



## آشنایی با اصول کار – ایمنی و نگهداری تجهیزات آزمایشگاهی

دکتر ناهید رسولی دوه‌بوینی    دکتر مریم موحدی

امروز کتابخوانی و علم‌آموزی نه تنها یک وظیفه‌ی ملی، که یک واجب دینی است.<sup>۱</sup>

### 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 عرصه 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 شکرانه الهی، تاریخ و گذشته ما، همیشه درخشان و پر بار است. ولی اکنون در این زمینه در چه جایگاهی قرار داریم؟ آمار و ارقام ارائه‌شده از سوی مجامع و سازمان‌های فرهنگی در مورد سرانه مطالعه هر ایرانی، برایمان چندان امیدوارکننده نمی‌باشد.

کتاب، دروازه‌ای به سوی گستره دانش و معرفت است و کتاب خوب، یکی از بهترین ابزارهای کمال بشری است. همه 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 مجموعه 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 دستاورد 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 فرستاده عظیم‌الشأن خداوند، فرود آمده، نام «قلم» به تجلیل یاد

1. <https://farsi.khamenei.ir/message-content?id=2696>

شده است: «إِقْرَأْ وَ رَبُّكَ الْأَكْرَمُ. الَّذِي عَلَّمَ بِالْقَلَمِ» در اهمیت عنصر کتاب برای تکامل جامعه انسانی، همین بس که تمامی ادیان آسمانی و رجال بزرگ تاریخ بشری، از طریق کتاب جاودانه مانده اند.

دانشگاه پیام نور با گستره جغرافیایی ایران شمول خود با هدف آموزش برای همه، همه جا و همه وقت، به عنوان دانشگاهی کتاب محور در نظام آموزش عالی کشورمان، افتخار دارد جایگاه اندیشه سازی 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 بهره گیری از تجربه های گرانقدر استادان و صاحب نظران برجسته کشورمان، کتاب ها 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 پیام نور با جدیت ادامه خواهد داشت. به طور قطع استفاده از نظرات استادان، صاحب نظران و دانشجویان محترم، ما را در انجام این وظیفه مهم و خطیر یاری رسان خواهد بود. پیشاپیش از تمامی عزیزانی که با نقد، تصحیح و پیشنهادهای خود ما را در انجام این وظیفه خطیر یاری می رسانند، سپاسگزاری می نمایم. لازم است از تمامی اندیشمندانی که تاکنون دانشگاه پیام نور را منزلگاه اندیشه سازی خود دانسته و ما را در تولید کتاب و محتوای آموزشی درسی یاری نموده اند، صمیمانه قدردانی گردد. موفقیت و بهروزی تمامی دانشجویان و دانش پژوهان عزیز آرزوی همیشگی ما است.

دانشگاه پیام نور

## فهرست مطالب

پیشگفتار ..... پانزده

مقدمه ..... هفده

فصل اول. میکروسکوپ ..... ۱

۱-۱ آشنایی مقدماتی ..... ۱

۲-۱ کاربرد میکروسکوپ ..... ۲

۳-۱ انواع میکروسکوپ بر اساس تعداد چشمی ..... ۲

۱-۳-۱ میکروسکوپ تک چشمی ..... ۳

۲-۳-۱ میکروسکوپ دو چشمی ..... ۳

۳-۳-۱ میکروسکوپ سه چشمی ..... ۳

۴-۱ انواع میکروسکوپ بر اساس آشکارساز ..... ۳

۱-۴-۱ میکروسکوپ نوری ..... ۳

۱-۴-۱-۱ اجزای نوری میکروسکوپ نوری ..... ۴

۲-۴-۱-۱ اجزای مکانیکی میکروسکوپ نوری ..... ۴

۲-۴-۱ میکروسکوپ فلورسانس ..... ۵

۱-۲-۴-۱ طرز کار با میکروسکوپ فلورسانس ..... ۶

۲-۲-۴-۱ آماده‌سازی نمونه ..... ۷

۳-۲-۴-۱ تهیه نمونه با پروتئین‌های فلورسنت (پروتئین‌های فلورسنت سبز) ..... ۷

۴-۲-۴-۱ تهیه نمونه با پروتئین‌های فلورسنت (آنزیم‌های نشان‌دار) ..... ۷

۳-۴-۱ میکروسکوپ ماوراءبنفش ..... ۸

۴-۴-۱ میکروسکوپ زمینه سیاه ..... ۹

۵-۴-۱ میکروسکوپ اختلاف فاز ..... ۹

- ۱-۴-۶ میکروسکوپ الکترونی ..... ۱۰
- ۱-۵-۵ روش‌های نگهداری و تمیزکردن میکروسکوپ ..... ۱۲
- ۱-۵-۱ ایمنی و پیشگیری از خطرات احتمالی ..... ۱۳

