گردد.

ویال

قبل از شروع کار از سالم بودن (سوراخ نبودن) و تمیز بودن ویال اطمینان حاصل کنید. سعی کنید در هر آزمایش از ویال مناسب آن کار استفاده کنید. در هنگام کار خصوصاً در مورد مواد فرارسمی و خطرناکی مثل فنل از محکم بودن و عدم نشت در ویال مطمئن شوید. برای باز کردن درب ویال از روش مناسبی استفاده کنید تا محتویات آن یک‌باره به بیرون پاشیده نشود. در هنگام استفاده از ظروف یک‌بارمصرف مثل ویال، فالكون، پلیت و ... به جنس پلیمر سازنده آن توجه داشته باشید. برخی از آن‌ها مثل پلی‌پروپیلن^۷ قابل اتوکلاو کردن هستند و برخی دیگر مثل پلی‌اتیلن^۸ را نمی‌توان اتوکلاو کرد. ضمناً این ظروف نسبت به تمامی مواد مقاوم بوده با برخی از آن‌ها واکنش می‌دهند برای مثال پلی‌کربنات‌ها نسبت به انواع الکل‌ها مقاوم نیستند.

⁷ Polypropylene

⁸ Polyethylene

صفحه گرم‌کننده^۹

این دستگاه یک وسیله الکترونیکی است که استفاده از آن در محدوده دمایی مشخصی مجاز می‌باشد (۸۰-۱۵ درجه سانتی‌گراد)، بنابراین از تنظیم آن روی دماهای بالاتر از مجاز خودداری کنید زیرا باعث ایجاد آسیب در سیستم الکترونیکی زیر آن می‌شود. برای تنظیم دمای آن از اجسام نوک‌تیز مثل خودکار و ناخن استفاده نکنید زیرا باعث خراب شدن تکمه‌های حساس می‌شود. برای سرد کردن دستگاه جداً از خیس کردن آن به هر صورت اجتناب نمایید. در صورتی که حجم ماده درون یک ویال زیاد باشد، دمای بالا باعث ایجاد فشار و باز شدن خود به خودی درب و بیرون پاشیدن محتویات آن می‌شود در این موارد یک منفذ خروجی برای آن تعبیه کنید یا حجم کمتری در هر ویال بریزید.

بن ماری (حمام آب)

محفظه بن ماری باید همیشه حاوی مقدار کافی آب مقطر تمیز باشد؛ بنابراین قبل از روشن ساختن آن از کافی بودن حجم آب اطمینان حاصل کنید، خصوصاً زمانی که می‌خواهید شبانه یا برای مدت طولانی دستگاه را روی دمای بالایی روشن بگذارید. بدیهی است که کم شدن آب آن باعث بروز آسیب در دستگاه و آتش‌سوزی خواهد شد.

برای پر کردن بن ماری از آب یک‌بار تقطیر استفاده نمایید. مراقب باشید که نمونه‌های شما به آب نفوذ نکند. در صورت مشاهده آلودگی در آب بن ماری بلافاصله آب آن را به‌طور کامل تخلیه و پس از شستشوی محفظه آن را از آب تمیز پر نمایید. در صورت استفاده بلندمدت

^۹ Hot plate

خصوصاً در دماهای بالا در محفظه را بسته نگهدارید تا از تبخیر بیش‌ازحد، فشار آمدن به دستگاه و کثیف شدن احتمالی آن جلوگیری شود.

PH متر

PH مترها را می‌توان به دو گروه تقسیم‌بندی کرد.

گروه اول PH مترهایی که اصطلاحاً به آن‌ها قلمی گفته می‌شود، این PH مترها ارزان، سبک و کوچک هستند ولی دقت کمتری نسبت به نوع دوم یعنی PH مترهای رومیزی دارند. PH مترهای نوع دوم بزرگ‌تر و گران‌تر هستند و معمولاً در محل ثابتی نصب می‌شوند. این نوع PH متر دارای دقت بسیار بالاتری بوده و برخی از آن‌ها قابلیت سنجش پارامترهای متعددی علاوه بر PH نیز هستند.

آماده‌سازی

مرحله اول: قبل از شروع کار با PH متر ابتدا باید مطمئن شوید که میله جستجوگر در محلول نگه‌دارنده یا محلول با $PH = 4$ نگهداری شده است. در غیر این صورت ممکن است PH متر در تعیین PH محلول مورد مطالعه دچار خطا شود. برای حل این مشکل میله جستجوگر را به مدت ۲ ساعت در آب مقطر نگهداری کنید و سپس آن را در محلول نگه‌دارنده قرار دهید.

مرحله دوم: بسیاری از PH مترهای رومیزی و برخی از PH مترهای قلمی قابلیت اندازه‌گیری پارامترهایی غیر از PH را نیز دارند؛ بنابراین لازم است مطمئن شوید. PH متر شما در حالت اندازه‌گیری PH قرار دارد (قرار دادن بر روی حالت ph)

مرحله سوم: میله جستجوگر را به وسیله آب مقطر بشویید یا آن را در آب مقطر قرار داده و تکان دهید. حالا PH متر آماده فرآیند تنظیم^{۱۰} است.

کالیبراسیون pH متر

مرحله ۱: جستجوگر را در محلول با $PH = 7$ قرار داده، حداقل ۳۰ ثانیه زمان بدهید تا اندازه‌گیر عدد ثابتی را نشان دهد. سپس اندازه‌گیر را روی عدد ۷ تنظیم کنید. (PH متر عدد ۷ را نشان دهد)

مرحله ۲: دوباره جستجوگر را با آب مقطر بشویید و آن را در محلول با $PH = 4$ قرار دهید. اجازه دهید اندازه‌گیر عدد ثابتی را نشان دهد؛ مانند مرحله قبل اندازه‌گیر را روی $PH = 4$ تنظیم کنید. حالا PH متر شما تنظیم شده و آماده اندازه‌گیری PH محلول‌های مورد آزمایش است.

مرحله ۳: قبل از قرار دادن اندازه‌گیر در محلول مورد آزمایش آن را دوباره با آب مقطر بشویید تا باقی‌مانده محلول $PH = 4$ روی اندازه‌گیر، PH محلول مورد آزمایش را تغییر ندهد.

اندازه‌گیری

pH

در صورتی که می‌خواهید PH یک محلول ثابت را اندازه‌گیری کنید کافی است اندازه‌گیر را در محلول قرار داده و پس از ثابت شدن عددی که اندازه‌گیر نشان می‌دهد آن را بخوانید. این عدد PH محلول را نشان می‌دهد. در صورتی که قصد دارید با اضافه کردن ماده‌ای دیگر محلول خود

¹⁰ calibration

را به PH خاصی برسانید، باید هم‌زمان با اضافه کردن ماده و خواندن PH از روی اندازه‌گیر محلول شما به‌صورت مداوم هم زده شود تا محلول به‌صورت یکدست درآید در غیر این صورت PH در نقاط مختلف محلول متفاوت خواهد بود و آزمایش را دچار خطا خواهد کرد. برای این منظور می‌توان از دستگاه استیرر و مگنت پلاستیکی مخصوص استفاده کرد. این دستگاه محلول را به‌صورت مداوم و با ایجاد حرکت دورانی در داخل محلول هم می‌زند. در صورتی که به این دستگاه دسترسی ندارید می‌توانید محلول را به‌صورت پیوسته تکان داده و یا به کمک میله شیشه‌ای یا پلاستیکی هم بزنید.

شرایط نگهداری Ph متر

مرحله ۱: پس از پایان اندازه‌گیری PH محلول موردنظر میله جستجوگر را با آب مقطر بشویید و با دستمال کاغذی خشک نمایید (دستمال را نباید روی میله جستجوگر بکشید، تنها کافی است دستمال آن را به آرامی لمس کنید).

مرحله ۲: میله جستجوگر را در محلول به $PH = 4$ بازگردانید و تا استفاده بعدی از آن در این محلول نگهداری کنید (درپوش میله جستجوگر معمولاً طوری طراحی شده است که می‌توان محلول $PH = 4$ را در آن ریخته و سر میله جستجوگر را در آن قرارداد).

❖ سر میله جستجوگر کار اصلی دریافت اطلاعات محلول را انجام می‌دهد، این قسمت بسیار ظریف و حساس می‌باشد؛ بنابراین در هنگام استفاده یا نگهداری این ابزار باید دقت کنید که به این قسمت ضربه‌ای وارد نشود.

نکات ایمنی کار با Ph متر

۱. هنگام استفاده از PH متر از دستکش آزمایشگاهی استفاده کنید. (کار با دستکش)

۲. در صورتی که با محلول‌های خطرناک کار می‌کنید استفاده از ابزارهای محافظتی دیگر مثل عینک مخصوص آزمایش و ماسک توصیه می‌شود.

۳. در صورتی که محلول را به صورت دستی هم می‌زنید و یا تکان می‌دهید باید دقت کنید که حرکت دست شما طوری صورت گیرد که باعث پاشیده شدن محلول روی لباس و یا اطرافتان نشود. در صورتی که این اتفاق رخ داد به سرعت محل را بشویید.

۴. قبل از استفاده از هر ظرف و یا وسیله‌ای که با محلول مورد آزمایش در تماس خواهد بود. از آلوده نبودن آن با ماده‌ای دیگر مطمئن شوید.

انکوباتور

انکوباتور دستگاه یا به بیان دیگر محفظه عایق‌بندی شده‌ای است که توسط آن شرایط خاص محیطی از نظر دما، رطوبت و ترکیب گازهای موجود در هوا مانند اکسیژن و دی‌اکسید کربن برای رشد میکروارگانیسم‌های زنده فراهم می‌کند. محیط‌های کشت (مایع و جامد) را بعد از کشت دادن در درون این دستگاه قرار داده و درجه حرارت موردنیاز باکتری را توسط دستگاه تنظیم می‌کنیم و بعد تا مدت معین محیط‌های کشت در آن باقی می‌مانند.

انواع انکوباتور

انکوباتورها بر اساس نوع موادی که در آنها قرار می‌دهند و شرایط موردنیاز آن مواد به چند دسته تقسیم می‌شود.

انکوباتورهای استاندارد: انکوباتورهایی که دمای داخلی آن‌ها از دمای محیط شروع شده و قابلیت گرم کردن تا ۸۰ درجه بالاتر از دمای محیط را دارد.

انکوباتورهای یخچال دار: این دستگاه‌ها داری سیستم سرمایشی و هم سیستم گرمایشی بوده با قابلیت ایجاد دمای قابل کنترل از ۵ درجه سانتی‌گراد تا ۶۵ درجه سانتی‌گراد است و برای کشت باکتری‌های خاص در دماهای پایین به کار برده می‌شود.

انکوباتورهای مرطوب: انکوباتورهایی است که علاوه بر کنترل دما قابلیت کنترل رطوبت محفظه داخلی را نیز دارد. رطوبت مورد نیاز توسط یک ظرف مسی کوچک که حاوی مقداری آب تصفیه شده است، تأمین می‌شود. به این صورت که بخار توسط سیستم گرمایش انکوباتور تولید شده و از طریق یک دریچه کنترلی وارد محفظه دستگاه می‌شود.

انکوباتورهای دی‌اکسید کربن: کاربرد این انکوباتورها در موارد بیولوژیک است و علاوه بر کنترل دما قابلیت تأمین درصد خاصی از دی‌اکسید کربن داخل محفظه انکوباتور را دارد. گاز دی‌اکسید کربن مورد نیاز از سیلندر گازی که در خارج از دستگاه قرار دارد و حاوی این گاز است تأمین می‌شود. در برخی موارد ممکن است به رطوبت بالا درون محفظه نیاز داشته باشیم، این میزان رطوبت را با استفاده از حمام‌های آبی و تبخیر مداوم آب فراهم می‌سازد. میزان CO₂ در انکوباتورهای کشت سلولی با میزان رطوبت میزان عکس دارد یعنی پایین آمدن رطوبت باعث بالا رفتن میزان گاز CO₂ در دستگاه می‌شود. غلظت CO₂ توسط حس‌گرهای گرمایشی و یا حس‌گرهای مادون قرمز سنجش می‌شود. برای تمیز نگه داشتن این حس‌گرها باید به طور مرتب با الکل ۷۰ درصد یا ایزوپروپیل الکل تمیز شوند.

