



دانشگاه ساری
پایه

ایمینی در آزمایشگاه

(رشته شیمی)

دکتر خدیجه دیده بان

دکتر نرگس عجمی

امروزه کتاب‌خوانی و علم‌آموزی، نه تنها یک وظیفه‌ی ملی، که یک واجب دینی است.

مقام معظم رهبری

در عصر حاضر یکی از شاخصه‌های ارزیابی رشد، توسعه و پیشرفت فرهنگی هر کشوری میزان تولید کتاب، مطالعه و کتاب‌خوانی مردم آن مرز و بوم است. ایران اسلامی نیز از دیرباز تاکنون با داشتن تمدنی چندهزارساله و مراکز متعدد علمی، فرهنگی، کتابخانه‌های معتبر، علما و دانشمندان بزرگ با آثار ارزشمند تاریخی، سرآمد دولت‌ها و ملت‌های دیگر بوده و در عرصه‌ی فرهنگ و تمدن جهانی به‌سان خورشیدی تابناک همچنان می‌درخشد و با فرزندان نیک‌نهاد خویش هنرنمایی می‌کند. چه کسی است که در دنیا با دانشمندان فرزانه و نام‌آور ایرانی همچون ابوعلی سینا، ابوریحان بیرونی، فارابی، خوارزمی و ... همچنین شاعران برجسته‌ای نظیر فردوسی، سعدی، مولوی، حافظ و ... آشنا نباشد و در مقابل عظمت آنها سر تعظیم فرود نیاورد. تمامی این افتخارات ارزشمند، برگرفته از میزان عشق و علاقه فراوان ملت ما به فراگیری علم و دانش از طریق خواندن و مطالعه منابع و کتاب‌های گوناگون است. به شکرانه‌ی الهی، تاریخ و گذشته ما، همیشه درخشان و پربار است. ولی اکنون در این زمینه در چه جایگاهی قرار داریم؟ آمار و ارقام ارائه‌شده از سوی مجامع و سازمان‌های فرهنگی در مورد سرانه‌ی مطالعه‌ی هر ایرانی، برایمان چندان امیدوارکننده نمی‌باشد و رهبر معظم انقلاب اسلامی نیز از این وضعیت بارها اظهار گله و ناخشنودی نموده‌اند.

کتاب، دروازه‌ای به سوی گستره‌ی دانش و معرفت است و کتاب خوب، یکی از بهترین ابزارهای کمال بشری است. همه‌ی دستاوردهای بشر در سراسر عمر جهان تا آنجا که قابل کتابت بوده است، در میان دست‌نوشته‌هایی است که انسان‌ها پدید آورده و می‌آورند. در این مجموعه‌ی بی‌نظیر، تعالیم الهی، درس‌های پیامبران به بشر، و همچنین علوم مختلفی است که سعادت بشر بدون آگاهی از آنها امکان‌پذیر نیست. کسی که با دنیای زیبا و زندگی‌بخش کتاب ارتباط ندارد بی‌شک از مهم‌ترین دستاوردهای انسانی و نیز از بیشترین معارف الهی و بشری محروم است. با این دیدگاه، به‌روشنی می‌توان ارزش و مفهوم رمزی عمیق در این حقیقت تاریخی را دریافت که اولین خطاب خداوند متعال به پیامبر گرامی اسلام (ص) این است که «بخوان!» و در اولین

سوره‌ای که بر آن فرستاده‌ی عظیم‌الشان خداوند، فرود آمده، نام «قلم» به تجلیل یاد شده‌است: «إِقْرَأْ وَرَبُّكَ الْأَكْرَمُ. الَّذِي عَلَّمَ بِالْقَلَمِ» در اهمیت عنصر کتاب برای تکامل جامعه‌ی انسانی، همین بس که تمامی ادیان آسمانی و رجال بزرگ تاریخ بشری، از طریق کتاب جاودانه مانده‌اند.

دانشگاه پیام‌نور با گستره‌ی جغرافیایی ایران‌شمول خود با هدف آموزش برای همه، همه‌جا و همه‌وقت، به‌عنوان دانشگاهی کتاب‌محور در نظام آموزش عالی کشورمان، افتخار دارد جایگاه اندیشه‌سازی و خردورزی بخش عظیمی از جوانان جویای علم این مرز و بوم باشد. تلاش فراوانی در ایام طولانی فعالیت این دانشگاه انجام پذیرفته تا با بهره‌گیری از تجربه‌های گرانقدر استادان و صاحب‌نظران برجسته کشورمان، کتاب‌ها و منابع آموزشی درسی شاخص و خودآموز تولید شود. در آینده هم، این مهم با هدف ارتقای سطح علمی، روزآمدی و توجه بیشتر به نیازهای مخاطبان دانشگاه پیام‌نور با جدیت ادامه خواهد داشت. به‌طور قطع استفاده از نظرات استادان، صاحب‌نظران و دانشجویان محترم، ما را در انجام این وظیفه‌ی مهم و خطیر یاری‌رسان خواهد بود. پیشاپیش از تمامی عزیزانی که با نقد، تصحیح و پیشنهادهای خود ما را در انجام این وظیفه‌ی خطیر یاری می‌رسانند، سپاسگزاری می‌نماییم. لازم است از تمامی اندیشمندانی که تاکنون دانشگاه پیام‌نور را منزلگاه اندیشه‌سازی خود دانسته و ما را در تولید کتاب و محتوای آموزشی درسی یاری نموده‌اند، صمیمانه قدردانی گردد. موفقیت و بهروزی تمامی دانشجویان و دانش‌پژوهان عزیز آرزوی همیشگی ما است.