## فصل دوم. pH متر ..... ۱۷

- ۱-۲-۱ آشنایی مقدماتی ..... ۱۷
- ۲-۲-۱ اصول کار دستگاه pH متر ..... ۱۸
- ۳-۲-۱ اجزای pH متر ..... ۱۹
- ۳-۲-۱ الکتروود سنسور ..... ۱۹
- ۳-۲-۲ الکتروود مرجع ..... ۱۹
- ۴-۲-۱ انواع دستگاه pH متر ..... ۲۰
- ۵-۲-۱ مراحل کلی کالیبراسیون دستگاه pH متر ..... ۲۱
- ۶-۲-۱ مراحل کالیبراسیون ..... ۲۱
- ۶-۲-۱ pH متر را با یک محلول دارای pH معین کالیبره کنید ..... ۲۱
- ۶-۲-۲ الکتروودها را در محلول کالیبراسیون قرار دهید ..... ۲۲
- ۶-۲-۳ کلید دستگاه را از وضعیت آماده به وضعیت اندازه‌گیری pH تغییر دهید ..... ۲۲
- ۶-۲-۴ pH محلول را تنظیم کنید ..... ۲۲
- ۶-۲-۵ خاموش کردن pH متر ..... ۲۲
- ۷-۲-۱ نکات مهم در نگهداری دستگاه pH متر ..... ۲۳
- ۸-۲-۱ نحوه مراقبت از الکتروودهای pH متر ..... ۲۴

## فصل سوم. اتوکلاو ..... ۲۹

- ۱-۳-۱ آشنایی مقدماتی ..... ۲۹
- ۲-۳-۱ انواع دستگاه اتوکلاو ..... ۲۹
- ۳-۲-۱ اتوکلاو خانگی ..... ۳۰
- ۳-۲-۲ اتوکلاو آزمایشگاهی ..... ۳۰
- ۳-۲-۳ اتوکلاو بیمارستانی ..... ۳۰
- ۳-۲-۴ اتوکلاو کلینیکال ..... ۳۱
- ۳-۲-۵ اتوکلاو دندانپزشکی ..... ۳۲
- ۳-۲-۶ اتوکلاو بتن ..... ۳۲
- ۳-۲-۷ اتوکلاو گروه N ..... ۳۳
- ۳-۲-۸ اتوکلاو گروه S ..... ۳۳
- ۳-۲-۹ اتوکلاو گروه B ..... ۳۴
- ۳-۲-۱۰ اتوکلاو سریع ..... ۳۴
- ۳-۲-۱۱ اتوکلاو درجه حرارت بالا ..... ۳۵
- ۳-۲-۱۲ اتوکلاو درجه حرارت پایین ..... ۳۵

|                                                    |    |
|----------------------------------------------------|----|
| ۳-۳ نکات مهم در انتخاب دستگاه اتوکلاو .....        | ۳۶ |
| ۳-۴ نکات مهم هنگام استفاده از دستگاه اتوکلاو ..... | ۳۶ |
| ۳-۵ نکات ایمنی کار با اتوکلاو .....                | ۳۷ |
| ۳-۶ اجزای اتوکلاو .....                            | ۳۸ |
| ۳-۷ اساس کار اتوکلاو .....                         | ۳۹ |
| ۳-۸ استریلیزاسیون اتوکلاو .....                    | ۳۹ |
| ۳-۹ روش استفاده از دستگاه اتوکلاو .....            | ۴۰ |
| ۳-۱۰ نگهداری و کالیبراسیون دستگاه اتوکلاو .....    | ۴۱ |
| ۳-۱۱ کاربرد دستگاه اتوکلاو .....                   | ۴۱ |

## فصل چهارم. انکوباتور ..... ۴۳

|                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------|----|
| ۴-۱ آشنایی مقدماتی .....                                    | ۴۳ |
| ۴-۲ انواع انکوباتور .....                                   | ۴۴ |
| ۴-۲-۱ انکوباتور صنعتی .....                                 | ۴۴ |
| ۴-۲-۲ انکوباتور پزشکی .....                                 | ۴۵ |
| ۴-۲-۳ انکوباتورهای آزمایشگاهی .....                         | ۴۵ |
| ۴-۲-۴ ۱-۳-۲-۴ انکوباتور استاندارد .....                     | ۴۵ |
| ۴-۲-۴ ۲-۳-۲-۴ انکوباتورهای یخچال دار یا خنک کننده .....     | ۴۵ |
| ۴-۲-۴ ۳-۳-۲-۴ انکوباتور دی اکسید کربنی .....                | ۴۶ |
| ۴-۲-۴ ۴-۳-۲-۴ انکوباتور مرطوب .....                         | ۴۶ |
| ۴-۲-۴ ۵-۳-۲-۴ انکوباتور شیکردار .....                       | ۴۶ |
| ۴-۲-۴ ۶-۳-۲-۴ انکوباتور دو منظوره .....                     | ۴۶ |
| ۴-۳ نکات لازم در نظافت انکوباتور آزمایشگاهی .....           | ۴۶ |
| ۴-۴ افزایش طول عمر انکوباتور آزمایشگاهی .....               | ۴۷ |
| ۴-۴ ۱-۴-۴ انکوباتور خود را در محل مناسبی نصب کنید .....     | ۴۸ |
| ۴-۴ ۲-۴-۴ دما را کنترل کنید .....                           | ۴۹ |
| ۴-۴ ۳-۴-۴ میزان رطوبت و CO <sub>2</sub> را کنترل کنید ..... | ۵۰ |

