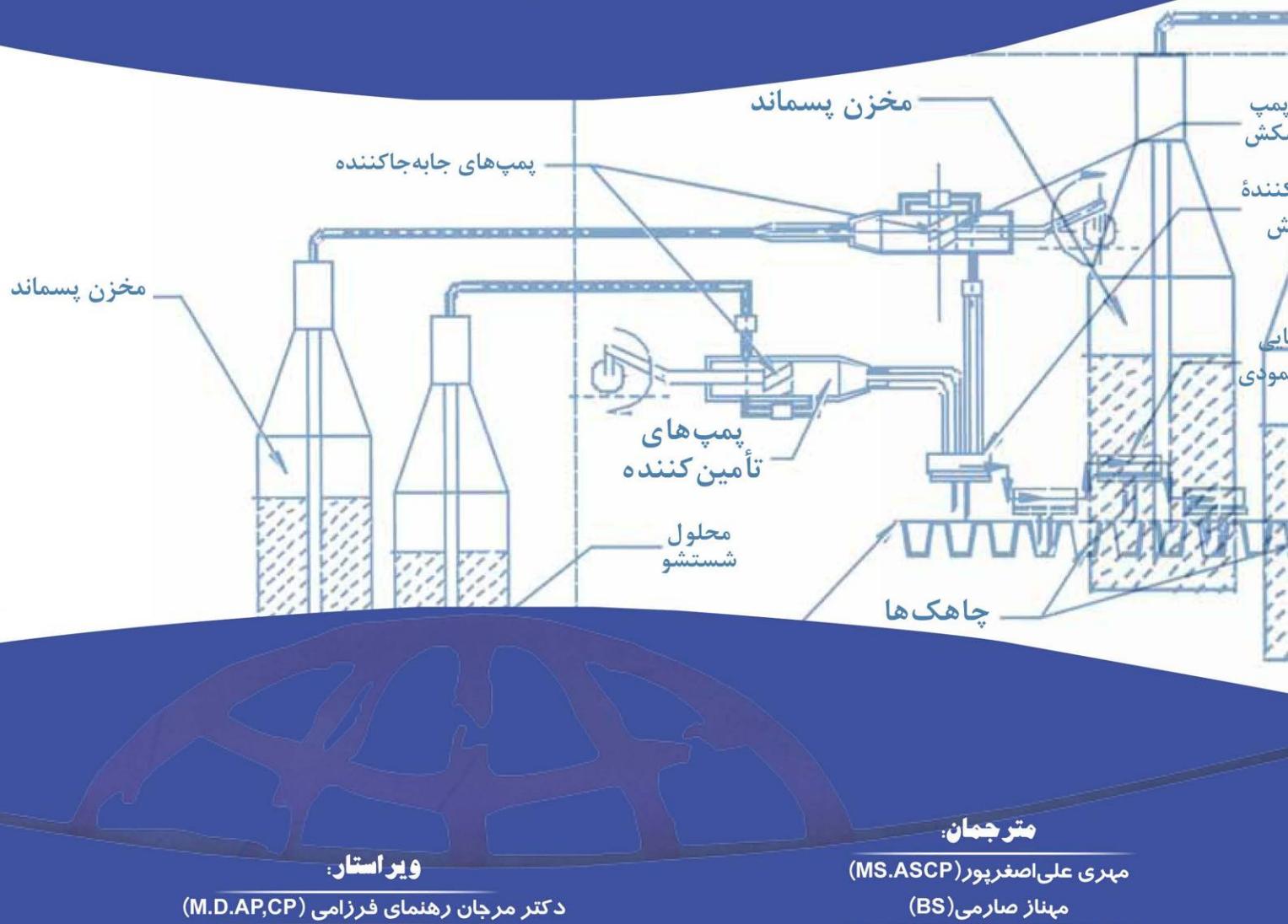




# کتاب راهنمای نگهداشت

## تجهیزات آزمایشگاهی

ویرایش دوم





# کتاب راهنمای نگهداری

## تجهیزات آزمایشگاهی

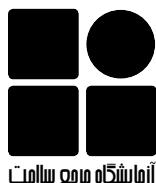
مترجمان:

مهری علی اصغرپور (MS. ASCP)

مهناز صارمی (BS)

ویراستار:

دکتر مرجان رهنما فرزامی (M.D.AP,CP)



سرشناسه: علی اصغرپور، مهری

عنوان و نام پدیدآور: **کتاب راهنمای نگهداری و تجهیزات آزمایشگاهی** / مهری علی اصغرپور؛ [برای] سازمان بهداشت جهانی.

مشخصات نشر: تهران: مرکز نشر صدا، ۱۳۹۱.

مشخصات ظاهری: ۱۸۰ ص: جدول(رنگی)

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۳۵۹-۲۸۳-۷

وضعیت فهرست‌نویسی: فیبا

یادداشت: Maintenance Manual for Laboratory Equipment

موضوع: پزشکی - ابزار و وسایل - نگهداری و تعمیر

شناسه افزوده: سازمان بهداشت جهانی

شناسه افزوده: World Health Organization

رده‌بندی کنگره: ۱۳۸۹ ع۸۵/۵R

رده‌بندی دیوبی: ۶۸۱/۷۶۱۰۲۸۸

شماره کتابشناسی ملی: ۷۹۵۲۸۲۲

طبقه‌بندی شده در کتابخانه انتشارات سازمان بهداشت جهانی، ویرایش دوم (۲۰۰۸)

حق چاپ محفوظ است. انتشارات سازمان بهداشت جهانی را از بخش مطبوعات سازمان می‌توان از آدرس زیر تهیه کرد،

.e-mail: bookorders@who.int ۰۴۱۲۲۷۹۱۴۸۵۷، تلفن: ۰۴۱۲۲۷۹۱۳۲۶۴ Avenue Appia 1211 Geneva 27, Switzerland

درخواست‌ها برای چاپ دوباره یا ترجمه انتشارات سازمان بهداشت جهانی (WHO)، چه برای فروش یا برای توزیع غیرتجاری، به انتشارات WHO (فاکس: ۰۴۱۲۲۷۹۱۴۸۰۶؛ e-mail: permission@who.int) باید معکوس شود.

اصول و تمامی مطالب مطرح شده در این راهنمای هیچ نحوی از آنها، بیانگر دخالت سازمان جهانی بهداشت در تعیین حوزه قانونی هر کشور، سرزمین، شهر یا منطقه یا حدود اختیارات مقامات مسئول آن یا تعیین حدود و مرزها نمی‌باشد. خطوط نقطه‌چین روی نقشه‌ها، حدود نسبی مرزها را نشان می‌دهد که ممکن است هنوز توافق کاملی درمورد آنها صورت نگرفته باشد.

اشارة به شرکت‌های خاص یا محصولات سازندگان معین، دلالت بر تأیید یا توصیه آنها توسط سازمان بهداشت جهانی و برتری آنها بر موارد مشابه که از آنها ذکری نشده است، ندارد. به استثنای اشتباہات و از قلم‌افتدگی‌ها، اسامی محصولات انحصاری با حروف بزرگ مشخص شده است.

تمام احتیاط‌های لازم برای تأیید صحت مطالب مندرج در این کتاب راهنمای سازمان بهداشت جهانی به کار گرفته شده است، ولی این راهنمای بدون هیچ تعهدی (صریح یا ضمنی) توزیع می‌شود. مسئولیت تفسیر و یا استفاده از این مطلب به عهده خواننده است. در هیچ شرایطی برای خسارت ناشی از استفاده نادرست از این مطلب، سازمان بهداشت جهانی پاسخگو نخواهد بود.

## کتاب راهنمای نگهداری و تجهیزات آزمایشگاهی

Maintenance Manual for Laboratory Equipment

تهیه و تنظیم: سازمان بهداشت فدرال امریکا

متelman: مهری علی اصغرپور، فوق لیسانس بیوشیمی بالینی (MS. ASCP)،

عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات آزمایشگاه مرجع سلامت، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی.

مهنای صارمی، لیسانس میکروبیولوژی (BS)،

کارشناس آزمایشگاه مرجع سلامت، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی.

ویراستار: دکتر مرجان رهنمای فرزامی، پاتولوژیست (M.D.AP, CP)

عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات آزمایشگاه مرجع سلامت، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی.

خدمات طراحی، چاپ و نشر: مرکز نشر صدا

نوبت چاپ: اول (۱۳۹۱)

شماره ۳۰۰۰ نسخه

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۳۵۹-۲۸۳-۷

ISBN: 978-964-359-283-7

۹۷۸-۹۶۴-۳۵۹-۲۸۳-۷



مرکز نشر صدا

مرکز نشر صدا: تهران، تقاطع خیابان مطهری و ولی عصر، خیابان منصور، شماره ۲۴  
(۸۸۷۱۳۶۵۳) - ۸۸۷۰۵۱۳۲ - ۸۸۵۵۳۴۰۳ - دورنگار: ۸۸۷۱۳۶۵۳

# فهرست

viii	فهرست تصاویر
ix	سپاسگزاری
xi	مقدمه
xiii	پیش‌گفتار
xv	مقدمهٔ مترجمان
۱	<b>فصل ۱. دستگاه خوانشگر میکروپلیت</b>
۱	تصویر سیستم خوانشگر میکروپلیت
۱	موارد استفاده از خوانشگر میکروپلیت
۱	اصول عملکرد
۳	الزامات نصب و راهاندازی
۳	نگهداری معمول
۴	جدول مشکل‌یابی
۵	تعاریف پایه
۷	<b>فصل ۲. دستگاه شستشو دهنده میکروپلیت</b>
۷	تصویر سیستم شستشو دهنده میکروپلیت
۷	موارد استفاده از سیستم شستشو دهنده میکروپلیت
۷	اصول عملکرد
۹	الزامات نصب و راهاندازی
۹	نگهداری معمول
۱۱	جدول مشکل‌یابی
۱۲	تعاریف پایه
۱۳	<b>فصل ۳. pH متر</b>
۱۳	موارد استفاده از pH متر
۱۳	تصویر و اجزای pH متر
۱۳	اصول عملکرد
۱۴	اجزای pH متر
۱۵	جريان الکتریکی معمول
۱۶	الزامات نصب و راهاندازی
۱۶	مراحل کلی کالیبراسیون
۱۷	نگهداری عمومی pH متر
۱۸	نگهداری پایه الکترودها
۱۸	جدول مشکل‌یابی
۱۹	تعاریف پایه
۲۰	پیوست: تئوری pH
۲۱	<b>فصل ۴. ترازوها</b>
۲۱	تصویر ترازوها
۲۲	موارد استفاده از ترازو
۲۲	اصول عملکرد
۲۶	الزامات نصب و راهاندازی
۲۷	نگهداری معمول
۲۸	جدول مشکل‌یابی
۲۹	تعاریف پایه

## **فصل ۵. حمام آب**

۳۱	نمای یک حمام آب
۳۱	اصول عملکرد
۳۲	کنترل‌های حمام آب
۳۲	عملکرد حمام آب
۳۴	جدول مشکل‌یابی
۳۴	تعاریف پایه

## **فصل ۶. هود بیولوژی ایمنی**

۳۵	تصویر یک هود بیولوژی ایمنی
۳۵	موارد استفاده از سیستم
۳۵	اصول عملکرد
۳۹	ایمنی زیستی
۳۹	الرامات نصب و راهاندازی
۳۹	استفاده از هود ایمنی
۴۰	نگهداری معمول
۴۲	ارزیابی عملکرد(جایگزین)
۴۳	جدول مشکل‌یابی
۴۴	تعاریف پایه

## **فصل ۷. سانتریفوژ**

۴۵	تصویر سانتریفوژ
۴۵	موارد استفاده از سانتریفوژ
۴۵	اصول عملکرد
۴۶	اجزای سانتریفوژ
۴۸	الرامات نصب و راهاندازی
۴۸	نگهداری معمول
۴۸	مدیریت مناسب و توصیه‌های نگهداری
۵۰	جدول مشکل‌یابی
۵۲	تعاریف پایه

## **فصل ۸. دستگاه تقطیر آب**

۵۳	نمای کلی از یک دستگاه تقطیر
۵۳	موارد استفاده از دستگاه تقطیر
۵۴	اصول عملکرد
۵۴	الرامات نصب و راهاندازی
۵۵	نگهداری معمول
۵۶	جدول مشکل‌یابی
۵۷	تعاریف پایه

## **فصل ۹. رقیق‌کننده**

۵۹	نمای یک رقیق‌کننده
۵۹	موارد استفاده از رقیق‌کننده
۶۰	اصول عملکرد
۶۱	الرامات نصب و راهاندازی
۶۱	نگهداری معمول
۶۳	جدول مشکل‌یابی
۶۴	تعاریف پایه

## فصل ۱۰. توزیع گر

تصویر و نمای یک توزیع گر	۶۵
موارد استفاده از توزیع گر	۶۵
اصول عملکرد	۶۶
الزامات عملکرد	۶۷
نگهداری معمول	۶۷
جدول مشکل‌یابی	۶۸
تعاریف پایه	۶۸

## فصل ۱۱. اسپکتروفتومتر

تصویر اسپکتروفتومتر	۶۹
موارد استفاده از دستگاه	۶۹
اصول عملکرد	۶۹
اجزای اسپکتروفتومتر	۷۲
الزامات نصب و راهاندازی	۷۳
نگهداری اسپکتروفتومتر	۷۳
روش استفاده مناسب از اسپکتروفتومتر	۷۶
جدول مشکل‌یابی	۷۷
تعاریف پایه	۷۹

## فصل ۱۲. اتوکلاو

تصویر اتوکلاو	۸۱
موارد استفاده از اتوکلاو	۸۱
اصول عملکرد	۸۲
کاربری اتوکلاو	۸۴
الزامات نصب و راهاندازی	۸۶
نگهداری معمول	۸۹
نگهداری اجزای تخصصی	۹۱
جدول مشکل‌یابی	۹۲
تعاریف پایه	۹۳

## فصل ۱۳. فور

تصویر یک فور	۹۵
موارد استفاده از فور	۹۵
اصول عملکرد	۹۵
الزامات نصب و راهاندازی	۹۶
کاربری فور	۹۶
کنترل‌های فور	۹۷
کنترل کیفی	۹۸
نگهداری معمول	۹۸
جدول مشکل‌یابی	۹۹
تعاریف پایه	۱۰۰

## فصل ۱۴. انکوباتور

تصویر انکوباتور	۱۰۱
اصول عملکرد	۱۰۱
کنترل‌های انکوباتور	۱۰۳
الزامات نصب و راهاندازی	۱۰۳

۱۰۳	نگهداری معمول و استفاده از انکوباتور
۱۰۴	نگهداری معمول
۱۰۵	جدول مشکل‌یابی
۱۰۷	تعاریف پایه
<b>۱۰۹</b>	<b>فصل ۱۵. میکروسکوپ</b>
۱۰۹	تصویر میکروسکوپ
۱۱۰	موارد استفاده از میکروسکوپ
۱۱۰	اصول عملکرد
۱۱۲	الزامات نصب و راهاندازی
۱۱۳	شرح مشکلات بالقوه میکروسکوپ‌ها
۱۱۵	نگهداری عمومی میکروسکوپ
۱۱۹	جدول مشکل‌یابی
۱۲۱	تعاریف پایه
<b>۱۲۳</b>	<b>فصل ۱۶. پی‌پت‌ها</b>
۱۲۳	تصویر پی‌پت‌ها
۱۲۴	موارد استفاده از پی‌پت
۱۲۴	اصول عملکرد
۱۲۴	الزامات استفاده
۱۲۵	استفاده از پی‌پت
۱۲۶	نگهداری معمول
۱۲۹	جدول مشکل‌یابی
۱۳۰	تعاریف پایه
<b>۱۳۱</b>	<b>فصل ۱۷. صفحه همزن حرارتی</b>
۱۳۱	تصویر یک صفحه همزن حرارتی
۱۳۱	اصول عملکرد
۱۳۱	پیچ‌های کترل در صفحه همزن حرارتی
۱۳۲	الزامات نصب و راهاندازی
۱۳۲	کاربری صفحه همزن حرارتی
۱۳۲	نگهداری معمول
۱۳۳	جدول مشکل‌یابی
۱۳۳	تعاریف پایه
<b>۱۳۵</b>	<b>فصل ۱۸. یخچال‌ها و فریزرها</b>
۱۳۵	یخچال‌ها و فریزرها
۱۳۵	تصویر یک واحد یخچال
۱۳۶	موارد استفاده از واحد یخچال
۱۳۶	اصول عملکرد
۱۳۷	الزامات نصب و راهاندازی
۱۳۸	مدار کترل یخچال
۱۳۸	عملکرد یخچال
۱۳۹	نگهداری معمول یخچال
۱۴۱	جدول مشکل‌یابی
۱۴۲	عملکرد فریزرهای دمای فوق پایین
۱۴۲	روشن‌کردن دستگاه

نگهداری معمول	۱۴۳
جدول مشکل‌بایی	۱۴۴
تعاریف پایه	۱۴۵

## **فصل ۱۹. تجزیه‌گرهای شیمی بالینی**

تصاویر تجزیه‌گرهای شیمی	۱۴۷
موارد استفاده از تجزیه‌گرهای شیمی	۱۴۸
اصول عملکرد	۱۴۸
اجزای دستگاه	۱۴۸
الزامات نصب و راهاندازی	۱۴۹
روش کار با تجزیه‌گر شیمی خشک	۱۴۹
روش کار با تجزیه‌گر شیمی مرطوب	۱۵۰
نگهداری معمول دستگاه‌های تجزیه‌گر شیمی	۱۵۰
نگهداری خارج از برنامه معمول و خطایابی	۱۵۱
جدول مشکل‌بایی	۱۵۲
تعاریف پایه	۱۵۳

## **فصل ۲۰. رنگ‌سنج‌ها**

تصویر رنگ‌سنج	۱۰۰
موارد استفاده از رنگ‌سنج	۱۰۰
اصول عملکرد	۱۰۰
اجزای دستگاه	۱۰۶
الزامات نصب و راهاندازی	۱۰۶
روش کار با رنگ‌سنج	۱۰۶
روش کار با دستگاه هموگلوبینومتر	۱۰۷
نگهداری معمول	۱۰۷
جدول مشکل‌بایی	۱۶۰
تعاریف پایه	۱۶۱

## **منابع**

# فهرست شکل‌ها

۸۷	شکل ۳۳ الزامات فضای اطراف اتوکلاو	۲	شکل ۱ تجهیزات مورد نیاز برای آزمایش الایزا
۸۷	شکل ۳۴ اتصالات هوای فشرده	۸	شکل ۲ شستشوی میکروپلیت
۸۷	شکل ۳۵ اتصالات بخار	۸	شکل ۳ انواع چاهک‌ها
۹۰	شکل ۳۶ رنتراتور بخار	۱۴	شکل ۴ نمای یک pH متر
۹۷	شکل ۳۷ کنترل الکترونیکی فور	۱۵	شکل ۵ انواع الکترودها
۹۷	شکل ۳۸ مدار الکترونیکی فور	۱۵	شکل ۶ مثالی از سیستم کنترل جریان در pH متر
۱۰۲	شکل ۳۹ سیستم انتقال گرمای انکوباتورها	۲۲	شکل ۷ ترازوی فنری
۱۰۳	شکل ۴۰ کنترل‌های انکوباتور	۲۲	شکل ۸ ترازو با وزنه لغزشی
۱۱۰	شکل ۴۱ لنزهای مثبت(همگرا)	۲۲	شکل ۹ ترازوی آنالیتیک
۱۱۰	شکل ۴۲ سیستم‌های نوری عدسی‌های مثبت یا همگرا	۲۳	شکل ۱۰ ترازو با کنترل موازی
۱۱۱	شکل ۴۳ نمای یک میکروسکوپ	۲۳	شکل ۱۱ ترازوی یک‌کفه‌ای
۱۱۲	شکل ۴۴ برش عرضی یک میکروسکوپ	۲۴	شکل ۱۲ اجزای ترازوی الکترونیکی
۱۱۳	شکل ۴۵ سر دوچشمی	۲۴	شکل ۱۳ اساس نیروی اعمال شده
۱۱۳	شکل ۴۶ سیستم نوری	۲۵	شکل ۱۴ طبقه‌بندی ترازوها براساس دقیق
۱۱۴	شکل ۴۷ سطح، صفحه یا صفحهٔ مکانیکی	۲۶	شکل ۱۵ سیستم کنترل ترازوی آنالیتیک
۱۱۴	شکل ۴۸ گیرهٔ چرخان عدسی	۳۱	شکل ۱۶ حمام آب
۱۱۵	شکل ۴۹ بدنهٔ میکروسکوپ	۳۱	شکل ۱۷ مقاوم‌های متغیر و بیرونی
۱۲۳	شکل ۵۰ نمای یک پی‌پت	۳۲	شکل ۱۸ کنترل‌های حمام آب
۱۲۴	شکل ۵۱ انواع پی‌پت‌ها	۳۵	شکل ۱۹ هود بیولوژی اینمی
۱۲۵	شکل ۵۲ مراحل استفاده از پی‌پت	۴۶	شکل ۲۰ مفهوم نیروی سانتریفوژ
۱۲۷	شکل ۵۳ مراحل بازکردن اجزای یک پی‌پت	۵۳	شکل ۲۱ دستگاه تقطیر
۱۳۱	شکل ۵۴ کنترل‌های صفحهٔ همزن حرارتی	۵۹	شکل ۲۲ نمای یک رقيق‌کننده
۱۳۳	شکل ۵۵ موتور القا	۶۰	شکل ۲۳ کنترل‌های رقيق‌کننده
۱۳۶	شکل ۵۶ مدار سردسازی	۶۱	شکل ۲۴ سرنگ و توزیع‌گر
۱۳۸	شکل ۵۷ مدار کنترل یخچال	۶۵	شکل ۲۵ توزیع‌گر
۱۲۹	شکل ۵۸ کنترل‌های یخچال بانک خون	۶۶	شکل ۲۶ توزیع‌گر و ابزارهای جانبی
۱۴۲	شکل ۵۹ کنترل فریزر دمای فوق پایین	۷۰	شکل ۲۷ برخورد نور با ماده
۱۴۸	شکل ۶۰ نور بازتاب شده از یک نوار آزمایش	۷۱	شکل ۲۸ پدیدهٔ جذب
۱۴۹	شکل ۶۱ گوی جمع‌کننده	۷۲	شکل ۲۹ اجزای اسپکتروفوتومتر
۱۴۹	شکل ۶۲ اجزای اساسی یک فوتومتر	۷۹	شکل ۳۰ شکست نور
۱۰۶	شکل ۶۳ کنترل‌های یک رنگ‌سنج قابل حمل	۸۰	شکل ۳۱ شبکهٔ انکسار
		۸۳	شکل ۳۲ سیستم بخار یک اتوکلاو

# پاسکناری

کتاب راهنمای حاضر ترجمه و بازبینی اسپانیایی به انگلیسی کتاب *Manual de mantenimiento para equipo de laboratorio* است. تجدیدنظرها در جهت افزودن فصل‌های تکمیلی درمورد وسایل آزمایشگاهی است که به طور معمول در برخی از آزمایشگاه‌ها کاربرد دارند و استفاده از این کتاب راهنمای در سطح جهانی را موجب شده است.

نسخه تجدیدنظر شده زیر نظر دکتر گری ورکاترین<sup>۱</sup>، سازمان بهداشت جهانی، ژنو، سویس و با همکاری دکتر جین مارک گاباستو<sup>۲</sup>، سازمان بهداشت فدرال امریکا<sup>۳</sup>/ سازمان بهداشت جهانی، واشنگتن، دی‌سی، امریکا؛ ترجمه توسط کریستین فیلیپس<sup>۴</sup>، مرور توسط خانم مرسیدس پرز گانزالس<sup>۵</sup>، مطابقت، تجدید نظر و ویرایش توسط خانم ایزابل پرودوهو<sup>۶</sup> می‌باشد. سازمان بهداشت جهانی از تمام افرادی که در سطوح مختلف در تهیه این کتاب راهنمای همکاری داشتند تشکر می‌نماید. سازمان بهداشت جهانی از دکتر جورج اتریک ویلاملی<sup>۷</sup> که تأثیف اول این راهنمای را در سال ۲۰۰۵ و دکتر جین مارک گاباستو و آقای آنتونیو هرناندز<sup>۸</sup>، بازبینی کنندگان در داروهای اصلی، واکسن‌ها و تکنولوژی سلامت<sup>۹</sup> در سازمان بهداشت فدرال امریکا تشکر می‌نماید. سازمان بهداشت جهانی همچنین از سازندگان به خاطر اجازه استفاده از تصاویر آنها در گردآوری این راهنمای تشکر می‌نماید.

- 
1. Dr Gary Vercauteren
  2. Dr Jean Marc Gabastou
  3. Pan American Health Organization
  4. Ms Christine Philips
  5. Ms Mercedes Perez Gonzalez
  6. Mrs Isabelle Prudhomme
  7. Dr Jorge Enrique Villamil
  8. Mr Antonio Hernandez
  9. Essential Medicines Vaccines and Health Technologies



## مقدمه

کتاب راهنمای حاضر در حمایت از پرسنل آزمایشگاه‌های سلامت تهیه شده است. هدف آن ارائه درک بهتر از الزامات تکنیکی در زمینه نصب و راه اندازی، استفاده و نگهداری انواع مختلف ابزارها، و وسایل که نقش مهمی در انجام آزمایش‌های تشخیصی ایفا می‌کنند، است. همچنین در این راهنمای برای حمایت از پرسنل مدیریت فنی، و اجرای مدیریت کیفیت و نگهداری تلاش شده است. با توجه به گوناگونی منابع، و مدل‌های مختلف، این راهنمای شامل توصیه‌های عمومی است. جزئیات و مشخصات خاص هر وسیله در دفترچه راهنمای نگهداری و الزامات نصب سازنده توضیح داده‌می‌شود که از طریق خرید از شرکت‌ها، پرسنل فنی مستول، و یا مستقیماً از سازندگان قابل استعلام می‌باشدند.

کتاب راهنمای حاضر در اصل به وسیله سازمان بهداشت فدرال امریکا برای پشتیبانی از پیشرفت برنامه‌های کیفیت که توسط این سازمان در آزمایشگاه‌های منطقه توسعه داده‌می‌شود، تهیه شد. نسخه انگلیسی به وسیله سازمان بهداشت جهانی برای ادامه پیشرفت هرچه بیشتر برنامه‌های کیفیت در مناطق دیگر تهیه گردید. نسخه تجدیدنظر شده حاضر، شامل مجموعه ۲۰ دستگاه انتخابی که در آزمایشگاه‌های دنیا با حجم کار کم تا متوسط کاربرد دارند، است. با توجه به گوناگونی و پیچیدگی اصول تکنیکی، نوع و مدل‌های موجود، هر فصل با اصول پایه وسیله طراحی شده است، و در صورت لزوم تکنولوژی جدید ضمیمه می‌باشد. اطلاعات ذیل در هر فصل گنجانده شده است:

- دسته‌بندی وسایل، مرتب شده براساس اسامی عام. اسامی فرعی در هر فصل نیز ذکر شده است.
- تصویر یا نما، یا ترکیبی از هر دو برای شناسایی نوع وسیله مورد نظر
- یک توضیح مختصر از موارد استفاده اصلی یا کاربرد وسیله در آزمایشگاه
- یک توضیح پایه اصول عملکرد با ذکر قوانین فیزیکی و/یا شیمیایی که خواننده علاقمند بتواند کامل مطالعه نماید.
- الزامات نصب و راهاندازی، با تأکید روی جنبه‌های الکتریکی و الزامات برای راهاندازی ایمن و عملکرد، شامل استانداردهای الکتریکی جهانی.
- نگهداری معمول، طبقه‌بندی شده براساس تواتر لازم (روزانه، هفتگی، ماهانه، ۳ ماه، سالانه و یا منقطع). مراحل براساس ترتیبی که باید انجام شوند، شماره‌گذاری شده‌اند (مدل - مراحل خاص در دفترچه راهنمای سازنده موجود است).
- ارائه جدول مشکل‌یابی با مشکلات متداول هر وسیله، علت محتمل و راه حل که ممکن است سبب حل مشکل شود.
- یک لیست تعاریف پایه از اصطلاح‌های خاص استفاده شده.
- برای برخی وسایل، لیست بخش‌های مربوط به کالیبراسیون، کنترل کیفی، و طراحی (با کنترل‌های عملکردی). این اطلاعات، همراه با استفاده و نگهداری بهینه، در نگهداری وسایل در شرایط مطلوب یاری می‌نماید.



# پیش‌کشان

طی چند دهه گذشته و با شتاب بیشتر در سال‌های اخیر، به همت جامعه آزمایشگاهی کشور، شاهد روند رویه بهبود در کیفیت ارائه خدمات آزمایشگاهی پزشکی بوده‌ایم. تجهیزات آزمایشگاهی یکی از ارکان تضمین کننده 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 تفصیل توضیح می‌دهد و مطالعه آن می‌تواند علاوه بر ارتقاء دانش فنی، دیدگاه سیستماتیک به مدیریت تجهیزات را در کارکنان آزمایشگاه به وجود آورد. جای آن دارد که از کلیه دست‌اندر کاران تهیه این کتاب تشکر و قدردانی کرده و مطالعه این مجموعه ارزشمند را به تمام کارکنان آزمایشگاه توصیه نمایم.