دانشگاه پیام‌نور

فهرست مطالب

پیشگفتار	یازده
فصل اول. ایمنی و حفاظت، محیط آزمایشگاه.....	۱
هدف کلی	۱
هدف‌های یادگیری.....	۱
مقدمه.....	۱
۱-۱ ایجاد فرهنگ ایمنی و حفاظت.....	۲
۲-۱ تعریف ایمنی.....	۳
۳-۱ اصول ایمنی.....	۴
۴-۱ قوانین و مقررات مربوط به ایمنی.....	۵
۵-۱ ایمنی و مقررات بهداشتی - الزامات قانونی.....	۶
۶-۱ محیط آزمایشگاه.....	۶
۷-۱ استانداردهای لازم در ساخت و طراحی آزمایشگاه.....	۷
۸-۱ ملاحظات عمومی طراحی آزمایشگاه.....	۱۵
خلاصه فصل اول.....	۱۵
خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل اول.....	۱۶
خودآزمایی تشریحی فصل اول.....	۱۷
فصل دوم. تجهیزات موجود در آزمایشگاه.....	۱۹
هدف کلی	۱۹
هدف‌های یادگیری.....	۱۹
مقدمه.....	۱۹
۱-۲ تجهیزات آزمایشگاهی.....	۲۰

۲۱	۲-۲ انواع دستگاه‌های عمومی در آزمایشگاه‌ها.....
۲۱	۱-۲-۲ pH متر.....
۲۱	۲-۲-۲ هود.....
۲۲	۳-۲-۲ آون آزمایشگاهی.....
۲۲	۴-۲-۲ الکتروفورز.....
۲۲	۵-۲-۲ سانتریفوژ.....
۲۳	۶-۲-۲ اتوکلاو.....
۲۳	۷-۲-۲ لامپ UV.....
۲۴	۸-۲-۲ مایکروویو.....
۲۴	۹-۲-۲ لوله‌های مکندم.....
۲۴	۱۰-۲-۲ صفحه گرم‌کننده یا هیتر.....
۲۴	۱۱-۲-۲ دوش‌های ایمنی.....
۲۵	۱۲-۲-۲ شوینده‌های چشمی.....
۲۶	۱۳-۲-۲ جعبه‌های دستکش دار.....
۲۶	۱۴-۲-۲ ترازوی آزمایشگاهی.....
۲۷	۱۵-۲-۲ همزن مغناطیسی.....
۲۷	۱۶-۲-۲ شیکر آزمایشگاهی.....
۲۸	۱۷-۲-۲ کوره آزمایشگاهی.....
۲۸	۳-۲ تجهیزات الکتریکی.....
۲۹	۴-۲ هشدارهای عمومی برای کار با تجهیزات برقی.....
۳۱	۵-۲ دستگاه‌های سرمایشی.....
۳۳	۶-۲ دستگاه‌های گرمایشی.....
۳۳	۷-۲ گازهای متراکم.....
۳۴	۸-۲ دستورالعمل‌های عمومی برای کار با سیلندرهای دارای گازهای متراکم.....
۳۹	۹-۲ لوازم شیشه‌ای.....
۳۹	۱۰-۲ اقدامات احتیاطی لازم در هنگام استفاده از ظروف شیشه‌ای.....
۴۰	۱۱-۲ وسایل و دستگاه‌های ایمنی و اورژانسی.....
۴۰	۱۲-۲ تجهیزات حفاظتی و پوششی برای پرسنل آزمایشگاه.....
۴۴	۱۳-۲ تجهیزات ایمنی و آزمایشگاهی.....
۴۴	۱۴-۲ تجهیزات ایمنی اطفای حریق در آزمایشگاه.....
۴۴	۱-۱۴-۲ خاموش‌کننده‌ها یا کپسول‌های آتش‌نشانی.....
۴۵	۲-۱۴-۲ انواع خاموش‌کننده‌ها.....
۴۸	خلاصه فصل دوم.....
۴۹	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل دوم.....
۵۰	خودآزمایی تشریحی فصل دوم.....
۵۳	فصل سوم. مواد شیمیایی.....

