

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

اصول ایمنی در آزمایشگاه

سخن ناشر

امروزه به لحاظ گستردگی علوم مختلف و تخصصی شدن، یادگیری آنها مستلزم فهم و شناخت شاخه های مختلف است که خود نیازمند داشتن اطلاعات پایه ای و درک جزئیاتی است که حداقل شناخت شاخه ای از علوم را برای ما امکان پذیر سازد. رشته ایمنی زیستی و رعایت اصول و پروتکل های بهداشتی، امری مهم در سیستم های آزمایشگاهی است.

در فصل اول این کتاب، شما با سیستم های ایمنی زیستی در سطوح مختلف که به تفصیل شرح داده شده است، آشنا خواهید شد. در فصل دوم، مباحثی پیرامون دستورالعمل هایی در مورد راهنمای بهداشت و ایمنی در محل کار مطرح شده است. در فصل سوم، شما با ایمنی مواد شیمیایی طبقه بندی، ذخیره سازی آن ها آشنا خواهید شد. در فصل چهارم تا فصل هفتم با موازین ایمنی در آزمایشگاه میکروبیولوژی و پزشکی مولکولی، انگل شناسی و قارچ شناسی، بیولوژی مولکولی و آناتومی و سیتولوژی پاتولوژیک آشنا خواهید شد. در فصل هشتم نیز با دستورالعمل های رفتار و ایمنی در آزمایشگاه به طور کامل آشنا خواهید شد.

کتاب حاضر به عنوان یک منبع اطلاعاتی مرجع که شامل تعاریف، بررسی جزئیات، و خطرات موجود در آزمایشگاه های عمومی و تخصصی می باشد. این کتاب مشتمل از هشت فصل گردآوری شده است. به طوری که جهت آموزش صحیح اصول ایمنی، بهداشت و شرایط محیط کار برای تمامی متخصصین در هر زمینه ای و برای دانشجویان رشته های بهداشت حرفه ای، بهداشت محیط، پزشکی و پیراپزشکی، کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری قابل استفاده می باشد.

در خاتمه از تمامی عزیزانی که ما را در پدید آوردن این اثر یاری نمودند، کمال تشکر و سپاسگزاری را داشته باشیم ضمناً از شما خوانندگان محترم نیز خواهشمندیم ما را از نظرات و پیشنهادات ارزشمندتان جهت ارتقاء علمی و پیشرفت دانش پزشکی بهره مند نمایید.

گروه ایمنی-زیستی

دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

پیش‌گفتار

در سال ۱۹۱۳، اولین بار، شخصی به نام ایر ایمنی در آزمایشگاه را مطرح کرد که شامل موارد ضروری نظیر؛ پوشیدن دستکش، شستن دست‌ها بعد از کار با مواد ضد عفونی، ضد عفونی کردن وسایل و تجهیزات بلافاصله بعد از انجام کار به منظور استفاده مجدد از آن‌ها، استفاده از آب برای مرطوب کردن برچسب‌ها به جای آب دهان، ضد عفونی کردن زباله‌های آلوده قبل از دور ریختن آن‌ها و گزارش تمام اتفاقات، تصادفات و انفجارهای رخ داده در آزمایشگاه بود.

این دستورالعمل‌ها هنوز هم به عنوان یک راهنما در صدر برنامه های ایمنی در آزمایشگاه‌ها در قرن بیست و یکم قرار دارد.

در سال ۱۹۸۴ سازمان بهداشت جهانی^۲ (WHO) مدت‌ها بود که امنیت بیولوژیک را به عنوان موضوعی مهم در سطح بین‌المللی مطرح کرده بود و لذا اقدام به چاپ اولین کتابچه راهنمای امنیت زیستی کرد. این کتابچه راهنما برای تمامی کشورها گردآوری شده بود که در آن به موضوعاتی نظیر؛ پذیرفتن مفاهیم اساسی ایمنی زیستی و به کار بردن آن‌ها، کدهای ملی، دستورالعمل‌های عملی یا کدهای مربوط به عملکرد خوب برای آزمایشگاه‌های موجود در قلمرو میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا، اشاره شده است. چاپ اول آن مربوط به بیش از بیست سال قبل یعنی در سال ۱۹۸۴ بود. دفترچه راهنمای ایمن بیولوژیک در آزمایشگاه

^۱Eyre

^۲World Health Organization

راهنمای کاربردی است که همه سطوح آزمایشگاه‌ها در زمینه‌های امنیت زیست شناختی استفاده از آن را ترجیح می‌دهند.

عناصر اساسی ایمنی بیولوژیکی همیشه در آزمایشگاه وجود دارند که نمایانگر استفاده طبیعی از سموم میکروبیولوژیکی بوده که در اثر بررسی مجدد تکنیک‌های مورد استفاده در آزمایشگاه‌ها به محیط زیست منتقل شده‌اند. در حال حاضر، این کتاب با موضوع ارزیابی ریسک فاکتورها و قوانین ایمنی، که لازم است در هنگام اجرای فناوری‌های DNA نو ترکیب رعایت شود، برخی از اصول را پیشنهاد می‌کند.

راهنمای چاپ دوم این مجموعه‌ها یا کدها "نسخه دوم" در سال ۱۹۹۷ منتشر گردید که به موضوعاتی نظیر ایمنی زیستی در هزاره سوم، اختصاص یافته و اهمیت نگرش مسئولانه کارکنان را تأکید می‌کند.

همچنین، نسخه سوم از کتابچه راهنما به مسائل ایمنی بیولوژیکی و امنیتی که در هزاره سوم با آن روبرو هستیم، اختصاص داده شده است که بطور بالقوه نقشی اساسی را در حوزه امنیت بیولوژیکی در سطح بین‌المللی ایفا می‌کند. این کتاب به طور پیوسته اهمیت زیادی بر نگرش مسئولانه بر کارکنان داشته است. ارزیابی ریسک فاکتورها، اقدامات ایمنی در هنگام اجرای تکنیک‌های DNA نو ترکیب، حمل نمونه بیولوژیکی عفونی و رویدادهای اخیر تهدیدهای نو ظهور را در این زمینه برجسته کرده است. مصرف طبیعی سموم و تغییر عوامل بیولوژیکی در آن‌ها و رهاسازی در محیط زیست می‌تواند به سلامت عمومی آسیب برساند. ویرایش سوم دفترچه راهنمای اطلاعات ایمنی حاوی مقدمه‌ای بر مفهوم ایمنی بیولوژیکی است، به ویژه آن که به منظور حمایت از منابع بیولوژیکی در مقابله با از بین رفتن یا سوء استفاده از این عوامل که می‌تواند منجر به رساندن آسیب به سلامتی شود، مطالب سودمندی را انتشار دادند.

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه

۱۳

- ۱-۱. طبقه‌بندی آزمایشگاه‌های پزشکی ۱۵
- ۱-۱-۱. ایمنی آزمایشگاهی سطح ۱ ۱۵
- ۱-۱-۲. ایمنی آزمایشگاهی سطح ۲ ۱۶
- ۱-۱-۳. ایمنی آزمایشگاهی سطح ۳ ۱۸
- ۱-۱-۴. ایمنی آزمایشگاهی سطح ۴ ۱۹
- ۱-۱-۴-۱. آزمایشگاه با ایمنی زیستی سطح ۴ ۱۹
- ۱-۱-۴-۲. آیین نامه عملکرد ایمنی زیستی سطح ۴ ۲۰
- ۲-۱. مناطق کار آزمایشگاه ۲۰
- ۳-۱. فضای کار آزمایشگاه ۲۱
- ۴-۱. آموزش ۲۱
- ۵-۱. جمع‌آوری پسماند آزمایشگاه ۲۳
- ۱-۵-۱. جابجایی و دفع مواد آلوده و زباله ۲۴
- ۱-۵-۱-۱. اشیای نوک تیز ۲۴
- ۱-۵-۱-۲. مواد آلوده (عفونی) برای اتوکلاو و بازیافت ۲۵
- ۱-۵-۱-۳. مواد آلوده (عفونی) برای دفع ۲۵
- ۶-۱. ضد عفونی کردن ۲۶
- ۷-۱. محل نگهداری حیوانات آزمایشگاهی ۲۶
- ۷-۱-۱. حیوان اهلی - ایمنی زیستی سطح ۱ ۲۸
- ۷-۱-۲. حیوان خانه - ایمنی زیستی سطح ۲ ۲۸

- ۳۰-۱-۳. حیوان خانه - ایمنی زیستی سطح ۳ ۳۰
- ۳۱-۱-۴. حیوان خانه - ایمنی زیستی سطح ۴ ۳۱
- ۳۳-۱-۸. موسسه ملی بهداشت ۳۳
- ۳۳-۱-۹. مراکز کنترل و پیشگیری از بیماری (CDC) ۳۳
- ۳۳-۱-۱۰. OSHA ۳۳
- ۳۳-۱-۱۱. EPA ۳۳

۳۵ فصل دوم: راهنمای بهداشت و ایمنی در محل کار

- ۳۶-۱-۱. دستورالعمل‌ها و قوانین ایمنی عمومی ۳۶
- ۳۶-۱-۲. کار سالم و ایمن ۳۶
- ۳۷-۱-۲. قانون سلامت کار و ایمنی ۳۷
- ۳۷-۱-۲-۱. وظایف مسئولین آزمایشگاه و نمایندگان آن‌ها ۳۷
- ۳۸-۱-۲-۲. وظایف کارکنان ۳۸
- ۳۹-۲. راهنمای آزمایشگاه بهداشت و ایمنی ۳۹
- ۴۱-۳-۲. مدیریت ایمنی زیستی ۴۱
- ۴۲-۴. اصول اساسی ایمنی پیرامون وسایل مورد استفاده در آزمایشگاه ۴۲
- ۴۲-۴-۱. دستگاه‌ها و ابزارهای ضروری ایمنی زیستی ۴۲
- ۴۲-۵. ایمنی شیمیایی، الکتریکی، حریق، محافظت در برابر اشعه و ایمنی تجهیزات آزمایشگاهی ۴۳
- ۴۴-۵-۱. عملکرد خوب و صحیح (قانون عمل صحیح) ۴۴
- ۴۵-۱-۱-۵-۲. قوانین آزمایشگاه-حفاظت شخصی ۴۵
- ۴۶-۱-۵-۲. قوانین آزمایشگاه-حفاظت در حین کار ۴۶
- ۴۶-۲-۵-۲. طراحی ساختمان آزمایشگاه ۴۶
- ۴۷-۱-۲-۵-۲. طراحی و چیدمان آزمایشگاه ۴۷
- ۵۲-۳-۵-۲. مراقبت‌های بهداشتی ۵۲

۵۵	فصل سوم: مواد شیمیایی، طبقه‌بندی، ذخیره‌سازی
۵۶	۱-۳. ایمنی در برابر مواد شیمیایی
۵۶	۲-۳. قوانین ایمنی آزمایشگاه
۵۷	۱-۲-۳. قوانین اصلی ایمنی
۵۷	۱-۱-۲-۳. ممانعت
۵۸	۲-۱-۲-۳. حفاظت شخصی
۶۱	۳-۱-۲-۳. مداخله
۶۲	۲-۲-۳. خطرات مواد شیمیایی
۶۳	۱-۲-۲-۳. اقدامات احتیاطی عمومی
۶۶	۳-۲-۳. خطرات مرتبط با رسیدگی
۶۶	۱-۳-۲-۳. مونتاژ دستگاه
۶۹	۳-۳. اصول طبقه‌بندی ترکیبات شیمیایی
۶۹	۱-۳-۳. شناسایی و طبقه‌بندی SIMDUT
۷۰	۱-۱-۳-۳. دستورالعمل ایمنی مواد
۷۲	۱-۱-۱-۳-۳. مواد واکنشی خطرناک
۷۲	۲-۱-۳-۳. تلاش‌ها برای هماهنگ‌سازی طبقه‌بندی‌ها
۷۲	۲-۳-۳. طبقه‌بندی سازمان ملل
۷۳	۱-۲-۳-۳. طبقه‌بندی مواد خطرناک
۷۶	۱-۱-۲-۳-۳. مواد خطرناک
۷۹	۴-۳. واکنش‌های شیمیایی
۸۰	۱-۴-۳. جابجایی ویژه برخی مواد شیمیایی
۸۱	۲-۴-۳. عملیات و تجهیزات مختلف
۹۸	فصل چهارم: رعایت ایمنی در آزمایشگاه میکروبیولوژی پزشکی
۹۹	۱-۴. تکنیک‌های میکروبیولوژیکی
۹۹	۲-۴. رده‌بندی میکروارگانیسم‌های پاتوژن
۱۰۱	۳-۴. دسترسی میکروبیولوژیکی آزمایشگاه

۴-۴. راه های انتقال عفونت در آزمایشگاه میکروب شناسی ۱۰۲

۴-۴-۱. انتقال از طریق مسیر تنفسی ۱۰۲

۱۱۳ فصل پنجم: رعایت ایمنی در آزمایشگاه انگل شناسی و قارچ شناسی

۱-۵. وسایل و تجهیزات مورد نیاز در آزمایشگاه ۱۱۴

۵-۱-۱. تجهیزات ایمنی و مواد ضد عفونی موجود ۱۱۴

۵-۱-۲. دفع پسماند ۱۱۴

۲-۵. وسایل و تجهیزات مورد نیاز آزمایشگاه انگل های خونی و نسجی ۱۱۴

۵-۲-۱. مواد خطرناک مورد استفاده در آزمایشگاه انگل شناسی ۱۱۴

۳-۵. وسایل و تجهیزات مورد نیاز آزمایشگاه کشت سلولی ۱۱۴

۵-۳-۱. سانتریفیوژ تجهیزات ایمنی ۱۱۵

۴-۵. وسایل و تجهیزات مورد نیاز آزمایشگاه مولکولی ۱۱۵

۵-۵. وسایل و تجهیزات مورد نیاز بخش قارچ شناسی ۱۱۵

۵-۵-۱. کشت سلول قارچ شناسی ۱۱۵

۵-۵-۲. تجهیزات ایمنی مورد نیاز بخش قارچ شناسی ۱۱۵

۱۲۱ فصل ششم: رعایت نکات ایمنی در آزمایشگاه بیولوژی مولکولی

۶-۱. آشنایی با مواد شیمیایی و احتیاط های لازم در آزمایشگاه های زیست شناسی

مولکولی ۱۲۲

۶-۱-۱. فنل ۱۲۲

۶-۱-۱-۱. موارد احتیاط استفاده از فنل اشباع ۱۲۳

۶-۱-۲. SDS (سدیم دو دسیل سولفات) ۱۲۳

۶-۱-۳. آکریل آمید ۱۲۳

۶-۱-۴. اتیدیوم بروماید ۱۲۴

۶-۱-۴-۱. نحوه ی تهیه ی محلول اتیدیوم بروماید ۱٪ ۱۲۴

۶-۱-۴-۲. موارد احتیاط در استفاده از اتیدیوم بروماید ۱۲۴

۶-۱-۵. اشعه ماوراء بنفش ۱۲۵

- ۶-۱-۶. الکتریسیته ۱۲۶
- ۶-۱-۷. لوازم و وسایل پلاستیکی و شیشه ای ۱۲۶
- ۶-۱-۸. دفع بافرها و مواد شیمیایی ۱۲۶
- ۶-۲. نکاتی مهم در مورد اسید نوکلئیک ها حین انجام کار ۱۲۷
- ۶-۲-۱. آنزیم های محدودالثر ۱۲۸
- ۶-۲-۲. مواد ضد عفونی کننده برای سطوح و وسایل کار ۱۲۸

فصل هفتم: رعایت ایمنی در آزمایشگاه های آناتومی و سیتولوژی پاتولوژیک ۱۳۱

- ۷-۱. ایمنی در آزمایشگاه آناتومی و سیتولوژی ۱۳۲
- ۷-۲. اهداف پیشگیری از آسیب های آزمایشگاهی ۱۳۴
- ۷-۳. سلسله مراتب اقدامات حفاظتی در آزمایشگاه پاتولوژی ۱۳۵

فصل هشتم: دستورالعمل های رفتار و ایمنی در آزمایشگاه ۱۳۷

- ۸-۱. دستورالعمل های رفتار و ایمنی در آزمایشگاه عمومی ۱۳۸
- ۸-۱-۱. محل کار ۱۳۸
- ۸-۱-۲. مواد آزمایشگاهی ۱۳۹
- ۸-۱-۳. ظروف های شیشه ای آزمایشگاه ۱۴۰
- ۸-۱-۴. اتوکلاو ۱۴۱
- ۸-۱-۵. دستگاه ها و ابزارها ۱۴۲
- ۸-۱-۶. سفارشات ۱۴۲
- ۸-۲. امنیت در آزمایشگاه ها ۱۴۳
- ۸-۲-۱. رسیدگی به محصولات خطرناک ۱۴۳
- ۸-۲-۲. تجهیزات ایمنی ۱۴۴
- ۸-۲-۳. ذخیره سازی محصولات خطرناک ۱۴۵
- ۸-۲-۴. دفع مواد سمی خطرناک ۱۴۶
- ۸-۲-۵. سانتریفیوژ ۱۴۶
- ۸-۲-۶. میکروارگانیزم ها ۱۴۷

- ۱۴۷ ۱-۶-۲-۸. دست زدن به میکروارگانیسم ها.
- ۱۴۷ ۲-۶-۲-۸. آلودگی.
- ۱۴۸ ... LOCAL FLUX PCR (برای آزمایشگاه میکروبیولوژی) ۳-۶-۲-۸
- ۱۴۸ ۴-۶-۲-۸. اتاق GELS.
- ۱۴۹ ۵-۶-۲-۸. رنگ آمیزی ژل ها.
- ۱۵۰ ۶-۶-۲-۸. مدیریت پسماند.
- ۱۵۰ ۷-۶-۲-۸. زباله های جامد.

۱۵۱

منابع و مآخذ

۱۵۴

واژه نامه

۱۵۷

نمایه

فصل اول: مقدمه



"ایمنی آزمایشگاهی" به مجموعه‌ای از قوانین و روش‌های کار در آزمایشگاه گفته می‌شود که با هدف محدود کردن انتشار آلودگی و کاهش موارد مواجهه ناخواسته با عوامل پاتوژن، سموم و ترکیبات مضر وضع می‌شوند.

شناسایی کامل نمونه‌ها و عوامل آسیب‌رسان موجود در آزمایشگاه، نحوه صحیح کار با آن‌ها، اقدامات ایمنی هنگام کار، گزارش موارد انتشار یا مواجهه با آلودگی، راه‌های حذف آلودگی و اقدامات جبرانی و درمانی پس از مواجهه، همگی در مبحث ایمنی آزمایشگاهی قرار می‌گیرند. اقدامات ایمنی باید به عنوان یک جز ثابت و همیشگی کار در آزمایشگاه‌ها قرار گیرد که اهمیت به کار بردن شان همانند سایر مراحل کار است.

آزمایشگاه مکانی مجهز به ابزارهای مختلف، تجهیزات، مواد شیمیایی^۱ و غیره برای انجام کارهای آزمایشی، و سایر فعالیت‌های تحقیقاتی است. آزمایشگاه پزشکی^۲ بخشی از آزمایشگاه است که مجهز به ابزارهای مختلف زیست پزشکی، تجهیزات، مواد و معرف‌ها (مواد شیمیایی) برای انجام آزمایش‌های متعدد، با استفاده از نمونه‌های زیستی (همانند خون، سرم، پلاسما، ادرار، مدفوع و غیره) است. رشته‌هایی متعددی نظیر میکروبیولوژی، خون‌شناسی، بیوشیمی بالینی، ادرار، ایمونولوژی، سروولوژی، هیستوپاتولوژی، زیست‌شناسی مولکولی و غیره اساس یک آزمایشگاه پزشکی را تشکیل داده‌اند. آشنایی با فناوری آزمایشگاه پزشکی پایه‌ای اساسی است که در آن، کارکنان را به یادگیری ضروری‌ترین نیازهای آزمایشگاهی تجهیز می‌کند.

دانش و مهارت مربوط به آزمایشگاه‌های پزشکی همانند:

- اهمیت خدمات آزمایشگاهی.
- نقش تکنسین آزمایشگاه پزشکی.
- استفاده از کالا و ابزارهای آزمایشگاهی.

^۱Laboratory safety

^۲Reagents

^۳Medical Laboratory

• پیشگیری و کنترل حوادث آزمایشگاهی و وجود سیستم کنترل کیفیت. لذا، گذراندن این دوره برای کارکنان آزمایشگاهی بسیار مهم است و راه را برای درک آسان حرفه‌های مختلف هموار می‌کند. دوره‌هایی همانند خون‌شناسی، باکتری‌شناسی، ادرار، انگل‌شناسی، میکروبی‌شناسی و غیره. از این رو متخصصان آزمایشگاه‌های پزشکی باید تأکید زیادی به یادگیری و گذراندن این موضوعات داشته باشند.

۱-۱. طبقه‌بندی آزمایشگاه‌های پزشکی

براساس طبقه بندی سازمان بهداشت جهانی، سطوح ایمنی آزمایشگاه‌های زیستی از نظر امکانات و تجهیزات به چهار سطح ایمنی تقسیم می‌شوند:

- سطح ۱ ایمنی ابتدایی
- سطح ۲ ایمنی ابتدایی
- سطح ۳ ایمنی زیستی
- بالاترین سطح محدودسازی یا سطح ۴ ایمنی

این سطوح با توجه به ساختار، نحوه طراحی، امکانات و تجهیزات، نوع فرآیندهای قابل انجام بر روی ارگانسیم‌های مختلف تعیین می‌شوند.



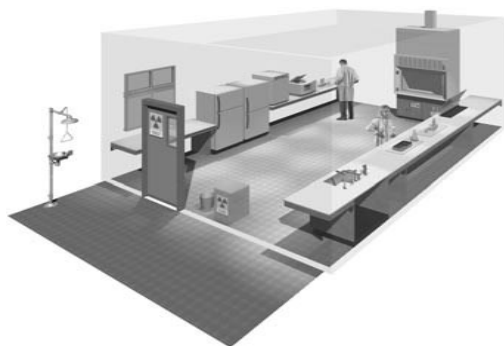
شکل ۱-۱. طبقه بندی سطوح ایمنی زیستی از کم به زیاد.

۱-۱-۱. ایمنی آزمایشگاهی سطح ۱

این آزمایشگاه‌ها برای کار با میکروارگانسیم‌های کاملاً شناخته شده که دارای خطرات بسیار اندک بوده یا کاملاً بی‌خطرند، تجهیز شده‌اند. این آزمایشگاه‌ها دارای مشخصات زیر می‌باشند:

۱. از سایر بخش‌های ساختمان جدا نشده‌اند.

۲. دارای پیپت‌های مکانیکی هستند و کشیدن مایعات با دهان ممنوع است.
 ۳. اکثر کارها با حفظ استانداردهای اولیه همانند استفاده از روپوش و دستکش، بر روی بِنچ‌ها انجام می‌شود.
 ۴. از هودهای زیستی برای کار با نمونه‌های عفونت‌زا و عواملی که سبب تولید آئروسول‌ها می‌شوند همانند خرد کردن بافت‌ها، شیک کردن، سونیکاسیون و باز کردن ظروفی که فشار درون آن‌ها کمتر است، استفاده می‌شود.
 ۵. اتوکلاو و سایر وسایل استریل‌سازی موجود می‌باشد.
- کارکنان در این گونه آزمایشگاه‌ها بهتر است قبل از شروع کار خود، آزمایشات کامل پزشکی را انجام داده و سابقه پزشکی آن‌ها ثبت شود. اگرچه، چنین آزمایشگاه‌هایی مشمول کار با میکروارگانیسم‌های بسیار خطرناک نمی‌باشند، اما برای زنان باردار خطرآفرین است.



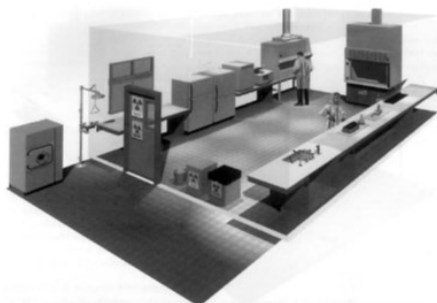
شکل ۱-۲. آزمایشگاه با سطح ایمنی ۱.

۱-۲-۱. ایمنی آزمایشگاهی سطح ۲

این آزمایشگاه‌ها برای کار با ارگانیسم‌های بیماری‌زایی تجهیز شده و در آن از راه‌های درمانی مختلفی همانند واکسیناسیون جهت پیشگیری از ابتلا به عوامل بیماری‌زا استفاده می‌شود. به عنوان مثال، در این آزمایشگاه‌ها می‌توان با بافت‌ها، مایعات بدنی انسان و عوامل

عفونت‌زایی همانند ویروس هپاتیت B و C،^۱ آدنوویروس‌ها،^۲ استافیلوکوکوس اورئوس،^۳ سودوموناس آئروژینوزا^۴ کار کرد.

- اکثر کارهای عملی و آزمایشات بر روی بنچ‌های آزمایشگاهی انجام می‌گیرد.
- اگر حین کار بر روی نمونه، آئروسول ایجاد شود و استریل ماندن نمونه برای شما حائز اهمیت باشد، لازم است از هودهای زیستی استفاده گردد.
- افراد مشغول به کار در این آزمایشگاه‌ها باید از خطرات کار با میکروارگانیسم‌های موجود و نحوه کار با آن‌ها کاملاً اطلاع داشته و آموزش‌های لازم را دیده باشند.
- ورود حیوانات و گیاهانی که در ارتباط با آزمایش فعلی نیستند، به آزمایشگاه ممنوع است.
- جهت جلوگیری از پرتاب شدن قطرات آلوده به اطراف، حین کار، بایستی از عینک و یا ماسک صورت استفاده شود.
- کار با وسایل تیز و برنده با حفظ احتیاط بسیار زیاد انجام شود.
- این آزمایشگاه‌ها مجهز به اتوکلاو و دستگاه شویندهٔ چشم هستند.



شکل ۱-۳. آزمایشگاه با سطح ایمنی ۲.

^۱Hepatitis B and Hepatitis C

^۲Adenoviruses

^۳*Staphylococcus aureus*

^۴*Pseudomonas aeruginosa*

۱-۱-۳. ایمنی آزمایشگاهی سطح ۳

این آزمایشگاه‌ها جهت کار با میکروارگانیسم‌های گروه خطر ۳ و یا حجم زیادی از میکروارگانیسم‌های گروه خطر ۲ تجهیز شده‌اند. میکروارگانیسم‌های بومی و ناشناخته با عوامل عفونت‌زایی که از راه تنفسی منتقل می‌شوند و ممکن است بیماری‌های کشنده یا بسیار جدی ایجاد نمایند، بایستی در این آزمایشگاه‌ها مورد مطالعه قرار گیرند. به عنوان مثال، مایکوباکتریوم توبرکلوزیس^۱، کوکسیلا بورنتی^۲ و غیره در این دسته قرار می‌گیرند.

- این آزمایشگاه‌ها از سایر راهروهای ساختمان جدا شده‌اند، به طوری که رفت و آمد افراد و جریان هوای کمتری وجود داشته باشد. به عنوان مثال، ممکن است یا در انتهای راهروها قرار داشته باشند و یا دو درب برای ورود و خروج تعبیه شده باشد.
- قبل از ورود به فضای اصلی آزمایشگاه باید لباس‌های آلوده را با لباس‌های تمیز تعویض نمود.
- دیوارها، کف و درب‌ها مقاوم به آب بوده و به طور مرتب ضد عفونی شوند.
- پنجره‌ها همواره بسته است و منفذی به بیرون ندارد.
- دارای اتوکلاو برای استریل‌سازی مواد آلوده می‌باشند.
- کلیه کارها زیر هود انجام می‌شود.
- زباله‌ها قبل از خروج، گندزدایی می‌شوند.
- شیر دستشویی موجود در این آزمایشگاه‌ها باید به صورت اتوماتیک کنترل شده و نزدیک به درب خروجی باشد. تمام افراد قبل از شروع کار، آزمون‌های پزشکی کامل را بگذرانند و به طور مرتب از نظر سلامتی جسمی کنترل شوند.

^۱*Mycobacterium tuberculosis*

^۲*Coxiella burnetii*

۱-۱-۴. ایمنی آزمایشگاهی سطح ۴

این آزمایشگاه‌ها بیشترین ایمنی را فراهم می‌کند و خطرات را بسیار محدود می‌سازند. عوامل عفونت‌زا و کشنده، عوامل مهاجم تنفسی، عوامل بیماری‌زایی که راه انتقال‌شان شناخته نشده و عواملی که هیچ واکسن و راه درمانی ندارند، در این آزمایشگاه‌ها مورد مطالعه قرار می‌گیرند. ابولا، سین نومبره اورتوهانتا ویروس^۱، عامل تب دره ریفت^۲ از جمله این میکروارگانیسم‌ها هستند. علاوه بر رعایت اصول ایمنی در آزمایشگاه‌های ایمنی سطح ۳، لازم است معیارهای ذیل را نیز رعایت نمایند:

- این آزمایشگاه‌ها از سایر نقاط ساختمان جدا هستند.
- ورود و خروج افراد کاملاً کنترل شود.
- قبل از درب اصلی آزمایشگاه حداقل دو درب دیگر تعبیه گردد و هودهای بیولوژیک در داخل چنین فضایی قرار گیرند.
- برای کارکنان یک دوش در نظر گرفته شده که بین درب‌های ورودی قرار می‌گیرد.
- اتوکلاو در این آزمایشگاه‌ها دارای دو درب می‌باشد به طوری که مواد و وسایل مورد نیاز از خارج آزمایشگاه وارد اتوکلاو می‌شوند و وقتی درب خارجی بسته بود، کارکنان درب داخلی را باز کرده و وسایل را بر می‌دارند.
- لباس‌های کارکنان در این آزمایشگاه‌ها با سایرین متفاوت است و از ماسک‌های تنفسی خاصی استفاده می‌کنند.
- تمام زباله‌ها و پساب‌های آزمایشگاهی قبل از خروج، آلوده‌زدایی می‌شوند.

۱-۱-۴-۱. آزمایشگاه با ایمنی زیستی سطح ۴

آزمایشگاه با ایمنی زیستی سطح ۴، برای کار بر روی میکروارگانیسم‌های گروه خطر ۴ طراحی شده است. قبل از ساخت و راه‌اندازی چنین آزمایشگاهی، مشاوره‌ها باید با عموم

^۱Sin Nombre orthohantavirus

^۲Rift Valley fever

موسساتی که تجربه ی نصب چنین آزمایشگاه هایی را دارند، مشورت نمایند. همچنین، آزمایشگاه های عملیاتی با ایمنی زیستی سطح ۴ باید تحت کنترل مقامات ارشد بهداشت کشوری یا سایر کشورها قرار گیرند.

۱-۱-۲. آیین نامه عملکرد ایمنی زیستی سطح ۴

مفاد آیین نامه عملکرد صحیح مربوط به ایمنی زیستی سطح ۳ با تغییرات زیر، به صورت معتبر، برای آزمایشگاه هایی با ایمنی سطح ۴ مطرح شده است:

۱. باید قانون کار اعمال شود. به عبارت دیگر، هیچ کس نباید هرگز به تنهایی در آزمایشگاه کار کند. این قانون تمام اهمیت خود را در آزمایشگاه سطح ایمنی بیولوژیکی ۴، جایی که پوشیدن لباس آزمایشگاه تحت فشار اجباری است، به طور خود به خودی، نشان می دهد.
۲. پرسنل باید قبل از ورود به آزمایشگاه و قبل از عزیمت لباس و کفش را کاملاً تعویض نمایند.
۳. کارکنان باید نحوه ی صحیح برخورد اضطراری با افراد آسیب دیده یا بیمار را آموزش دیده و به صورت تمرینی آن عوامل را اجرا نمایند.
۴. یک سیستم ارتباطی، چه برای تماس معمول یا اضطراری، باید بین اعضای کارمندی که در آزمایشگاه با ایمنی زیستی سطح ۴ و پرسنل خارج از آن کار می کنند، ایجاد شود.

۱-۲. مناطق کار آزمایشگاه

- درب های آزمایشگاه باید بسته بمانند.
- پنجره ها باید قادر به باز و بسته شدن و مجهز به حصار ضد بندپایان باشند.
- به کودکان نباید اجازه ورود به مناطق کار آزمایشگاهی داده شود.
- جهت دسترسی به حیوان خانه ها باید فرد مراجعه کننده دارای مجوز ویژه باشد.
- حضور حیواناتی که برای آزمایش در آزمایشگاه استفاده نمی شوند، ممنوع است.

نکته: در کنار رعایت پروتکل‌ها و شیوه‌های مؤثر آزمایشگاهی، استفاده از وسایل ایمن و تجهیزات ایمنی مناسب بروز خطرات متعدد را تا حد زیادی کاهش می‌دهد.

۱-۳. فضای کار آزمایشگاه

۱. آزمایشگاه باید تمیز، مرتب و عاری از هرگونه محصول یا اشیاء اضافی حین کار باشد.
۲. در صورت آلوده شدن با محصولات خطرناک آزمایشگاهی، در پایان هر روز کاری، کلیه وسایل باید ضد عفونی شوند.
۳. کلیه مواد آلوده، نمونه‌ها و کشت‌ها باید قبل از دفع یا تمیز کردن مجدداً ضد عفونی شوند.
۴. بسته‌بندی و حمل و نقل نمونه‌ها منوط به رعایت مقررات ملی یا بین‌المللی است.
۵. در صورت باز شدن پنجره‌ها، باید از محافظ‌هایی برای جلوگیری از نفوذ حشرات استفاده شود.

۱-۴. آموزش

- آموزش مهم‌ترین جنبه ایمنی است.

آموزش صحیح نه تنها بیماری، بلکه آسیب را کاهش می‌دهد و باعث افزایش کارایی و آگاهی کارکنان می‌شود. ایمنی آزمایشگاه کلید کاهش آسیب و بیماری است. در آزمایشگاه بسیاری از موارد وجود دارد که می‌تواند سلامتی را به خطر اندازند و گاهی ممکن است شما هرگز آن‌ها را به عنوان عواملی پرخطر در نظر نگیرید. مهم آن است که آموزش مناسب داشته باشید تا به عنوان یک کارمند از خطرات بالقوه‌ای که ممکن است سلامت یا زندگی شما را تهدید نماید، آگاهی داشته باشید.