دکتر نوش آفرین صفادل

رئیس اداره مدیریت تضمین کیفیت آزمایشگاه مرجع سلامت

۱۳۹۱ دی ماه



# مقدمه مترجمان

ترجمه متون علمی نه تنها با هدف کاستن از دشواری‌های نسبی دریافت مفاهیم علمی از منابعی با زبان دیگر انجام می‌گیرد بلکه وسیله‌ای برای نشر سریع اطلاعات علمی و قراردادن آن در دسترس قشر عظیمی از دانش پژوهان و علاقمندانی است که دسترسی به منابع خارجی برای آنان به سادگی امکان‌پذیر نیست.

ترجمه **کتاب راهنمای نگهداری تجهیزات آزمایشگاهی** (چاپ دوم - ۲۰۰۸)، به زبان فارسی به سفارش اداره مدیریت تصمین کیفیت آزمایشگاه مرجع سلامت شروع شد و با عنایت خداوند منان امسال در اختیار علاقمندان بهخصوص پرسنل آزمایشگاه قرار می‌گیرد. هدف اصلی ترجمه این کتاب، آشنایی کامل پرسنل آزمایشگاه با نحوه نگهداری و استفاده صحیح از وسایل و تجهیزات آزمایشگاهی است. همچنین این مجموعه اطلاعات فنی نصب، راهاندازی تجهیزات، و الزامات الکتریکی نصب را برای کارشناسان فراهم می‌نماید. مترجمان سعی کرده‌اند که متن ترجمه شده از حداکثر شیوه‌ای برخوردار باشد و در انتخاب واژه‌های مناسب برای برخی کلمات علمی دقت لازم را معمول داشته‌اند، با این حال خود را از دریافت نظرات ارزشمند خوانندگان ارجمندی که با دید نقادانه و عالمانه این برگردان علمی را مطالعه می‌کنند، بی‌نیاز نمی‌دانند. امید است این مجموعه برای استفاده علاقمندان مفید واقع شود.

همچنین قابل ذکر است که برای ترجمه این کتاب تفاهم‌نامه شماره ۰۳/۰۱/GAP/TRA/HQ، بین مترجم (خانم مهری علی‌اصغرپور) و سازمان بهداشت جهانی امضا شده است. مترجمان لازم می‌دانند از جناب آقای دکتر مسعود حاجیا و سرکار خانم منیژه وظیفه‌دوست (همکاران محترم مرکز تحقیقات آزمایشگاه مرجع سلامت) که در انتخاب برخی واژه‌های مناسب از پیشنهادهای ایشان بهره‌های فراوان گرفته‌شد، سپاسگزاری نمایند.

در پایان، از مدیریت مرکز نشر صدا و کارکنان زحمتکش که با مهارت و شکیابی تایپ، ویرایش و صفحه‌بندی این کتاب را درآمدند، قدردانی می‌نماییم.

## فصل‌ها و مترجمان:

فصل‌های ۱-۱۱: مهری علی‌اصغرپور

فصل‌های ۱۶-۱۷: مهری علی‌اصغرپور

فصل‌های ۱۹-۲۰: مهری علی‌اصغرپور

فصل‌های ۱۲-۱۵ و فصل ۱۸: مهناز صارمی



# فصل ۱



## دستگاه خوانشگر میکروپلیت

کد GMDN	۳۷۰۳۶
کد ECRI	۱۶-۹۷۹
نام گذاری فتومنتری	خوانشگر میکروپلیت

### اصول عملکرد

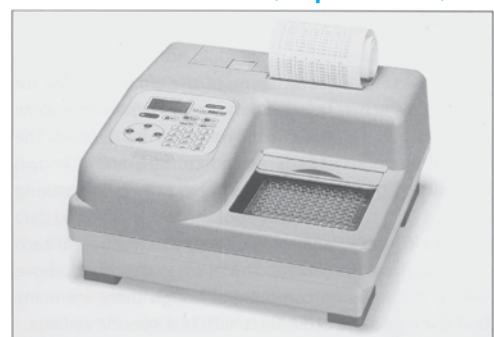
خوانشگر میکروپلیت یک اسپکتروفتومنتر اختصاصی است. برخلاف اسپکترو فتومنترهای معمولی که قرائت در محدوده وسیعی از طول موج هارآسان ترمی کند، خوانشگرهای میکروپلیت فیلترها یا شبکهای انکسار دارند که طول موج استفاده شده در الیزا را بین ۴۰۰ تا ۷۵۰ نانومتر محدود می‌سازد. بعضی از میکروپلیت‌ها آزمایش رادر محدوده ماوراء بنسخ و بین طول موج ۳۴۰ تا ۷۰۰ نانومتر انجام می‌دهند. در سیستم اپتیکی، از فیبرهای نوری<sup>۳</sup> که نور را به چاهک‌های حاوی نمونه در میکروپلیت هدایت می‌کند، استفاده می‌شود. شعاع نور که از نمونه می‌گذرد، دارای پهنای ۱ تا ۳ میلی‌متر است. یک سیستم آشکارساز، نوری را که از نمونه ساطع می‌شود نمایان ساخته و با تقویت سیگنال میزان جذب در نمونه را تعیین می‌کند. سپس یک سیستم خوانشگر آن را به اطلاعاتی تبدیل می‌کند که تفسیر نتایج آزمایش را ممکن می‌سازد. بعضی از خوانشگرهای سیستم نوری دو شعاعی<sup>۴</sup> دارند.

نمونه‌ها در درون پلیت‌های خاص با تعداد مشخص چاهک قرار داده می‌شوند که آزمایش در آنها انجام می‌گیرد. پلیت‌های معمولی دارای ۸ ستون، ۱۲ ردیف و در مجموع ۹۶ چاهک هستند، ولی پلیت‌هایی با تعداد چاهک‌های بیشتر نیز وجود دارد. برای کاربردهای اختصاصی، روش معمول افزایش تعداد چاهک‌ها به ۳۸۴ است که مقدار مصرف نمونه و محلول‌های مورد استفاده را کمتر و کارایی را بیشتر می‌کند. محل قرارگرفتن حسگرهای نوری روی خوانشگرهای متفاوت است و ممکن است در بالای پلیت یا زیر چاهک‌ها در پلیت نصب شوند.

امروزه خوانشگرهای میکروپلیت به وسیله میکروپرسسور کنترل می‌شوند. ارتباط کامپیوتر با سیستم‌های اطلاعاتی، برنامه‌های کنترل کیفیت و مراحل فرآیند کار سبب می‌شود آزمایش‌ها کاملاً خودکار انجام شوند.

دستگاه خوانشگر میکروپلیت که «فتومتر خوانشگر میکروپلیت یا خوانشگر الیزا» (ELISA)<sup>۱</sup> نیز نامیده می‌شود، یک اسپکتروفتومنتر اختصاصی است و برای خواندن نتایج آزمایش آزمایش ایزاطراحی شده است. این روش حضور آنتی‌بادی یا آنتی‌زن را در نمونه به طور مستقیم و یا به وسیله آنتی‌بادی نشان‌دار ثانویه در روی سطح جامد تعیین می‌کند و درنهایت، جذب محصول واکنش ایجاد شده با اسپکتروفتومنتر خوانده می‌شود. این فصل استفاده از دستگاه خوانشگر میکروپلیت را برای آزمایش‌های الیزا توضیح می‌دهد. برای اطلاعات بیشتر درباره اساس کار دستگاه و نگهداری، به فصل ۱۱ مراجعه نمایید که درمورد اسپکتروفتومنتر می‌باشد.

### تصویر سیستم خوانشگر میکروپلیت



### موارد استفاده از خوانشگر میکروپلیت

خوانشگر میکروپلیت برای خواندن نتیجه آزمایش‌های الیزا استفاده می‌شود. این روش در ایمونولوژی و سروولوژی کاربرد مستقیم دارد. از کاربردهای دیگر، تأیید حضور آنتی‌بادی یا آنتی‌زن یک عامل عفوونی در یک موجود زنده و همچنین آنتی‌بادی‌های حاصل از واکسیناسیون و یا اتوآنتی‌بادی‌ها<sup>۲</sup> در بیماری‌هایی مثل رماتیسم می‌باشد.

3. Optic Fiber  
4. Double Beam

1. Ezzyme Linked Immunosorbent Assay  
2. Auto Antibody

### مراحل بیوشیمیایی روش الیزا<sup>۱</sup>

انجام روش الیزا از نقطه نظر بیوشیمیایی:

۱. چاهک‌های پلیت با آنتی‌بادی و یا آنتی‌ژن پوشیده شده‌اند.
۲. نمونه‌ها، کترل‌ها و استانداردها به چاهک‌ها افزوده شده و متناسب با ویژگی‌های آزمایش در درجه حرارت بین دمای اتاق و ۳۷°C برای مدت زمان مشخص انکوبه می‌شوند. در طول مرحله انکوباسیون، آنتی‌ژن موجود در نمونه به آنتی‌بادی روی پلیت‌های بالعکس متصل می‌شود. اتصال، به مقدار آنتی‌ژن یا آنتی‌بادی در نمونه بستگی دارد.
۳. بعد از انکوباسیون، آنتی‌ژن یا آنتی‌بادی آزاد به وسیله دستگاه شیستشوده‌نده با بافر مناسب شسته می‌شوند.
۴. سپس آنتی‌بادی دوم<sup>۲</sup> که کونژوگه نام دارد اضافه می‌شود. این آنتی‌بادی آنزیمی تولید می‌کند که با واکنش با یک سوبسترا در مراحل بعد سبب تغییر رنگ می‌شود.
۵. در ادامه، مرحله دوم انکوباسیون آغاز می‌شود که در آن کونژوگه به کمپلکس آنتی‌ژن – آنتی‌بادی در چاهک‌ها متصل می‌شود.
۶. بعد از انکوباسیون، چرخه جدید شیستشو آغاز می‌شود تا کونژوگه آزاد از چاهک خارج شود.
۷. سوبسترا اضافه می‌شود. آنزیم با سوبسترا ترکیب و سبب تغییر رنگ محلول می‌شود. این تغییر رنگ نمایانگر میزان کمپلکس آنتی‌ژن – آنتی‌بادی در مرحله آخر آزمایش است.
۸. زمانی که انکوباسیون کامل شد، یک معرف افزوده می‌شود تا واکنش بین آنزیم و سوبسترا متوقف شده و تغییر بیشتری در رنگ به وجود نیاید. این معرف ععمولاً یک اسید رقیق است.
۹. درنهایت پلیت با خوانشگر خوانده می‌شود و نتایج به دست آمده نمایانگر حضور آنتی‌ژن یا آنتی‌بادی و مقدار آن در نمونه است.

**نکته:** بعضی از چاهک‌ها برای نمونه‌های استاندارد و کترل استفاده می‌شوند. با استانداردها غلظت نقاط حد مرز<sup>۴</sup> را تعیین می‌کنند. استانداردها و کترل‌ها، مقادیر مشخصی هستند که با اندازه‌گیری آنها می‌توان از مطلوب بودن آزمایش اطمینان حاصل کرد.

مراحلی که در بالا توضیح داده شد، مراحل معمول در روش‌های الیزا است، ولی روش‌های دیگر الیزا با فاکتورهای خاص برای هر آزمایش نیز وجود دارند.

۲. توضیح جزئیات بیشتر در مقالات تخصصی باید جستجو شود.

3. Secondary Antibody

4. Cut-off

### تجهیزات مورد نیاز برای آزمایش‌های الیزا

برای انجام آزمایش‌های الیزا تجهیزات زیر مورد نیاز هستند:

۱. خوانشگر میکروپلیت.
۲. شیستشوده‌نده میکروپلیت (فصل ۲).
۳. سیستم توزیع کننده محلول (از پی‌پت‌های چندکاناله نیز می‌توان استفاده نمود).
۴. انکوباتور برای انکوبه کردن پلیت‌ها.

شکل ۱ چگونگی ارتباط این دستگاه را نشان می‌دهد.

### مرحله مکانیکی روش الیزا

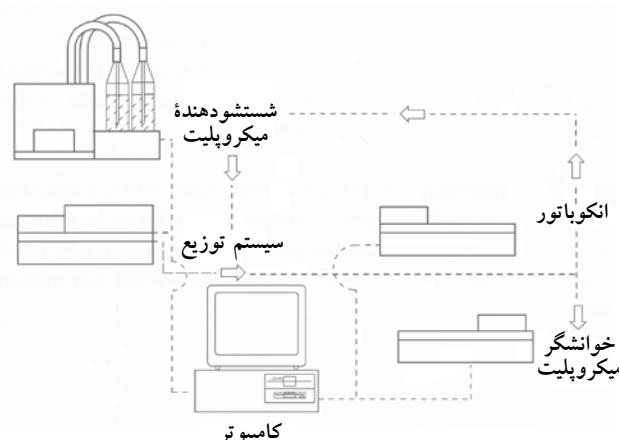
#### استفاده از دستگاه

- مراحل یک آزمایش کامل الیزا ععمولاً به شرح زیر است:
۱. شیستشوده‌نده پلیت با استفاده از شیستشوده‌نده میکروپلیت.
  ۲. پرکردن چاهک‌ها از نمونه و محلول با استفاده از سیستم توزیع کننده یا پی‌پت‌های چندکاناله.
  ۳. قراردادن پلیت در دمای کترل شده انکوباتور برای شروع واکنش‌ها.

مراحل ۱، ۲ و ۳ را می‌توان بسته به نوع آزمایش چند بار تکرار نمود تا واکنش معرف‌های اضافه شده تکمیل شود.

درنهایت، زمانی که تمام مراحل انکوباسیون تکمیل شد، پلیت به خوانشگر منتقل و نتایج خوانده شده و تشخیص قابل استنتاج است.

شکل ۱. تجهیزات مورد نیاز برای آزمایش الیزا



1. Liquid Dispensing System

## فصل ۱ دستگاه خوانشگر میکروپلیت

سپس پلیت را  $180^{\circ}$  بچرخانید و دوباره خوانده‌ها را قرائت کنید.

اگر هر دو سری خوانده مشابه باشند، دستگاه کالیبر است.

۵. اطمینان حاصل کنید دستگاه ستون به ستون کالیبر است برای این کار با استفاده از یک پلیت خالی و تمیز یک سری خوانده به دست آورید. اگر تفاوتی بین میانگین خوانده‌های ستون اول تا آخر وجود ندارد، می‌توان فرض کرد که دستگاه خوانشگر کالیبر است.

### نگهداری معمول

نگهداری زیر منحصراً برای دستگاه خوانشگر میکروپلیت است. نگهداری دستگاه شستشو دهنده میکروپلیت در فصل ۲ توضیح داده شده است.

### نگهداری پایه

#### توازن: روزانه

۱. از تمیزبودن حسگرهای چشمی هر کانال مطمئن شوید. اگر کثیف بودند، آنها را با یک برس کوچک تمیز کنید.
۲. از تمیزبودن سیستم نوری مطمئن شوید.
۳. از کالیبربودن دستگاه مطمئن شوید. در آغاز کار روزانه، دستگاه را روشن کنید و بگذارید به مدت  $30$  دقیقه گرم شود سپس نمونه بلانک را بخوانید و بعد قرائت پلیت سوبسترا را شروع کنید. خوانده‌ها باید مشابه هم باشند. در غیر این صورت، پلیت را بچرخانید و قرائت را تکرار کنید تا مشخص شود که علت اختلاف مربوط به پلیت یا خوانشگر است.
۴. سیستم لغزشی کشوی خودکار را بازرسی کنید که باید ثابت، هموار و یکنواخت باشد.

### نگهداری پیشگیرانه

#### توازن: هر ۴ ماه

۱. از محکم بودن لامپ اطمینان حاصل کنید. با پلیت کالیبراسیون یکسان، هر  $30$  دقیقه یک سری خوانده از دستگاه به دست آورید. سری خوانده‌ها باید با هم مطابقت داشته باشند.
۲. سیستم نوری آشکارساز و منبع نور را تمیز کنید.
۳. کشوی پلیت را تمیز کنید.
۴. از تراز بودن هر چاهک با نور ساطع شده و سیستم آشکارکننده اطمینان حاصل نمایید.

### الزمات نصب و راه اندازی

برای اینکه دستگاه خوانشگر میکروپلیت عملکرد صحیح داشته باشد، رعایت نکته‌های زیر الزامی است:

۱. وجود یک محیط تمیز و عاری از گرد و خاک.
۲. وجود یک میز کار ثابت دور از تجهیزاتی که ایجاد ارتعاش می‌کنند، مانند سانتریفوژ و دستگاه همزن. این میز باید اندازه مناسب داشته باشد تا فضای کار کافی در کنار دستگاه خوانشگر باقی بماند. وسائل جانبی لازم عبارت است از: شستشو دهنده انکویاتور، توزیع گر و کامپیوتر با ضمایم جانی.
۳. وجود یک منبع تغذیه الکتریکی که با استانداردهای کشور هماهنگ باشد (برای امریکا  $110\text{V}$  با فرکانس  $60\text{Hz}$  و برای کشورهای دیگر  $220\text{--}240\text{V}$  تا با فرکانس  $50\text{--}60\text{Hz}$ ).

### کالیبراسیون دستگاه خوانشگر میکروپلیت

کالیبراسیون دستگاه خوانشگر میکروپلیت یک فرآیند تخصصی است و باید توسط یک تکنیسین و یا مهندس آموزش دیده و با رعایت دستورالعمل‌های سازنده انجام شود. برای کالیبراسیون یک سری فیلترهای خاکستری روی یک پلیت نصب شده‌اند. این پلیت با پلیت‌های مورد استفاده در آزمایش ابعاد هندسی یکسان دارد.

سازنده‌گان، پلیت‌های کالیبراسیون را برای هر طول موج مورد استفاده در دستگاه فراهم می‌کنند که معمولاً حداقل سه میزان جذب نوری کم، متوسط و زیاد را در محدوده اندازه‌گیری دارند. برای انجام کالیبراسیون مراحل زیر را انجام دهید:

۱. پلیت کالیبراسیون را روی دستگاه قرار دهید.
۲. با استفاده از پلیت کالیبراسیون، مرحله قرائت را کامل کنید. اگر خوانده‌ها از یک چاهک به چاهک بعدی تفاوت دارد، آنها را مشخص نمایید. در این صورت، پلیت را  $180^{\circ}$  بچرخانید و قرائت را تکرار کنید تا اگر تفاوت مربوط به پلیت است، حذف شود. به طور کلی، اگر نتایج پلیت در دو طول موج، معادل مقادیر مورد انتظار است، دستگاه احتیاجی به کالیبراسیون بیشتر ندارد.

۳. چنانچه دستگاه به کالیبراسیون احتیاج داشته باشد آن را با روش پیشنهادی سازنده کالیبر کنید و مطمئن شوید توانایی خطی بودن دستگاه تا حد ممکن حفظ شده است.

۴. اگر دستگاه پلیت کالیبراسیون ندارد، یک محلول رنگی در چاهک‌های پلیت بریزید و بلا فاصله به طور کامل قرائت کنید.

## جدول مشکل‌یابی

مشکل	علت محتمل	راه حل
جذب‌های قرائت شده دستگاه غیر منطقی است.	لامپ لومننسانس سرویس نشده است.	لامپ را با لامپی دیگر با مشخصات لامپ اول جایگزین نمایید.
جذب‌های قرائت شده دستگاه ردیف به ردیف متفاوت است.	حسگرهای نوری کثیف هستند.	حسگرهای را تمیز نمایید.
خوانشگر جذب بالا را نشان می‌دهد.	لنز یا قسمتی از سیستم نوری کثیف است.	لنزهای سیستم نوری را تمیز کنید.
خوانشگر جذب پایین را نشان می‌دهد.	یک یا چند کاتال‌کالیبر نیست.	از کالیبربودن کاتال‌ها اطمینان حاصل نمایید.
خوانشگر جذب پایین را نشان می‌دهد.	تاریخ استفاده از محلول‌ها به پایان رسیده است و یا صحیح تهیه نشده است.	بی‌رنگ بودن TMB و روش تهیه محلول‌ها را کنترل کنید.
خوانشگر جذب بالا را نشان می‌دهد.	آلدگی با نمونه‌های دیگر وجود دارد.	آزمایش را تکرار و نحوه برچسب‌گذاری، کار شستشو دهنده و روش استفاده از پی‌پت را کنترل کنید.
خوانشگر جذب بالا را نشان می‌دهد.	فیلتر طول موج صحیح نیست.	از انتخاب صحیح طول موج برای آزمایش مطمئن شوید و در صورت درست نبودن، آن را تصویب نمایید.
خوانشگر جذب بالا را نشان می‌دهد.	پلیت به اندازه کافی و مؤثر شسته نشده است.	از روش شستشوی پلیت‌ها اطمینان حاصل نمایید. از آزمایش‌های کنترل کیفیت استفاده کنید.
خوانشگر جذب بالا را نشان می‌دهد.	مدت زمان انکوباسیون خیلی طولانی یا درجه حرارت خیلی بالا است.	مدت زمان انکوباسیون و درجه حرارت را کنترل کنید.
خوانشگر جذب بالا را نشان می‌دهد.	نمونه صحیح رقیق نشده است.	مراحل رقیق کردن نمونه را کنترل نمایید.
خوانشگر جذب بالا را نشان می‌دهد.	بعضی محلول‌ها استفاده نشده است.	از انجام مراحل آزمایش مطابق دستورالعمل اطمینان حاصل نمایید.
خوانشگر جذب بالا را نشان می‌دهد.	مدت زمان انکوباسیون خیلی پایین است.	مدت زمان انکوباسیون و درجه حرارت را کنترل کنید.
خوانشگر جذب بالا را نشان می‌دهد.	محلول‌ها در دمای اتاق نگهداری نشده است.	پایداری محلول‌ها را در دمای اتاق کنترل نمایید.
خوانشگر جذب بالا را نشان می‌دهد.	پلیت شستشو دهنده را با توجه به توصیه‌های سازنده تنظیم کنید.	سیستم شستشو دهنده را از حد نیاز شستشو شده است.
خوانشگر جذب بالا را نشان می‌دهد.	فیلتر طول موج صحیح نیست.	از انتخاب صحیح طول موج توصیه شده برای آزمایش اطمینان حاصل نمایید.
خوانشگر جذب بالا را نشان می‌دهد.	تاریخ استفاده از محلول‌ها به پایان رسیده است و یا صحیح تهیه نشده است.	محلول‌های استفاده شده را کنترل کنید. نحوه رقیق‌سازی را کنترل کنید.
خوانشگر جذب بالا را نشان می‌دهد.	یک محلول استفاده نشده است.	از رعایت دستورالعمل مراحل آزمایش اطمینان حاصل نمایید.
خوانشگر جذب بالا را نشان می‌دهد.	چاهک‌های پلیت در قسمت تحتانی خراش دارند.	پلیت نو تهیه و آزمایش را تکرار نمایید.
خوانشگر جذب بالا را نشان می‌دهد.	پلیت صحیح انتخاب نشده و یا کثیف است.	از نوع پلیت استفاده شده اطمینان حاصل نمایید. پلیت نو تهیه و آزمایش را تکرار نمایید.
خوانشگر جذب بالا را نشان می‌دهد.	چاهک‌های پلیت خشک شدند.	روشن شستشوی پلیت را تغییر دهید.
خوانشگر جذب بالا را نشان می‌دهد.	پلیت صحیح روی دستگاه قرارداده نشده و یا تکرار کنید.	نحوه قرارگرفتن پلیت را روی دستگاه کنترل کنید. قرائت پلیت را تکرار کنید.
خوانشگر جذب بالا را نشان می‌دهد.	رطوبت و یا اثر انگشت در سطح بیرونی قسمت تحتانی پلیت وجود دارد.	از تمیزبودن سطوح بیرونی قسمت تحتانی پلیت اطمینان حاصل نمایید.
خوانشگر جذب بالا را نشان می‌دهد.	مقداری بافر پیش از افزودن سوبیسترا در چاهک‌ها باقی مانده است.	از خارج شدن بافر شستشو از چاهک‌ها اطمینان حاصل نمایید.
خوانشگر جذب بالا را نشان می‌دهد.	قرص‌های سوبیسترا کامل حل نشده است.	از حل شدن کامل قرص‌های سوبیسترا اطمینان حاصل نمایید.
خوانشگر جذب بالا را نشان می‌دهد.	قرص‌های سوبیسترا نم دار هستند یا گیره‌های فلزی شکسته شده‌اند.	سالم بودن قرص‌های سوبیسترا و روش استفاده از آنها را کنترل نمایید.
خوانشگر جذب بالا را نشان می‌دهد.	محل چاهک نمونه بلانک ممکن است تغییر کند و مقادیر جاذبی که از هر خوانده کم می‌شود، صحیح نباشد.	از تنظیم چاهک‌های پلیت اطمینان حاصل نمایید.
خوانشگر پر اکنده‌گی غیرقابل انتظار در میزان جذب دارد.	لامپ دستگاه ثابت نیست.	لامپ را با لامپی دیگر با مشخصات لامپ اول جایگزین نمایید.
خوانشگر ستون به ستون افزایش و یا کاهش تدریجی در خوانده‌های اشان می‌دهد.	کالیبراسیون موتور محرک پلیت نامناسب است.	موتور محرک را کالیبر نماید تا در هر مرحله چاهک‌ها با سیستم نوری همسو باشد.
اعداد جذب در مقایسه با محدوده ارزیابی نوری کاربر بسیار پایین است.	اعداد با طول موج غیر از طول موج لازم برای آزمایش به دست امده است.	از درست بودن طول موج در زمان قرائت اطمینان حاصل نمایید. اگر طول موج صحیح نیست با طول موج درست، قرائت را تکرار نمایید. از انتخاب فیلتر با طول موج درست نیز اطمینان حاصل نمایید.

## فصل ۱ دستگاه خوانشگر میکروپلیت

معرفها را پیش از استفاده مخلوط نمایید. اجازه دهد که آنها به دمای اتاق برسند.	نمونه همگن نیست.	
از تعویض نوک سمپلر در حین انتقال هر نمونه و همچنین، خالی شدن مایعات اضافی اطمینان حاصل نمایید.	از پی‌پت صحیح استفاده نشده است.	
کالیبراسیون را کنترل نمایید. از روش کنترل کیفی مناسب استفاده نمایید.	خوانشگر کالیبر نیست.	تکرار پذیری کم است.
تا وقتی که خوانشگر به دمای لازم برای کار نرسیده است، منتظر بمانید.	قرائت پیش از گرم شدن دستگاه انجام شده است.	
تاریخ انقضای معرفها را کنترل کنید. شستشو دهنده را از بافر خالی نمایید.	تاریخ استفاده معرفها تمام شده است.	
از پرشدن کامل چاهکها و خالی شدن آنها به صورت یکنواخت در زمان شستشو، اطمینان حاصل نمایید.	شستشو کافی و مؤثر نیست.	
بی‌رنگ بودن TMB و روش تهیه آن را کنترل کنید.	سوپسترا آلوود است.	نمونه بلاتک جذب بالایی را نشان می‌دهد.
کدهای خوانشگر و میکروپرسور متفاوت است.	کدهای خوانشگر را کنترل کنید.	اطلاعات از خوانشگر به میکروپرسور
سرعت انتقال اطلاعات متفاوت است.	سرعت انتقال انتخاب شده را کنترل نمایید.	متقل نمی‌شود.
شرط استفاده کلیدهای دریافت / انتقال را بررسی کنید. این شرایط باید مطابق با پارامترهای تعریف شده سازنده باشد.	شرط استفاده کلیدهای دریافت / انتقال به درستی تعریف نشده است.	شرطیت باز
از متخصص فنی کمک بگیرید.	جایه‌جایی خوانشگر بدون رعایت موارد احتیاط انجام شده است.	شعاع نوری غیرهمتاز وجود دارد.
از راهاندازی صحیح و همتراز بودن شعاع نوری اطمینان حاصل نمایید.	منع نور - لامپ - تعویض شده ولی نصب و تراز شدن مجدد به طور صحیح انجام نشده است.	
مراحل شناسایی نمونه را کنترل کنید. قرائت را بعد از تنظیم مراحل شناسایی نمونه کنترل کنید.	پلیت صحیح بارگذاری نشده است.	نمونه درست شناسایی نمی‌شود.
مراحل شناسایی نمونه را کنترل کنید. قرائت را بعد از تنظیم مراحل شناسایی نمونه کنترل کنید.	نمونه ثبت شده صحیح شناسایی نشده است.	
از متخصص فنی کمک بگیرید.	برنامه‌ای که فعل بودن آلام و پیغام‌های هشدار دهنده را کنترل می‌کند، معیوب است و یا از طرف سازنده فعل نشده است.	کامپیوتر کدهای خطای نشان نمی‌دهد.
از متخصص فنی کمک بگیرید.	اجزای مختلفی در سیستم دچار مشکل هستند، مانند سیستم شناسایی سطح مایع.	خوانشگر نمی‌تواند خطاهای را شناسایی کند.