انکوباتورهای شیکردار: این انکوباتور علاوه بر کنترل دمای محفظه، قابلیت تکان دادن فلاسک‌ها به صورت اوربیتالی یا دایره‌ای را دارد. این انکوباتورها در انواع دیواری یا ایستاده روی زمین موجود هستند و اکثراً قابلیت خنک‌کنندگی در دمای پایین‌تر از دمای محیط را دارند.

انکوباتورهای هیبریدی: انکوباتورهایی است مجهز به میله‌های گردان به منظور قرار دادن شیشه‌های هیبریدیزاسیون با سایزهای مختلف و چرخاندن آن‌ها با سرعت تعیین‌شده تا هیبریدیزاسیون محتویات آن‌ها فعال شود. این دستگاه‌ها دارای شیکرهای متحرک و طبقات متعدد است.

الزامات نصب و راه‌اندازی

الزامات نصب و راه‌اندازی فعالیت انکوباتورها مستلزم شرایط زیر است:

- ✓ یک اتصال الکتریکی مطابق با استانداردهای مورد استفاده در کشور. پریز برق نباید بیش از ۱/۵ متر از انکوباتور فاصله داشته باشد. این اتصال باید ولتاژ ۱۲۰ ولت، فرکانس ۶۰ هرتز ۲۲۰ تا ۲۴۰ ولت و فرکانس ۵۰ تا ۶۰ هرتز را فراهم کند و دارای سیم زمین باشد.
- ✓ فضای آزاد در اطراف و پشت دستگاه که عبور کابل‌ها و تهویه مورد نیاز برای عملکرد طبیعی انکوباتور را امکان‌پذیر می‌سازد. این فضا بهتر است بین ۵ تا ۱۰ سانتیمتر باشد.
- ✓ فضایی در آزمایشگاه که میزان تغییر دما در آن حداقل باشد.
- ✓ یک میز تراز و محکم که قادر به تحمل وزن انکوباتور است. وزن انکوباتور با سه قفسه، بین ۶۰ تا ۸۰ کیلوگرم است.

✓ رگلاتورهای فشار، شیلنگ‌ها و اتصالات برای انکوباتورهایی که از گاز دی‌اکسید کربن استفاده می‌کنند. این دستگاه‌ها همچنین از کلید مهارکننده برای تأمین ایمنی تانک پرفشار گاز CO₂ استفاده می‌کنند.

نگهداری و استفاده از انکوباتور

✓ در حضور مواد قابل احتراق از انکوباتور استفاده نکنید، چون اجزای داخل این دستگاه می‌توانند به‌عنوان منبع احتراق در زمان کاربری عمل کنند.

✓ از ریختن محلول‌های اسیدی داخل انکوباتور جلوگیری کنید. این محلول‌ها سبب تخریب اتاقک انکوباسیون می‌شوند، هر زمان که امکان داشته باشد از موادی که pH خنثی دارند استفاده کنید، از انکوبه کردن موادی که بخار خورنده تولید می‌کنند، خودداری کنید.

✓ در زمان کار با انکوباتور از لوازم حفاظتی شخصی مانند عینک ایمنی، دستکش، پنس برای قرارداد و برداشتن ظروف استفاده کنید.

✓ از ایستادن جلوی انکوباتور با در باز خودداری کنید. بعضی از مواد، بخاری ساطع می‌کنند که نباید استشمام شوند.

✓ جهت ایجاد پایداری در عملکرد، انکوباتور را در جایی که نصب است کالیبر کنید

✓ دمای کاربری انکوباتور را در ساعات صبح و عصر با وسایل معتبر کالیبرشده (ترمو متر) تأیید کنید.

نگهداری انکوباتور

مراقبت و نگهداری از وسایل آزمایشگاهی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. اگر وسایلی را که استفاده می‌کنیم از نظر کیفیت، وضعیت خوبی نداشته باشند یا به‌طور مطلوب نگهداری نشوند کیفیت آزمایش‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهند. نگهداری روزانه که در زیر مواردی از آن آورده شده، باید فقط توسط کارکنانی که برای کار با انکوباتور آموزش لازم را دیده‌اند و از خطرات مربوط به این کار مطلع هستند، انجام شود.

✓ **واشر در انکوباتور:** معمولاً از سیلیکا ساخته می‌شود و استفاده از آن برای چند سال تضمین شده است. به‌منظور تعویض واشر، باید در جدا شود و مکانیسم‌هایی که واشر را به در می‌بندند، برداشته شوند. معمولاً واشر در یک شیار قرار می‌گیرد. واشر جدید، باید مشخصات یکسان با واشر اصلی را داشته باشد. واشر باید روی در قرار گیرد و با مکانیسم‌هایی بسته شود که می‌تواند به‌سادگی بستن یکسری پیچ در بعضی انکوباتورها باشد.

✓ **المنت‌های حرارتی:** این المنت‌ها معمولاً در قسمت پایین انکوباتور قرار داده می‌شود. به‌منظور تعویض آن‌ها لازم است که صفحه‌کلیدها و محافظ‌های پایینی انکوباتور جدا شود. در بعضی انکوباتورها لازم است درها نیز جدا شوند. هنگامی که محافظ‌ها برداشته می‌شود، المنت‌ها و سیستم‌های حسگر دما، جدا شده و با انواعی که دارای مشخصات یکسان با نمونه‌های اصلی هستند جایگزین می‌شود. تمام قسمت‌های جدا شده، دوباره متصل و کالیبراسیون انجام می‌گیرد.

✓ **هواکش خنک‌کننده:** در صورتی که صدمه دیدن، این قسمت باید با هواکش دارای مشخصات یکسان با نمونه اولیه جایگزین شود. برای نصب، بخشی که هواکش در آن

قرار دارد باید باز شود. در بعضی انکوباتورها، لازم است که درها و بعضی از صفحه کلیدهای محافظ جدا شود. سپس هواکش معیوب، جدا و با نمونه جدید پس از اطمینان از جهت صحیح جریان هوا جایگزین می‌شود. تمام قسمت‌های جدا شده مجدداً متصل شود.

برخی نکات مهم در خصوص کاربری دستگاه انکوباتور و نظافت آن

هنگام کار با انکوباتور باید به نکاتی توجه کرد. به‌عنوان مثال انکوباتور باید بر روی یک سطح صاف قرار داده شود و تا حد نیاز به هودهای کشت سلولی یا هودهای میکروبی نزدیک باشد. حداکثر دمای مناسب برای محیطی که انکوباتور در آن قرار دارد حدود ۳۰ درجه است، از قرار دادن این دستگاه در جاهای مرطوب و خیلی گرم پرهیز شود چراکه این شرایط برای رشد باکتری‌ها بسیار مناسب است. باید از قرار دادن انکوباتور در نزدیک درب‌های اصلی یا جریان‌های هوایی و هواکش‌ها خودداری شود. از قرار دادن مواد فرار یا قابل اشتعال مانند اتر، بنزین، الکل و... در انکوباتور خودداری شود. محیط‌های کشت و پلیت‌ها بافاصله از یکدیگر قرار گیرند تا جریان هوا به‌خوبی برقرار شود، در صورت کم بودن فاصله ظروف از یکدیگر گردش هوا و یا گاز دی‌اکسید کربن در بین آن‌ها به‌خوبی صورت نمی‌گیرد. برای پر کردن مخزن آب دستگاه باید از آب مقطر استفاده شود. بهتر است برای جلوگیری از رشد قارچ‌ها و کپک‌ها در آب داخل انکوباتور مقدار کمی سولفات مس یا ساولون ریخته شود. تعویض به‌موقع ظروف آب داخل دستگاه در انکوباتورهای کشت سلولی بسیار ضروری است. هنگام تمیز نمودن قسمت‌های داخلی، دستگاه را خاموش نموده و پس‌از آن تا خشک شدن کامل دستگاه صبر نمایید. از ریختن هر نوع مایع درون دستگاه پرهیز کنید و در صورتی که این اتفاق رخ دهد بلافاصله

دستگاه را از برق کشیده و آن را کاملاً خشک نمایید. برای تمیز کردن قسمت‌های داخلی انکوباتور بهترین ماده استفاده از الکل ۷۰ درصد است. هرگز از محلول سدیم کلراید، محلول‌های قلیایی یا اسیدی قوی و یا محلول‌های هالوژن‌دار که باعث خوردگی رنگ می‌شود برای پاک نمودن سطوح استیل ضدزنگ استفاده نشود. هنگام استفاده از الکل برای تمیز کردن داخل دستگاه، به‌ویژه اگر انکوباتور دارای درجه حرارت بالا است باید دقت زیادی کرد زیرا در این شرایط الکل تبخیر شده و تمام فضای داخل دستگاه را فرامی‌گیرد و امکان خطر انفجار وجود دارد بنابراین باید تمام الکل باقی‌مانده به‌خوبی پاک شود. برای نظافت سطوح خارجی و بدنه دستگاه می‌توان از آب و پاک‌کننده‌های ملایم مانند محلول‌های صابون ملایم و یکپارچه نرم استفاده کرد. برای برداشتن فلاسک‌های کشت سلول و پلیت باکتری‌ها حتماً از دستکش‌های لاتکس ضدعفونی شده استفاده شود. در صورت دیدن آلودگی در فلاسک‌های کشت بلافاصله تمام کشت‌ها را خارج کرده و داخل انکوباتور را به‌خوبی با الکل ۷۰٪ ضدعفونی کنید، برای استریل کردن قفسه‌ها می‌توان آن‌ها را در داخل فور قرار داد. قفسه‌ها و دیواره‌های دستگاه همواره باید خشک باشند و از بازماندن درب دستگاه برای مدت طولانی پرهیز شود زیرا رطوبت موجود در انکوباتور به‌صورت قطرات آب درآمده و محیط مناسبی برای رشد باکتری‌ها و قارچ‌ها ایجاد می‌شود.

کنترل کیفی دستگاه انکوباتور

برای حصول اطمینان از عملکرد صحیح دستگاه به‌خصوص کنترل دما، رطوبت و میزان گاز، انجام آزمایش‌ها کنترل کیفی حائز اهمیت است. به این منظور آزمایش‌های زیر صورت می‌گیرد:

کنترل سیستم گرمایش

در کلیه انکوباتورها سیستم گرمایش و کنترل دما از قسمت‌های زیر تشکیل شده است که روش کنترل کیفی هر کدام از آن‌ها متفاوت است:

✓ **منبع تغذیه:** برای کنترل کیفی منبع تغذیه از مولتی‌مترهای کالیبره شده استفاده کرده و میزان جریان برق قسمت‌های مختلف اعم از ورودی و خروجی‌های مختلف آن بررسی می‌شود.

✓ **المنت:** یک یا چند المنت وظیفه ایجاد حرارت لازم برای فراهم آوردن محیط با دمای مناسب را بر عهده دارند. اگر اشکال یا مشکلی در نحوه تأمین گرمای سیستم وجود داشته باشد باید این قسمت کنترل شود. نحوه آزمون المنت‌ها به این صورت است که ابتدا دو سر آن‌ها را از منبع تغذیه جدا کرده و سپس به وسیله اهم‌متر میزان مقاومت آن‌ها سنجیده می‌شود. مقاومت المنت‌ها کم است و در صورت داشتن مقاومت کم، المنت سالم است.

✓ **سیستم کنترل دما:** این سیستم وظیفه کنترل دمای داخل انکوباتور را به وسیله فرمان دادن به المنت‌ها بر عهده دارد. نحوه آزمون این سیستم به این صورت است که ابتدا سیستم را برای ایجاد دمای معینی تنظیم کرده و سپس به وسیله یک دماسنج کالیبره دمای داخل انکوباتور کنترل می‌شود.

✓ **کنترل حس گر حرارت:** حس گر دما به صورت دوره‌ای کالیبر می‌شود. برای این منظور هرچند وقت یک‌بار جهت کنترل کالیبره بودن حرارت داخل محفظه در پنج قسمت

مختلف داخل محفظه، ترمومتر کار گذاشته و در فواصل زمانی مشخص ترمومترها قرائت می‌شوند. اختلاف دماها نباید از یک درجه سانتی‌گراد بیشتر باشد.