تدابیر امنیتی، وسایل و دستگاه‌های محافظتی هر چقدر هم کارآمد باشد، همیشه در معرض خطر قرارگیری با خطاهای انسانی قرار دارد و ضعف در این فناوری‌ها به وضوح دیده می‌شود. اساس پیشگیری از بروز چنین حوادثی، آگاهی پرسنل از وجود عفونت‌های

آزمایشگاهی و برخورد و کنترل صحیح آن است. به همین دلیل آموزش مداوم "در محل کار" جز اقدامات امنیتی ضروری است. آغاز این فرایند در سطح عملکرد مدیریتی یک آزمایشگاه است، که لازم است از گنجاندن روش ها و پروتکل های ایمنی در آموزش های اساسی پرسنل اطمینان حاصل نماید. اقدامات ایمنی احتیاطی باید همیشه جزء جدایی ناپذیری از آموزش کارکنان جدید ورود آزمایشگاه باشد. کارمندان جدید باید با عملکرد صحیح مفاد آیین نامه آشنا شده، و بخشنامه های ارائه شده مربوط را به راهنمای آزمایشگاه یا راهنمای ایمنی و بهداشت ارائه دهند. برای اطمینان از این که آیا کارمندان دستورالعمل ها را خوانده و پیرامون آن مسائل اشراف پیدا کرده اند، لازم است قوانین خاصی در آزمایشگاه وضع گردد. نقش مدیران آزمایشگاه در آموزش پرسنل، نظارت مستقیم بر آن ها، به منظور دستیابی به عملکرد بهینه است. مسئول ایمنی نیز می تواند به آموزش دادن پرسنل و تهیه مواد آموزشی و سایر مواد نیز کمک کند.

آموزش کارکنان باید به طور سیستماتیک صورت گیرد و مبنای آموزش باید مبتنی بر ارائه ی برخی از تکنیک های خاص خطرناک که معمولاً در حین کار با آن ها مواجه می شوند، می باشد، از جمله ی این تکنیک ها می توان به:

۱. خطر استنشاق (گفته می شود می تواند منجر به تشکیل آئروسول گردد) همانند استفاده از حلقه، رگ زایی قارچ در یک ظرف، پیتاژ کردن، تهیه ی اسمیر، استفاده از خون یا سرم، سانتریفیوژ و غیره.
۲. خطر دست زدن به نمونه ها، اسمیرها یا کشت ها و بلع تصادفی آن ها.
۳. خطر تلقیح از راه پوست، همانند استفاده از سرنگ و سوزن آلوده.
۴. دست زدن به حیوانات با خطر گزش یا خراش.
۵. دست زدن به خون و مواد بیولوژیکی بالقوه خطرناک.
۶. ضد عفونی و دفع زباله های عفونی.

۱-۵. جمع آوری پسماند آزمایشگاه

پس از جمع آوری و حمل و نقل، عملیات پیش از تصفیه آغاز می شود. این امر از طریق اپراتورهای خصوصی یا دولتی، به عنوان بخشی از خدمات عمومی یا خصوصی انجام می گیرد.

منظور ما از پسماند زباله چیزی است که باید دفع شود. در آزمایشگاه ها، آلوده سازی با دفع نهایی زباله ها ارتباط تنگاتنگی دارند. با این حال، در جمع آوری روزمره، هیچ مواد آلوده ای وجود ندارد که نیاز به خارج شدن از آزمایشگاه یا از بین بردن شان وجود نداشته باشد. اغلب ظروف، وسایل و لباس های آزمایشگاهی، بازیافت و دوباره مورد استفاده قرار می گیرد. این بدان معنا است که تمامی برای مواد عفونی شدن، باید در آزمایشگاه، اتوکلاو یا سوزانده شوند.

قبل از دفع اشیاء یا مواد بیولوژیکی از آزمایشگاهی که بر روی میکروارگانیسم های بالقوه خطرناک یا بافت های حیوانی کار می کند، سه سوال مطرح می شود:

۱. آیا این اشیاء یا مواد بیولوژیکی توسط یکی از فرآیندهای مصوب به طور مؤثری بی اثر یا ضد عفونی شده اند؟

۲. آیا آن ها با استفاده از روش تأیید شده دیگری برای سوزاندن فوری در محل و یا حمل و نقل به مؤسسه دیگری که قادر به انجام این عملیات است، فرستاده شده اند؟

۳. آیا دفع اشیاء استریل یا ضد عفونی شده ی مواد بیولوژیکی، خطرات دیگری را به همراه دارد، و آیا این دفع پسماندها می تواند برای کارکنان مسئول دفع در محل و یا افرادی که خارج از آزمایشگاه با این زباله ها در تماس قرار دارند، خطرآفرین باشد؟

۱-۵-۱. جابجایی و دفع مواد آلوده و زباله

با رعایت مقررات ملی و بین المللی در این زمینه، لازم است سیستمی برای شناسایی و مرتب سازی مواد عفونی و ظروف ایجاد شود. پسماندهای آزمایشگاهی را می توان به صورت ذیل دسته بندی نمود:

۱. زباله های غیر آلوده (غیر عفونی)؛ که می توانند با زباله های معمولی "خانگی"، بازیافت یا دفع شود.
۲. اشیای تیز آلوده (عفونی) - سوزن های زیر پوستی، چاقو، و شیشه شکسته. این اشیاء همیشه باید در ظروف جمع کننده ی مناسب همراه با درپوش قرار گرفته و به عنوان ماده عفونی، مورد شناسایی قرار گیرند.
۳. مواد آلوده با اتوکلاو از بین رفته، شسته شده و مجدداً مورد استفاده قرار می گیرند.
۴. مواد آلوده اتوکلاو شده و سپس دفع می شوند.
۵. مواد آلوده مستقیماً سوزانده می شوند.

۱-۵-۱-۱. اشیای نوک تیز

سوزن های زیرپوستی و سرنگ های یک بار مصرف پس از استفاده، نباید جمع آوری شود. بلکه لازم است شکسته شود، در ظروف مخصوص ریخته و سپس دفع گردند. سرنگ های یک بار مصرف، که به تنهایی یا با سوزن استفاده می شود، باید در ظروف مخصوص جمع آوری اجسام نوک تیز قرار داده شود، و سپس در صورت لزوم پس از اتوکلاو کردن، سوزانده شود.

لازم بذکر است که ظروف مخصوص جمع آوری اشیاء نوک تیز، باید محکم باشند یا حداقل در برابر سوراخ شدن دارای مقاومت کافی باشند و نباید به طور کامل پر شده باشند. پس از آن که سه چهارم آن ظرف پر شد، مواد مورد نظر را در ظروف دیگری "زباله های عفونی" قرار داده و پس از اتوکلاو کردن، با کمک دستگاه های ویژه ای سوزانده شوند.

ظرف مخصوص جمع آوری اشیاء نوک تیز تحت هیچ شرایطی نباید در محل دفن زباله ها تخلیه شوند.

۱-۵-۱-۲. مواد آلوده (عفونی) برای اتوکلاو و بازیافت

از استفاده مجدد مواد آلوده (بخصوص مواد عفونی) پیش از اتوکلاو خودداری شود. لازم است بدانید که تمیز کردن یا تعمیرات لازم اشیاء فقط باید پس از اتوکلاو یا ضد عفونی کردن صورت گیرد.

۱-۵-۱-۳. مواد آلوده (عفونی) برای دفع

به غیر از اشیاء نوک تیز، که در بالا مورد بحث قرار گرفت، تمامی مواد آلوده (بالخص مواد عفونی) باید قبل از دفع، در ظروف ضد نشت همانند کیسه های پلاستیکی مخصوص، که با رنگ خودکار نشانه گذاری شده اند، قرار گرفته و سپس اتوکلاو شوند. بعد از اتوکلاو کردن، می توان آن ها را به ظروفی برای انتقال به دستگاه زباله سوز قرار داد. در صورت امکان، مواد دور ریخته شده ی مراکز بهداشت و درمان حتی پس از آلوده سازی نیز نباید به محل دفن زباله ها ریخته شوند.

اگر آزمایشگاه دارای دستگاه زباله سوز در محل باشد، می توان از اتوکلاو استفاده نکرد و زباله های آلوده مستقیماً در ظروف مخصوص قرار گرفته (به عنوان مثال، کیسه هایی با کد و رنگ مشخص شده اند) و به دستگاه زباله سوز منتقل شوند. ظروف حمل و نقل قابل استفاده ی مجدد باید ضد نشت بوده و محکم بسته بندی شوند و قبل از آن که برای استفاده مجدد به آزمایشگاه برگردانده شوند، ضد عفونی و تمیز شوند.

هر ایستگاه کاری باید دارای ظروف، کووت، شیشه و غیره باشد. ظرف زباله، ترجیحاً نشکن باشد (به عنوان مثال، پلاستیک). در صورت استفاده از ماده ضد عفونی کننده، باید مواد زائد برای مدت زمان کافی محصور بمانند (یعنی اجتناب از قرارگیری در معرض حباب هوا) که حصول این امر، به نوع ضد عفونی کننده مورد استفاده بستگی دارد. ظروف زباله آلوده شده قبل از استفاده مجدد، لازم است شسته شوند. همچنین، جهت کنترل آلودگی هوا،

سوزاندن زباله های آلوده باید زیر نظر مقامات بهداشت عمومی و مسئولین ایمنی بیولوژیکی صورت گیرد.

۱-۶. ضد عفونی کردن

استفاده از اتوکلاو روش انتخابی مناسبی برای آلودگی زدایی است. مواد مورد نظر برای ضد عفونی و دفع در ظروف مناسبی قرار داده می شوند - به عنوان مثال، کیسه های پلاستیکی قابل اتوکلاو که با کد رنگی مشخص می شود؛ نشان می دهد آیا محتوای این کیسه ها باید اتوکلاو شود یا خیر و یا این که لازم است سوزانده شود. سایر فرایندها فقط در صورتی قابل بررسی هستند که قادر به از بین بردن میکروارگانیسم ها باشند.

۱-۷. محل نگهداری حیوانات آزمایشگاهی

هنگامی که از حیوانات برای اهداف آزمایشی یا تشخیصی استفاده می شود، وظیفه اخلاقی کاربر آن است که تمام اقدامات لازم را جهت جلوگیری از رنج حیوان انجام دهد. حیوانات باید به روشی راحت و بهداشتی نگهداری شوند و آب کافی و غذای با کیفیت خوب دریافت کنند. در پایان آزمایش، نیز لازم است با آن ها رفتاری انسانی صورت گیرد. جهت حفظ مسائل ایمنی باید مرکز حیوانات مستقل و جدا از آزمایشگاه باشد.

اگر ملزم به اتصال حیوان خانه به آزمایشگاه بودید، لازم است طراحی آن را به گونه ای صورت دهید که از مکان های عمومی آزمایشگاه جدا شود چرا که در این شرایط می توان آن محیط را به صورت اختصاصی و با مواد استاندارد شست و شوی مخصوص حیوان خانه ضد عفونی کرد.

جدول ۱-۱. سطح مهار امکانات حیوانی؛ اقدامات و تجهیزات ایمنی، خطرات موجود در سطح آزمایشگاهی و تجهیزات ایمنی گروه خطر.

گروه خطر	سطح محتوی	اقدامات آزمایشگاهی و تجهیزات ایمنی
۱	NSBA-1	دسترسی محدود است و باید از لباس های محافظ و دستکش استفاده شود.

۲	NSBA-2	علاوه بر اقدامات NSBA-1 خطر بیولوژیک نیز در این گروه وجود دارد. ESB کلاس I یا II برای فعالیت های تولید آئروسول در این گروه وجود دارد. زباله ها باید کاملاً ضد عفونی شوند و قفس های قبل از استفاده، شست و شو و کاملاً ضد عفونی گردند.
۳	NSBA-3	اقدامات عملی NSBA-3 همانند NSBA-2 است. علاوه بر این، ESB و لباس محافظ خاص برای انجام همه فعالیت های آزمایشگاهی نیز در این گروه وجود دارد.
۴	NSBA-4	NSBA-4 همانند NSBA-3 است. دسترسی کاملاً محدود است. تعویض لباس قبل از ورود صورت می گیرد. ESB از کلاس III با لباس مخصوص است. قبل از خارج شدن لازم است دوش گرفته شود و افراد پیش از خروج از محیط آزمایشگاه کاملاً ضد عفونی شوند.

NSBA؛ سطح ایمنی زیستی تأسیسات حیوانی، ESB؛ هود ایمنی بیولوژیکی.

همانند آزمایشگاه ها، امکانات حیوان خانه ها را می توان با توجه به گروه مخاطره ای که با میکروارگانیسم های مورد مطالعه دارند، فراهم کرد. در این شرایط لازم است این عوامل با ایمنی زیستی سطح ۱، ۲، ۳ یا ۴ مطابقت داشته باشند.

با توجه به امکانات موجود در آزمایشگاه حیوانی، لازم است عوامل ذیل مورد توجه قرار گیرد:

۱. مسیر انتقال عادی

۲. حجم و غلظت های مورد استفاده

۳. مسیر تلقیح

۴. مسیر احتمالی دفع

براساس نوع حیوان مورد آزمایش در آزمایشگاه، عوامل زیر باید در نظر گرفته شوند:

۱. ماهیت حیوانات؛ پرخاشگری آن ها و تمایل آنها به گاز گرفتن یا خراشیدن.

۲. ماهیت اکتوپارازیت یا اندوپارازیت بودن آن ها.

۳. حساسیت ابتلا به بیماری های خاص.

۴. گسترش احتمالی مواد حساسیت زا.

همان طور که در مورد آزمایشگاه ها، الزامات طراحی، تجهیزات و اقدامات احتیاطی لازم است مورد توجه قرار گیرد، در این گونه محیط ها نیز با توجه به سطح ایمنی زیستی، دستورالعمل های سخت گیرانه ای لازم است، اعمال گردد. دستورالعمل هایی که در قسمت های آتی آورده شده، جمععی هستند، بدان معنا که همه موارد قابل استفاده در هر سطح امنیتی برای سطوح پایین نیز اعمال می شوند.

۱-۷-۱. حیوان اهلی - ایمنی زیستی سطح ۱

این سطح مناسب نگهداری اغلب حیوانات اهلی پس از قرنطینه و حیواناتی است که داوطلبانه با عوامل گروه خطر تلقیح می شوند. در این شرایط، بکارگیری تکنیک های مفید میکروبیولوژیک امری حائز اهمیت و ضروری است. مسئول اصلی حیوان خانه باید سیاست های کلی، روش ها و پروتکل های مربوط به کلیه عملیات را پایه ریزی نماید و با توجه به هدف آزمایش محققان میزان دسترسی به حیوان خانه را تعیین نماید. همچنین، لازم است نظارت پزشکی مناسب بر روی پرسنل داشته باشد. علاوه بر آن، تهیه ی یک کتابچه ی راهنمای بهداشت و ایمنی به همراه راهنمای عملی در آزمایشگاه امری ضروری می باشد و لازم است تمامی کارکنان، آن موارد را رعایت کنند.

۱-۷-۲. حیوان خانه - ایمنی زیستی سطح ۲

این سطح مناسب کار بر روی حیواناتی است که به صورت آزمایشی با عوامل عضو گروه خطر ۲ (به جدول ۱ در فصل ۴ مراجعه گردد) تلقیح می شوند. در این گونه موارد لازم است اقدامات ایمنی زیر اعمال شود:

۱. کلیه نیازهای تأسیسات حیوانی - ایمنی زیستی سطح ۱، تأمین شود.
۲. علائم بیولوژیکی بر روی درب ها و سایر مکان های حیوان خانه نصب شود.
۳. حیوان خانه ها باید به گونه ای طراحی شود که به راحتی قابل تمیز کردن و نگهداری باشد.
۴. درب ها باید به داخل باز شوند و به طور خودکار بسته شوند.

۵. محل نگهداری و کار بر روی حیوانات باید گرم، دارای تهویه و نور مناسب باشد.
۶. اگر تهویه مکانیکی موجود باشد، جریان هوا باید به سمت داخل هدایت شود. به طوری که هوای کهنه به بیرون تخلیه شده و نباید در هیچ جای ساختمان نفوذ نماید.
۷. دسترسی، تنها به افراد مجاز محدود شود.
۸. به غیر از حیواناتی که برای آزمایش در نظر گرفته شده اند، هیچ حیوان دیگری نباید در محوطه آورده شود.
۹. یک برنامه کنترل برای بندپایان (حشرات) و جوندگان اجرا شود.
۱۰. پنجره (در صورت وجود)، باید در برابر ضربه ایمن و مقاوم باشند و در صورت باز شدن، دارای صفحه هایی برای جلوگیری از عبور بندپایان باشند.
۱۱. میز کار پس از استفاده با مواد ضد عفونی کننده مؤثر، تمیز شود.
۱۲. هودهای ایمنی بیولوژیکی (کلاس I یا II) باید دارای منبع هوای مخصوص و تخلیه هوای مانده پس از فیلتراسیون از طریق فیلتر HEPA باشند که بتوانند مانع از تشکیل آئروسول شود.
۱۳. اتوکلاو باید در محل یا در نزدیکی آن نصب شود.
۱۴. هنگام برداشتن فضولات حیوانات، تا حد ممکن از تشکیل آئروسول و گرد و غبار خودداری شود.
۱۵. کلیه زباله ها باید قبل از دفع ضد عفونی شوند.
۱۶. تا آنجا که ممکن است، استفاده از ابزارهای نوک تیز یا برنده محدود شود. این ابزارها همیشه باید در ظروف محکم و درب دار (جعبه های مخصوص) جمع شده و قبل و بعد از کار با ماده عفونی کننده، استریل شوند.
۱۷. مواد مورد نظر برای اتوکلاو یا سوزاندن باید در ظروف درب بسته حمل شوند.
۱۸. قفس های حیوانات باید پس از استفاده ضد عفونی شوند.

۱۹. اجساد حیوانات سوزانده شوند.
۲۰. پوشیدن لباس و تجهیزات محافظتی در حیوان خانه امری اجباری است و به هنگام خروج، لازم است لباس ها تعویض گردند.
۲۱. سینکی نصب شود تا کارکنان بتوانند قبل از ترک حیوان خانه، دست های خود را با آب و صابون کاملاً بشویند.
۲۲. هرگونه آسیب، حتی جزئی، باید حتماً درمان شود و مورد گزارش و ثبت قرار گیرد.
۲۳. خوردن، آشامیدن، استعمال سیگار و آرایش کردن در حیوان خانه ممنوع است.
۲۴. کلیه کارکنان باید آموزش های مناسب را فرا گیرند.

۳-۷-۱. حیوان خانه - ایمنی زیستی سطح ۳

این سطح مناسب کار با حیواناتی است که با میکروارگانیزم های مربوط به گروه خطر ۳ (به جدول ۱ در فصل ۴ مراجعه گردد) تلقیح می شوند. هر ساله، کلیه سیستم ها و روش های عملیاتی باید منطبق بر قوانین ایمنی استاندارد به روز رسانی شوند. در این سطح نیز مواردی وجود دارد که لازم است مورد توجه قرار گیرد:

۱. کلیه الزامات مربوط به امکانات حیوانات - سطح امنیتی ۱ و ۲ رعایت شود.
۲. دسترسی کاملاً محدود شود.
۳. حیوان خانه باید از آزمایشگاه ها و سایر مکان ها توسط اتاقی که به یک دهلیز ختم می شود، با یک درب ورودی جدا شود.
۴. در این دهلیز لازم است سینکی تعبیه شود.
۵. دهلیز باید دوش هم داشته باشد.
۶. اتاق ها باید دارای تهویه مکانیکی باشند تا گردش مداوم هوا در همه اتاق ها صورت گیرد. هوای مانده را باید قبل از تخلیه و بدون بازیافت در جو، از طریق فیلترهای HEPA خارج کرد. این سیستم باید به گونه ای طراحی شود

- که از برگشت جهت جریان هوا و هرگونه فشار بیش از حد در محل حیوان خانه جلوگیری کند.
۷. اتوکلاو باید در مکانی مناسب در اتاق حیوانات همراه با تجهیزات مهاری نصب شود. زباله های عفونی باید قبل از انتقال به سایر مناطق آزمایشگاه و حیوان خانه، اتوکلاو شوند.
۸. باید در محل یک دستگاه زباله سوز قرار داده شود و یا از طریق مشورت با مقامات مربوطه اقدامات دیگری انجام گیرد.
۹. باید در قفس حیوانات حامل میکروارگانیسم های مربوط به گروه خطر ۳ هواکش قرار داده شود یا در مقابل آن ها فن های استخراج قرار گیرد.
۱۰. گردگیری به طور مرتب صورت گیرد.
۱۱. قبل از اقدام به شستن لباس ها، کلیه لباس های محافظ ضد عفونی شوند.
۱۲. پنجره ها باید کاملاً بسته و در برابر ضربه مقاوم باشد.
۱۳. در صورت لزوم، کارمندان واکسینه شوند.

۱-۷-۴. حیوان خانه - ایمنی زیستی سطح ۴

- کار در این تأسیسات حیوانی معمولاً با کار با آزمایشگاه ایمنی زیستی سطح ۴ هماهنگ است و باید بر طبق مقررات نظارتی، ملی و محلی انجام شود. اگر کار در آزمایشگاهی انجام شود که پوشیدن لباس مخصوص اجباری است، باید علاوه بر مواردی که در اینجا شرح داده شده است، سایر اقدامات و روش ها نیز رعایت شود:
۱. کلیه الزامات سطح ایمنی زیستی ۱، ۲ و ۳ جهت تأمین امنیت حیوانات انجام شود.
۲. دسترسی دقیقاً به صورتی تنظیم خواهد شد که فقط به پرسنل تعیین شده از سوی مدیر مسئول اجاه ورود داده خواهد شد.
۳. هیچ کس نباید به تنهایی کار کند و قاعده کار جفتی باید اعمال شود.

۴. پرسنل باید پیشرفته ترین دوره آموزش آزمایشگاهی و میکروبیولوژیک را دیده باشند و با خطرات مرتبط با کار خود و اقدامات احتیاطی آشنا باشند.
۵. مناطقی که حیوانات حامل عوامل بیماری زای گروه خطر ۴ (به جدول ۱ در فصل ۴ مراجعه گردد) در آنها اسکان داده می شوند، همیشه باید دارای معیارهای مهاری باشد. این معیارها همان معیارهایی است که برای آزمایشگاه های ایمنی زیستی سطح ۴ اعمال می شود.
۶. ورود به حیوان خانه باید از طریق دهلیزی باشد که هوای استریل در آن وجود دارد و قسمت تمیز آن باید با دسترسی محدود توسط اتاق تعویض و دوش، جدا شود.
۷. کارکنان باید هنگام ورود لباس های خود را در آورده و لباس های محافظتی خاص بپوشند. بعد از اتمام کار، باید لباس محافظ را خارج کند تا اتوکلاو شود و قبل از ترک اتاق حیوانات دوش بگیرند.
۸. اتاق حیوانات باید با استفاده از سیستم هوای خروجی مجهز به فیلترهای HEPA که برای ایجاد فشار منفی (گردش هوا به سمت داخل) طراحی شده است، تهویه شود.
۹. سیستم تهویه باید به گونه ای طراحی شود که از برگشت جهت جریان هوا و هرگونه فشار بیش از حد در محل تأسیسات حیوان خانه جلوگیری کند.
۱۰. برای تبادل مواد به یک اتوکلاو دو درب نیاز است که قسمت تمیز آن به داخل یک اتاق و خارج از اتاق های محفظه باز شود.
۱۱. کلیه کارهایی که روی حیوانات حامل عوامل بیماری زا متعلق به گروه خطر ۴ انجام می شود باید تحت شرایط امنیتی مربوط به آزمایشگاه های دارای ایمنی زیستی سطح ۴ انجام شود.
۱۲. همه حیوانات باید در یک محفظه دارای دو درب نگهداری شوند.
۱۳. تمام زباله ها باید قبل از خروج از حیوان خانه، اتوکلاو شوند.

۱۴. کارکنان باید تحت نظارت پزشکی قرار بگیرند.

۸-۱. موسسه ملی بهداشت^۱ (NIH)

مسئول آزمایشگاه‌هایی هستند که از DNA یا DNA نو ترکیب استفاده می‌کنند. آن‌ها شیوه‌های ساخت و مدیریت rDNA را مشخص می‌کنند.

۹-۱. مراکز کنترل و پیشگیری از بیماری^۲ (CDC)

مسئول آزمایشگاه‌هایی است که از عوامل عفونی استفاده می‌کنند. آن‌ها بر روی مسائلی همچون حفاظت پرسنل آزمایشگاه و محیط زیست در مواجهه با عوامل عفونی تمرکز دارند.

۱۰-۱. OSHA^۳

عمدتاً مواد خطرناک، ارتباطات مخاطره آمیز، پاتوژن‌های منتقله از خون و مواد شیمیایی خطرناک موجود در آزمایشگاه را بررسی می‌کند. OSHA، مسئول نظارت بر شرایط کار و حذف خطرات فیزیکی و بهداشتی در محل کار است.

۱۱-۱. EPA^۴

بسیاری از زباله‌های خطرناکی که در آزمایشگاه‌های تحقیقاتی تولید می‌شوند، تهدیدی برای انسان‌ها، حیوانات، گیاهان و محیط زیست می‌باشند. لذا، تنظیم دفع مناسب زباله‌های زیست محیطی امر مهمی است که توسط این انجمن صورت می‌گیرد.

^۱National Institutes of Health

^۲Centers for Disease Control and Prevention

^۳Occupational Safety and Health Administration

^۴Environmental Protection Agency

فصل دوم: راهنمای بهداشت و ایمنی در محل کار



۱-۲. دستورالعمل‌ها و قوانین ایمنی عمومی

سند، مجموعه‌ای از دستورالعمل‌ها و قوانین ایمنی اساسی است که براساس خطرهای موجود در آزمایشگاه گردآوری شده است. علاوه بر آن لازم است تمامی کارکنان در مورد خطرهای اختصاصی مربوط به ایستگاه کاری‌شان آگاهی بیشتری پیدا نمایند.

۱-۱-۲. کار سالم و ایمن

از مزایای متقابل کارکنان و دانشجویان کار سالم و ایمن است که از چنین محیطی حاصل می‌شود. آموزش بهداشت و ایمنی آزمایشگاهی به طور مرسوم سه بار در سال به جدیدان ورودی ارائه می‌شود. این کتاب مکمل آموزش است، زیرا می‌تواند به محض رسیدن فرد به وی ارائه گردد.

این سند، درکی اساسی از سلامتی و ایمنی است چرا که به صورت اختصاصی به انجام کار در آزمایشگاه اشاره نموده است. هدف از گردآوری این سند، تذکر به حفظ سلامت و ایمنی خود و همکاران (کارمندان و دانشجویان) است. بر طبق این سند، این اطمینان داده می‌شود که تمامی کارمندان و دانشجویان فعلی و آینده، به شیوه‌های بهداشتی و ایمنی متعهد خواهند بود. این کتاب براساس شیوه‌های بهداشتی و رعایت اصول ایمنی در محل کار و مطالعات متعدد بر روی کارکنان و دانشجویان آزمایشگاه تهیه شده است.

مکمل آن، صفحات اول نوبت‌بوک آزمایشگاهی است، که باید در آزمایشگاه موجود باشد و قبل از شروع هر کار آزمایشی، توسط کارکنان جدید و دانشجویان خوانده شده و امضاء گردد.

مسئول فنی آزمایشگاه، تنها فردی است که اجازه دستکاری در آزمایش‌های در حال انجام در یک آزمایشگاه تحقیقاتی را دارد. او می‌تواند این سند را با دستورالعمل‌های خاصی برای گروه تحقیقاتی‌اش تکمیل نماید. همچنین، محقق باید قبل شروع کار خود، از خطرات احتمالی آگاهی داشته باشد. تجزیه و تحلیل ریسک فاکتورها باید دقیقاً قبل از انجام هرگونه تجربه جدید، در اولین برخورد با یک دستگاه‌ها انجام شود.

۲-۱-۲. قانون سلامت کار و ایمنی

لازم است بدانیم براساس مقررات مربوط به سلامت و ایمنی شغلی افراد به دو گروه دسته‌بندی تقسیم می‌شوند:

- کارکنان (کارمندان) دانشگاه، صرف‌نظر از وضعیت آن‌ها.
 - دانشجویان تمام دوره‌ها (شامل افرادی هستند که پس از آن تعیین شده‌اند).
- اصطلاح "کارمند"؛ دانشجوی کارشناسی یا فارغ‌التحصیلی است که به طور قانونی به عنوان یک کارمند محسوب نمی‌شود، اما دانشگاه وی را از لحاظ اخلاقی به عنوان کارمند آزمایشگاه (مرتبط با سلامت و ایمنی) در نظر می‌گیرد.

۲-۱-۲-۱. وظایف مسئولین آزمایشگاه و نمایندگان آن‌ها

براساس قوانین سلامت و ایمنی شغلی (OHSA، RSQ)، مسئول آزمایشگاه لازم است اقدامات لازم را برای حفظ سلامتی و ایمنی افراد در آزمایشگاه انجام دهد.

مسئول ایمنی آزمایشگاه باید به طور خاص:

- از وجود امکانات مجهز برای حفاظت از کارکنان اطمینان حاصل کند.
- از امنیت کار و روش‌ها و تکنیک‌های مورد استفاده اطمینان حاصل کند.
- از روش‌ها و تکنیک‌ها برای شناسایی، کنترل و رفع خطرات استفاده نماید.
- با ارائه ی تجهیزات ایمن، آموزش و نظارت مستمر کارکنان، آن‌ها را از خطرات موجود در آزمایشگاه مطلع نماید.
- لازم است بدانید که کارمند، در حین کار، از تجهیزات حفاظتی شخصی استفاده خواهد کرد.

همچنین، ممکن است مسئول ایمنی آزمایشگاه اجازه استفاده، دست زدن یا نگهداری یک محصول کنترل شده در محل کار را به کارمند ندهد، مگر آن‌که، آن محصول مطابق با مقررات این قانون تولید شده باشد و کارمند آموزش و اطلاعات مورد نیاز برای ایمن سازی کار خود دریافت کرده باشد و اطلاعات خود را از طریق یک برچسب و یک فرم به مسئول آزمایشگاه تحویل دهد. در نهایت، مسئولیت کار با فردی است که روند انجام آزمایش را

هدایت می‌کند. همچنین، بهتر است اقدامات لازم را برای جلوگیری از آسیب‌های جسمی به دیگران انجام دهید. لازم بذکر است که بهترین محافظت در برابر دعوی‌های احتمالی، آگاهی داشتن از انجام اصول کاری صحیح است. برای این افراد دقت در مطالعه می‌تواند شامل موارد ذیل باشد:

- وظیفه پیش‌بینی؛ که شامل تحلیل و شناسایی خطرات، حین کار در آزمایشگاه است.
- وظیفه بهره‌وری؛ به منظور انجام اقدامات پیشگیرانه مناسب (آموزش، تجهیزات حفاظتی و غیره) است.
- وظیفه مسئول اجرایی؛ اجرای دستورالعمل‌های ایمنی، آموزش، تجزیه و تحلیل خطرات و مدیریت دفع مواد زائد خطرناک در بخش بهداشت و ایمنی محیط کار است.
- مسئول تأسیسات اداری ساختمان؛ مسئول تعمیر و نگهداری سیستم‌های مکانیکی است. از آن جایی که لازم است تجهیزات و ابزار تحقیقاتی توسط کاربران تمیز و در شرایط کار به صورت بهینه نگهداری شوند، لازم است از کارکرد درست سیستم‌های مکانیکی و سیستم‌های مدیریت زباله‌های خطرناک اطمینان حاصل کنید چرا که حفظ و نگهداری صحیح آن‌ها براساس استانداردهای مورد تأیید سازمان بهداشت جهانی، در بهبود شرایط زیست محیطی نقش بسزایی خواهد داشت.

۲-۲-۱-۲. وظایف کارکنان

طبق قانون سلامت و ایمنی حرفه‌ای (OHSA)، یک کارمند مسئولیت‌های ذیل را بر عهده دارد:

- از برنامه‌های پیشگیرانه‌ی قابل اجرا آگاه شود و اقدامات لازم را برای محافظت از سلامت، امنیت یا سلامت جسمانی خود انجام دهد.
- مراقب سلامت، ایمنی و یا سلامتی فیزیکی افراد دیگر در محل کار باشید.

- در شناسایی و رفع خطرات، حوادث و بیماری‌های شغلی در محل کار مشارکت نمایید.
- با کمیته بهداشت و ایمنی و در صورت لزوم با هر شخص مسئول در اجرای این قانون و مقررات همکاری نمایید.
- برای انجام معاینات بهداشتی مورد نیاز بر طبق اصول و مقررات، عمل نمایید.
- ارگان‌سیم‌های عفونی را با توجه به ویژگی‌های مختلف، از جمله نوع عامل بیماری زاء، دوز عفونی، حالت انتقال به میزبان، و در دسترس بودن نوع درمان موثر، شناسایی و اقدامات پیشگیرانه را اعمال نماید.
- تجزیه و تحلیل پارامترها را با توجه به گروه‌های پرخطر انجام دهید.

۲-۲. راهنمای آزمایشگاه بهداشت و ایمنی

بر اساس قوانین و مقررات آزمایشگاه لازم است برنامه‌ای دقیق برای کنترل بند پایان (حشرات) و جوندگان مطرح گردد.

در صورت لزوم، کلیه کارمندان باید توسط پزشک معاینه شوند، اگر نیاز به معالجه بود، باید تحت درمان قرار گیرند و برای هر یک از آن‌ها پرونده پزشکی تشکیل و اطلاعات آن ثبت و نگهداری شود. مطابق بر دستورالعمل‌های سازمان بهداشت و درمان، وظیفه مسئول و مدیر فنی آزمایشگاه آن است که از سلامت پرسنل اطمینان حاصل کند چرا که هدف از این نظارت، شناسایی بیماری‌های شغلی در این افراد است. برای رسیدن به این هدف لازم است که:

۱. از ایمونواسیون فعال (واکسیناسیون) و غیرفعال کارکنان اطمینان حاصل نماید.
۲. با تشخیص زودرس عفونت‌های آزمایشگاهی از گسترش عفونت اطمینان حاصل نمایند.
۳. دستکاری‌های پرخطر را به افراد آسیب‌پذیر اختصاص ندهید (به عنوان مثال، زنان باردار یا افراد دارای سیستم ایمنی ضعیف).

۴. اقدامات حفاظتی مؤثر را انجام داده و از اثربخشی دستگاه‌های محافظ اطمینان حاصل نمایید.

- رهنمودهای مربوط به نظارت بر کارکنانی که با میکروارگانسیم‌ها در ایمنی سطح ۱ سر و کار دارند، مبذول نمایید. براساس تجربیات گذشتگان به نظر می‌رسد که میکروارگانسیم‌هایی که در این سطح به کار گرفته می‌شوند، بعید است بتوانند موجب القا بیماری‌های مهم پزشکی یا دامپزشکی شوند. اما در حالت ایده‌آل، همه کارکنان و پرسنل آزمایشگاه باید برگه معاینه پزشکی داشته باشند که در آن تاریخچه پزشکی آن‌ها بررسی شده باشد. بهتر آن است که هر گونه آسیب را شناسایی و بدون تأخیر گزارش نمایید و به موجب آن کلیه کارکنان از اهمیت حفظ کیفیت تکنیک‌های میکروبیولوژیکی آگاه شوند.