## تعاریف پایه

کمی لومنسانس.<sup>۱</sup> ساطع شدن نور یا لومنسانس که بلا فاصله در نتیجه یک واکنش شیمیایی در دمای محیط ایجاد می‌شود.

الایزا. روش بیوشیمیایی که بیشتر در ایمونولوژی برای شناسایی حضور یک آنتی بادی یا یک آنتی ژن در نمونه کاربرد دارد.

پلیت الایزا. پلیت استاندارد مصرفی که برای انجام روش الایزا استفاده می‌شود. معمولاً، این پلیت‌ها ۹۶ چاهک در ۸ ردیف و ۱۲ ستون دارند. پلیت‌های الایزا با ۳۸۴ تا ۱۵۳۶ چاهک برای انجام آزمایش‌های تخصصی مرکز با نیاز بیشتر وجود دارند.

شستشو دهنده میکروپلیت. دستگاهی که برای شستشو پلیت در مراحل خاص الایزا کاربرد دارد. هدف شستشو شدن مواد آزاد و اکتش است. این دستگاه‌ها از بافرهای خاص در مراحل شستشو استفاده می‌کنند.

آنریم. پروتئینی که انجام واکنش شیمیایی را تسريع می‌کند.

فلوروفور.<sup>۲</sup> مولکول‌هایی که نور را در طول موج تعیین شده جذب و در طول موج بالاتر از آن ساطع می‌کنند.

خوانشگر میکروپلیت. نامی که به اسپکتروفتومتر با توانایی قرائت میکروپلیت داده شده است.

TMB. تترامتیل بنزداین<sup>۳</sup>، یک سوپسترا برای آنریم HRP.<sup>۴</sup>

1. Chemiluminescence  
2. Fluorophore

3. Tetramethylbenzidine  
4. Horseradish Peroxidase



## فصل ۲

### دستگاه شستشو دهنده میکروپلیت

کد	۱۷۴۸۹	GMDN
کد	۱۷-۴۸۹	ECRI
نام گذاری	دستگاه شستشو دهنده میکروپلیت	

#### اصول عملکرد

دستگاه شستشو دهنده میکروپلیت برای انجام شستشو در روش الایزا طراحی شده است. این دستگاه حداقل دارای سیستم های جانبی زیر است که امکان دارد براساس طراحی سازنده متفاوت باشد:

- ۱. **سیستم جانبی کترل**: به طور معمول، سیستم شستشو با میکروپرسورها کترل می شود که اجازه برنامه ریزی و کترل مراحلی که به وسیله دستگاه اجرامی شود، مانند: تعداد چرخه شستشو<sup>۱</sup> (۱-۵)، زمان موردنظر، فشار لازم جهت تأمین بافر و خارج کردن آن از چاهک ها، قالب بندی پلیت (۹۶-۳۸۴ چاهک)، تنظیم عمل مکش با توجه به نوع چاهک<sup>۲</sup> (دارای کف صاف، دارای کف گرد، و یا به شکل V)، حجمی که توزیع و یا مکش می شود، چرخه های خیساندن و مخلوط کردن وغیره را می دهد.
- ۲. **سیستم جانبی تأمین کننده محلول**: به طور معمول، این سیستم شامل یک منبع ذخیره محلول شستشو، یک یا چند پمپ، یک سرنگ متحرک و یک توزیع گر است. انتقال محلول شستشو به چاهک های مختلف به وسیله این سوزن ها انجام می گیرد. سرسرنگ معمولاً ۸ جفت سوزن دارد که شستشو و مکیدن هم زمان چاهک ها را در هر ردیف انجام می دهد. مدل هایی با دوازده جفت سوزن و یا مدل های دیگر وجود دارند که مراحل شستشو را هم زمان در تمام چاهک ها انجام می دهند. همچنین با توجه به نحوه برنامه ریزی توسط کاربر، بعضی از دستگاه ها امکان شستشو با محلول های مختلف را نیز فراهم می کنند.

۲. دفعات شستشو به نوع آزمایش بستگی دارد و در دفترچه راهنمایی هر سازنده، این مراحل توضیح داده شده است.

۳. اگر کف چاهک صاف است، سوزن مکش نزدیک به دیواره یکی از چاهک ها است؛ اگر کف چاهک گرد یا V شکل است، سوزن مکش در مرکز است.

دستگاه شستشو دهنده میکروپلیت یا «شستشو دهنده الایزا» برای انجام شستشو در روش الایزا طراحی شده است. این دستگاه چاهک های میکروپلیت را در مراحل مختلف آزمایش شستشو می دهد.

#### تصویر سیستم شستشو دهنده میکروپلیت



#### موارد استفاده از سیستم شستشو دهنده میکروپلیت

این دستگاه به منظور تأمین بافرهای شستشو به صورت خودکار برای روش الایزا طراحی شده است. همچنین مواد زائد و اضافی به جامانده از واکنش درون چاهک ها را تخلیه می کند. براساس نوع آزمایش، دستگاه ممکن است یک تا چهار بار برنامه ریزی شود به طوری که در هر نوبت، بافر شستشو را تأمین و مواد زائد<sup>۱</sup> تا پایان برنامه زمان بندی شده را از سیستم خارج کند تا زمان و چرخه برنامه ریزی کامل شود. این سیستم دو منبع ذخیره دارد؛ یکی برای تأمین بافر شستشو و دیگری برای مایعات و پسماند تولید شده در حین مراحل آزمایش.

۱. به فصل ۱ (دستگاه خوانشگر میکروپلیت) و خلاصه ای از روش الایزا مراجعه نمایید.

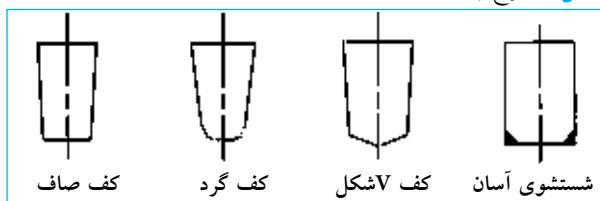
### مراحل شستشو

شستشوی میکروپلیت یکی از مراحل روش الایزا محسوب می‌شود. محلول‌های خاصی برای مراحل شستشو استفاده می‌شوند. در میان آنها بافر فسفات<sup>۱</sup> متداول‌ترین نوع محلول است. این بافر اگر در دمای  $4^{\circ}\text{C}$  نگهداری شود، برای ۲ ماه پایدار است. به طور تقریبی ۱ تا ۳ لیتر محلول برای شستشوی کامل یک میکروپلیت لازم است و هر بار  $30^{\circ}\text{C}$  میکرولیتر برای هر چاهک مورد استفاده قرار می‌گیرد. ممکن است مراحل شستشو دستی نیز انجام شود، ولی استفاده از شستشوی دستی خودکار اولویت دارد زیرا کارایی بهتر داشته و احتمال آسودگی بالقوه را به حداقل می‌رساند.

در بین مراحل مختلف شستشو، روش‌های زیر بیشتر مورد استفاده هستند:

**۵. مکش از سطح به کف چاهک<sup>۲</sup>** وقتی این مرحله آغاز می‌شود، سوزن‌ها به صورت عمودی حرکت کرده و به محض اینکه وارد محلول داخل چاهک شدند، مکش شروع می‌شود. این مرحله تا زمانی که سوزن‌ها نزدیک کف چاهک‌ها برسند ادامه دارد. در این مرحله مکش متوقف می‌شود تا از مکش هوایی که در جهت مخالف بر سطح دیواره چاهک‌ها جاری است، جلوگیری شود. این نوع مکش، از خشک شدن پروتئین روی سطح دیواره داخلی چاهک‌ها به علت جریان هوا جلوگیری می‌کند.

شکل ۲. انواع چاهک‌ها

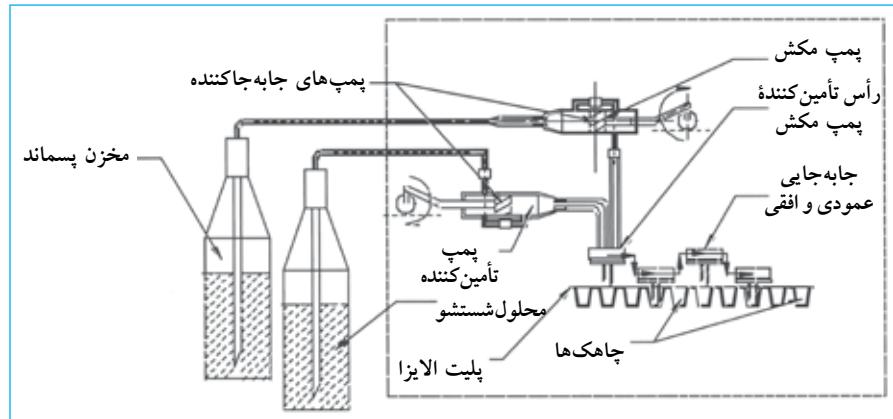


**۶. سیستم مکش یا استخراج** این سیستم به یک مکانیسم خلاً و یک سیستم ذخیره برای جمع آوری مایعات و پسماند احتیاج دارد. خلاً ممکن است به وسیله پمپ داخلی و خارجی تأمین شود. تخلیه با سری سوزن‌هایی انجام می‌شود که روی شستشوی دهنده/خشک کننده نصب شدند. تعداد سوزن‌ها از یک تا سه عدد بسته به مدل دستگاه متفاوت است.

اگر دستگاه از یک سوزن استفاده می‌کند، شستشو و تخلیه هر دو با یک سوزن انجام می‌شود. اگر از دو سوزن استفاده می‌کند، یکی برای تأمین محلول شستشو و دیگری برای تخلیه است. اگر سیستم مجهر به سه سوزن است، سوزن اولی برای محلول شستشو، دومی برای تخلیه و سومی برای کترل (خارج نمودن) حجم اضافه از محلول مورد استفاده قرار می‌گیرد. معمولاً سوزن مکش درازتر از سوزن تأمین کننده محلول است تا بتواند محلول را از عمق  $0/3$  و  $0/5$  میلی‌متری کف چاهک بالا بکشد.

**۷. سیستم جانبی پیشرفت** این قسمت از مکانیسمی تشکیل یافته است که سوزن تأمین کننده محلول و تخلیه را به صورت افقی حرکت می‌دهد تا به تک‌تک چاهک‌ها در پلیت الایزا وارد شود. وقتی حرکت افقی روی هر ردیف پلیت انجام می‌گیرد با یک حرکت عمودی محلول شستشو وارد و یا از چاهک خارج می‌شود. در این راستا سیستم‌های شستشوی دهنده‌ای وجود دارد که این مراحل را همزمان انجام می‌دهند. این سیستم‌های جانبی در شکل ۲ نشان داده شده‌اند. شکل ۳ انواع چاهک‌های پلیت الایزا را نشان می‌دهد. هر نوع چاهک برای یک آزمایش خاص استفاده می‌شود.

شکل ۲. شستشوی میکروپلیت



1. Phosphate Buffer Solution  
2. Aspiration from top to bottom

### تصدیق مراحل شستشو

برای اطمینان از اینکه مراحل شستشو مناسب با ویژگی‌های روش الایزا انجام می‌گیرد، سازندگان الایزا روش‌هایی را طراحی کرده‌اند که باید به طور منظم انجام شود. یکی از کترل‌ها<sup>۱</sup> استفاده از محلول پراکسیداز<sup>۲</sup> است که با استفاده از پی‌پت در چاهک‌های پلیت اضافه و در طول موج‌های ۴۰۵ و ۴۹۲ نانومتر خوانده می‌شود. سپس چاهک‌ها شسته شده و یک سوبسترای بی‌رنگ<sup>۳</sup> به آن افزوده می‌شود. مقدار باقی‌مانده کوئنزوگه آنزیم را هیدرولیزمی‌کند و رنگ محلول را به آبی تغییر می‌دهد. بعد از متوقف کردن واکنش با اسید، سوبستر را به رنگ زرد درمی‌آید. شدت رنگ محلول به طور مستقیم به مؤثر بودن شستن چاهک‌ها بستگی دارد.

### الزامات نصب و راه‌اندازی

برای اینکه دستگاه شستشودهنده میکروپلیت صحیح کار کند، رعایت موارد زیر لازم است:

۱. محیط پاکیزه و بدون گرد و خاک.

۲. یک میز کار ثابت به دور از وسایلی که ارتعاش ایجاد می‌کنند (مانند سانتریفوژ و همزن‌ها). میز باید ابعاد مناسب برای قراردادن وسایل جانبی مانند انکوباتور، توزیع‌گر، خوانشگر، کامپیوترا و ضمائم آن داشته باشد.

۳. یک منبع جریان الکتریکی با شرایط خوب متصل به سیم زمین و یک رابط که با استاندارد کشور و یا آزمایشگاه مطابقت داشته باشد. در امریکا، ۱۱۰V و فرکانس ۶۰Hz معمولاً استفاده می‌شود. در کشورهای دیگر، معمولاً ۲۲۰-۲۴۰V و فرکانس ۵۰-۶۰Hz استفاده می‌شود.

### نگهداری معمول

نگهداری معمول دستگاه شستشودهنده میکروپلیت در اینجا ذکر شده است. نگهداری سیستم خوانشگر در فصل ۱ شرح داده شده است.

### نگهداری پایه توافر: روزانه

۱. از حجم مایع توزیع شده اطمینان حاصل نمایید.
۲. از یکسان بودن حجم محلول اطمینان حاصل نمایید.
۳. از مؤثر بودن سیستم مکش اطمینان حاصل نمایید.
۴. از تمیزی سوزن مکش و تأمین کننده اطمینان حاصل نمایید.

1. Procedure developed by PANBIO, ELISA check plus, Cat. N° E-ECP01T  
2. Peroxidase Reagent

3. TMB/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-Tetramethylbenzidine/Hydrogen Peroxide

۰ **توزیع و مکش هم‌زمان** در بعضی از شستشودهندها، عمل توزیع و مکش هم‌زمان صورت گرفته و یک تلاطم کترل شده درون چاهک ایجاد می‌شود که سبب خارج شدن مواد آزاد از درون چاهک می‌شود.

۰ **مکش در کف چاهکها** در این سیستم سوزن مکش به کف چاهک بسیار نزدیک است و بلا فاصله مرحله مکش آغاز شده و معمولاً در زمان کترل شده انجام می‌گیرد. اگر سطح محلول پایین‌تر از حجم لازم باشد، سیستم ممکن است هوا را مکش کند.

### کالیبراسیون دستگاه

دستگاه شستشودهنده میکروپلیت برای تضمین عملکرد صحیح روش الایزا الزامی است. مراحل تنظیم برای عملکرد مؤثر این دستگاه‌ها در زیر توضیح داده شده است:

۰ **وضعیت سوزن (سر تأمین کننده و مکنده)** تنظیم عمودی و افقی سوزن نسبت به چاهک‌ها باید دقیق باشد. اگر چاهک‌ها کف صاف هستند، سوزن تأمین کننده بافر باید به دیواره چاهک‌ها بسیار نزدیک باشد. اگر کف چاهک‌ها گرد و یا V‌شکل هستند، سوزن مکش باید در مرکز چاهک قرار گیرد. در حرکت عمودی، فاصله سوزن و کف چاهک بین ۰/۳ تا ۰/۵ میلی‌متر تنظیم می‌شود و سوزن هرگز نباید با کف چاهک تماس داشته باشد تا از بروز صدمات مکانیکی بین نوک سوزن و کف چاهک در حین مکش جلوگیری شود.

۰ **زمان مکش**. زمان مکش باید دقیق تنظیم شود تا لایه محلول که روی دیواره چاهک‌ها را پوشانده است به طرف کف چاهک حرکت کند. از فاصله دادن طولانی بین زمان مکش‌ها خودداری کنید تا از خشک شدن لایه محلول روی دیواره چاهک‌ها جلوگیری شود. از تمیز و باز بودن سوزن‌ها و سیستم مکش نیز مطمئن شوید.

۰ **حجم توزیع شده** از اینکه مقدار حجم توزیع شده به حد اکثر میزان گنجایش چاهک نزدیک و سطح محلول در تمام چاهک‌ها یکسان است اطمینان حاصل نمایید. از تمیز و باز بودن سوزن‌های توزیع گر مطمئن شوید.

۰ **خلأ**: سیستم مکش باید به طور کامل و مؤثر کالیبر شود. اگر مکش خیلی قوی باشد، می‌تواند شرایط آزمایش را تغییر دهد. در واقع، ممکن است سبب خشک شدن چاهک شود و فعالیت آنزیم در چاهک‌ها را به طور قابل توجهی ضعیف کند و درنهایت، روی نتایج آزمایش تأثیرگذار باشد. اکثر شستشودهنده‌ها با قدرت مکش در محدوده ۷۰٪ و ۶۰٪ فشار اتمسفر کار می‌کنند. در بعضی از آنها، سیستم به صورت یک پمپ خارجی و یک وسیله جانی عمل می‌کند. عملکرد آن به وسیله شستشودهنده کترل می‌شود؛ یعنی سیستم فقط در زمان مورد نیاز کار می‌کند.

## کتاب راهنمای نگهداری و تجهیزات آزمایشگاهی

۳. تنظیم بودن سیستم‌های جانبی را کنترل نمایید و براساس توصیه‌های سازنده کالیبر نمایید.
۴. مطمئن شوید اتصالات الکتریکی و کابل ارتباطی داخلی سالم است.
۵. برای از بین بردن باقی‌مانده ذرات نمک در کانال‌های تخلیه و تأمین کننده بعد از هر بار استفاده، شستشو دهنده را با آب مقطر شستشو نمایید.
۶. از سالم بودن فیوز و تمیز بودن محل اتصال آن اطمینان حاصل نمایید.

**نکته:** کاربران فنی آموخته دیده باید مراحل نگهداری سیستم کنترل را انجام دهند. اگر لازم شد با سازنده یا نمایندگی آن تماس بگیرید.

۵. بعد از استفاده، دستگاه را با آب مقطر بشویید تا باقی‌مانده ذرات نمک در کانال‌های تخلیه و تأمین کننده خارج گردد. سوزن‌ها ممکن است در آب مقطر غوطه‌ور بمانند.
۶. از تمیز بودن سطح خارجی بدنه دستگاه اطمینان حاصل نمایید. اگر لازم است آن را با پارچه مرطوب و کمی محلول شستشو تمیز کنید.

## نگهداری پیشگیرانه

### توافق: هر ۳ ماه

۱. تمام کانال‌ها و اتصالات را جدا کنید و از یکپارچگی و سالم بودن آنها مطمئن شوید. اگر نشت و یا آثار خوردگی وجود داشت، آنها را تنظیم یا جایگزین نمایید.
۲. از سالم بودن قسمت‌های مکانیکی مطمئن شوید. براساس توصیه‌های سازنده روغن کاری کنید.

**فصل ۲** دستگاه شستشو دهنده میکروپلیت

**جدول مشکل یابی**

مشکل	علت محتمل	راه حل
پس از تکمیل مرحله شستشو، رسوب محلول در چاهکها باقی ماند.	سیستم شستشو مشکل دارد.	از کارکرد سیستم شستشو در فشار مناسب اطمینان حاصل نمایید.
	کانال های سیستم مکش دارای قطرهای متفاوت با دستور العمل سازنده می باشند.	قطر کانال های ارتباطی سیستم را کنترل کنید تا مطابق با توصیه های سازنده باشد.
	لوله مکش گرفتگی دارد.	از تمیز و بازبودن سیستم مکش اطمینان حاصل نمایید.
	مخزن پسماندها بر است.	سطح پسماندها را در مخزن کنترل کنید.
	فیلتر رطوبت یا گرفتگی دارد.	از وضعیت و سالم بودن فیلتر سیستم مکش اطمینان حاصل کنید.
	نوک سوزن ها به کف چاهک نمی رستند و صحیح تنظیم نشده اند.	محل قرار گیری سرسوزن ها را کنترل کنید.
	پلیت متفاوت در آزمایش استفاده شده است.	از نوع پلیت مناسب آزمایش اطمینان حاصل نمایید.
	سیستم شستشو به طور مؤثر هوای گیری نشده است.	سیستم هوای گیری را کنترل کنید.
	کاربر توصیه های سازنده را صحیح رعایت نکرده است.	توصیه های سازنده را موردنمایید و تنظیمات لازم را انجام دهید.
	پلیت مورد استفاده در سیستم به طور صحیح تنظیم نشده است.	محل قرار گیری پلیت را کنترل نمایید.
چرخه شستشو به طور کامل کار نمی کند.	مخزن ذخیره محلول شستشو خالی است.	منبع ذخیره محلول شستشو را کنترل نمایید. حجم از دست رفته را جایگزین نمایید.
	سیستم شستشو در آغاز چرخه کاری خوب هوای گیری نشده است.	برای همگن سازی و حذف حباب های هوا، ابتدا سیستم را تمیز و هوای گیری نمایید.
	برنامه ریزی برای تنظیم حجم محلول شستشوی توزیع شده اشتباه است.	از حجم لازم برای هر آزمایش و هر پلیت اطمینان حاصل نمایید.
	پلیت در سیستم شستشو نادرست قرار گرفته است.	نصب و صحیح قرار گرفتن پلیت را کنترل نمایید.
	چرخه صحیح انتخاب نشده است.	تنظیم چرخه شستشو که برای هر پلیت توصیه شده است را بررسی نمایید.
	سازنده نیست.	پلیت های مورد استفاده مطابق با توصیه های سازنده نیست.
	مقدار محلول در چاهکها کافی نیست.	
	قطر لوله تأمین کننده محلول شستشو مطابق با توصیه سازنده نیست.	از توصیه های سازنده استفاده نمایید. در صورت لزوم تصحیح کنید.
	فشل برای توزیع مقدار کافی از محلول شستشو کافی نیست.	کانال ها و سیستم تأمین کننده را کنترل نمایید. ممکن است کانال گرفتگی داشته باشد.
	سیستم اکثراً استفاده نمی شود.	روش های جلوگیری از رشد باکتری و قارچ را کنترل نمایید.
در مخزن شستشو باکتری و قارچ رشد کرده است.	روش مناسبی برای ضد عفنونی کردن اجرا نمی شود.	روش های جلوگیری از رشد باکتری و قارچ را کنترل نمایید.
	تعویض لوله ها و کانال های ارتباطی با تواتر لازم انجام نشده است.	از انجام توصیه های سازنده و یا بخش فنی در تعویض ظرف ها و کانال ها اطمینان حاصل نمایید.
	محلول شستشو آلوده شده است.	مراحل مدیریت و تهیه محلول شستشو را با هدف تعیین علت آلودگی و حذف آن کنترل نمایید.
	نگهداری با توجه به برنامه ریزی تعیین شده انجام نشده است.	زمان برنامه نگهداری را کنترل نمایید. به فرد مسئول اطلاع دهید.

## تعاریف پایه

بافر. محلولی که شامل یک اسید ضعیف با نمک آن، یک باز ضعیف با نمک آن است و نسبت به تغییرات pH در دمای مشخص مقاوم است.

بافر فسفات. یکی از محلول‌هایی که در سیستم شستشو در آزمایش‌های الایزا استفاده می‌شود. این محلول از مواد زیر تهیه می‌شود:  $NaCl$ ,  $KCl$ ,  $NaHPO_4 \cdot 2H_2O$  and  $KH_2SO_4$  از آب دیونیزه مخلوط می‌شود.

پلیت (الایزا). پلیت مصری با ابعاد استاندارد که برای نگهداری نمونه و انجام واکنش‌های الایزا طراحی شده است. معمولاً، این پلیت‌ها ۹۶ یا ۱۵۳۶ یا ۳۸۴ پلاستیک‌هایی نظیر پلی‌استیرن و پلی‌پروپیلن ساخته شدند. پلیت‌های ویژه‌ای نیز برای تسهیل انجام آزمایش وجود دارند.

چاهک دارند و از پلاستیک‌هایی نظیر پلی‌استیرن و پلی‌پروپیلن ساخته شدند. پلیت‌های ویژه‌ای نیز برای تسهیل انجام آزمایش وجود دارند.

پمپ با فشار ثابت. یک پمپ که به واسطه یک پیستون داخل یک سیلندر حرکت می‌کند. مکانیسم عمل مشابه یک سرنگ است. این پمپ مجهز به یک سری دریچه برای کنترل جریان به داخل و خارج پمپ است.

$TMB/H_2O_2$ .<sup>۲</sup> یک سری از معرف‌ها که برای اطمینان از چگونگی شستشوی چاهک‌ها در روش الایزا کاربرد دارند.

1. Phosphate Buffer Solution(PBS)
2. Tetramethylbenzidine/ Hydrogen Peroxide

# فصل ۳



## pH متر

نام‌گذاری pH متر	کد ECRI	کد GMDN
	۱۵-۱۶۴	۱۵۱۶۴

### تصویر و اجزای pH متر



pH متر برای تعیین غلظت یون هیدروژن  $[H^+]$  در یک محلول کاربرد دارد. اگر این دستگاه با احتیاط استفاده و کالیبر شود، قدرت اسیدی محلول را اندازه‌گیری می‌کند. pH مترها گاهی دستگاه تجزیه pH، نمایشگر pH و یا سیستم الکتروشیمی<sup>۱</sup> نیز نامیده می‌شوند.

### موارد استفاده از pH متر

pH متر در هر رشته‌ای از علوم که با محلول سر و کار دارد، استفاده می‌شود. در رشته‌هایی مانند کشاورزی، صنایع آب و خالص‌سازی و در صنایعی مانند پتروشیمی، کاغذسازی، غذا، داروسازی، تحقیق و توسعه صنایع فلزات و غیره کاربرد دارد. در آزمایشگاه بالینی از آن در کنترل محیط‌های کشت، اندازه‌گیری بافرهای قلیایی و یا اسیدی و محلول‌ها استفاده می‌شود. در آزمایشگاه‌های تخصصی، میکروالکترودها برای اندازه‌گیری pH فرآورده‌های خون کاربرد دارند. pH پلاسمای وضعیت بالینی بیمار را ارزیابی می‌کند و معمولاً بین  $7/35$  تا  $7/45$  است. این مقدار در نتیجه تعادل واکنش‌های اسیدی - بازی در بدن ایجاد می‌شود. اسید به طور مستمر یون هیدروژن آزاد می‌کند و موجود زنده با تولید یون بی‌کربنات این حالت را خشی کرده و یا در تعادل نگه می‌دارد. نسبت بین اسید - باز در موجود زنده به وسیله کلیه‌ها (اندامی) که هر گونه مواد زاید را از بدن دفع می‌کند) انجام می‌شود. pH پلاسمای یکی از عواملی است که با توجه به سن و شرایط سلامتی بیمار فرق می‌کند. جدول ۱ مقادیر pH بعضی از مایعات بدن را نشان می‌دهد.

### اصول عملکرد

pH متر غلظت یون هیدروژن  $[H^+]$  را با استفاده از الکترود حساس به یون  $[H^+]$  اندازه‌گیری می‌کند. در شرایط ایده‌آل این الکترود در حضور یک نوع یون کارمی کند. ولی در عمل همیشه با دیگر یون‌های موجود در محلول تداخل دارد. لکترود pH معمولاً یک الکترود ترکیبی است، به این معنی که یک الکترود رفرانس و یک الکترود داخلی در داخل یک محفظه شیشه‌ای گنجانده شده‌اند. انتهای محفظه از غشاء شیشه‌ای و حباب مانند

### مقادیر pH بعضی از مایعات بدن

pH	مایع
۷/۸-۸/۶	صفرا
۶/۴-۶/۸	بزاق
۵/۵-۷/۰	ادرار
۱/۰-۱/۸	شیره معده
۷/۳۵-۷/۴۵	خون

1. Potentiometers

### اجزای pH متر

یک pH متر معمولاً ساختار زیر را دارد:

۱. بدن دستگاه شامل مدار، کترول ها، رابطه ای و صفحه اندازه گیری است. قسمت های زیر از اجزای مهم دستگاه هستند:

الف) کلید روشن خاموش. همه pH مترها این کلید را ندارند.

بعضی فقط یک سیم با دو شاخه متصل به پریز برق دارند.

ب) کترول دما: این کلید دمای محلول مورد اندازه گیری را کنترل می کند.

ج) کترول کالیبراسیون. با توجه به مدل، pH مترها یک یا دو

کلید کالیبراسیون دارند. معمولاً این کلیدها با Cal 1 و Cal 2

شناسایی می شوند. اگر pH متر فقط با یک محلول کالیبر

شده است، کلید Cal 1 استفاده می شود و کلید 2 باید

روی ۱۰۰٪ باشد. اگر pH متر از کالیبراسیون دونقطه ای

استفاده می کند، از دو محلول که محدوده pH موردنظر آزمایش

را پوشش می دهد و دو کلید 1 و Cal 2 استفاده می شود.

در موارد خاص، کالیبراسیون سه نقطه ای باید انجام شود که در این صورت از سه محلول کالیبراسیون استفاده می شود.

د) کلید کترول وضعیت دستگاه. عملکرد این کترول عبارت

است از:

I. وضعیت آماده (۵). در این حالت، جریان الکتریکی

در کترولها وجود ندارد و زمانی که دستگاه خاموش

است استفاده می شود.