✓ **آزمایش استقامت دی‌الکتریک:** دستگاه را در معرض ولتاژی حدود ۴ هزار ولت قرار می‌دهند، اتصالات دستگاه باید در مقابل این ولتاژ بالا استقامت کنند و جریان نشتی در دستگاه به وجود نیاید. این آزمایش یکبار در حالت کار عادی و یک بار پس از آنکه ۴۸ ساعت در اتاق رطوبت قرار گرفت انجام می‌شود. هیچ جریان نشتی بین مدارات الکتریکی دستگاه و بدنه نباید وجود داشته باشد.

مشکل یابی انکوباتور

در جدول مشکل یابی، به شرح مشکلات احتمالی، علت وقوع آن‌ها و چگونگی رفع این مشکلات پرداخته شده است.

مشکل	علت محتمل	راه حل
انکوباتور کار نمی کند	دو شاخه به پریز برق متصل نیست	شرایط اتصال برق را کنترل کنید
	کلید روشن/خاموش در وضعیت خاموش قرار دارد	کلید را در وضعیت روشن قرار دهید
	سیم اتصال معیوب است	کابل را کنترل یا آن را تعویض کنید
انکوباتور خطای حرارتی نشان می دهد	کنترل دما خراب است	کلید کنترل دما را بررسی و تنظیم کنید یا آن را تعویض کنید
	مقاوم حرارتی خراب است	مقاوم را با نوع جایگزین و مشخصات یکسان با نمونه اصلی تعویض کنید
	اتصال مقاوم حرارتی نقص دارد	محل اتصال را تمیز و تنظیم کنید
	ترمو کوپل الکتریکی خراب است	ترمو کوپل الکتریکی را تعویض کنید
	دمای انتخابی کمتر از دمای اتاق است	مشخصات انکوباتور را کنترل کنید. فقط انکوباتورهای یخچالدار می توانند در این شرایط کار کنند. معمولاً دمای محیط پایین تر از دمای انکوباتور است.
	تقویت کننده خراب است	تقویت کننده را تعویض کنید
	واشر یا واشرهای در خراب است	تعمیر این واشرها
	دمای انتخاب شده نسبت به بیشترین حد دمای تعیین شده آلازم، به مقدار کم تغییر کرده است.	منتظر بمانید تا دمای انکوباتور کم و به دمای انتخابی برسد
	کنترل دما خراب است	کنترل دما را تعویض کنید
	تقویت کننده خراب است	تقویت کننده را تعویض کنید
صفحه نمایش مکرراً پیغام خطا نشان می دهد	چراغ آلازم چشمک می زند	اجازه دهید انکوباتور خنک شود تا در دمای کاربری انتخابی، تثبیت شود

ترازوی حساس و غیر حساس

برای تهیه مواد و محلول‌های مربوط به آزمایش نیاز به توزین دقیق موادی است که مورد استفاده قرار می‌گیرند. با توجه به محدوده دقت ترازو، دو ترازو در آزمایشگاه وجود دارد. ترازوی غیر حساس که تا حد ۰/۰۱ گرم و ترازوی حساس که تا ۰/۰۰۱ گرم را وزن می‌کند.

محدوده وزن ترازو

در هنگام توزین به محدوده وزن ترازو دقت کنید. برای توزین وزن‌های بیش از ۱ گرم از ترازوی حساس و برای توزین وزن‌های کمتر از ۰/۰۱ گرم از ترازوی غیر حساس استفاده نکنید.

انتخاب موقعیت مناسب برای ترازو

سطحی که ترازو روی آن قرار می‌گیرد بایستی تا جای ممکن افقی باشد. مکان قرارگیری ترازو در معرض نور مستقیم خورشید نباشد. تغییرات درجه حرارت در این مکان گسترده نباشد. در جهت جریان شدید هوا قرار نگیرد.

تراز کردن ترازو:

بعد از هر جابجایی بایستی ترازو را تراز کرد. صفحه تراز دو دایره است که در مورد ترازوی حساس در جلو و در مورد ترازوی غیر حساس در عقب ترازو قرار دارد در حالت بالانس دایره کوچک باید در وسط دایره بزرگ‌تر قرار گیرد که این عمل توسط پیچ‌های بالانس صورت می‌گیرد.

طرز جابجا کردن ترازو

حتی‌الامکان از جابجا کردن ترازو خودتري نماييد (در صورت ضرورت زیر نظر کارشناس آزمایشگاه صورت گیرد). دو دست خویش را در جلو و عقب ترازو جای دهید و آن را جابجا کنید (از سمت عقب و سمت کلید ReZero). جابجایی نبایستی از دو پهلو ترازو صورت گیرد.

نظافت ترازو:

بعد از هر توزین بایستی صفحه توزین ترازو پاک شود و حتی‌الامکان اطمینان داشت که بین کفه ترازو و کفه نگه‌دارنده ترازو مادهای ریخته نشده باشد زیرا وجود هر نوع جسم خارجی بسیار کوچک منجر به خطای ترازو در خواندن وزن می‌گردد. استفاده از حلال‌های آلی نظیر

اتانول برای تمیز کردن ترازو توصیه نمی‌شود. برای پاک کردن ترازو از آب و شوینده‌ها استفاده کنید.

طرز کالیبره کردن ترازو

قبل از استفاده از ترازو برای اولین بار یا هرچند مدت یکبار ترازو بایستی کالیبره شود. کلید Control bar تا صفحه‌نمایش روشن شود، با ادامه فشار نشانه cal ظاهر می‌شود. برای کالیبره کردن وزنه ۱۰۰۰gr نیاز است. وزنه را روی ترازو قرار دهید. وزن وزنه روی صفحه‌نمایش ظاهر می‌شود. فوراً وزنه را بردارید، بعد از برداشتن وزنه (...) ظاهر می‌شود. زمانی که صفر روی صفحه‌نمایش مشخص شود، ترازو کالیبر شده است.

خاموش کردن دستگاه

برای خاموش کردن ترازو کلید on/off را کمی به سمت بالا بیاورید. بعد از این عمل ترازو روی Stand by قرار می‌گیرد.

اصول ایمنی کار با اتوکلاو

اتوکلاو دستگاهی است که معمولاً از استیل ساخته می‌شود و در حجم‌های متعددی قابل عرضه است. اتوکلاو با استفاده از بخار آب و تحت فشار عمل استریلیزاسیون را انجام می‌دهد. این دستگاه پرکاربرد اگر چنانچه استاندارد نباشد بسیار خطرناک است پس در هنگام کار با این دستگاه به نکات زیر دقت کنیم.

قبل از خرید دستگاه اتوکلاو حتماً به مارک دستگاه دقت کنید تنها قیمت ملاک خرید دستگاه نباشد چراکه دستگاه‌های غیراستاندارد گاهی باعث انفجارهای مهیبی در فضای آزمایشگاه

می‌شود. برای طولانی شدن عمر دستگاه از آب مقطر استفاده کنید تا از تشکیل رسوب در دستگاه جلوگیری نمایید. مراقب باشید سطح آب درون دستگاه از انتهای دیگ اصلی دستگاه شما پائین تر نباشد. برای استریل نمودن پلیت‌های حاوی محیط کشت از کیسه اتوکلاو استفاده نمایید. پیچ‌های دستگاه را کاملاً محکم ببندید و از بسته بودن تمامی پیچ‌ها اطمینان پیدا کنید. پیچ‌ها را روبه روی هم ببندید تا درب دستگاه به‌طور یکنواخت بسته شود و بخاری در هنگام کار از آن خارج نشود. به این نکته توجه داشته باشید که طولانی‌تر کردن زمان استریل هیچ تفاوتی در نتیجه حاصل از آن ندارد پس طبق دستورالعمل‌های داده‌شده عمل کنید و به‌طور مثال زمان ۱۵ دقیقه استریل نمودن را به ۳۰ دقیقه افزایش ندهید. ظروف حاوی محلول را خالی نموده و یا حداقل مقداری از محلول را خالی نموده و سپس استریل نمایید. ظروفی که حاوی محلول هستند و درب نیز دارند با درب بسته داخل اتوکلاو قرار ندهید و درب شیشه را شل کنید تا بخارات تشکیل‌شده از آن خارج شوند. پس از اتمام زمان لازم برای استریل شدن منبع حرارتی را خاموش نمایید و سپس منبع خروج بخار را بسیار آهسته بازنمایید (اگر داخل اتوکلاو محلول دارید بهتر است این کار را انجام ندهید و منتظر بمانید تا آرام‌آرام بخار طی فاصله زمانی طولانی‌تر خارج شود). هر زمان فشار داخل دستگاه به صفر رسید درب دستگاه را بازنموده و وسایل را خارج نمایید. اگر چنانچه پلیت حاوی محیط کشت را استریل نمودید و محیط‌های کشت به داخل دستگاه ریخته شد، حتماً پس از اتمام کار داخل دستگاه اتوکلاو را خوب بشویید تا محیط‌های کشت ریخته شده در دستگاه تشکیل ژل ننمایند.

برای اطمینان از درست کار کردن دستگاه اتوکلاو از نوارچسب اتوکلاو استفاده نمایید این چسبها در اثر قرار گرفتن در شرایط استریل تغییر رنگ می دهند و این تغییر نشان دهنده درست کار کردن دستگاه اتوکلاو می باشد. برای آزمون اتوکلاو خود می توانید از ویال های آزمون اتوکلاو نیز استفاده نمایید این ویال ها حاوی باکتری هستند و نیاز است تا ویال ها را به همراه دیگر وسایل خود داخل اتوکلاو قرار دهید و پس از اتمام کار ویال را به انکوباتور ۳۷ درجه منتقل نمایید. پس از گذشت ۲۴ ساعت اگر چنانچه ویال شما تغییر رنگ داد یعنی دستگاه اتوکلاو به درستی عمل استریل نمودن را انجام نمی دهد. پیشنهاد می شود اگر حجم کار با اتوکلاو بالاست هفته ای یک بار از ویال آزمون اتوکلاو استفاده شود.



شکل ۲. شماتیکی از دستگاه اتوکلاو در آزمایشگاه میکروبی شناسی

نکات ایمنی و روش کار با آون^{۱۱} یا فور^{۱۲}

¹¹ Oven

¹² Fur

آون یا فور دستگاهی است که به کمک آن می‌توان درجه حرارت‌های مختلف، مخصوصاً دماهای بالا جهت ضدعفونی کردن وسایل آزمایشگاهی ایجاد نمود. از ریختن هر نوع مایعات در داخل دستگاه خودداری نمایید و در صورتی که این اتفاق افتاد، بلافاصله دستگاه را از برق کشیده و با پارچه نخی مرطوب سینیها و جداره‌ها را پاک نمایید. هنگامی که دستگاه روشن است از حرکت دادن آن خودداری نمایید. دستگاه باید بر روی سطح صاف قرار گیرد. حتماً توجه داشته باشید که در هنگام کار با دستگاه درب آن بسته باشد. بهتر است پس از ضدعفونی کردن وسایل آزمایشگاهی مدتی صبر نمایید تا دمای وسایل کاهش یابد. در صورتی که می‌خواهید وسایلی که هنوز داغ هستند، از آون خارج نمایید، حتماً از دستکش محافظ استفاده نمایید و هنگام انتقال وسایل آن‌ها را در یک سینی گذاشته و جابجا نمایید. برای ضدعفونی کردن وسایل حتماً به حجم مفید دستگاه توجه نموده و از قرار دادن وسایل بیش از ظرفیت دستگاه خودداری نمایید. در این وضعیت ممکن است وسایل کاملاً استریل نگردند. پس از تنظیم درجه حرارت دستگاه جهت اطمینان از عدم تغییر درجه تنظیم‌شده درجه تنظیم حرارت را با پیچ مخصوص آن قفل نمایید. از قرار دادن وسایل پلاستیکی در آون خودداری کنید.