۵۳	هدف کلی.....
۵۳	هدف‌های یادگیری.....
۵۳	مقدمه.....
۵۴	۱-۳ ایمنی مواد شیمیایی.....
۵۵	۲-۳ خطرات فیزیکی.....
۵۶	۱-۲-۳ اشتعال پذیری.....
۵۷	۲-۲-۳ انفجار.....
۵۸	۳-۲-۳ مواد خورنده.....
۶۱	۴-۲-۳ سیلندرهای حاوی گازهای متراکم.....
۶۴	۵-۲-۳ خطرات الکتریکی.....
۶۴	۳-۳ خطرات شیمیایی.....
۶۶	۴-۳ روش‌های ایمن آزمایشگاهی برای جلوگیری از خطرات مواد شیمیایی.....
۶۶	۱-۴-۳ پرهیز از تنها کارکردن.....
۶۶	۲-۴-۳ جلوگیری از تماس مستقیم با مواد شیمیایی.....
۶۷	۳-۴-۳ شست‌وشوی مرتب دست‌ها.....
۶۷	۴-۴-۳ پرهیز از غذا و نوشیدنی در آزمایشگاه.....
۶۸	۵-۴-۳ دسترسی به تجهیزات و خروجی‌های اضطراری.....
۶۸	۶-۴-۳ استفاده درست از علائم آزمایشگاهی.....
۶۸	۷-۴-۳ آماده‌سازی فضا.....
۶۹	۵-۳ انواع مواد خطرناک.....
۶۹	۱-۵-۳ مواد اکسیدکننده.....
۷۰	۲-۵-۳ مواد پراکسید.....
۷۱	۳-۵-۳ مواد شیمیایی ناسازگار.....
۷۲	۱-۳-۵-۳ روش‌های نگهداری مواد شیمیایی ناسازگار.....
۷۳	۲-۳-۵-۳ نکات ایمنی لازم در هنگام کار با مواد شیمیایی ناسازگار.....
۷۳	۴-۵-۳ مواد سمی.....
۷۵	۵-۵-۳ مواد شیمیایی واکنش پذیر.....
۷۶	۶-۳ مقررات تهیه مواد شیمیایی.....
۷۷	۷-۳ منابع اطلاعاتی مواد شیمیایی.....
۷۷	۱-۷-۳ برگه اطلاعات ایمنی مواد شیمیایی (MSDS).....
۷۸	۲-۷-۳ برچسب نام ماده شیمیایی.....
۸۱	۳-۷-۳ انواع برچسب‌ها.....
۸۱	۱-۳-۷-۳ برچسب روی ظرف اصلی.....
۸۲	۲-۳-۷-۳ برچسب محلول‌های کار یا استوک.....
۸۲	۳-۳-۷-۳ برچسب ظروف ویژه.....
۸۲	۴-۳-۷-۳ برچسب اضافی مورد نیاز برای مواد شیمیایی پراکسیدی.....

۸۳	۵-۳-۷-۳ برچسب مورد نیاز برای مواد شیمیایی ضدتروریستی استاندارد.....
۸۳	۶-۳-۷-۳ برچسب‌های مخصوص ظروف زباله.....
۸۳	۴-۷-۳ شیوه کار با مواد شیمیایی.....
۸۴	خلاصه فصل سوم.....
۸۶	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل سوم.....
۸۷	خودآزمایی تشریحی فصل سوم.....
۸۹	فصل چهارم. علائم آزمایشگاهی.....
۸۹	هدف کلی.....
۸۹	هدف‌های یادگیری.....
۸۹	مقدمه.....
۹۰	۱-۴ علائم در آزمایشگاه.....
۹۱	۲-۴ اجزای علائم.....
۱۰۴	خلاصه فصل چهارم.....
۱۰۵	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل چهارم.....
۱۰۶	خودآزمایی تشریحی فصل چهارم.....
۱۰۹	فصل پنجم. حفاظت، آموزش و ایمنی کارکنان.....
۱۰۹	هدف کلی.....
۱۰۹	هدف‌های یادگیری.....
۱۰۹	مقدمه.....
۱۱۰	۱-۵ نمودار سازمانی کارکنان.....
۱۱۰	۲-۵ تعداد کارکنان.....
۱۱۰	۳-۵ آموزش ایمنی در آزمایشگاه برای همه کارکنان.....
۱۱۱	۴-۵ الزامات ایمنی کارکنان در آزمایشگاه.....
۱۱۱	۱-۴-۵ استفاده از تجهیزات فردی مناسب.....
۱۱۲	۲-۴-۵ منابع تولید جرقه.....
۱۱۲	۳-۴-۵ برداشت مایعات با پی‌پت.....
۱۱۳	۴-۴-۵ سوختگی با مواد شیمیایی.....
۱۱۴	۵-۴-۵ محافظت از چشم و صورت.....
۱۱۵	۶-۴-۵ وسایل و دستگاه‌های کمک تنفسی.....
۱۱۵	۷-۴-۵ دوش اضطراری.....
۱۱۵	۸-۴-۵ نکات ایمنی هنگام کار با وسایل شیشه‌ای.....
۱۱۶	۹-۴-۵ وسایل شخصی کارکنان.....
۱۱۶	خلاصه فصل پنجم.....
۱۱۷	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل پنجم.....