II. وضعیت اندازه گیری pH. بعد از کالیبراسیون موردنظر،

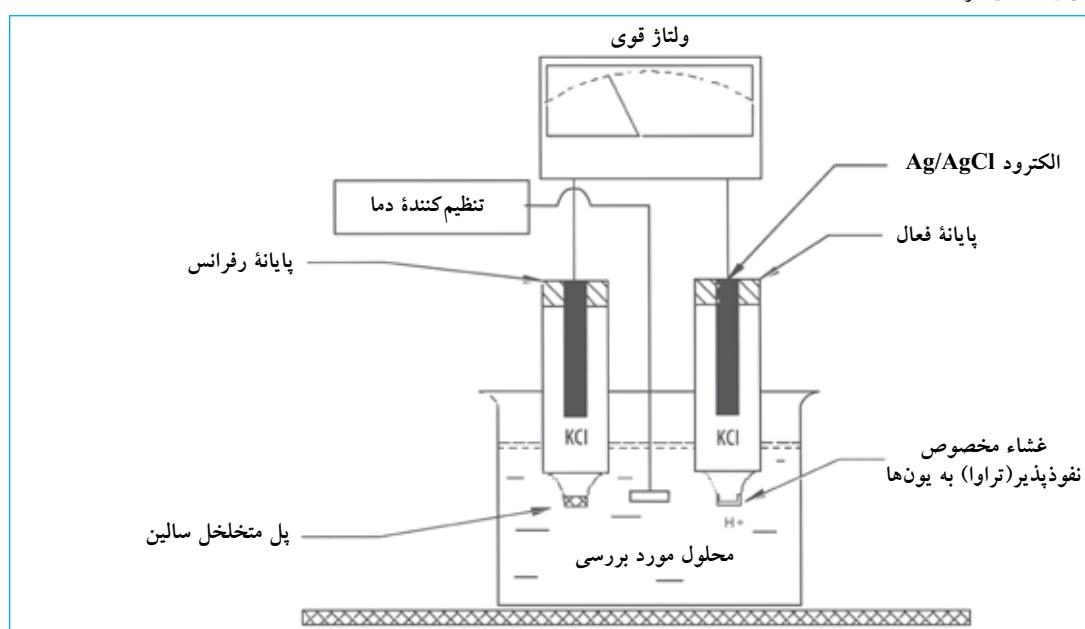
دستگاه، pH محلول را اندازه گیری می کند.

است که نسبت به یون ها حساس می باشد و رأس الکترود داخلی در داخل آن قرار دارد. بخش داخلی و بیرونی محفظه حاوی KCl ۰/۱ مولار ( محلول رفرانس ) است و الکترود رفرانس (کاتد) در درون و آند در بیرون آن قرار دارد. الکترود داخلی و الکترود رفرانس معمولاً از یک جنس ساخته شده اند.

این وسیله مانند یک پیل گالوانیزه کار می کند. الکترود رفرانس در مراحل اندازه گیری بدون تغییر باقی می ماند. قسمت انتهای محفظه به یون ها حساس است و در واقع بخشی است که در تماس با محیط اندازه گیری می باشد و تبادل یون ها به وسیله این غشاء شیشه ای انجام می شود. این قسمت باید به طور متناسب با محلول KCl برای برقراری مجدد تبادل یونی پر شود در غیر این صورت با از دست دادن یون ها و تبخیر، این تبادل یونی به درستی انجام نخواهد داشد.

انتهای محفظه شیشه ای الکترود pH با یک لایه ژل در قسمت داخلی و خارجی پوشیده شده است و مانند یک محیط اندازه گیری عمل می کند. یون سدیم  $[Na^+]$  در ژل بیرون از حباب شیشه ای و در محلول و یون هیدروژن  $[H^+]$  در ژل منتشر می شود. این ژل سبب انتخابی<sup>۱</sup> عمل کردن الکترود pH برای یون می شود؛ یون هیدروژن  $[H^+]$  نمی تواند از غشاء شیشه ای الکترود pH عبور کند، در حالی که یون سدیم  $[Na^+]$  عبور کرده و سبب تغییر پتانسیل پیل می گردد. این تغییر به وسیله pH متر اندازه گیری می شود. توضیح مختصری در ارتباط با طرز کار الکترودها در پیوست آخر این فصل ضمیمه است.

شکل ۴. نمای یک pH متر



### فصل ۳ pH متر

متصل به دستگاه اندازه‌گیری باشد. این الکترود ترکیبی متشكل از یک الکترود رفرانس که الکترود کالومل نیز نامیده می‌شود و یک الکترود داخلی در یک محفظه شیشه‌ای است. سازندگان مختلف این الکترود را به اشکال متفاوت طراحی کرده‌اند.

#### جریان الکتریکی معمول

شکل ۶ سیستم کنترل جریان برق در یک pH متر را که طراحی‌های گوناگون و متفاوت می‌تواند داشته باشد، نشان می‌دهد.

III. وضعیت اندازه‌گیری میلیولت (mV).<sup>۱</sup> در این حالت

دستگاه قادر به خواندن میلیولت است.

IV. وضعیت کنترل اتوماتیک دما (ATC).<sup>۲</sup> همه pH مترها

این کنترل را ندارند. این تنظیم خودکار دما است و

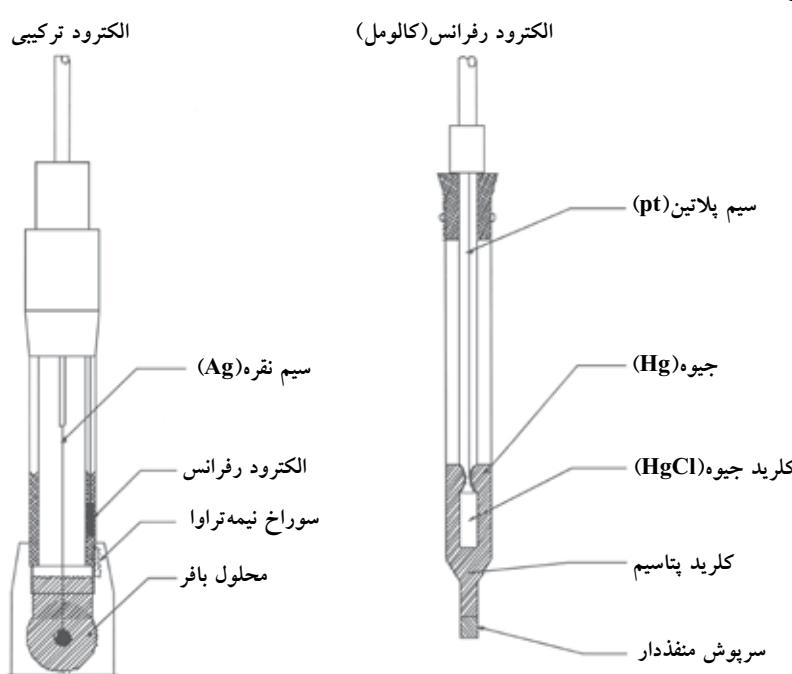
وقتی که محلول‌ها دمای متغیر داشته باشند کاربرد دارد.

لازم استفاده از این کنترل داشتن الکترود ترکیبی

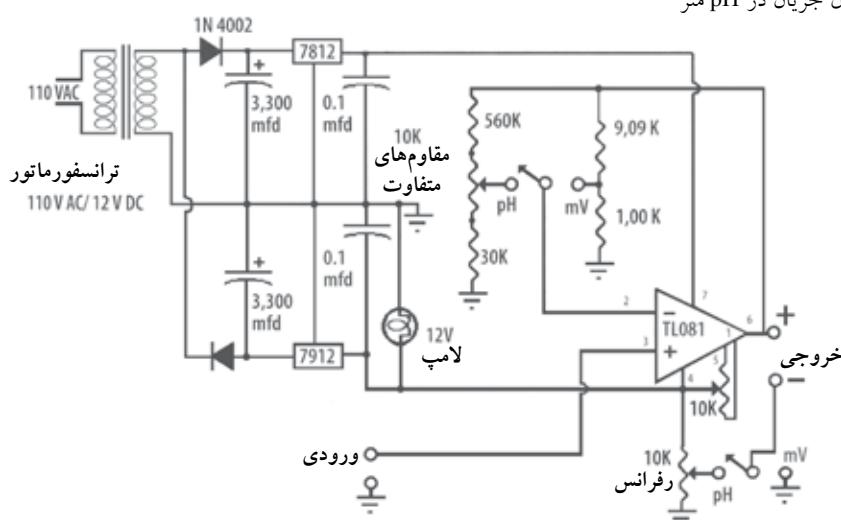
خاص است.

۲. الکترود ترکیبی.<sup>۳</sup> این الکترود باید در آب مقطر نگهداری و

شکل ۵. انواع الکترود‌ها



شکل ۶. مثالی از سیستم کنترل جریان در pH متر



1. Millivolt (mv) Mode

2. Automatic Temperature Central

3. Probe

## توضیح اجزای کنترل جریان معمولی

سیستم	اجزا	توضیح
	ترانسفورماتور AC/DC ۱۲V / ۱۱۰V.	و سیله‌ای که ولتاژ ۱۱۰ را به AC ۱۲V تبدیل می‌کند.
	دیود یک‌سوکننده ۱N4002.	دیود کنترل کننده ۱ جریان مثبت.
	متراکم کننده های الکتروولیت ۳۳۰۰ μfd.	متراکم کننده که ولتاژ DC را به دیود هدایت می‌کند.
	مدار تنظیم کننده سه گوش (۷۸۱۲، ۷۹۱۲).	تنظیم کننده ولتاژ که در نتیجه اثر متقابل دیود و متراکم کننده حاصل می‌شود.
	۰/۱ میکروفاراد (μfd) (۲) متراکم کننده الکتروولیت.	و سیله‌ای که برای ایجاد پایداری در فرکانس بالا استفاده می‌شود.
	لامپ سیگنال DC ۱۲V.	سیگنال لامپ که نمایانگر روشن بودن دستگاه است.
	تقویت کننده نوع TL081.	مدار جریان میلی ولت.
	(R1) مقاومهای ۹KΩ (اهم).	
	(R2) مقاومهای ۱KΩ (اهم).	
	(R3) مقاومهای ۵۶KΩ (اهم).	مدار جریان pH.
	(R4) مقاومهای مختلف ۱۰KΩ (اهم).	
	(R5) مقاومهای ۳۰KΩ (اهم).	مقاومت زمین.
	ولتامتر DC کم‌هزینه.	جریان حاصل از رابطه زیر حساب می‌شود: $\text{جریان} = \frac{(R_3 + P \times R_4)}{(R_5 + (1 - P) \times R_6)}$ جریان.
	قسمت خروجی.	خواندن میلی ولت را امکان‌پذیر می‌سازد. ولتاژ خوانده شده ۱۰ برابر پیل الکتریکی است و قدرت تفکیک ۰/۱ میلی ولت را دارد. خوانده‌ها با استفاده از الکترود کربن/کوئین‌هایدرون** به دست می‌آید.

\* ولتاژهای مناطق مختلف دنیا را شامل می‌شود.

\*\* Carbon/ Quinhydron Electrode

## توضیح مراحل

## توانزه: روزانه

۱. pH متر را با یک محلول دارای pH معین کالیبر کنید  
(کالیبر اسیون یک نقطه‌ای).
۲. ۱ دستگاه را به پریز برق با ولتاژ مناسب وصل کنید.
۳. ۱ کلید دما را با دمای محیط(محلول) مطابقت دهید.
۴. ۱ کلید نگهداری کرد، در حالی که بعضی را می‌توان در آب مقطر نگهداری کرد. آب مخصوصاً سازنده در محلول قرار گیرد.<sup>۳</sup> اگر بنا به توصیه سازنده در محلول دیگری قرار گیرد. اگر بنا به دلایلی الکترود خشک شود، ۲۴ ساعت پیش از استفاده آن را در آب قرار بدهید.
۵. ۱ الکترود را داخل بشر خالی با آب مقطر شستشو دهید.
۶. ۱ الکترود را با پارچه جاذب خشک کنید. برای جلوگیری از آلودگی احتمالی، الکترودها را باید بین محلول‌های مختلف شستشو داد.

## الزامات نصب و راهاندازی

pH متر با استفاده از جریان الکتریکی با مشخصات زیر کار می‌کند.

منبع نیرو: تک ولتاژ: V ۱۱۰ یا ۲۲۰-۲۳۰، فرکانس‌های Hz ۵۰-۶۰. بسته به مناطق مختلف دنیا.

همچنین، pH متر قابل حمل و باتری دار وجود دارد.

## مراحل کلی کالیبراسیون

دستگاه pH متر، قبل از استفاده برای صحت اعداد pH باید کالیبر شود. ترتیب کالیبراسیون عبارت است از:

۱. کالیبر اسیون یک نقطه‌ای. این روش برای شرایط کاری و استفاده معمولی کاربرد دارد و از یک محلول رفرانس با pH معین استفاده می‌کند.

۲. کالیبر اسیون دونقطه‌ای. این روش پیش از اندازه‌گیری خیلی دقیق کاربرد دارد و از دو محلول رفرانس با pH معین استفاده می‌کند. همچنین، زمانی که از دستگاه برای مدت طولانی استفاده نشده است و یا شرایط نگهداری اعمال نشود، این روش مورد استفاده قرار می‌گیرد.

1. Diode controlling the type of wave and guaranteeing that is positive

2. Electrolyte Condensers

3. از نوع محلول بافر توصیه شده توسط سازنده اطمینان حاصل نمایید.

### فصل ۳ pH متر

#### ۵. خاموش کردن pH متر.

- ۱.۵ الکترود را از داخل آخرین محلول خارج کنید.
- ۲.۵ آن را با آب مقطر شستشو دهید و با کاغذ فیلتر بدون پرز خشک نمایید.
- ۳.۵ الکترود را داخل محلول نگهداری قرار دهید.
- ۴.۵ کلید را در وضعیت آماده قرار دهید.
- ۵.۵ دستگاه را از برق خارج کنید.
- ۶.۵ میز کار را تمیز کنید.

#### نگهداری عمومی pH متر

نگهداری pH مترها شامل:  
نگهداری بدنه pH متر و الکترودهای آن می باشد.

#### نگهداری عمومی بدنه pH متر

##### تواتر: هر ۶ ماه

۱. شرایط فیزیکی و ظاهری pH متر، تمیزی بدنه، محافظه، و تنظیم آن را کنترل کنید.
۲. کابل ها، اتصالات و همچنین تمیزی آنها را کنترل نمایید.
۳. کنترل های دستگاه را بازبینی کنید. از فعل شدن بدون مشکل آنها اطمینان حاصل نمایید.
۴. از آماده بودن pH متر اطمینان حاصل نمایید. برای این کار برق دستگاه باید قطع شود. با استفاده از پیچ تنظیم که معمولاً زیر عقربه نمایشگر قرار دارد، عقربه نمایشگر را روی صفر تنظیم کنید. اگر دستگاه صفحه نمایشگر دارد، از عملکرد صحیح آن اطمینان حاصل نمایید.
۵. از کارکرد صحیح نشانگر کلید روشن دستگاه (حباب یا دیود) اطمینان حاصل نمایید.
۶. گیره نگهدارنده الکترود را کنترل نمایید. اتصالات الکترود به بدنه را بازبینی کرده و از شل نبودن الکترود و طول مناسب آن اطمینان حاصل کنید.
۷. از شارژ بودن باتری ها اطمینان حاصل نمایید (اگر دستگاه این قابلیت را دارد). در صورت نیاز، آنها را تعویض نمایید.
۸. فعالیت و کارکرد دستگاه را با اندازه گیری pH یک محلول با pH مشخص آزمایش کنید.
۹. از اتصالات سیم زمین و انتقال صحیح جریان اطمینان حاصل نمایید.

#### ۲. الکترودها را در محلول کالیبراسیون قرار دهید.

- ۱.۲ الکترود را به نحوی در داخل بشر محتوی محلول استاندارد قرار دهید که با کف بشر تماس نداشته باشد. این کار، احتمال شکستن الکترود را کمتر می کند. اگر برای اندازه گیری pH محلول از مگنت<sup>۱</sup> استفاده می شود، باید دقت داشت تا مگنت به الکترود برخورد نکند؛ چون آن را می شکند. محلول با فر pH به عنوان یک محلول کالیبراسیون استفاده می شود؛ چون pH مشخصی دارد و بنابراین اگر آلودگی کمی به وجود آید، pH محلول تغییر نخواهد کرد. معمولاً محلولی با pH = 7 برای این منظور استفاده می شود.<sup>۲</sup>

#### ۳. کلید دستگاه را در وضعیت آماده و وضعیت اندازه گیری pH تغییر دهید.

- ۱.۳ این عمل الکترود را به مقیاس اندازه گیری pH مرتبط می کند.
- ۲.۳ با دکمه ۱ pH، pH متر را تنظیم و pH محلول کالیبراسیون را اندازه گیری نمایید.

به عنوان مثال: برای محلول با pH = 7، عقربه pH متر می تواند به اندازه ۰/۱ واحد متغیر باشد و میانگین خوانده باید pH = 7 باشد. مقدار عددی pH را باید به صورت عمود خواند تا از خطای انعکاس روی صفحه نمایشگر pH جلوگیری شود. نهایتاً pH متر برای قرائت صحیح pH محلول ها آماده و کالیبر است.

۳.۳ کلید عملکرد را در وضعیت آماده قرار دهید.

#### ۴. pH محلول را اندازه گیری نمایید.

- ۴.۱ الکترود را از محلول کالیبراسیون خارج نمایید.
- ۴.۲ آن را با آب مقطر شستشو داده و خشک کنید.
- ۴.۳ الکترود را داخل محلول مجھول برای اندازه گیری pH قرار دهید.

۴. کلید را در وضعیت آماده قرار دهید.

۵.۴ pH محلول را بخوانید.

۶. کلید را دوباره در وضعیت آماده قرار دهید. اگر لازم است، pH بیشتر از یک محلول اندازه گیری شود، مراحل ذکر شده قبل را تکرار نمایید. با آب مقطر الکترود را شستشو داده و با کاغذ فیلتر بدون پرز آن را خشک کنید. وقتی pH محلول های متعدد اندازه گیری می شود، pH متر باید با استفاده از مراحل ذکر شده قبل به صورت مکرر کالیبر شود.

1. Magnetic Agitator

2. از نوع محلول کالیبراسیون توصیه شده توسط سازنده الکترود اطمینان حاصل نمایید.

## نگهداری پایه الکتروودها

### توافر: هر ۴ ماه

برای اندازه‌گیری دقیق الکتروودها، نگهداری و مناسببودن محلول کترولیت الزامی است.

مراحل پیشنهادی برای تعویض محلول کترولیت عبارت است از:

- الکتروود را از محلول بافر ذخیره خارج کنید.

- آن را با آب مقطر فراوان شستشویدهید.

- محافظ قسمت بالای الکتروود را خارج کنید.

- با استفاده از سرنگ بخش داخلی الکتروود را با محلول اشیاع شده  $\text{KCl}$  پرکنید. اطمینان حاصل کنید که نوک سرنگ با بدنه الکتروود برخورد نکند.

- درپوش الکتروود را ببندید و با آب مقطر شستشویدهید.

- زمانی که از الکتروود استفاده نمی‌شود، آن را در محلول بافر نگهدارنده قرار دهید.

## تمیزکردن الکتروود

نظافت الکتروودها به نوع آلودگی که روی عملکرد آنها تأثیرگذار است، بستگی دارد. مراحل متداول در زیر خلاصه شده است:

- نظافت عمومی.** الکتروود  $\text{pH}$  را در محلول  $0/1$  مولار  $\text{HCl}$  و یا

## اقدامات پیشگیرانه دیگر

- با توجه به اینکه بدنه الکتروود از شیشه ساخته شده و خیلی شکننده است، باید با مهارت با آن کار کرد تا از هرگونه ضربه‌ای جلوگیری شود.
- به خاطر داشته باشید که عمر مفید الکتروود محدود است.
- وقتی از الکتروود استفاده نمی‌شود، آن را در محلول بافر نگهدارنده بگذارید.

جدول مشکل‌یابی

مشکل	علت محتمل	راه حل
صفحة $\text{pH}$ متر خواننده ثابت را نشان نمی‌دهد.	داخل الکتروود حباب هوا وجود دارد.	الکتروود را به طور کامل در محلول فروبرید.
صفحة $\text{pH}$ متر خواننده ثابت را نشان نمی‌دهد.	الکتروود تمیز نیست.	الکتروود را تمیز و دوباره کالیبر کنید.
صفحة $\text{pH}$ متر پیغام خطای دهد.	الکتروود به طور کامل در محلول فروبرده شده است، اطمینان حاصل فرمایید.	از اینکه الکتروود (رأس) به طور کامل در محلول فروبرده شده است، اطمینان حاصل فرمایید.
پاسخ الکتروود کند است.	الکتروود شکسته است.	الکتروود را تعویض نمایید.
صفحة $\text{pH}$ متر پیغام خطای دهد.	وضعیت صحیح کاربری انتخاب نشده است.	الکتروود را تمیز و دوباره کالیبر کنید.
صفحة نمایش کالیبراسیون پیغام خطای دهد.	خطای کالیبراسیون وجود دارد.	$\text{pH}$ متر را دوباره کالیبر نمایید.
صفحة نمایش کالیبراسیون پیغام خطای دهد.	محلول بافر کالیبراسیون مشکل دارد.	از $\text{pH}$ محلول بافر کالیبراسیون اطمینان حاصل نمایید.
pH متر روشن است، اما پیامی روی صفحه نمایش وجود ندارد.*	الکتروود تمیز نیست.	الکتروود را تمیز و کالیبر کنید.
pH متر روشن است، اما پیامی روی صفحه نمایش وجود ندارد.*	جاسازی باتری‌ها خوب نیست.	قطبیت باتری‌ها را کنترل نمایید.
چراغ نشانگر باتری‌ها چشمک می‌زند.*	شارژ باتری‌ها تمام شده است.	باتری‌ها را تعویض نمایید.
چراغ نشانگر باتری‌ها چشمک می‌زند.*	شارژ باتری‌ها تمام شده است.	باتری‌ها را تعویض نمایید.

\* فقط شامل دستگاه‌هایی که با باتری کار می‌کنند.

## تعاریف پایه

بافر. محلولی که از ترکیب یک اسید ضعیف و نمک آن، یا یک باز ضعیف و نمک آن به دست می‌آید. این محلول در برابر تغییرات pH و دما مقاوم است.

الکترود کالومل. الکترود رفرانس که با الکترود فعال دیگر برای اندازه‌گیری pH یک محلول استفاده‌می‌شود. این الکترود از جیوه(Hg)، پوشش محافظ کلراید جیوه(Hg<sub>2</sub>Cl<sub>4</sub>) و محلول ۰/۱ مولار کلرید پتاسیم ساخته‌می‌شود و به صورت Hg[Cl<sub>4</sub>] نشان داده‌می‌شود.

تفکیک.<sup>۱</sup> پدیده‌ای که سبب شکستگی در مولکول می‌شود. در نتیجه، ذرات باردار(یون‌ها) حاصل می‌شوند.

الکتروولیت. یک ماده حل شده<sup>۲</sup> در مایع که یک محلول هادی تولیدمی‌کند. مثل کلرید سدیم(NaCl) و هیدروکسید آمونیم(NH<sub>4</sub>OH).

ژل. یک ماده نیمه جامد(مثل ژلاتین) و ترکیبی از یک کلوئید(جامد) که در محیط مایع پراکنده است.

یون. اتم‌های خشی که یا الکترون به دست آورند یا از دست می‌دهند. وقتی یک اتم الکترون از دست می‌دهد، یون مثبت یا کاتیون ایجاد می‌شود. اگر اتمی الکترون به دست آورد، یون منفی یا آنیون ایجاد می‌شود.

الکترود انتخابی یون<sup>۳</sup>. ابزاری که متناسب با غلظت ماده مورد آزمایش اختلاف پتانسیل ایجاد می‌کند.

مولاریته. تعداد مول‌ها در یک لیتر محلول(تعداد مول‌های ماده حل شده در یک لیتر محلول). کروشهای اطراف نماد یون نشان‌دهنده غلظت مولی است.

مولکول.<sup>۴</sup> برابر کمیتی از هر ماده که واحد جرم آن بر حسب گرم بیان می‌شود و از لحاظ عددی با جرم اتمی آن ماده برابر است.

مول(واحد). مقداری از یک ماده که دارای اتم‌ها، مولکول‌ها، یون‌ها و یا هر واحد پایه دیگر به تعداد زیاد در مقایسه با ۰/۰۱۲ کیلوگرم اتم کربن ۱۲ است.

این مقدار اتم، مولکول، یون مطابق با  $1 \times 10^{-۲۲}$  ۶/۰۲۲۵ و یا عدد آووگادرو<sup>۵</sup> است که یک مولکول - گرم نیز نام دارد.

جرم(گرم) این مقدار از یک ماده از لحاظ عددی با وزن مولکولی آن ماده(یک مولکول گرم) برابر است.

pH. اندازه‌گیری غلظت یون هیدروژن[H<sup>+</sup>] که بر حسب مول در یک لیتر محلول(M) بیان می‌شود. موضوع pH توسط سورنسون و لیندسترم - لنگ<sup>۶</sup> در سال ۱۹۰۹ برای تسهیل بیان غلظت پایین یون‌ها با این فرمول تعریف شد:

$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$  یا  $[\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}}$

این فرمول قدرت اسیدی یک محلول را اندازه‌گیری می‌کند. برای مثال، در آب غلظت یون هیدروژن  $10^{-۷} = [\text{H}^+] = 1/۰$  مولار و در نتیجه ۷ pH است.

این اندازه‌گیری دامنه غلظت یون هیدروژن را از  $1 \times 10^{-۱۴}$  مولار یا به عبارت دیگر از صفر(۰) تا ۱۴ بیان می‌کند. سیستم‌های متعددی برای اندازه‌گیری قدرت اسیدی یک محلول وجود دارد. یک محلول اسیدی که در آب تفکیک می‌شود، تولید یون‌های [H<sup>+</sup>] یا هیدروژن می‌کند. یک محلول بازی که در آب تفکیک می‌شود، یون‌های [OH<sup>-</sup>] یا هیدروکسیل تولید می‌کند.

در مقایسه با آب خالص، یک ماده اسیدی مقدار زیادی یون هیدروژن [H<sup>+</sup>] دارد؛ یک ماده بازی نیز مقدار زیادی یون هیدروکسیل [OH<sup>-</sup>] دارد. غلظت‌های مواد بر حسب مول بر لیتر بیان می‌شوند.

در آب خالص، غلظت یون [H<sup>+</sup>] و [OH<sup>-</sup>] برابر  $1 \times 10^{-۷}$  مولار است. بنابراین، یک ماده خشی در نظر گرفته می‌شود و در واقع، آب خالص یک الکتروولیت ضعیف است که مطابق رابطه زیر، یون‌ها از هم تفکیک می‌شوند:

$\frac{[\text{H}^+][\text{OH}^-]}{\text{H}_2\text{O}} = K$

در تمام محلول‌های آبی<sup>۷</sup> یک حالت تعادل وجود دارد:

اگر محلول رقیق شده‌است، می‌توان غلظت آب تفکیک نشده را ثابت در نظر گرفت:

$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]}$  ثابت تعادل<sup>۸</sup> تفکیک یا ثابت تفکیک یون‌های آب نام دارد و در  $25^\circ\text{C}$  برابر  $1 \times 10^{-۱۴}$  است.

$$X \times X = 1 \times 10^{-14}$$

$$X^2 = 1 \times 10^{-14}$$

$$X = 1 \times 10^{-7}$$

با توجه به اینکه غلظت مولی آب  $55/4$  مول بر لیتر است، در آب خالص غلظت یون [H<sup>+</sup>] و [OH<sup>-</sup>] برابر  $1 \times 10^{-7}$  مولار، غلظت خیلی پایین می‌باشد.

مخلوط مایع همگن و یکنواخت از دو یا چند ماده که خواص همسان دارد. از خواص یک محلول این است که هیچ واکنش شیمیایی بین مواد تشکیل دهنده آن وجود ندارد. اجزای سازنده در مقدار زیاد و معمولاً در حالت مایع، حلال<sup>۹</sup> و اجزای سازنده در مقدار کم، ماده حل شده نام دارند.

\* کاربرد الکترودهای انتخابی یون یا الکترودهای غشایی معمولاً در تعیین فعالیت یون‌ها و مولکول‌ها به روش پتانسیومتری مستقیم است، ولی از آنها در تعیین عیارهای پتانسیومتری برای تشخیص نقطه پایان نیز استفاده می‌شود [۳].