- دستورالعمل‌ها برای نظارت بر کارکنانی که با میکروارگانسیم‌ها در ایمنی زیستی سطح ۲ سر و کار دارند، صادر گردد.
- مدیریت آزمایشگاه باید پرونده غیبت و بیماری کارکنان را ثبت کند.
- زنان در سنین باروری باید از خطرات شغلی در معرض کار همانند مواجهه با برخی از میکروارگانسیم‌هایی همانند ویروس سرخچه بر روی جنین مطلع شوند. لازم بذکر است که برای محافظت از جنین باید اقدامات خاصی بسته به نوع میکروبی که مادر باردار در معرض آن قرار دارد، صورت گیرد.

لذا به طور کلی، رعایت این چند مورد ذکر شده در قسمت ذیل از واجبات سازمان بهداشت و درمان است:

- معاینه پزشکی برای کلیه پرسنل آزمایشگاهی که در آزمایشگاه مهار میکروارگانسیمی کار می‌کنند، امری اجباری و لاینفک است و باید شامل

تاریخچه ی کاملی از شرایط فیزیکی و روحی فرد مورد نظر باشد و نشان دهد که آیا این فرد از نظر پزشکی برای انجام این نوع فعالیت حرفه ای مناسب است یا خیر.

- در صورت رضایت بخش بودن گزارش پزشکی، فرد مورد نظر کارت پزشکی دریافت می کند که گواهی می دهد در کدام مکان آزمایشگاه مهاری - سطح ایمنی زیستی مشغول گردد.
- فرد دارنده کارت، باید همیشه کارت یا عکس کارت را به همراه داشته باشد و بتواند در کیف پول یا در موبایل آن را ذخیره نماید. همچنین، باید نام اشخاص دیگری (در صورت بروز مشکل)؛ که به صورت محلی تعیین خواهد شد، به افرادی نظیر مدیر آزمایشگاه، مشاور پزشکی یا نماینده ایمنی زیستی ارائه گردد.

۲-۳. مدیریت ایمنی زیستی

۱. وظیفه مدیر (شخصی است که مسئولیت مستقیم آزمایشگاه را بر عهده دارد)؛ تهیه یک برنامه مدیریت ایمنی زیستی و یک دفترچه راهنمای عملی، راهنمای آزمایشگاه یا راهنمای بهداشت و ایمنی است.
۲. مدیر فنی آزمایشگاه (که مستقیماً به مدیر آزمایشگاه گزارش می دهد)؛ باید از آموزش منظم کارمندان آزمایشگاه پیرامون اصول ایمنی اطمینان حاصل کند.
۳. پرسنل باید از خطرات مرتبط با انجام فعالیت های آزمایشگاهی آگاه باشند و دفترچه راهنما را کامل بخوانند. همچنین، باید دستورالعمل ها و پروتکل های استاندارد را دنبال کنند.
۴. سرپرست آزمایشگاه باید اطمینان حاصل کند که این دستورالعمل ها به خوبی دریافت شده اند و لازم است، آزمایشگاه یک نسخه از تمامی وقایع، قوانین و وظایف انجام شده را داشته باشد.

۲-۴. اصول اساسی ایمنی پیرامون وسایل مورد استفاده در آزمایشگاه

مشخصات سطح ایمنی برای دستگاه‌های موجود در آزمایشگاه‌هایی که در سطح بالاتری از سطح ایمنی زیستی قرار دارند در ادامه مورد بحث قرار خواهد گرفت.

مدیر آزمایشگاه پس از مشورت با کمیته ایمنی و مسئول ایمنی زیست محیطی (در صورت انتصاب) لازم است از کارایی تجهیزات آزمایشگاهی و دستگاه‌ها مطابق با برخی اصول آزمایشگاهی مناسب همانند موارد ذکر شده و آماده سازی صحیح آن‌ها اطمینان حاصل کند:

۱. برای جلوگیری یا محدود کردن تماس بین اپراتور و مواد عفونی طراحی شده است.
۲. از مواد غیرقابل نفوذ به مایعات، مقاوم در برابر خوردگی و مطابق با استانداردهای جهانی استفاده کنند.
۳. عاری از لبه‌های خشن، تیز و قطعات متحرک باشد.
۴. طوری طراحی، ساخته و نصب شود تا در موقع استفاده؛ ضد عفونی کردن آن آسان باشد و سپس برای انجام آزمایش انطباقی ارسال شود. در صورت امکان، از به کار بردن شیشه و سایر مواد شکننده اجتناب شود. همچنین، ثبت مشخصات دقیق ساختمان برای طراحی دستگاه‌ها گاه‌ا‌گاه لازم و ضروری است.

۲-۴-۱. دستگاه‌ها و ابزارهای ضروری ایمنی زیستی

انتخاب دستگاه، از جمله هودهای ایمنی زیستی، براساس اصول آزمایشگاه‌های دارای ایمنی زیستی سطح ۲ صورت می‌گیرد. با این حال، در آزمایشگاه دارای ایمنی زیستی سطح ۳، کنترل همه مواد بالقوه عفونی باید توسط یک هود ایمنی بیولوژیکی یا سایر دستگاه‌های مهار اولیه انجام شود. لازم به ذکر است که برخی از دستگاه‌ها همانند سانتریفیوژها به دستگاه‌های مهار دیگری نیاز دارند، برای مثال، سطل ایمنی یا مهار روتور و سانتریفیوژهای خاص یا سایر دستگاه‌ها همانند دستگاه دسته بندی سلول‌ها که برای کار در آزمایشگاه معمولی در سطح ایمنی زیستی ۳ در نظر گرفته شده است. در آزمایشگاه‌های بیولوژیک لازم است به موارد ذیل توجه شود:

۱. استفاده از ابزار پیپت (به صورت مدل متعددی در بازار موجود است)، به جای کشیدن مواد با دهان.

۲. هودهای ایمنی زیستی که به طور سیستماتیک می توان از آن ها در موقعیت های زیر استفاده نمایید:

- کنترل مواد عفونی، این مواد را به طور معمول می توانیم سانتریفوژ نماییم.
- کنترل خطرات ناشی از افزایش عوامل عفونی در هوا.
- کنترل تکنیک های پر خطر مرتبط با تشکیل آئروسول: به عنوان مثال، سانتریفوژ، مخلوط کردن، هم زدن شدید و یا فروپاشی امواج فراصوت، بازکردن ظروف حاوی مواد عفونی زمانی که فشار داخلی متفاوت از فشار محیطی است، تلقیح داخل بینی به حیوانات و برداشت بافت آلوده از حیوانات یا تخم مرغ آلوده است.

۳. استفاده از دستگیره پلاستیکی یکبار مصرف.

۴. استفاده از لوله و بطری درب پیچ دار.

۵. استفاده از اتوکلاو یا سایر دستگاه های مناسب برای پاکسازی مواد عفونی.

۶. استفاده از پیپت پاستور یک بار مصرف، و در صورت امکان پلاستیکی، به جای شیشه ای.

لازم بذکر است که با کمک آزمایش های مرتبط می توان عملکرد تجهیزات مختلفی همانند اتوکلاوها یا هودهای ایمنی بیولوژیکی را با مشخصات استاندارد سازی شده بررسی نمود.

۵-۲. ایمنی شیمیایی، الکتریکی، حریق، محافظت در برابر اشعه و ایمنی تجهیزات آزمایشگاهی

آتش سوزی، یک حادثه شیمیایی، الکتریکی یا حتی تابش تصادفی است که به طور غیر مستقیم می تواند باعث قطع پیوستگی در مهار میکروب های بیماری زا شود. به همین دلیل، رعایت قوانین ایمنی جهت جلوگیری از بروز چنین حوادثی در هر آزمایشگاه بالخص

آزمایشگاه میکروبیولوژی ضروری است. این حوادث معمولاً باید توسط مسئولین ذی صلاح تنظیم و نظارت شود.

آزمایشگاه ایمنی زیستی سطح ۳؛ برای انجام کارهایی بر روی میکروارگانیسم های گروه خطر ۳ (در حجم یا غلظت زیاد) و گروه خطر ۲، طراحی شده است که می تواند باعث انتشار آئروسول ها شوند. درجه مهار ضمنی ایمنی سطح ۳ مستلزم تقویت برنامه های کاری و امنیتی در مقایسه با آزمایشگاه های اولیه (ایمنی زیستی ۱ و ۲) است. در این فصل، توصیه هایی در مورد آزمایشگاه های ایمنی زیستی سطح ۱ و ۲ ارائه شده است، و باید پیش از تأسیس آزمایشگاه های ایمنی زیستی سطح ۳ اعمال شود. مهم ترین اصلاحات ذکر شده مربوط به:

۱. عملکرد خوب و مناسب.

۲. طراحی بهینه ی آزمایشگاه.

۳. مراقبت های بهداشتی.

۲-۵-۱. عملکرد خوب و صحیح (قانون عمل صحیح)

جهت ایجاد یک عملکرد خوب و صحیح در آزمایشگاه های ایمنی زیستی سطح ۱ و ۲ لازم است تغییرات زیر اعمال می شود:

۱. بر روی علامت خطر زیستی (شکل ۲-۱) که روی درب آزمایشگاه نصب شده سطح ایمنی زیستی، نام مسئول آزمایشگاه و نحوه ی دسترسی به محل را به طور واضح بیان کنند و اگر شرایط خاصی در آزمایشگاه همانند واکسیناسیون وجود دارد، ذکر نماید.



DANGER BIOLOGIQUE

ACCÈS RÉSERVÉ AU PERSONNEL AUTORISÉ

Niveau de sécurité biologique : _____

Chercheur responsable : _____

En cas d'urgence appeler : _____

Téléphone de jour : _____

Téléphone privé : _____

L'autorisation d'entrer doit être demandée au chercheur responsable désigné ci-dessus.

۲-۱. علامت هشدار برای درج بر روی درب های آزمایشگاه.

۲. لباس های محافظتی که باید در آزمایشگاه پوشیده شود به شرح زیر باشد: پیش بند، روپوش، در صورت لزوم روکش کفش و کفش مخصوص. لباس های آزمایشگاهی معمولی که از جلو دکمه می خورند و در آزمایشگاه مورد استفاده قرار می گیرند، نباید در بیرون پوشیده شوند. ضمناً آستین هایی که کاملاً بازوها را نمی پوشانند، برای استفاده در محیط آزمایشگاه مناسب نیستند.

۳. به طور معمول، کلیه مواد عفونی باید در یک کابینت ایمنی بیولوژیکی قرار گیرند.
۴. استفاده از ماسک تنفسی برای برخی آزمایشات یا هنگام کار بر روی حیواناتی که حاوی میکروب های بیماری زا خاصی هستند، ضروری می باشد.
قوانین آزمایشگاه را به دو صورت حفاظت شخصی و حفاظت در حین کار تقسیم بندی نمود:

۲-۵-۱-۱. قوانین آزمایشگاه-حفاظت شخصی

۱. پوشیدن روپوش آزمایشگاه برای فردی که در آزمایشگاه کار می کند، الزامی است.
۲. پوشیدن دستکش مناسب در هر زمان به علت تماس مستقیم یا تصادفی با خون یا مایعات بدن، مواد عفونی یا حیوانات آلوده، الزامی است.
۳. پرسنل و محققین، باید دست خود را پس از دست زدن به مواد عفونی یا حیوانات مسری و قبل از خروج از آزمایشگاه بشویند.
۴. پوشیدن عینک ایمنی، محافظ صورت یا سایر ابزارهای محافظتی و در صورت لزوم تهیه محافظ چشم در برابر تماس با لکه های مایع، ضربه با جسم یا اشعه ماوراء بنفش مصنوعی، الزامی است.
۵. پوشیدن روپوش آزمایشگاه در خارج از آزمایشگاه، همانند غذاخوری، کافه، دفاتر، کتابخانه ها، اتاق کارکنان یا سرویس بهداشتی، ممنوع است.
۶. پوشیدن کفش های پاشنه دار در آزمایشگاه، ممنوع می باشد.
۷. خوردن، نوشیدن، سیگار کشیدن، آرایش کردن یا استفاده از لنزهای تماسی در مناطق آزمایشگاهی، ممنوع است.

۸. نگهداری از مواد غذایی یا نوشیدنی در هر نقطه از مناطق آزمایشگاه، ممنوع است.
۹. لباس‌های محافظتی که در آزمایشگاه پوشیده می‌شوند نباید در همان اتاق و کمد با لباس‌های شخصی نگهداری شوند.

۲-۱-۵-۲. قوانین آزمایشگاه-حفاظت در حین کار

۱. کشیدن مواد آزمایشگاهی با دهان کاملاً ممنوع است.
۲. هیچ ماده‌ای نباید با دهان برخورد نماید. همچنین، برچسب‌ها نباید با زبان مرطوب شوند.
۳. از تکنیک‌هایی استفاده کنید که تشکیل شدن آئروسول‌ها و قطرات را به حداقل رساند.
۴. استفاده از سوزن‌های hypodermic و سرنگ‌ها باید محدود باشد و از آن‌ها نباید به عنوان جایگزینی برای pipette یا اهداف دیگری غیر از تزریق یا از بین بردن مایعات بدن حیوانات آزمایشگاهی استفاده کنید.
۵. در صورت ریختن مایعات به طور تصادفی، بروز حادثه یا در معرض قرار گرفتن احتمالی با مواد عفونی، فوراً به سرپرست آزمایشگاه اطلاع دهید و دقت کنید که حوادث ثبت و در بایگانی نگهداری شود.
۶. اگر روشی برای تمیز کردن انواع مختلفی از محصولات یافتید، آن را مکتوب کنید.
۷. مایعات آلوده باید قبل از دفع در سیستم فاضلاب بهداشتی (از نظر جسمی یا شیمیایی)، ضد عفونی شوند. لذا، داشتن سیستم تصفیه فاضلاب ضروری می‌باشد.
۸. مدارک ثبت شده را از آزمایشگاه خارج کنید، تا از آلودگی در امان باشید.

۲-۵-۲. طراحی ساختمان آزمایشگاه

- طراحی ساختمان آزمایشگاه باید به گونه ای باشد که:
۱. مانع از شکل‌گیری ذرات معلق در هوا شود.
 ۲. مانع از تجمع غلظت‌های بالایی از میکروارگانیسم‌ها گردد.
 ۳. تعداد کارمندان یا دستگاه‌ها با توجه به فضای موجود در نظر گرفته شود.

۴ . مانع از هجوم جوندگان یا بندپایان گردد.

۵ . ورود افراد متفرقه ممنوع باشد.

۱-۲-۵-۲. طراحی و چیدمان آزمایشگاه

لازم است برای طراحی آزمایشگاه، بروز مشکلات و شرایط خاص در نظر گرفته شود؛ از جمله آن که فضاهای ذخیره‌سازی باید به گونه ای باشد که بتوان تجهیزات فعلی را به راحتی در آن جا قرار داد و از بروز مشکلاتی نظیر اندازه نیمکت‌ها و سایر عوامل گذرا جلوگیری کرد. همچنین، لازم است فضاهایی برای ذخیره طولانی مدت تجهیزات در خارج از مناطق کار، فراهم شود. به منظور طراحی و چیدمان صحیح وسایل و تجهیزات آزمایشگاهی به موارد ذیل توجه گردد:

۱ . آزمایشگاه باید به اندازه کافی جادار باشد تا بتوان به صورت ایمن و آسان در آن محیط کار کرد.

۲ . دیوارها، سقف‌ها و کف‌ها باید صاف و تمیز باشند و از به کار بردن مواد ضد‌عفونی کننده ایی که به طور معمول موجب لغزندگی کف پوش‌ها می شوند، جلوگیری گردد.

۳ . میز کار باید ضد آب بوده و در برابر ضد‌عفونی کننده ها، اسیدها، بازها و حلال های آلی مقاوم باشد. همچنین، بتواند گرمای متوسط را تحمل کند.

۴ . برای انجام کارهای متعدد آزمایشگاهی نیاز به وجود نور کافی می باشد. لذا، از به کار بردن نورهای خیره کننده و بازتاب های آزار دهنده جلوگیری شود.

۵ . باید مبلمان آزمایشگاهی محکم باشد. همچنین، دقت کنید که فضای بین و زیر میز کار، محل کار و دستگاه های مختلف تمیز باشد.

۶ . فضای لازم و تجهیزات مورد نیاز برای نگهداری ایمن حلال‌ها، مواد رادیواکتیو و گازهای فشرده و مایع فراهم شود.

۷ . رختکن و وسایل شخصی باید خارج از مناطق کار باشد.

۸. مناطقی که برای غذا خوردن، نوشیدن یا استراحت در نظر گرفته شده، باید در خارج از مناطق کار باشد.
۹. روشویی های با آب جاری باید در هر اتاق آزمایشگاه و ترجیحاً در نزدیکی درب نصب شوند.
۱۰. درب ها باید دارای پانل های شفاف، مقاومت در برابر آتش سوزی و ترجیحاً دارای سیستم بسته شدن اتوماتیک باشند.
۱۱. در ایمنی زیستی سطح ۲ لازم است، یک اتوکلاو یا هر گونه ابزار کنترل آلودگی در نزدیک ترین مکان به آزمایشگاه، قرار داده شود.
۱۲. سیستم های ایمنی باید خطر آتش سوزی و حوادث برقی را پوشش دهند و دارای یک حمام ایمنی و شست و شوی چشم باشند.
۱۳. مناطقی به عنوان اتاق های کمک های اولیه با امکانات مناسب و راحت در دسترس باشد.
۱۴. در هر نصب جدید لازم است یک سیستم تهویه مکانیکی فراهم شود تا از عبور جریان هوای داخلی بدون بازیافت جلوگیری شود. همچنین؛ پنجره ها باید به سیستم های ضد عبور بند پایان (حشرات) مجهز شوند.
۱۵. لازم بذکر است که سیستم آب رسانی باید قابل اطمینان و با کیفیت باشد و هیچ ارتباطی بین اتصالات سرویس آزمایشگاهی و سیستم آب آشامیدنی وجود نداشته باشد و شبکه آب رسانی عمومی باید همراه با یک ابزار محافظتی، نصب شود.
۱۶. منبع تغذیه باید قابل اعتماد و دارای قدرت کافی باشد. همچنین، لازم است در صورت لزوم از نورپردازی های ویژه برای خروج اضطراری استفاده شود. بهتر است برای افزایش عملکرد بهینه ی تجهیزاتی نظیر انکوباتور، از یک ژنراتور پشتیبان، فریزر، غیره و از یک تهویه برای قفس حیوانات استفاده شود.

۱۷. گاز شهری به میزان کافی در دسترس باشد. اطمینان از نحوه ی نگهداری و نصب صحیح آن لازم و ضروری است.

۱۸. نصب سیستم های حفاظت فیزیکی و ایمنی در برابر آتش، باید مورد توجه قرار گیرد. همچنین، دیده شده که گاهاً آزمایشگاه ها و حیوان خانه ها مورد تعرض قرار می گیرند. لذا جهت جلوگیری از بروز چنین حوادثی، نصب سیستم های امنیتی پیشرفته، تجهیز پنجره ها به توری و محدود کردن تعداد کلیدهای در دسترس افراد، ضروری و مهم می باشد. در صورت لزوم، لازم است سایر اقداماتی که منجر به بهبود ایمنی می شود، نیز مورد توجه قرار گیرد. همچنین، لازم است برای آزمایشگاه های ایمنی بیولوژیکی سطح ۳ و ۴، موارد ذیل اعمال شود:

۱. هودهای موجود در آزمایشگاه با ایمنی زیستی سطح ۴، با هود های ایمنی زیستی سطح ۳ متفاوت است. در این نوع آزمایشگاه، اتاق ها به گونه ای طراحی شده اند که کارکنان قبل از ورود به منطقه ای که با مواد بیولوژیکی عفونی کار می شود، از رختکن و اتاق ضد عفونی عبور کنند. همچنین، باید یک دوش، مخصوص ضد عفونی کردن لباس ها نصب شود و پرسنل قبل از ترک محل آزمایشگاه از آن استفاده کنند. علاوه بر آن، کارکنان باید از اتاق های رختکن داخلی و خارجی استفاده نمایند. پرسنلی که به منطقه تحت فشار وارد می شوند باید یک لباس سرهم (یک پارچه) جهت حفظ سلامتی خود در مقابل فشار بیش از حد هوا بپوشند. کارکنان در این آزمایشگاه ها، از طریق درب های ضد نفوذ آلودگی، وارد می شوند و باید دارای یک سیستم هشدار باشند که در صورت خرابی مکانیکی از آن استفاده کنند.

۲. مقررات دسترسی؛ آزمایشگاه ایمنی زیستی سطح ۴ باید در یک ساختمان جداگانه یا حداقل در یک منطقه کاملاً مشخص و در یک مکان امن واقع شود. ورود و خروج پرسنل از طریق اتاق ایزوله انجام شود. درب ورودی کارکنان،

کاملاً مشخص باشد. قبل از بیرون رفتن از بخش و پوشیدن لباس بیرون خود، دوش بگیرند.

۳. تنظیم تهویه هوا؛ باید در فشار اتمسفری کم نگهداری شود و با فیلترهای HEPA قسمت ورودی و خروجی فیلتر شود. یک آزمایشگاه با هودهای ایمنی بیولوژیکی کلاس ۳ از نظر وجود سیستم های تهویه و لباس کارکنان و پرسنل، به صورت قابل توجهی متفاوت هستند:

- آزمایشگاه با محفظه کلاس ۳؛ هوا برای هودهای ایمنی بیولوژیکی کلاس ۳ می تواند از طریق یک فیلتر HEPA که روی هود نصب شده یا مستقیماً از طریق سیستم تهویه تأمین و از اتاق خارج شود. هوای موجود در هود های ایمنی بیولوژیکی کلاس ۳ قبل از این که به بیرون هدایت شود، باید از دو فیلتر HEPA عبور کند. محفظه باید همیشه در یک فرورفتگی نسبت به اتاق قرار گرفته باشد. این آزمایشگاه باید دارای سیستم تهویه ویژه و بدون بازیافت باشد.

- کار با لباس محافظ؛ این آزمایشگاه باید دارای سیستم تهویه و منبع آگزوز ویژه ای باشد. منبع تغذیه و آگزوز به گونه ای تنظیم می شود که جریان هوا در منطقه ای که لباس محافظ پوشیده می شود، از منطقه کم خطر به منطقه (های) با حداکثر خطر هدایت شود. فن های خروجی اضافی دیگری نیز باید موجود باشند. اختلاف فشار درون و بین آزمایشگاه و اتاق های مجاور باید بطور مداوم کنترل شود. همچنین، جریان هوای گردشی باید میان مدارهای تأمین و آگزوز سیستم تهویه نیز وجود داشته باشد و برای جلوگیری از فشار بیش از حد داخل آزمایشگاه، یک دستگاه کنترل مناسب هوای توزیع شده در محلی که لباس محافظ پوشیده می شود، نصب شود. دوش ضد عفونی کننده اتاق هوا یا محفظه های ضد عفونی باید از فیلتر HEPA

عبور کنند. هوایی که از آزمایشگاه خارج می شود، قبل از تخلیه در بیرون، از دو فیلتر پی در پی HEPA عبور کند. بعد از این فیلتراسیون مضاعف، امکان بازیافت هوای خروجی فقط در داخل آزمایشگاه وجود داشته باشد. هوای خارج شده از آزمایشگاه ایمنی زیستی سطح ۴، تحت هیچ شرایطی نباید در مکان های دیگر بازیافت شود. پوشیدن لباس محافظ در این آزمایشگاه، امری ملزوم و اضطراری است. همچنین، باید به ماهیت کار، دستگاه ها، تجهیزات، مواد شیمیایی، سایر مواد و گونه های جانوری مورد استفاده در کار محقق نیز توجه خاصی صورت گیرد.

۴. ضد عفونی کردن پساب ها؛ کلیه پساب های خروجی از آزمایشگاه، باید قبل از دفع دائمی، در محل پوشیدن لباس های تحت فشار، محفظه ضد عفونی کننده، دوش ضد عفونی کننده یا کابینت ایمنی بیولوژیکی کلاس ۳، کاملاً ضد عفونی شوند. همچنین، ممکن است قبل از دفع مواد، آن ها را به pH خنثی برسانید. آب خروجی از دوش ها و توالت کارکنان می تواند بدون تصفیه مستقیم، در فاضلاب تخلیه شود.

۵. استریل کردن زباله ها و مواد؛ اگرچه، داشتن اتوکلاو با دو درب و تشکیل یک اتاق استریل ضروری است، با این حال، برخی تجهیزات، دستگاه ها، ابزار یا وسایل متفرقه در برابر بی اثر سازی با بخار مقاومت نمی کنند و باید از روش های دیگر برای ضد عفونی کردن شان استفاده شود.

۶. تأمین اتاق استریل برای نمونه ها، مواد و حیوانات.

۷. تأمین یک ژنراتور اضطراری و یک منبع هوای ویژه.

۸. اطمینان از مهار جریان هوا به سایر نقاط، محاسبه، طراحی و ساخت تأسیسات با ایمنی زیستی بالا.

۲-۵-۳. مراقبت های بهداشتی

آزمایشگاه مناسب، که باید توسط مقامات ارشد بهداشت کشوری یا سایر کشورها تأیید و فهرست بندی شوند، هنگام کار با برخی عوامل بیماری زا (به طور مثال، آفات یا عواملی که مسئول زئونوز هستند) لازم است از شرایط ذیل برخوردار باشد:

۱. آزمایشگاه باید از مناطق پر رفت و آمد در داخل ساختمان جدا شود؛ جداسازی می تواند با قرار دادن آزمایشگاه در انتهای یک راهرو، یک پارتیشن دارای درب یا حتی از طریق یک اتاقک صورت گیرد و به طور خاص، برای حفظ اختلاف فشار بین آزمایشگاه و فضاهای مجاور، محدودیت فضای منطقه ای در نظر گرفته شود. اتاقک باید به گونه ای طراحی شود که لباس کثیف و تمیز را جدا کند و در صورت لزوم یک دوش در آن مکان تعبیه گردد.
۲. درب های اتاقک باید خود به خود بسته شود و بهم پیوسته باشند تا بتوان در آن واحد، تنها یک درب را باز کرد. در مواقع اضطراری علامتی جهت خروج نیز تعبیه گردد.
۳. سطح دیوارها، کف و سقف ها باید در برابر آب مقاوم باشد و به راحتی تمیز شود. دهانه های ساخته شده در این سطوح (به طور مثال، لوله کشی) باید کاملاً مهر و موم شود تا فرایند آلودگی زدایی اتاق ها را تسهیل نماید.
۴. آزمایشگاه باید برای ضد عفونی شدن مهر و موم شود و جایگاه هایی جهت گندزدایی گازی نصب شود.
۵. پنجره ها باید کاملاً بسته و در برابر ضربه مقاوم باشد.
۶. یک سینک ظرفشویی در نزدیکی هر درب خروجی قرار گیرد.
۷. سیستم تهویه باید جریان هوای مستقیمی را از ناحیه دسترسی به فضای داخلی اتاق ایجاد کند و یک وسیله کنترل بصری (خواه با زنگ هشدار) جهت اطمینان پرسنل از درستی جریان هوا نصب شود.

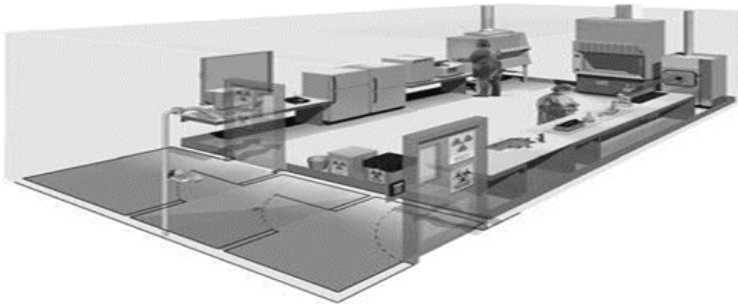
۸. سیستم تهویه باید به گونه ای ساخته شود که هوای خارج شده از آزمایشگاه ایمنی زیستی سطح ۳، در سایر مناطق ساختمان بازیافت نشود. هوا می تواند از طریق فیلتراسیون ذرات با بازده بالا فیلتر و در این آزمایشگاه اصلاح و بازیافت شود. هوای خارج شده از آزمایشگاه (غیر از آنچه از هودهای ایمنی بیولوژیکی خارج می شود) مستقیماً در خارج از ساختمان تخلیه و به دور از ساختمان و ورودی های هوا پخش شود. بسته به کار انجام شده، می توان با عبور دادن از فیلترهای HEPA، هوا را تخلیه کرد. همچنین، می توان یک سیستم کنترل گرمایشی و تهویه مطبوع نصب کرد که از فشار بیش از حد دائمی در آزمایشگاه جلوگیری شود. علاوه بر آن، می توان یک دستگاه هشدار صوتی یا تصویری کاملاً مجزا نصب کرد تا در صورت خرابی سیستم کنترل، به کارکنان هشدار دهد.

۹. هودهای ایمنی زیستی باید دور از مناطق پر رفت و آمد قرار بگیرند.

۱۰. هوای خارج شده از محفظه های ایمنی کلاس ۱ و ۲، پس از عبور از فیلترهای HEPA، باید بدون ایجاد اختلالی در جریان هوا (نه در محفظه و سیستم تهویه ساختمان) تخلیه شود.

۱۱. اتوکلاو؛ جهت دفع کردن زباله ها باید در خود آزمایشگاه موجود باشد. در صورت انتقال زباله های عفونی به خارج از آزمایشگاه، جهت مهار آلوده سازی و دفع آن ها، حمل و نقل باید مطابق با مقررات ملی یا بین المللی در ظروف نشکن، به صورت مهر و موم شده و ضد نشت انجام گیرد.

۱۲. منبع تغذیه باید به ابزار ممانعت کنندگی برگشت جریان مجهز شود؛ خطوط مکش (مدار خلا (uum)) باید توسط دستگاه های ضد عفونی کننده مایع، فیلترهای HEPA یا دستگاه های معادل آن محافظت شود. پمپ های خلأ uum باید توسط دستگاه ها و فیلترها محافظت شوند.



شکل ۲-۲. آزمایشگاهی با سطح امنیتی ۲. در این تصویر آزمایشگاه از منطقه حمل و نقل عمومی جدا شده و اتاقک مورد نظر، دارای یک بخش ورودی با دو درب به عنوان یک آزمایشگاه مجزا قرار گرفته است. این آزمایشگاه مجهز به اتوکلاو برای از بین بردن آلودگی زباله قبل از دفع و همچنین یک سینک با کنترل "بدون دست" است. هوا از خارج به داخل گردش می یابد و تمام کار با مواد بیولوژیکی عفونی در زیر یک هود ایمنی بیولوژیکی انجام می شود. سلول های آلوده، ممکن است به تهویه اضافی با فیلترهای HEPA برای مهار موثر نیاز داشته باشند (تصویری از CUH2A، پرینستون، نیویورک، ایالات متحده آمریکا).

فصل سوم: مواد شیمیایی، طبقه‌بندی، ذخیره‌سازی



۳-۱. ایمنی در برابر مواد شیمیایی

در سال ۱۹۸۷ سازمان سلامت و ایمنی شغلی در آمریکا (OSHA) دستورالعمل استاندارد را بیان کرد که براساس آن تمامی پرسنل آزمایشگاه لازم است دانش کار با مواد شیمیایی را داشته باشند، این استاندارد Employee right to know نام گرفت. این استاندارد، بیانگر این مطلب بود که تمامی مواد شیمیایی خطرناک باید طبقه بندی و به وسیله برچسب (NFPA) از لحاظ کارسینوژن، موتاژن یا تراژوژن بودن مشخص شده باشند.

۳-۲. قوانین ایمنی آزمایشگاه

آزمایشگاه‌های تحلیلی یا آن آزمایشگاه‌هایی که به یک مرکز مراقبت‌های بهداشتی (همانند آزمایشگاه‌های بهداشت عمومی، آزمایشگاه‌های بیولوژیکی یا آزمایشگاه‌های بیمارستانی) وابسته هستند، باید حداقل مطابق با اصول ایمنی زیستی سطح ۲ ایجاد شوند. از آنجایی که هیچ آزمایشگاهی به طور کامل، هیچ گونه نظارتی بر روی نمونه‌های دریافت شده ندارد، این امر دور از ذهن نیست که پرسنل در معرض میکروارگانیسم‌های متعلق به یک گروه خطر بالاتر از حد انتظار قرار بگیرند. البته بهتر آن است که در تدوین سیاست‌ها و برنامه‌های امنیتی، تمامی وقایع مورد توجه قرار گیرد. در تمامی کشورها، آزمایشگاه‌های بیولوژیکی باید از نظر اجرای اقدامات احتیاطی ایمنی معمول مورد تأیید قرار گیرند.

به طور کلی، قوانین ایمنی آزمایشگاه به شرح زیر است:

۱. قوانین اصلی ایمنی

۲. خطرات ذاتی در مواد شیمیایی

۳. خطرات مرتبط با رسیدگی

کار آزمایشگاهی، به ویژه در آزمایشگاه شیمی آلی، گاهاً نیاز به مونتاژ تجهیزات پیچیده یا اجرای عملیات ظریف دارد. همچنین، این امر شامل استفاده از محصولات است که می‌توانند سمی، قابل اشتعال یا حاوی مواد منفجره باشند. بنابراین، اجرای این گونه کارها می

تواند منشأ ایجاد حوادث یا مسمومیت های جدی باشد که اثرات آن فوری یا موذی است. بنابراین، کلیه پرسنل آزمایشگاهی باید از مقررات ایمنی به طور جدی آگاهی یابند و به طور دقیق آن ها را بکار گیرند. همچنین، از پیامدها و خطرات ناشی از جابجایی، تصادف یا آتش سوزی آگاه باشند و در صورت بروز، به طور مؤثر مداخله کنند. هرفردی که در آزمایشگاه کار کند و قوانین ایمنی را نادیده بگیرد، در معرض خطر زیادی است، به طوری که عواقب آن می تواند برای وی و همکارانشان فاجعه آمیز باشد. بنابراین، مسئولیت آن بسیار تعهد برانگیز است.

تمامی سؤالات مربوط به ایمنی آزمایشگاه و این که در صورت بروز حوادث چه باید کرد، در سندی تحت عنوان؛ جلوگیری از خطرات شیمیایی در مؤسسات آموزشی - که توسط رصدخانه ملی ایمنی منتشر شده است، شرح داده شده است. تعدادی از نکات در قسمت ذیل شرح داده شده است.