شکل ۳. شماتیکی از دستگاه آون در آزمایشگاه میکروشناسی

سانتریفیوژ

سانتریفیوژ یکی از روش‌های جداسازی مواد از یکدیگر است. در سانتریفیوژ از نیروی گریز از مرکز استفاده می‌گردد و در حقیقت این نیرو باعث می‌شود ذراتی که جرم بیشتری دارند زودتر رسوب کنند. برای مثال اگر بخواهیم در یک محلول ماده A را از ماده B جدا کنیم و بدانیم که جرم مولکولی ماده A از ماده B بیشتر است، یکی از روش‌هایی که می‌تواند گزینه مناسبی برای ما باشد انجام عمل سانتریفیوژ و استفاده از دستگاه‌های سانتریفیوژ است.

اصول ایمنی کار با سانتریفیوژ

- ۱- لوله‌های مقابل هم به‌طور دقیق بالانس وزنی شده باشند خصوصاً هنگامی که با دستگاه اولتراسانتریفیوژ کار می‌شود در حد میلی‌گرم نیز بایستی لوله‌ها بالانس گردند.
- ۲- متقارن قرار دادن لوله‌ها در روتور بسیار مهم است.
- ۳- پس از هر بار سانتریفیوژ، کنترل دستگاه از نظر احتمال آلودگی امری ضروری است.
- ۴- انتخاب سنجیده دستگاه سانتریفیوژ و روتور مناسب بر اساس شرایط کار (از نظر سرعت، زمان، دما و حجم و تعداد نمونه).
- ۵- آئروسول‌ها : باید حتی‌الامکان سانتریفیوژ در هنگام کار، حداقل میزان آئروسول را ایجاد کند.
- ۶- هنگام روشن کردن سانتریفیوژ مطمئن باشید که در آن کاملاً بسته شده باشد.

۷- از سانتریفوژ نمودن لوله‌های حاوی نمونه خون، ادرار، خلط ...؛ و یا مایعات قابل اشتعال که درپوش نداشته باشد، خودداری نمایید. در هنگام سانتریفوژ یک سیستم خلأ ایجاد می‌شود که باعث تبخیر مایعات می‌گردد که می‌تواند منجر به ایجاد ذرات آئروسول از مواد آلوده‌شده و یا سبب انفجار مایعات قابل اشتعال گردد.

۸- باید سانتریفوژ به‌طور مرتب با محلول هیپوکلریت سدیم با رقت ۱/۱۰ و یا مواد مناسب دیگر ضدعفونی شود.

۹- برای تبدیل g به rpm در صورت عدم دسترسی به شعاع دقیق روتور، به مسئول دستگاه جهت اندازه‌گیری شعاع میانگین مراجعه فرمایید.

۱۰- بسته به نوع حلالی که استفاده می‌شود و دور سانتریفوژ موردنظر، توجه به جنس لوله ضروری است.

۱۱- در صورت شنیدن صدای نامتعارف از دستگاه، سریعاً سرعت را به صفر رسانده و به بالانس وزنی لوله‌ها توجه فرمایید.

۱۲- دستگاه‌های سانتریفوژی که با خلأ کار می‌کنند، اگر خلأ به‌طور مناسب افزایش نمی‌یابد به چند نکته باید توجه کرد :

الف توجه به O-ring های درب دستگاه از لحاظ سلامت و تمیزی.

ب- چک کردن فضای محفظه روتور از نظر رطوبت اضافی

ج - توجه به O-ring های درب روتور اگر هیچ‌یک از موارد فوق مشکلی نداشته باشد، جهت کنترل روغن پمپ خلأ به مسئول دستگاه مراجعه نمایید.

۱۳- برای تبدیل rpm و g در سانتریفوژ به یکدیگر از فرمول زیر استفاده کنید.

$$G=RCF=1.12r (RPM/100)^2$$

شعاع روتور بر حسب سانتیمتر = r

RCF=Relative Centrifugal Force

۱۴- در صورت آلودگی و یا شکستن لوله‌ها در سانتریفوژ مسئول دستگاه را آگاه سازید.

۱۵- لطفاً هرگز دستگاه‌های سانتریفوژ رومیزی را از محل خود تکان ندهید.

۱۶- اگر به خاطر قطع شدن برق و یا هرگونه اشکال دیگر، درب میکروسانتریفوژ قفل شده و نمونه‌ها در داخل سانتریفوژ جامانده باشند، باید قفل آن به‌طور مکانیکی باز شود که برای این منظور با مسئول دستگاه تماس بگیرید.

۱۷- اگر مایع وارد روتور یا bucket اولتراسانتریفوژ می‌شود، آن را فوراً خارج کنید. برای این کار فقط عوامل تمیزکننده خنثی و Disinfectant ها (مثل اتانول ۷۰ درصد، Extran^R neutral) باید استفاده شود. پس از تمیز کردن، آن را با آب مقطر شسته و کاملاً خشک کنید. به‌طور خاص مایعات قلیایی و محلول‌های غلیظ سالیین، اجسام anodized aluminum را مورد حمله قرار می‌دهند و نباید برای این سانتریفوژ استفاده شوند.

۱۸- سانتریفوژ نباید در یک محیط دارای خطر یا قابل اشتعال کار کند.

۱۹- در ابتدای Setting یک دستگاه سانتریفوژ، تراز دستگاه بایستی به‌طور دقیق انجام شود و فاصله از دیوارهای مجاور نیز بسیار حائز اهمیت است.

۲۰- در هنگام روشن بودن سانتریفوژهای یخچال‌دار، چون کمپرسور در حال کار می‌باشد، درب دستگاه حتماً بسته باشد.

۲۱- در دستگاه‌هایی که Accel و Decel قابل تنظیم نیستند، کاربر می‌بایستی به آرامی سرعت را بالا ببرد.

۲۲- تا زمانی که سانتریفوژ به rpm موردنظر نرسیده است، کنار سانتریفوژ بمانید و در صورت ایجاد صدای غیرعادی یا هرگونه اشکال دیگر در دستگاه، فوراً دکمه Stop را فشار دهید.

۲۳- سرعت دستگاه را باید به تناسب کار موردنیاز تنظیم کرد و نه بالاتر از حد لازم.

۲۴- اگر صداهای غیرعادی از دستگاه شنیده شد باید آن را خاموش کرد و توازن دستگاه و روتور آن را چک کرد.

۲۵- در دستگاه‌هایی که قفل اتوماتیک دارند قبل از استفاده باید از سالم بودن قفل آن اطمینان حاصل کرد.

۲۶- لازم است قبل از استفاده، از سالم بودن لوله‌های آزمایش اطمینان حاصل کرد.

۲۷- از سانتریفوژ کردن لوله‌های بدون سرپوش باید خودداری کرد.

۲۸- اگر لوله‌ای در هنگام آزمایش شکست و یا اینکه مشکوک به شکستن بود، باید دستگاه را خاموش کرد و پس از ۳۰ دقیقه موارد لازم را انجام داد.

۲۹- اگر کالیبراسیون دستگاه قابل پذیرش نباشد نباید از آن استفاده شود و بهتر است برای بررسی به شرکت سازنده فرستاده شود.

روش نگهداری از دستگاه سانتریفیوژ

برای نگهداری مناسب از یک دستگاه سانتریفیوژ باید نکاتی را مدنظر قرارداد؛ و دستورالعمل‌هایی را رعایت کرد تا عمر دستگاه افزایش یابد. از جمله این موارد که در ادامه ذکر شده‌اند:

- ✓ استفاده از پیچ‌های تنظیمی و به‌خصوص پیچ سرعت باید به آهستگی صورت بگیرد.
- ✓ اگر تعداد دفعات استفاده از دستگاه زیاد است باید به‌طور روزانه دستگاه را با استفاده از محلول رقیق‌شده یک مولار هیپوکلریت سدیم شستشو داد.
- ✓ باید دستگاه را هر ۳ ماه یک‌بار سرویس کرد و نسبت به سالم بودن قطعات آن اطمینان حاصل کرد.
- ✓ با استفاده از یک کرنومتر دستی لازم است هر ۳ ماه یک‌بار زمان‌سنج دستگاه را کالیبره کرد.
- ✓ با استفاده از یک تاکومتر باید سرعت دوران دستگاه را هر ۳ ماه یک‌بار کالیبره کرد.

هود ایمنی بیولوژیک^{۱۳}

یکی از وسایل ضروری در آزمایشگاه میکروبی‌شناسی، تهیه اسید، سانتریفیوژ و کارهای مولکولی در آزمایشگاه ژنتیک و تحقیقاتی هودهای بیولوژیکی هستند. کار هودهای ایمنی بیولوژیکی جداسازی و تهویه هوا است، به‌عبارت‌دیگر جداسازی ذرات معلق از هوا می‌باشد. هودهای بیولوژیکی کلاس‌های مختلفی دارند که شامل کلاس I، II (نوع IIA و IIB) و کلاس III. هر دسته از هودهای ایمنی سطوح مختلفی از ایمنی را مهیا می‌کنند.

¹³ Biological safety cabinet

✓ **هود بیولوژیک کلاس I:** این نوع هود، افراد و محیطزیست را در برابر عوامل خطرناک محافظت می‌نماید. ولی حفاظتی برای مواد و عواملی که با آنها در داخل هود کار می‌شود، فراهم نمی‌آورد) زیرا هوایی که وارد هود می‌شود در ابتدا فیلتر نمی‌شود) این دسته از هودها دارای جریان‌های هوائی شبیه به هودهای شیمیایی بوده ولی دارای فیلتر هپا می‌باشند که این فیلترها از صفحاتی از جنس الیاف بوروسیلیکات ساخته شده که برای بالا بردن سطح تماس در آنها، به شکل پلیسه ماندنی تاخوردده‌اند. به منظور هدایت جریان هوا در فیلتر، این صفحات توسط تیغه‌هایی از جنس آلومینیوم از همدیگر جدا شده‌اند. این فیلترها می‌توانند ۹۵٪ از ذرات با قطر $\leq 3/0$ میکرون را جذب کنند، تا جریان هوای خروجی جهت حفاظت محیطزیست و محیط اطراف از داروهای سیتوتوکسیک پاک شده و آلوده نباشد. در این دسته از هودها هوای فیلتر نشده بر سطح کار داخل هود می‌وزد. به همین دلیل حفاظت از محصول را ایجاد نمی‌کنند. حفاظت فردی با ایجاد جریان هوائی به داخل خود با سرعت ۷۵ فوت در دقیقه و ایجاد فشار منفی در هود، فراهم می‌گردد، با تولید هودهای بیولوژیک کلاس ۲، استفاده از این نوع هودها کاهش یافته است. این هودها جهت کار با عواملی که خطر کم تا متوسط دارند استفاده می‌شوند.

در این دسته از هودها شدت جریان هوای داخل آزمایشگاه یا اتاق محل استقرار این هودها باعث کاهش کارایی هود می‌شود و همچنین حرکات سریع دست شخص عامل، محل قرار گرفتن هود نسبت به درهای ورود و خروج و منبع حرارتی نیز در کاهش کارایی این هودها دخیل می‌باشد.

✓ **هود بیولوژیک کلاس II:** این هودها برای محافظت افراد، محیط، مواد و محصولات طراحی شده‌اند. تفاوت اصلی هودهای کلاس I و کلاس II، تصفیه جریان هوا توسط فیلترهای این هودهای ایمنی بیولوژیک هم شخص محقق و هم مواد و محیط کار داخل هود را در برابر آلودگی‌های خارجی حفاظت می‌نماید. حفاظت فردی با ایجاد جریان هوا به داخل هود صورت می‌گیرد. قسمت جلو این هودها باز است. هوا از این طریق وارد هود می‌شود و به طرف فیلتر هدایت می‌شود. هوای وارد شده به داخل هود به جای گذر از فضای داخل هود از یک سری منافذ در جلوی

هود، به طرف پائین هدایت شده (جهت حفاظت از محصول) و از آنجا از طریق کانال پشت هود به بالا برده شده و پس از عبور از فیلتر هپا به داخل هود برگشته و قسمتی دیگر نیز از فیلتر هپا دوم دیگری عبور نموده و از دستگاه خارج می شود (جهت حفاظت از محیط). این کلاس از هودها به منظور تحقیقات بر روی بافت های حیوانات، کشت سلولی و بخصوص کار با ویروس ها استفاده می شود. هود کلاس ۲ به ۴ دسته تقسیم می شود که شامل:

هود کلاس ۲ نوع A1: در این نوع هود هوا با سرعت ۷۰ فوت در دقیقه وارد هود می شود. فشار درون آن منفی است ولی ممکن است مثبت شود، به همین دلیل برای مواد شیمیایی توکسیک قابل تبخیر و رادیونوکلئوتید قابل تبخیر مناسب نمی باشد. ۷۰ درصد هوا را دوباره پس از عبور از فیلتر هوا به داخل هود برمی گرداند و ۳۰ درصد را پس از فیلتر شدن به محیط بیرون (خارج از محیط کار یا به داخل محیط کار) می فرستد.