1. Dissociation  
2. Solute

3. Ion-Sensitive Electrode  
4. Mol.(abbreviation for molecule)

5. Avogadro's Number  
6. Sørensen and Lindstrøm-Lang

7. Aqueous  
8. Solvent

## pH: تئوری

الکترود pH در حالت مطلوب مانند یک پیل الکترو شیمیایی عمل می کند و در برابر غلظت یون هیدروژن  $[H^+]$  واکنش نشان می دهد. این واکنش نیروی محركه ای (EMF)<sup>۱</sup> ایجاد می کند که با توجه به قانون نرنست<sup>۲</sup> از فرمول زیر محاسبه می شود:

$$E = E^\circ + \frac{RT}{nF} \ln a_{H^+}$$

با توجه به:

$pH = -\ln a_{H^+}$  فعالیت یون ها یا غلظت اثربخش یون ها

اگر  $n = 1$  باشد، فرمول زیر نتیجه می شود:

$$E = E^\circ - \frac{R'T}{F} pH$$

$E^\circ$  = مقدار ثابت و وابسته به دما است. اگر  $E'$  با  $T$  جایگزین شود، کالیبراسیون حساسیت زیادی خواهد داشت. الکترودها همیشه مطابق با فرمول نرنست عمل نمی کنند. اگر حساسیت ( $s$ )<sup>۳</sup> الکترود در نظر گرفته شود، رابطه به صورت زیر نوشته می شود:

$$E = E' T - s \frac{R'T}{F} pH$$

مقادیر  $E'$  و  $s$  زمانی بدست می آید که EMF با دو محلول و با pH معین اندازه گیری می شود.

$s$  شبیه نیروی محركه ایجاد شده نسبت به pH

$E'$  محل تلاقی با محور y

$$pH = \frac{E' T - E}{s \frac{R'T}{T}}$$

وقتی  $E'$  و  $s$  مشخص هستند، فرمول به شکل زیر نوشته و pH محاسبه می شود:

1. Electromotive Force
2. Nernst
3. Sensibility

## فصل ۴



### ترازوها

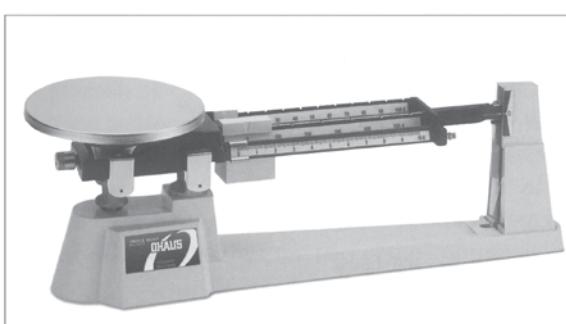
کد GMDN	کد ECRI	نام گذاری	ترازوها	ترازوهای الکترونیکی آنالیتیک	ترازوهای میکروالکترونیکی میکرو آنالیتیک	۱۰۲۶۱	۱۰۲۶۳	۱۸-۴۴۹	۱۸-۴۵۱	۴۵۵۱۳	۴۶۵۸۴

یک ماده وارد می‌کند، وزن نام دارد و این نیرو در واقع محصول حاصل ضرب وزن ماده در شتاب مکانی جاذبه زمین<sup>۴</sup> است. استفاده از واژه «مکان» تأکید بر این دارد که شتاب به عواملی نظیر عرض جغرافیایی، ارتفاع، طول جغرافیایی و حجم لایه‌های زمین بستگی دارد؛ و این نیرو بر حسب نیوتون محاسبه می‌شود.

ترازو وسیله‌ای است که درنتیجه نیروی جاذبه‌ای که به جسم یا ماده وارد می‌شود، وزن آن را اندازه‌گیری می‌کند. ترازو<sup>۱</sup> برگرفته از واژه لاتین bis به معنای «دو» و lanx به معنای «صفحه» است. نام‌های مقیاس<sup>۲</sup> و میزان<sup>۳</sup> نیز به ترازو اطلاق می‌شود. توجه به این نکته مهم است که نیرویی که میدان جاذبه زمین روی

### تصویر ترازوها

ترازوی مکانیکی



Ohaus Corporation

ترازوی الکترونیکی



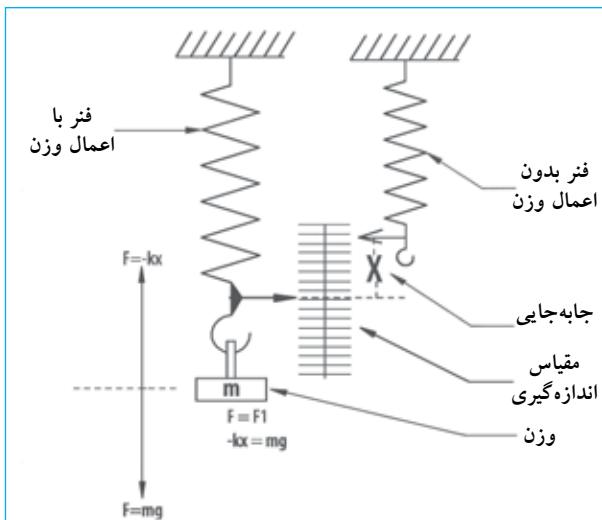
ACculab Corporation

\* شتاب جاذبه زمین با نمادهای  $g$ ،  $g_0$  و  $g$  نشان داده می‌شود ولی مطلقاً نباید با  $g$  که خلاصه کلمه گرم(gram) است، اشتباه شود. نماد  $g$  بعضی وقت‌ها (gee) نیز نوشته می‌شود [۱].

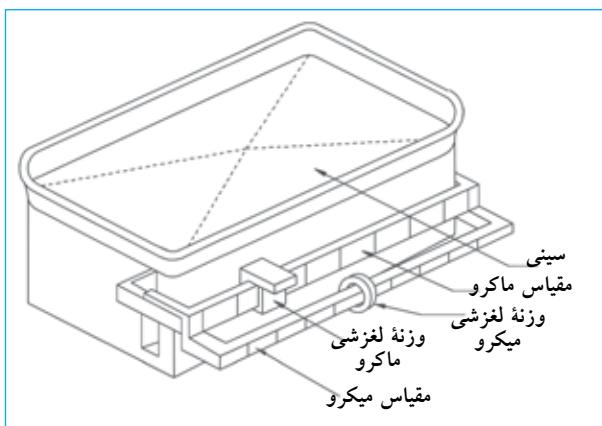
1. Balance      3. Weight  
2. Scale      4.  $[F = m \times g]$



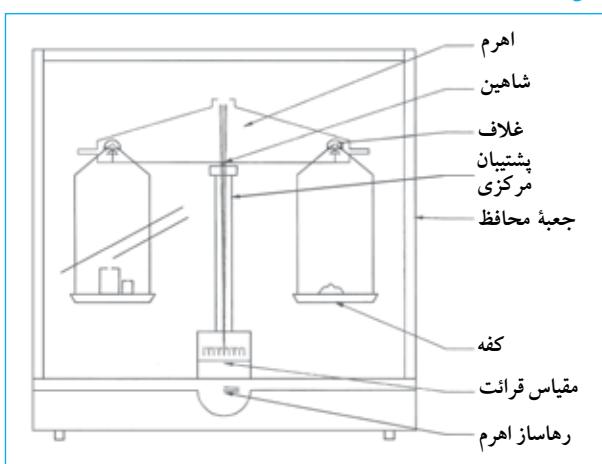
شکل ۷. ترازوی فنری



شکل ۸. ترازو با وزنه لغزشی



شکل ۹. ترازوی آنالیتیک



1. Spring Balance
2. Sliding Weight Balance
3. Analytical Balance
4. Certified Weights
5. Capacity

## موارد استفاده از ترازو

ترازو برای اندازه‌گیری وزن یک ماده استفاده می‌شود. در آزمایشگاه، ترازو برای بخشی از فعالیت‌های کنترل کیفی (ابزارهای مانند پی‌پت‌ها)، تهیه مخلوطی از ترکیبات با نسبت‌های از قبل تعیین شده و همچنین تعیین چگالی و یا وزن کاربرد دارد.

## اصول عملکرد

تفاوت‌های عمدۀ ای در طراحی، اساس کار و اهداف اندازه‌گیری در ترازوها وجود دارد. در حال حاضر، ترازوها به دو گروه عمدۀ تقسیم می‌شوند: ترازوهای مکانیکی و الکترونیکی.

## ترازوهای مکانیکی

ترازوهای زیر از ترازوهای متداول مکانیکی هستند:

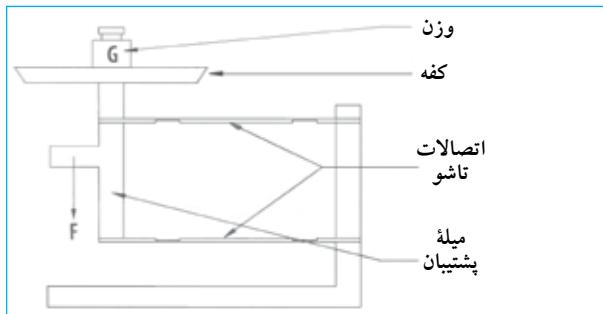
**۱. ترازوی فنری**: این ترازو براساس خاصیت مکانیکی فنر کار می‌کند. نیروی واردشده روی فنر متناسب با ضریب ثابت کشسانی  $[k]$  فنر ضربدر طول فنر  $[X]$  است  $[F = -kx]$ . اگر وزن ماده  $[m]$  زیاد باشد، با درنظر گرفتن اینکه طول فنر متناسب با ضریب ثابت کشسانی فنر است، طول فنر بیشتر خواهد شد. کالیبراسیون ترازوی فنری به نیروی جاذبه واردشده روی ماده مورد اندازه‌گیری بستگی دارد. این نوع ترازو زمانی که نیازی به دقت زیادی نیست کاربرد دارد.

**۲. ترازو با وزنه لغزشی**: این نوع ترازو به دو نوع وزنه لغزشی مجهز است که می‌تواند روی مقیاس انتخابی حرکت کند (یکی میکرو و دیگری ماکرو). وقتی یک ماده با وزن نامشخص روی کفه ترازو قرار داده می‌شود، وزن آن با تنظیم هر دو مقیاس و متعادل شدن آن تعیین می‌گردد. در این حالت، وزن برابر با مجموع اعداد هر دو مقیاس است.

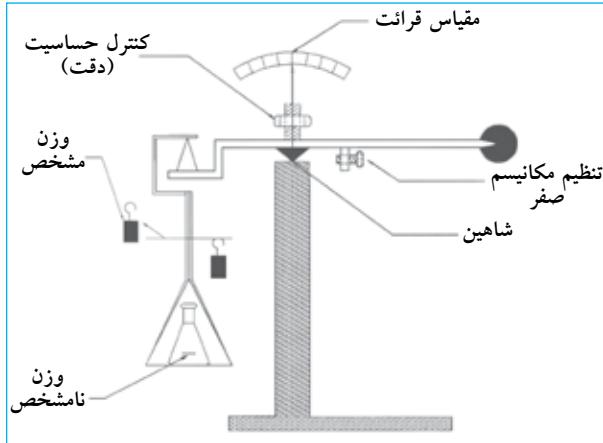
**۳. ترازوی آنالیتیک**: نحوه کار این ترازو مقایسه وزنهای با جرم معین، با وزنهای نامشخص است. این ترازو از یک پایه در وسط و یک بخش مسطح و قرینه که با تیغه‌ای به نام شاهین پشتیبانی می‌شود، تشکیل شده است. در انتهای کابل‌ها قرار دارند که با همان تیغه پشتیبانی می‌شوند و به آرامی و یکنواخت تاب می‌خورند. به انتهای کابل‌ها دو کفه متصل است. وزنهای معتبر در یک کفه و ماده مورد اندازه‌گیری در کفه دیگر قرار داده می‌شود. ترازو یک قفل ایمنی نیز دارد و زمانی که مورد استفاده قرار نمی‌گیرد و یا وزنهای تعادلی باید میزان شوند، سبب پایداری اهرم شاهین می‌شود. ترازو داخل یک جعبه قرار دارد تا از تداخل عوامل محیطی مانند جریان هوا جلوگیری شود. ترازوهای آنالیتیک می‌توانند تا ده هزارم ( $0/0001$ ) گرم یا صد هزارم ( $0/00001$ ) گرم ظرفیت دارند.

## فصل ۴ ترازوها

شکل ۱۰. ترازو با کترول موازی



شکل ۱۱. ترازوی یک کفه‌ای



۳. حساسیت دقت ترازو را تنظیم و تأییدنمایید. تنظیم مجدد زمانی صورت می‌گیرد که با استانداردهای معین و با توجه به مراحل زیر انجام شود:

(الف) ترازو را قفل نمایید.

(ب) یک وزنه استاندارد روی کفه قراردهید(برابر با محدوده سیستم نوری ترازو).

(ج) تنظیمات میکرو را روی یک(۱) قراردهید.

(د) اهرم ترازو را رهانمایید.

(ه) صفر دستگاه را تنظیم نمایید.

(و) تنظیمات میکرو را روی صفر(۵) قراردهید. ترازو باید ۱۰۰ را نشان دهد. اگر ترازو کمتر یا بیشتر از ۱۰۰ را نشان دهد، حساسیت پیچ کترول باید دوباره تنظیم شود که لازمه آن قفل کردن ترازو، بازکردن رویه فلزی و پیچاندن پیچ حساسیت است. اگر ترازو بیشتر از ۱۰۰ را نشان می‌دهد، پیچ باید درجهت عقربه‌های ساعت و اگر کمتر از ۱۰۰ نشان می‌دهد، باید در خلاف جهت عقربه‌های ساعت پیچانده شود. این مراحل را تا زمانی تکرار کنید که ترازو(پیچ صفر و حساسیت) تنظیم شود.

3. Substitution Balance(Unequal-lever arm or two-knife Balance)
4. Operation Verification

در اختیار داشتن مجموعه‌ای از وزنهای معتبر برای کترول ترازو ضروری است. معمولاً این مجموعه از وزنهای زیر تشکیل یافته است:

ظرفیت	نوع وزنه
۱ و ۲، ۵، ۲۰، ۱۰، ۵۰g	قطعه‌های ساده
۱۰۰ و ۲۰۰، ۵۰۰g	
۵، ۲۰، ۱۰، ۵۰mg	قطعه‌های کوچک(کسری)
۱۰۰ و ۲۰۰، ۵۰۰mg	

### ۴. ترازو با صفحهٔ هو قانی (با بارگذاری زیاد یا ترازو با کترول موازی)!

در این نوع، کفه ترازو در قسمت بالای آن نصب شده است و به وسیله یک میله پشتیبان به اتصالات موازی تاشو وصل می‌باشد. نیروی وارد شده به وسیله ماده مورد اندازه‌گیری از این میله به صورت مستقیم یا مکانیکی به کفه ترازو منتقل می‌شود. در این نوع ترازو اتصالات موازی باید دقت  $\pm 1$  میکرومتر را داشته باشد. در غیر این صورت، خطایی به نام خطای بار جانبی<sup>۲</sup> ایجاد می‌شود(با قرار گرفتن ماده مورد اندازه‌گیری و قرائت را نشان مرکز یا روی یکی از لبه‌ها اختلاف‌هایی در قرائت را نشان خواهد داد). نمای صفحه بعد اساس کار بعضی از ترازوهای الکترونیکی را توضیح می‌دهد.

### ۵. ترازوی یک کفه‌ای<sup>۳</sup> (میله شاهین نامساوی یا ترازوی دوتیغه‌ای).

این ترازو یک کفه دارد. ماده مورد اندازه‌گیری(وزن نامشخص) روی کفه ترازو قرار داده می‌شود و در سمت وزنه متعادل کننده جرم‌های مشخص طوری جایه‌جا می‌شوند تا ترازو دوباره به حالت تعادل برسد و وزن قرائت شود. این عمل با استفاده از یکسری دندانه‌های مکانیکی صورت می‌گیرد. شاهین ترازو معمولاً در مرکز آن نیست و متمایل به قسمت جلوی ترازو است. وقتی ماده‌ای روی کفه ترازو قرار داده شده و اهرم ترازو آزاد می‌شود، حرکت شاهین از طریق یک سیستم نوری به صفحه نمایش در قسمت جلوی ترازو منتقل می‌شود.

### تصدیق عملکرد<sup>۴</sup>

مراحل مورد استفاده برای تصدیق عملکرد یک ترازوی مکانیکی (نوع یک کفه‌ای) متدالو در زیر توضیح داده شده است.

۱. از ترازبودن ترازو اطمینان حاصل نمایید. این کار با تنظیم پیچ قسمت پایه ترازو و یا با تنظیم شار داخل حباب روی ترازو در قسمت جلو امکان‌پذیر است.

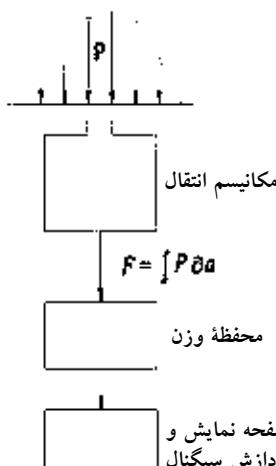
۲. سیستم صفر دستگاه را کترول کنید. پیچ کترول را روی صفر قرار داده و اهرم ترازو را آزاد نمایید. اگر سیستم روی صفر ثابت نیست، با استفاده از پیچ افقی نزدیک شاهین ترازو آن را تنظیم نمایید. این کار را تا زمانی ادامه دهید که صفحه نمایش صفر را نشان دهد.

1. Upper Plate Balance (Top loading or parallel guidance)
2. Lateral Load

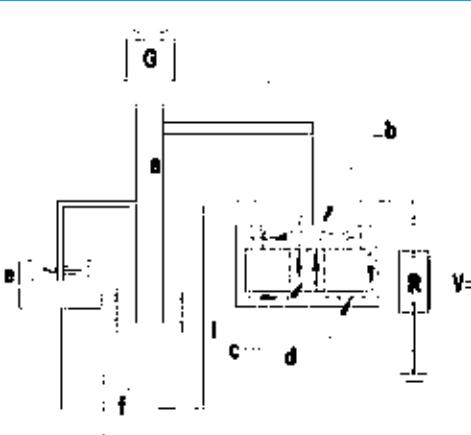
وسط یک قرقره در آهن ربای مغناطیسی تولیدمی شود و از فرمول  $[F = I \times L \times B]$  که  $I$ : شدت جریان الکتریکی،  $L$ : طول سیم و  $B$ : شدت جریان مغناطیسی محاسبه می شود.

هر تغییری که در وزن یا جرم باعث حرکت کم و عمودی سیستم های متوجه مکانیکی شود با حسگر نوری دریافت  $[e]$  و به تقویت کننده و تنظیم کننده  $[f]$  فرستاده می شود. این حالت جهت جریان الکتریکی را که از وسط قرقره آهن ربا  $[e]$  عبور می کند، تغییر می دهد. درنهایت، در نتیجه تنظیم جریان الکترو مغناطیسی سیستم های متوجه به حالت تعادل برمی گردند. هم زمان، می توان وزن ماده  $[G]$  را به صورت غیر مستقیم اندازه گیری کرد. این جریان از وسط مداری می گذرد که ولتاژ  $[V]$  را با استفاده از فرمول  $[V = I \times R]$ <sup>۲</sup> به دست می آورد. امروزه، سیستم های الکتریکی زیادی برای اندازه گیری دقیق وزن طراحی شده اند. طرح های زیر عملکرد ترازو های الکترو نیکی را نشان می دهد.

شکل ۱۲. اجزای ترازوی الکترو نیکی



شکل ۱۳. اساس نیروی اعمال شده



1. Load Cell

2. Precision Resistor

۴. محور کفه ترازو را که زیر صفحه و متصل به آن قرار دارد، کنترل کنید. وقتی ترازو قفل است، این محور از حرکت کفه جلوگیری می کند. در صورت ترازنبودن، زمانی که ترازو قفل است و استفاده نمی شود، محور خیلی کم باید چرخانده شود تا فاصله بین آن و کفه به صفر برسد.

### نگهداری ترازوی مکانیکی

نگهداری ترازوی مکانیکی به طور معمول در زیر خلاصه شده است:

#### توافر: روزانه

۱. تصدیق ترازو بودن ترازو،
۲. تصدیق و تنظیم صفر دستگاه،
۳. تصدیق حساسیت دستگاه،
۴. تمیزبودن کفه یا صفحه تو زین.

#### توافر: سالانه

۱. ترازو را کالیبر کرده و مراحل را ثبت نمایید.
۲. قطعات داخلی ترازو را باز و تمیز نمایید. این مراحل باید طبق دستورالعمل سازنده انجام پذیرد و یا شرکت های خاص مسئولیت انجام این کار را عهده دار باشند.

### ترازوی الکترو نیکی

ترازوی الکترو نیکی سه قسمت اصلی دارد:

۱. کفه تو زین. ماده مورد اندازه گیری، روی کفه ترازو قرار داده می شود و فشار یکنواختی به کفه وارد می کند. با انتقال این فشار به وسیله اهرم ها، حسگرها و اتصالات، وزن ماده به صورت یک نیروی قابل اندازه گیری  $[F]$  متوجه کز و محاسبه می شود  $[F = \int P \partial a]$ .

۲. یک ابزار اندازه گیری<sup>۱</sup> سیگنالی مناسب با وزن بار ایجاد می کند. این سیگنال به صورت تغییر در ولتاژ یا فرکانس نشان داده می شود.

۳. مدار جریان الکتریکی نتیجه نهایی را روی صفحه نمایش ترازو نشان می دهد.

ترازو های آزمایشگاهی براساس جبران نیروی الکترو مغناطیسی وارد شده در نتیجه جابه جایی (گشتاور) کفه ترازو کار می کند. صفحه نمایش قرأت وزن را با صحت معین که به مدل ترازو بستگی دارد، نشان می دهد.

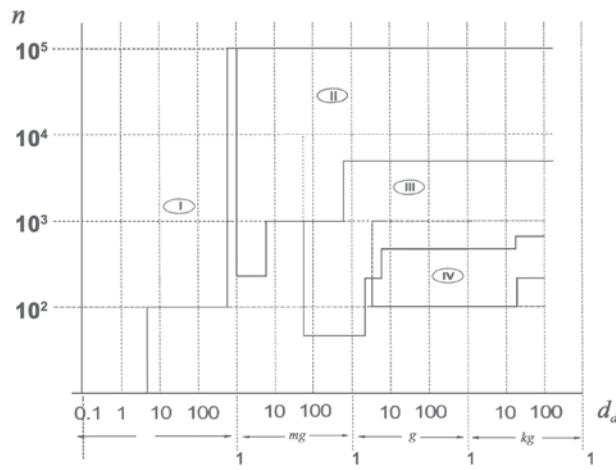
اساس. قسمت های متوجه (کفه تو زین، میله پشتیبان  $[a]$  [قرقره، موقعیت و نشانگر وزن  $[G]$  و ماده مورد اندازه گیری] با جبران نیروی وارد شده  $[F]$  که برابر با وزن ماده مورد اندازه گیری است، در حال تعادل می باشد. نیروی  $[F]$  در نتیجه عبور جریان الکتریکی از

## فصل ۴ ترازوها

این سیستم طبقه‌بندی ترازوهای الکترونیکی، فقط به دو پارامتر مهم اشاره دارد:

۱. بیشترین بار(وزن) قابل اندازه‌گیری [Max.]
۲. تقسیمات روی صفحه نمایش [d].<sup>۵</sup>

شکل ۱۴. طبقه‌بندی ترازوها براساس دقت



تعداد تقسیمات از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$n = \frac{\text{Max}}{d_d}$$

این سازمان اصول زیر را به‌طور قراردادی برای ترازوهای آزمایشگاهی می‌پذیرد:

- |                  |                                     |
|------------------|-------------------------------------|
| $d_d = 0/1\mu g$ | ۱. اولترامیکروآنالیتیک <sup>۶</sup> |
| $d_d = 1\mu g$   | ۲. میکروآنالیتیک <sup>۷</sup>       |
| $d_d = 0/01 mg$  | ۳. نیمهآنالیتیک <sup>۸</sup>        |
| $d_d = 0/1 mg$   | ۴. ماکروآنالیتیک <sup>۹</sup>       |
| $d_d \geq 1mg$   | ۵. دقت <sup>۱۰</sup>                |

## سیستم پردازش سیگنال

این سیستم از یک مدار تشکیل شده است که سیگنال الکتریکی ساطع شده از ترانسفورماتور را به اطلاعات عددی روی صفحه نمایش تبدیل می‌کند و شامل قسمت‌های زیر است:

۱. **تنظیم صفر.** تنظیم صفر باید برای هر بار توزین انجام گیرد. این تنظیم با دکمه‌ای که معمولاً در قسمت جلوی ترازو است، انجام می‌شود و برای صفر کردن ظرف توزین مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۲. **کنترل تکار پذیری.** در این روش مقادیر اندازه‌گیری شده در مدت زمان معین جمع و میانگین خوانده‌ها محاسبه می‌شود. استفاده از این روش زمانی که اعداد در حالت ناپایدار جمع آوری می‌شوند، برای مثال در مکانی که جریان هوا و یا ارتعاشات زیادی وجود دارد، بسیار مفید است. این نوع کنترل، زمان لازم برای پایداراندن یک خوانده را تعیین می‌کند. همچنین این کنترل در استفاده از روش خاص، مناسب است.

۳. **گرد کردن.** به‌طور معمول، ترازوهای الکترونیکی بسیار سریع تر نتایج را پردازش می‌کنند و نتیجه نهایی گردشده را روی صفحه نمایش می‌دهند.

۴. **چراغ نشانگ پایداری.** وقتی نتایج اندازه‌گیری ثابت شد، این چراغ کمرنگ شده و نتایج قرائت می‌شوند. در مدل‌های دیگر ترازو، این چراغ، نمایش نتیجه روی صفحه را امکان‌پذیر می‌سازد.

۵. **مراحل سیگنال الکترونیکی.** در این مرحله نتایج نهایی روی صفحه نمایش داده می‌شود. همچنین، ممکن است عملکردهای ویژه دیگر مانند شمارش قطعات، درصد وزنی و اندازه‌گیری وزن اجسام متحرک (مانند حیوانات) و محاسبه‌های مرتبط وزن را نیز داشته باشد. محاسبات به وسیله میکرورپرسور و براساس دستور العمل کاربری دستگاه انجام می‌شود.

## طبقه‌بندی ترازوها

«سازمان بین‌المللی اوزان و مقادیر» (OIML)<sup>۴</sup> ترازوها را به چهار

گروه تقسیم کرده است:

○ ۱. گروه I: با دقت ویژه

○ ۲. گروه II: با دقت بالا

○ ۳. گروه III: با دقت متوسط

○ ۴. گروه IV: با دقت معمولی

در نمودار شکل ۱۴ این طبقه‌بندی نشان داده شده است.

5. Kupper, W., Balances and Weighing, Mettler Instrument Corp., Princeton-Hightstown, NJ

6. Ultra Microanalytics      7. Microanalytics  
8. Semi-Microanalytics      9. Macroanalytics

10. Precision

1. Tare Setting

2. Repeatability Setting Control

3. Rounding off

4. International Organization of Legal Metrology

### عملکرد ترازووهای الکترونیکی

روش کار با ترازووهای الکترونیکی به صورت کامل در دفترچه راهنمای ترازو توسط سازنده ذکر شده است. این روش معمولاً شامل مراحل زیر است:

۱. در اولین استفاده، اجازه دهد ترازو با دمای محیطی که راهاندازی شده است به تعادل برسد. یعنی اگر دمای داخل کارتون ترازو به دمای اتاق نزدیک است زمان آمادگی کمتر و در غیر این صورت طولانی خواهد بود.
۲. تا گرم شدن<sup>۱</sup> ترازو صبر نمایید و سپس اندازه گیری را شروع کنید. معمولاً اتصال ترازو به پریز برق برای گرم شدن دستگاه کافی است. بعضی سازندگان این زمان را ۲۰ دقیقه توصیه می کنند. این زمان برای ترازووهای آنالیتیک کلاس ۱ حداقل ۲ ساعت پیش از شروع کار است. از کالیبریوون ترازو اطمینان حاصل نمایید. ترازووهای الکترونیکی معمولاً یک روش کالیبراسیون ذخیره شده در حافظه دستگاه (پیش فرض) توسط کارخانه دارند که می تواند در صورت نبود وزنه های کالیبراسیون استفاده شود. اگر ترازو احتیاج به کالیبراسیون دارد، از وزنه های کالیبراسیون به روشن پیشنهادی سازنده استفاده کنید. این وزنه ها باید با خطای مجاز یا تولرانس<sup>۲</sup> «انجمن آزمون و مواد امریکا» (ASTM)<sup>۳</sup> مطابقت داشته باشد. برای اطلاعات عمومی جدول زیر خطای مجاز مورد قبول برای وزنه های کلاس ۱ انجمن آزمون و مواد امریکا را نشان می دهد.<sup>۴</sup>

پایین ترین حد (گرم)	بالاترین حد (گرم)	وزن (gr)
۹۹/۹۹۹۸	۱۰۰/۰۰۰۳	۱۰۰
۱۹۹/۹۹۹۵	۲۰۰/۰۰۰۵	۲۰۰
۲۹۹/۹۹۹۳	۳۰۰/۰۰۰۸	۳۰۰
۴۹۹/۹۹۸۸	۵۰۰/۰۰۱۳	۵۰۰
۹۹۹/۹۹۷۵	۱۰۰۰/۰۰۲۵	۱۰۰۰
۱۹۹۹/۹۹۵۰	۲۰۰۰/۰۰۵۰	۲۰۰۰
۲۹۹۹/۹۹۲۵	۳۰۰۰/۰۰۷۵	۳۰۰۰
۴۹۹۹/۹۸۷۵	۵۰۰۰/۰۱۲۵	۵۰۰۰

۳. از روش پیشنهادی سازنده در دفترچه راهنما پیروی کنید.