## فصل پنجم. پیپت ها..... ۵۱

|                                                    |    |
|----------------------------------------------------|----|
| ۵-۱ آشنایی مقدماتی .....                           | ۵۱ |
| ۵-۲ اصول عملکرد پیپت آزمایشگاهی .....              | ۵۲ |
| ۵-۳ انواع و کاربرد پیپت های ثابت و متغیر .....     | ۵۳ |
| ۵-۴ توصیه ها و الزامات استفاده از پیپت .....       | ۵۳ |
| ۵-۵ روش صحیح استفاده از پیپت .....                 | ۵۴ |
| ۵-۶ نگهداری صحیح پیپت جهت افزایش کاربرد پیپت ..... | ۵۶ |
| ۵-۶-۱ ارزیابی و بررسی .....                        | ۵۶ |

- ۵-۶-۲ تمیز کردن و آلودگی زدایی پیت ..... ۵۶
- ۵-۶-۳ کالیبراسیون پیت آزمایشگاهی ..... ۵۸

## فصل ششم. ترازوها ..... ۵۹

- ۱-۶-۱ آشنایی مقدماتی ..... ۵۹
- ۲-۶-۱ انواع ترازو آزمایشگاهی ..... ۵۹
- ۱-۲-۶ ترازوی دو کفه‌ای آزمایشگاهی ..... ۵۹
- ۲-۲-۶ ترازو آزمایشگاهی یک کفه‌ای ..... ۶۰
- ۳-۲-۶ ترازوی سه صفر آزمایشگاهی ..... ۶۱
- ۴-۲-۶ ترازو آزمایشگاهی آنالیتیکال ..... ۶۱
- ۵-۲-۶ ترازو آزمایشگاهی رطوبتی ..... ۶۲
- ۶-۲-۶ ترازو آزمایشگاهی پرتابل ..... ۶۳
- ۳-۶-۱ نحوه کار با ترازوی دیجیتال در آزمایشگاه ..... ۶۴
- ۴-۶-۱ کالیبراسیون ترازوی آزمایشگاهی ..... ۶۴
- ۵-۶-۱ مهم‌ترین نکات نگهداری از انواع ترازوی آزمایشگاهی ..... ۶۵
- ۱-۵-۶ سطح قرارگیری ترازوی آزمایشگاهی ..... ۶۵
- ۲-۵-۶ دور بودن ترازو از میدان‌های الکتریکی ..... ۶۵
- ۳-۵-۶ پرهیز از توزین بلافاصله بعد از روشن کردن ترازو ..... ۶۶
- ۴-۵-۶ تمیز کردن منظم صفحه توزین ..... ۶۶
- ۵-۵-۶ دقت در هنگام توزین اسیدها و مواد آسیب‌زا ..... ۶۶
- ۶-۵-۶ استفاده از ظرف مناسب برای توزین ..... ۶۶
- ۷-۵-۶ توجه به دمای ظرف و ماده‌ای که قرار است توزین شود ..... ۶۶
- ۸-۵-۶ استفاده از پنس به جای دست ..... ۶۷

## فصل هفتم. حمام آب آزمایشگاهی (بن ماری) ..... ۶۹

- ۱-۷-۱ آشنایی مقدماتی ..... ۶۹
- ۲-۷-۱ موارد کاربرد حمام آب آزمایشگاهی ..... ۷۰
- ۳-۷-۱ بررسی ساختار و اجزای تشکیل دهنده حمام‌های آب آزمایشگاهی ..... ۷۰
- ۴-۷-۱ راه‌اندازی دستگاه بن ماری آزمایشگاهی ..... ۷۱
- ۵-۷-۱ نگهداری از دستگاه بن ماری آزمایشگاهی ..... ۷۲

## فصل هشتم. سانتریفیوژ ..... ۷۵

- ۱-۸-۱ آشنایی مقدماتی ..... ۷۵
- ۲-۸-۱ اجزای سانتریفیوژ ..... ۷۶
- ۳-۸-۱ انواع سانتریفیوژها ..... ۷۶
- ۱-۳-۸ سانتریفیوژهای رومیزی ..... ۷۶

- ۸-۳-۲ سانتریفیوژ رومیزی یخچالی ..... ۷۶
- ۸-۳-۳ سانتریفیوژ کلینیکال ..... ۷۷
- ۸-۳-۴ میکرو سانتریفیوژها ..... ۷۷
- ۸-۳-۵ سانتریفیوژ خلأ ..... ۷۸
- ۸-۴ نکات لازم جهت کنترل و نگهداری از سانتریفیوژ آزمایشگاهی ..... ۷۸