هود کلاس ۲ نوع A2: در این نوع هود هوا با سرعت ۱۰۰ فوت در دقیقه وارد هود می شود. در این هودها هوایی که از منفذهای زیر هود به طرف فیلتر هپا می رود تحت یک فشار منفی می باشد که در این نوع هودها ۳۰ درصد از هوا پس از فیلتر شدن، از هود خارج گشته (به داخل ساختمان محل کار یا به محیط بیرون) و ۷۰ درصد (پس از فیلتر شدن) دوباره به داخل هود برمی گردد.

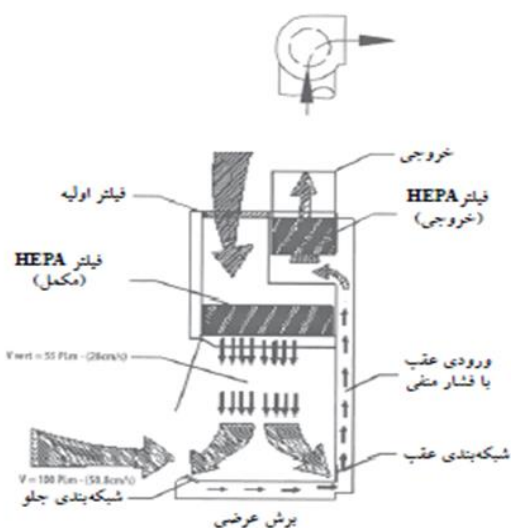
هود کلاس ۲ نوع B1: در این نوع هود هوا با فشار ۱۰۰ فوت در دقیقه وارد هود می شود فشار هوا درون هود منفی است. ۳۰ درصد هوا پس از فیلتر شدن به داخل هود بازگردانده می شود و ۷۰ درصد آن به بیرون (خارج از ساختمان محیط کار و به جو) منتقل می گردد.

هود کلاس ۲ نوع B2: در این نوع هود هوا با فشار ۱۰۰ فوت در دقیقه وارد هود می شود. فشار درون هود منفی می باشد. هیچ گونه هوایی پس از فیلتر شدن دوباره به درون هود بازگردانده نمی شود و پس از فیلتر شدن به جو برمی گردد. برای مواد شیمیایی سمی قابل تبخیر و مواد رادیونوکلئوتید قابل تبخیر مناسب است.

هودهای ایمنی بیولوژیک کلاس III:

این هودها طوری طراحی شده‌اند که بالاترین سطح محافظت را برای کارکنان، محیط کار و مواد تأمین می‌کنند. هود کلاس III یک سد فیزیکی کامل بین فرد و مواد داخل هود تأمین می‌کند و محفظه جلو آن مانند هود کلاس I و II باز نیست. از نوع این هودها در موقع کار با عوامل فوق‌العاده خطرناک زیستی و در مواردی که ایجاد محدودیت مطلق مورد نیاز است، استفاده می‌گردد. برای مواد شیمیایی سمی قابل تبخیر و مواد رادیونوکلئوتید قابل تبخیر مناسب است.

❖ توجه: هود مناسب جهت کار با داروهای سیتوتوکسیک هود کلاس ۲ نوع B2 و هود کلاس ۳ می‌باشد. زیرا مواد قابل تبخیر نیز به راحتی می‌توان در این هودها آماده کرد.



شکل ۱. نمونه‌ای از یک هود کلاس II (B2)

توصیه‌های استاندارد جهت کار با انواع هودهای ایمنی بیولوژیک:

- ۱- محیط داخل هود قبل از انجام کار و بعد از پایان آن، باید با الکل ۷۰ درصد یا یکی از مواد ضد عفونی کننده مانند هیپوکلریت سدیم (وایتکس) آلودگی زدایی شود.

۲- لامپ اشعه ماوراءبنفش (UV) جهت هود توصیه نمی‌شود ولی در صورت مجهز بودن هود به لامپ UV، زمانی که لامپ UV روشن است باید شیشه هود به‌طور کامل پایین کشیده شود و پنجره آن بسته شود. زیرا تماس با آن باعث سوختگی قرنیه و سرطان پوست می‌گردد. لامپ UV باید به‌صورت هفتگی تمیز گردد. تا گردوغبار و آلودگی روی آن مانع عملکرد صحیح آن نگردد، همچنین امواج آن باید به‌صورت هفتگی با وسیله اندازه‌گیر اشعه ماوراءبنفش مورد بررسی قرار گیرد.

۴- هودها را باید در محلی ایزوله و جدا از سایر قسمت‌های محیط کار و جریانات شدید هوایی قرار داده شوند (دور از درها، پنجره‌ها، هواکش‌ها، خنک‌کننده‌ها و گرم‌کننده).

۶- تمام وسایلی که لازم است به داخل هود برده شوند باید سطوحشان آلودگی‌زدایی گردد. تمام مواد موردنیاز را باید در ابتدا قبل از شروع کار به داخل هود برده شود (مانند سفتی باکس، یک سطل کوچک جهت مواد دفعی و باتل‌ها سرم و سرنگ و نیدل به میزان کافی). البته باید توجه داشت که از تجمع بیش‌ازحد وسایل درون هود جلوگیری کرد. زیرا باعث اختلال در جریان هوای درون هود می‌گردند.

۷- باید از حرکات سریع و ناگهانی دست در داخل هود، اجتناب کرد؛ زیرا در این صورت اختلال در جریان هوای هود ایجاد شده و خطر پخش شدن ذرات ریز معلق وجود دارد.

۸- در صورت آلوده شدن فیلتر هود با داروهای سیتوتوکسیک تا زمانی که فیلتر تعویض نشده، از آن استفاده نگردد؛ و حتماً روی آن برچسب زده شود که تمام افراد متوجه آلوده شدن آن شوند. فیلتر آلوده را باید در کیسه پلاستیکی گذاشت و به‌عنوان ماده آلوده دفع کرد.

۹- پنکه هود در تمام اوقات باید روشن باشد. مگر زمانی که هود جابجا یا تعمیر می‌شود.

۱۰- زمانی که هود خاموش است یا جابجا می‌شود باید با پوشش پلاستیکی پوشانده شود.

۱۱- هود را پس از هر بار جابجا شدن، تعمیر مانند تعویض فیلتر و یا هنگام اولین بار استفاده و به‌طور معمول هر ۶ ماه یک‌بار سرویس شود. البته نحوه عملکرد هود باید به‌صورت روزانه توسط کارکنانی که با آن کار می‌کنند چک گردد.

۱۲- هود را قبل و پس از استفاده با الکل ۷۰٪ یا هیپوکلریت سدیم یا ماده ضدعفونی‌کننده‌ای که شرکت تولیدکننده توصیه کرده تمیز و ضدعفونی شود.

۱۳- فیلتر هود را پس از ساعت کاری مشخص (که معمولاً در دفترچه راهنمای استفاده از هود نوشته شده است) باید تعویض کرد. پس باید مدت‌زمان استفاده از هود به‌طور مرتب یادداشت گردد.

۱۴- هود حداقل ۳-۵ دقیقه قبل از شروع به کار روشن شود تا هوای داخل هود تخلیه شود.

۱۵- قبل از شروع به کار لامپ UV خاموش شود و لامپ فلورسنت روشن شود. در پایان کار برعکس لامپ UV روشن و لامپ فلورسنت خاموش شود.

۱۶- سطح کار، سطح داخلی پنجره هود و سطوح تمام ظروف مواد و لوازمی که در داخل هود قرار دارند با یک محلول ضدعفونی‌کننده مناسب تمیز شوند.

۱۷- از جمع نمودن وسایل در زیر هود برای جلوگیری از ایجاد اختلال در جریانات هوایی خودداری کنید.

۱۸- هرگز از وسایلی که مربوط به اتاق کشت نمی‌باشد استفاده نکنید همچنین وسایل اختصاصی مربوط به اتاق کشت را نیز برای کارهای دیگر به کار نبرید.

۱۹- ناحیه مجاز در زیر هودهای ۱۰ سانتی‌متر پس از منفذها مکش هوا در جلوی هود است.

۲۰- از انجام حرکات سریع و ناگهانی دست‌ها در داخل هود خودداری کنید.

۲۱- پوشیدن دستکش‌های لاتکس در هنگام کار ضروری است زیرا می‌توانید به راحتی این دستکش‌ها را به علت نداشتن خلل و فرج با الکل ضدعفونی کنید و متعاقباً الکل برای دست‌ها نیز ضرری به دنبال نخواهد داشت.

۲۲- در صورت ریخته شدن مواد و محیط‌های کشت حتماً ناحیه مزبور را بلافاصله با دستمال آغشته به الکل خوب تمیز و پاک کنید.

۲۳- روپوش آزمایشگاهی باید از جنسی باشد که از خود فیبرهای کمتری را آزاد کند تا وارد هود نشود.

۲۴- به دلیل استفاده از انواع رده‌های سلولی در کشت سلول که ممکن است میزبان طبیعی یا آلوده به

میکروارگانسیم‌های خطرناک باشند حتماً وسایل مصرفی و زباله‌های باقی‌مانده محیط یا Reagent را به‌طور

جداگانه اتوکلاو نماید و از انباشته شدن آن‌ها در اتاق کشت خودداری کنید.

۲۵- در مواردی که با مواد سیتوتوکسیک کار می‌کنید استفاده از عمل تدخین یا دودزدائی^{۱۴} با یکی از مواد ضدعفونی‌کننده مانند فرمالین مناسب است.

۲۶- در مواقعی که از هود استفاده نمی‌کنید حتماً درب پائین را ببندید. بسته بودن درب اتاق کشت نیز بسیار مهم است.

۲۷- جدا نمودن هودها برای فعالیت‌های مختلف بسیار ضروری است.

۲۸- از انجام حرکات سریع و ناگهانی دست‌ها در داخل هود خودداری کنید.

۲۹- پوشیدن دستکش‌های لاتکس در هنگام کار ضروری است زیرا می‌توانید به راحتی این دستکش‌ها را به علت نداشتن خلل و فرج با الکل ضدعفونی کنید و متعاقباً الکل برای دست‌ها نیز ضروری به دنبال نخواهد داشت.

۳۰- در صورت ریخته شدن مواد و محیط‌های کشت حتماً ناحیه مزبور را بلافاصله با دستمال آغشته به الکل خوب تمیز و پاک کنید.

۳۱- هیچ‌گاه درب یک هود بدون راه فرعی به‌طور کامل بسته نشود. درب آن حداقل به اندازه ۵ سانتیمتر باز باشد. بخصوص وقتی که در داخل هود مواد قابل اشتعال وجود داشته باشد.

¹⁴ Fumigation

۳۲- درب هود طوری تنظیم شود که اپراتور را در برابر پاشیدن مواد محافظت کند.

۳۳- تمام کارها حداقل در فاصله ۱۵ سانتی متری در داخل هود انجام شوند. در قسمت جلویی دهانه هود قدرت ربایش هود ممکن است که ۱۰۰٪ نباشد.