### کالیبراسیون ترازوها

کالیبراسیون ترازوها باید به وسیله کارشناسان ویژه انجام پذیرد. باید در نظر داشت که این کالیبراسیون مطابق با روش «سازمان بین المللی اوزان و مقادیر» و یا «انجمن آزمون و مواد امریکا» و یا سازمان دیگری انجام گیرد که روش های لازم برای طبقه بندی وزنه های استاندارد را تعیین کرده اند. طبقه بندی وزنه های مرجع «سازمان بین المللی اوزان و مقادیر» در جدول صفحه بعد آمده است.

1. Warm-up
2. Tolerance
3. American Society for Testing and Materials
4. Field Services Handbook for High Precision Scales, IES Corporation, Portland, Oregon, 2004.

### کنترل های ترازوی الکترونیکی

یک نما از کنترل های معمول ترازوی الکترونیکی در شکل ۱۵ نمایش داده شده است. با در نظر گرفتن این نما توجه به نکته های زیر اهمیت دارد:

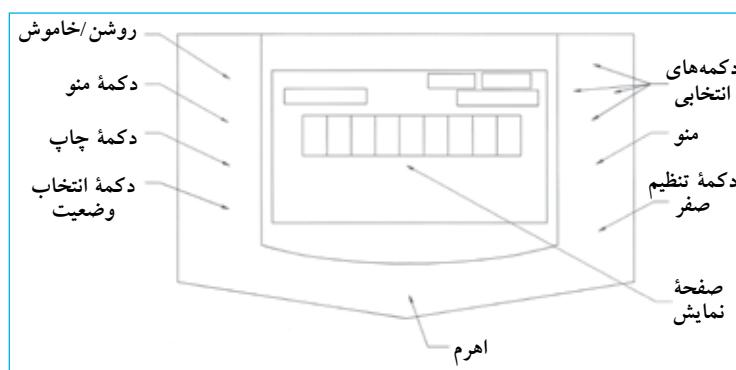
۱. عملکردهای بیشتر در این ترازوها وجود دارد.
۲. واحد های اندازه گیری متنوع و متعدد می تواند انتخاب شود.
۳. امکان ثبت روز و ساعت اندازه گیری وجود دارد.
۴. مراحل اندازه گیری را می توان ثبت و چاپ نمود.
۵. انتخاب زبان امکان پذیر است.

### الزامات نصب و راهاندازی

برای راهاندازی و استفاده مناسب از ترازو، توجه به نکته های زیر ضروری است:

۱. محیط عاری از جریان هوا، گرد و خاک یا تغییر ناگهانی دما باشد.
۲. یک سطح تراز شده محکم که برای کم کردن اثر ارتعاش از دستگاه های مجاور مانند سانتریفوژ و یخچال جدا باشد. همچنین فضای کافی برای راهاندازی دستگاه و هر وسیله جانبی دیگر لازم برای اندازه گیری باید موجود بوده و فضای مناسب برای کابل های ارتباطی برق و کامپیوترا باید در نظر گرفته شود.
۳. از نصب و راهاندازی دستگاه هایی مانند سانتریفوژ، موتورهای الکتریکی و ژنراتورها که هنگام کار، میدان های مغناطیسی و یا ارتعاشات زیاد تولید می کنند، در مجاورت ترازو خودداری نمایید.
۴. از قراردادن ترازو در زیر کولر و نور خورشید خودداری نمایید.
۵. وجود یک پریز برق هم خوان با برق استاندارد کشور و یا آزمایشگاه، ضروری است و باید به سیم زمین متصل باشد.

شکل ۱۵. سیستم کنترل ترازوی آنالیتیک



## فصل ۴ ترازوها

جدول سازمان بین‌المللی اوزان و مقادیر برای طبقه‌بندی وزنه‌های مرجع

کلاس	توضیح	خطای مجاز	عدم قطعیت مجاز	فاصله کالیبراسیون مجدد
E1	وزنه‌های استیل ضدزنگ بدون علامت و غیرقابل تنظیم	$\pm 0.5\text{ ppm/kg}$	$\pm 1/3$ از خطای مجاز	۲ سال
E2	وزنه‌های استیل ضدزنگ بدون علامت و غیرقابل تنظیم	$\pm 1/5\text{ ppm/kg}$	$\pm 1/3$ از خطای مجاز	۲ سال
F1	وزنه‌های استیل ضدزنگ دکمه‌ای با حفره تصحیح یا تنظیم	$\pm 5\text{ ppm/kg}$	$\pm 1/5$ از خطای مجاز	۱ سال
F2	وزنه‌های برنز آب‌کاری شده	$\pm 15\text{ ppm/kg}$	$\pm 1/5$ از خطای مجاز	۱ سال
M1	وزنه‌های برنز (که خورده نمی‌شوند و رنگ نمی‌گیرند) یا وزنه‌های آهن قالبی با کیفیت جلای رنگی بالا	$\pm 50\text{ ppm/kg}$	$\pm 1/5$ از خطای مجاز	۱ سال
M2	وزنه‌های برنز یا وزنه‌های آهن قالبی (وزنه‌های تجاری)	$\pm 200\text{ ppm/kg}$	$\pm 1/5$ از خطای مجاز	۱ سال

جدول استفاده از وزنه‌های استاندارد با توجه به ظرفیت ترازو

تفکیک <sup>۲</sup>								ظرفیت
$0.01\text{ mg}$	$0.1\text{ mg}$	$1\text{ mg}$	$10\text{ mg}$	$100\text{ mg}$	$1\text{ g}$	$10\text{ g}$	$100\text{ g}$	
F2	F1	F2	M1	M1	—	—	—	تا $200\text{ g}$
E2	E2	F1/E2	F2	M1	M1	—	—	۲۰۰ گرم تا $1\text{ kilogram}$
—	E2	E2	E2	F2	M1	M2	M2	۳۰ کیلوگرم تا $1\text{ ton}$
—	—	—	E2	F1	F2	M1	M2	۱۰۰ کیلوگرم تا $100\text{ ton}$
—	—	—	—	E2	F1	M1/F2	M2	بیشتر از $100\text{ kilogram}$

۳. از کارکرد صحیح مکانیسم‌های تنظیم در قسمت جلوی محفظه مطمئن شوید.

۴. همیشه از ظرف تمیز و از قبل وزن شده برای وزن کردن (از ظرف شیشه‌ای یا یک کاغذ وزن در صورت امکان) استفاده کنید. پلاستیک می‌تواند به روش الکترومغناطیسی دارای بار الکتریکی شود که برای وزن کردن پودر و یا پودری از دانه‌های ریز شیمیایی<sup>۳</sup> مناسب نیست.

۵. هرگونه ریخت و پاش سریعاً باید تمیز شود تا از خوردگی و یا آلودگی جلوگیری شود. می‌توان از اتانول ۷۰٪ برای گندزدایی کفه ترازو استفاده کرد.

**بسیار مهم:** هرگز ترازو را روغن‌کاری نکنید، مگر به پیشنهاد سازنده. هر ماده که در مکانیسم ترازو تداخل ایجاد کند، در مراحل اندازه‌گیری تأثیرگذار خواهد بود.

**توجه:** به طور معمول، سازنده یا نماینده ویژه سازنده، مسئول نگهداری ترازوها است. این نگهداری مراحل مختلف دارد و با توجه به نوع و مدل ترازو متفاوت است.

1. Guidelines for calibration in laboratories, Drinking Water Inspectorate by LGC(Teddington) Ltd., December 2000.

2. Resolution

3. Granulated Chemicals

هرگونه کالیبراسیون باید با استفاده از وزنه‌های استاندارد صورت گیرد. نتایج بدست آمده باید تجزیه و تحلیل شوند تا مشخص گردد که در صد خطای آنها در محدوده «قابل قبول» قرار دارد یا خیر. وزنه‌های استاندارد باید بر اساس ظرفیت ترازو انتخاب شوند. جدول فوق برای این منظور کاربرد دارد. به کمک این جدول می‌توان وزنه‌های استاندارد مناسب را با توجه به ظرفیت یک ترازو برای کالیبر کردن تعیین نمود.

## نگهداری معمول

ترازو دستگاهی با دقت بالا است، به همین دلیل فقط کاربر مسئول انجام حداقل نگهداری به شرح زیر می‌باشد:

### رسیدگی‌های روزانه

۱. کفه ترازو را تمیز کنید تا عاری از گرد و خاک شود. این کار با یک پارچه تمیز مرطوب شده با آب مقطور انجام می‌گیرد. اگر آلودگی روی کفه است، می‌توان از پاک‌کننده ملایم استفاده کرد. همچنین، می‌توان از یک قلم با موهای نرم برای پاک‌کردن ذرات روی کفه استفاده کرد.

۲. محفظه شیشه‌ای ترازو را از داخل و خارج تمیز کنید و مطمئن باشید که محفظه عاری از گرد و خاک است.

## جدول مشکل‌یابی

### ترازوی الکترونیکی

مشکل	علت محتمل	راه حل
ترازو روشن نمی‌شود.	کابل ارتباط قطع و یا صحیح تنظیم نشده است.	ارتباط را کنترل نمایید. اگر قطع آن عامل روشن نشدن ترازو است، کابل را تنظیم نمایید.
خوانده در صفحه نمایش صحیح نیست.	در خروجی الکتریکی (پریز) برق وجود ندارد.	پریز برق را کنترل نمایید.
واحد انتخابی اندازه‌گیری روی صفحه نمایش نشان داده نمی‌شود.	صفر ترازو پیش از شروع به کار تنظیم نشده است.	صفر ترازو را تنظیم و اندازه‌گیری را تکرار کنید.
ثابت نمی‌مانند.	ترازو درست کالیبر نشده است.	با توجه به توصیه سازنده ترازو را کالیبر نمایید.
ترازو تراز نیست.	ترازو را ترازنمایید.	
روی صفحه نمایش پایدار ثابت نمی‌مانند.	واحد انتخابها یا تغییرات در ترازو ثابت نمی‌مانند.	مراحل انتخاب واحد مناسب و تعریف شده توسط سازنده را کنترل نمایید.
روی صفحه نمایش پایدار نیست.	واحد انتخاب شده در سیستم وجود ندارد یا فعال نشده است.	واحد انتخابی اندازه‌گیری را با توجه به مراحل پیشنهادی سازنده فعال کنید.
روی صفحه نمایش پایدار ثابت نمی‌مانند.	ممکن است صفحه منو قفل شده باشد.	اگر سوئیچ قفل فعال شده است، آن را غیرفعال نمایید.
روی صفحه نمایش پایدار نیست.	کلید پایان <sup>۱</sup> برای کامل کردن مراحل فعال نیست.	اطمینان حاصل نمایید که تغییرات و انتخاب مطابق با دستور العمل سازنده است. مراحل را تکرار نمایید. ترازو را خاموش و یک لحظه بعد دوباره روشن کنید.
روی صفحه نمایش پایدار ثابت نمی‌مانند.	روی سطح میز ترازو لرزش وجود دارد.	ترازو را در یک سطح تراز و پایدار قرار دهید.
روی صفحه نمایش پایدار ثابت نمی‌مانند.	در شیشه‌ای محفظه ترازو باز است.	در شیشه‌ای محفظه را بینید و اندازه‌گیری نمایید.
اتصالات RS ۲۳۲ عمل نمی‌کند.	کابل اتصال خوب نصب نشده است.	کابل اتصال را کنترل کنید.
خوانده روی صفحه نمایش کامل نیست و یا ترازو قفل است.	میکروپروسسور قفل است.	ترازو را خاموش و یک لحظه بعد دوباره روشن کنید. اگر مشکل حل نشد، از متخصص فنی خدمات پس از فروش کمک بگیرید.
صفحة نمایش کد خطای مشخص نمایید.	دلایل گوناگون دارد.	نوع کد خطای مشخص نمایید.

خطای عملکرد	علت خطا
خوانده‌ها تکرار پذیری ندارند. <sup>۲</sup>	محفظه اندازه‌گیری تمیز نیست.
خوانده‌ها خطی نیستند.	محفظه و کفه اندازه‌گیری خوب نصب نشده است.
خوانده‌ها پرس دارند و ثابت نیستند.	سیستم الکتریکی معیوب است.
صفحة نمایش خالی است و یا علائم بی معنی را نشان می‌دهد.	سیستم مکانیکی مشکل دارد.
صفحة نمایش بدون اعمال بار، اضافه بار و یا بار منفی را نشان می‌دهد.	سیستم الکتریکی معیوب است.
ترازو کالیبر نمی‌شود.	دماهی اتاق را تغییر دهید.
صفحة نمایش بدین معنی است که بار اضافه آسیب دیده است.	محفظه اندازه‌گیری تمیز نیست.
صفحة نمایش بدین معنی است که بار منفی را نشان می‌دهد.	شرط محيطی مانند جریان هوا، ارتعاش و یا الکتریسیته ساکن در محل وجود دارد.
صفحة نمایش بدین معنی است که بار اضافه آسیب دیده است.	سیستم الکتریکی معیوب است.
صفحة نمایش بدین معنی است که بار منفی را نشان می‌دهد.	کفه اندازه‌گیری با بار اضافه آسیب دیده است.
صفحة نمایش بدین معنی است که بار منفی را نشان می‌دهد.	کفه اندازه‌گیری مناسب نصب نشده است.
صفحة نمایش بدین معنی است که بار اضافه آسیب دیده است.	باتری کالیبراسیون معیوب است.
صفحة نمایش بدین معنی است که بار اضافه آسیب دیده است.	سیستم الکتریکی معیوب است.
صفحة نمایش بدین معنی است که بار منفی را نشان می‌دهد.	کفه اندازه‌گیری مناسب نصب نشده است.

## تعاریف پایه

ASTM. «انجمان آزمون و مواد امریکا».

کالیبراسیون. تنظیم و تعیین صحیح خوانade یک دستگاه با استفاده از یک استاندارد یا میانگین. ترازو با استفاده از وزنهای استاندارد کالیبرمی شود. وزنهای معتبر.<sup>۱</sup> وزنهایی که با خطای مجاز اعلام شده مراکز معتبر همخوانی دارند. وزنهای کلاس ۱ تا ۴ «انجمان آزمون و مواد امریکا»، وزنهای رایج مورد استفاده هستند و باید برای کالیبراسیون معمول (فرانس الزامی) استفاده شوند.

دقت.<sup>۲</sup> مجموع همه خطاهای ترازو. محدوده خطای کل نیز نامیده می شود.

هیسترزیس.<sup>۳</sup> اختلاف در نتایج وقتی که بار روی ترازو افزایش یا کاهش می یابد.

بار جانبی.<sup>۴</sup> توانایی ترازو که وزن نمونه روی کفه را بدون درنظر گرفتن محل قرارگیری نمونه اعلام کند، بار گوشی<sup>۵</sup> نیز نامیده می شود. خطای بار جانبی. اختلاف در نتایج وزن نمونه وقتی که نمونه در قسمت های مختلف کفه ترازو قرار داده می شود، برای مثال در مرکز صفحه یا در لبه ها. خطای خطی. تفاوتی که با بیشتر کردن وزن در کفه ترازو تا زمانی که به حد اکثر ظرفیت برسد، یا بر عکس در زمان استفاده از ترازو مشاهده می شود. اختلاف مشاهده شده بین خوانده های به دست آمده و ارزش ریاضی (واقعی) به عنوان غیرخطی بودن نتایج تفسیر می شوند.

خطی بودن. توانایی ترازو در به دست آوردن نتایج صحیح وزن در طی زمان اندازه گیری. نمودار خط راست نشان دهنده خطی و در ترازو بودن ترازو است. به منظور تعیین خطای خطی بودن یک ترازو، وزنهای معتبر باید استفاده شوند. این مراحل خطای خطی را با خواندن وزن وزنهای معتبر و بدون آنها تعیین می کند. اختلاف بین خوانده ها محاسبه خطای خطی را امکان پذیر می سازد.

جرم. از خواص فیزیکی مواد که به مقدار بستگی دارد و واحد آن کیلوگرم است. در فیزیک، دو کمیت وجود دارد که جرم به آن اطلاق می شود: جرم گرانشی.<sup>۶</sup> که اثر متقابل اندازه گیری وزن در میدان جاذبه است. در مقایسه با جرم بزرگ، اگر جرم کوچک است، نیروی ضعیفی را تحمل می کند. جرم اینرسی.<sup>۷</sup> که اندازه گیری عددی از اینرسی یک ماده است، در واقع مقاومت ماده در نتیجه شتاب است. واحد جرم کیلوگرم است.

OIML. «سازمان بین المللی اوزان و مقادیر».

حساسیت (دقت).<sup>۸</sup> کمترین مقداری که ترازو توانایی اندازه گیری آن را دارد یا کمترین مقداری که ترازو با دقت اندازه گیری می کند.

خطای حساسیت (دقت). خطای ثابت در حین اندازه گیری و در محدوده اندازه گیری و یا در حد ظرفیت ترازو.

قابلیت ردیابی.<sup>۹</sup> قابلیتی که مقدار اندازه گیری شده به وسیله یک دستگاه را می تواند به استانداردهای تعریف شده نسبت دهد.

- |                     |                       |                   |
|---------------------|-----------------------|-------------------|
| 1. Certified Masses | 4. Lateral Load       | 7. Intertial Mass |
| 2. Exactitude       | 5. Corner Load        | 8. Sensitivity    |
| 3. Hysteresis       | 6. Gravitational Mass | 9. Traceability   |



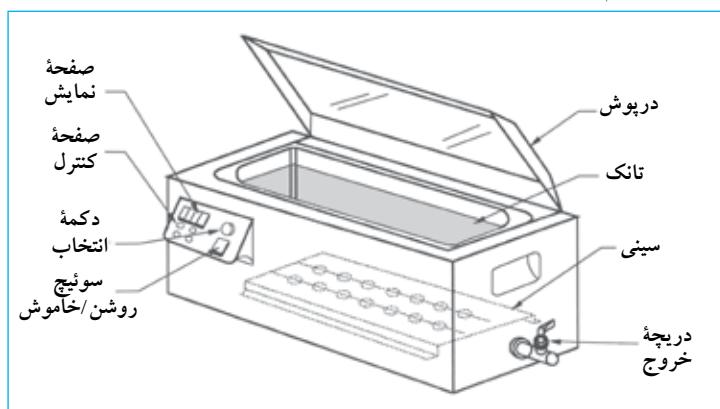
# فصل ۵

## حمام آب

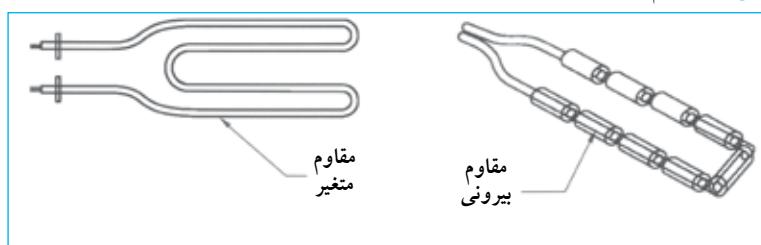
۱۶۷۷۲	۳۶۷۵۴	کد GMDN
۱۶-۷۷۲	۱۵-۱۰۸	کد ECR
حمام آب، همزن	حمام آب	نام گذاری

- ۵ مقاوم متغیر:** این نوع از مقاوم‌ها در داخل یک لوله بسته جاسازی شده‌اند و در قسمت پایینی مخزن با سیستم گرمایی تانک در تماس مستقیم هستند.
- ۶ مقاوم بیرونی:** این مقاوم‌ها در قسمت پایینی ولی در خارج از تانک قراردارند و با یک ماده عایق‌دار حفاظت‌می‌شوند که از به‌هدر رفتن گرما جلوگیری می‌کند. این مقاوم‌ها گرما را از طریق یک هادی گرما به زیر تانک منتقل می‌کنند.

شکل ۱۶. حمام آب



شکل ۱۷. مقاوم‌های متغیر و بیرونی



1. Electrostatic
2. Immersion Resistor
3. External Resistor

حمام آب دستگاهی است که برای انجام آزمایش‌های سروولوژی، اگلوتیناسیون، غیرفعال‌سازی، بیولوژی پزشکی و آزمایش‌های داروسازی و حتی برای مراحل انکوباسیون صنعتی کاربرد دارد. مایع داخل تانک معمولاً آب و در بعضی روغن است. محدوده دمای کاری حمام‌های آب از دمای محیط تا  $60^{\circ}\text{C}$  است. با استفاده از یک درپوش خاص، امکان انتخاب درجه حرارت  $100^{\circ}\text{C}$  نیز وجود دارد. حمام‌های آب با گنجایش ۲ تا ۳۰ لیتر ساخته می‌شوند.

### نمای یک حمام آب

در تصویر مقابل نمای یک حمام آب نمایش داده شده است. در این تصویر، امکان مشاهده کنترل‌های الکتریکی، صفحه نمایش، درپوش (قطعه جانبی اختیاری) و تانک وجود دارد. قسمت‌های دیگر مانند دما‌سنج و یک همزن که دمای داخلی حمام آب را ثابت نگه می‌دارد ممکن است به دستگاه متصل شوند.

### اصول عملکرد

حمام‌های آب از جنس استیل هستند و معمولاً با یک لایه رنگ الکترواستاتیک<sup>۱</sup> که قابلیت جذب بالا داشته و نسبت به شرایط محیطی آزمایشگاه مقاوم است، پوشیده شده‌اند. کلیدهای کنترل فعالیت دستگاه در قسمت بیرونی حمام آب قراردارند و در سطح پایین تانک ضرزنگ آنها، مقاوم‌های الکتریکی نصب شدند. استفاده از آنها گرما را به آب یا روغن داخل تانک منتقل می‌کند تا دمای انتخابی حاصل شود. مقاوم‌ها ممکن است از انواع زیر باشند:

## عملکرد حمام آب نصب و راهاندازی

۱. حمام آب را کنار پریز برق نصب کنید. پریز باید به سیم زمین مجهز باشد تا ایمنی کاربر و دستگاه حفظ شود. حمام‌های آب معمولاً با ولتاژ ۱۲۰V، فرکانس ۶۰Hz و یا ۲۳۰V و فرکانس ۶۰Hz کارمی‌کنند. اگر یک سینک برای تأمین و یا خالی کردن آب دستگاه موجود باشد، راهاندازی آن ساده‌تر خواهد بود.
۲. از تراز و همچنین مقاوم مقاوم بودن سطح برای نگهداری وزن حمام آب اطمینان حاصل نمایید.
۳. از کافی بودن فضا برای چیدن نمونه‌ها و لوازم جانبی دیگر که برای کار با حمام آب لازم است، مطمئن شوید.
۴. حمام آب را در مکانی با جریان شدید هوا قرار ندهید. این عمل در کار با دستگاه تداخل ایجاد می‌کند. برای مثال، از گذاشتن حمام آب در مجاورت کولر یا پنجره خودداری کنید.

### ایمنی

۱. در مکان‌هایی که مواد آتش‌زا و سوختنی وجود دارد، از دستگاه استفاده نکنید. این دستگاه مجهز به اجزای مقاومی است که درجه حرارت خیلی بالا ایجاد می‌کند و ممکن است سبب انفجار شود.
۲. همواره دستگاه را به سیم زمین وصل نمایید تا ایمنی کاربر و دستگاه تأمین شود. این اتصال الکتریکی باید با برق استاندارد کشور و آزمایشگاه هم خوانی داشته باشد.
۳. برای پرکردن حمام آب از مایعات غیرقابل اشتعال استفاده نمایید.
۴. زمان کار با حمام آب از وسایل حفاظت شخصی استفاده نمایید. حمام آب مقاوم‌هایی دارد که لمس ناگاهانه آن ممکن است سبب سوختگی حتی بعد از خاموش کردن دستگاه شود.
۵. هنگام کار با موادی که بخار تولید می‌کنند، حمام آب را زیر هود شیمیایی یا در محلی که جریان هوای کافی دارد، بگذارید.
۶. به خاطر داشته باشید، اگر دست‌ها ناگاهانه داخل حمام آب پر و داغ قرار گیرد، ممکن است سبب سوختگی شود.
۷. حمام آب برای استفاده زمانی که داخل تانک آن آب است طراحی شده است. اگر حمام آب خالی باشد، دمای آن می‌تواند خیلی بالارود. از سینی<sup>۱</sup> که برای یکنواخت کردن دمای آب داخل تانک است برای نگهداری ظرف نمونه داخل حمام آب استفاده نمایید.
۸. اگر هر کدام از کنترل‌های حمام آب کار نکند، از استفاده آن خودداری کنید. برای مثال، کنترل محدوده دما.

۱. Tray

مدل‌های خاص حمام‌های آب لوازم جانبی مانند سیستم همزن دارند که جریان آب داخل تانک را با حرکت‌های موزون جابه جا می‌کند و سبب یکنواختی دما در سراسر تانک می‌شود. جدول زیر مدل‌های اصلی حمام‌های آب را نشان می‌دهد.

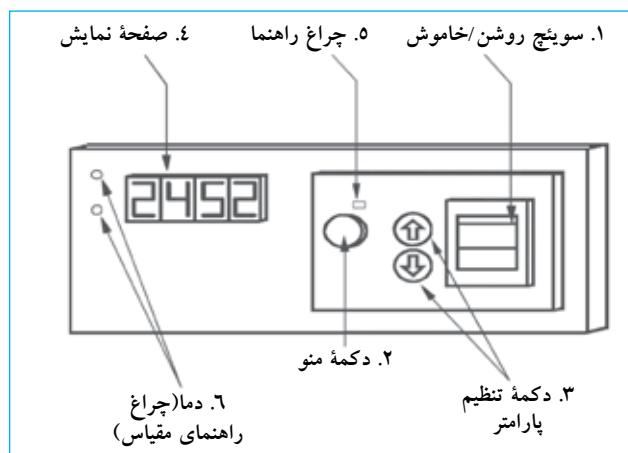
کلاس	محدوده دما
حرارت کم	دماهی اتاق تا ۶۰°C دماهی اتاق تا ۱۰۰°C
حرارت زیاد	دماهی اتاق تا ۲۷۵°C. زمانی که لازم است دما به بالای ۱۰۰°C برسد، باید از مایعات به غیر از آب استفاده شود؛ زیرا نقطه جوش آب در شرایط طبیعی ۱۰۰°C است.
عایق دار	این نوع حمام آب به طور معمول از روغن‌هایی با نقطه جوش بالا استفاده می‌کند.
همزن(با آب)	دماهی اتاق تا ۱۰۰°C با لوازم جانبی و یا سیستم همزن(با آب).

## کنترل‌های حمام آب

حمام‌های آب معمولاً کنترل‌های ساده‌ای دارند. بعضی سازندگان این کنترل‌ها را داخل میکروپروسسورها جاسازی کرده‌اند که با توجه به مدل حمام آب متفاوت است. در نمای زیر صفحه کنترل حمام آب نشان داده شده که متضمن از قسمت‌های زیر است:

۱. سویچ کنترل روشن و خاموش
۲. صفحه و دکمه منو برای انتخاب پارامترهای دما، آلام و مقیاس دما( $^{\circ}\text{F}-^{\circ}\text{C}$ )
۳. دو دکمه برای تنظیم پارامترها
۴. یک صفحه نمایش
۵. یک چراغ راهنمایی
۶. راهنمایها (۲) برای تعیین مقیاس دما( $^{\circ}\text{F}-^{\circ}\text{C}$ ).

شکل ۱۸. کنترل‌های حمام آب



## فصل ۵ حمام آب

روش نگهداری حمام آب بسیار ساده است. روش معمول پیشنهادشده بر تمیز کردن قسمت‌های بیرونی دستگاه تأکید دارد. رایج‌ترین روش‌های معمول در ادامه بیان شده‌است.

### نظافت

#### تواتر: هر ماه

۱. دستگاه را از برق بکشید و تا زمان سردشدن آن صبرکنید تا از ایجاد حادثه و سوختگی جلوگیری شود.
۲. مایعی را که برای گرم‌کردن استفاده شده‌است، خالی کنید. اگر این مایع آب است، در فاضلاب خالی نمایید و اگر روغن است، در یک ظرف با گنجایش مناسب جمع‌آوری کنید.
۳. صفحه مشبك پخش‌کننده گرما در زیر تانک را درآورید.
۴. همزن را جدا و جلیک‌ها را تمیزکنید.
۵. داخل تانک را با یک شوینده ملائم تمیزکنید. اگر خوردگی وجوددارد، از مواد تمیزکننده استیل استفاده نمایید. به‌آرامی با اسفنج‌های معمولی و یا مشابه دستگاه را پاک کنید. از اسکاچ برای از بین بردن زنگزدگی استفاده نکنید چون می‌تواند سبب خوردگی سریع شود.
۶. از خم کردن لوله مویینه دما خودداری کنید، این لوله معمولاً زیر تانک قراردارد.
۷. قسمت‌های داخلی و خارجی دستگاه را با آب خالص تمیزکنید.