۳-۲-۱. قوانین اصلی ایمنی

۳-۲-۱-۱. ممانعت

پیشگیری، اولین روش ایمنی اولیه است. دانش کافی، احترام به اصول ایمنی، داشتن رفتار خوب در آزمایشگاه، اعمال حفاظت شخصی، برچسب زدن بر روی مواد مصرفی، ذخیره سازی مناسب و دفع صحیح مواد شیمیایی از جمله کارهایی است که مانع از بروز حوادث آزمایشگاهی می شود. در اینجا، به بررسی برخی عوامل مبادرت خواهیم نمود:

- آگاهی داشتن از اهداف و روش های مورد استفاده؛ تا آنجا که ممکن است اطلاعات لازم را در مورد محصولات، تجهیزات، تکنیک ها و واکنش های شیمیایی مورد استفاده، کسب نمایید. در صورت نداشتن اطلاعات کافی در مورد زمینه ی کاری خود یا سایر عوامل بهتر است به مقالات و کتاب های نوشته و مشاوره با افراد ذی صلاح ارجاع نمایید.
- صفحه نمایش ایمنی؛ تمامی شماره تلفن های ضروری همانند شماره آتش نشانی را در مکانی قابل دسترس ثبت نمایید. همچنین، باید از محل و نحوه

کار با خاموش کننده های آتش نشانی (پیوست ۱)، دوش اضطراری، شست و شوی چشم، پتوی نسوز، کیت کمک های اولیه و مدارشکن عمومی (دکمه قرمز بزرگ واقع در کابینت فلزی در راهرو) آگاهی یابید. در مجموع، آگاهی از محل خروج های اضطراری و دستگاه های اعلام خطر نیز امری ضروری و لازم است.

- رفتار آزمایشگاهی؛ مراقب باشید تا از ایجاد بثورات پوستی به علت داشتن رفتار عجولانه بپرهیزید. علاوه بر این، لازم است از کارهای همکاران خود و از خطرات ناشی از کار ایشان، آگاهی داشته باشید. حوادث آزمایشگاهی غالباً ناشی از عملکردهای عجولانه برای رسیدن به نتیجه سریع تر یا در صورت نداشتن وقت کافی، ایجاد می شود. بنابراین، لازم است رویکردی های دقیقی جهت کنترل چنین شرایطی اعمال نمایید و روی آنچه انجام می دهید متمرکز شوید، و هرگز باور نکنید که حوادث برای دیگران رخ می دهد. همچنین، از دویدن، عجله و شوخی کردن خودداری کنید. تهیه، مصرف و نگهداری غذا و نوشیدنی در آزمایشگاه ممنوع می باشد چرا که از ایجاد آلودگی تصادفی جلوگیری می کند. هرگز نباید در آزمایشگاه به علت نزدیکی مکرر با مواد قابل اشتعال سیگار کشید. همچنین، برای جلوگیری از افتادن قفسه ها، درب های کابینت را بسته و تا آن جا که ممکن است راه را برای رفت و آمد خود و دیگران آزاد کنید و اجازه ندهید اشیاء کوچک از قبیل تکه های شیشه، یخ یا برش مواد مختلف روی زمین کشیده شوند. همچنین، بهتر است بلافاصله مناطق مرطوب را خشک کنید.

۲-۱-۲-۳. حفاظت شخصی

- محافظت از چشم؛ جهت حفاظت از چشم تان در آزمایشگاه، همیشه باید از عینک ایمنی استفاده کنید. لنزهای تماسی نباید در آزمایشگاه استفاده شوند چرا

که بخارات ارگانیک یا خورنده می‌توانند به طور برگشت‌ناپذیر به آنها آسیب رسانده یا در زیر لنزها گیر کنند.

- بلوز؛ جنس بلوز شما بهتر است از پارچه پنبه‌ای مقاوم باشد. بلوز شما باید به اندازه کافی بلند باشد تا از پاهای تان محافظت نماید. همچنین، بهتر است از کفش‌هایی استفاده کنید که پا را کاملاً بپوشانند.
- دستکش‌ها؛ پوشیدن دستکش لاتکس ممکن است برای کاری‌های خاص همانند موارد زیر ضروری باشد.
 - کار با محصولات خورنده.

- کار با محصولات بسیار سمی که از طریق پوست امکان نفوذ دارند.

نکته: استفاده از دستکش برای انجام کاری‌هایی نظیر روشن کردن بنزن، جا به جا کردن نیمکت‌ها، برداشتن بشقاب داغ و آماده‌سازی حمام روغنی، ممنوع می‌باشد.

- برچسب زدن ظروف حاوی مواد شیمیایی؛ برای شناسایی آسان‌تر ظروف حاوی مواد شیمیایی باید بر روی مواد برچسب‌گذاری انجام شود. برای نگهداری محصولات مورد نظر بهتر است تاریخ تولید/انقضاء و نام محصول به طور کامل نوشته شود و در مکانی مناسب قرار گیرد.
- نکته: برای پاک کردن نوشته‌های غیرضروری می‌توان از اتانول ۹۵٪ استفاده کرد.

- حفاظت از محیط زیست و دفع زباله؛ ظروف شیشه‌ای را درون سطل کاغذ قرار ندهید و بهتر است از یک سطل مخصوص برای این منظور استفاده نمایید.
- دفع مواد شیمیایی؛ این عمل باید با دقت برنامه‌ریزی شود. به طور کلی، مقادیر کمی از مواد محلول در آب با سمیت پایین می‌توانند از طریق تخلیه در سینک خارج شوند. برای جمع‌آوری و دفع سایر زباله‌های شیمیایی، بهتر است از ظروف پلاستیکی یا فلزی قوی استفاده گردد.

در آزمایشگاه ظروف بازیابی انواع مختلفی از محصولات زیر، در دسترس شما قرار می گیرد:

- نمک های نقره ای: محلول ها و مواد جامد.
- فری سیانید و فروسیانید: محلول ها و جامدات.
- نمک های سدیم، کروم، نیکل، کبالت و منگنز: محلول ها و مواد جامد.
- فلزات سنگین (سرب و جیوه): محلول ها و جامدات.
- حلال های آلی غیر هالوژنه.
- حلال های آلی هالوژنه شده.
- مواد جامد آلی: مواد جامد آلی اغلب با درمان مناسب و ساخت مواد شیمیایی سمی بی اثر می شوند و سپس، از طریق فاضلاب سینک ظرفشویی می توان آن ها خارج نمود.

برخی از اصول تخصصی فرآیندهای حذف ساده با تبدیل شیمیایی، در ذیل بیان شده

است:

- محلول دارای pH ۰ تا ۶ باید با محلول هیدروکسید سدیم بی اثر شود.
- محلول دارای pH ۸ تا ۱۴ باید با اسید هیدروکلریک اسیدی بی اثر شود.
- محلول دی بروما توسط محلول هیدروکسید سدیم یا تیوسولفات سدیم از بین می رود.
- باقی مانده های منیزیم را می توان با اضافه کردن کمی محلول اسیدی جدا کرد.
- برای نمکی های خاص کروم و جیوه، درمان اختصاصی نیاز می باشد.

دو کتاب زیر حاوی اطلاعات مفیدی در این زمینه است:

- کاتالوگ آلدریچ
- Grenouille، Picot، ایمنی آزمایشگاهی، نسخه Lavoisier

- کار انفرادی و دستگاه‌هایی که بین ساعت‌های ۱۲ ظهر تا ۲ بعد از ظهر کار می‌کنند؛ هرگز نباید در آزمایشگاه به تنهایی کار کنید بلکه حضور یک مربی در کنار شما امری ضروری است. در مجموع، آن که دستگاه‌های برقی یا ابزارهای گرمایشی تنها با صدور مجوز از سوی مدیر آزمایشگاه می‌توانند بین ۱۲ تا ۱۴ ساعت کار کنند.

۳-۱-۲-۳. مداخله

با وجود رعایت اقدامات پیشگیرانه، ممکن است به طورتفاقی، برخی مواد روی زمین ریخته شوند. بسته به ماهیت این مواد ممکن است خطر آتش‌سوزی، انفجار یا مسمومیت اتفاق بیفتد.

- ریختن مواد بر روی زمین؛ هنگامی که کف یا پنج حین کار با یک محصول که خیلی سمی و یا فرار نباشد، آلوده شود می‌توان آن را با استفاده از کاغذ جاذب تمیز کرد. اسیدها را می‌توان با سدیم فسفات یا محلول هیدروژن کربنات سدیم، خنثی نمود. در حین تمیز کردن باید دستکش‌های محافظ پوشیده شود. فضای آسیب دیده را باید با آب شست و شو داده و سپس خشک کرد. هنگامی که ماده ریخته شده فرار، قابل اشتعال یا سمی باشد و مقدار زیادی از آن ریخته شده باشد، باید شعله‌ها در آزمایشگاه خاموش، وسایل برقی قطع و از آزمایشگاه خارج شوید.

- موادی همانند آمین‌های معطر، مشتقات نیترو، دی بروما، دی سولفید کربن، هیدرازین‌ها، نیتریل‌ها، اترها و آلکیل هالیدها بسیار خطرناک می‌باشند که پاکسازی شان لازم است توسط یک شخصی با تجربه انجام شود.

- پاشیده شدن ماده روی فرد؛ اگر فرد با ماده‌ای آلوده شود که آن ماده به قسمت زیادی از بدن پاشیده شده باشد، باید سریعاً از دوش ایمنی استفاده کند و هر چه سریع‌تر لباس آلوده را خارج کند. در این شرایط، گذشت هر ثانیه از زمان

مهم می باشد و باید از اتلاف وقت جلوگیری شود. هنگام خارج کردن لباس، باید مراقب باشید که سایر قسمت های بدن به خصوص صورت و چشم ها آلوده نشوند. منطقه آسیب دیده باید حدود پانزده دقیقه با آب سرد شسته شود. هرگز از ختی کننده های شیمیایی، پمادها، کرم ها یا لوسیون ها استفاده نگرده. در اسرع وقت، باید با پزشک مشورت مراجعه شود. اگر آلودگی فقط روی ناحیه کوچکی از پوست تأثیر گذاشت، کاملاً با آب سرد و سپس با آب و صابون شسته شود. جواهرات را خارج کنید زیرا اثر پاک کنندگی مواد شیمیایی را از بین می برد. چنانچه، پس از آن واکنش پوستی مشاهده کردید، با پزشک مشورت کنید. در صورت وجود لکه های چشمی، بلافاصله حداقل با استفاده از مایع چشم یا ابزار دیگری که برای این حیث طراحی شده است، پاکسازی صورت انجام گیرد یا حداقل پانزده دقیقه چشمانتان با آب شسته شود. برای شست و شو، باید چشم را باز نگه داشت و مخاط پلک ها را مرتباً بچرخانید. در این شرایط، بهتر است از شخص دیگری کمک بگیرید. توصیه می شود در اسرع وقت، با پزشک تماس گرفته یا مصدوم را به بیمارستان برسانید.

- اعمالی که در صورت بروز حادثه باید انجام دهیم؛ اولین عملی که در صورت بروز حادثه جدی لازم است مورد انجام قرار گیرد، محافظت از فرد مصدوم است. در صورت وجود خطر برق گرفتگی، آتش سوزی و یا خفگی، سعی کنید عامل خطر را از بین ببرید (قطع جریان الکتریکی، استفاده از کپسول آتش نشانی). پس از آن باید سریعاً با امدادگران تماس بگیرید.

۲-۲-۳. خطرات مواد شیمیایی

مواد شیمیایی خطرات کم و بیش زیادی را بروز می دهند:

- مسمومیت، سوختگی و سوزش؛ برخی مواد شیمیایی خطر مسمومیت، سوختگی یا سوزش را ایجاد می کنند که باید سریعاً برطرف گردد. اگر فرد مورد نظر به مدت طولانی یا مکرر در معرض خطر با مواد شیمیایی قرار گیرد،

این مواد می‌تواند بر روی ارگان‌ها یا بافت‌ها (همانند چشم، پوست یا غشای مخاطی)، اندام‌های دور دست (همانند کبد یا ریه‌ها) یا کل بدن تأثیر گذارند، در نتیجه باعث ایجاد بیماری‌های شدیدی همانند بنزولیسیم (مسمومیت از بنزن) یا سرطان می‌شود. این مواد می‌توانند از طریق استنشاق، جذب پوست یا بلع وارد بدن شوند.

- آتش سوزی؛ برخی از مواد شیمیایی به دلیل اشتعال پذیری و فرار بودن در معرض خطر آتش سوزی قرار دارند.
- انفجار و واکنش پذیری؛ برخی از مواد می‌توانند به دلیل حساسیت شدید، منفجر شوند یا به طور ناگهانی با سایر مواد همانند آب (به عنوان مثال، سدیم و پتاسیم) واکنش نشان دهند. در کاتالوگ‌های تجاری علائم و نشانه‌های مفیدی در مورد خطرات موجود در کار با مواد شیمیایی وجود دارد. این ریسک‌ها بسته به ماهیت محصول به صورت صفر، کم، متوسط یا زیاد طبقه‌بندی می‌شوند.

۳-۲-۱. اقدامات احتیاطی عمومی

لازم است پیش از استفاده از مواد شیمیایی، دستورالعمل‌های موجود بر روی ظرف آن ماده با دقت خوانده شود، این امر می‌تواند اطلاعات مفیدی (اغلب کدگذاری شده‌اند) در مورد خطرات موجود پیرامون این محصول، وسایل محافظتی و اولین کمک‌هایی که در صورت تماس تصادفی، بلع یا استنشاق اتفاق می‌افتد، به شما ارائه دهد.

- از استنشاق بخارات حلال‌های آلی، خودداری کنید. از دست زدن به مواد سمی یا محصولات‌ی که ممکن است سیستم تنفسی را تحت تأثیر قرار دهد، اجتناب کنید و تمامی کارهای مرتبط با این مواد را در زیر هود انجام دهید.
- هرگز یک ماده شیمیایی مزه‌نکنید و از تماس آن با پوست و چشم خودداری کنید، زیرا برخی از مواد باعث تحریک پوست، ایجاد سوختگی یا به سرعت جذب پوست می‌شوند.

- هرگز با دهان خود را به پیپت نزنید، بلکه از یک پیپت اتوماتیک استفاده کنید و مطمئن شوید که نوک پیپت در زیر سطح مایع فرو رفته است.
 - روی مقادیر کمی از محصولات کار کنید (حدود یک گرم وقتی سنتز می کنید و به هنگام تهیه مایعی که می خواهید آن را با تقطیر تمیز کنید، روی کوازولید کوچک یا ۵ میلی لیتر کار کنید) و از وسایل شیشه ای مناسب استفاده کنید. فراموش نکنید که مقادیر ذکر شده را بر ۲، ۵ یا ۱۰ تقسیم کنید. هرچه مقادیر کوچکتر باشد، خطرات کار با آن ها کاهش می یابد. اگر از میزان کم بودن ترکیب مورد نظر برای سنتز کردن مطمئن نیستید، از مسئول مرتبط مشاوره بگیرید. همچنین، می توان از کیت های میکروشمی نیز کمک بگیرید، آن ها این امکان را می دهند که سنتزها را روی مقادیر کمی (چند صد میلی گرم) از محصولات تولیدی انجام شود.
 - هرگز یک ترکیب آلی یا قابل اشتعال را با مشعل بنزن گرم نکنید و از یک بشقاب داغ یا یک مخزن آب گرم استفاده کنید چرا که در صورت ترک خوردگی یا شکستن ظرف، ممکن است آتش سوزی رخ دهد.
 - بعد از دست زدن به مواد شیمیایی و قبل از خروج از آزمایشگاه، توصیه می شود دستان خود را با آب و صابون بشویید. راه ورود آلاینده ها به بدن اغلب از طریق دست ها انجام می شود.
- علاوه بر اطلاعات تحلیلی معمول، علائم خطر بر روی برچسب ظروف حاوی ماده شیمیایی درج شده که حاوی اطلاعات مربوط به خطرات ذاتی این ماده به همراه نحوه ی استفاده از آن یا مشاوره در مورد رعایت موارد احتیاطی یا کمک های اولیه است. این اطلاعات می تواند به شکل های زیر باشد:
- نمادهای بین المللی؛ هر نماد، تصویری با معنای دقیق است (به قسمت ضمیمه ۲ و سند INRS توزیع شده - مواد شیمیایی - ED 744 مراجعه کنید).

- کد اطلاعات مربوط به جامعه اروپا؛ به منظور شناسایی خطرات اختصاصی یک ماده شیمیایی و اظهارات احتیاطی مربوطه، علاوه بر نمادهای خطر، جامعه اروپا یک سیستم برچسب گذاری کد شده را به همراه یک نامه ارائه کرده است. در فهرست عددی، حرف R به ریسک فاکتورها اشاره می کند و شماره زیر آن، ترتیب قرار گیری در جدول مربوطه را نشان می دهد. حرف S به گفته های احتیاطی اشاره دارد و شماره زیر آن، ترتیب قرار گیری در جدول مربوطه را مشخص می کند.
- یک محصول را برای کالای دیگر جایگزین کنید؛ در موارد خاص می توان یک محصول را به جای محصولی دیگر جایگزین نمود. در اینجا، چند مثال از جایگزینی محصولات شیمیایی آورده شده است:

جدول ۳-۱. جایگزینی محصولات شیمیایی با محصولات سمی به همراه مکان هدف آن ها.

محصولات سمی	هدف	محصولات جایگزینی
هگزان	اعصاب محیطی	پنتان، هپتان، سیکلوهگزان
بنزن	مغز، سلول های خونی	سیکلوهگزان (احتمالاً تولوئن وقتی سیکلوهگزان مناسب در دسترس نیست)
تولوئن، زایلن	سیستم های عصبی	سیکلوهگزان
کلروفرم، تتراکلرید کربن	کلیه ها، کبد	دی کلرومتان
متانول	عصب بینایی	الکل اتیلیک

۳-۲-۳. خطرات مرتبط با رسیدگی

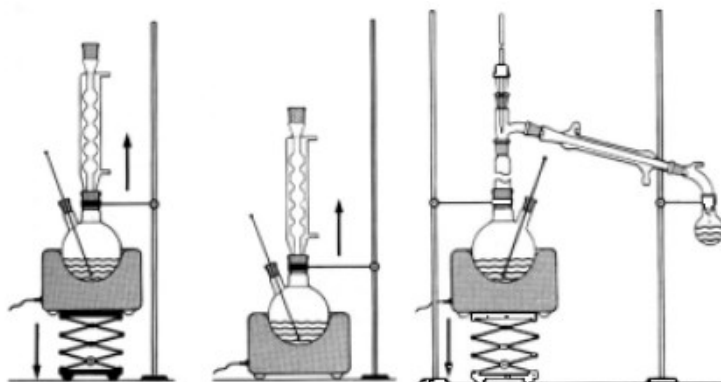
برخی از عملیات های نادرست آزمایشگاهی همانند انجام نادرست فرایند مونتاژ، استفاده نادرست از دستگاه ها، انجام واکنش های شیمیایی، مخلوط کردن واکنش ها و پردازش شان به صورت نادرست، می تواند موجب بروز حوادث شود.

۳-۲-۳-۱. مونتاژ دستگاه

برخی از دستکاری های خاص که به طور نادرستی انجام شده اند، می توانند باعث بروز حوادثی شوند. در هنگام مونتاژ دستگاه ها به موارد ذیل توجه نمایید:

- تمامی وسایل و محصولات مورد نیاز را روی بنچ قرار دهید تا بتوانید با سهولت و اطمینان خاطر، کار خود را انجام دهید.
- اطمینان حاصل کنید که ظروف شیشه ای در شرایط خوبی (بدون ترک) قرار دارند، از تمیز بودن و در صورت لزوم خشک بودن شان، اطمینان حاصل کنید. قطعات یک مونتاژ (فلاسک، فلاسک ارلن مایر، لیوان، راکتور، مایع خنک کننده، اتصالات، بورت، الکتروود و غیره در طول فیلتراسیون، اندازه گیری یا سنتز شیمیایی) با استفاده از گیره ها و تکیه گاه های عمودی مونتاژ می شوند و اتصالات قفل کنندگی در آن ها روغن کاری می شود. دقت کنید که شیرهای لامپ های ریخته گری هیچ نشستی نداشته باشند و در صورت لزوم از گیره ها برای نگه داشتن دو قسمت شیشه ای که در کنار هم قرار دارند، استفاده کنید. توجه داشته باشید که موقعیت گیره ها به ترتیب ریفلاکس و تقطیر وجود داشته باشد و گیره فوقانی شل و گیره پایینی سفت شود.

^۱Azobisisobutyronitrile



درست

غلط

درست

شکل ۱-۳. تصویری از مونتاژهای صحیح و اشتباه.

- به یاد داشته باشید وسایل خود را جمع کنید.
- هنگام گردش آب، بررسی کنید که لوله‌های لاستیکی کاملاً در لوله‌های جانبی سرد کننده برای جلوگیری از ریزش آب تصادفی قرار داده شده باشند. علاوه بر این، جریان آب متوسط باشد.
- قبل از جوشاندن مایع، چند دانه سنگ ریزه در ظرف قرار داده شود و هرگز این معرف نباید در مایع نزدیک به جوش انجام شود. توجه نمایید که به هنگام تقطیر، مقادیر زیادی مایعات فرار، قابل اشتعال یا سمی تولید می‌شود، و لذا توصیه بر آن است که استخراج زیر یک هود انجام پذیرد.
نکته: هرگز تقطیر را خشک نکنید.
- برای قرار دادن میله شیشه‌ای یا دماسنج در درپوش، ابتدا با آب یا گلیسرین آن را روغن کاری کنید. از دستان خود، با پارچه یا دستکش ضخیم محافظت کنید. میله شیشه‌ای را کمتر از ۵ سانتی متر از انتهای آن نگه‌داری، سپس با فشار کم، میله را با استفاده از یک میله داخل سوراخ با حرکت چرخشی جزئی درپوش، قرار دهید.

جدول ۳-۲. خلاصه ای از خطرات موجود در آزمایشگاه، سیاست های امنیتی و کمک های اولیه در این گونه شرایط.

کمک های اولیه	سیاست امنیتی	خطر
- دهان را بشویید.	ممنوع بودن پیتاژ دهانی	بلعیدن مواد
- نوشیدنی استفاده نکنید.	- از پیپت و سر شیشه ها استفاده کنید.	
- استفراغ را القا نکنید.		
چشم را در زیر آب سرد یا ولرم باز کنید، سر به پایین، هر دو چشم آلوده و سالم را بشویید.	از عینک ایمنی استفاده کنید.	مراقبت از چشم ها
فوراً دوش آب سرد بگیرید، ۱۵ دقیقه خود را بشویید.	موها باز نباشد، با لباس معمولی در آزمایشگاه حاضر نشوید.	سوختگی با حرارت
- لباس چسبیده به تن را خارج نکنید.	جنس بلوز باید از پارچه پنبه ای مقاوم باشد.	
بلافاصله زیر آب سرد بشویید.	یک بلوز بپوشید.	سوختگی شیمیایی
- لباس های آلوده را بدون تماس با صورت جدا کنید.	- از مقادیر کم استفاده کنید.	
	- از حداقل غلظت های لازم استفاده کنید.	
	- ظروف را برچسب بزنید.	
	- در صورت لزوم از دستکش استفاده کنید.	

برش	- برای قرار دادن لوله درپوش به آسانی از پارچه استفاده کنید.	برای متوقف کردن خونریزی محل خونریزی را فشار دهید.
	- ظروف شیشه‌ای خرد شده را جمع آوری کنید.	
آتش را خاموش کنید	- باید بدانید که چگونه از کپسول آتش نشانی استفاده کنید.	- آتش را خاموش کنید.
	- نحوه استفاده از خاموش کننده، جاروبرقی مرطوب و پوشش را بدانید.	- اقدام بر روی شخص مصدوم؛ شخص را روی زمین بگذارید و وی را با پتوی ضد آتش بپوشانید.
استنشاق گاز تحریک کننده یا سمی	- زیر یک هود کار کنید. - حداقل مقدار گاز را تولید کنید.	- از هوای تازه بیرون استفاده کنید و نفس بکشید.

۳-۳. اصول طبقه‌بندی ترکیبات شیمیایی

۳-۳-۱. شناسایی و طبقه‌بندی^۱ SIMDUT

براساس قوانین و مقررات مربوط به سیستم اطلاعات مواد خطرناک در محل کار (SIMDUT)، مسئول ایمنی آزمایشگاه موظف است تا کارکنان خود را با اطلاعات مربوط به خواص خطرناک محصولاتی که آن‌ها استفاده می‌کنند، مطلع نماید.

SIMDUT برای نشان دادن خطرها، سموم، سازگاری و ذخیره‌سازی استفاده می‌شود. به عنوان مثال، از آن جایی که اسید هیدروکلریک (اسید قوی) و هیدروکسید سدیم (باز قوی) در رده SIMDUT "E" برای ایجاد خوردگی طبقه‌بندی می‌شوند، نمی‌توان این دو

^۱Systeme d'Information sur les Matieres Dangereuses Utilisees au Travail (Workplace Hazardous Materials Information System)

محصول را با هم ذخیره کرد. همچنین، لازم بذکر است که دستورالعمل ها باید با تمام نیازهای SIMDUT مطابقت داشته باشد.

۳-۱-۱. دستورالعمل ایمنی مواد

اطلاعاتی را درباره محصولات مورد استفاده در آزمایشگاهها و خواص آنها ارائه می دهد. از این رو، دانشجویان یا کارکنان، صرف نظر از عملکرد آنها، باید از طریق مشاوره با افراد مطلع و خوانش کارت های محصولاتی که با آنها سر و کار دارند، از خطرات احتمالی کار آگاهی یابند. همچنین، لازم بذکر است که برگه اطلاعات مربوط به محصولات مورد استفاده در آزمایشگاهها و خواص آنها باید با تمام نیازهای SIMDUT مطابقت داشته باشد. تاریخ برگه های ایمنی باید کمتر از ۳ سال باشد و به صورت الکترونیکی در وب سایت تأمین کنندگان (به عنوان مثال، در فرانسه در سایت شرکت سیگما آلدریچ؛ <http://www.sigmaaldrich.com/safety-center/msds-search.html>) ثبت گردد. همچنین، از طریق چندین منبع اینترنتی از جمله: مرکز بهداشت و ایمنی کارگری کانادا (CCOHS؛ <http://ccinfoweb.cchst.ca>) در دسترس باشد.

به منظور اجتناب از ناسازگاری و هرج و مرج در آزمایشگاه، اصول کلی طبقه بندی و نگهداری مواد شیمیایی شکل گرفته است. لذا، برای رسیدن به این منظور، لازم است تفاوت های ظریف را از نظر طبقه بندی و ذخیره سازی درک نمایید.

سیستم طبقه بندی SIMDUT بیشتر بر شناسایی مواد شیمیایی، براساس ریسک فاکتورهایی که به سلامتی و ایمنی مردم مربوط می شوند، تمرکز دارد. در رأس آنها سیستم اطلاعاتی و نمایش کانادایی قرار دارد که اجرای آن براساس دستورالعمل ایمنی مخصوص هر محصول تکمیل شده و اغلب در کلاس های SIMDUT، تنها به صورت کلاس ها و لوگوهای نشان داده شده است.

جدول ۳-۳. طبقه بندی SIMDUT

مواد	کلاس
گازهای فشرده	A
مایعات قابل اشتعال	B1
مایعات قابل احتراق	B2
مواد جامد قابل اشتعال	B3
ذرات معلق در هوا قابل اشتعال	B4
ذرات معلق در هوا قابل اشتعال	B5
مواد قابل اشتعال قابل اشتعال	B6
مواد اکسید کننده	C
مواد بسیار سمی با اثرات فوری جدی	D1A
مواد سمی با اثرات آنی و جدی	D1B
مواد بسیار سمی که اثرات دیگری دارند	D2A
مواد سمی که باعث ایجاد اثرات دیگر می شوند	D2B
مواد عفونی	D3
مواد خورنده	E
مواد واکنشی خطرناک	F

۳-۱-۱-۱-۱. مواد واکنشی خطرناک

این نوع طبقه بندی به دلیل احتمال خطر گم شدگی در میان تمامی طبقه بندی ها و عدم اجرای یک واکنش مناسب در صورت بروز حادثه، بوجود آمده است. علاوه بر آن، هنگام پاسخ نسبت به بروز یک عامل شیمیایی، دانستن و آگاهی از فرمول کامل شیمیایی آن محصول، ممکن است کمک شایانی در مواجهه با آن عامل داشته باشد. لازم بذکر است از آن جایی که صرفاً ذکر کلاس یا شماره سازمان ملل گاهاً کافی نمی باشد، وجود این گونه از طبقه بندی ها، تا حدودی مهم می باشد. با این حال، این ساده سازی، ضروری و بهترین راه برای کنترل MD در مقیاس وسیع است.

۳-۱-۲. تلاش ها برای هماهنگ سازی طبقه بندی ها

سیستم هماهنگ شدگی عمومی (GHS) برای ساده تر و مفیدتر شدن اطلاعات از MD تنظیم شده است که شامل: سیستم عمومی هماهنگ شدگی برای طبقه بندی و برچسب زدن مواد شیمیایی می باشد. این سیستم چهره قوانین بهداشت و ایمنی کار را تغییر داده است. GHS، یک سیستم بین المللی برچسب زنی و اطلاع رسانی است که تقریباً در تمامی MD هایی که در محل کار، خانه و هنگام حمل و نقل استفاده می شود، اعمال می گردد. با توجه به سلامتی و ایمنی کارمندان، این سیستم با درک آسانی از خطرات و ترویج نشر هر چه بهتر اطلاعات، ایمنی را ممکن می سازد. از این رو، پرسنل بهداشت و درمان بهتر می توانند از خود، در برابر خطرات در معرض محافظت نمایند.

۳-۲. طبقه بندی سازمان ملل

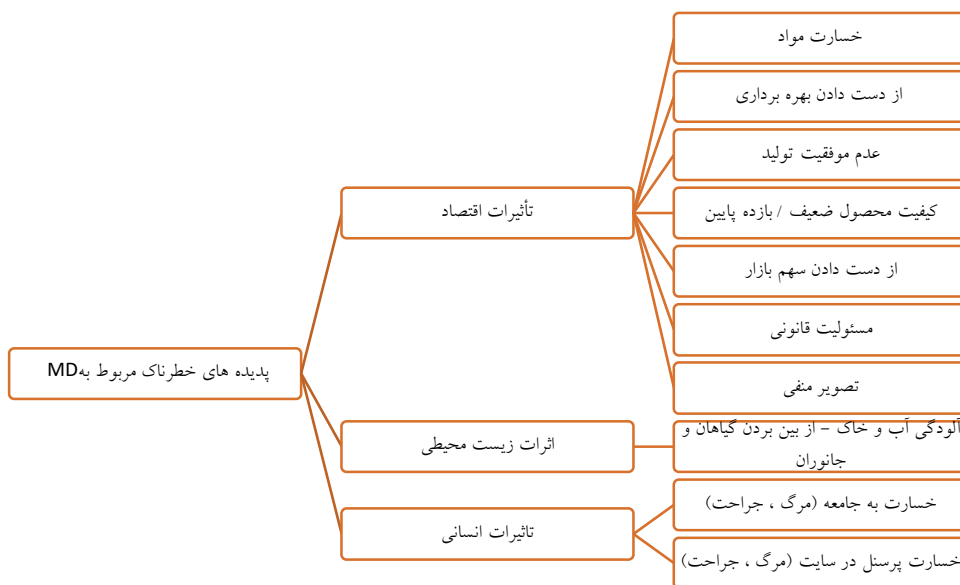
به منظور تهیه لیست کوتاهی از اطلاعات مربوطه، کمیته متخصصین سازمان ملل متحد پیشنهادی را برای انواع کالاهای خطرناک موجود و آتی در نظر گرفته اند. برخی از این دسته اطلاعات حاوی هزاران ماده می باشند، در حالی که برخی دیگر تنها در یک مورد تعریف شده اند. هر گروه، دارای شماره اختصاصی از سوی سازمان ملل است که توسط متخصصان کدگذاری شده است. در این لیست؛ که شامل حدود ۳۰۰۰ دسته است، همه کالاهای خطرناک

در کنار هم قرار داده شده است. در اینجا، چند نمونه متداول از MD با شماره شناسایی سازمان ملل (سازمان ملل (۲۰۰۲)) بیان شده است.

۳-۲-۱. طبقه بندی مواد خطرناک

برای تعریف بهتر MD و بویژه برای مدیریت آن‌ها، طبقه بندی‌ها (طبقه بندی باید هم جامع و هم مرتبط باشد) در مقیاس بین المللی و ملی انجام شده است.

جدول ۳-۴. پدیده های خطرناک مربوط به MD، نمودار ذیل تأثیرات مختلف پدیده خطرناک را به صورت خلاصه بیان می کند.



از نظر سلامتی، عواقب برخورد با کالاهای خطرناک می توانند به سرعت خطر آفرین باشد. لذا، در این قسمت، عناصر خطرات بهداشتی را با توجه به طبقات مختلف MD ارائه داده ایم:

جدول ۳-۵. خطرات بالقوه برای سلامتی توسط طبقه MD.