۱۱۷	خودآزمایی تشریحی فصل پنجم
۱۱۹	فصل ششم. انبارداری و حمل و نقل
۱۱۹	هدف کلی
۱۱۹	هدف‌های یادگیری
۱۱۹	مقدمه
۱۲۰	۱-۶ مفاهیم انبارداری مواد شیمیایی
۱۲۰	۱-۲-۶ انبار
۱۲۱	۲-۲-۶ انبارداری
۱۲۱	۳-۲-۶ هدف‌های تشکیل انبار در آزمایشگاه
۱۲۱	۴-۲-۶ ساختمان انبار آزمایشگاهی
۱۲۲	۵-۲-۶ چیدمان انبار شیمیایی
۱۲۳	۳-۶ مسئولیت‌ها در برابر انبارش و محافظت از مواد شیمیایی
۱۲۳	۱-۳-۶ مسئولیت رئیس آزمایشگاه
۱۲۳	۲-۳-۶ مسئولیت کارکنان و دانشجویان
۱۲۴	۳-۳-۶ مسئولیت واحد ایمنی و سلامت
۱۲۴	۴-۳-۶ برگ اطلاعات ایمنی مواد شیمیایی «MSDS»
۱۲۵	۴-۶ نکات قابل توجه در ارتباط با مواد شیمیایی
۱۲۶	۱-۴-۶ شرایط انبارش مواد در داخل آزمایشگاه
۱۳۰	۲-۴-۶ نگهداری اسیدها
۱۳۱	۳-۴-۶ نگهداری مواد به شدت سمی
۱۳۱	۴-۴-۶ نگهداری مواد قابل اشتعال
۱۳۳	۵-۴-۶ نگهداری مواد شیمیایی خورنده
۱۳۳	۶-۴-۶ نگهداری مواد قابل انفجار (واکنش‌زا)
۱۳۳	۷-۴-۶ مایعات و گازهای سرمازا
۱۳۴	۵-۶ حمل و نقل مواد شیمیایی
۱۳۶	خلاصه فصل ششم
۱۳۷	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل ششم
۱۳۸	خودآزمایی تشریحی فصل ششم
۱۳۹	فصل هفتم. کمک‌های اولیه در آزمایشگاه‌ها و انبار مواد شیمیایی
۱۳۹	هدف کلی
۱۳۹	هدف‌های یادگیری
۱۳۹	مقدمه
۱۴۰	۱-۷ خدمات پزشکی و کمک‌های اولیه
۱۴۰	۲-۷ انواع مشکلات پزشکی مرتبط با آزمایشگاه

۱۴۰	۱-۲-۷ استنشاق گازها و بخارات.....
۱۴۱	۲-۲-۷ تماس مواد شیمیایی با پوست و چشم.....
۱۴۱	۳-۲-۷ سوختگی.....
۱۴۴	۴-۲-۷ شوک الکتریکی.....
۱۴۵	۵-۲-۷ مواجهه با سرمای شدید.....
۱۴۵	۶-۲-۷ بریدگی ها یا زخم های باز.....
۱۴۵	۷-۲-۷ آسیب های جراحی مانند کبودی و شکستگی استخوان.....
۱۴۵	۸-۲-۷ مواجهه با عوامل بیولوژیکی.....
۱۴۶	۹-۲-۷ قرار گرفتن در معرض تابش.....
۱۴۷	خلاصه فصل هفتم.....
۱۴۷	خودآزمایی چهارگزینه ای فصل هفتم.....
۱۴۸	خودآزمایی تشریحی فصل هفتم.....
۱۴۹	پاسخنامه خودآزمایی های چهارگزینه ای.....
۱۵۱	منابع.....

پیشگفتار

با سپاس بیکران به درگاه خداوند متعال که توفیق تألیف کتاب ایمنی در آزمایشگاه را به اینجانبان عطا فرمود، لازم دانستیم نکات و مطالبی را درباره انگیزه خود در تألیف این کتاب به اطلاع دانشجویان عزیز و اساتید گرامی برسانیم. نخست آنکه مخاطبان این کتاب دانشجویان، پژوهشگران و استادان رشته شیمی و رشته‌های مرتبط با شیمی است، یعنی کلیه افرادی که با هدف‌های آموزشی یا پژوهشی در آزمایشگاه‌های شیمی کار می‌کنند و با مواد شیمیایی، وسایل و تجهیزات آزمایشگاهی سروکار دارند. همگان می‌دانند که کار با ترکیبات شیمیایی و برخی تجهیزات آزمایشگاهی خطراتی را به دنبال دارد و چنانچه هنگام استفاده از این وسایل و تجهیزات اصول و نکات ایمنی رعایت نشوند، ممکن است حوادث ناگواری رخ دهد و گاهی حوادث جبران‌ناپذیری ایجاد شود.

چنانچه دانشجویان و پژوهشگران با اصول ایمنی در آزمایشگاه آشنا باشند، به هنگام وقوع حوادث و سوانح، که گاهی بر اثر غفلت و سهل‌انگاری رخ می‌دهند به خوبی می‌توانند این حوادث را مدیریت کنند و به جای غافل‌گیری یا اقدامات غلط شتاب‌زده، بهترین اقدام و عکس‌العمل ممکن را از خود نشان دهند و در نتیجه ضایعات و خسارت‌های ناشی از حوادث آزمایشگاهی را به حداقل ممکن برسانند. همچنین در عصر حاضر نسبت به گذشته ملاحظات زیست‌محیطی و پایداری به اصول شیمی سبز اهمیت ویژه‌ای یافته است. از این‌رو ملاحظات از قبیل استفاده از حداقل مواد شیمیایی، آب و انرژی و نیز روش‌های صحیح رفع و دفع زباله‌های آزمایشگاهی اهمیت به‌سزایی یافته است.