## فصل نهم. همزن مغناطیسی آزمایشگاهی ..... ۸۱

- ۹-۱-۱ آشنایی مقدماتی ..... ۸۱
- ۹-۲-۱ عملکرد همزن مغناطیسی ..... ۸۱
- ۹-۳-۱ هیتر مغناطیسی آزمایشگاهی ..... ۸۲
- ۹-۴-۱ انواع مدل‌های هیتر آزمایشگاهی ..... ۸۲
- ۹-۴-۱-۱ هیتر آزمایشگاهی استیرر ..... ۸۲
- ۹-۴-۲-۱ هیتر آزمایشگاهی صنعتی ..... ۸۳
- ۹-۴-۳-۱ هیتر آزمایشگاهی با پوشش خاص ..... ۸۳
- ۹-۴-۴-۱ هیتر متیل آزمایشگاهی ..... ۸۳
- ۹-۵ کاربردها و مزایای استفاده از هیتر استیرر ..... ۸۴
- ۹-۶ نکات نگهداری از هیتر آزمایشگاهی ..... ۸۵

## فصل دهم. دستگاه آب مقطر گیری ..... ۸۷

- ۱۰-۱-۱ آشنایی مقدماتی ..... ۸۷
- ۱۰-۲-۱ کاربرد آب مقطر آزمایشگاهی ..... ۸۷
- ۱۰-۲-۱-۱ موارد کاربرد آب مقطر در آزمایشگاه ..... ۸۸
- ۱۰-۳-۱ انواع آب مقطر آزمایشگاهی و خصوصیات آن ..... ۸۸
- ۱۰-۴-۱ دستگاه آب مقطرگیری ..... ۸۸
- ۱۰-۴-۱-۱ طریقه استفاده از دستگاه آب مقطر گیری ..... ۸۹
- ۱۰-۴-۱-۱-۱ ایجاد بخار ..... ۸۹
- ۱۰-۴-۱-۲ سوپاپ کنترل آب ..... ۸۹
- ۱۰-۴-۱-۳ سطح آب ..... ۹۰
- ۱۰-۴-۱-۴ آب در حالت مایع ..... ۹۰
- ۱۰-۴-۱-۵ اتصالات از نوع هیدرولیکی ..... ۹۰
- ۱۰-۴-۱-۶ لوله مبرد آب ..... ۹۰
- ۱۰-۴-۱-۷ المنت ..... ۹۰
- ۱۰-۴-۱-۸ متراکم کننده بخار ..... ۹۰
- ۱۰-۴-۱-۹ فیلترهای کرین ..... ۹۱
- ۱۰-۴-۱-۱۰ مخزن آب مقطر تولید شده ..... ۹۱
- ۱۰-۴-۲ الزامات راه‌اندازی و نصب دستگاه آب مقطرگیری ..... ۹۱

- ۱۰-۵ نحوه نگهداری دستگاه آب مقطرگیری آزمایشگاهی..... ۹۲
- ۱۰-۵-۱ ارزیابی و تمیز کردن تانک تولیدکننده بخار..... ۹۲
- ۱۰-۵-۲ تعویض فیلتر کربن فعال..... ۹۳
- ۱۰-۵-۳ نظافت کندانسور..... ۹۴
- ۱۰-۵-۴ استریل کردن تانک ذخیره آب مقطر..... ۹۴

## فصل یازدهم. حمام اولتراسونیک..... ۹۷

- ۱۱-۱ آشنایی مقدماتی..... ۹۷
- ۱۱-۲ تجهیزات مورد نیاز حمام اولتراسونیک..... ۹۷
- ۱۱-۲-۱ آلومینیوم یا استیل ضدزنگ..... ۹۷
- ۱۱-۲-۲ مبدل‌های اولتراسونیک..... ۹۷
- ۱۱-۲-۳ کنترل‌کننده زمان و دما..... ۹۸
- ۱۱-۲-۴ سویچ روشن و خاموش..... ۹۸
- ۱۱-۲-۵ شیر تخلیه..... ۹۸
- ۱۱-۲-۶ انرژی الکتریسته..... ۹۸
- ۱۱-۲-۷ سبد یا فیکسچر..... ۹۸
- ۱۱-۲-۸ حالت‌های شست‌وشو..... ۹۸
- ۱۱-۲-۹ مکانیزم شست‌وشو..... ۹۸
- ۱۱-۲-۱۰ فرکانس..... ۹۹
- ۱۱-۲-۱۱ قدرت اولتراسونیک..... ۹۹
- ۱۱-۳ انواع مختلف دستگاه‌های اولتراسونیک..... ۹۹
- ۱۱-۳-۱ دستگاه‌های اولتراسونیک سنگین صنعتی..... ۹۹
- ۱۱-۳-۲ پاک‌کننده‌های کوچک رومیزی..... ۱۰۰
- ۱۱-۳-۳ سیستم‌های کوچک اولتراسونیک..... ۱۰۰
- ۱۱-۳-۴ محلول‌های شوینده..... ۱۰۰
- ۱۱-۳-۵ زمان شست‌وشو..... ۱۰۱
- ۱۱-۴ کاربردهای اولتراسونیک..... ۱۰۱
- ۱۱-۵ چگونه دستگاه اولتراسونیک را نگهداری کنیم؟..... ۱۰۲