هودها را می توان به سه قسمت تقسیم کرد:

✓ میکروبی

✓ کشت سلولی

✓ شیمیایی

هودهای میکروبی و کشت سلول

مطمئن شوید که محیط داخل هود از کار قبلی تمیز شده است. برای اطمینان بیشتر یکبار دیگر به طور کامل داخل هود را با الکل ۷۰ درصد با دستمال بدون کرک پاک کند. به مدت حداقل ۱۵ دقیقه چراغ UV داخل هود را روشن نمایید (مرطوب بودن سطح داخل هود با الکل اثر اشعه را بیشتر می نماید. این نکته بسیار دارای اهمیت است که اثر UV محیط باید کاملاً تاریک باشد). بعد از خاموش کردن چراغ UV هود را روشن نموده و ۱۵ دقیقه صبر نماید. اعتماد به عمل فیلتراسیون هوا در جهت مؤثر هودها کمی قابل تأمل است و همیشه درصدی خطا وجود خواهد داشت؛ بنابراین هودها هرگز نمی توانند به طور کامل و ۱۰۰٪ مؤثر بوده ولی می توانند احتمال آلودگی را به میزان بسیار زیادی کاهش دهند، در نتیجه وجود هوای تمیز با تهویه مناسب در اتاق یا آزمایشگاهی که این هودها کار گذاشته شده اند و سایر تمهیداتی نظیر استفاده صحیح، کنترل و تعویض به موقع فیلترها و جلوگیری از انتشار و پخش

گردوغبار در آزمایشگاه از عواملی است که می‌تواند ضریب اطمینان عملکرد این هودها را بالا برد.

جهت رسیدن به حداکثر راندمان کاری و اطمینان مستمر از عملکرد یک هود، کنترل مرتب آن بسته به شرایط استفاده تعداد استفاده‌کننده‌ها لازم و ضروری است. هودهای مذکور باید در محلی ایزوله و جدا از سایر قسمت‌های آزمایشگاه و جریان‌ات شدید هوایی گاز گذاشته شوند (دور از درب‌ها، پنجره‌ها، هواکش‌ها، خنک‌کننده‌ها و همچنین به‌دوراز رفت‌وآمدهای زیاد کارکنان) برنامه‌های مدون تمیز نمودن و ضدعفونی کردن هود از مواد بسیار ضروری است. جهت جلوگیری از هرگونه رفت‌وآمدهای اضافی در هنگام کار، وسایل و مواد مورداحتیاج را قبلاً در اتاق کشت و در کنار هود آماده نمایید.

هودهای شیمیایی

در ابتدا برنامه کاری خود را تنظیم نموده و تمام وسایلی که موردنیاز است در هود قبل از شروع کار قرار دهید. خوب کار کردن هود بستگی به سرعت جریان هوا در داخل هود دارد و فاکتورهای مختلفی در سرعت هوای قسمت جلوی هود و داخل آن مؤثر است. مطمئن باشید که هود در جای مناسب و به‌دوراز جریان‌ات هوا قرار گرفته است. درب جلوی هود را همیشه در پایین‌ترین سطح خود نگه‌دارید که در این صورت بهترین محافظت در برابر خارج شدن هوای داخل هود به بیرون است.

تمامی وسایل غیر لازم و شیشه‌های حاوی مواد شیمیایی را از درون هود خارج نموده و در قفسه‌های تعبیه‌شده در قسمت پائین هود قرار دهید نگهداری و ذخیره‌سازی شیشه‌ها در زیر

هود باعث تجمع بخارات سمی و اختلال در جریانات طبیعی هود ایجاد می‌شود. البته ممکن است هودها را فقط برای ذخیره مواد در نظر بگیرند که به‌طور مداوم تولید بخارات سمی می‌نمایند. به خاطر داشته باشید که در هر زمان از انجام حرکات سریع در زیر هود خودداری نمایید زیرا حرکات ناگهانی و سریع دست‌ها یا جابجا نمودن وسایل باعث اختلال در جریان هوای داخل هود می‌گردد. وسایل موردنیاز به‌گونه‌ای درون هود قرار دهید که محله‌ای جریان هوای را مسدود نکرده باشند و همچنین از قسمت انتهایی هود که محل خروج هوا بوده به دور باشند. حداکثر ۸ سانتیمتر از داخل لبه خارجی هود به بعد کار نماید و در هنگام استفاده از مواد شیمیایی و یا وزن کردن آن‌ها دست‌ها در حد امکان در آخرین وضعیت در داخل هود قرار دهید. در مواقعی که اطمینان کامل به کارایی مناسب هود ندارید می‌توانید با یک‌تکه یخ خشک هود را مورد امتحان قرار دهید در این حالت درب جلوی هود را در پایین‌ترین وضعیت خود قرار دهید. هنگامی بخارات متصاعد شده از یخ خشک کمتر در محوطه داخلی هود پخش و بیشتر به‌طرف مجاری خروج هوا حرکت کنند می‌توانید از کارایی هود مطمئن باشید.

نکات ایمنی در رابطه با نیتروژن مایع (N₂)

۱- نیتروژن مایع بی‌رنگ‌بو و بی‌نهایت سرد است و نقطه‌جوش آن ۱۹۶- درجه سانتی‌گراد است که می‌تواند در صورت تماس مستقیم با پوست یا هر نقطه دیگر از بدن انسان نوعی سوختگی شدیدی ایجاد نماید. پس به‌هیچ‌عنوان جهت درآوردن ظرف نیتروژن مایع از دست خود استفاده نکنید.

۲- برای حمل و نقل نیتروژن مایع از ظروف مخصوص حمل نیتروژن مایع استفاده نمایید این ظروف را باید به آهستگی و حداکثر ۲/۳ حجم ظرف را از نیتروژن مایع پر نموده تا از وارد شدن شوک شدید سرما به ظرف که ممکن است باعث صدماتی شود جلوگیری گردد.

۳- برای جلوگیری از بخار شدن نیتروژن مایع لطفاً درب ظرف موردنظر را بگذارید.

۴- از تماس پوست بدن با وسایلی که با نیتروژن مایع در تماس بوده‌اند اکیداً خودداری کنید.

۵- استفاده از دستکش و عینک محافظ در موقع کار با نیتروژن مایع الزامی است.

۶- هرگز درب ظرفی که نیتروژن مایع را در آن حمل می‌نمایید یا نگهداری می‌کنید کاملاً محکم نبندید؛ زیرا به علت گاز نیتروژنی که تولید می‌شود فشار درونی بسیار بالا رفته علاوه بر ایجاد صدمه به ظرف امکان زیادی وجود دارد که انفجار صورت پذیرد هرگز ظروف را از نیتروژن پر ننمایید.

۷- نیتروژن مایع بی‌رنگ، بی‌بو، بی‌مزه و کشنده است. نیتروژن مایع به سرعت میزان اکسیژن محیط و بافت و هر قسمتی که روی آن ریخته شود را کاهش داده و باعث ایجاد اختناق^{۱۵} می‌گردد؛ بنابراین هرگز نباید برای کنترل آن داخل ظرف را دید، مزه یا بو نمود زیرا به سرعت استنشاق می‌گردد. به همین خاطر نیتروژن مایع باید در مکان‌هایی نگهداری شود که دارای تهویه می‌باشند. هنگامی که نیتروژن مایع بخار می‌شود باعث کاهش شدید غلظت اکسیژن هوا شده و ممکن است باعث سرگیجه، بیهوشی و حتی مرگ گردد.

۸- از گذاشتن ظروف دربسته شیشه‌ای در داخل ظرف نیتروژن مایع جدا خودداری نمایید.

۹- ظروف پلاستیکی مانند اپندورف را می‌توان با استفاده از گیره‌های آهنی یا چوبی از داخل ظرف نیتروژن مایع خارج کرد.

۱۰- پس از استفاده، باقیمانده نیتروژن مایع را فقط بر محیط‌های سرباز و فقط روی زمین خالی نمایید و آن‌ها به ظرف اصلی‌اش برنگردانید.

۱۱- ظروف نگهداری نیتروژن مایع در جای تمیز و خشک به‌دوراز رطوبت، مواد تمیزکننده و مواد شیمیایی یا سایر خورنده‌های شیمیایی نگهداری کنید این ظروف را فقط با آب یا محلول‌های دترجنت ضعیف بشویید و سپس خشک نمایید.

۱۲- میزان بخار شدن نیتروژن مایع بسته به زمان موقعیت و شکل ظروف نگهداری و نحوه استفاده از آن متفاوت است

۱۳- باز و بسته نمودن مستمر یا حرکت دادن ظرف حاوی نیتروژن از میزان اثر سرمازایی نیتروژن می‌کاهد. سطح نیتروژن مایع را در ظرف هر هفته باید اندازه‌گیری شود و مطمئن باشید که به‌اندازه کافی بوده تا به مواد نگهداری شده در آن صدمه وارد نشود.

۱۴- در مواقعی که شخصی به‌وسیله نیتروژن مایع دچار سرگیجه شد یا کمی بی‌هوش گردید او را به محیطی که کاملاً باز باشد ببرید و از یک پزشک کمک بگیرید اگر تنفس برای او مشکل است از اکسیژن استفاده نماید و در صورت قطع تنفس آن، از تنفس مصنوعی استفاده کنید، او را گرم نگهدارید تا پزشک از راه برسد.

۱۵- اگر نیتروژن مایع روی دست، پا و یا صورت بریزد باید محل آسیب دیده را با دمای طبیعی بدن به سرعت هر چه بیشتر گرم نگه داشت، پوشش ناحیه را باید از پوست جدا کرد و ناحیه را در حمام آب ۴۲ تا ۴۵ درجه سانتی گراد غوطه ور کرد.

۱۶- نیتروژن مایع مقادیر زیادی گاز تولید می نماید. یک لیتر نیتروژن مایع تقریباً ۰/۷ مترمکعب مربع گاز نیتروژن تولید می کند بنابراین در هنگامی که نیتروژن مایع را در ظروف درب بسته ریخته‌اید هنگام باز نمودن آن احتیاط نماید.

فصل چهارم

راهکارهای مواجهه با عوامل و بلايا
در آزمایشگاه

رعایت نکات ایمنی قبل از وقوع آتش‌سوزی

- ۱ - اصل دوری مواد قابل اشتغال از وسایل آتش‌زا را در تمام تأسیسات و مکان‌های مسکونی و حتی معابر عمومی رعایت کنید.
- ۲ - در ساختمان‌ها درهای خروج اضطراری پیش‌بینی کنید و وسایل اطفای حریق را کنترل کنید.
- ۳ - حداقل دو راه برای خروج اضطراری از ساختمان تعیین کنید.
- ۵ - برنامه خروج اضطراری و گریز از آتش را حداقل دو بار در سال تمرین کنید.
- ۶ - حتماً، هنگام خروج از محل، شیر اصلی ورودی گاز به ساختمان را ببندید.
- ۷ - برای باخبر شدن از آتش‌سوزی احتمالی، از آشکارگرها (دود، حرارت یا شعله) استفاده کنید و نسبت به نصب آن در منزل دقت لازم را به عمل آورید.
- ۸ - کپسول آتش‌نشانی مناسبی در آزمایشگاه داشته باشید و در مورد نحوه استفاده از آن آموزش ببینید و به کارکنان نیز آموزش دهید.
- ۹ - از انباشتن مواد آتش‌زا، به‌ویژه در نزدیکی منابع حرارتی، خودداری کنید.
- ۱۰ - از نگهداری مایعات و گازهای قابل اشتعال در منزل خودداری کنید. در صورت لزوم این مواد را در ظروف خاص خارج از ساختمان قرار دهید.
- ۱۱ - وسایل برقی و اتصالات آن‌ها را به‌دقت کنترل کنید تا از استاندارد بودن آن‌ها مطمئن شوید.

۱۲ - به محض مشاهده سیم‌های لخت، آن‌ها را ترمیم کنید.