### روغن کاری کردن

#### تواتر: روزانه

برای حمام آب مجهز به یک همزن: محور موتور الکتریکی همزن را روغن کاری کنید. برای این کار یک قطره روغن روی محور آن بریزید. این کار سطح روغن کاری مناسب برای موتور و محور ایجاد می‌کند.

### بازرسی متنابه

#### تواتر: هر ۳ ماه

با استفاده از استانداردهای شناخته‌شده هر ۳ ماه یکبار دماسنجد یا کنترل کننده دمارابررسی کنید. اگر استاندارد رفراش موجود نیست، از مخلوط آب/یخ و یا آب جوش استفاده کنید. همچنین، بعد از راهاندازی اولیه دستگاه، دماسنجد و یا کنترل کننده‌های دمای حمام آب باید بررسی شوند.

### استفاده از حمام آب

پیش از استفاده از حمام آب، از تمیزبودن آن و اتصال لوازم جانبی مورد احتیاج اطمینان حاصل نمایید. مراحل استفاده معمولاً به ترتیب زیر است:

۱. حمام آب را با مایع (آب یا روغن) پرکنید تا دما را ثابت نگه‌دارد و اطمینان حاصل نمایید سطح مایع داخل تانک ۴ تا ۵ سانتی‌متر از لبه تانک پایین‌تر است.
۲. وسایل کنترل مورد احتیاج مانند دماسنجد و همزن<sup>۱</sup> را نصب نمایید. از محل دماسنجد برای قرائت صحیح خوانده‌ها اطمینان حاصل نمایید.
۳. اگر برای پرکردن تانک حمام آب از آب استفاده شده است، اطمینان حاصل نمایید که آب تمیز است. بعضی سازندگان برای جلوگیری از رشد قارچ و جلبک، افزودن موادی را پیشنهاد می‌کنند.
۴. سوئیچ اصلی (N°۱) دستگاه را روشن کنید (شماره‌ها مربوط به کنترل‌هایی است که در شکل نشان داده شده‌اند). بعضی سازندگان میکروپروسسورهایی را در دستگاه جاسازی کرده‌اند که به‌محض روشن شدن آن به‌طور خودکار کلیدهای ضروری را شناسایی و روشن می‌کند.
۵. دمای کاری در منوی اصلی را با دکمه N°۲ تنظیم نمایید.
۶. کنترل دما را فعال نمایید (در حمام آب‌هایی که این کنترل را دارند). زمانی که دما از حد مجاز بالاتر می‌رود، این کنترل جریان برق را قطع می‌کند. این فعالیت با دکمه منوی اصلی نیز انتخاب و با کلید تنظیم پارامتر کنترل می‌شود.
۷. در حمام آب از مواد زیر استفاده نکنید:
  - الف) ماده سفیدکننده
  - ب) مایعات با محتوای کلر زیاد
  - ج) سالین ضعیف مانند کلرید سدیم (NaCl) و کلرید کلسیم (CaCl<sub>2</sub>) یا ترکیبات کروم
  - د) اسید با غلظت بالا
  - ه) نمک با غلظت بالا
- و) غلظت‌های ضعیف از اسیدهای H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HCl, HBr, HI و H<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>
- ز) آب دیونیزه شده که موجب خوردگی و سوراخی بدنه استیل حمام آب شود.

### نگهداری

**هدار:** پیش از انجام اقدامات نگهداری، دستگاه را از پریز برق بکشید.

### جدول مشکل‌یابی

مشکل	علت محتمل	راه حل
جریان برق در دستگاه وجود ندارد.	حمام آب از پریز برق کشیده شده است.	حمام آب را به برق متصل نمایید.
	سوچیج روشن دستگاه را تعویض نمایید.	
	فیوز را تعویض نمایید.	
حمام آب گرم نمی‌شود.	کنترل دما تنظیم نشده است.	کنترل دما را تنظیم کنید.
	مقاآمها معيوب هستند.	مقاآمها را تعویض کنید.
	کنترل محدوده دما را تنظیم نمایید.	
دمای آب از دمای انتخابی بیشتر است.	کنترل دما معيوب است.	اگر لازم است، کنترل دما را تعویض نمایید.
	از انتخاب پارامترهای صحیح اطمینان حاصل نمایید.	
نمونه‌ها به آرامی گرم می‌شوند.	تانک آب خالی است یا آب خیلی کم دارد.	تانک را تا سطح آب پیشنهادی پر کنید.
	مقاآم(ها) معيوب هستند.	مقاآم(ها) را تعویض نمایید.
	کنترل دما معيوب است.	کنترل دما را تعویض نمایید.
دما به آرامی بالامی رود.		

### تعاریف پایه

وسیله یکنواخت‌کننده دما. وسیله‌ای که مایعات را برای مخلوط و همگن کردن ویژگی‌های آن(دما، رنگ و غلظت) بهم می‌زند. همزن نیز به آنها اخلاق می‌شود.

سینی نگهدارنده. وسیله‌ای که برای نگهداری ظرف نمونه در کف حمام آب نصب شده است. همچنین، سبب جایه‌جایی گرما در مایع داخل تانک از بالا به پایین و عقب به جلو می‌شود. این امر سبب یکنواخت‌ماندن دمای انتخابی توسط کاربر در تمام قسمت‌های مایع تانک می‌شود. به طور معمول، این سینی‌ها از استیل ساخته شدند.

رنگ الکترواستاتیک. در این مراحل از ویژگی جذب ذرات باردار الکتریکی استفاده می‌شود. یک اختلاف پتانسیل بین ۸۰ تا ۱۵۰ کیلووات به شبکه سیمی که رنگ روی آن برای باردارکردن ذرات اسپری می‌شود اعمال می‌گردد. مواد فلزی که اسپری می‌شوند به قطب مخالف ولتاژ قوی متصل هستند؛ بنابراین، ذرات رنگ را جذب می‌کنند. قطعه اسپری شده بعداً برای ذوب کردن ذرات در فور الکتریکی قرار می‌گیرد که سبب چسبیدن قوی این ذرات به قطعه می‌شود.

فیوز. یک ابزار ایمنی که مدارهای الکتریکی را از عبور زیاد جریان برق محافظت می‌کند. فیوزها از موادی ساخته شدند که ساختمان و ویژگی‌های آنها تحت شرایط تعریف شده خوب کارکنند. اگر بنا به دلایل این طراحی بهم بخورد، فیوز می‌سوزد و عبور جریان الکتریکی مختل می‌شود.

مقاآم مغایر. یک مقاآم الکتریکی در داخل یک لوله بسته که معمولاً برای گرم‌گردان مایعات مانند آب یا روغن کاربرد دارد.

مقاآم. مقاوتمتی که یک جسم یا مدار الکتریکی در خلاف جهت جریان الکتریکی وارد می‌کند. مقاآم از ویژگی‌های یک مدار است که انرژی الکتریکی را به گرم‌گرد (خلاف جهت) تبدیل می‌کند. مقاآم [R] یک جسم مانند سیم، نسبت مستقیم با طول سیم [L] و نسبت غیرمستقیم با مساحت [a] جسم دارد. مقاآم از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$R = k \times \frac{L}{a}$$

به طوری که:

$k$  = مقداری ثابت که به واحد مورد استفاده بستگی دارد.

$L$  = طول هادی جریان برق

$a$  = مساحت بخشی از هادی

$\Omega$  = واحد معمول مقاآم الکتریکی است، یک اهم برابر یک ولت / یک آمپر است.

# فصل ۶



## هود بیولوژی ایمنی

کد GMDN	کد ECRI	نام‌گذاری	۱۵۶۹۸	۲۰۶۰۲	۲۰۶۰۳	۲۰۶۵۴
۱۵-۶۹۸	۲۰-۶۵۲	هودهای بیولوژی ایمنی، کلاس II	هودهای بیولوژی ایمنی، کلاس I	۲۰-۶۵۳	۲۰-۶۵۴	۲۰-۶۵۴
نام‌گذاری	کد	ایمنی	ایمنی	ایمنی	ایمنی	ایمنی

### موارد استفاده از سیستم

- هود بیولوژی ایمنی برای موارد زیر کاربرد دارد:
۱. حفاظت کاربر در برابر خطرهای عوامل عفونتزا.
  ۲. حفظ نمونه آزمایش از آلودگی.
  ۳. حفاظت محیط.

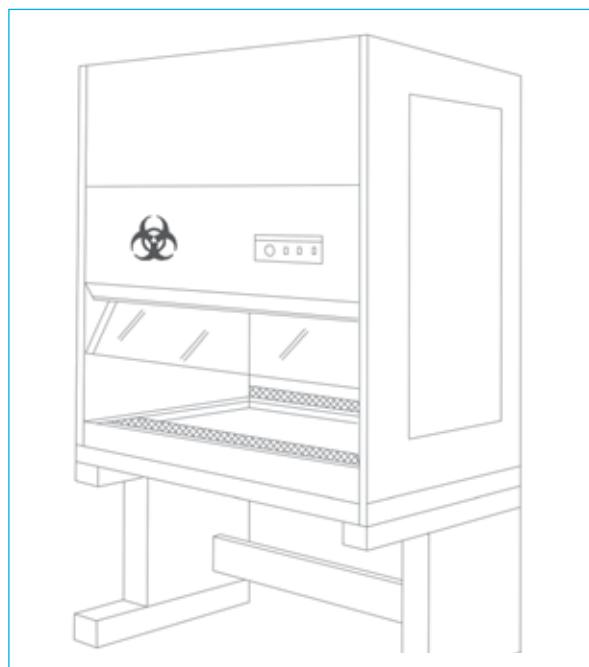
این هودها برای کارهای معمول روزانه در ارتباط با پاتوژن‌ها (انگل‌ها، باکتری‌ها، ویروس و قارچ)، محیط کشت سلولی و تحت شرایط بسیار دقیق برای مواد سمی نیز کاربرد دارند.

### اصول عملکرد

هودهای بیولوژی ایمنی از یک کابینت معمولاً از جنس استیل، دارای پنجره شیشه‌ای در قسمت جلو با ارتفاع قابل تنظیم، سیستم تهویه با موتور الکتریکی، هواکش و مجموعه‌ای از کانال‌ها که داخل کابینت فشار منفی ایجاد می‌کنند، ساخته شده‌اند. این سیستم برای حفاظت کاربر از داخل به سمت بیرون، لایه‌ای از هوا تولید می‌کند. در داخل کابینت، هوا پس از عبور از یک سری کانال‌ها به فیلترهایی با کارآیی بالا (HEPA)<sup>۴</sup> می‌رسد. با توجه به طراحی کابینت‌ها، هوای داخل آزمایشگاه با روش‌های مختلف بازیافت می‌شود. جریان هوا که در هودهای کلاس II از فیلتر به سطح کار حرکت می‌کند، لایه‌ای و آرام است. خلاصه‌ای از انواع هودها و مشخصات آنها در بخش بعد آورده شده است.

### تصویر یک هود بیولوژی ایمنی

شکل ۱۹. هود بیولوژی ایمنی



1. Biological Safety Cabinets
2. Manipulated Sample
3. Laminar Flow Cabinets

4. High Efficiency Particulate Air

## خلاصه‌ای از انواع هودهای بیولوژی ایمنی

مشخصات	نوع هود، با تصویر
<p>کلاس I - نوع A</p> <p>۱. امکانات: حفاظت کاربر و محیط.</p> <p>۲. سرعت هوا حین ورود به هود: ۳۸ سانتی متر بر ثانیه (cm/s).</p> <p>۳. مناسب برای کار با عوامل گروه خطر سطح ۱، ۲ و ۳.</p> <p>۴. سیستم تهویه با کارآیی بالا، سیستم خروجی که ممکن است به فضای بیرون ارتباط داشته یا نداشته باشد.</p> <p>۵. معایب: مانع آلودگی نمونه مورد آزمایش در کابینت نمی‌شود.</p>	
<p>کلاس II - نوع A</p> <p>۱. امکانات: حفاظت کاربر، نمونه و محیط.</p> <p>۲. سرعت هوا در حین ورود به هود: ۳۸ سانتی متر بر ثانیه (cm/s).</p> <p>۳. مناسب برای کار با عوامل گروه خطر سطح ۱، ۲ و ۳.</p> <p>۴. سیستم تهویه: دو فیلتر با کارآیی بالا، یکی در قسمت سطح کار هود نصب شده است؛ فیلتر دوم در سیستم خروجی که ممکن است به فضای بیرون ارتباط داشته باشد، نصب شده است.</p> <p>۵. این مدل‌ها ۷۰٪ حجم هوا را بازیافت<sup>۱</sup> و ۳۰٪ باقی مانده را جایگزین<sup>۲</sup> می‌کنند.</p>	

۱. به مشخصات عوامل گروه خطر در قسمت بعد «ایمنی زیستی» توجه فرمایید.

2. Recycle  
3. Renew

## فصل ۶ هود بیولوژی ایمنی

مشخصات	نوع هود، با تصویر
<p><b>کلاس II - نوع B1</b></p> <p>۱. امکانات: حفاظت کاربر، نمونه و محیط.      ۲. سرعت هوا حین ورود به هود: <math>50/8</math> سانتی متر بر ثانیه .(cm/s)      ۳. مناسب برای کار با عوامل گروه خطر سطح ۱، ۲ و ۳.      ۴. سیستم تهویه: دو فیلتر با کارآیی بالا هوا آلوده(٪۷۰) داخل هود را بازیافت می کنند، و پس از فیلتر کردن از طریق شبکه جلویی به بیرون هدایت می شود(٪۳۰).      ۵. تمام هودهای بیولوژی یک فشار منفی دارند.      ۶. امکان کار با مقادیر کم مواد سمی و رادیواکتیو را دارد.</p>	
<p><b>کلاس II - نوع B2</b></p> <p>۱. امکانات: حفاظت کاربر، نمونه و محیط.      ۲. سرعت هوا در حین ورود به هود: <math>50/8</math> سانتی متر بر ثانیه .(cm/s)      ۳. مناسب برای کار با عوامل گروه خطر سطح ۱، ۲ و ۳.      ۴. سیستم تهویه: دو فیلتر با کارآیی بالا جهت تهویه هوا وجود دارد و هیچ نوع بازیافتی وجود ندارد.      ۵. در تمام کانال های آلوده یک فشار منفی وجود دارد.      ۶. یک کانال خروجی دارد که امکان کار با مواد سمی و رادیواکتیو را فراهم می کند.</p>	

مشخصات	تصویر مدل هود
<p style="text-align: center;"><b>کلاس II - نوع B3 یا B3</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>امکانات: حفاظت کاربر، نمونه و محیط.</li> <li>سرعت هوا حین ورود به هود: <math>50/8</math> سانتیمتر بر ثانیه (cm/s).</li> <li>مناسب برای کار با عوامل گروه خطر سطح ۱، ۲ و ۳.</li> <li>سیستم تهویه: دو فیلتر با کارآیی بالا.</li> <li>در تمام کanal های آلوده یک فشار منفی وجود دارد.</li> <li>به نام کابین ترکیبی شناخته شده است و می تواند به وسیله کanal به هم اتصال یابد (نوع B3). اگر کanalی وجود نداشته باشد، نوع A است.</li> <li>۷۰٪ حجم هوا هود را بازیافت می کند.</li> </ol>	<p>The diagram illustrates the air flow path in a Class II Type B3 biosafety cabinet. Air enters from the bottom right through a 'brush' (brush) and a 'grid inlet' (شبکه‌بندی جلو). It then passes through a 'vertical velocity' filter (V vert = 55 PLm (28 cm/s)) and a 'full HEPA filter' (HEPA (مکمل)). From the top, it exits through a 'HEPA exhaust filter' (HEPA (خروجی)) and a 'fan' (فشار منفی). Arrows indicate the direction of air flow: downward through the filter stack and upward through the work zone.</p>
<p style="text-align: center;"><b>کلاس III</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>امکانات: حفاظت کاربر، نمونه و محیط.</li> <li>سیستم تهویه: دو فیلتر با کارآیی بالا در محل خروج، یک فیلتر با کارآیی بالا در محل مکش.</li> <li>مناسب برای کار با عوامل گروه خطر سطح ۴.</li> <li>محفظه هود کاملاً بسته است. تمام موادی که وارد هود می شوند یا از آن خارج می گردند از طریق محفظه های دوربینچه ای<sup>1</sup> به هم ارتباط دارند. هر تغییر و آماده سازی مواد با استفاده از دستکش های متصل به قسمت جلوی هود امکان پذیر می باشد.</li> </ol>	<p>The diagram shows a Class III biosafety cabinet with a completely closed front panel. Air enters from the top left through a 'brush' (brush) and a 'glove port' (پنجره جلو). It then passes through a 'bottom HEPA filter' (فیلتر مضاعف (خروجی)) and an 'upper HEPA filter' (HEPA (خروجی)). The cabinet is shown with its front panel removed to reveal the internal structure, including the filter stack and the connection to the glove ports. A 'brush' (brush) is also labeled at the bottom.</p>

\* محفظه های دوربینچه ای برای وارد/خارج کردن مواد از هود و با استفاده از دستکش های متصل به قسمت جلوی هود در یک فضای کاملاً بسته استفاده می شود [م].

1. Pass Through Box

## فصل ٦ هود بیولوژی ایمنی

٤. صاف و تراز بودن زمین برای قرارگرفتن هود ضروری است.
٥. باید اطراف هود فضای آزاد وجود داشته باشد. ارتفاع اتاق باید مطابق و مناسب با ارتفاع اتاق توصیه شده توسط سازنده باشد تا هود بدون هیچ مانعی کار کند.
٦. هود نوع B باید به ابزارهایی مانند دریچه تنظیم کننده که جریان هوا را کنترل و تنظیم می کند، مجهز باشد. همچنین یک کاتال کشی بیرونی داشته باشد.
٧. اتصالات گاز باید در مجاورت هود باشد تا ارتباط لازم به دریچه های تنظیم را فراهم کند.
٨. عملکرد هود باید سالانه تأیید شود تا از انطباق آن با دستورالعمل NSF ٤٩ اطمینان حاصل گردد.

### استفاده از هود ایمنی

- استفاده صحیح از هودهای ایمنی با روش های زیر حاصل می شود:
١. هر کاری که باید در هود انجام شود، از قبل برنامه ریزی و طراحی نمایید. روش کار و وسایل مورد استفاده را معین کنید. زمان مورد نیاز را با پرسنل دیگر آزمایشگاه تنظیم کنید تا از تداخل کاری جلوگیری شود.
  ٢. کلید هود را روشن کنید. اگر لامپ UV روشن است، آن را خاموش کنید. لامپ فلورسنت و هوکش هود را روشن و از آزاد بودن شبکه های هوا در عقب و جلو هود مطمئن شوید. سطح میز کار را آماده کنید و پیش از کار، هود را به مدت حداقل ١٥ دقیقه روشن نمایید.
  ٣. دست و ساعدها را با صابون ضد عفونی کننده بشویید. در صورت لزوم، برای پوشیدن لباس محافظ (روپوش یا کت آزمایشگاه با آستین بلند، محافظ چشم و دستکش) اقدام نمایید. سطح داخلی هود را با اتانول ٧٠٪ یا ماده ضد عفونی کننده دیگر آماده کنید. سپس هوکش داخل هود ایمنی را روشن کنید.
  ٤. فقط لوازم و موادی که برای آزمایش استفاده می شوند، داخل هود ایمنی قرار دهید. محل تمیز و آلوده هود را شناسایی کنید و وسایل را طوری بچینید که مواد تمیز و استفاده شده کنار هم قرار نگیرند و یا مانع شبکه های هوا در جلو و عقب هود نشوند. کیسه حاوی مخاطرات زیستی، ظروف حاوی مواد نشوند. کیسه حاوی مخاطرات زیستی، ظروف حاوی مواد ضد عفونی کننده برای قراردادن پیش از کار، و یک طرف دیگر برای وسایل تیز و برنده در هود ایمنی داشته باشید. وقتی تمام وسایل مورد نیاز آماده شد، اجازه دهید هوا به مدت ٣ تا ٥ دقیقه در هود ایمنی جریان داشته باشد تا از انباسته شدن ذراتی که در مرحله قراردادن وسایل در هود ایمنی به وجود آمده است، جلوگیری شود.

### ایمنی زیستی<sup>١</sup>

عوامل میکروبی یا میکرو او رگانیسم ها با توجه به نوع میکروب، مقادیر<sup>٢</sup> بیماریزا، نحوه انتقال، میزان، دسترسی به روش های پیشگیری، و مؤثر بودن درمان بیماری به چهار گروه طبقه بندی شده اند:

١. گروه خطر سطح <sup>٣١</sup>: گروهی از عوامل بیولوژی که در انسان سالم و حیوانات بیماری ایجاد نمی کنند (بدون خطر فردی و اجتماعی).

٢. گروه خطر سطح <sup>٢</sup>: گروهی از پاتوژن ها که در انسان و حیوانات بیماری ایجاد می کنند و برای پرسنل آزمایشگاه، جامعه، حیوانات اهلی و محیط در شرایط عادی خطرناک نیستند. پرسنل آزمایشگاهی که در مواجهه با این نوع پاتوژن ها باشند، به ندرت دچار بیماری های جدی می شوند. روش های جلوگیری و درمان مؤثر وجود دارد. همچنین، خطر انتشار این نوع پاتوژن ها محدود است (خطر کم فردی و خطر اجتماعی محدود).

٣. گروه خطر سطح <sup>٣</sup>: گروهی از پاتوژن ها که معمولاً سبب بروز بیماری جدی در انسان و حیوانات می شوند و اثرات جدی اقتصادی به دنبال دارند.

ولی عفونت از یک فرد به فرد دیگر با تماس معمولی منتقل نمی شود. بیماری ایجاد شده با داروهای ضد میکروبی و یا ضد انگل درمان پذیر است (خطر زیاد فردی و خطر اجتماعی کم).

٤. گروه خطر سطح <sup>٤</sup>: گروهی از پاتوژن ها که معمولاً بیماری خیلی جدی در انسان و یا حیوانات ایجاد می کنند و درمان قطعی ندارند. این پاتوژن ها به آسانی از یک فرد به فرد دیگر، یا از حیوان به انسان و یا بر عکس، به صورت مستقیم یا غیر مستقیم و یا با تماس معمولی می توانند انتقال یابند (خطر بسیار زیاد فردی و اجتماعی).

### الزمات نصب و راه اندازی

الزمات زیر برای عملکرد صحیح هودهای بیولوژی ضروری هستند:

١. محلی در آزمایشگاه که دور از جریان هوا و یا سیستم تهویه باشد. همچنین، هودهای بیولوژی نباید در کنار هودهای دیگر مثل هود مواد شیمیایی نصب شود.

٢. یک رابط الکتریکی و لوازم جانبی کنترل و ایمنی، پریز برق با سیم زمین.

٣. میز محکم و تراز مناسب با وزن هود که به کاربر اجازه کاربری آسان را بدهد. ارتفاع میز باید مناسب باشد.

1. *The Laboratory Biosafety Guidelines*, 3rd. Edition-Draft, Health Canada. 2001.

2. Infectious Doses

3. Risk level 1 group

## نگهداری معمول

**هشدار:** نگهداری قسمت‌های داخلی هود ایمنی باید فقط توسط فرد آموزش دیده صورت گیرد. برای این منظور، قبلًاً هود باید ضدغونی و وسایل حفاظتی پرسنل نیز استفاده شود.

روش نگهداری کلی هودهای ایمنی ساده است. روشن معمول و تواتر آن در زیر توضیح داده شده است:

### تواتر: هفتگی

۱. سطح داخلی و سطح کار هود را با الکل اتیلیک ۷۰٪ ضدغونی کنید.
۲. با محلول تمیزکننده معمولی پنجره جلو و سطح لامپ UV را تمیزکنید.
۳. بادقت خوانده‌های مونومتر را کنترل کنید که ممکن است نمایانگر فشار کم درون فیلتر باشد. عدد مونومتر و تاریخ کنترل را در دفترچه مخصوص این کار ثبت نمایید.

### تواتر: ماهانه

۱. سطح خارجی هود مخصوصاً قسمت جلو و بالای آن را با یک دستمال مرطوب تمیزکنید.
۲. قسمت‌های پایین هود را با الکل ۷۰٪ و یا هر مایع ضدغونی کننده مناسب تمیزکنید.
۳. پیچ‌های کنترل را بررسی نمایید.
۴. مراحل هفتگی را تکرار نمایید.

### تواتر: سالانه

۱. مراحل تأیید عملکرد را براساس استاندارد NSF49 انجام دهید.
۲. شدت جریان لامپ UV<sup>۳</sup> را با رادیومتر<sup>۴</sup> کنترل و در صورت لزوم جایگزین سازید.
۳. شرایط لامپ فلورسنت را کنترل و در صورت لزوم جایگزین سازید.
۴. روشن نگهداری ماهانه را تکرار کنید.

## تغییر سطح کار

برای تغییر مکان سطح کار شرایط زیر را در نظر بگیرید:

۱. پیش از اقدام به تغییر، سطح کار را ضدغونی کنید.
۲. پیچ‌های قسمت جلوی بدنه میز کار را شل نموده و خارج کنید.
۳. پیچ‌های قسمت عقب بدنه را شل کنید، ولی خارج نکنید.
۴. میز کار را بلند نموده و جلو بکشید.
۵. قسمت جلوی سطح کار را ضدغونی کنید.
۶. برای وصل کردن قسمت‌های جایه‌جاشه مراحل ذکر شده در مراحل ۲، ۳ و ۴ را به ترتیب عکس انجام دهید.

۳. لامپ‌های UV برای ۷۵۰۰ ساعت کارآئی دارند، بعضی از سازندگان تعویض سالیانه را پیشنهاد می‌کنند.

4. Radiometer

۵. کار را شروع کنید. مواد را در فاصله ۱۰ سانتی‌متری شبکه جلوبی کابینت نگهدارید و سعی کنید فعالیت‌های پر خطر را در قسمت عقب سطح کار هود ایمنی انجام دهید. داخل هود ایمنی از فندک یا شعله استفاده نکنید؛ این ابزارها لایه‌های جریان هوای داخلی را مختلط ساخته و باعث سوختن فیلترها می‌شوند. از بیرون آوردن دست‌ها تا زمانی که مراحل آزمایش تمام نشده و مواد آلوده و خطرناک در کیسه یا ظرف‌های ایمنی قرار نگرفته‌اند، خودداری نمایید.

۶. داخل هود ایمنی را تمیزکنید و در پایان جریان هوا را به مدت ۳ تا ۵ دقیقه روشن نگهدارید.

۷. سطح تمام مواد و وسایل را که در تماس با مواد بیولوژی است، تمیز و ضدغونی کنید. برای این منظور، از اتانول ۷۰٪ و یا هر مایع ضدغونی کننده مناسب استفاده نمایید و منتظر بمانید تا خشک شود. سطح هود ایمنی را نیز ضدغونی کنید. در ظرف‌ها را پیش از بیرون آوردن از داخل هود ایمنی بیندید و وسایل را به محل‌های اولیه برگردانید (انکوباتور، اتوکلاو و غیره).

۸. دستکش‌ها و وسایل حفاظت شخصی را با توجه به دستورالعمل مورد استفاده در آزمایشگاه جمع‌آوری کرده، دوربریزید و در خاتمه دست‌ها را با صابون و آب فراوان بشویید.

۹. سیستم تهویه هود ایمنی و لامپ فلورسنت را خاموش کنید. پنجره جلو را بیندید و لامپ UV را روشن نمایید.

**نکته:** در صورت مشاهده نشتی و یا ریختن مواد در حین استفاده، هود نباید خاموش شود و تمام وسایل و اشیای آلوده باید ضدغونی شوند. انجام این مراحل سبب عدم انتشار آلودگی خواهد شد.

## ضدغونی کردن هود ایمنی

پیش از انجام هر نوع اقدام نگهداری مانند بازکردن قسمت‌های داخلی هود یا هر کدام از مراحل زیر، هود ایمنی باید ضدغونی شود:

۱. تعویض فیلترها.

۲. انجام آزمایش داخل هود.

۳. پیش از انجام آزمایش‌های تأییدی<sup>۱</sup>، زمانی که هود ایمنی باعوامل بیولوژی گروه خطر سطح ۲ یا ۳ مورد استفاده قرار گرفته است.

۴. پیش از جایه‌جاشه هود به محل دیگر.

۵. پس از ریختن مواد با سطح آلودگی بالا.

بهترین و مناسب‌ترین روش ضدغونی باید توسط فرد مسئول ایمنی صنعتی و خطرهای شغلی تعیین شود. در پیوست G استاندارد NSF49 استفاده از پارا-فرمالدیید دیلیمریزه<sup>۲</sup> برای ضدغونی هود

ایمنی توضیح داده شده است و فقط پرسنلی که آموزش‌های لازم را دیده‌اند، باید این مراحل را انجام دهند.