کتاب حاضر برای تحقق بخش عمده‌ای از هدف‌های فوق به رشته تحریر درآمده است، به گونه‌ای که با رعایت نکته‌ها، اصول و دستورالعمل مندرج در فصل‌های هفت‌گانه کتاب، احتمال وقوع حوادث ناگوار در آزمایشگاه (مسمومیت، انفجار، آتش‌سوزی و غیره) بسیار کمتر می‌شود و در صورت وقوع این حوادث، خسارت‌ها و صدمات به حداقل خواهد رسید و امنیت کار در آزمایشگاه به میزان قابل توجهی افزایش خواهد یافت. بدیهی است پرداختن به همه مسائل مرتبط با ایمنی آزمایشگاه و ضوابط و شاخص‌های زیست‌محیطی و شیمی‌سبز در یک کتاب درسی میسر نیست. لذا به دانشجویان و پژوهشگران عزیز توصیه می‌شود با مراجعه مداوم به منابع علمی مکتوب و مجازی، در این زمینه معلومات و مهارت‌های خود را به روز کنند و سطح دانش و آمادگی خود را ارتقا بخشند. نویسندگان کتاب از نقدها و نظرات سازنده خوانندگان محترم استقبال می‌کنند و این نظرات را در ویرایش‌ها و چاپ‌های بعدی لحاظ خواهند کرد. در نهایت مراتب سپاس خود را از تلاش مسئولان و زحمات ارزشمند و صادقانه ویراستار محترم علمی جناب آقای دکتر نژادعلی و پرسنل محترم دفتر تدوین، سرکار خانم اکرم خواجه‌پور و سرکار خانم مینا حاجی‌انزهایی و سایر عزیزانی که در زمینه پیشبرد تدوین این کتاب، نقش به‌سزایی داشتند، ابراز می‌داریم.

دکتر نرگس عجمی - دکتر خدیجه دیده‌بان

فصل اول

ایمنی و حفاظت، محیط آزمایشگاه

هدف کلی

هدف از این فصل تعریف اصول ایمنی و بیان استانداردهای لازم در زمینه فضای فیزیکی و نحوه قرارگرفتن وسایل و تجهیزات ضمن رعایت اصول ایمنی است.

هدف‌های یادگیری

- دانشجو پس از یادگیری مطالب این فصل باید بتواند:
۱. قوانین و اصول ایمنی را توضیح دهد.
 ۲. مفهوم فرهنگ ایمنی و حفاظت را تعریف کند.
 ۳. محیط آزمایشگاه و انواع آن را شرح دهد.
 ۴. در زمینه استانداردهای لازم در ساخت و طراحی آزمایشگاه اصول کلی را بیان کند.
 ۵. ملاحظات عمومی لازم به منظور طراحی آزمایشگاه را توضیح دهد.

مقدمه

در قرن اخیر، علم شیمی درک ما را از جهان فیزیک و زیست افزایش داده است. سنتز بسیاری از مواد طبیعی و شیمیایی در زندگی مدرن، بشر را وادار به انجام کار در آزمایشگاه‌های شیمی کرده است. از عصر کیمیاگری، دانشمندان هنگام کار در آزمایشگاه‌های شیمی همواره در معرض خطر بوده‌اند. در سال‌های اخیر روش‌هایی ویژه برای کنترل‌های محیطی، تجهیزات برای نگهداری و مدیریت ایمنی شیمیایی توسعه یافته است. توسعه «فرهنگ ایمنی» در آزمایشگاه‌ها باعث می‌شود که محیطی

سالم و ایمن برای یادگیری، آموزش و کارکردن مهیا شود. لذا مسائل ایمنی در پیشگیری، حفظ و ارتقا سلامت انسان‌ها که مهم‌ترین منابع هر سازمان در مقابل حوادث و آسیب‌ها است، مورد توجه سازمان‌های بین‌المللی بهداشت قرار گرفته است.

۱-۱ ایجاد فرهنگ ایمنی و حفاظت

توجه به آمار مربوط به حوادث ناشی از کارکردن با مواد شیمیایی نشان می‌دهد که استفاده از این مواد سالانه جان هزاران انسان را به خطر انداخته است و یکی از عمده‌ترین علل این مسئله ناشی از عدم رعایت مقررات ایمنی و بهداشتی در آزمایشگاه‌ها است. ایجاد فرهنگ ایمنی و حفاظت مبتنی بر به رسمیت شناختن رفاه هر فرد، نیازمند کار گروهی و شخصی است. آگاهی از اصول ایمنی و احتیاط در آزمایشگاه، و آموزش با چنین شیوه‌ای باید به عنوان اولویت اول آزمایشگاه سازمان وابسته، در جهت آماده‌سازی دانشجویان برای مشاغل آزمایشگاه‌های صنعتی، دولتی، دانشگاهی و بهداشت و درمان مدنظر قرار گیرد. ترویج ایمنی و امنیت از سوی دانشگاه در طول سال‌های تحصیلی نه تنها برای دانشجویان در مقاطع کارشناسی و کارشناسی ارشد الزامی است، بلکه برای همه کارکنان موجود در آن محیط نیز باید الزامی باشد. ایمنی و حفاظت موفق، نیاز به احساس تعهد و مسئولیت روزانه از هر کس در مؤسسه مربوطه دارد.