خطرات سلامتی	گازهای خطرناک	کلاس
<ul style="list-style-type: none"> • آتش تولید شده دارای اثرات تحریک کنندگی، آزار دهندگی، خوردندگی و سمی است. • بسته به غلظت گازهای موجود، استنشاق آن ممکن است باعث صدمه یا مرگ جدی شود. • موج شوک به خودی خود می تواند به یک ارگانسیم زنده آسیب جدی وارد کند. 	انفجاری	۱
<ul style="list-style-type: none"> • استنشاق آن ممکن است اثرات سمی ایجاد کند. • باعث آتش سوزی و گازهای سوزش آور، اثرات خوردنده و سمی تولید می کند. 	گازهای قابل اشتعال	۲,۱
<ul style="list-style-type: none"> • می تواند باعث خفگی شود. • تماس مستقیم با گاز می تواند باعث سرمازدگی شود. 	گازهای غیر قابل اشتعال	۲,۲
<ul style="list-style-type: none"> • ممکن است هنگام استنشاق کشنده باشد. • بخارات بسیار خوردنده هستند. • تماس مستقیم با گاز می تواند صدمات جدی ایجاد کند. • آتش سوزی تولید شده می تواند گازهای سمی باشد. 	گازهای سمی	۲,۳
<ul style="list-style-type: none"> • ممکن است هنگام استنشاق کشنده باشد. • بخارات بسیار خوردنده هستند. • تماس مستقیم با گاز می تواند صدمات جدی ایجاد کند. • آتش سوزی تولید شده می تواند گازهای سمی باشد. 	گازهای خوردنده	۲,۴
<ul style="list-style-type: none"> • استنشاق ممکن است پوست و چشم را تحریک یا بسوزاند. • بخارات ممکن است سرگیجه ایجاد کند. • آتش سوزی گازهای سوزش آور، اثرات خوردنده و سمی تولید می کند. • کنترل آتش یا آب رقیق کننده می تواند برای موجودات آبی سمی باشد. 	مایعات قابل اشتعال	۳

<ul style="list-style-type: none"> • آتش سوزی گازهای سوزش آور، اثرات خورنده و سمی تولید می‌کند. • کنترل آتش با آب می‌تواند برای موجودات آبی سمی باشد. • آتش سوزی گازهای سوزش آور، اثرات خورنده و سمی تولید می‌کند. • کنترل آتش با آب رقیق کننده می‌تواند برای موجودات آبی سمی باشد. • بسیار سمی است و در اثر تماس با آب، گاز قابل اشتعال می‌دهد، استنشاق می‌تواند کشنده باشد. • می‌تواند محلول‌های خورنده در تماس با آب تولید کند. • آتش سوزی گازهای سوزش آور، اثرات خورنده و سمی تولید می‌کند. 	<p>مواد جامد قابل اشتعال</p> <p>مواد مستعد باعث التهاب خود بخودی می‌شوند</p> <p>مواد ضد آب</p>	<p>۴,۱</p> <p>۴,۲</p> <p>۴,۳</p>
<ul style="list-style-type: none"> • استنشاق، بلع یا تماس با بخارات، گرد و غبار یا مواد ممکن است باعث صدمات جدی یا مرگ شود. • آتش سوزی گازهای سوزش آور، اثرات خورنده و سمی تولید می‌کند. • آتش سوزی گازهای سوزش آور، اثرات خورنده و سمی تولید می‌کند. • بلع یا تماس با مواد ممکن است باعث صدمات جدی یا سوختگی شود. 	<p>مواد اکسید کننده</p> <p>پراکسیدهای آلی</p>	<p>۵,۱</p> <p>۵,۲</p>
<ul style="list-style-type: none"> • بلع یا استنشاق ممکن است باعث آسیب جدی یا مرگ شود. • آتش سوزی گازهای سوزش آور، خورنده و سمی تولید می‌کند. • کنترل آتش یا آب رقیق کننده می‌تواند برای موجودات آبی سمی باشد. 	<p>مواد سمی</p>	<p>۶,۱</p>

<ul style="list-style-type: none"> • احتراق یا استنشاق ممکن است باعث صدمات جدی یا مرگ شود که در اثر آتش سوزی گازهای تحریک کننده، اثرات خورنده یا سمی ایجاد می کند. • کنترل آتش یا آب رقیق کننده می تواند برای موجودات آبی سمی باشد. 	مواد مضر	۶,۲
<ul style="list-style-type: none"> • بلع، استنشاق یا قرار گرفتن در برابر رادیو اکتیو می تواند باعث آسیب شدید داخلی و چندین نوع سرطان از جمله سرطان تیروئید شود. 	مواد رادیو اکتیو	۷
<ul style="list-style-type: none"> • خطرات سلامتی. • بلع یا استنشاق ممکن است باعث صدمات جدی شود و یا آتش سوزی ناشی از مرگ باعث تولید گازهای سمی شود. • کنترل آتش یا آب رقیق کننده می تواند برای موجودات آبی سمی باشد. • از تماس با پوست خودداری شود. • اثرات تماس ممکن است به تأخیر بیفتند. 	تعریف مواد خورنده	۸
<ul style="list-style-type: none"> • استنشاق ممکن است مضر باشد. • تماس با آن ماده ممکن است باعث سوختگی پوست و چشم شود. • آتش سوزی گازهای سوزش آور، اثرات خورنده و سمی تولید می کند. 	کالاهای خطرناک دیگر	۹

۳-۲-۱-۱. مواد خطرناک

MD های تعریف شده در بالا بدون خطر نیستند. به طور کلی، ریسک صنعتی به شرح زیر تعریف می شود:





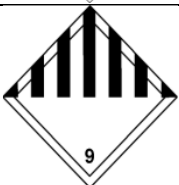
"اندازه گیری احتمال و شدت اثر منفی بر سلامتی، دارایی و محیط زیست." (CSA / ACNOR، ۱۹۹۱). از نظر سیستم ذخیره سازی و یا حمل و نقل، دسترسی به MD می تواند منشأ بسیاری از حوادث کم و بیش جدی باشد، اما درک و مدیریت آن ها همیشه دشوار است. بسته به ماهیت مواد خطرناک و مقادیر درگیر، حادثه به صورت آتش سوزی،

انفجار یا آزاد شدن محصولات سمی یا رادیواکتیو شکل می‌گیرد (Institut des Risques Major, ۲۰۰۳).

جدول ۳-۶. ۹ طبقه از کالاهای خطرناک و تقسیم بندی مرتبط با آن‌ها.

نمونه	تعاریف	نماد	بخش	کلاس
نیتروتولون TNT	مواد یا اشیایی که خطر انفجار گسترده را نشان می‌دهند.		۱,۱	۱. مواد منفجره
گلوله های نظامی	مواد یا اشیایی که پیش بینی خطر در آن وجود دارد و بدون خطر انفجار است.		۱,۲	
آتش بازی	موادی که خطر آتش سوزی را با خطر اندکی از انفجار یا پیش بینی ایجاد می‌کنند.		۱,۳	
پارچه های ایمنی	در صورت احتراق، مواد یا کالاهای قابل توجهی در معرض خطر در خارج از بسته بندی قرار نگیرند.		۱,۴	
مواد منفجره	اشیاء بسیار غیر حساس و بدون خطر انفجار جمعی		۱,۵	
اشیاء EEPS نمونه کارها استاندارد با بهره وری از انرژی	اشیاء بسیار غیر حساس و بدون خطر انفجار جمعی		۱,۶	
پروپان	گازهای قابل اشتعال		۲,۱	

۲. گاز	۲,۲		گازهای غیر قابل اشتعال و غیر سمی	ازت
	۲,۳		گازهای سمی	مونو اکسید کربن
۳. مایعات قابل اشتعال	۳,۱		مایعات قابل اشتعال	بنزین و دیزل
۴. جامدات قابل اشتعال	۴,۱		مواد جامد قابل اشتعال	کبریت ایمنی
	۴,۲		مواد مستعد التهاب خودبخودی	پنبه در ظروف
	۴,۳		مواد واکنش پذیر	سدیم
۵. ماده اکسید کننده	۵,۱		مواد اکسید کننده	نیترات آمونیوم
	۵,۲		پراکسیدهای آلی	بنزوئیل پراکسید

۶. ماده سمی و عفونی	۶,۱		مواد سمی	آرسنیک، سیانید، سرب
	۶,۲		مواد عفونی	ویروس
۷. ماده رادیواکتیو	۷,۱		مواد رادیواکتیو	هگزا فلوراید اورانیوم
۸. ماده خورنده	۸,۱		مواد خورنده	اسید سولفوریک
۹. مختلف	۹,۱		محصولات، مواد یا ارگانیسم های مختلف	بی فنیل های پلی کلر، PCB

۳-۴. واکنش های شیمیایی

برخی واکنش های شیمیایی به دلیل آن که نیاز به دست زدن به مواد منفجره دارد یا می توانند به طور ناگهانی واکنش دهند، خطرناک هستند. در میان سایر واکنش ها، واکنش های نیترات و اکسیداسیون و همچنین، واکنش های فریدل و آن واکنش هایی که به معرف های Grignard (به آن ها ارگانوماژنیوم مختلط نیز گفته می شود؛ طبقه ای از ترکیبات شیمیایی است که معمولاً در سنتز آلی مورد استفاده قرار می گیرند) نیازمند یا حاوی اسیدهای کلرید می باشند، می توانند بسیار خشن و خطرناک باشند.

رعایت نکات احتیاطی زیر ممکن است از بروز برخی خطرات تصادفی جلوگیری نماید:

- اگر نیازمند استفاده از مواد منفجره واکنش پذیر هستید، از آن کمترین مقدار ممکن استفاده کنید (به طور مثال، سدیم، پتاسیم).
- اگر فرض کنید، واکنشی ممکن است منجر به انفجار شود، ابتدا آن را تنها در مقیاس کم امتحان کنید. همچنین، می توانید چندین بار آن را در همین مقیاس تکرار کنید. هرگز یک آزمایش را با مقادیر بیشتر انجام ندهید.
- در مورد واکنش های بسیار گرمایشی؛ ایمن ترین روش اضافه کردن قطره به قطره مواد با همزن می باشد.

نکته: از گرم شدن بیش از حد راکتور جلوگیری کنید زیرا خطر کاهش سرعت، به علت انباشت بیش از حد مواد خطرناک وجود دارد چرا که به محض بالا رفتن درجه حرارت، واکنش ها غیر قابل کنترل می شوند.

۳-۴-۱. جابجایی ویژه برخی مواد شیمیایی

۱. سدیم و پتاسیم

- سدیم و پتاسیم فلزات قلیایی هستند که با آب مشتعل می شوند. لذا لازم است آن ها در روغن پارافین ذخیره کنید و اقدامات احتیاطی ذیل را انجام دهید:
 - مطمئن شوید که مکانی نگهداری این مواد خشک باشد.
 - یک ظرف بلوری بزرگ حاوی اتانول خالص آماده کنید. از اتانول برای از بین بردن سدیم طی یک واکنش اکسیداسیون استفاده کنید.
 - از دستکش های خشک و تمیز استفاده کنید.
 - با پنس، یک تکه سدیم بردارید، آن را روی حوله کاغذی قرار دهید، آن را پاک کنید و با یک چاقوی خشک و تمیز برش دهید - واکنش را تنها با یک قطعه بسیار کوچک از این فلز (چند میلی گرم) انجام دهید.
 - این فلز را به محیط واکنش انتخابی وارد کنید.

- کاغذ جاذب، موچین، چاقو و هر ماده دیگری را که ممکن است به ذره ای از سدیم آلوده شده باشد، را در اتانول غوطه ور کنید. هرگز کاغذ را مستقیماً در سطل زباله نیندازید !!!

۲- آب برم و دی بروم

آب برم و دی بروم موادی خورنده هستند. لذا، پوشیدن دستکش برای کار با این مواد ضروری است.

لازم بذکر است که برای دستکاری دی بروم، از یک تبلور سولفات دی سدیم یا سود استفاده نمایید و هرگونه وسایلی را که برای جمع آوری آن استفاده می کنید، در آن غوطه ور کنید، تا بتوانید دی اکسید را با یک واکنش کاهش اکسیداسیون خنثی نمایید.

۳-۴-۲. عملیات و تجهیزات مختلف

۱. تزریق و استخراج

- از خطرات مرتبط با استفاده از قیف جداکننده، می توان به عوامل ذیل اشاره نمود:
- چوب پنبه؛ خروج ناگهانی چوب پنبه به دلیل فشار بیش از حد ناشی از بخارات.
 - شیر دارای نشتی؛ قبل از پر کردن لامپ، ابتدا باید از روغن کاری شدن و محکم بودن شیر اطمینان خاطر حاصل نمایید. علاوه بر این، برای استخراج ایمن لازم است که دمای محلول به دمای اتاق رسیده و میزان جوش حلال استخراجی به میزان قابل توجهی پایین باشد.
 - لوله قیف جداکننده هرگز نباید هنگام استخراج به سمت شخص قرار گیرد.
 - حجم اشغال شده توسط مخلوط حلال، نباید بیش از نیمی از حجم سرنگ باشد.

۲. حمام روغن

استفاده از حمام های روغنی مراقبت های زیادی نیاز دارد، چرا که با خطرات زیر همراه

است:

- آبی که وارد روغن جوش می شود، فوراً تبخیر می شود.
- دودهای سمی و قابل اشتعال از آلاینده های آلی در اثر قرارگیری در حمام های روغنی که بیش از حد گرم شده اند، خارج می شوند.
- التهاب خود به خودی و سرریز شدن روغن در اثر گرم شدن (لرزشی یا گسترشی) بیش از حد اتفاق می افتد.
- هرگز یک حمام روغن کاری را بدون مراقب، رها نکنید.
- هرگز از آن در دمای بالاتر از حداکثر دمای کارکرد استفاده نکنید.
- انجام واکنش در زیر هود، امری ضروری است.

جدول ۳-۷. نمادهای خطر در آزمایشگاه.

نماد	توضیح	خطرات	هشدارها
	ماده اکسید کننده	باعث احتراق یا آتش سوزی مواد قابل احتراق می شود.	اجتناب از تماس با مواد قابل احتراق
	ماده به راحتی قابل اشتعال است	ماده قابل اشتعال (گاز یا ماده حساس به رطوبت) به راحتی قابل اشتعال با مایعات قابل اشتعال است.	از هر گونه تماس با هوا اجتناب کنید. از تشکیل مخلوط بخار و هوا که قابل اشتعال بپرهیزد. اجتناب از تماس با آب، دور نگه داشتن از شعله های آتش، جرقه و تمام منابع گرما

	<p>ماده مضر یا آزار دهنده</p>	<p>جذب آن می‌تواند ضایعات جزئی ایجاد کند. این محصول می‌تواند پوست، چشم و دستگاه تنفسی را تحریک کند.</p>	<p>از تماس با پوست، چشم‌ها و استنشاق بخارات اجتناب کنید.</p>
	<p>مواد سمی</p>	<p>محصولات سمی، می‌توانند در دوزهای پایین مرگ آور باشند.</p>	<p>باید با آن‌ها با احتیاط شدید و حفاظت کافی برخورد شود.</p>
	<p>مواد منفجره</p>	<p>در شرایط معینی، خطر خاصی برای انفجار وجود دارد.</p>	<p>اجتناب از شوک، اصطکاک، جرقه و آتش</p>
	<p>مواد خورنده</p>	<p>تماس با این مواد منجر به تخریب بافت و مواد زنده می‌شود.</p>	<p>اجتناب از استنشاق بخارات و تماس با پوست، چشم و لباس</p>
	<p>گاز تحت فشار</p>	<p>برای جلوگیری از شوک، شعله یا منع حرارت با احتیاط باز شود.</p>	<p>برای ذخیره و استفاده به خصوص هنگام باز کردن، با احتیاط شدید انجام شود.</p>

به طور کلی، بر چسب گذاری مخاطرات مواد شیمیایی در جوامع اروپایی به چهار دسته

تقسیم بندی می‌شود:

۱. عبارات R

۲. ترکیبی از عبارات R

۳. عبارات S

۴. ترکیبی از عبارات

جدول ۳-۸. بر چسب گذاری مخاطرات مواد شیمیایی به صورت R در جوامع اروپایی.

R1	مواد منفجره در هنگام خشک شدن قابل انفجار می باشند.
R2	خطر انفجار در اثر شوک، اصطکاک، آتش سوزی یا سایر منابع قابل احتراق.
R3	خطر بالای انفجار در اثر شوک، اصطکاک، آتش سوزی یا سایر منابع قابل احتراق.
R4	ترکیبات فلزی انفجاری بسیار حساس را تشکیل می دهد.
R5	خطر انفجار در اثر گرما.
R6	خطر انفجار در تماس با یا بدون تماس با هوا.
R7	ممکن است باعث آتش سوزی شود.
R8	تماس با مواد قابل اشتعال ممکن است باعث ایجاد حریق شود.
R9	ممکن است هنگام مخلوط کردن با مواد قابل اشتعال منفجر شود.
R10	قابل اشتعال است.
R12	بسیار قابل اشتعال است.

ادامه جدول ۳-۸. بر چسب گذاری مخاطرات مواد شیمیایی به صورت R در جوامع اروپایی.

R14	به شدت با آب واکنش می دهد.
R15	در تماس با آب گازهای بسیار قابل اشتعال را آزاد می کند.
R16	در مخلوط مواد اکسید کننده منفجر شود.
R17	خودبخود در هوا قابل اشتعال می باشد.
R18	در هنگام استفاده امکان تشکیل مخلوط قابل اشتعال و انفجار بخار ماده با هوا وجود دارد.
R19	ممکن است پراکسیدهای منفجره را تشکیل دهند.
R20	در صورت استنشاق زیان آور می شود.

R21	در تماس با پوست زیان آور است.
R22	در صورت خوردن زیان آور است.
R23	استنشاق آن سمی است.
R24	در تماس با پوست سمی است.
R25	در صورت بلع سمی است.
R26	در صورت استنشاق بسیار سمی است.
R27	در تماس با پوست بسیار سمی است.
R28	در صورت بلع بسیار سمی است.
R29	تماس با آب گاز سمی را آزاد می‌کند.
R30	ممکن است هنگام استفاده بسیار قابل اشتعال شود.
R31	در تماس با اسید، گاز سمی آزاد می‌کند.
R32	در تماس با اسید، گاز بسیار سمی آزاد می‌کند.
R33	خطرات ایجاد اثرات تجمعی می‌باشد.
R34	باعث سوختگی می‌شود.
R35	باعث سوختگی شدید می‌شود.
R36	باعث تحریک چشم‌ها می‌شود.
R37	باعث تحریک سیستم تنفسی می‌شود.

R38 باعث تحریک پوست می شود.

R39 خطرات آن ایجاد عوارض بسیار شدید برگشت ناپذیر می باشد.

R40 دلایل و شواهد محدودی دال بر سرطان زا بودن ماده می باشد.

R41 آسیب جدی به چشم ها وارد می کند.

R42 در صورت استنشاق باعث تحریک شود.

R43 ممکن است از طریق تماس با پوست باعث ایجاد حساسیت کند.

R44 در صورت گرم شدن خطر انفجار دارد.

R45 ممکن است باعث سرطان شود.

R46 ممکن است باعث آسیب ژنتیکی و ارثی شود.

R48 در صورت تماس طولانی امکان خطر آسیب های جدی به سلامتی وارد نماید.

R49 با استنشاق آن ممکن است باعث ایجاد سرطان شود.

R50 برای موجودات آبی بسیار سمی است.

R51 برای موجودات آبی سمی است.

R52 برای آبزیان زیان آور است.

R53 ممکن است باعث ایجاد عوارض جانبی طولانی مدت در آبزیان شود.

R54 برای گیاهان سمی است.

R55 برای حیوانات وحشی سمی است.

R56	برای ارگانیسم های خاک زی سمی است.
R57	برای زنبورها سمی است.
R58	ممکن است باعث ایجاد عوارض جانبی طولانی مدت در محیط شود.
R59	برای لایه ازون خطرناک است.
R60	ممکن است در باروری ایجاد اختلال نماید.
R61	ممکن است برای جنین خطرناک باشد.
R62	امکان خطر عدم عملکرد و آسیب دستگاه تولید مثل وجود دارد.

جدول ۳-۹. بر چسب گذاری مخاطرات مواد شیمیایی به صورت ترکیبی از R در جوامع اروپایی.

R14/15	با آب واکنش نشان می دهد و گازهای بسیار قابل اشتعال آزاد می کند.
R15/29	در تماس با آب گازهای سمی و بسیار قابل اشتعال آزاد می کند.
R20/21	از طریق استنشاق و در تماس با پوست اثرات مضر ایجاد می کند.
R20/21/22	استنشاق، تماس با پوست و در صورت بلعیدن آن مضر است.
R20/22	استنشاق و بلعیدن آن مضر است.
R23/24	در اثر تماس با پوست و در صورت بلعیدن اثرات مضر ایجاد می کند.
R23/24/25	از راه استنشاق و در تماس با پوست و در صورت بلع سمی است.
R23/25	استنشاق و بلعیدن آن مضر و سمی است.

R24/25	در اثر تماس با پوست و در صورت بلعیدن سمی است.
R26/27	در اثر استنشاق و تماس با پوست بسیار سمی است.
R26/27/28	در اثر استنشاق و تماس با پوست و در صورت بلع بسیار سمی است.
R26/28	در اثر استنشاق و در صورت بلعیدن بسیار سمی است.
R27/28	در اثر تماس با پوست و در صورت بلع بسیار سمی است.
R36/37	تحریک کننده چشم و سیستم تنفسی است.
R36/37/38	تحریک کننده چشم، سیستم تنفسی و پوست است.
R36/38	تحریک کننده چشم و پوست است.
R37/38	تحریک کننده دستچاه تنفسی و پوست می باشد.
R39/23	سمی: از طریق استنشاق خطر بسیار جدی و تأثیرات غیرقابل برگشت دارد.
R39/23/24	سمی: خطر جدی و عوارض غیر قابل برگشت از طریق استنشاق و در تماس با پوست دارد.
R39/23/24/25	سمی: خطر عوارض غیرقابل برگشت بسیار جدی از طریق استنشاق، در تماس با پوست و بلع دارد.
R39/23/25	سمی: خطر اثرات غیرقابل برگشت بسیار جدی از طریق استنشاق و در صورت بلعیدن دارد.
R39/24	سمی: خطر اثرات غیرقابل برگشت بسیار جدی در تماس با پوست دارد.
R39/24/25	سمی: خطر عوارض غیرقابل برگشت بسیار جدی در تماس با پوست و در صورت بلع دارد.
R39/25	سمی: خطر عوارض غیرقابل برگشت بسیار جدی در صورت بلع وجود دارد.
R39/26	بسیار سمی: خطر اثرات غیرقابل برگشت بسیار جدی از طریق استنشاق دارد.

R39/26/27	بسیار سمی: خطر عوارض غیر قابل برگشت بسیار جدی از طریق استنشاق و تماس با پوست دارد.
R39/26/27/28	بسیار سمی: خطر عوارض غیر قابل برگشت بسیار جدی از طریق استنشاق، در تماس با پوست و در صورت بلعیدن وجود دارد.
R39/26/28	بسیار سمی: خطر تأثیرات غیر قابل برگشت بسیار جدی از طریق استنشاق و در صورت بلعیدن دارد.
R39/27	بسیار سمی: خطر اثرات غیر قابل برگشت بسیار جدی در تماس با پوست دارد.
R39/27/28	بسیار سمی: خطر تأثیرات غیر قابل برگشت بسیار جدی از طریق استنشاق و در صورت بلعیدن دارد.
R39/28	بسیار سمی: خطر اثرات غیر قابل برگشت بسیار جدی در صورت بلعیدن وجود دارد.
R42/43	ممکن است با استنشاق و تماس با پوست باعث ایجاد حساسیت شود.
R48/20	مضر: خطر آسیب جدی به سلامت در اثر تماس طولانی مدت از طریق استنشاق دارد.
R48/20/21	مضر: خطر آسیب جدی به سلامت در اثر تماس طولانی مدت از طریق استنشاق و تماس با پوست دارد.
R48/20/21/22	مضر: خطر آسیب جدی به سلامت در اثر تماس طولانی مدت از طریق استنشاق، تماس با پوست و در صورت بلع دارد.
R48/20/22	مضر: خطر آسیب جدی به سلامت در اثر قرار گرفتن به مدت طولانی از طریق استنشاق و در صورت بلعیدن دارد.
R48/21	مضر: خطر صدمه جدی به سلامتی در اثر تماس طولانی مدت با پوست دارد.
R48/21/22	مضر: خطر آسیب جدی به سلامت در اثر تماس طولانی مدت با پوست و در صورت بلع دارد.

R48/22	مضر: خطر آسیب جدی به سلامت در صورت بلع و در معرض آن به مدت طولانی قرار بگیرند، وجود دارد.
R48/23	سمی: خطر آسیب جدی به سلامت از طریق استنشاق و در معرض آن به مدت طولانی قرار بگیرند، وجود دارد.
R48/23/24	سمی: خطر آسیب جدی به سلامت از طریق استنشاق و در تماس با پوست و در معرض آن به مدت طولانی قرار بگیرند، وجود دارد.
R48/23/24/25	سمی: خطر آسیب جدی به سلامت از طریق استنشاق، در تماس با پوست و در صورت بلع و در معرض آن به مدت طولانی قرار بگیرند، وجود دارد.
R48/23/25	سمی: خطر آسیب جدی به سلامت از طریق استنشاق و در صورت بلع و در معرض آن به مدت طولانی قرار بگیرند، وجود دارد.
R48/24	سمی: خطر آسیب جدی به سلامت در اثر تماس طولانی مدت با پوست وجود دارد.
R48/24/25	سمی: خطر آسیب جدی به سلامت در اثر تماس طولانی مدت با پوست و در بلع وجود دارد.
R48/25	سمی: خطر آسیب جدی به سلامت از طریق استنشاق و در صورت بلع و در معرض آن به مدت طولانی قرار بگیرند، وجود دارد.
R50/53	برای ارگانیسم های آبی بسیار سمی است و ممکن است در محیط آبریان اثرات منفی طولانی مدت بگذارد.
R51/53	برای ارگانیسم های آبی بسیار سمی است و ممکن است در محیط آبریان اثرات منفی طولانی مدت بگذارد.
R52/53	برای ارگانیسم های آبی بسیار سمی است و ممکن است در محیط آبریان اثرات منفی طولانی مدت بگذارد.
R68/20/21	مضر: خطر احتمالی اثرات برگشت ناپذیر از طریق استنشاق دارد.

فصل سوم: مواد شیمیایی، طبقه‌بندی، ذخیره‌سازی / ۹۱

R68/20/21/22 مضر: خطر احتمالی اثرات برگشت ناپذیر از طریق استنشاق، در تماس با پوست و در صورت بلع وجود دارد.

R68/20/22 مضر: خطر احتمالی اثرات برگشت ناپذیر از طریق استنشاق و در صورت بلع است.

R68/21 مضر: احتمال اثرات برگشت ناپذیر در تماس با پوست دارد.

R68/22 مضر: خطر احتمالی اثرات برگشت ناپذیر در صورت بلع وجود دارد.

R68/21/22 مضر: احتمال اثرات برگشت ناپذیر در تماس با پوست و در صورت بلع وجود دارد.

جدول ۳-۱۰. جدول توصیفی بر حسب گذاری مخاطرات مواد شیمیایی عبارات S (مشاوره امنیتی).

S1 به صورت بسته بندی شده، نگهداری کنید.

S2 دور از دسترس کودکان نگه دارید.

S3 در جای خنک نگهداری کنید.

S4 دور از محل زندگی افراد نگهداری کنید.

S5 محتویات را در زیر مایع مناسبی که توسط سازنده مشخص می گردد، نگهداری کنید.

S6 محتویات را در زیر آب نگهداری کنید.

S7 ظرف را محکم بسته و نگه دارید.

S8 ظرف را از رطوبت دور نگه دارید.

S9 ظرف را در مکانی که تهویه مناسب وجود دارد، نگهداری کنید.

S12 ظروف را به صورت آب بندی شده نگهداری کنید.

S13 دور از غذا، نوشیدنی و غذاهای حیوانات نگهداری کنید.

S14 دور از مواد ناسازگاری که سازنده مشخص می کند، نگهداری کنید.

S15 از گرما دور نگه دارید.

S16 از همه منابع احتراق خودداری کنید. سیگار نکشید.

S17 از مواد قابل احتراق خودداری کنید.

S18 ظروف را با دقت نگه دارید و باز کنید.

S20 هنگام استفاده از خوردن یا نوشیدن خودداری کنید.

S21 از سیگار کشیدن در حین کار بپرهیزید.

S22 بخارات ماده را استنشاق نکنید.

S23 گازها/ بخارات/ بخارها یا ذرات معلق در هوا را تنفس نکنید (اصطلاحات مناسبی که توسط سازنده مشخص شود).

S24 از تماس با پوست خودداری کنید.

S25 از تماس با چشم خودداری کنید.

S26 در صورت تماس با چشم، بلافاصله با آب زیادی بشویید و به دنبال مشاوره پزشکی باشید.

S27 بلافاصله تمام لباس های آلوده را از تن خارج کنید.

S28 پس از تماس با پوست، بلافاصله با مقدار زیادی ... (محصول های مناسب) را که توسط سازنده نشان داده شده است بشویید.

S29 از ریختن مواد به داخل فاضلاب خودداری کنید.

S30 هرگز آب را در این محصول نریزید.

S33 از تجمع بارهای الکترواستاتیک خودداری کنید.

S35 بدون رعایت تمام موارد احتیاطی معمول، این محصول و ظرف آن را از بین نبرید.

S36 لباس محافظ مناسب بپوشید.

S37 از دستکش مناسب استفاده کنید.

S38 در صورت عدم تهویه کافی تجهیزات تنفسی مناسب را بپوشید.

S39 از عینک برای محافظت از چشم و صورت استفاده کنید.

S40 برای تمیز کردن کف یا اشیاء آلوده شده توسط این محصول، از ... استفاده کنید (توسط سازنده مشخص می شود).

S41 در صورت بروز آتش سوزی و / یا انفجار یا دود را تنفس نکنید.

S42 در حین بخور و اسپری تجهیزات تنفسی مناسب استفاده کنید.

S43 در صورت بروز آتش سوزی، از انواع اطفاء کننده حریق (توسط سازنده مشخص می شود) ... استفاده کنید.

S45 در صورت بروز حادثه یا احساس ناخوشایندی، سریعاً به پزشک مراجعه کنید (در صورت امکان برچسب را نشان دهید).

S46 در صورت بلع، فوراً به پزشک مراجعه کنید و ظرف یا برچسب را نشان دهید.

S47 در دمای بیش از ... درجه سانتی گراد نگه دارید (توسط سازنده مشخص شود).

- S48 ماده بوسیله مرطوب بنمایید (ماده مناسب توسط سازنده مشخص شود).
- S49 فقط در ظرف اصلی نگه دارید.
- S50 ماده را با مواد دیگر... مخلوط نکنید (ماده مناسب توسط سازنده مشخص شود).
- S51 فقط در مناطق با تهویه مناسب استفاده کنید.
- S52 از استفاده در سطوح بزرگ در محل های مسکونی استفاده نکنید.
- S53 از تماس با ماده خودداری کنید، قبل از استفاده دستورالعمل های ویژه را بدست آورید.
- S56 این محصول و ظروف آن را در مرکز جمع آوری زباله های خطرناک یا ویژه رها کنید.
- S57 برای جلوگیری از آلودگی محیط اطراف از یک ظرف مناسب استفاده کنید.
- S59 برای کسب اطلاعات در مورد بازیابی / بازیافت با سازنده / تهیه کننده مشورت کنید.
- S60 محصول و ظرف را به عنوان زباله خطرناک دور کنید.
- S61 از رها سازی ماده در محیط زیست خودداری کنید. با دستورالعمل ویژه / برگه اطلاعات ایمنی مراجعه کنید.
- S62 در صورت بلع، بیمار را مجبور به استفراغ نکنید: فوراً به پزشک مراجعه کنید و ظرف یا برچسب را نشان دهید.
- S63 در صورت بروز حادثه استنشاق، بیمار را از محل آلوده به هوای آزاد منتقل کرده و او را در حالت استراحت نگه دارید..
- S64 در صورت بلع، دهان را با آب بشویید (اگر فقط فرد هوشیار می باشد).

جدول ۳-۱۱. جدول توصیفی بر حسب گذاری مخاطرات مواد شیمیایی عبارات ترکیب S.

S1/2	فقل کنید و دور از دسترس کودکان نگه دارید.
S3/9/14	در جای خنک و تهویه مناسب و دور از (...)نگه دارید (مواد ناسازگار توسط سازنده نشان داده می شود).
S3/9/14/49	فقل ظرف اصلی را در جای خنک و تهویه مناسب و دور از (...)نگه دارید (مواد ناسازگار توسط سازنده مشخص می گردد).
S3/9/49	فقل ظرف اصلی را در مکانی خنک و با تهویه مناسب نگه دارید.
S3/14	در مکان خنک و دور از (...)نگه دارید (مواد ناسازگار توسط سازنده نشان داده شده است).
S3/7	ظرف را محکم در مکانی خنک نگه دارید.
S7/8	ظرف را محکم بسته و از رطوبت دور نگه دارید
S7/9	ظرف را محکم بسته و در مکانی تهویه مناسب نگه دارید.
S7/47	ظرف را محکم بسته و در دمای بالاتر از (...)درجه سانتیگراد نگه دارید (که توسط سازنده مشخص شده).
S20/21	در طول استفاده از خوردن، نوشیدن یا سیگار کشیدن خودداری کنید.
S24/25	از تماس با پوست و چشم خودداری کنید.
S27/28	بعد از تماس با پوست، بلافاصله کلیه لباس های آلوده یا پاشیده شده را جدا کرده و بلافاصله با مقدار زیادی (...)بشوید (محلول های مناسب که توسط سازنده مشخص شده است).

S29/35	باقیمانده ها را در فاضلاب تخلیه نکنید. فقط با رعایت تمام موارد احتیاطی معمول، این محصول و ظرف آن را دور بریزید.
S29/56	این محصول و ظروف آن را در مرکز جمع آوری زباله های خطرناک یا ویژه قرار دهید.
S36/37	لباس و دستکش محافظ مناسب بپوشید.
S36/37/39	از لباس محافظ، دستکش و وسایل مناسب جهت محافظت از چشم و صورت بپوشید.
S36/39	از لباس های محافظ مناسب و محافظت از چشم و صورت بپوشید.
S37/39	از دستکش و وسایل مناسب جهت محافظت از چشم و صورت بپوشید.
S47/49	فقط در ظرف اصلی در دمای بیش از (...) درجه سانتی گراد نگه دارید (که توسط سازنده مشخص شده است).

ضمیمه ۱

• خاموش کننده ها

- خاموش کننده های CO₂ (دسته قرمز):
در آتش سوزی مایعات (الکل، حلال های آلی، روغن، گریس) و در الکترونیک و سخت افزار رایانه ای نیز به کار می روند.
- آتش خاموش کن پودری (دسته زرد):
در آتش سوزی فلزات (سدیم، منیزیم و غیره) و گاز (پروپان، گاز شهر) به کار می روند.
- خاموش کننده آب (دسته آبی):
در آتش سوزی مواد جامد (چوب، پارچه، مقوا، مقاله) به کار می روند.

ضمیمه ۲

- مواد بیولوژیکی: طبقه بندی و مدیریت گروه های خطر.

فصل چهارم: رعایت ایمنی در آزمایشگاه میکروبیولوژی پزشکی



گروه میکروب شناسی پزشکی از طریق مطالعه میکروارگانیسم ها، اعم از عوامل دخیل در بیماری زایی یا متعلق به سیستم های مدلینگ، به درک مکانیسم عملکرد و اختلال عملکرد بدن انسان کمک می کند. برخی از اعضای بخش زیست شناسی سلولی و مولکولی عوامل بیماری زا و فعل و انفعالات آن ها با میزبان آلوده مطالعه می کنند. این عوامل بیماری زا شامل باکتری ها، ویروس ها و انگل ها هستند. همچنین، مباحث تحقیق اغلب به ایمنی ذاتی در برابر باکتری ها و ویروس ها، نحوه ورود و تحرک عوامل بیماری زا، متابولیسم و بیان ژن و پاسخ میزبان آلوده می پردازد.