## فصل دوازدهم. کروماتوگرافی..... ۱۰۳

- ۱۲-۱ آشنایی مقدماتی..... ۱۰۳
- ۱۲-۲ اصطلاحات کروماتوگرافی..... ۱۰۳
- ۱۲-۳ انواع کروماتوگرافی..... ۱۰۵
- ۱۲-۳-۱ دسته‌بندی روش‌ها بر اساس شکل بستر جداسازی..... ۱۰۵
- ۱۲-۳-۱-۱ کروماتوگرافی ستونی..... ۱۰۵
- ۱۲-۳-۱-۲ کروماتوگرافی سطحی..... ۱۰۵

|     |                                                                         |           |
|-----|-------------------------------------------------------------------------|-----------|
| ۱۰۵ | ..... کروماتوگرافی کاغذی                                                | ۳-۱-۳-۱۲  |
| ۱۰۵ | ..... کروماتوگرافی لایه نازک (TLC)                                      | ۴-۱-۳-۱۲  |
| ۱۰۵ | ..... کروماتوگرافی ستونی                                                | ۵-۱-۳-۱۲  |
| ۱۰۶ | ..... انواع کروماتوگرافی ستونی                                          | ۶-۱-۳-۱۲  |
| ۱۰۷ | ..... اجزای کروماتوگرافی ستونی                                          | ۷-۱-۳-۱۲  |
| ۱۰۷ | ..... مراحل کروماتوگرافی ستونی                                          | ۸-۱-۳-۱۲  |
| ۱۰۸ | ..... کاربردهای کروماتوگرافی ستونی                                      | ۹-۱-۳-۱۲  |
| ۱۰۸ | ..... کروماتوگرافی سطحی                                                 | ۱۰-۱-۳-۱۲ |
| ۱۰۹ | ..... کروماتوگرافی کاغذی                                                | ۱۱-۱-۳-۱۲ |
| ۱۰۹ | ..... کروماتوگرافی لایه نازک                                            | ۱۲-۱-۳-۱۲ |
| ۱۱۰ | ..... دسته‌بندی روش‌های کروماتوگرافی بر اساس نوع فاز                    | ۲-۳-۱۲    |
| ۱۱۱ | ..... کروماتوگرافی گازی                                                 | ۱-۲-۳-۱۲  |
| ۱۱۱ | ..... کروماتوگرافی مایع                                                 | ۲-۲-۳-۱۲  |
| ۱۱۱ | ..... کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (HPLC)                           | ۳-۲-۳-۱۲  |
| ۱۱۳ | ..... روش‌های کروماتوگرافی خاص                                          | ۳-۳-۱۲    |
| ۱۱۴ | ..... تشخیص مشکلات در HPLC و یافتن علت آن‌ها                            | ۴-۳-۱۲    |
| ۱۱۵ | ..... مشکلات مرتبط با فاز متحرک                                         | ۱-۴-۳-۱۲  |
| ۱۱۶ | ..... تشخیص و رفع مشکلات مرتبط با پمپ                                   | ۲-۴-۳-۱۲  |
| ۱۱۷ | ..... شناسایی و رفع مشکلات مرتبط با تزریق کننده نمونه و حلال‌های تزریقی | ۳-۴-۳-۱۲  |

|     |                                                   |  |
|-----|---------------------------------------------------|--|
| ۱۱۹ | ..... فصل سیزدهم. اسپکتروفتومتری                  |  |
| ۱۱۹ | ..... ۱-۱۳ آشنایی مقدماتی                         |  |
| ۱۲۰ | ..... ۲-۱۳ اجزای اسپکتروفتومتر (UV-Vis)           |  |
| ۱۲۰ | ..... ۱-۲-۱۳ منبع تابش                            |  |
| ۱۲۰ | ..... ۲-۲-۱۳ محفظه نمونه                          |  |
| ۱۲۱ | ..... ۳-۲-۱۳ مونوکروماتور یا تکرنگ ساز            |  |
| ۱۲۲ | ..... ۴-۲-۱۳ آشکارساز                             |  |
| ۱۲۲ | ..... ۱-۴-۲-۱۳ فتولتایی                           |  |
| ۱۲۲ | ..... ۲-۴-۲-۱۳ فتولوله                            |  |
| ۱۲۲ | ..... ۳-۴-۲-۱۳ فتومالتی پلایر یا چندلایه ساز نوری |  |
| ۱۲۳ | ..... ۴-۴-۲-۱۳ صفحه نمایشگر                       |  |
| ۱۲۳ | ..... ۳-۱۳ انواع اسپکتروفتومتری از نظر دستگاهی    |  |
| ۱۲۳ | ..... ۱-۳-۱۳ تک پرتویی                            |  |
| ۱۲۳ | ..... ۲-۳-۱۳ دو پرتویی                            |  |
| ۱۲۳ | ..... ۴-۱۳ کالبراسیون                             |  |
| ۱۲۴ | ..... ۵-۱۳ نحوه کار با اسپکتروفتومتر              |  |

|     |                                            |
|-----|--------------------------------------------|
| ۱۲۴ | ۱۳-۶ کالبراسیون اسپکتروفتومتر مادون قرمز   |
| ۱۲۵ | ۱۳-۷ کاربردهای اسپکتروفتومتر               |
| ۱۲۵ | ۱۳-۸ شرایط استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر |

## فصل چهاردهم. اتوانالایزر..... ۱۲۷

|     |                                                                                |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------|
| ۱۲۷ | ۱-۱۴ آشنایی مقدماتی                                                            |
| ۱۲۸ | ۱۴-۲ اصول کار دستگاه اتوانالایزر                                               |
| ۱۲۹ | ۱۴-۳ قسمت‌های مختلف دستگاه اتوانالایزر                                         |
| ۱۳۰ | ۱۴-۴ سخت افزاز در دستگاه اتوانالایزر به دو بخش اصلی و لوازم جانبی تقسیم می‌شود |
| ۱۳۰ | ۱۴-۴-۱ قسمت‌های اصلی سخت‌افزار یک دستگاه اتوانالایزر                           |
| ۱۳۱ | ۱۴-۴-۲ لوازم جانبی سخت‌افزاری در دستگاه اتوانالایزر                            |
| ۱۳۱ | ۱۴-۵ مزایای اتوانالایزر در آزمایشگاه                                           |
| ۱۳۱ | ۱۴-۶ روش‌های اندازه‌گیری                                                       |
| ۱۳۱ | ۱۴-۶-۱ روش فتومتری                                                             |
| ۱۳۱ | ۱۴-۶-۲ فتومتری انعکاسی                                                         |
| ۱۳۲ | ۱۴-۶-۳ فلورومتری                                                               |
| ۱۳۲ | ۱۴-۶-۴ کدورت سنجی یا نفلومتری                                                  |
| ۱۳۲ | ۱۴-۶-۵ الکترودیون انتخابی                                                      |
| ۱۳۲ | ۱۴-۷ تقسیم‌بندی اتوانالایزرهای بیوشیمی براساس روش قرائت تست‌ها                 |
| ۱۳۳ | ۱۴-۸ عیوب دستگاه                                                               |
| ۱۳۳ | ۱۴-۹ روش‌های نگهداری دستگاه اتوانالایزر                                        |

## فصل پانزدهم. شیکر..... ۱۳۵

|     |                                            |
|-----|--------------------------------------------|
| ۱۳۵ | ۱-۱۵ آشنایی مقدماتی                        |
| ۱۳۵ | ۱۵-۲ انواع شیکر آزمایشگاهی و کاربردهایش    |
| ۱۳۶ | ۱۵-۲-۱ شیکر آزمایشگاهی اوربیتالی           |
| ۱۳۶ | ۱۵-۲-۲ شیکر آزمایشگاهی صفحه‌ای             |
| ۱۳۷ | ۱۵-۲-۳ شیکر آزمایشگاهی موجی                |
| ۱۳۷ | ۱۵-۲-۴ دستگاه شیکر آزمایشگاهی انکوباتور    |
| ۱۳۷ | ۱۵-۲-۵ روتوشیکر یا شیکر آزمایشگاهی خورشیدی |
| ۱۳۸ | ۱۵-۳ نحوه نگهداری از دستگاه شیکر           |
| ۱۳۸ | ۱۵-۳-۱ نصب ایمن                            |
| ۱۳۹ | ۱۵-۳-۲ الزامات عمومی ایمنی                 |
| ۱۳۹ | ۱۵-۳-۳ نگهداری عمومی                       |

## فصل شانزدهم. فور یا آن آزمایشگاهی..... ۱۴۱

|     |                     |
|-----|---------------------|
| ۱۴۱ | ۱۶-۱ آشنایی مقدماتی |
|-----|---------------------|

|     |                                                 |
|-----|-------------------------------------------------|
| ۱۴۱ | ۲-۱۶ بخش‌های مختلف آون آزمایشگاهی.....          |
| ۱۴۱ | ۱-۲-۱۶ محفظه درونی.....                         |
| ۱۴۱ | ۲-۲-۱۶ المنت‌های گرم‌کننده.....                 |
| ۱۴۲ | ۳-۲-۱۶ عایق‌های حرارتی.....                     |
| ۱۴۲ | ۴-۲-۱۶ سیستم کنترل و نمایش دمای درون محفظه..... |
| ۱۴۳ | ۵-۲-۱۶ سیستم‌های حفاظتی.....                    |
| ۱۴۳ | ۳-۱۶ اصول کارکرد فور آزمایشگاهی.....            |
| ۱۴۳ | ۴-۱۶ تجهیزات مورد نیاز به منظور نصب آون.....    |
| ۱۴۴ | ۵-۱۶ شیوه به کار بردن فور آزمایشگاهی.....       |
| ۱۴۴ | ۱-۵-۱۶ شیوه عملکرد معمول آون.....               |
| ۱۴۴ | ۲-۵-۱۶ نحوه کار با فور.....                     |
| ۱۴۵ | ۶-۱۶ نکات مهم در نحوه کار با فور.....           |
| ۱۴۵ | ۷-۱۶ نکات ایمنی.....                            |
| ۱۴۶ | منابع.....                                      |