طبقه بندی انواع حریق مطابق با استاندارد اروپا

مثال	نوع آتش	شکل	کلاس
چوب، کاغذ، پارچه، لاستیک، پلاستیک، فرش، توتون، تنباکو، الیاف، نفتالین	مواد خشک یا جامدات		A
بنزین، گازوئیل، نفت، تینر، گریس، الکل، اتر، استن، گلیسرین	مایعات قابل اشتعال		B
متان، اتان، بوتان، پروپان، استیلن، اکسیژن، هیدروژن	گازهای قابل اشتعال		C
لیتیم، سدیم، پتاسیم، منیزیم، تیتانیوم، زیرکانیوم	فلزات قابل اشتعال		D
لوازم برقی و الکترونیکی، کابل‌ها و سیم‌های برق	برق و الکتریسیته		E
روغن‌های خوراکی مورد استفاده در آشپزخانه یا رستوران	روغن‌های خوراکی		F

چگونه کپسول مناسبی را برای اطفای حریق انتخاب کنیم؟

گروه آتش	نماد تصویری	نوع عامل حریق	مثال	خاموش کننده مناسب
A		جامدات قابل اشتعال	چوب، کاغذ، پلاستیک، پارچه	آب و گاز فوم پودر و گاز
B		مایعات و گازهای قابل اشتعال	بنزین، گازوئیل، پارافین، روغن صنعتی، بوتان، پروپان، متان	پودر و گاز CO2
C		تجهیزات الکترونیکی	تابلو های برق، کامپیوتر، اتاق آسانسور	CO2
D		فلزات قابل احتراق	آلومینیوم، منیزیم، یتاسیم	پودر خشک
F یا K		روغن ها و چربی ها	روغن های آشپزی، روغن حیوانی، گریس	پودر و گاز فوم

ریختن اسید و اسیدپاشی

هنگامی که روی بدن فردی اسید ریخته شد، باید از درآوردن لباس‌های فرد خودداری کرد. تنها راه پاک کردن اسید و کمتر کردن شدت آن در ناحیه سوختگی، ریختن آب فراوان در ناحیه موردنظر است. آب فراوان در ناحیه‌ای که بر اثر مایع اسید دچار سوختگی شده تنها راهکار کم کردن شدت سوختگی است که حداقل باید به مدت ۱۰ دقیقه با آب پرفشار شست‌وشو انجام شود. باید توجه داشته باشیم آب به صورت مستقیم روی ناحیه سوختگی ریخته شود و باید هرچه سریع‌تر آبی که با آن اسید شست‌وشو داده می‌شود از بدن فرد آسیب‌دیده خارج شود و به سایر ناحیه‌ها سرایت نکند. اگر صورت دچار سوختگی شده باشد باید آب به گونه‌ای روی

صورت ریخته شود که به گردن فرد سرایت نکند. اگر ماده‌ای سمی به شکل پودر بود باید ابتدا ماده توسط دستمال از بدن پاک‌شده سپس با آب شست‌وشو داده شود. برخی مردم تصور می‌کنند هنگامی که اسید روی بدن ریخته شود باید توسط ماده‌ای قلیایی شست‌وشو و خنثی شود درحالی‌که این عمل موجب انجام واکنش شده و بسیار خطرناک است. هنگامی که بدن فردی با اسید دچار سوختگی شده نباید لباس او را دریاوریم چراکه اسید لباس‌ها نیز ممکن است به سایر نقاط بدن سرایت کند، بنابراین بهترین راهکار ریختن آب روی لباس بوده و باید قسمتی از لباس که دچار سوختگی شده را قیچی کرد.

ریختن جیوه در آزمایشگاه

جیوه یک فلز سنگین بسیار سمی است. اگرچه بعید است که شما دماسنج جیوه‌ای در آزمایشگاه و یا منزل خود نداشته باشید، اما قطعاً وسایل دیگری مثل لامپ‌های فلورسانت و یا ترموستات‌های جیوه‌ای در اطراف شما وجود دارند. اگر شما به یک دماسنج جیوه‌ای، ترموستات و یا لامپ فلورسانت آسیب برسانید، باید محیط را خیلی بیشتر از آنچه انتظارش را دارید و به‌دقت تمیز کنید. نبایدها و توصیه‌های اضافی برای تمیز کردن محیط پس از ریخته شدن و یا نشت جیوه عبارت‌اند از:

- جیوه نشت پیدا کرده و یا تکیه‌های شکسته را در محیط رها نکنید. این موضوع باعث پخش شدن جیوه در هوا می‌شود و سطح آلودگی را به میزان قابل توجهی افزایش می‌دهد.

- جیوه یا شیشه‌های شکسته را با جاروبرقی جمع نکنید. این کار قطرات بزرگ جیوه را به قطرات کوچک‌تر خورد می‌کند و منجر به افزایش سطح تماس جیوه با هوا می‌شود؛ بنابراین جیوه بیشتری می‌تواند در محیط منتشر شود.

- جیوه را در مسیر فاضلاب نریزید. این کار می‌تواند لوله‌کشی فاضلاب شما را مسدود کند و به‌طور جدی منجر به آلوده شدن سیستم لوله‌کشی و فاضلاب محیط زندگی و یا آزمایشگاه نوبت.

- همواره از شستن پارچه‌ها و لباس‌های آلوده به جیوه اجتناب کنید. این کار ماشین لباسشویی شما و الباقی لباس‌های موجود در آن را آلوده می‌کند. علاوه بر این آب آلوده به جیوه نیز در سیستم لوله‌کشی و فاضلاب شما منتشر خواهد شد. یادآور می‌شویم که خشک کردن این پارچه‌های آلوده به جیوه در محیط و یا حتی با استفاده از خشک‌کن ماشین لباسشویی منجر به پخش شدن هرچه بیشتر جیوه در هوا خواهد شد و شما با انجام این کار خود را در معرض هرچه بیشتر این آلودگی قرار می‌دهید. در شرایط ذیل می‌تواند به وضعیت خطرناک برسد:

۱- ریختن و پاشیده شدن جیوه در محیط قابل تمیز کردن فوری نیست چون به ذرات ریزترها حداکثر سطح تماس می‌رسد و سرعت تبخیر آن نیز بالاست. در بسیاری از موارد سرعت تبخیر جیوه بیشتر از سرعت تهویه اتاق خواهد شد.

۲- سرعت تبخیر جیوه به درجه حرارت بستگی دارد. در شرایطی که درجه حرارت نسبتاً بالاست حتماً باید شرایط تهویه مناسب ایجاد شود. به‌عنوان مثال گاهی وقت‌ها ترمومتر آون‌ها

بر اثر حرارت بالاتر از ظرفیت قابل تحمل ترمومتر می‌شکند و منجر به پخش جیوه در آزمایشگاه می‌گردد.

۳- جیوه اغلب به فاضلاب راه پیدا می‌کند و ممکن است کارگران تأسیسات که در حال تعمیر لوله‌ها هستند با چکه کردن فاضلاب حاوی جیوه در محل بسته‌ای لوله‌کشی‌ها آلوده شوند.

۴- تخلیه جیوه در سینک آزمایشگاه به همراه فاضلاب در نهایت به چاه‌های جاذب و یا سفره‌های آب زیرزمینی می‌رسد و یا در صورت تخلیه به شبکه جمع‌آوری فاضلاب عملیات تصفیه فاضلاب را در سیستم تصفیه‌خانه با مشکل مواجه می‌کند.

۱- کار با جیوه در آزمایشگاه

هر جائیکه جیوه به کار می‌رود احتمال ریختن جیوه وجود دارد. جیوه پس از ریختن به ذرات ریزتری تبدیل شده و در تمام سطح آزمایشگاه پخش می‌شود. ذرات درشت نیز به سرعت به هزاران ذرات کوچک‌تر تبدیل شده و همه‌جا را آلوده می‌نماید. لذا لازم است در صورت کار با جیوه موارد ذیل مورد

• ترجیحاً یک شیمیست حرفه‌ای با جیوه کار کند گرچه تا آنجا که ممکن است می‌بایست مصرف جیوه کاهش یا به‌طور کلی حذف گردد؛ مثلاً به‌جای استفاده از دماسنج‌های جیوه‌ای از نوع جیوه‌ای - روغنی^{۱۶} (بابلر) یا الکلی آن استفاده شود. بابلرهای جیوه‌ای در واقع فشار اتمسفر داخل یک سیستم واکنش شیمیائی را تنظیم می‌کنند به‌طوری‌که اگر فشار داخل سیستم بالاتر از فشار هوای آزمایشگاه باشد از ورود هوا به داخل سیستم جلوگیری کرده و هوای اضافی را نیز از طریق جیوه یا روغن از سیستم خارج می‌کند.

¹⁶ Bubbler

• هرگز از دماسنج‌های جیوه‌ای در آون آزمایشگاهی استفاده نکنید. در صورتی که دماسنج در آون بشکند نه تنها سلامت خودتان به خطر می‌افتد بلکه یک شرایط خطرناک در محیط آزمایشگاه ایجاد کرده و آزمایشگاه باید برای روزها برای پاک‌سازی تعطیل شود. همچنین آون به‌عنوان یک پسماند خطرناک آلوده محسوب شده که شرایط دفع مناسب را می‌طلبد که هم زمان‌بر و هم هزینه‌بر است. این مسئله در کنار تعطیلی و انجام عملیات پاک‌سازی به‌عنوان یک معضل هزینه‌بر برای آزمایشگاه مطرح می‌باشد.

• هرگز جیوه اضافی را در آزمایشگاه نگه ندارید تجربه نشان داده که بسیاری از عملیات خنثی‌سازی و پاک‌سازی در زمان‌های اورژانسی مثل آتش‌سوزی‌ها و حوادث غیرمترقبه در آزمایشگاه‌ها مربوط به جمع‌آوری و پاک‌سازی جیوه‌های اضافی نگه‌داشته شده در آزمایشگاه بوده است.

• جیوه‌های ریخته شده را سریعاً پاک‌کنید و زمان کار با جیوه از یک سینی مخصوص شیشه‌ای، پلاستیکی و یا استیل استفاده کنید استفاده از این ظرف مانع پخش جیوه در محیط و یا بر روی میز و کف آزمایشگاه می‌گردد.

• در محله‌ای که احتمال تماس مستقیم یا غیرمستقیم گرما با جیوه می‌باشد کار نکنید.

• از استنشاق بخار جیوه پرهیز کرده و در زمان کار از دستکش مناسب استفاده نمایید.

• پسماند جیوه را در یک ظرف مخصوص پسماند خطرناک نگهداری کرده و آن را با پسماندهای آلی و یا معدنی یکجا جمع نکنید.

• هرگز پسماند جیوه را در ظرف شوئی آزمایشگاه خالی نکنید.

• در هنگام کار از طلا و نقره به‌عنوان زیورآلاتی که احتمال تماس آن‌ها با جیوه می‌رود استفاده نکنید.

• اقدام مؤثر و سریع در هنگام ریزش و پاشیدن جیوه انجام دهید. از واکنش دادن جیوه با گوگرد در محیطی با درجه حرارت بالا خودداری کنید.

• جیوه با آلومینیم، آمونیاک، کلراته، مس، آلیاژ مس، اتیلن اکسید، هالوژن‌ها، آهن، نیترات‌ها، سولفور، اسیدسولفوریک، اکسیژن، استیلن، لیتیم، ربیدیم، کاربید سدیم، سرب، نیترومتان، اسید پروکسی فورمیک، کلسیم، دی‌اکسید کلرین، اکسیدهای فلزی بروموپروپین، آلکین‌ها، تتراکربونیل نیکل ناسازگار است.

• جیوه می‌بایست در یک کمد دربسته در آزمایشگاه نگهداری شود تا به‌راحتی در دسترس قرار نداشته باشد. جیوه را درجایی نگذارید که در مسیر برخورد یک مراجعه‌کننده باشد؛ و علائم و توضیحات هشداردهنده بر درب کمد یا قفسه نوشته شود.

۲- بازیافت جیوه در آزمایشگاه

هرکسی که با جیوه کار کرده باشد به‌خوبی می‌داند که جیوه یک سطح براق و درخشان دارد اما بعد از گذشت زمان، بر روی سطح جیوه مصرفی در دیگ‌های بخار یا پمپ فشار، یک‌لایه لجن سیاه یا خاکستری تشکیل می‌گردد بنابراین زمانی که نیاز به تمیز کردن این وسایل می‌باشد به‌راحتی می‌توان به‌جای دور ریختن جیوه مجدداً آن را بازیافت و استفاده کرد. با این کار هم پسماند جیوه کمتری تولید خواهد شد و هم هزینه برای تهیه جیوه جدید کاهش می‌یابد.