بخش دیگر مکانیسم های پایه مولکولی - همانند تنظیم رونویسی، ترجمه، تخریب RNA، فراگیر شدن مجدد، سازمان غشاء، اندوسیتوز و کنترل تکثیر سلولی - با استفاده از سیستم های باکتری اشریشیا کلی^۱ و ساکارومایسس سرویزیه^۲ خطوط سلول پستانداران را مورد مطالعه قرار می دهد.

۴-۱. تکنیک های میکروبیولوژیکی

تکنیک های میکروبیولوژیکی یک عناصر اساسی ایمنی در آزمایشگاه است. استفاده از تجهیزات ایمنی و دستگاه نمی تواند جایگزینی مناسبی در آزمایشگاه باشد اما می تواند به عنوان یک مکمل مداخله گر نقش آفرینی کند.

۴-۲. رده بندی میکروارگانیسم های پاتوژن

ارگانیسم ها، سطوح مختلف خطر آفرینی و بیماری زایی دارند (جدول ۱). بنابراین، هنگام کار با عوامل زیستی، با توجه به خطرات احتمالی که ممکن است ایجاد کنند، لازم است آزمایشگاهی با سطح ایمنی مناسب را انتخاب نمایند.

^۱*Escherichia coli*

^۲*Saccharomyces cerevisiae*

جدول ۴-۱. رده‌بندی میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا از نظر میزان عفونت‌زایی.

گروه خطر ۱	میکروارگانیسم‌هایی که برای انسان و حیوانات بیماری‌زایی ندارند.
گروه خطر ۲	پاتوژن‌هایی که می‌توانند سبب بیماری‌های انسانی و حیوانی شده ولی خطرات جدی برای کارکنان آزمایشگاه یا محیط زیست ایجاد نمی‌کنند. مواجهه با این عوامل در آزمایشگاه ممکنست سبب ایجاد عفونت گردد ولی درمان‌های مناسب و به موقع شناخته شده است و می‌تواند مانع ابتلا به بیماری یا پخش شدن آلودگی شود.
گروه خطر ۳	پاتوژن‌هایی که سبب بیماری‌های شدید و خطرناک در انسان و حیوان می‌شوند ولی قابل انتقال به سایر افراد نیستند. برای این دسته از ارگانیسم‌ها نیز راه‌های درمانی شناخته شده است.
گروه خطر ۴	پاتوژن‌هایی که نه تنها سبب بروز بیماری‌های خطرناک انسانی و حیوانی می‌شوند بلکه به سادگی از یک فرد به سایر افراد منتقل می‌شوند. معمولاً راه‌های مناسبی برای پیشگیری و درمان این عفونت‌ها وجود ندارد.

تعیین آن که چه نوع میکروارگانیسمی، باید در کدام سطح از ایمنی آزمایشگاهی قرار گیرد، به خصوصیات آن میکروارگانیسم بستگی دارد:

- نوع بیماری مرتبط با ارگانیسم و شدت بیماری.
- راه انتقال به میزبان.
- تعداد میزبان‌های عامل پاتوژن.
- وجود راه‌های پیشگیری از آلودگی همانند پروفیلاکسی از طریق واکسن یا تزریق آنتی‌سرم.
- وجود راه‌های درمانی مناسب در صورت ابتلا؛ استفاده از عوامل ضد میکروبی، ضد ویروسی و سایر داروهای شیمیایی به عنوان مثال، پاتوژنی که مربوط به گروه خطر ۲ می‌باشد، نیازمند آزمایشگاهی با سطح ایمنی ۲ است. اما چنانچه، یکی از فرآیندهای کار در آزمایشگاه با خطرات احتمالی زیادی به همراه باشد همانند آن که حجم زیادی از آئروسول‌های آلوده تولید کند، باید از امکانات آزمایشگاهی با سطح ایمنی ۳ استفاده نماید تا فضای آزمایشگاه آلوده نشود.

استفاده از تجهیزات ایمنی و دستگاه نمی‌تواند جایگزین مناسبی باشد و همچنین، نمی‌تواند فقط به عنوان مکمل مداخله عمل نماید.



شکل ۴-۱. تصویر بین‌المللی خطر بیولوژیکی است که باید بر روی درب های اتاق‌هایی که میکروارگانیسم‌های متعلق به گروه خطر ۲ قرار دارند یا به گروه‌های بالاتر رسیدگی می‌شود، نصب شود و هیچ فرد غیر مرتبط با این سرویس، مجاز به ورود به سایت نیست.

۴-۳. دسترسی میکروبیولوژیکی آزمایشگاه

دسترسی میکروبیولوژیکی آزمایشگاه‌ها به شرح زیر تقسیم بندی می‌شود:

- سطح بیولوژیکی ۱، آزمایشگاه پایه - ایمنی زیستی
- سطح بیولوژیکی ۲، آزمایشگاه پایه - ایمنی زیستی
- سطح بیولوژیکی ۳، آزمایشگاه با محتوا ایمنی - زیستی بالا
- سطح بیولوژیکی ۴، آزمایشگاه ایمنی زیستی سطح ۴

سطح ایمنی زیستی یک شاخص است. کامپوزیت‌ها براساس نوع سازمان، نحوه ساخت، وسایل مهاری، تجهیزات آزمایشگاهی، روش‌ها و روش‌هایی برای مشاهده کار بر روی کارگزاران گروه‌های مختلف، برای دسترسی به اهداف راهنمایی، علائم و توصیه‌هایی که حداقل برای آزمایشگاه‌های تمام سطوح ایمنی زیستی تعریف شده است و پیرامون میکروارگانیسم‌های گروه‌های خطر ۱ تا ۴ اعمال می‌شود، تعیین می‌شود. احتیاط لازم آن است که برای برخی از میکروب‌های گروه خطر ۱ اعمال نیز توصیه‌های ایمنی زیستی اعمال گردد.

با این حال، مطلوب آن است که آموزشی برای نحوه ی انجام صحیح تکنیک‌های مفید میکروبیولوژیکی (BTM)، یعنی تکنیک‌هایی که ایمنی را تأمین می‌کنند، وضع گردد.

۴-۴. راه های انتقال عفونت در آزمایشگاه میکروب شناسی

خطر در آزمایشگاه میکروب شناسی از زمان نمونه گیری تا دفع مواد عفونی و آلوده پیوسته وجود دارد. نمونه گیری درست، انتقال و آماده سازی صحیح، احتمال انتقال عوامل عفونی را تا حد قابل ملاحظه ای کاهش خواهد داد. قرار گیری در معرض عوامل عفونی از طرق مختلفی ایجاد می شود. وقوع عفونت به غلظت و ویروانس عامل عفونی، راه های ورود به بدن و حساسیت میزبان بستگی دارد.

حتی زمانی که از بهترین روش ها همراه با دقت زیاد استفاده شود، ممکن است خطراتی را به همراه داشته باشد. به همین جهت، باید کلیه کارها در زیر هود باکتریولوژیک انجام شود.

۴-۴-۱. انتقال از طریق مسیر تنفسی

باکتری های باسیلوس آنتراسیس^۱، بروسلا، کوکسیلا بورتنتی^۲، بورخ ال دریا سودومالی^۳، فرانسیسلا تولارنسیس^۴ و مایکوباکتریوم توبرکلوزیس^۵ از مهم ترین باکتری هایی هستند که قادرند از طریق مسیر تنفسی انتقال یابند.

• فعالیت هایی مرتبط با ایجاد آئروسل شامل موارد ذیل می باشد:

- دستکاری سرنگ ها و سوزن ها

۱. برای بیرون راندن هوا از لوله ها و بطری ها.

۲. حرکت شدید سرنگ (به طوری که پیستون از بدنه جدا شود).

۳. جدا کردن سوزن از سرنگ.

- دستکاری سوزن ها و یا لوپ ها

۱. سوزاندن لوپ.

^۱*Bacillus anthracis*

^۲*Coxiella burnetii*

^۳*Burkholderia pseudomallei*

^۴*Francisella tularensis*

^۵*Mycobacterium tuberculosis*

۲. سرد کردن لوپ در محیط.
 ۳. ساب کالچر و استریک کالچر.
 - دستکاری پیت ها
 ۱. میکس کردن (Mixing) سوسپانسیون باکتریایی.
 ۲. ریختن سوسپانسیون باکتری بر روی سطوح سخت.
 - دستکاری نمونه ها و کشت
 ۱. سانتریفیوژ کردن (Centrifuging).
 ۲. میکس کردن (Mixing)، ترکیب کردن (Blending)، تکان دادن (Shaking)، به هم زدن (Stirring)، سونیکیشن (Sonication)، خرد کردن (Chopping)، له کردن (Grinding) و ورتکس (Vortex).
 ۳. ریختن مایعات.
 ۴. برداشتن سوآب از محیط نگهدارنده.
 ۵. پاشیدن مواد عفونی.
 ۶. فیلتر کردن نمونه تحت شرایط خلاء.
- ذرات ریز آئروسول از طریق روش هایی که به آن اشاره شد، در فضای آزمایشگاه قابل انتشار می باشد. بنابراین، گاهی اوقات نمونه برداری از هوای آزمایشگاه و آنالیز آن جهت بررسی میزان آلودگی هوای موجود آزمایشگاه می تواند بسیار کمک کننده باشد که به دو طریق، این بررسی امکان پذیر می باشد:
- نمونه گیری با استفاده از سوآب آغشته به محیط نوترینت برات^۱ و دیگری برداشت هوای محیط با استفاده از دستگاه های خاص و تلقیح آن در محیط های کشت باکتریولوژیک.
 - انتقال از طریق دهان.

^۱Nutrient Broth

به طور کلی، راه های انتقال عوامل میکروبی شامل موارد ذیل می باشد:

۱. انتقال از راه دهان

باکتری هایی نظیر سالمونلا، شیگلا دیسانتریه^۱، کمپیلوباکتر ژوزنی^۲، اشرشیا کلی، ویبریو کلرا^۳، یرسینیا پستیس^۴ و ژیا ردیا لامبلیا^۵ از مهم ترین باکتری هایی هستند که قادرند از مسیرهای زیر انتقال پیدا کنند.

فعالیت هایی مرتبط با انتقال از این طریق شامل:

- پیت کردن با دهان.
- پاشیدن مواد آلوده در دهان.
- قرار دادن مواد آلوده و یا انگشتان آلوده در دهان.
- خوردن، نوشیدن، استفاده از مواد آرایشی و کشیدن سیگار.

۲. انتقال داخل عروقی و زیر جلدی

ویروس ایدز، هپاتیت B و C، ویروس آنسفالیت اسبی ونزوئلایی^۶ و پلاسمادیوم ویواکس^۷ از مهم ترین عواملی هایی هستند که قادرند از این مسیر انتقال پیدا کنند.

فعالیت هایی مرتبط با انتقال از این طریق شامل:

- دستکاری با سوزن و سرنگ.
- جابجایی شیشه های شکسته شده، اسکالپ ها و دیگر وسایل تیز و برنده.

^۱*Shigella dysenteriae*

^۲*Campylobacter jejuni*

^۳*Vibrio cholerae*

^۴*Yersinia pestis*

^۵*Giardia lamblia*

^۶Venezuelan equine encephalomyelitis

^۷*Plasmodium vivax*

۳. انتقال از طریق پوست و غشاء مخاطی

باکتری های استرپتوکوک پیوژنز^۱، استافیلوکوک اورئوس^۲، نایسریا مننژیتیدیس^۳ و کریپتوکوکوس نئوفورمنس^۴ از مهمترین عواملی هایی هستند که قادرند از این مسیر انتقال پیدا کنند. فعالیت هایی مرتبط با انتقال از این طریق شامل:

- ریختن ترشحات آلوده به داخل چشم، دهان، بینی و روی پوست.
 - قرار گیری پوست سالم در معرض مواد آلوده.
 - کار بر روی سطوح آلوده.
 - جابجایی مواد و وسایل آلوده.
 - جابجایی نامناسب لوپ، سرنگ های تزریقی و سوآب حاوی نمونه.
- کلیه پرسنل آزمایشگاه موظف به رعایت تمامی دستورالعمل ها و اقدامات احتیاطی در آزمایشگاه می باشند. ضمناً، لازم است گفته شود که در هنگام ورود نمونه به آزمایشگاه نباید بین نمونه های عفونی و غیر عفونی تمایز قائل شد. به منظور جلوگیری از عفونت های مرتبط با آزمایشگاه اجرای شیوه های کار به صورت ایمن ضروری است:

• مدیریت و انتقال نمونه

- دستکش ها و لباس ها

۱. پوشیدن دستکش و لباس (غیر قابل نفوذ برای مایعات) در آزمایشگاه به خصوص برای انجام مراحل انتقال، آماده سازی نمونه و آلودگی زدایی از ابزار و تجهیزات، ضروری است. استفاده از

^۱*Streptococcus pyogenes*

^۲*Staphylococcus aureus*

^۳*Neisseria meningitidis*

^۴*Cryptococcus neoformans*

پوشش های آستین دار و پیش بندهای آزمایشگاهی، الزامی می باشد.

۲. پوشیدن دستکش به منظور کاهش دادن خطرات انتقال آلودگی از طریق پانسمان باز و خراش روی دست، ضروری می باشد.

۳. پوشیدن دستکش (به عنوان مثال، دستکش های عاری از مواد لاتکس یا وینیل) به هنگام تماس با نمونه های خون، ضروری می باشد.

۴. شست و شوی دست ها بلافاصله پس از بیرون آوردن دستکش یا پس از کار با نمونه های به شدت آلوده و یا حتی قبل از ترک آزمایشگاه، ضروری می باشد.

- حمل و نقل نمونه

۱. تمامی نمونه ها باید را در ظروف پلاستیکی، بدون نشت و دارای علامت مخصوص Biohazard منتقل شود.

۲. از پذیرفتن نمونه های نامناسب و آلوده جداً خودداری شود، بلافاصله فرد مسئول را مطلع کرده و درخواست ارسال نمونه مناسب نمایید.

- سوزن و سرنگ

۱. برای انجام کلیه کارهای آزمایشگاهی از سرنگ یک بار مصرف پلاستیکی استفاده نمایید.

۲. پس از برداشت روکش سوزن دوباره آن را روی سرنگ قرار ندهید. از خم کردن سوزن خودداری نمایید.

۳. از پذیرفتن نمونه های دریافت شده در سرنگ به همراه سوزن اجتناب کرده و پس از اطلاع فرد مسئول در خصوص چنین نمونه ای آگاه کنید و تقاضای ارسال نمونه ای دیگر نمایید.

۴. سرنگ ها در ظرف مخصوص به همراه نماد Biohazard دور ریخته شود.

۵. در صورت امکان برای نمونه های خون، از سیستم های بدون سوزن استفاده نمایید.

۶. از دستگاه های مجهز با تکنیک ایمن در هنگام جابجایی و انتقال اشیاء تیز و برنده استفاده نمایید.

۷. بطری های کشت خون را در مکان هایی ایمن، قبل از تلقیح نمونه با سوزن، قرار دهید.

- لوله

۱. حمل لوله ها در جالوله ای.

۲. استفاده از لوله های پلاستیکی در صورت امکان.

۳. برداشتن سرپوش لوله در پشت شیلد پلاستیکی، به خصوص در مواردی که احتمال پاشیدن هواد بسیار بالا باشد (به عنوان مثال، برداشتن سر لوله ها در محیط خلاء).

- سانتریفیوژ

۱. لوله های موجود در سانتریفیوژ می بایست دو به دو با یکدیگر در تعادل باشند.

۲. لوله سانتریفیوژ مورد استفاده آزمایشگاه میکوباکتریولوژی باید دارای درپوش ایمنی بوده و به طور کامل مهر و موم شود.

۳. استفاده کردن از سانتریفیوژ بدون ایجاد آئروسل در صورت امکان (به عنوان مثال، در آزمایشگاه میکوباکتریولوژی).

۴. به منظور ارتقاء سطح ایمنی، لوله های سانتریفیوژ پس از انجام سانتریفیوژ باید در زیر هودهای ایمنی زیستی باز شوند.

۵. از قرار دادن سانتریفیوژ در زیر هود جدا خودداری نمایید زیرا توربولانس هوا در درون کابینت، باعث انتشار ذرات معلق در هوا می شود.

- شستن دست

۱. شست و شوی مرتب دست ها پس از برداشتن دستکش، قبل از ترک آزمایشگاه و قبل از خوردن، آشامیدن، و یا استفاده از لوازم آرایشی.

۲. استفاده از صابون بدون سوزش برای شستن معمول دست ها.

۳. استفاده از صابون های ضد عفونی کننده یا الکل مخصوص جهت شستن دست ها در آلودگی های تصادفی پوست.

- آماده سازی نمونه

۱. آماده سازی تمامی نمونه ها در زیر کابینت های ایمنی زیستی (BSC).

۲. استریل کردن لوپ و یا نیدل های باکتریولوژیک به منظور جلوگیری از پاشیده شدن مواد در اثر حرارت.

۳. استفاده از زباله سوز الکتریکی در صورت دسترسی.

۴. استفاده از چراغ بنزن.

۵. سرد کردن لوپ و یا نیدل به اندازه کافی برای جلوگیری از سوزاندن سطح محیط.

۶. استفاده از لوپ های پلاستیکی یک بار مصرف برای کشت خطی و تهیه گسترش بر روی اسلاید (که نیازی به سوزاندن و حرارت ندارند).

۷. میکس و یا انتقال مایعات با استفاده از پپیت های پلاستیکی یک بار

مصرف، حباب های لاستیکی و یا استفاده از پپیت های مکانیکی.

۸. پوشانیدن لوله ها به هنگام مخلوط کردن، شیک دادن، ورتکس کردن

و غیره (به عنوان مثال، استفاده از لوله های در پیچ دار و یا استفاده

از پارافیلیم).

- کار کردن بر روی یک پوشش جاذب و یا سطوح جاذب دارای مواد

ضد عفونی کننده (به عنوان مثال، استفاده از پوشش دارای ترکیبات فنلی

برای کار با مایکوباکتریوم توبرکلوزیس). برای کارهای ویروس شناسی

باید قبل از انجام کار، بنچ را با محلول کلرین ۰.۵٪ درصد ضد عفونی کنید.

کلیه کارهای آزمایشی باید زیر هود بیولوژیک انجام گیرد. تمامی محیط

ها و نمونه ها پس از پایان آزمایش در ظرف حاوی ماده ضد عفونی کننده

کلرین با غلظت ۲/۵ درصد به مدت یک تا دو روز قرار داده و سپس با

آب معمولی شست و شو گردد تا به خوبی پاک شوند. پس از اتمام کار

مجدداً میز کار را با محلول کلرین ۰.۵٪ درصد تمیز نمایید.

- طرح انجام و تقسیم وظایف برای کاهش قرار گیری در معرض خطر،

صورت گیرد.

- پیروی از اصول استاندارد در حین انجام تکنیک بدون کشت (به عنوان

مثال، روش های تشخیصی مبتنی بر آنتی بادی-آنتی ژن و روش های

تشخیص مولکولی). بهتر است بعد از انجام آزمایش، روپوش را درآورده

و برای استفاده مجدد در کیسه های تعیین شده به لانداری برای شست و

شو و تمیز کردن تحویل نمایید.

- تمامی مواد آلوده در ظروف خاص به منظور آلودگی زدایی قرار داده شود

(برای مثال، اتوکلاو).

• گازهای فشرده

۱. سیلندرهای گاز باید در محیط امن و در موقعیت ایستاده و در کنار دیوار قرار داده شوند.
۲. محل ذخیره و نگهداری سیلندر، به دور از شعله های آتش و منابع گرما باشد.
۳. تنظیم کننده های فشار با دقت و عملکرد مناسب، استفاده کنید.
۴. قبل از استفاده از سیلندرها، محتویات آن را بررسی نمایید.
۵. از چرخ دستی های ایمن برای حمل و نقل سیلندر در آزمایشگاه، استفاده کنید.

• مواد شیمیایی

۱. استفاده از پوشش های مناسب PPE در هنگام دست زدن به مواد شیمیایی خطرناک.
۲. برچسب زدن تمامی معرف ها با نام های شیمیایی و هشدارهای مربوط به آن ها در هنگام مواجهه با خطر (فراهم کردن اطلاعات MSDS مربوط به هر محلول و یا مواد شیمیایی).
۳. نگهداری اطلاعات تمامی MSDS های مربوط به هر ماده شیمیایی در محلی در نزدیکی آزمایشگاه.
۴. نگهداری مایعات قابل اشتعال و قابل احتراق در قفسه های مخصوص نگهداری مواد آتش زا و یخچال های ضد انفجار.
۵. ذخیره تمام مواد شیمیایی خطرناک، از جمله معرف ها و رنگ ها، پایین تر از سطح چشم است.
۶. استفاده از بطری های پلاستیکی در زمان مناسب.
۷. ذخیره کردن حجم ها مناسبی از محلول ها و مواد شیمیایی بر روی بنچ آزمایشگاه برای انجام کارهای روزانه.

۸. قرار دادن زباله های شیمیایی در یک هود فلوم تا زمان دفع نهایی.

فصل پنجم: رعایت ایمنی در آزمایشگاه انگل شناسی و قارچ شناسی



۵-۱. وسایل و تجهیزات مورد نیاز در آزمایشگاه

یخچال، میکروسکوپ، هود، شیکر حرارتی، اتوکلاو، سانتریفیوژ، ترازوی دیجیتال، قفسه-های حاوی مواد آزمایشگاهی، جعبه های آرشیو لام های آموزشی.

۵-۱-۱. تجهیزات ایمنی و مواد ضد عفونی موجود

صابون، هود، الکل، هواکش، لامپ^۱ UV.

۵-۱-۲. دفع پسماند

بی اثرسازی بافت های مورد آزمایش و نمونه های مدفوع با فرمالین و ریختن آن ها در سطل های مخصوص مواد عفونی با کیسه های پلاستیک زرد رنگ، ریختن لام ها و سرسوزن ها در safety box.

۵-۲. وسایل و تجهیزات مورد نیاز آزمایشگاه انگل های خونی و نسجی

میکروسکوپ، هود، لیوفلیزاتور، میکروسکوپ فلوروسنت، سانتریفیوژ، جعبه های آرشیو لام های آموزشی.

۵-۲-۱. مواد خطرناک مورد استفاده در آزمایشگاه انگل شناسی

اسیدهایی همانند اسید کلریدریک و سولفوریک، اتر، کلروفرم، فرمالین، کلرید جیوه، اسیدپیکریک، اتیل استات، استن، کلیه نمونه های مدفوع، بافتی و هرگونه نمونه مشکوک به آلودگی های انگلی که در پایان کار ایجاد می شود، با افزودن فرمالین غلیظ دفع می گردد.

۵-۳. وسایل و تجهیزات مورد نیاز آزمایشگاه کشت سلولی

کشت سلول در ارتباط با انجام امور تحقیقاتی مختلف و پایان نامه های دانشجویی است که لازم است مجهز به وسایل ذیل باشد:

هود کلاس ۲، یخچال، میکروسکوپ اینورت، میکروسکپ نوری، انکوباتور CO₂ دار، میکروسانتریفیوژ.

^۱Ultraviolet

۵-۳-۱. سانتریفیوژ تجهیزات ایمنی

لامپ UV، هود.

۵-۴. وسایل و تجهیزات مورد نیاز آزمایشگاه مولکولی

سانتریفیوژ یخچال دار، فریزر، بن ماری، دستگاه PCR (Corbi)، دستگاه ژل داگ (UVDoc)، دستگاه PCR (Biorad)، مجموعه دستگاه های مربوط به الکتروفورز، میکروسانتریفیوژ، pH meter، Shaker Vortex، یخچال، ترازوی دیجیتال، مایکروبیو، شیکر حرارتی، تانک ازت.

۵-۵. وسایل و تجهیزات مورد نیاز بخش قارچ شناسی

میکروسکوپ، انکوباتور، سانتریفیوژ، فور، هود کلاس ۱، pH meter، Hot Plate میکروفیوژ، ترازو، یخچال و فریزر، شعله گاز.

۵-۵-۱. کشت سلول قارچ شناسی

در بخش کشت سلول آزمایشگاه های قارچ شناسی لازم است به نکات ذیل توجه شود:

۱. پلیت های یک بار مصرف؛ پس از اتوکلاو در زباله شهری دفع گردد.
۲. لوله ها پس از اتوکلاو؛ در سینک ظرف شویی شسته شوند.
۳. لام های یک بار مصرف؛ در محلول هیپوکلریت سدیم ۰/۱٪ قرار گرفته و سپس در زباله شهری دفع گردد.
۴. کلیه رنگ ها، محلول ها، اسیدها و غیره در فاضلاب شهری دفع شود.

۵-۵-۲. تجهیزات ایمنی مورد نیاز بخش قارچ شناسی

تجهیزات ایمنی در بخش قارچ شناسی شامل روشویی، صابون و لامپ است.

- توجه داشته باشید که رعایت نکات ذیل بسیار ضروری می باشد به نحوی که رعایت این قوانین برای تمامی دانشجویان، کارشناسان، مربیان و کلیه پژوهشگران اجباری و در صورت عدم رعایت از فعالیت آن فرد در آزمایشگاه های فوق جلوگیری می شود.

۱. کلیه افراد در آزمایشگاه موظف به رعایت اصول ایمنی می باشند.
۲. ساعت معمول حضور و کار در آزمایشگاه های گروه، از ۸ صبح لغایت ۱۸ بعد از ظهر می باشد. چنانچه لازم باشد فردی بیش از این ساعت در آزمایشگاه حضور داشته باشد، لازم است برنامه کار و علت حضور خود را مشخص نماید و قبلاً با مجری طرح و مسئول آزمایشگاه هماهنگی لازم را به عمل آورد.
۳. جهت استفاده از هر دستگاه و به منظور جلوگیری از ایجاد هرگونه اختلال در دستگاه ها، لازم است به هنگام شروع کار با مسئول مربوطه هماهنگی کامل به عمل آورد.
۴. برای هر بار استفاده حتماً تاریخ، ساعت و مدت زمان استفاده از دستگاه را در دفترچه مخصوص (Log book) ثبت نمایید.
۵. در صورت استفاده از نمونه های خون، بهتر است از افراد واکسینه استفاده نماید.
۶. ظروف آلوده به خون نباید دوباره استفاده شوند، مگر آن که کاملاً ضد عفونی گردند.
۷. در صورت آلوده شدن بنچ های آزمایشگاه با نمونه خون، لازم است بنچ یا محل آلوده با ماده ضد عفونی کننده همانند آب ژاول ۱۰٪، سود ۰/۵ مولار و یا ۰,۵٪ SDS ضد عفونی شده، و بعد با آب شست و شو گردد.
۸. نمونه های آلوده اتوکلاو گردند.
۹. هنگام کار با دستگاه UV از عینک محافظ و دستکش استفاده نمایید.
۱۰. دقت کنید که با دستکش آلوده به مواد عفونی، به دستگیره درها، کلید های برق، کلید دستگاه ها، تلفن، خودکار یا ماژیک دست نزنید.

۱۱. ظروف مورد استفاده خود را پس از اتمام کار شسته و در فور خشک کنید. و اگر دریافتید که نیاز به آلودگی زدایی دارید، حتماً پیش از شست و شو، این کار را انجام دهید.
۱۲. پس از اتمام کار، محل کار خود را تمیز و در صورت نیاز ضدعفونی نمایید.
۱۳. هنگام ترک آزمایشگاه از خاموش بودن دستگاه، بستن شیر گاز، آب و غیره اطمینان کامل حاصل نمایید.
۱۴. پاکسازی منظم، بنیادی و دوره ای (یک بار در ماه) در محیط آزمایشگاه بایستی انجام گیرد و مشارکت نمودن تمامی افرادی که در آزمایشگاه مشغول به کار هستند، الزامی است.
۱۵. در صورت مشاهده خرابی و اختلال در دستگاه ها، سریعاً به مسئول دستگاه ها اطلاع داده شود.
۱۶. در صورت مشاهده تخلف از مقررات فوق در مرحله اول، تذکر شفاهی توسط مسئول نظارت بر آزمایشگاه و سپس تذکر کتبی توسط مدیر گروه و در صورت تکرار، مراتب در شورای گروه مطرح و برابر مصوبات شورا و مقررات برخورد قانونی صورت خواهد گرفت.
۱۷. دقت کنید که از گذاشتن لوله ها و ظروف حاوی مواد بدون برچسب در یخچال ها، فریزرها و قفسه ها، جداً خودداری نمایید.
۱۸. تمام آنزیم ها و موادی که ضرورت دارد در 20°C نگهداری شوند، نباید برای مدت طولانی بر روی بنچ - گذاشته شود و بهتر آن است که سریعاً به فریزر منتقل شود و در زمان استفاده نیز در روی یخ قرار داده شوند.
۱۹. از نگهداری مقادیر زیاد لوله، سرسمپلر و همانند آن در کمدها جداً خودداری شود و ضروری است که از طریق هماهنگی با مسئول مربوطه، در انبار نگهداری شوند.

۲۰. در صورت نیاز به برداشتن چیزی از انبار، حتماً با مسئول مربوطه هماهنگ گردد.

۲۱. همکاران طرح در طرح های تحقیقاتی که در آزمایشگاه های گروه انجام می شود، باید مشخص باشند و نام آن ها در محل ورودی آزمایشگاه ها نصب گردد.

۲۲. تمامی افرادی که در آزمایشگاه مشغول به کار می شوند (همکار طرح) باید از مقررات ایمنی آگاهی داشته و آنها را رعایت نمایند.

۲۳. ورود هر فرد جدید به آزمایشگاه (همکار طرح) منوط به معرفی کتبی به مدیرگروه، مسئول ایمنی و مسئول نظارت بر آزمایشگاه ها است و حضور وی در کلاس های ایمنی زیستی (Biosafety) که در گروه تشکیل خواهد شد، ضروری می باشند.

۲۴. در صورت استفاده از مواد شیمیایی خطرناک و آلوده، کمال دقت را به عمل آورید و همواره اصول ایمنی را رعایت نمایید.

۲۵. در برداشت استوک اصلی دقت فرمائید تا آن ها را آلوده نکنید و در صورت آلودگی، حتماً به مسئول مربوطه اطلاع دهید.

۲۶. ظروف استوک مواد شیمیایی و محلول هایی همانند، اسید، الکل، فنل و مواد شیمیایی جامد را بر روی بنچ کار خود قرار ندهید.

۲۷. هرگز مواد شیمیایی محلول را بوسیله پپیت با دهان نکشید.

۲۸. سوزن و اجسام برنده را در ظروف مخصوص ریخته و در صورت آلودگی سوزن و سرنگ ها باید آلودگی زدایی (ترجیحاً با اتوکلاو کردن) گردد.

۲۹. تمام مواد و وسایل مورد استفاده در صورت احتمال آلودگی، بایستی اتوکلاو گردند و مسئولیت انتقال آن ها پس از شست و شو به اتاق اتوکلاو به عهده فرد مصرف کننده می باشد.

۳۰. هنگام استفاده از میکروپیت برای برداشتن مواد محلول، کاملاً دقت کنید تا فقط نوک پیت با آنها تماس یابد چرا که مایع نباید وارد میکروپیت شود.

۳۱. تا حداکثر امکان از کشیدن مواد خورنده همانند اسید و باز قوی با میکروپیت خودداری نمایید.

۳۲. انبار کردن و نگهداری وسایل غیر ضروری در زیر هود ممنوع می باشد.
۳۳. در صورت استفاده از هود، برای جلوگیری از ایجاد اختلال در جریانات هوایی از جمع نمودن وسایل در زیر هود به ویژه محل های ورودی و خروجی هود جداً خودداری نمایید.

۳۴. مواد شیمیایی فرار و موادی که بخارات سمی دارند، حتماً در زیر هود شیمیایی (نه هود لامینار) باز گردند.

۳۵. در مواقعی که با خون یا مایعات دیگر بدن انسان یا دیگر جانداران تماس دارید، دستکش دست کنید و پس از تماس با هر فرد آن را تعویض نمایید.
۳۶. پس از درآوردن دستکش، در صورت آلوده شدن با خون یا سایر مایعات بدن، بلافاصله دست ها را بشویید. بعد از درآوردن روپوش و قبل از خروج از آزمایشگاه، نیز دست های خود را بشویید.

۳۷. هیچ گاه مواد و وسایل یا قلم را در دهان نگذارید.

۳۸. هنگام کار با وسایلی که ایجاد آئروسل می کنند (همانند سانتریفوژ کردن، مخلوط کردن، سائیدن، و غیره)، همواره زیر هود بیولوژیک کار کنید.

۳۹. پیت کردن مایعات، بالخص اسید و باز، با دهان ممنوع است. در صورت امکان، باید از سمپلرهای اتوماتیک و پوارهای پلاستیکی استفاده کنید. ضمناً، هنگام کشیدن مایعات با پوار، نباید قطرات انتهایی نمونه را با فشار زیاد خارج کرد چرا که ممکن است سبب ایجاد قطرات ریز آئروسل گردد.

۴۰. در بخش ها و کارهای خاص (همانند کار با اشیاء آلوده به کیست هیداتیک)، علاوه بر دستکش، استفاده از وسایل محافظی همانند عینک، ماسک و پیش بند ضروری است. همچنین، هنگام آزمایش نمونه مدفوع و آزمایش های قارچی، استفاده از روپوش، ماسک و عینک ضروری می باشد.

فصل ششم: رعایت نکات ایمنی در آزمایشگاه بیولوژی مولکولی



۶-۱. آشنایی با مواد شیمیایی و احتیاط های لازم در آزمایشگاه های زیست شناسی مولکولی

به افرادی که در آزمایشگاه های بیولوژی مولکولی مشغول به کار می باشند، توصیه می شود قبل از استفاده از مواد شیمیایی، از خطرات ناشی از کاربرد آن مواد همانند پاشیدن، تماس تصادفی و انفجار اطلاع کافی داشته باشند. موارد زیر مثال هایی از مواد خطرناک مورد استفاده در بیولوژی مولکولی است.

۶-۱-۱. فنل

در طی مراحل استخراج، پس از شکستن سلول نمونه های استخراجی DNA و مولکول های پروتئینی و چربی که در مخلوطی از مواد اضافه قرار دارد، آزاد می شود و برای جداسازی DNA از میان این مواد از حلال های غیر قطبی همانند فنل استفاده می شود. فنل، جهت حذف پروتئین ها و زوائد سلولی حاصل از فرایند لیز سلولی مورد استفاده قرار می گیرد. این ماده در حالت عادی جامد است. بنابراین، لازم است که در دمای ۶۸ درجه سانتی گراد ذوب گردد. در هنگام استفاده از فنل لازم است به موارد ذیل توجه گردد:

۱. فنل مایع، برای تهیه فنل اشباع مناسب تر است. در صورت عدم امکان دسترسی به آن، بهتر است از فنل کریستالی استفاده شود.
۲. برای جداسازی مواد حاصل از اکسیداسیون و خالص سازی آن، بهتر است قبلاً آن را تقطیر کنید. بالخص، اگر پس از ذوب کردن رنگ آن زرد یا صورتی باشد، نشانه اکسید شدن آن است.
۳. حداکثر مهلت استفاده از فنل اشباع شده ۱ تا ۲ ماه است. لازم بذکر است که pH فنل اشباع شده باید حتماً به محدوده ۸ نزدیک شود زیرا در غیر این صورت، به هنگام استخراج ژنوم سلولی، بخشی از DNA وارد فاز آلی فنل خواهد شد.