## پیشگفتار

توسعه دانشگاه‌ها به لحاظ تعداد رشته‌های تحصیلی و همچنین پراکندگی در استان‌ها و شهرها از یک‌سو و تمایل دانشجویان به تحصیل و کسب مدارک عالی برای دانش‌افزایی و امکان دستیابی به شغل مناسب، موجب گردیده شاهد افزایش آمار فارغ‌التحصیلان دانشگاهی باشیم که متأسفانه به دلیل اشتغال محدود در دستگاه‌های دولتی و بخش خصوصی، فقط برای تعداد معدودی امکان جذب وجود دارد. واضح است که دانش فنی، توانایی و آشنایی دانش‌آموختگان با محیط‌های کاری مورد تقاضا در جذب، استمرار حضور و امنیت شغلی آنان بسیار مؤثر خواهد بود. از طرفی پیشرفت علم و توسعه صنایع مختلف و استفاده از مواد شیمیایی گوناگون نیاز به استفاده از دستگاه‌های مختلف جهت آنالیز، اندازه‌گیری و نگهداری نمونه‌های شیمیایی موجب شده موضوع آشنایی با اصول کار و نگهداشت تجهیزات آزمایشگاهی مورد توجه قرار گیرد. تجربه اینجانب در حوزه تدریس و آزمایشگاه‌های دانشگاه پیام نور نشان داده که بسیاری از فارغ‌التحصیلان رشته‌های مرتبط که در یکی از کارخانجات و کارگاه‌ها و شرکت‌های دارویی و شیمیایی مشغول به کار می‌شوند، از اطلاعات اولیه کمی در این زمینه بهره‌مند هستند. لذا مشاهدات مذکور، اینجانب و همکاران را بر آن داشته که مجموعه‌ای فراهم آوریم تا شاید بخشی از نیازهای علمی و اطلاعاتی دانشجویان و فارغ‌التحصیلان رشته‌های شیمی و مرتبط با آن را تأمین نماید.

مؤلفان



## مقدمه

طی چند دهه گذشته و با شتاب بیشتر در سال‌های اخیر شاهد روند روبه بهبود در کیفیت ارائه خدمات آزمایشگاهی بوده‌ایم. تجهیزات آزمایشگاهی یکی از ارکان تضمین‌کننده کیفیت نتایج آزمایشگاهی است. تعدد و تنوع روزافزون روش‌های تشخیصی نوین و تجهیزات تخصصی آزمایشگاهی سبب شده ضرورت ایجاد یک سیستم مدیریت علمی و کارآمد در زمینه تجهیزات آزمایشگاهی بیش از پیش احساس شود. این کتاب اصول فنی و عملکردی ابزار پایه و تجهیزات مختلف آزمایشگاه را به تفکیک و تفصیل توضیح می‌دهد و مطالعه آن می‌تواند علاوه بر ارتقاء دانش فنی، دیدگاه سیستماتیک به مدیریت تجهیزات را در تکنسین‌های آزمایشگاه به وجود آورد. جای آن دارد که از کلیه دست‌اندرکاران تهیه این کتاب تشکر و قدردانی کرده و مطالعه این مجموعه ارزشمند را به تمامی دانشجویان و تکنسین‌های آزمایشگاه توصیه می‌نمایم. هدف آن ارائه درک بهتر از الزامات تکنیکی در زمینه استفاده و نگهداری انواع مختلف ابزارها، و وسایل که نقش مهمی در انجام آزمایش‌ها ایفا می‌کنند، است. همچنین در این راهنما برای حمایت از پرسنل مدیریت فنی، و اجرای مدیریت کیفیت و نگهداری تلاش شده است. با توجه به گوناگونی منابع و مدل‌های مختلف، این راهنما شامل توصیه‌های عمومی است.



# فصل اول

## میکروسکوپ

### ۱-۱ آشنایی مقدماتی

میکروسکوپ برگرفته از واژه‌های یونانی به معنای کوچک<sup>۱</sup> و دیدن<sup>۲</sup> یا بررسی کردن است. میکروسکوپ‌ها با توجه به رنگ زمینه با اسامی متفاوت رایج در ذیل طبقه‌بندی می‌شوند:

- میکروسکوپ نوری با میدان دید شفاف
- میکروسکوپ نوری با میدان دید تیره
- میکروسکوپ نوری فلورسانس
- میکروسکوپ نوری فارکوتراست
- میکروسکوپ نوری تداخلی
- میکروسکوپ نوری نورپلاریزه
- میکروسکوپ نوری معکوس
- میکروسکوپ استریوسکوپ (سه‌بعدی)

میکروسکوپ وسیله‌ای دقیق با سیستم‌های نوری نظیر (لنزها، فیلترها، منشورها، کندانسورها)؛ سیستم‌های مکانیکی کنترل‌کننده؛ سیستم‌های الکتریکی  $Z$ ،  $Y$ ،  $X$ ، وضعیت نمونه در فضای سه‌بعدی (مبدل‌ها و منبع نور) و الکترونیکی (دوربین‌ها، ویدئو و غیره) است که تهیه تصویر از نمونه‌هایی را که با چشم غیرمسلح قابل