فرهنگ ایمنی و حفاظت در داخل مؤسسه نیاز به ساختمان مستحکم و یک برنامه مدیریتی موفق در آزمایشگاه‌های شیمیایی دارد. افراد در همه سطوح باید به اهمیت روش‌های از بین بردن و در معرض خطر قرار گرفتن با مواد خطرناک در آزمایشگاه را بدانند. ایجاد فرهنگ ایمنی و حفاظت مستلزم تعهد پایدار به استانداردهای بالا و به‌روزرسانی شده در همه سطوح از مسئول سازمان تا کارمندان است. ایجاد سیستم مدیریتی ایمن، عملیات آزمایشگاهی را بهبود بخشیده و شرایطی که منجر به آسیب، بیماری، و یا تأثیر نامطلوب زیست محیطی می‌شود، را پیش‌بینی و یا جلوگیری می‌کند. چگونگی اعمال عناصر جداگانه در این چارچوب بستگی به بزرگی سازمان، ماهیت فعالیت‌های آن، و خطرات شرایط ویژه برای عملیاتی کردن آن دارد [۱].

سؤال ۱-۱. ایجاد فرهنگ ایمنی و حفاظت در یک مؤسسه مستلزم چه مواردی است؟

پاسخ. ساختمان مستحکم، برنامه مدیریتی موفق در آزمایشگاه‌های شیمیایی، آشنایی همه افراد با روش‌های مواجهه با مواد خطرناک در آزمایشگاه، افزایش استاندارد آزمایشگاه‌ها، و به‌روزرسانی آن‌ها.

۲-۱ تعریف ایمنی

ایمنی یک نوع انضباط یا نظم تجربی است. این بدان معنی است که باید یاد گرفت چگونه از حوادث و وقایع گذشته ایمن بود. تجربه به ما درس می‌آموزد، اما این بدان معنی نیست که اشتباهات زیاد انجام داد. بسیاری از انسان‌ها نمی‌خواهند در تجربه شخصی خود آتش‌سوزی، انفجار، در معرض مواد سمی قرار گرفتن، یا حوادث خطرناک دیگر داشته باشند. باید دستورالعمل‌های ایمنی را از تجارب نامطلوب دیگران یاد گرفت. از جمله با در نظر گرفتن ملاحظات ایمنی در تصمیم‌گیری‌های روزانه، خطر مواجه شدن با حوادث نامطلوب را کاهش داد و این امر به‌سادگی با تفکر در مورد ایمنی و اقدامات لازم برای جلوگیری از حوادث به‌خصوص در آزمایشگاه حاصل می‌شود.

سؤال ۲-۱. ایمنی را تعریف کنید؟

پاسخ. ایمنی یک نوع انضباط یا نظم تجربی است و بدان معنی است که باید یاد گرفت چگونه از حوادث و وقایع گذشته ایمن بود.

عوامل متعددی می‌تواند به ایمن بودن کمک کنند که مهم‌ترین آن‌ها توسط گلر^۱ و همکارش بیان شد:

۱. عوامل محیطی شامل امکانات، محل، تجهیزات، روش‌ها، و استانداردها
۲. عوامل فردی شامل نگرش، باورها، شخصیت، دانش، مهارت‌ها و توانایی
۳. عوامل رفتاری شامل عملکرد ایمن و خطرناک

این عوامل به هم پیوسته بوده و هر عاملی در دیگری مؤثر است و برای ایمن بودن نیاز به هر سه عامل است، چون تأثیر مهمی بر روی سلامتی دارند، اگر آزمایشگاه دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی ایمن باشد، دانشجویان و اساتید با امنیت کامل با مشاهده

قوانین و دستورالعمل‌های ایمنی کار می‌کنند، پس افراد شروع به هماهنگ شدن با آن محیط خواهند شد، با این بیان که: «ایمنی در آزمایشگاه مهم است و همچنین من می‌خواهم با امنیت کامل کار کنم».

سؤال ۱-۳. مهم‌ترین عوامل لازم برای کار در یک محیط ایمن را نام ببرید؟

پاسخ. به منظور انجام کار در یک محیط ایمن، عوامل محیطی، فردی، رفتاری نقش بسیار مهمی دارند.