۶-۱-۱. موارد احتیاط استفاده از فنل اشباع

- فنل، ماده ای سمی و فرار است که از راه پوست و استنشاق، بخارات آن وارد بدن می شود و به شدت سوزاننده می باشد. فنل و بخارات آن، آتش گیر هستند.
- فنل از خاصیت خورندگی بالایی برخوردار است و نباید آن را در سیستم فاضلاب ریخت.
 - فنل در اثر تماس با پوست سوختگی شدید ایجاد می کند و بنابراین، هنگام کار با آن، بایستی از دستکش، عینک و از لباس ایمنی استفاده نمود.
 - در صورت تماس با پوست هرگز نباید از الکل برای شست و شوی آن استفاده نمود و بهتر است محل تماس را با آب و صابون فراوان شست.

۶-۱-۲. SDS (سدیم دو سیل سولفات)

- این ماده با خاصیت آمفی پاتیک خود قادر است که لیپید های موجود در غشای سلولی را در برگرفته و موجب از هم گسیختگی یکپارچگی غشای سلولی گردد.
- کریستال های SDS به آسانی پراکنده و پخش می شوند و لذا، لازم است هنگام کار با آن از ماسک استفاده شود و پس از وزن کردن، ترازو کاملاً تمیز گردد.
- در صورت مشاهده ی رسوب کریستال های SDS، ضروری است که در دمای ۳۷ درجه سانتی گراد مجدداً به صورت محلول درآید.

۶-۱-۳. آکریل آمید

- آکریل آمید، ماده ای سفید رنگ، بلوری جامد و بدون بو است که در آب، اتانول، اتر و کلروفرم حل می شود. آکریل آمید در اسیدها، بازها، عامل های اکساینده، آهن و نمک های آهن، تجزیه می شود. در پی فرایند گرمایش به آمونیاک تجزیه می شود و سپس، به مونواکسید کربن، دی اکسید کربن و اکسیدهای نیتروژن تجزیه می شود. این ماده با نام سم عصبی شناخته می شود، دلیل آن این است که مولکول آکریل آمید، کوچک و هیدروفیل است، می تواند در بدن به طور غیرفعال انتشار یابد. لذا، به طور تئوریک گفته شده که تمامی بافت ها می توانند در معرض سرطان زایی با ماده ی آکریل آمید قرار بگیرند.

۶-۱-۴. اتیدیوم بروماید

جهت رنگ آمیزی ژل الکتروفورز از این ماده فلورسانت استفاده می شود که قادر است با ورود به نواحی بین بازی DNA، این مارپیچ دوگانه را در مقابل ماوراء بنفش (۲۶۰-۳۶۰) نمایان سازد و اجازه ردیابی مقادیر بسیار کم DNA در ژل توسط دستگاه UV transilluminator می دهد.

۶-۱-۴-۱. نحوه ی تهیه ی محلول اتیدیوم بروماید ۱٪

جهت تهیه محلول ۱٪ EtBt، ۱ گرم از اتیدیوم بروماید را در ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر ۴ مرتبه تقطیر شده، حل می کنیم. حال، محلول ۱۰ mg/ml از EtBt را چند ساعت توسط همزن مغناطیسی^۱ بهم زده تا اطمینان حاصل کنید که کاملاً حل شده است. سپس، ظرف حاوی محلول را با فویل پوشانده (در تاریکی) و درجه حرارت ۴ درجه سانتی گراد نگهداری کنید.

۶-۱-۴-۲. موارد احتیاط در استفاده از اتیدیوم بروماید

این ماده فوق العاده سمی و سرطان زا می باشد. از طریق پوست، چشم و دستگاه تنفسی می تواند نفوذ کند. لذا در هنگام مصرف، لازم است موارد زیر را رعایت فرمایید:

۱. هنگام کار با اتیدیوم بروماید بایستی از دستکش های پلاستیکی، عینک های محافظ و ماسک استفاده کنید.
۲. وزن کردن اتیدیوم بروماید حتماً باید در مکان بسته و بدون جریان شدید هوا و با استفاده از ماسک و دستکش دولایه انجام شود.
۳. زیاله های آلوده به اتیدیوم بروماید، بافرها و ژل های آلوده، به طور مجزا دفع شوند.
۴. دستکش و سایر لوازم آلوده به اتیدیوم بروماید را هرگز از اتاق UV خارج نکنید.

^۱Magetic Stirrer

۵. در صورتی که لباس یا پوست به اتیدیوم بروماید آغشته شود، بایستی فوراً لباس آلوده را از تن خارج کرده، پوست را با مقدار فراوان آب و صابون بشویید.

۶. در صورت آلوده شدن چشم باید آن را با آب فراوان به مدت ۱۵ دقیقه بشویید.

۷. در صورت بروز هر حادثه ای در حین کار با اتیدیوم بروماید، مسئول ایمنی یا مسئول آزمایشگاه را در جریان قرار دهید.

- در صورت مصرف صحیح هر کدام از این مواد فوق، هیچ کدام از آن ها به ضرر شما نخواهد بود. بنابراین، در حین استفاده از این مواد شیمیایی که بالقوه خطرناکند از دستکش استفاده نموده و هیچ گاه از دهان، برای کشیدن این مواد به درون پیت استفاده نکنید. اگر هر کدام از مواد، به طور تصادفی، روی پوست بدن پاشیده شد، بلافاصله می بایستی محل آلودگی را با آب شست و شو دهید. مواد مازادی که پس از آزمایش حاصل می شوند به ظروف خاصی به طور جداگانه انتقال داده و بدون مخلوط نمودن، آن ها را دفع نمایید.

۶-۱-۵. اشعه ماوراء بنفش

از آنجائی که شبکیه چشم انسان قادر به رویت اشعه UV نیست، چشم افرادی که در معرض آن قرار می گیرند، به شدت و به طور جدی آسیب خواهد دید. اما این وضعیت بین ۳۰ دقیقه تا ۲۴ ساعت اولیه تماس قابل شناسایی نیست. بنابراین، در هنگام کار با اشعه UV بایستی همیشه از عینک های محافظ چشم (ضد UV) استفاده نمایید.

۶-۱-۶. الکتروسیته

ولتاژ مورد استفاده در الکتروفورز می تواند موجب شوک الکتریکی گردد. بنابراین، بایستی تانک الکتروفورز با درب مخصوص آن پوشیده شود و قبل از خارج نمودن ژل از بافر، منبع برق قطع شود و سیم ها را از منبع برق کشیده و بعد نسبت به خروج ژل اقدام نمایید.

۶-۱-۷. لوازم و وسایل پلاستیکی و شیشه ای

لوازم، وسایل پلاستیکی و شیشه ای مورد استفاده در آزمایشگاه های بیولوژی سلولی و ملکولی بایستی با دقت بسیار تمیز شوند چرا که لوله های آلوده و کثیف حاوی باکتری ها و اثراتی از مواد شوینده هستند، ممکن است از واکنش زنجیره ای پلیمرز جلوگیری نموده و یا اسید نوکلئیک را تجزیه نمایند. وسایل شیشه ای باید به طور کامل با آب مقطر شست و شو شوند و در ۱۵۰ درجه سانتی گراد به مدت یک ساعت اتو کلاو شوند. برای انجام آزمایشات مربوط به RNA، وسایل شیشه ای و محلول ها بایستی با دی اتیل پیرو کربنات^۱ استفاده شود تا از فعالیت آنزیم RNase جلوگیری نماید. لازم است بدانید که این آنزیم در مقابل اتوکلاو شدن مقاوم می باشد.

لوازم پلاستیکی نظیر ظروف کشت، اغلب به صورت استریل در دسترس هستند. لوله های ساخته شده از جنس پلی پروپیلن عمدتاً کدر بوده و در مقابل بسیاری از مواد شیمیایی همانند فنل و کلروفرم مقاوم می باشند و لوله های پلی کربنات و پلی استرین شفاف بوده و در برابر بسیاری از مواد شیمیایی مقاوم نیستند. بنابراین، قبل از استفاده از این لوله های آزمایش مطمئن شوید که این لوله ها نسبت به مواد شیمیایی در آزمایش مقاوم هستند (سر سمپلر، نوک پپت) و لوله های میکروسانتریفوژ را قبل از استفاده، باید اتوکلاو نمایید.

۶-۱-۸. دفع بافرها و مواد شیمیایی

به منظور دفع بافرها و مواد شیمیایی لازم است موارد ذیل را رعایت نمایید:

۱. پتری دیش ها و سایر مواد زائد بیولوژیکی را در ظروف خاصی نگهداری کرده و قبل از دور انداختن اتوکلاو نمایید.

^۱Diethyl-Pyrocabonate

۲. از مواد ارگانیک، به عنوان مثال، کار با فنل را بایستی در زیر هود انجام دهید. لازم است بدانید که تمامی مواد زائد باید در ظروف برچسب دار ریخته شوند (هرگز نباید در سینک ظرفشویی و یا سطل زباله ریخته شود).
۳. اتیدیوم بروماید، ماده ای موتاژن بوده که استفاده از آن باید با احتیاط بسیار و با دستکش انجام شود. آگارزو یا آکریل آمید آلوده به اتیدیوم بروماید باید در ظرف برچسب دار ریخته شده و دفع گردد و نباید در سینک ظرف شویی خالی شود.

۴. وسایل شیشه ای کثیف بایستی به دقت شسته شود و تمامی آثار آگار و سایر موادی که در ماشین ظرف شویی پاک نمی شوند، زودوده شوند. درب شیشه ها، بطری ها، مگنت های مخلوط کننده و اسپاتول ها را باید با آب گرم و صابون بشوید و به خوبی با آب گرم آبکشی نمایید. سپس، با آب مقطر سه بار شست و شو دهید.

۶-۲. نکاتی مهم در مورد اسید نوکلئیک ها حین انجام کار

در نظر گرفتن شرایط و موارد زیر در نگهداری DNA و RNA اهمیت بسیاری دارد. فلزات سنگین سبب افزایش تجزیه پیوند فسفودی استری می شوند. رادیکال های آزاد که از تجزیه مواد شیمیایی و رادیو اکتیو تشکیل می شوند نیز می توانند سبب گسسته شدن پیوند فسفو دی استری گردند. اشعه UV در طول موج ۲۶۰ نانومتر، می تواند سبب ایجاد صدماتی همانند تشکیل دایمر تیمین و کراس لینک شود. اشعه با طول موج ۳۲۰ نانومتر، نیز می تواند سبب ایجاد کراس لینک گردد. اتیدیوم بروماید می تواند سبب ایجاد فوتواکسیداسیون DNA با نور مرئی و بروز مولکول اکسیژن شود. مواد حاصل از اکسیداسیون قادرند پیوند فسفو دی استر را بشکنند.

بر روی پوست بدن انسان، نوکلئازها قرار دارند. بنابراین، بایستی از تماس مستقیم و غیر مستقیم بین اسیدهای نوکلئیک و سرانگشتان جلوگیری نمایید.

نکته: اکثر Dnase ها ناپایدارند اما در مقابل RNase مقاوم بوده و با چسبیدن به جدار شیشه ها و لوله های پلاستیکی همچنان فعال باقی می مانند.

۶-۲-۱. آنزیم های محدودالاثرا

آنزیم های محدودالاثرا جهت اصلاح و برش DNA استفاده می شوند که عمدتاً در گلیسرول و در ۲۰- درجه سانتی گراد در ظروفی که سرما را نگه می دارند، قرار داده می شوند. نکات مهم در مورد آنزیم های محدودالاثرا:

- نباید اجازه داد لوله ها به دمای اتاق برسند.
- حین حمل و نقل باید از دستکش استفاده شود تا از ورود نوکلئاز موجود در سر انگشتان جلوگیری شود.
- برای هر بار استفاده از آنزیم های محدود الاثرا، همیشه از یک سر سمپلر جدید و استریل استفاده گردد.

۶-۲-۲. مواد ضد عفونی کننده برای سطوح و وسایل کار

- محلول ۲٪ ویرکون (Vericon) 20؛ بر اثر اعمال گرما پودر ویرکون در یک لیتر آب حل می شود.
- محلول هیپوکلریت سدیم ۱/۵ درصد (Bleach).
- الکل اتیلیک ۷۰٪؛ ۱۴۵ میلی لیتر الکل اتیلیک مطلق را در یک استوانه مدرج ریخته و با آب مقطر به حجم ۲۰۰ mL برسانید.
- ترتیب استفاده از مواد فوق به این شرح است که ابتدا از ویرکون ۲٪ یا هیپوکلریت سدیم برای ضد عفونی کردن سطوح و وسایل استفاده نموده و سپس از الکل ۷۰٪ استفاده می شود.
- ✓ برای ضد عفونی سمپلرها؛ قسمت انتهایی آنها به نوک سمپلر وصل کنید، سپس در ابتدا به مدت ۲۰ دقیقه در محلول ویرکون ۲٪ یا هیپوکلریت سدیم ۱/۵٪ و بعد به مدت ده دقیقه در الکل ۷۰٪ قرار داده دهید.
- ✓ هود اتاق استخراج بایستی در زمان های فوق الذکر روشن و سمپلرها تحت اشعه UV قرار گرفته و استریل شوند.

- سولفو کرومیک؛ این محلول یک اکسید کننده بسیار قوی است و کلیه مواد خارجی از جمله DNA را به سرعت از بین می برد.
 - جهت ساخت آن؛ ۲۰ گرم دی کرومات پتاسیم را با کمک حرارت در ۹۰mL آب مقطر حل کرده، پس از سرد شدن به آرامی ۹۰mL اسید سولفوریک غلیظ به آن اضافه کنید و آن را تا ۲۴ ساعت به حالت ساکن قرار دهید تا رسوب حاصل ته نشین شود. سپس، از محلول رویی استفاده نمایید. این محلول تا زمانی که تغییر رنگ (سبز رنگ) بدهد، قابل استفاده است. جهت خنثی کردن آن در محل آلوده شده، از کربنات سدیم استفاده کنید و سپس، با آب کاملاً بشویید.

فصل هفتم: رعایت ایمنی در آزمایشگاه های آناتومی و سیتولوژی پاتولوژیک



۱-۲. ایمنی در آزمایشگاه آناتومی و سیتولوژی

روش ها یا آزمایشگاه هایی که آناتومی و سیتولوژی پاتولوژیک (PCA) را انجام می دهند نقش مهمی در تشخیص و پیش آگهی بیماری ها دارند. این آزمایشگاه ها اندام ها یا قطعاتی از اندام ها با منشأ انسانی، از جمله استخوان، نمونه مایع، لکه یا سواب دریافت می کنند. اندام ها ممکن است در محلول های ثابت کننده ای همانند محلول های فرمالین قرار گیرند. قطعات تشریحی به صورت ماکروسکوپی بررسی می شوند. آن ها جهت تشخیص، ضایعات معمول را به پاتولوژی ها برده تا مورد شناسایی و تشخیص قرار دهند.

این نمونه های ثابت شده در محلول ها، که ممکن است به طور خاص حاوی فرمالدئید باشند، تحت درمان قرار گرفته (شامل، بخش های نازک، تثبیت روی لام، رنگ آمیزی) و در زیر میکروسکوپ مورد بررسی قرار می گیرند. به منظور شناسایی هر گونه ناهنجاری سلولی یا بافتی، نمونه های مایع قبل از به غلظت رسیدن توسط سانتریفوژ بر روی لام فیکس و سپس، برای مشاهده با چشم غیر مسلح در زیر میکروسکوپ رنگ آمیزی می شوند. اسمیرهایی که به آزمایشگاه PCR می رسند برای مشاهدات میکروسکوپی، رنگ آمیزی می شوند. سایر آزمایشات هیستوشیمیایی، ایمنوهیستوشیمی یا زیست شناسی مولکولی نیز ممکن است برای برجسته سازی عوامل شیمیایی یا ایمونولوژیک که نشان دهنده آسیبی شناخته شده است، انجام می شود.

پرسنل در این آزمایشگاه ها ممکن است به هنگام دست زدن به قطعات تازه، در معرض خطر بیولوژیک قرار بگیرند. نمونه هایی که در محلول های ثابت کننده قرار می گیرند به طور معمول، آلوده نیستند. با این حال، عوامل انتقال ناپذیر (UTA) همانند پرئون ها پس از تثبیت هنوز هم خطرناک هستند.

بافت ها را به ترتیب کاهش عفونت، با توجه به UTA می توان طبقه بندی نمود: سیستم عصبی مرکزی، غده هیپوفیز و عصب بینایی بیشترین عفونت را دارند، اما سایر اندام ها همانند بافت لنفاوی نیز در معرض خطر می باشند.

علاوه بر این، پرسنل آزمایشگاه PCR در معرض خطرات شیمیایی مرتبط با محصولات استفاده شده (همانند فرمالدئید، متانول، زایلن، تولوئن و غیره) قرار دارند. جهت محدود کردن یا حتی از بین بردن این خطرات، لازم است طراحی این مکان ها محدود و در مکان های مشخص شده، دور از فعالیت های اداری باشد.

بیماری های عفونی توسط مایعات بدن و خون می توانند منتقل شوند. بسیاری از بیماری ها و مهم ترین آن ها ویروس HIV و هپاتیت B و C است که در طول فعالیت حرفه ای ممکن است از طریق سوراخ شدن یا آسیب دیدگی ناشی از وسایل آلوده، خطر آفرین باشد. همچنین، ضایعه می تواند در چشم، غشای مخاطی و در تماس با پوست آسیب دیده، ایجاد گردد. خطر عفونت می تواند به عوامل مختلفی همانند نوع عامل عفونی، غلظت آن در مایع آلوده کننده، مرحله عفونت در بیمار و مقدار خون آلوده، مرتبط باشد. لذا بررسی وضعیت سرولوژی و واکسیناسیون کارمندی که در معرض عوامل عفونی خاص است، همچنین اقدامات پیشگیرانه ی ثانویه همانند پیشگیری از قرار گرفتن در معرض HIV بسیار مهم است چرا که خطر تبدیل آنتی بادی ایجاد شده به HIV پس از مواجهه از طریق پوست با خون آلوده به طور متوسط ۰٫۳٪ دارای خطر نسبی پایین تری (کمتر از ۱،۰) است که این مقادیر احتمالاً به میزان خون و مدت زمان مواجهه مرتبط است.

عامل مهم دیگر، غلظت ویروس در خون بیمار منبع است. محیط های بیولوژیکی غیر از خون، می توانند حاوی غلظت قابل توجهی از ویروس HIV، همانند مایعات پلور، پریکارد، صفاق، سینوویال، آمنیوتیک، ترشحات واژن و منی باشند. همچنین، محیط بدن نیز با غلظت های قابل توجهی از ویروس در اشک، عرق، ترشحات بینی، بزاق، مدفوع و ادرار رو به رو است. مطالعات نشان داده اند که پس از مرگ بیمار مبتلا به HIV، ویروس می تواند تا یک هفته در مغز، خون و تا ۲ هفته در پریکارد، مایعات پلور یا اسیت عفونی در مایعات شکم عفونی شده، زنده بماند.

خطر انتقال برای ویروس هپاتیت C حاصل از آسیب با یک ابزار آلوده، براساس داده های موجود، ۱٫۸٪ تخمین زده شده است.

کارکنان گروه های آناتومی، پاتولوژی و آزمایشگاه های بافت شناسی، به دلیل تماس مکرر با مواد شیمیایی و عوامل عفونی، در معرض خطر بیماری های شغلی هستند. مواد شیمیایی که می توانند باعث بیماری های پوستی، دستگاه تنفسی و همچنین، مسمومیت شوند بیش از همه فرمالدئید، حلال های آلی، ضد عفونی کننده ها، محصولات تمیز کننده است. همچنین، محصولات ویژه ای که در بافت شناسی، ایمونوهیستوشیمی و میکروسکوپ الکترونی استفاده می شود همانند اکریلات ها و اسمیوم تتراکسید می تواند عاملی خطرناک در آزمایشگاه های بافت شناسی و پاتولوژی باشد.

۲-۷. اهداف پیشگیری از آسیب های آزمایشگاهی

- هنگام استفاده از موارد پیش رو، لازم است احتیاط های فراوانی صورت گیرد:
- برخی از بیماری های عفونی می توانند از طریق هوا یا از طریق گزش یا زخم منتقل شوند. جدا از ویروس ها، باکتری ها، قارچ ها، پروتوزوا و متازوا، احتمالاً عوامل ایجاد کننده آنسفالوپاتی های اسفنجی همانند اختلال عصبی-شناختی بیماری پریون نیز می توانند به همین روش منتقل شوند.
 - قرار گرفتن کارکنان در معرض ذرات معلق موجود در هوا، بخارات، گازها و محصولات خطرناک باید تا حد ممکن با مقدار متوسطی که توسط شخص مسئول ایمنی در محل کار، که برای مواد خطرناک تعریف می شود، صورت بگیرد و اقدامات فنی، سازمانی و شخصی نیز محدود گردد.
 - در ایستگاه های کاری (VME^۱ و VLE^۲)، به عنوان مقادیر حد مواجهه تعریف گردد.
 - در همه موارد، احترام به قوانین و مقررات آزمایشگاه و همچنین، پرسنل و کارکنان بخش گذاشته شود.

^۱Vertical maxillary excess

^۲Vegetal localization element

- کلیه کارکنانی که ممکن است با خون یا مایعات بدن تماس داشته باشند، باید علیه هیپاتیت B واکسینه شوند.
- اقدامات ویژه ای برای جلوگیری از انتقال عفونت سل صورت گیرد که این امر به طور عمده، مربوط به اتاق کالبد شکافی است. مسئول ایمنی لازم است در حین استخدام و معاینات دوره ای، برای این گروه از کارمندان، دستور العملی در ارتباط با بررسی عفونت سل مبذول نماید.
- جهت جلوگیری از آسیب پوستی، روش های کار باید به گونه ای طراحی شود که تماس مستقیم با مواد تحریک کننده یا حساس کننده را به حداقل برساند.
- زنان باردار یا شیرده نباید در محل کارهایی که ممکن است به سلامتی آن ها یا فرزندشان آسیب برساند، قرار گیرند.

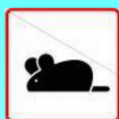
۳-۷. سلسله مراتب اقدامات حفاظتی در آزمایشگاه پاتولوژی

به منظور کاهش خطر ابتلا به بیماری های شغلی، اولین اصل؛ جایگزینی مواد خطرناک با مواد کم خطر است. اقدام دوم؛ محدود کردن تماس با این محصولات و با بکارگیری دستگاه های فنی است. علاوه بر آن، می توان از اقدامات سازمانی و تجهیزات محافظتی شخصی نیز برای کاهش خطرات جذب و تماس با پوست یا غشاهای مخاطی استفاده کرد.

در گروه های آناتومی، پاتولوژی و آزمایشگاه های بافت شناسی، قبل از هر چیز باید اقدامات فنی به گونه ای انجام گیرد تا کارکنان را از در معرض قرار دادن با مواد خطرناک محافظت کرده و خطر انتقال عفونت را محدود کند. اقدامات سازمانی مرتبط با تنظیم و پیاده سازی مقررات دسترسی به برنامه های بهداشتی و اطلاعات و دستورالعمل های کارکنان از اقدامات مسئول بخش ایمنی در آزمایشگاه می باشد. از مهم ترین اقدامات فردی می توان به حفظ و نگهداری وسایل شخصی، خصوصاً در اتاق کالبد شکافی اشاره نمود.

فصل هشتم: دستورالعمل های رفتار و ایمنی در آزمایشگاه

Lab Safety



Animal hazard



Sharp instrument hazard



Heat hazard



Glassware hazard



Chemical hazard



Electrical hazard



Eye & face hazard



Fire hazard

به طور کلی، از موارد متعددی به عنوان دستورالعمل های رفتار و ایمنی در آزمایشگاه یاد شده است، از جمله:

- قبل از شروع به انجام کار و یا هدف خود، به آزمایش و نحوه ی انجام آن عمیقاً فکر کنید.
- مسئولیت پذیر باشید.
- سرمایه گذاری مناسب در آزمایشگاه می تواند به عنوان اصلی مهم در ایجاد کمکی بهینه در پیشبرد آموزش، پژوهش و درمان محسوب گردد.
- در محیط کاری، با احترام با دیگران رفتار کنید.
- هر کارمند تازه وارد می تواند پس از اطلاع رسانی به تکنسین ها، کار عملی خود را آغاز نماید.

لازم بذکر است که قوانینی که در اینجا وضع می شود، نه تنها برای ایمنی تمامی افراد بلکه برای راحتی و عملکرد روانی بهتر خود محقق است.

ضمناً، از هر یک از کارمندان بخواهید این منشور تنظیم شده را با دقت بخوانند، به تمام دستورالعمل های آن احترام بگذارند و به عنوان یک تعهد، آن را در صفحه آخر که کپی برداری شده و به پیلار داده می شود، قرار داده و آن را امضاء کنند.

۸-۱. دستورالعمل های رفتار و ایمنی در آزمایشگاه عمومی

۸-۱-۱. محل کار

به هر شخص یا گروه، کاری اختصاص داده شده است (کابینت، میز کار و غیره). از همه خواسته می شود که فضای آزمایشگاه را مرتب نگه داشته و مرتباً تمیز کنند. این امر در مورد مکان ها/ نیمکت های مختلفی که در کوتاه مدت یا بلند مدت برای انجام کار اشغال خواهید کرد، نیز صادق است. همچنین، تمامی اماکن، محل کار و انبارها به صورت مشترک می باشند. این بدان معنی است که هنگام اتمام کار، بنچ ها با در نظر گرفتن شرایط زیر، تمیز شوند:

- اگر با باکتری کار کرده ایم، بنچ ها، نیمکت ها و هودها با الکل ۷۰٪ ضدعفونی شده، و در ادامه با آب تمیز و احتمالاً یک محصول تمیز کننده، شسته شود.

- اگر با محصولات سمی کار می کنید، لازم است محل کار با کاغذهایی که در سطل آشغال انداخته می شود یا بسته به درجه سمیت با مواد زائد سمی جمع می شود، تمیز گردند.
- به صورت سیستماتیک، هود قبل و بعد از کار با الکل ۷۰٪ تمیز گردد و بسته به نوع استفاده، هر ماه یک بار کاملاً ضدعفونی شود.
- هنگام کار با گاز، که ممکن است در بالای نیمکت ها یا زیر هود قرار گرفته باشد، به نکته ی ذکر شده توجه ویژه ای فرمایید:
- هرگز شعله گاز را هنگام ترک محل روشن نگذارید و به محض به پایان رساندن کار خود، شعله گاز را قطع کنید.
- پس از اتمام کار، کلیه ی تجهیزات را در جای خود قرار دهید.
- قبل از ترک محل، از شما خواسته می شود که به هر آزمایشگاهی که کار کرده اید، بازگشته و ببینید که آیا چیزی را فراموش کرده اید (به طور مثال، دستگاه را خاموش کنید، منبع تغذیه را ببندید، پنجره را ببندید، و غیره) یا خیر.

۸-۱-۲. مواد آزمایشگاهی

تمامی مواد (به استثنای یک یا دو مورد) لازم است در یک پوشه و همیشه روی بنچ آزمایشگاه قرار گیرد. مواد ذکر شده در آزمایشگاه می تواند به ترتیب حروف الفبا از گروه های مختلفی تشکیل شده باشد:

- آنتی بیوتیک ها.
- رنگ.
- مواد معدنی.
- مواد ارگانیک (آلی).
- حلال ها و غیره.

در این پوشه، نه تنها تعداد محصولات، بلکه محل قرارگیری، نشانه ها و علائم سمیت (عبارات خطرزا)، مقادیر مورد نیاز و طریقه ی به کار بردن آن ماده نوشته شده است. لذا، باید این دستورالعمل ها را کاملاً خوانده و مو به مو اجرا نمایید.

- از آن جایی که تمامی مواد و تجهیزات آزمایشگاهی گران هستند، از محققین و حتی پرسنل خواسته می شود که مراقب باشند تا مواد هدر نرود!
- تمامی کالایی که تهیه می کنید (همانند محلول ها، مواد، جعبه ها، کیسه ها و غیره) باید همه برچسب شناسایی داشته باشند و موارد ذیل بر روی آن ها ثبت شده باشد:

- نام محصول، غلظت آن به همراه نشانگر سمیت (در صورت لزوم).

- نام کاربر.

- تاریخ خرید کالا.

- فضای ذخیره سازی (شامل کسوها، کمدها، اتاق های سرد، یخچال و فریزر در دمای ۲۰- و ۸۰- درجه سانتی گراد) به هر شخص یا حداقل برای هر پروژه به افرادی اختصاص داده شده است. از شما تقاضا می شود، تمام وسایل خود را در آنجا قرار دهید.

- هر ماده ای که برچسب گذاری و ذخیره نشده باشد، حذف خواهد شد.

- در آغاز و حین دوره ی پایان نامه یا دوره کارآموزی، از هر فرد خواسته می شود تا از تمام وسایلی خود به خوبی مراقبت کند و پس از اتمام کار مواد، محیط ها، محلول ها ی استفاده نشده را از یخچال ها، اتاق های سرد، فریزرها (۲۰°C یا ۸۰°C-) خارج نمایید. ضمناً، انجام کلیه ی این امور باید زیر نظر مسئول آزمایشگاه صورت گیرد.

۸-۱-۳. ظروف های شیشه ای آزمایشگاه

تجهیزات و ظروف شیشه ای، پس از استفاده، در اتاق مخصوصی که به شرح زیر توصیف شده، شسته می شود:

- ابتدا با مراجعه به نشانه های نمایش داده شده روی شیشه هود، مواد باقی مانده سمی را در قوطی های مناسب (هود در اتاق اختصاصی خود قرار می گیرد) قرار دهید.

- تجهیزات را به خوبی بشویید.

- برچسب هایی را که خود حین کار بر روی ظروف قرار دادید، پاک کنید.

- مواد را در یک سینک ظرفشویی به طور مرتب قرار دهید.

- ظروف شیشه ای و گاهاً سرپوش های مختص به آن ها را براساس اندازه مرتب کنید.

- سرنگ های شسته شده را در یک سبد جداگانه قرار دهید.

- پیپت های شیشه ای (که پنبه آن برداشته شده است) را شسته شده و سپس، در جایگاه مناسب، به سمت بالا قرار دهید.

نکته: یک باردر حالت ایده آل و دو بار در سال - به طور عمده تمامی مکان های آزمایشگاه از جمله یخچال ها، فریزرها و غیره را تمیز نمایید. در این امر لازم است تمامی افرادی که در آزمایشگاه حضور دارند، مشارکت نمایند. تمیز کردن اساسی آزمایشگاه امکان استفاده مجدد مواد و فضا را فراهم می کند.

"هرچه در طول سال نظم بیشتر حفظ شود، این تمیزکاری های بزرگ کمتر انجام می گیرد!"

۸-۱-۴. اتوکلاو

همه کارمندان (به جز کارآموزان) باید نحوه ی استفاده از اتوکلاو را یاد بگیرند. برای جلوگیری از سردرگمی، تمام مواد مورد استفاده در اتوکلاو - از جمله ضایعات - باید با یک قطعه کوچک از نوار نشانگر اتوکلاو، علامت گذاری شوند. ضمناً، نام محصولات سمی را دقیقاً یادداشت کرده تا به روش خاصی دفع شود.

به دلیل صرفه جویی در مصرف انرژی، تمامی تجهیزات در یک ساعت مقرر (صبح ها- اتوکلاو بزرگ) اتوکلاو می شوند. اگر سبد تجهیزات تان پر نباشد، از اتوکلاو کوچک (A 210) برای این امر استفاده کنید.

شخصی که درب اتوکلاو را در پایان باز می کند، لازم است از تمامی مواد اتوکلاو شده مراقبت کند، این بدان صورت است که باید محیط های کشت را در دمای ۶۰ درجه سانتی گراد، محلول های موجود را روی میز، پلیت ها، eppendorfs و غیره را برای خشک کردن در آزمایشگاه قرار دهد. سطل های زباله را خالی کرده و سپس، دفع هر کدام از پسماندها را شخصاً مدیریت کنید.

۸-۱-۵. دستگاه ها و ابزارها

دستگاه ها و ابزارهای آزمایشگاهی، ظریف و گران قیمت هستند. لذا، با رعایت دستورالعمل ها، با احتیاط با آن ابزارها کار کنید و لازم است بدانید که استفاده از دستگاه ها به دانش عملکردی و نحوه ی صحیح نگهداری از آن ها وابسته است. فردی که مسئول رسیدگی به این دستگاه است و یا مسئول آزمایشگاه آموزش های لازم را در این زمینه به شما می دهد. نکته: برخی از دستگاه ها خطرآفرین است، لذا به هیچ وجه آن ها را دستکاری نکنید.

- بعضی از دستگاه ها همانند ترازو، سانتریفیوژ و میکروسکوپ باید بعد از هر بار استفاده، تمیز شوند. اگر نقصی در دستگاه مشاهده کردید، سریعاً گزارش آن را به یک فرد مسئول اطلاع دهید.

۸-۱-۶. سفارشات

هنگامی که متوجه شدید تجهیزات یا کالایی رو به اتمام است، به مسئول مربوطه (یا مرکز خرید دانشکده) اطلاع دهید تا در اسرع وقت خریداری نمایند.

- هر کارمند لازم است از نحوه ی مراحل سفارش مطلع باشد.

- به یاد داشته باشید که یک کپی از هر سفارش (که به صورت تلفنی یا اینترنتی انجام شده است) در پرونده های خرید (پوشه ای با رنگ مشخص برای دانشکده و پوشه ای دیگر حامل کلیه اقلام خریداری شده) قرار دهید.

- مواد مصرفی موجود در بالای نیمکت ها همانند دستکش، پیت پاستور، دستمال کاغذی، گیره و همچنین، برخی محصولات خاص همانند GelRed، بافر و الکل به طور دائم برای آزمایشگاه ها خریداری می شود.

۸-۲. امنیت در آزمایشگاه ها

۸-۲-۱. رسیدگی به محصولات خطرناک


قبل از استفاده از هر محصولی، حتماً دستورالعمل های ایمنی مربوط به آن محصول مورد نظر را بخوانید (کاتالوگ Fluka را مطالعه کنید).