شناسایی و رؤیت نیستند، تقویت و کنترل می‌کند. میکروسکوپ با استفاده از خواص فیزیکی که عدسی‌ها در تعامل با نور دارند، ساخته می‌شود. عدسی، یک وسیله نوری از جنس شیشه است که توانایی انعکاس نور را داشته و به‌طور معمول ابعاد محاسبه شده سهمی (محدب) یا کروی (مقعر) را دارد. اگر پرتوهای نور در نتیجه برخورد با سطح لنز و خروج، در نقطه مشترک همگرا شوند، عدسی مثبت یا همگرا نام دارد و اگر عدسی پرتوهای نوری را که به آن برخورد می‌کند، متفرق کند عدسی منفی یا واگرا نامیده می‌شود. میکروسکوپ یک وسیله تشخیصی مهم در مراقبت‌های بهداشتی، در رشته‌های تخصصی مانند خون‌شناسی، باکتری‌شناسی، انگل‌شناسی و در آموزش منابع انسانی (میکروسکوپ‌هایی با هدف‌های ویژه برای دانشجویان وجود دارد تا مشاهدات خود را زیر نظر استاد مربوطه انجام دهند) است. پیشرفت‌های فنی در این زمینه، طراحی مدل‌های تخصصی‌تر میکروسکوپ‌ها را در صنعت و دانشگاه فراهم کرده است که نقشی اساسی در توسعه و پیشرفت دانش بشر و درک عمیق‌تر او از طبیعت دارد.

## ۱-۲ کاربرد میکروسکوپ

امروزه میکروسکوپ این وسیله آزمایشگاهی یک وسیله پرکاربرد برای استفاده در آزمایشگاه‌ها، بیمارستان‌ها، سازمان‌های تحقیقاتی و... می‌باشد. این دستگاه در موارد زیر مورد استفاده قرار می‌گیرد:

- آزمایشگاه‌های پاتوبیولوژی (برای مشاهده کردن نمونه خون و...)
- زمین‌شناسی (برای مشاهده کردن انواع سنگ و فسیل و کانی‌ها)
- فلزات (برای مشاهده کردن تأثیر مواد بر روی فلزات)
- تحقیقات زیستی (برای مشاهده و تحقیق بر روی قارچ‌ها، سلول‌های گیاهی، ویروس‌ها و...)
- زمینه الکترونیک (برای مشاهده مدارات چاپی و بوردهای الکترونیک).

## ۱-۳ انواع میکروسکوپ بر اساس تعداد چشمی

در حال حاضر میکروسکوپ‌ها در انواع مختلف و با کاربری‌های متفاوتی طراحی و در بازار تولید تجهیزات آزمایشگاهی به فروش می‌رسند که بر اساس تعداد چشمی آن به سه دسته زیر تقسیم می‌شوند:

### ۱-۳-۱ میکروسکوپ تک چشمی

در این مدل از میکروسکوپ به جهت داشتن یک عدسی، برای مشاهده نمونه فقط باید از یک چشم استفاده نمایید.

### ۱-۳-۲ میکروسکوپ دو چشمی

در این میکروسکوپ با داشتن دو عدسی چشمی، می توان با کمک هر دو چشم نمونه مطالعاتی را مشاهده نمایید.

### ۱-۳-۳ میکروسکوپ سه چشمی

این مدل از میکروسکوپ نیز عملکردی همانند میکروسکوپ دو چشمی دارد با این تفاوت که با داشتن یک چشمی سوم بر روی هد<sup>۱</sup> به انتقال تصویر بر روی دوربین میکروسکوپ کمک می کند.

## ۱-۴ انواع میکروسکوپ بر اساس آشکارساز

میکروسکوپ از لحاظ آشکارساز نیز شامل میکروسکوپ نوری، الکترونی، زمینه تاریک می شود که در زیر به معرفی هر یک می پردازیم.

### ۱-۴-۱ میکروسکوپ نوری

میکروسکوپ نوری اولین مدل از انواع میکروسکوپ ساخته دست انسان می باشد. این میکروسکوپ به جهت بزرگنمایی و دارا بودن دو عدسی شیئی و چشمی، به میکروسکوپ مرکب معروف هستند. همچنین به جهت عبور نور از قسمت شفاف و روشن کردن زمینه اطراف آزمایش نمونه، به میکروسکوپ زمینه روشن نیز شناخته می شوند. میکروسکوپ های نوری که عموماً برای مطالعه نمونه های پزشکی و بیولوژیکی استفاده می شوند، دارای دو مدل نوری عبوری (مناسب برای مطالعات بیولوژی) و نوری بازتابی (مناسب برای دیدن اجسامی که نور از آن ها عبور نمی کند) هستند که برای بزرگنمایی اجسام لازم است تا جسم مورد مطالعه را در زیر عدسی شیئی قرار دهید و سپس با چشم به عدسی چشمی نگاه نمایید.