۱-۳ اصول ایمنی

از مهم‌ترین اصول ایمنی می‌توان به چهار مورد زیر اشاره کرد:

۱. **تشخیص خطرات.** شناختن خطرات مواد شیمیایی مستلزم شناخت دقیق مواد شیمیایی، تجهیزات، و روش کارکردن با آن‌ها است. بسته به دانش هر شخص می‌توان آن را یک فرایند بسیار چالش برانگیز دانست. میلیون‌ها مواد شیمیایی وجود دارد، که شناخت خطرات همه آن‌ها امکان‌پذیر نیست، اما به کمک دو روش می‌توان از این خطرات جلوگیری کرد:

روش اول. بسیاری از مواد شیمیایی به یک یا دو دسته از نظر خطرناک بودن دسته‌بندی می‌شوند، برای شناخت بهتر خطرات این مواد باید در قدم اول با اصطلاحات و اطلاعات آن‌ها آشنا شد که خواص مواد شیمیایی مختلف را توصیف می‌کنند. به عنوان مثال مواد آتش گیر کدام مواد هستند؟ تفاوت بین مواد خورنده و سمی چیست؟ از کجا باید دانست یک ماده شیمیایی هیچ کدام از این خواص را ندارد؟

روش دوم. شناخت تخصصی مواد شیمیایی است که نیاز به اطلاعات درست و در دسترس درباره این مواد نظیر برچسب ظروف، برگه‌های اطلاعات ایمنی مواد^۱ (MSDS)، کتاب‌های مرجع، و صحبت کردن با افراد با تجربه است.

۲. **تشخیص ریسک‌ها.** تشخیص و روش مواجهه با خطرات ناشی از این مواد، مهم‌ترین اصل در بین اصول ایمنی است. این امر نیاز به آگاهی کامل از انواع

خطرات در مواجهه با مواد شیمیایی مختلف در واکنش شیمیایی، تجهیزات مورد استفاده دارد. به عنوان مثال آیا این واکنش گرمازا است و امکان دارد در حین انجام واکنش منجر به آتش یا انفجار شود؟ آیا هر گونه ماده شیمیایی درگیر در واکنش ممکن است منجر به بروز آتش سوزی شود؟ شانس قرار گرفتن در معرض یک ماده شیمیایی سمی چیست؟ پس این عوامل نشان می دهد نباید خطرات را دست کم گرفت. در واقع این کتاب و سایر منابع شیمی به ما کمک می کند قضاوت بهتری درباره این ریسک ها داشته باشیم.

۳. به حداقل رساندن خطرات. به حداقل رساندن خطرات، نیازمند توجه دقیق به هر دو عامل طراحی و اجرای یک آزمایش است که مستلزم مدیریت صحیح، یا عدم قرار گرفتن در معرض خطر با استفاده از شیوه های ایمنی آزمایشگاهی است. مراحل کلیدی مهم در کاهش خطرات شامل طراحی و انجام آزمایش ها ایمنی در ذهن، استفاده از تجهیزات محافظ شخصی مانند عینک، هودهای شیمیایی و غیره است.

۴. آمادگی برای اورژانس. با وجود تلاش برای جلوگیری از بروز حوادث و قرار گرفتن در معرض خطر در آزمایشگاه، عاقلانه است آمادگی لازم برای مواجهه با خطرات در شرایط اضطراری همواره مهیا باشد. از جمله شرایط اضطراری می توان به آتش سوزی، انفجار، قرار گرفتن در معرض مواد شیمیایی، صدمات شخصی اشاره کرد. آماده شدن برای شرایط اضطراری شامل شناخت تجهیزات ایمنی که به راحتی در دسترس بوده و روش کار با آنها است. همچنین افراد نیازمند به دانستن زمان و چگونگی خروج از یک آزمایشگاه و دسترسی به محل جعبه کمک های اولیه هستند.

۱-۴ قوانین و مقررات مربوط به ایمنی

قوانین مجموعه ای از دستورات هستند که توسط یک مرجع مشخص مانند دولت ایجاد می شوند. مقررات در واقع یک مجموعه ویژه ای از نیازها برای انجام جزئیات قوانین ایجاد شده است. قوانین و مقررات زیادی وجود دارند که توجه این کتاب بیشتر در مورد آزمایشگاه ها است.

۱-۵ ایمنی و مقررات بهداشتی - الزامات قانونی

به‌طورکلی یک مجموعه‌ای از الزامات قانونی و حقوقی برای تأسیس یک محیط امن و سالم وجود دارد که کارفرما موظف به رعایت تمام جوانب این مقررات ایمنی است. این مقررات شامل کارشناسان، مدیران، مربیان، استادان و کارکنان آزمایشگاه است.

نمونه‌هایی از استانداردهای شغلی به شرح زیر ارائه شده است:

۱. داشتن اطلاعات لازم در زمینه دفع زباله‌های خطرناک
۲. داشتن آگاهی و صلاحیت لازم در زمینه عمل در مواقع اضطرار و موارد اورژانسی
۳. آگاهی لازم درباره استانداردهای عمومی برای حفاظت از سر، پا، صورت، چشم، و حفاظت از پوست و دستگاه تنفسی
۴. استاندارد لازم در مورد آشنایی کارکنان با روش کار با مواد سمی و خطرناک شامل آموزش آن‌ها درباره برگه‌های اطلاعات ایمنی مواد و روش نگهداری این مواد
۵. آشنایی با مقررات مربوط به مواد رادیواکتیو