بهترین روش پاک‌سازی روش تقطیر می‌باشد که البته جوشاندن جیوه و جمع کردن بخارات تقطیر شده زیاد خوشایند نیست. خوشبختانه دو روش آسان‌تر و کم‌خطرتر با قابلیت کاربرد بالا وجود دارد. قبل از هر چیزی یک سینی مخصوص دوجداره از جنس استیل یا پلاستیک تهیه کرده و در زیر هود قرارداد و از یکی از روش‌های ذیل برای بازیابی جیوه استفاده کنید:

۱- روش استفاده از سرنگ : در این روش از یک سرنگ ۱۰ میلی استفاده کنید و سوزن سرنگ را در زیر سطح جیوه کثیف چسبانده و جیوه تمیز زیر سطح را با سرنگ بکشید. پس از پر شدن سرنگ آن را به صورت عمودی گرفته و در ظرف تمیز جدید تخلیه کنید. مراقب باشید که جیوه از سرنگ چکه نکند.

۲- روش استفاده از کاغذ صافی : یک کاغذ صافی را به صورت قیف درآورده آن را بر روی یک قیف شیشه‌ای یا پلاستیکی که بر روی ظرف مخصوص جمع کردن جیوه تمیز است گذاشته و ته آن را یک سوراخ کوچک ایجاد کنید. تا آنجا که ممکن است ته قیف به سطح ظرف نزدیک باشد تا جیوه به اطراف نریزد. پس از ریختن جیوه کثیف روی کاغذ صافی، لجن سیاه و کثیف بر روی کاغذ صافی باقی می‌ماند و جیوه تمیز از قیف خارج می‌گردد. به میزان کثیفی جیوه ممکن است نیاز به چند بار تعویض فیلتر باشد. مناسب بودن این روش‌ها به دلیل کمتر بودن دانسیته لجن و غیر محلول آن در جیوه می‌باشد. اگر جیوه با فلز دیگر مثل سدیم آمیخته شود به روش‌های ساده فیزیکی قابل جداسازی نبوده و نیاز است که با روش‌های شیمیایی جداسازی انجام گیرد. اگر فلز آمیخته شده با روش شیمیایی به آسانی جدا نشود لازم است که با استفاده از روش‌های مناسب دفع پسماند، امحاء گردد. روش تقطیر نیز روش مناسبی برای جداسازی جیوه در موارد لزوم می‌باشد. مقادیر کم جیوه باقی‌مانده بر بدنه ظروف با شستشو توسط اسید

نیتریک رقیق پاک خواهد شد. فقط دقت گردد که این محلول در فاضلاب تخلیه نگردد. این محلول اسید نیتریک حاوی جیوه می‌بایست در یک ظرف مخصوص به‌عنوان پسماند جیوه نگهداری و با روش مناسب دفع گردد.

مواجهه شغلی با اجسام تیز و برنده آلوده و پیگیری آن

در صورت وقوع مورد مواجهه شغلی شامل گاز گرفته شدن، فرورفتن اجسام تیز و برنده آغشته به پوست، تماس پوست دارای بریدگی، خراشیدگی، زخمی و غیرسالم یا تماس غشاء مخاطی (چشم‌ها، دهان یا بینی) با خون یا سایر مایعات بدن بیمار، باید اقدامات زیر انجام شود:

۱- در صورت گاز گرفته شدن، فرورفتن اجسام تیز و برنده آغشته به پوست، تماس پوست دارای بریدگی، خراشیدگی، زخمی و غیرسالم خون یا مایعات بدن، بلافاصله باید با آب و صابون به مدت حداقل ۱۵ ثانیه به شسته شوند و در صورت لزوم پانسمان زخم انجام شود. حتی تماس پوست سالم با خون یا مایعات بدن باید مهم تلقی شده و بلافاصله با آب و صابون شسته شوند و محل از نظر احتمال بریدگی و خراشیدگی بررسی شود که اگر بریدگی یا خراشیدگی وجود داشت باید پانسمان مناسب انجام شود. اگر صدمه و آسیب وارده به کارمند خیلی بزرگ بود، باید تا زمان بهبود از نظر کار محدود شود. از استفاده از مواد شیمیایی مانند وایتکس خودداری شود چون سبب تحریک می‌شود.

۲- هرگونه تماس مخاط دهان، چشم یا بینی با خون یا مایعات دیگر باید با مقادیر زیاد آب یا محلول‌های شستشو، به‌خوبی تمیز شوند (برای دهان حداقل به مدت ۲ دقیقه و برای چشم‌ها حداقل به مدت ۳ دقیقه).

۳ - به دنبال تماس شغلی مشاهده می‌شود که کارکنان اورژانس پیش بیمارستانی اطلاع و دسترسی به فرد آگاه و مشخصی برای پیگیری ندارند. کارکنان باید آگاه شوند که در صورت داشتن مواجهه شغلی با خون یا ترشحات بیمار، گزارش فوری به ارشد نوبت‌کاری یا مدیر جانشین انجام شود و واقعه در دفاتر کار روزانه ثبت شود. هدف از گزارش دهی، پیگیری بیشتر و انجام سایر اقدامات لازم مانند بررسی وضعیت سلامت و پرونده پزشکی کارمند (و در صورت لزوم پیشگیری دارویی، واکسن، آزمایش و...) و نیز پیگیری وضعیت سلامت بیمار منبع تماس و بررسی بیشتر از نظر آلودگی‌های احتمالی بیمار منبع تماس است که در تعیین اقدامات مورد برای کارمند نقش اساسی را دارد. پیگیری و مراقبت‌های بعدی باید بدون تحمیل هزینه به کارمند انجام شود. مراحل این پیگیری‌ها شامل:

- ✓ مشخص کردن و تعیین آلودگی منبع تماس از نظر آلودگی به (HBV, HCV, syphilis, HIV and) با استفاده از دستورالعمل اجرایی پس از انتقال به مرکز درمانی.
- ✓ اطلاع به رابط بیمارستانی جهت همکاری و ادامه پیگیری و درمان
- ✓ جمع‌آوری نمونه از خون کارمند دارای مواجهه.
- ✓ انجام اقدامات پیشگیری بعد از تماس برحسب آلودگی منبع و وضعیت ایمنی کارمند (به‌ویژه در مورد HIV, HBV و مننژیت مننگوکوکی).
- ✓ آموزش گزارش بیماری‌ها و علائم رخ داده شده‌ی بعدی توسط کارکنانی که مواجهه شغلی داشته‌اند.
- ✓ ارائه گزارش کارمند به مسئولین و محرمانه ماندن نتایج تشخیص‌ها.
- ✓ درمان و اقدامات پیشگیری بعد از تماس

دسته‌بندی مواد پرخطر و هشدارها

هشدارها	خصوصیات	دسته و علامت
<ul style="list-style-type: none"> • حین حمل و نقل کلاهک محافظ سیلندر بسته باشد. • از ایمنی مناسب سیلندرها اطمینان حاصل شود. • دور از منابع حرارتی و آتش‌زا نگه داری شود. • از رگلاتور مناسب استفاده شود. • همیشه توسط مهار مناسب به دیوار یا به گاری حمل متصل شود. 	<ul style="list-style-type: none"> • گاز داخل سیلندر تحت فشار است. • سیلندر اگر حرارت یا آسیب ببیند ممکن است منفجر شود. • خروج ناگهانی جریان گاز با فشار بالا ممکن است باعث سوراخ شدن پوست و انسداد جریان خون و منجر به مرگ شود. 	<p>دسته A: گاز ممتراکم شده</p> 
<ul style="list-style-type: none"> • دور از مواد دسته C (مواد اکسیدری) نگه داری شود. • دور از منابع حرارتی، جرقه و شعله نگه‌داری شوند. • در نزدیکی این مواد کشیدن سیگار اکیداً ممنوع است. 	<ul style="list-style-type: none"> • در تماس با حرارت، جرقه و شعله ممکن است بسوزند یا منفجر شوند. • مواد اشتعالی: به سهولت در دمای اتاق می‌سوزند. • مواد احتراقی: وقتی حرارت ببینند، می‌سوزند. 	<p>دسته B: مواد قابل اشتعال و احتراق</p> 
<ul style="list-style-type: none"> • دور از مواد دسته B (مواد اشتعالی و احتراقی) نگه داری شوند. • دور از منابع حرارتی و اشتعالی نگه داری شوند. • استفاده از تجهیزات حفاظتی (دستکش) و پوشش‌های مناسب الزامی است. 	<ul style="list-style-type: none"> • می‌توانند باعث سوختن و انفجار سایر مواد بواسطه تولید اکسیژن شوند. • ممکن است به هنگام تماس، پوست و چشم را بسوزانند. 	<p>دسته C: مواد اکسیدری</p> 
<ul style="list-style-type: none"> • اجتناب از استنشاق گاز و بخارات آن. • اجتناب از تماس با پوست و چشم. • استفاده از تجهیزات حفاظتی (دستکش) و پوشش‌های مناسب الزامی است. • در نزدیکی این مواد خوردن، آشامیدن و یا کشیدن سیگار اکیداً ممنوع است. 	<ul style="list-style-type: none"> • اگر این مواد استنشاق شده، فرو داده شوند یا از طریق پوست جذب شوند، ممکن است باعث مرگ سریع یا آسیب جدی شوند. 	<p>دسته D: قسمت ۱: موادی که باعث اثرات سمی آبی و جدی می‌شوند.</p> 
<ul style="list-style-type: none"> • اجتناب از استنشاق گاز و بخارات آن. • اجتناب از تماس با پوست و چشم. • استفاده از تجهیزات حفاظتی (دستکش) و پوشش‌های مناسب الزامی است. • در نزدیکی این مواد خوردن، آشامیدن و یا کشیدن سیگار اکیداً ممنوع است. 	<ul style="list-style-type: none"> • در صورت تماس مکرر یا طولانی مدت ممکن است باعث مرگ یا آسیب‌های دائم شوند. • ممکن است سبب آسیب به کبد یا کلیه، سرطان، نوزاد ناقص الخلقه یا نازایی شوند. 	<p>دسته D: قسمت ۲: موادی که باعث اثرات سمی دیگر می‌شوند.</p> 
<ul style="list-style-type: none"> • استفاده از تجهیزات حفاظتی (دستکش) و پوشش‌های مناسب الزامی است. • کار کردن با این مواد فقط در مناطق تعیین شده مجاز است. • منطقه مذکور پس از تماس و کار با این مواد ضدعفونی شود. 	<ul style="list-style-type: none"> • عوامل میکروبیولوژیکی (باکتری ها، ویروس‌ها، قارچ ها و ترکیبات زهردارشان) ممکن است سبب بیماری و مرگ شوند. 	<p>دسته D: قسمت ۳: مواد پرخطر بیولوژیک عفونی‌کننده</p> 
<ul style="list-style-type: none"> • اسیدها و بازها جدا از یکدیگر نگه‌داری شوند. • استنشاق این مواد اکیداً ممنوع است. • اجتناب از تماس با پوست و چشم‌ها. • استفاده از تجهیزات حفاظتی (دستکش) و پوشش‌های مناسب الزامی است. 	<ul style="list-style-type: none"> • در صورت تماس، چشم‌ها و پوست را می‌سوزاند. • در صورت استنشاق، بافت دستگاه تنفسی را می‌سوزاند. 	<p>دسته E: مواد خورنده</p> 
<ul style="list-style-type: none"> • دور از حرارت نگه داری شوند. • از نکان دادن و ایجاد اصطکاک اجتناب شود. • استفاده از تجهیزات حفاظتی و پوشش‌های مناسب الزامی است. 	<ul style="list-style-type: none"> • ممکن است ناپایدار باشند و به دلایل نکان خوردن، فشار، حرارت و یا در معرض نوربودن، به طور خطرناکی واکنش می‌دهند. • ممکن است بسوزانند، منفجر شوند و یا با مخلوط شدن با مواد تاسازگار تولید گازهای خطرناک کنند. 	<p>دسته F: موادی که به طور خطرناکی واکنش می‌دهند.</p> 

فصل پنجم

اصول ضد عفونی و

استریلیزاسیون