چنانچه بخواهید با محصولات سمی، خورنده، سرطان زا، جهش زا، تراژنیک یا سایر محصولات کار کنید، لازم است از موارد ذیل آگاه باشید:

- نمادهای ایمنی بر روی برچسب محصولات خطرناک باید شناخته شوند:

- X_i = ماده تحریک کننده

- X_n = ماده مضر

-  = ماده سمی و غیره

- دستورالعمل های سازنده برای بیان خطرات = "عبارات R"

- دستورالعمل های سازنده برای مشاوره ایمنی = "عبارات S"

- دستورالعمل های سازنده برای بیان خواص مواد = "عبارات F"

- قبل از دست زدن به محصولات باید ابتدای برچسب قرمز یا انتهای فهرست Fluka، خوانده شود.

- بهتر است قبل از عمل فکر کنید! مفاهیم اولیه شیمی خود را قبل از مخلوط کردن محصولات (واکنش های اندو/ گرمزا، انفجارها، انتشار گاز و غیره) مرور کنید. اگر در مورد پاسخ یک محصول شیمیایی (استفاده از آن و اقدامات احتیاطی که باید انجام شود) شک دارید، حتماً از مسئول مربوطه سوال کنید!
- چه تعداد نمونه (لیست غیر جامع!) قرار است که مورد آزمایش قرار دهید.

- فرمامید، تراتوژنیک است.
- TEMED ای که برای پلیمریزاسیون آکریل آمید مورد استفاده قرار می گیرد، برای بافت ها بسیار مخرب است، استنشاق آن می تواند کشنده باشد، تماس طولانی مدت با آن موجب تحریک یا سوختگی می شود، این یک محصول بسیار قابل اشتعال است.
- استنشاق، بلع و تماس با فتل، بسیار سمی است و می تواند باعث سوختگی شدیدی گردد. توصیه بر آن است که از ۲ جفت دستکش برای کار با این ماده استفاده کنید. در صورت تماس، آن موضع را کاملاً بشویید و مهم تر آن که، از اتانول استفاده نکنید چرا که باعث بدتر شدن اوضاع می شود!
- کلروفرم برای پوست، غشاهای مخاطی و دستگاه تنفسی تحریک کننده و سرطان زا است.
- SYBR Green سرطان زا است.
- آکریل آمید پلیمریزه نشده، دارای سمیت عصبی است. از تماس با پوست (در صورت پودر شدن) و استنشاق آن خودداری کنید. پلی آکریل آمید ممکن است حاوی آکریل آمید غیر پلیمری باشد و باید با همان دقت کار بر روی آن صورت گیرد.

۸-۲-۲. تجهیزات ایمنی

پوشیدن روپوش در آزمایشگاه های میکروبیولوژی و همچنین، در اتاق ژل ها (لباس های مخصوص در این اتاق باقی می مانند) اجباری است. از طرف دیگر، درآوردن روپوش آزمایشگاه، قبل از رفتن به غذاخوری، اتاق جلسات، توالت و غیره، امری ضروری و لازم است. بسته به نوع کاری که انجام می دهید و موادی که با آن ها سر و کار دارید، از دستکش، عینک محافظ، ماسک، هودهای خروجی استفاده کنید.

- در صورت تعرق شدید دست، دستکش های لاتکس بعد از ۱۵ دقیقه اثر محافظت کنندگی خود را از دست می دهند و باید حتماً تعویض گردند. لازم

است بدانید که استفاده از الکل باعث می شود محصولات نه تنها در دستکش، بلکه در پوست نیز نفوذ کنند. بنابراین، توصیه می شود برای جلوگیری از آلوده شدن آزمایشگاه، به عنوان مثال، برای باز کردن یخچال، هر بار دستکش ها تعویض گردد.

- استفاده از ماسک ضد UV برای کار روی میز UV، الزامی است. در این مورد، استفاده از عینک به تنهایی کافی نمی باشد (خطر سوختگی شدید به همراه دارد). همچنین، از پوشیده بودن کل سطح پوست اطمینان حاصل نمایید (بالخص مچ دست، مابین دستکش و روپوش، گردن و غیره). اگر تردیدی در این زمینه دارید، با فرد مسئول تماس بگیرید.

۸-۲-۳. ذخیره سازی محصولات خطرناک

محصولات فرار قابل اشتعال، در کابینت های مخصوص نگهداری می شوند و پس از استفاده، باید به محل خود برگردانده شوند. محصولات فرار قابل اشتعالی که باید در دمای ۴ درجه سانتی گراد نگهداری شوند، در یخچال EX قرار می گیرند.

- ذخیره محصولات فرار در یخچال های خانگی مورد استفاده در آزمایشگاه، منبع اصلی انفجار است. مراقب باشید!
- سیلندرهای گاز باید با زنجیر به دیواره متصل شوند. یادآوری؛ در صورت سقوط، یک سیلندر اکسیژن به موشک تبدیل می شود و از پارتیشن عبور می کند!
- پس از استفاده از گازهای موجود در سیلندر، شیر را ببندید و تنظیم کننده را باز کنید تا لوله ها تخلیه شده و بلافاصله آن را ببندید!
- برای جابجایی سیلندرهای های گاز، از واگن برقی (چرخ های مخصوص) استفاده کنید.

۸-۲-۴. دفع مواد سمی خطرناک

- سوزن های سرنگ؛ در سطل های مخصوص زرد رنگ بر روی بنچ قرار داده شده است. وقتی پر شدند، آنها را به انبار ببرید و مجدداً سطل دیگری تحویل بگیرید.
- جیوه؛ اسفنج مخصوص جذب جیوه در جایگاه های مخصوصی در اتاق قرار دارد. توجه: از دستکش استفاده کنید!
- شیشه شکسته؛ اگر ظروف شیشه ای به میکروارگانسیم ها آلوده است، آن را با دستکش جمع کنید (مراقب بریدن پوستتان باشید!) و در اتوکلاو قرار دهید. توجه داشته باشید "شیشه شکسته".
- محلول های اسیدی/ پایه و حلال های هالوژنه/ غیر هالوژنه؛ مستقیماً در ظروف مخصوص نگهداری شود.
- محلول های حاوی محصولات خطرناک برای محیط زیست؛ در قوطی های زیر هود، با رعایت دستورالعمل های ذکر شده، قرار گیرد.

۸-۲-۵. سانتریفیوژ

قبل از شروع سانتریفیوژ، به نکات زیر توجه نمایید:

- روتور از شرایط مناسبی برای سانتریفیوژ برخوردار باشد.
- روتور به خوبی در محور خود قرار گرفته باشد.
- روتور با تعادل کامل بارگذاری شود (جهت ایجاد تعادل با صفحه موجود در سانتریفیوژ بزرگ بکمن (Beckman A212)).
- روتور قفل شده باشد و تا رسیدن به سرعت برنامه ریزی شده، در کنار سانتریفیوژ بمانید.
- حادثه ناشی از سانتریفیوژ می تواند صدمات جسمی و مالی شدیدی وارد نماید.
- به دلایل بهداشتی و ایمنی، سانتریفیوژها باید پس از هر بار استفاده تمیز شوند (تراکم آب باعث خوردگی روتورها می شود). روتورهای سانتریفیوژ

بزرگ (Beckman A212) باید به صورت وارونه بر روی قفسه های چوبی موجود در کابینت، نگهداری شوند.

۸-۲-۶. میکروارگانسیم ها

۸-۲-۶-۱. دست زدن به میکروارگانسیم ها

ما به ندرت با میکروارگانسیم های خطرناک کار می کنیم اما هنگام جداسازی سویه ها از محیط، برخی از آن ها می توانند پاتوژن هایی فرصت طلب یا شدید عمل نمایند.

- قبل و بعد از هر آزمایش با میکروارگانسیم ها لازم است، دستان خود را با صابون بشویید، آنها را خوب خشک کنید و سپس به مدت ۳۰ ثانیه با استریلیوم (ضد عفونی کننده) مالش دهید. سطح کار قبل و بعد از کار با الکل ۷۰٪ کاملاً ضد عفونی گردد.

- جریان های هود لامینار یک فضای کاری استریل ایجاد می کنند. برای انجام این کار، جریان هود باید حدود ۱۵ دقیقه قبل از شروع کار روشن شود (از خاموش شدن تهویه بین دو کاربر جلوگیری کنید و بهتر است سرعت را روی درجه کم تنظیم کنید).

- اگر از مواد کشاورزی (خاک، ریشه و غیره) یا مواد بسیار آلوده همانند کپک (اسپور)، استفاده می کنید، محل کار (از جمله زیر میز کار) را کاملاً تمیز کنید و آن را در مجاورت اشعه فرا بنفش، به مدت ۱۵ دقیقه قرار دهید. به طور کلی، اصول ایمنی قارچ ها در قارچ شناسی مورد بحث قرار گرفته است.

- محیط های کشت استفاده شده (ظروف پتری، لوله، فلاسک و غیره) و همچنین، کلیه مواد آلوده ی بیولوژیک قبل از قرار دادن در سطل زباله، اتوکلاو شوند.

۸-۲-۶-۲. آلودگی

کنه ها، خصوصاً در محفظه کشت، منشأ مشکلات عمده آلودگی هستند. خلاص شدن از شر آن کاملاً دشوار است. پس از آلودگی، محفظه کشت باید کاملاً تخلیه شود، و با یک ماده اختصاصی کاملاً تمیز شود و زیر اشعه فرابنفش قرار گیرد. در نتیجه:

- ذخیره نمونه های خاک، کمپوست، گیاهان یا هر ماده زراعی دیگر در آزمایشگاه ها باید در یک اتاق سرد و در ظروف Watertight (دارای برچسب مناسب) انجام شود تا از آلودگی (هاگ قارچ، کنه و غیره) جلوگیری شود.
- فیلترهای ظروف پتری که در یک اتاق کشت / سردخانه / یخچال نگهداری می شوند، باید فیلتر شوند. همچنین، جهت حفاظت بهتر، از خشک شدن شان جلوگیری نمایید.

۳-۶-۲-۸. LOCAL FLUX PCR (برای آزمایشگاه میکروبیولوژی)

جریان آرامی در اتاق PCR و منحصراً، مواد ذخیره شده در آن (بالخص مجموعه ی پیت ها)، برای تهیه مخلوط های PCR یا RT-PCR به صورت محفوظ، قرار داده می شود. به منظور جلوگیری از آلودگی، تحت هیچ شرایطی نباید سلول های باکتریایی یا DNA به این اتاق وارد شود.

- برای این که بتوانید مانع از بروز آلودگی شوید، ابتدا باید بر روی برنامه ای که روی درب اتاق PCR نشان داده شده است، ثبت نام کنید و در همان زمان، روز/ روزهای مورد نظر خود را رزرو کنید (برنامه ریزی در کنار دستگاه ها).
- برای هر برنامه جدید، فایلی با ذکر جزئیات کاملی از مراحل کار را در کتاب کار PCR و همچنین در پرونده کامپیوتر، قرار دهید.
- برای هرگونه اصلاح موقت، یادداشتی را روی دستگاه قرار دهید تا به سایر کاربران هشدار داده شود.

۴-۶-۲-۸. اتاق GELS

- روپوش مخصوص اتاق ژل؛ روپوشی یک بار مصرف است و با آن روپوش و همچنین تمامی وسایل موجود در آن اتاق نباید، خارج شد.
- استفاده از دستکش های نیتریل آبی برای انجام تمامی دستکاری ها، امری ضروری و حائز اهمیت است.

- برای استفاده از رایانه آزمایشگاه؛ از دستکش های سفید لاتکس جدید استفاده نمایید.
- لازم است بدانید که نمونه ها و ژل ها باید بر روی محل تعیین شده، بر روی بنچ آزمایشگاه تهیه شوند.
- محلول های آگاروز باید قبل از ریختن در حداکثر ۵۵ درجه سانتی گراد خنک شوند، تا ژل مورد نظرتان آسیب نبیند.
- برای تهیه ژل های آگاروز تنها از ویال های (Schott 250 و ۵۰۰ میلی لیتر) اختصاص داده شده برای این منظور، استفاده کنید. آن ها را به خوبی شسته و روی بنچ اتاق الکتروفورز قرار دهید تا خشک شوند.
- بافر TBE سلول های الکتروفورز باید به صورت هر ۰/۵X تهیه گردند. در ظرف مخصوص تاریخ تغییر بافر و همچنین تعداد موارد استفاده شده را یادداشت کنید. به محض خالی شدن ظرف بافر TBE 0.5X، دوباره آن را تهیه نمایید. ظرف های مخصوص پس از هر بار استفاده پر شوند! پس از پر شدن، شیشه حاوی تیپ های استفاده شده، آن ها را در سطل های مخصوص بزرگ سفید خالی کنید.

۸-۲-۶-۵. رنگ آمیزی ژل ها

- محلول GelRed 3X (۴ لیتر) در یخچال نگهداری می شود. اگرچه، سازنده GelRed اظهار داشته است که استفاده از این محصول در این غلظت سرطان زا نیست، اما بالاخره ترکیبی است که به DNA متصل می شود. لذا ترجیح بر آن است که آن را به عنوان یک محصول بالقوه خطرناک در نظر بگیریم. به همین دلیل، استفاده از GelRed فقط در مناطق مشخص با نوار قرمز، انجام خواهد شد.
- به منظور صرفه جویی در محلول، مقدار کمی از آن استفاده شود.

- به تاریخ تهیه محلول و همچنین، تعداد موارد مصرفی توجه داشته باشید. پس از ۱۰ مرتبه رنگ آمیزی، محلول تغییر ماهیت پیدا می کند.

۸-۲-۶. مدیریت پسماند

زباله های مایع (رنگ آمیزی GelRed) در سطل سفید، حاوی کیسه های کربن فعال (روی اتوکلاو) تخلیه می شوند. پس از پر شدن این ظرف، حداقل یک شب روی دستگاه الکتروفورز ژل شیب دار دناتوراسیون (DGGE) هم زده می شود. سپس، مایع درون سینک ظرفشویی ریخته شده و کیسه های ذغال فعال (آلوده به GelRed) درون سطل های بزرگ سفید رنگ مخصوص قرار داده می شود. مجدداً دو عدد کیسه کربن فعال جدید در سطل قرار داده می شود.

۸-۲-۷. زباله های جامد

(ژل آگارز یا آکريل آمید، دستکش، کاغذ) در سطل های بزرگ مخصوصی دفع می شوند. سطل زباله ای که با درپوش کاملاً بسته شده و روی آن کلمه ی "GELRED" نوشته شده است، در زیر نیمکتی در اتاق ذخیره، قرار داده می شود. وقتی همه سطل های زباله پر شد، پس از بسته بندی کردن کامل آن ها، با مسئول مربوطه تماس بگیرید و برای دفع شان اقدام نمایید. فرم دفع زباله را پر کنید و سطل های زباله خالی جدید را از مسئول مربوطه تحویل بگیرید.

منابع و مآخذ

- 1- <http://www.inrs.fr/inrs-pub/inrs01.nsf/IntranetObject>.
- 2- http://www.who.int/hac/techguidance/pht/en/1_equipment_
- 3- <http://wwwn.cdc.gov/mlp/pdf/GAP/Ridderhof>.
- 4- http://www.who.int/ihr/publications/policy_procedures_eqa/fr/index.html.
- 5- <http://www.smittskyddsinstitutet.se/English/english.htm>.
- 6- <http://www.hc-sc.gc.ca/pphb-dgsp/ols-bsl>.
- 7- سمرقندی et al., Investigating the Removal Ethidium Bromide from Aqueous Solutions using Activated Persulfate in Electrochemical Process. ۲۰۱۸. مجله علمی پژوهان، ۱۶ (۲): p. ۱-۱۰.
- 8- Qualité et accréditation en biologie médicale Ann Biol Clin 2013 ; 71 (Hors série no 1) : 325-350.
- 9- Système de Gestion de la Qualité au Laboratoire - Outil de formation WHO/HSE/IHR/LYO/2009.
- 10- Droit d'auteur 1997-2019 Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail.
- 11- www.dgdr.cnrs.fr/SST/CNPS/guides/doc/dechets/p02_chap01.
- 12- <https://www.cchst.ca/oshanswers/chemicals/reactive/react.htm>.
- 13- Manuel de Santé et Sécurité Travail en laboratoire - Université de.
- 14- <http://www.afpssu.com/wpcontent/uploads/2013/08/LaSecuriteEnTP>.
- 15- Berhanu Seyoum Haramaya University In collaboration with the Ethiopia Public Health Training Initiative, The Carter Center, the Ethiopia Ministry of Health, and the Ethiopia Ministry of Education December 2006.
- 16- Système de Gestion de la Qualité au Laboratoire - Outil de formation WHO/HSE/IHR/LYO/2009.1.

- 17- Le SIMDUT, qu'est-ce que c'est ?
<https://www.csst.qc.ca/prevention/reptox/simdut-2015>.
 - 18- Qu'est-ce qu'un gaz comprimé? Quels sont les dangers des matières
https://share.polymtl.ca/.../content;.../gaz_comprime/Bouteillesdega.
 - 19- DIRECTIVE "LABORATOIRES" Gestion des déchets de laboratoire
[cusstr.ch/repository/131.pdf](https://www.cusstr.ch/repository/131.pdf).
 - 20- [https://www.labco.ir/Qualité et accréditation en biologie médicale](https://www.labco.ir/Qualité%20et%20accréditation%20en%20biologie%20médicale) Ann Biol Clin 2013 ; 71 (Hors série no 1) : 325-350. Laboratory Biosafety Manual. 2005. Pub: WHO (World Health Organization) Third Edition.
 - 21- National committee for clinical laboratory Standards (NCCLS).Approved Guideline GP17-A vol: 16 No: 6 ISBN 1-56238-300-0 . Pages: 3-9.
 - 22- https://www.cartercenter.org/resources/pdfs/health/ephti/library/lecture_notes/me_ab_tech_students/MedicalLabTechnology.pdf.
 - 23- Laboratoires de Microbiologie Université de Neuchâtel Biologie du Sol
 - 24- Conception des laboratoires d'analyses biologique L'Institut national de recherche et de sécurité (INRS).
 - 25- MANUEL DE SÉCURITÉ BIOLOGIQUE EN LABORATOIRE Troisième édition. Organisation mondiale de la Santé.
 - 26- Isabelle pernin - wetzel Université Joseph Fourier Plate-forme Chimie-Enseignement Grenoble.
 - 27- Prévention des maladies professionnelles dans les instituts d'anatomie pathologique et dans les laboratoires d'histologie Marcel Jost, Martin Rüeegger, Alois Gutzwiller, Bernard Liechti, Robert Wolf.
 - 28- Biologie medicale nomenclature des actes:de prod/dr fs.
 - 29- Berhanu Seyoum Haramaya University In collaboration with the Ethiopia Public Health Training Initiative, The Carter Center,the Ethiopia Ministry of Health, and the Ethiopia Ministry of Education December 2006.
- ۳۰- گودرزی ح. فصل دهم ایمنی در آزمایشگاه.
- ۳۱- معصومه ا. نکات ایمنی در آزمایشگاه حشره شناسی مولکولی.
- ۳۲- یوسفی، ابطحی، سلیمانی فرد، ماهرالتقش، خزائیلی. مقررات کار و اصول ایمنی در آزمایشگاه گروه انگل و قارچ شناسی پزشکی.
- ۳۳- گودرزی م، سیدجوادی س، گودرزی ح. باکتری ها و مقاومت آنتی بیوتیکی. ۱۳۹۲(۹۷۸)-۶۰۰-۲۰۹-۱۰۸: (۲-۱۴۸).
- ۳۴- گودرزی م، سیدجوادی س، گودرزی ح. کلستریدیوم دیفیسیل و اسهال ناشی از مصرف آنتی بیوتیک. ۱۳۹۲(۹۷۸)-۶۰۰-۲۰۹-۱۴۷۵: ۱۳۲.

- ۳۵- گودرزی م، سیدجوادی س، میرصمدی ا، جهانی شرافت س، گودرزی ح. میکروبیولوژی باکتری، ویروس، انگل و قارچ شناسی. ۱۳۹۲(۹۷۸۶۰۰۲۰۹۱۱۹۲):۵۱۲.
- ۳۶- گودرزی م، سیدجوادی س. اطلس میکروبیولوژی (باکتری، ویروس، انگل و قارچ). ۱۳۹۲(۹۷۸۶۰۰۲۰۹۱۱۸۵):۳۳۶.
- ۳۷- سبزه علی ف، گودرزی م، گودرزی ح. استافیلوکوکوس اورئوس و استافیلوکوکهای کوآگولاز منفی (ویرولانسن، مقاومت آنتی بیوتیکی و اپیدمیولوژی مولکولی). ۱۳۹۶(۹۷۸۶۰۰۹۳۹۵۳۰۹):۱۵۲.
- ۳۹- گودرزی ح، نصیری ج، گودرزی م. مایکوباکتریوم توبرکلوزیس: نگرشی بر پاتوژن و روش های نوین تشخیصی و درمانی. ۱۳۹۴(۶۰۰۲۰۹۱۸۰۷):۱۳۴.
- ۴۰- حاکمی والا م، صابری س، طالب خان گروسی ی، جهانگیری تازه کند س، فرمند آزاده س، گودرزی م. آزمون های بیوشیمیائی تشخیصی در باکتری شناسی پزشکی. ۱۳۹۶(۹۷۸۶۰۰۵۲۴۳۳۲۱):۸۷۰.
- ۴۱- سبزه علی ف، گودرزی م، گودرزی ح. سودوموناس آئروژینوزا: بیماری زا، مقاومت آنتی بیوتیکی، و واکسن. ۱۳۹۹(۹۷۸۶۲۲۷۵۹۵۰۶۲):۲۰۱.

واژه نامه

Acrylamide; آکریل آمید	Bovine Spongiform Encephalopathy; آنسفالوپاتی اسفنجی
Adenovirus; آدنوویروس	گاوی
Aerosol; آئروسول	<i>Burkholderia pseudomallei</i> ; بورخ الدریا
Air bubble; حباب هوا	سودومالئی
Air-conditioning system; سیستم تهویه	Burns; سوختگی
Alkyl halide; آلکیل هالیدها	Carbon bag; کیسه کربن
Animal caring; نگهداری حیوانات	Carbon disulfide; دی سولفید کربن
Antibiotics; آنتی بیوتیک ها	Centers for Disease Control and Prevention; مراکز کنترل و پیشگیری از
Arthropods; بندپایان	بیماری
Ascetic fluid infection; آسیت عفونی	Central nervous system; سیستم عصبی
Assembly; مونتاژ	مرکزی
Autoclave; اتوکلاو	Centrifuge; سانتریفیوژ
<i>Bacillus anthracis</i> ; باسیلوس آنتراسیس	Chemicals; مواد شیمیایی
Biohazard sign; علامت خطر زیستی	Chloroform; کلروفرم
Biological hazard; خطر بیولوژی	<i>Cryptococcus neoformans</i> ; کریپتوکوکوس
Biological safety hoods; هودهای ایمنی	نتوفورمنس
بیولوژیکی	Combine; ترکیب کردن
Biological Safety Level (BSL) labs; آزمایشگاه های دارای سطح ایمنی بیولوژیک	Combustion; احتراق
Biological symptoms; علائم بیولوژیکی	Composite; کامپوزیت
Biosafety; ایمنی زیستی	Compressed gases; گازهای فشرده
Biosafety management; مدیریت امنیت	Corrosive gases; گازهای خوردنده
زیستی	<i>Coxiella burnetii</i> ; کوکسیلا بورنتی
	Crush; له کردن

Cyclohexane; سیکلوهگزان	Immediate evacuation; تخلیه فوری
Cylinder; سیلندر	Immunity; مصونیت
Cytology; سیتولوژی	Infectious; عفونی
Dangers; خطرات	Inhalation; استنشاق
Denaturing gradient gel electrophoresis; ژل الکتروفورز با گرادیان شیب ماده دنا توره کننده	Instructions; دستورالعمل
Dibromide; دی بروم	International symbols; نمادهای بین المللی
Disinfect; ضد عفونی کردن	Irritation; سوزش
Disposal of contaminants; دفع مواد آلوده	Javelle water; آب ژاول
Disposal of waste; دفع پسماندها	Laboratory Behavior; رفتار آزمایشگاهی
Dissection; برش	Laboratory layout; چیدمان آزمایشگاه
Education; آموزش	Laboratory safety; ایمنی آزمایشگاهی
Endonuclease; آندونوکلئاز	Locker room; رختکن
<i>Escherichia coli</i> ; اشریشیا کلی	Laboratory Technical Director; مدیر فنی آزمایشگاه
Ethidium bromide; اتیدیوم بروماید	Lymphatic tissue; بافت لنفاوی
Explosion; انفجار	Mechanical ventilation; تهویه مکانیکی
Eye protection; محافظت از چشم	Medical examination; معاینه ی پزشکی
Flammable gases; گازهای قابل اشتعال	Microbiological techniques; تکنیک های میکروبیولوژیکی
<i>Francisla Tolarensis</i> ; فرانسیسلا تولارنسیس	Microbiological toxins; سموم میکروبیولوژیکی
Friction; اصطکاک	Micropipette; سمپلر
Fire; حریق	<i>Mycobacterium tuberculosis</i> ; مایکوباکتریوم توبرکلوزیس
Fire extinguisher; کپسول آتش نشانی	National Institutes of Health; موسسه ملی بهداشت
Formaldehyde; فرمالدئید	<i>Neisseria meningitidis</i> ; نایسریا مننژیتیدیس
Formamide; فرمامید	Nitrile blue gloves; دستکش های آبی نیتریل
Fungi experiments; آزمایش های قارچی	Nucleic acid; اسید نوکلئیک
General coordinated system; سیستم هماهنگ شده ی عمومی	Oil bath; حمام روغن
HEPA filters; HEPA فیلترهای	Oral transmission; انتقال از دهان
Health Cares; مراقبت های بهداشتی	Organic peroxides; پراکسیدهای آلی
Hydatid cyst; کیست هیداتیک	
Hydrazine; هیدرازین	

Organomagnesium; ارگانوماژنیوم	<i>Staphylococcus aureus</i> ; استافیلوکوکوس
Optic nerve; عصب بینایی	اورئوس
Pathogenic Organism; ارگانسیم‌های عفونی	Stirring; به هم زدن
Parasitology; انگل شناسی	Stool sample; نمونه مدفوع
Pathogen; پاتوژن	<i>Streptococcus pyogenes</i> ; استرپتوکوک پیوژنز
Personal protection; حفاظت شخصی	Sulfochromic; سولفوکرومیک
Pet; حیوان اهلی	Sulfuric acid; اسید سولفوریک
Phenol; فنل	Technician; تکنسین
Pipette; پیپت	Toluene; تولوئن
Pituitary gland; غده هیپوفیز	Toxic fumes; دودهای سمی
<i>Plasmodium vivax</i> ; پلاسمادیوم ویواکس	Toxic gases; گازهای سمی
Pleural fluids; مایعات پلور	Ultra violet; اشعه ماوراء بنفش
Poisoning; مسمومیت	Vaccination; واکسیناسیون
Pollution; آلودگی	Venezuelan equine encephalitis virus; ویروس آنسفالیت اسی و ونزوئلایی
Polymerase chain reaction; واکنش زنجیره ای پلیمرز	World Health Organization; سازمان بهداشت جهانی
Potassium dichromate; دی کرومات پتاسیم	
Pregnant women; زنان باردار	
Prevention; ممانعت	
Prion disease; بیماری پریون	
Protozoa; پروتوزوآها	
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ; سودوموناس	
آئروژینوزا	
Radioactive materials; مواد رادیواکتیو	
Refractory blanket; پتوی نسوز	
Research projects; طرح های تحقیقاتی	
Rubella virus; ویروس سرخجه	
<i>Saccharomyces cerevisiae</i> ; ساکارومایسس	
سرویزه	
Sewage; پساب	
Sodium hypochlorite; هیپوکلریت سدیم	
Solvents; حلال ها	

نمایه

۱۶	اتوکلاو.....
۱۱۴	اتیل استات.....
۷۹	ارگانوماژنیوم.....
۱۲۷	اسپاتول.....
۱۷	استافیلوکوکوس اورئوس.....
۱۰۳	استریک کالچر.....
۱۴۷	استریلیوم.....
۱۳۴	اسمیوم تتراکسید.....
۶۰	اسید هیدروکلریک.....
۱۱۴	اسیدپیکریک.....
۹۹	اشریشیا کلی.....
۱۲۵	اشعه ماوراء بنفش.....
۲۷	اکتوپارازیت.....
۱۳۴	اکریلات ها.....
۲۷	اندوپارازیت.....
۱۵	انگل شناسی.....
۱۴	ایمنی آزمایشگاهی.....
۱۴	ایمونولوژی.....

آ

۱۱۶	آب ژاول.....
۱۷	آدنوویروس.....
۱۳۳	آسیت عفونی.....
۱۲۳	آکریل آمید.....
۶۱	آلکیل هالیدها.....
۱۴	آلودگی.....
۱۷	آموزش.....
۱۳۲	آناتومی و سیتولوژی.....
۱۳۹	آنتی بیوتیک ها.....
۱۲۸	آنزیم های محدودالانثر.....
۱۳۴	آنسفالوپاتی های اسفنجی.....
۱۶	آئروسل.....

ا

۳۲	اتاق تعویض.....
۱۴۴	اتاق ژل.....

- تنظیم رونویسی..... ۵۹
تهویه مکانیکی..... ۲۹
تهویه هوا..... ۵۰

ح

- حفاظت شخصی..... ۴۵
حلال های آلی غیر هالوژنه..... ۶۰
حمام روغن..... ۸۱
حیوان خانه..... ۲۰

خ

- خاموش کننده های آتش نشانی..... ۵۸
خطر استنشاق..... ۲۲
خطر سوختگی شدید..... ۱۴۵
خطرات مرتبط با رسیدگی..... ۵۶
خون شناسی..... ۱۴

د

- دستکش های نیتریل آبی..... ۱۴۸
دستورالعمل های رفتار و ایمنی..... ۱۳۸
دهلیز..... ۳۰
دوره آموزش آزمایشگاهی و میکروبیولوژیک..... ۳۲
دی بروما..... ۶۰

ر

- رگ زایی قارچ..... ۲۲
ریفلاکس..... ۶۶

ب

- باسیلوس آنتراسیس..... ۱۰۲
بافت لنفاوی..... ۱۳۲
بطری درب پیچ دار..... ۴۳
بورخ الدریا سودومالئی..... ۱۰۲
بیولوژی مولکولی..... ۱۲۲

پ

- پتوی نسوز..... ۵۸
پر خاشگیری..... ۲۷
پرسنل آزمایشگاهی..... ۴۰
پروتوزوا..... ۱۳۴
پروفیلاکسی..... ۱۰۰
پریون..... ۱۳۲
پساب های آزمایشگاهی..... ۱۹
پسماند..... ۲۳
پلاسمادیوم ویواکس..... ۱۰۴
پمپ های خلأ..... ۵۳
پسپت کردن با دهان..... ۱۰۴
پیشگیری..... ۲۱
پیوند فسفو دی استر..... ۱۲۷

ت

- تب دره ریفت..... ۱۹
تراتوزن..... ۵۶
تزریق آنتی سرم..... ۱۰۰
تقطیر..... ۶۴

ض

ضد عفونی ۲۱

ط

طراحی بهینه ی آزمایشگاه ۴۴

ظ

ظروف شیشه ای ۵۹

ع

عامل های اکساینده ۱۲۳

عصب بینایی ۱۳۲

عینک ایمنی ۴۵

غ

غده هیپوفیز ۱۳۲

ف

فرانسیسلا تولارنسیس ۱۰۲

فرمالین ۱۱۴

فروسیانید ۶۰

فری سیانید ۶۰

فضاهای ذخیره سازی ۴۷

فنل ۱۰۹

فوتواکسیداسیون ۱۲۷

ز

زباله های جامد ۱۵۰

زنان باردار ۱۶

ژ

ژنراتور ۴۸

س

ساب کالچر ۱۰۳

سازمان سلامت و ایمنی شغلی در آمریکا ۵۶

ساکارومایسس سرویزیه ۹۹

سانتریفیوژ ۲۲

سرد کردن لوپ ۱۰۳

سرنگ های یک بار مصرف ۲۴

سرولوژی ۱۳۳

سطوح ایمنی زیستی ۱۵

سنین باروری ۴۰

سوختگی و سوزش ۶۲

سودوموناس آئروژینوزا ۱۷

سولفات دی سدیم ۸۱

سولفوکرومیک ۱۲۹

سیستم کنترل کیفیت ۱۵

سیستم های ضد عبور بند پایان ۴۸

سیستم هماهنگ شدگی عمومی ۷۲

سیلندر اکسیژن ۱۴۵

سین نمبره اورتوهانتا ویروس ۱۹

- ۲۷ مسیر تلقیح.....
- ۳۶ مسئول فنی آزمایشگاه.....
- ۱۳۲ مشاهدات میکروسکوپی.....
- ۳۹ معاینات بهداشتی.....
- ۱۲۷ مواد ارگانیک.....
- ۲۲ مواد بیولوژیکی.....
- ۵۶ موتاژن.....
- ۳۳ موسسه ملی بهداشت.....
- ۶۶ مونتاژ دستگاه.....
- ۱۵ میکروارگانسیم.....
- ۱۴ میکروبیولوژی.....
- ۱۱۴ میکروسانتزیفیوژ.....
- ۱۱۴ میکروسکوپ فلوروسنت.....

ن

- ۱۱۴ نمونه های مدفوع.....

ه

- ۱۹ هودهای بیولوژیک.....
- ۶۱ هیدرازین.....
- ۶۹ هیدروکسید سدیم.....

و

- ۱۶ واکسیناسیون.....
- ۸۰ واکنش اکسیداسیون.....
- ۶۳ واکنش پذیری.....
- ۱۲۸ ویرکون.....
- ۱۰۴ ویروس آنسفالیت اسبی ونزولایی.....

- ۵۳ فیلتراسیون ذرات با بازده بالا.....

ق

- ۳۶ قوانین ایمنی عمومی.....

ک

- ۴۵ کابینت ایمنی بیولوژیکی.....
- ۵۶ کارسینوژن.....
- ۱۰۱ کامپوزیت.....
- ۱۲۷ کراس لینک.....
- ۱۸ کوکسیلا بورتی.....

گ

- ۵۲ گندزدایی گازی.....

م

- ۴۵ ماسک تنفسی.....
- ۱۳۳ مایعات پلور.....
- ۱۸ مایکوباکتریوم توبرکلوزیس.....
- ۱۲۴ محلول اتیدیوم بروماید.....
- ۱۰۳ محیط های کشت.....
- ۵۷ مداخله.....
- ۴۴ مراقبت های بهداشتی.....
- ۳۳ مراکز کنترل و پیشگیری از بیماری.....
- ۵۷ مسمومیت.....
- ۲۷ مسیر احتمالی دفع.....
- ۲۷ مسیر انتقال عادی.....

ویروس سرخچه..... ۴۰