۱-۶ محیط آزمایشگاه

به منظور سهولت انجام کار تجربی و کاهش حوادث، همه آزمایشگاه‌ها باید به‌طور استاندارد طراحی شوند. همه کارکنان آزمایشگاه باید روش به کارگیری امکانات و تجهیزات موجود و همچنین با قابلیت‌ها و محدودیت‌های آزمایشگاه اعم از سیستم تهویه، کنترل‌های محیط‌زیستی، هود آزمایشگاهی، و سایر دستگاه‌های تخلیه آشنابوده و روش صحیح استفاده از آن‌ها را بدانند. برای انجام کار آزمایشگاهی باید هر دو عامل ایمنی و بهره‌وری در نظر گرفته شود. ساخت و طراحی یک مرکز آزمایشگاهی بستگی به دستورالعمل و برنامه ویژه‌ای دارد. همه آزمایشگاه‌ها باید طوری طراحی شوند که تسهیلات لازم به منظور انجام کار تجربی، و تمهیدات مورد نیاز جهت کاهش حوادث و سوانح در نظر گرفته شود. در طراحی فضای آزمایشگاه‌ها باید اصول ایمنی را در مواردی نظیر فضای کاری استاندارد، طراحی سیستم‌های روشنایی مطلوب، ایجاد سیستم تهویه مطبوع مناسب، و نیز نیروی کار مورد نیاز به‌کارگرفت تا یک محیط کاری ایمن ایجاد شود [۱]. شکل ۱-۱ تصاویری از طراحی یک آزمایشگاه استاندارد را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۱. نمونه‌ای از طراحی یک آزمایشگاه استاندارد.

اجرای برنامه ایمنی در آزمایشگاه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. ساختمان آزمایشگاه بسته به نوع آزمایشگاه متفاوت است و برحسب نوع استفاده از آن دسته‌بندی می‌شود. انواع آزمایشگاه عبارت‌اند از: ۱. آموزشی ۲. تحقیقاتی ۳. صنعتی.

۷-۱ استانداردهای لازم در ساخت و طراحی آزمایشگاه

به‌طور کلی استانداردهای لازم در طراحی محیط آزمایشگاه به‌صورت زیر است:

- تهویه عمومی هوا و فیلتراسیون مناسب. استفاده از هودهای آزمایشگاهی مناسب و فیلترهای ذغال فعال در تصفیه هوای ورودی و خروجی آزمایشگاه لازم است. تهویه هوا یکی دیگر از روش‌های کاهش خطرهای ناشی از مواد شیمیایی موجود در هوا است. سیستم‌های تهویه هوا با توجه به محیط‌های کاری مختلف، می‌تواند انواع گوناگونی داشته باشد. نکته مهم درمورد این سیستم‌ها بازبینی دوره‌ای و تأییدیه صحت کارکرد آن‌ها توسط مسئولین فنی ذی‌ربط است.
- کف اتاق‌ها و محل عبور باید صاف و درعین‌حال غیرقابل لیزخوردن، و عاری از هرگونه حفره و برآمدگی ناشی از پوشش نامناسب باشد.

۸ ایمنی در آزمایشگاه

- دیوارها، کف و سقف آزمایشگاه باید از جنسی باشد که به آسانی قابل شست و شو باشد.
- نور کافی در آزمایشگاه وجود داشته باشد و میزان نور متناسب با نوع فعالیت باشد.
- لوله کشی مناسب با محیط آزمایشگاه و مقاوم در برابر مواد خورنده باشد.
- فضای هر آزمایشگاه باید متناسب با نوع فعالیت و تعداد تجهیزات آزمایشگاهی موجود در آن محیط باشد.
- جنس مصالح به کار رفته در ساخت آزمایشگاه از نوع نسوز و ضد حریق باشد.
- پله های خروج اضطرار در ساختمان آزمایشگاه احداث شود.
- دستگاه های شست و شوی اتوماتیک اضطراری برای شستشوی بدن، چشم در محل های مناسب و لازم نصب شود و بازدیدهای دوره ای آنها در زمان های مشخص انجام گیرد. مکان نصب دوش و چشمشوی اضطراری باید کاملاً مشخص و در معرض دید قرار داشته باشد. دستگاه چشمشوی باید هفته ای یک بار بازمینی شود و با باز کردن جریان آب آن ذرات احتمالی تخلیه و شسته شود. شکل ۱-۲ انواع مختلفی از دستگاه های دوش حمام و چشم، و شکل ۱-۳ محل مناسب نصب را نشان می دهد.
- همه افراد حاضر در آزمایشگاه با روش استفاده از تجهیزات ایمنی آشنا باشند، به همه پرسنل اطلاعات و آموزش لازم داده شود و فردی به عنوان مدیر ایمنی معین شود.



شکل ۱-۲. انواع مختلف دستگاه های دوش حمام و چشم.



شکل ۳-۱. محل مناسب نصب دوش ایمنی آزمایشگاهی برای استفاده در موارد اورژانسی در کوتاه‌ترین مدت.

- کمد و کابینت‌های مناسب برای نگهداری مواد و وسایل آزمایشگاهی در محل‌های مناسب نصب شود. شکل زیر نحوه نگهداری مواد شیمیایی در داخل کابینت را نشان می‌دهد.



شکل ۴-۱. تصویری از کابینت برای نگهداری مواد شیمیایی.