1. Certification tests      2. Depolymerised Paraformaldehyde

## فصل ۶ هود بیولوژی اینمنی

تأیید عملکرد شامل آزمایش‌های زیر است:

۱. آزمایش جریان هوای منظم و یکپارچه. این آزمایش در قسمت خارجی سطح انجام می‌شود. از محکم بودن اتصالات، لحیم کاری‌ها و احتمال نشت مطمئن شوید.
۲. آزمایش نشت فیلتر. بی‌نقص بودن فیلترها، محل و قاب آن را تعیین می‌کند.
۳. آزمایش افزایش دما. زمانی که هواکش و لامپ‌های داخل هود اینمنی روشن است، حداکثر افزایش دما را در آن تعیین می‌کند.
۴. آزمایش صدای اضافی در هود. سطح صدا در هود را تعیین می‌کند.
۵. آزمایش شدت نور هود. شدت نور را در سطح کار هود تعیین می‌کند.
۶. آزمایش ارتعاش. مقدار ارتعاش را داخل هود روشن تعیین می‌کند.
۷. آزمایش حفاظت پرستن، نمونه‌ها و آلودگی آهه. این آزمایش تعیین می‌کند آیا ذرات معلق ریز در کابینت باقی می‌مانند، آیا آلودگی خارجی به سطح کار می‌رسد، و آیا ذرات ریز داخل کابینت کاهش می‌یابند.
۸. آزمایش پایداری. این آزمایش پایداری هود در برابر لرزش، جابه‌جایی درنتیجه نیروی وارد شده، شکستگی درنتیجه وزن مواد، و همچنین مقاومت و لرزش سطح کار درنتیجه وزن زیاد، را نشان می‌دهد.
۹. آزمایش سرعت جریان هوای مستقیم. سرعت جریان هوای مستقیم وارد شده به سطح کار هود را تنظیم می‌کند.
۱۰. آزمایش سرعت هوای وارد شده. سرعت هوای وارد شده به هود و حجم هوای خارج شده از طریق پنجره جلو را تعیین می‌کند.
۱۱. آزمایش دود. این آزمایش تعیین می‌کند که آیا جریان هوای ورودی به داخل کابینت تمام فضا را دربر می‌گیرد و آیا هوایی که مستقیماً به سمت پایین هود حرکت می‌کند دوباره به داخل بر می‌گردد.
۱۲. آزمایش رهاسازی فاضلاب. گنجایش کانال‌های فاضلاب زیر سینک و تخلیه ضایعات را نشان می‌دهد.
۱۳. آزمایش کارکرد موتور تهویه. مقدار فشار ثابت لازم را به سیستم آزمایش می‌کند.
۱۴. آزمایش سیستم الکتریکی. احتمال خطرات الکتریکی را نشان می‌دهد و مواردی مانند عبور کم جریان برق به داخل هود، قطیبت، صحیح بودن عملکرد سیستم حفاظتی و مقاومت آن را کنترل می‌کند.

## تعویض لامپ UV

- برای تعویض لامپ UV، باید مراحل زیر انجام گیرد:
۱. هود را روشن کنید و برای ۵ دقیقه بگذارید کار کند.
  ۲. پنجره جلو را تا آخرین حد بالابرید.
  ۳. قسمت جلوی سطح کار و لامپ UV را ضدغونی کنید.
  ۴. اتصال سیم برق هود را خاموش کنید.
  ۵. اتصال لامپ UV را با چرخش  $90^{\circ}$  قطع کنید. سپس لامپ را جایگزین نمایید. بعضی از سازندگان لامپ را روی صفحه قسمت جلوی هود اینمنی جاسازی کرده‌اند. در این مدل‌ها، لازم است که ابتدا پیچ این صفحه بازشود تا محل جایگزین کردن لامپ تعیین گردد. بعد از بازکردن صفحه جلو، لامپ مطابق مراحل ذکرشده تعویض و جایگزین می‌شود.

## نگهداری تخصصی

درنهایت، هود اینمنی به یک نگهداری تخصصی نیز نیاز دارد. مراحل ذکرشده در پایین، مراحلی هستند که با توجه به دفترچه راهنمای دستگاه و توسط فرد آموزش دیده باید انجام شود:

۱. تأیید عملکرد سالانه هود اینمنی باید مطابق با استاندارد NSF49 انجام شود.
۲. تعویض موتور. معمولاً این موتور با سیستم الکترونیک کنترل فرکانس کار می‌کند و زغال ندارد.<sup>(\*)</sup>
۳. قسمت‌های تهویه را جایگزین نمایید.<sup>(\*)</sup>
۴. فیلتر را جایگزین کنید<sup>(\*)</sup>. زمان تعویض این فیلتر به میزان استفاده از هود اینمنی و سیستم تهویه آزمایشگاه بستگی دارد. اگر سیستم مناسب کنترل گرد و خاک در آزمایشگاه وجود داشته باشد، فیلتر چند سال کار می‌کند.
۵. سیستم کنترل الکتریکی را تعمیر کنید: آلام کنترل جریان هوا، وضعیت پنجره و سرعت را کنترل کنید.
۶. شیرهای تنظیم‌کننده جریان هوا را تمیز و تعمیر نمایید.

## تأیید عملکرد هودهای اینمنی

تأیید عملکرد هودهای اینمنی براساس استاندارد NSF49 است که شامل تمام هودهای کلاس II می‌شود. این مراحل شامل مواد، ساختار و آزمایش‌هایی است که عملکرد اینمن و مناسب هود را تضمین می‌کند. مراحل زیر شامل آزمایش‌های اشاره شده در استانداردها است. اصل استانداردها باید برای جزئیات کار مرور شوند.

2. Noise  
3. Smoke  
4. Drainage escape test

(\*). این تأیید مستلزم آماده‌داشتن مستندات از قبل است.

### ارزیابی عملکرد(جایگزین)

**۲. ارزیابی عملی و کاربری.** از اینکه هود مطابق با ادعای سازنده کارمی کند، اطمینان حاصل نمایید.

**۳. ارزیابی عملکرد.** از اینکه گنجایش و سطح کار هود در شرایط معمول و بحرانی کافی است، اطمینان حاصل نمایید.  
در جدول زیر عواملی که در ارزیابی عملکرد درنظر گرفته می شود، ذکر شده اند. این عوامل به طور معمول در فرم های ارزیابی که برای این منظور طراحی شده اند درنظر گرفته می شوند.

۱. ارزیابی عملکرد منوط به دسترسی به مهندسین با توجهی یا مؤسسات مرتبط است.  
۲. هر سازمانی فرم های نگهداری فنی را طراحی می کند.

اگر هود اینمی در آزمایشگاه وجود دارد، ولی سرویس معابر موجود نیست، کاربر مسئول می تواند مراحل بازبینی سالانه را با توجه به استاندارد NSF49 انجام داده و نتایج را ثبت نماید. اگر هود<sup>۱</sup> در شرایط فیزیکی مطلوب است و عملکرد مناسب دارد، مستندات باید نمایانگر در صد خطای کمتر باشد. در زیر بازبینی سالانه مشخص شده است:

**۱. ارزیابی نحوه نصب دستگاه.** از اینکه نصب هود مطابق با توصیه سازنده است، اطمینان حاصل نمایید.

جدول ارزیابی عملکرد هودهای اینمی

پارامترها	ملحوظات
شناسایی شرکتی هود	نام تجاری، مدل، نوع، سری، محل، کد اموال و تاریخ
سیستم الکتریکی	
ولتاژ	اندازه گیری ولتاژ به ولت متر احتیاج دارد.
آمپر	اندازه گیری آمپر. به ولت متر یا آمپر متر احتیاج دارد.
موتور/ تهویه	تعیین دما حین کار کردن. سطح صدا و ارتعاش را تعیین نمایید.
روشنایی - فلورسنت	از عملکرد لامپ اطمینان حاصل نمایید.
روشنایی - ماورای بخش	از ساعت کار لامپ و شدت نور آن اطمینان حاصل نمایید. به رادیومتر احتیاج دارد.
پریز برق	از بی نقص بودن، کیفیت اتصالات و ولتاژ موجود اطمینان حاصل نمایید.
سوئیچ ها	شرایط بی نقص بودن سوئیچ ها را کنترل نمایید.
یکپارچگی کابل های رابط	تأیید چشمی.
آلارم	شرایط فیزیکی و کالیبراسیون را امتحان کنید.
شرایط فیزیکی	
پایانه های داخلی / خارجی	تأیید چشمی.
شرایط فیلترها	تأیید چشمی. در فیلترها و یا در آب بندی نباید نشتی وجود داشته باشد.
آب بندی / واشرها	تأیید چشمی. نباید نشتی وجود داشته باشد.
پنجره کشویی	تأیید چشمی. باید به راحتی حرکت کند و در وضعیت انتخاب شده باقی بماند.
عملکرد	
سرعت جريان	سرعت جريان را با توجه به کلاس و نوع هود کنترل می کند. به بادسنج <sup>۳</sup> با مقیاس احتیاج دارد.
سطح صدا	به دستگاه آدیومتر احتیاج دارد.
اختلاف فشار در فیلتر	خوانده مونومتر هود را یادداشت نمایید.
کارایی	
شمارش ذرات	روشی که در استاندارد فدرال E ۲۰۹۰، تعريف شده است. دستگاه ژنراتور DOP، فتومنتر و دستگاه شمارش ذرات لازم است.
شرایط محل مناسب نصب	
دما	به داماسنج: محدوده دمایی ۲۰-۲۲°C نیاز است.
رطوبت	به رطوبت سنج <sup>۴</sup> : محدوده ۴۵%-۵۵% نیاز است.
تمیزی	باید کافی باشد.
جريان هوا	جريان هوای مختلط کننده عملکرد هود نباید وجود داشته باشد.

## فصل ۶ هود بیولوژی ایمنی

### جدول مشکل‌یابی<sup>۱</sup>

مشکل	علت محتمل	راه حل
هیچ یک از سیستم‌های نوری و تهویه در هود کارنمی کنند.	هد به پریز برق وصل نیست.	از اتصال کابل هود به پریز برق اطمینان حاصل نمایید.
سیستم تهویه هود کارمی کند، ولی لامپ روشن نمی‌شود.	در اتصالات، جریان الکتریکی مطلع شوید و سیستم را روشن و خاموش نمایید.	از وجود برق در پریز و اتصال الکتریکی مطلع شوید و سیستم را روشن و خاموش نمایید.
لامپ هود معیوب است.	لامپ هود خوب جاسازی نشده است.	لامپ را عوض نمایید. از لامپ با مشخصات اولیه استفاده نمایید.
سیستم تهویه هود کارمی کند، ولی لامپ روشن نمی‌شود.	سیستم الکتروگرمایی قطع جریان، فعال است.	اتصالات لامپ را بررسی نمایید. آن را در موقعیت صحیح تنظیم نمایید.
پنجره جلو بسته است.	کابل لامپ قطع است.	سوئیچ قطع جریان را در حالت روشن قرار دهد.
سیستم تهویه هود کارنمی کند، ولی لامپ روشن می‌شود.	پنجه جلو باز کنید.	کابل لامپ را کنترل نمایید.
مونومتر افزایش، کاهش فشار روی فیلتر را نشان می‌دهد.	پنجه جلو بسته است.	ابزار کنترل شدت جریان را تعویض نمایید.
در نمونه‌های تهیه شده در هود آلودگی وجود دارد.	موتور سیستم تهویه را جایگزین نمایید.	پنجه جلو باز کنید.
در نمونه‌های تهیه شده در هود آلودگی وجود دارد.	موتور سیستم تهویه را کنترل نمایید.	موتور سیستم تهویه را باز کنید.
باقی ماندن ذرات در فیلتر (HEPA) <sup>۲</sup> افزایش یافته است.	انسداد روی شبکه یا شیارها وجود دارد.	از مسدودبودن شبکه و یا شیارها با مواد یا بازار اطمینان حاصل نمایید.
باقی ماندن ذرات در فیلتر (HEPA) <sup>۳</sup> افزایش یافته است.	لوله خروجی مسدود است.	از مسدودبودن لوله خروجی اطمینان حاصل نمایید.
باقی ماندن ذرات در فیلتر (HEPA) <sup>۴</sup> افزایش یافته است.	زیر سطح میز کار یک انسداد وجود دارد.	از مسدودبودن لوله زیر سطح میز کار اطمینان حاصل نمایید.
مراحل کار ناتمام است.	در لوله خروجی انسداد وجود دارد.	از استفاده صحیح هود اطمینان حاصل نمایید.
در نمونه‌های تهیه شده در هود آلودگی وجود دارد.	عوامل خارجی هود روی جریان هوا در داخل تأثیر داشته و باعث آلودگی نمونه‌ها می‌شود.	سیستم خروجی و بازگشت را برای اطمینان از نبود هرگونه انسداد کنترل نمایید.
فیلتر معیوب است.	عوامل خارجی هود روی جریان هوا در داخل تأثیر داشته و باعث آلودگی نمونه‌ها می‌شود.	مراحل نصب هود و مراحل انجام را بررسی نمایید.
فیلتر معیوب است.	عوامل خارجی هود روی جریان هوا در داخل تأثیر داشته و باعث آلودگی نمونه‌ها می‌شود.	فیلتر را تعویض و از عملکرد هود اطمینان حاصل نمایید.

1. Purifire® Delta® Series, *Biological Safety Cabinets, User's Manual*, Kansas City, Labconco Corporation, Part N° 36960-20, Rev. A ECO B296.

2. Lamp's ballast

3. Hish Efficiency Particulate Air

## تعاریف پایه

آئروسل: <sup>۱</sup> مخلوطی از ذرات بسیار ریز مایع یا جامد معلق در هوا که میانگین قطر آنها بین  $0.001\text{--}10\text{ }\mu\text{m}$  سانتی‌متر است.

تأمین هوا در هود. هوایی که از پنجره جلو وارد هود شده و جایگزین هوای خروجی می‌شود.

هوای بیولوژی ایمنی. وسیله‌ای با سیستم تهویه مناسب که کاربر، محیط و نمونه را از آئروسل و ذرات ریز که در نتیجه مخلوط و سانتریفوژکردن، استفاده از پی‌پت‌ها و بازکردن در ظرف‌های خلاؤدار حاوی مواد بیولوژی عفونی ایجاد می‌شود، حفاظت می‌کند.

گواهی تأیید. مراحل تأیید عمکرد هوای بیولوژی ایمنی که مطابق با حداقل الزامات عملکرد ایمن هود است. استاندارد NSF ۴۹ شامل هود کلاس II نوع A، B1، B2 و B3 است.

آلودگی زدایی. حذف و یا ازبین بردن عوامل عفونی؛ حذف و یا خشی کردن مواد سمی.

فیلتر (HEPA). یک فیلتر که می‌تواند ذرات ریز با قطر  $0.3\text{ }\mu\text{m}$  میکرون را با کارایی  $99.97\%$  حذف کند. این فیلترها از میکروفیرهای سلیکات بور که با قدرت چسبندگی مولکول‌های آب به هم متصل هستند، ساخته شده‌اند. مواد فیلتر در داخل یک قاب گنجانده شدند که سبب افزایش سطح فیلتر می‌شود.

جريان هوای لایه‌ای. جريان ملائم و بدون تلاطم یک سیال مانند هوا به صورت لایه‌ای در یک سطح. زمانی که عدد  $[Re]^{\frac{1}{2}}$  کمتر از ۳۰۰۰ است، اتفاق می‌افتد.

NSF. مخفف سازمان ملی بهداشت <sup>۲</sup>، یک سازمان غیرانتفاعی است که بهبود و حل مشکلات بشریت را با ارتقای کیفیت زندگی از طریق حفاظت، بهسازی محیط زیست، و همچنین تحقیق، آموزش و خدمت‌رسانی هموار می‌سازد.

سمی. ماده‌ای که اثرات فیزیولوژی مخاطره‌انگیز بر سیستم‌های بیولوژی دارد.

نور ماورای بنفش (UV). <sup>۴</sup> شعاع نور الکترومعناطیس که طول موج آن بین  $200\text{--}390\text{ }\text{nm}$  است. در هودهای ایمنی برای جرم‌زدایی استفاده می‌شود.

سطح کار. <sup>۵</sup> سطحی که برای انجام کار و یا فعالیتی داخل هود ایمنی استفاده می‌شود.

1. Aerosol
2. Reynolds Number
3. National Sanitation Foundation
4. Ultraviolet Light
5. Work surface

# فصل ۷



## سانتریفوژ

۱۰۷۷۸	۱۰۷۷۸	۱۵۱۱۵	GMDN
۱۵-۱۱۶	۱۵-۱۱۷	۱۵-۱۱۵	ECRI
سانتریفوژ ایستاده	سانتریفوژ، ایستاده، سرعت کم، یخچال دار	سانتریفوژ، ایستاده، سرعت کم، بدون یخچال، برای بانک خون	نام‌گذاری

### موارد استفاده از سانتریفوژ

سانتریفوژ به وسیله نیروی گریز از مرکز (نیرویی که وقیع اجسام حول یک محور ثابت می‌چرخند، ایجاد می‌شود) ذرات سوسپانسیون را از مایع جدا می‌کند. حرکت دورانی می‌تواند سبب تفکیک دو مایع با غلظت‌های مختلف شود. در نتیجه حرکت دورانی نیرویی چند برابر نیروی جاذبه در یک مدت زمان کنترل شده، ایجاد می‌شود. در آزمایشگاه، سانتریفوژ در مراحلی مانند جداسازی مواد جامد از مایعات بالینی درنتیجه تشکیل رسوب و همچنین برای تفکیک اجزای مختلف خون از جمله گلوبول‌های قرمز، گلوبول‌های سفید، پلاکت‌ها و انجام آزمایش‌های متعدد دیگر کاربرد دارد. سانتریفوژ مدل‌های مختلف دارند. بیشترین مدل‌هایی که در آزمایشگاه‌های بهداشتی و بالینی استفاده می‌شوند، سانتریفوژ رومیزی، اولترا سانتریفوژ، سانتریفوژ هماتوکریت و سانتریفوژ ایستاده هستند.

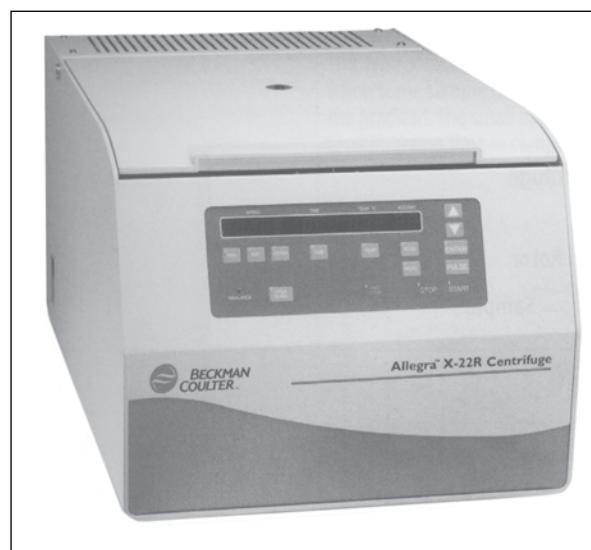
### اصول عملکرد

اساس کار سانتریفوژ‌ها بیانگر قانون حرکت نیوتون است. وقیع جرمی  $[m]$  حول یک محور مرکزی ثابت به صورت دورانی  $[O]$  حرکت می‌کند، یک نیروی گریز از مرکز  $[N]$  به محور آن به بزرگی  $N = m\omega^2 R$  اعمال می‌شود. در این فرمول  $[m]$  جرم،  $[R]$  شعاع و  $\omega$  سرعت زاویه‌ای است. سانتریفوژ‌ها یک محور چرخان مرکزی دارند که به محفظه نگهدارنده نمونه‌ها متصل است. سرعت از فرمول زیر تعریف شده است:

$$VT = \omega R$$

سانتریفوژ<sup>۱</sup> برگرفته از واژه لاتین *Centrum* به معنای مرکز و *Fugere* به معنای گریز است. این وسیله با استفاده از نیروی گریز از مرکز در حرکت دورانی ترکیبات یک مخلوط را از هم جدا می‌کند. انواع مختلف سانتریفوژ در صنعت و تحقیقات کاربرد دارند. در این فصل، درباره نوع ایستاده سانتریفوژ که معمولاً در آزمایشگاه‌های بهداشتی و بالینی کاربرد دارد، صحبت خواهد شد.

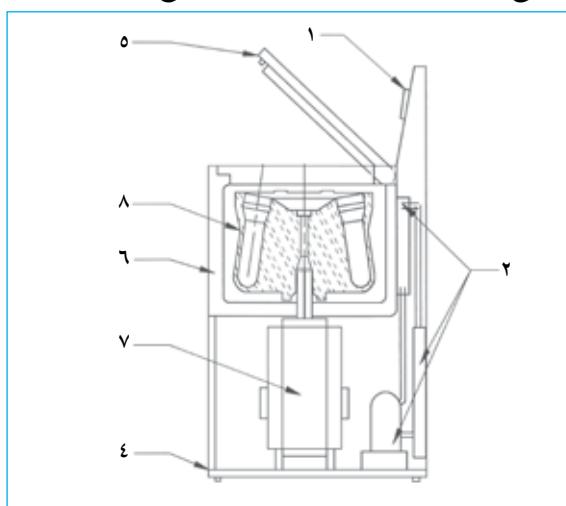
### تصویر سانتریفوژ



1. Centrifuge

۲. سیستم یخچالی (در سانتریفوژهای یخچالدار)
۳. سیستم خلا (در سیستم‌های اولتراسانتریفوژ، در عکس نشان داده نشده است)
۴. بدن
۵. در سانتریفوژ
۶. محفظه
۷. موتور الکتریکی
۸. محور چرخان؛ انواع مختلف محور چرخان وجود دارد. انواع متداول آن زاویه ثابت، شناور، لوله‌های عمودی هستند که در مبحث بعدی توضیح داده می‌شوند.

نمای مقطع عرضی یک سانتریفوژ (شماره‌ها با توضیح متن مطابقت دارد)



وقتی سیستم با سرعت  $\omega$  را دیگر در ثانیه می‌چرخد، نمونه‌ها تحت تأثیر نیروی گریز از مرکز  $F_p$  به بزرگی  $N$  و در خلاف جهت قرار می‌گیرند. شکل زیر یک نمای کلی از مفهوم نیروی سانتریفوژ و نتایج بدست آمده را نشان می‌دهد.<sup>۱</sup> نیروی ذرات نمونه عمل می‌کند و سبب جداشدن آنها براساس چگالی‌های مختلف می‌شود. در زمان کوتاه، ذرات متراکم رسوب می‌کنند، در حالی که ذرات با تراکم کم در زمان طولانی روی لایه‌های بالایی لوله تنه‌نشین می‌شوند. رابطه بین نیروی گریز از مرکز  $[r^2 \cdot r]$  شعاع موردنظر  $[r]$  و جاذبه زمین  $[g]$ ، نیروی نسبی سانتریفوژ  $RCF$  نام دارد:

$$RCF = \frac{r\omega^2}{g}$$

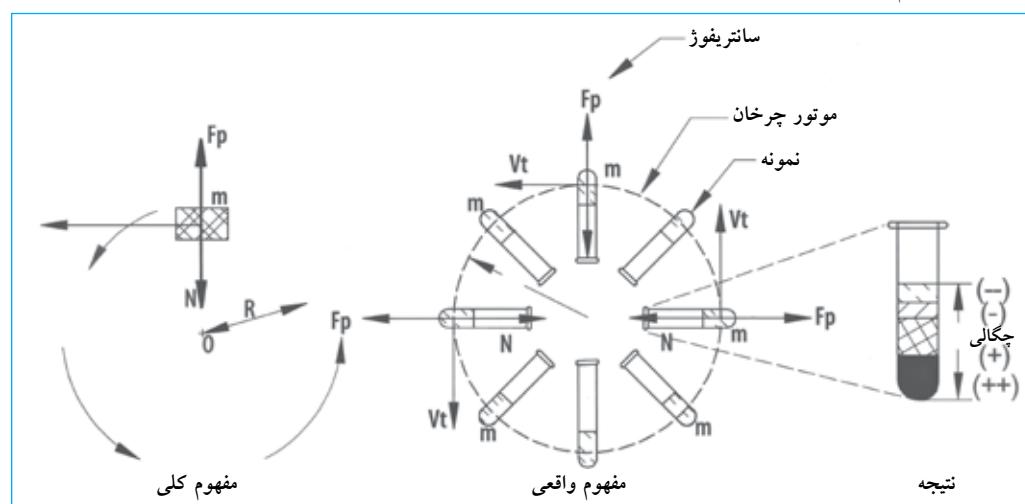
نیروی سانتریفوژ امکان مقایسه انواع مختلف محورهای چرخان را زمانی که نیروی سانتریفوژ یکسان به آنها وارد می‌شود، فراهم می‌سازد.

### اجزای سانتریفوژ

اجزای اصلی تشکیل دهنده یک سانتریفوژ در زیر توضیح داده شده است:<sup>۲</sup>

- کنترل الکترونیکی معمولاً دارای قسمت‌های زیر است:
۱. کنترل روشن و خاموش، تایмер، کنترل سرعت (در بعضی سانتریفوژها)، کنترل دما (در سانتریفوژهای یخچالدار)، کنترل ارتعاش (برای ایمنی دستگاه) و سیستم توقف.

شکل ۲۰. مفهوم نیروی سانتریفوژ



۱. توضیحات بیشتر درباره قانون حرکت نیوتون و اینرسی در کتاب‌های فیزیک و فصل‌هایی در رابطه با حرکت دورانی یکسان (همارز) موجود است.

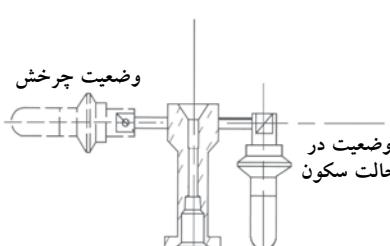
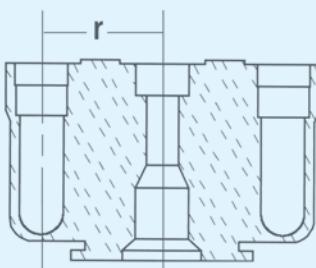
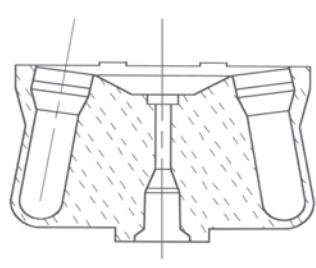
2. Relative Centrifugal Field

۳. ردیف‌ها با شماره‌ها در عکس (مقطع عرضی) مطابقت دارد.

## فصل ۷ سانتریفیوژ

### انواع محور چرخان

نوع محور چرخان در سانتریفیوژها متفاوت است. متداول ترین آنها در جدول زیر توضیح داده شده است:

تصویر برش عرضی	مشخصات	انواع محور چرخان
	کاربری عمومی دارد. در این نوع سانتریفیوژها، لوله‌ها زاویه ثابت (۲۰-۴۵ درجه) نسبت به محور سانتریفیوژ دارند. کاربرد این سانتریفیوژها عمدها در ایجاد سدیمان‌های سلولی است. زاویه‌دار بودن سبب می‌شود مسیر حرکت ذرات کوتاه‌تر شده و زمان سانتریفیوژ آنها در مقایسه با محور چرخان با سبد شناور کمتر شود.	محور چرخان با زاویه ثابت <sup>۱</sup>
	این محور چرخان در انجام مطالعات براساس چگالی ذرات <sup>۲</sup> و مطالعاتی که سرعت حرکت ذرات براساس اندازه <sup>۳</sup> آنها است، کاربرد دارد. در این مطالعات تشکیل لایه‌های متعدد در طول لوله مشاهده می‌شود.	محور چرخان با سبد شناور <sup>۲</sup>
	در این نوع در زمان چرخش، لوله‌های نمونه در حالت عمودی قراردارند. از این نوع محورهای چرخان برای مطالعات براساس چگالی ذرات و وقتی که زمان کوتاه سانتریفیوژ شدن <sup>۴</sup> عامل مهمی در تشکیل لایه‌ها است، استفاده می‌شود.	محور چرخان با لوله‌های عمودی <sup>۵</sup>
	این نوع محورهای چرخان برای جداسازی نمونه‌هایی که تنهشینی ذرات براساس چگالی یا اندازه نیست <sup>۶</sup> ، طراحی شده است. زاویه کوچک در این نوع محورها زمان سانتریفیوژشدن را در مقایسه با محور چرخان با زاویه ثابت کم می‌کند.	محور چرخان بالوله‌های تقریباً عمودی <sup>۷</sup>

1. Fixed Angle Rotors

2. Swinging Buckets Rotors

3. Isopycnic Studies

4. Rate-Zonal Studies

(Separation by sedimentation coefficient)

5. Vertical Tube Rotors

6. Zonal - Limit Separation(Separation where a short centrifugation time is important)

7. Almost Vertical Tube Rotors

8. Gradient Centrifugation

- به طور معمول سانتریفوژها ولتاژ ۱۱۰V یا ۲۲۰V و فرکانس ۶۰Hz را مصرف می‌کنند.
۲. محل تمیز، بدون گرد و خاک و سطح محکم و تراز.
  ۳. اگر سانتریفوژ مجهز به یخچال است، یک فضای آزاد نزدیک کنداشور برای انتقال گرما نیز لازم است.
  ۴. یک کابینت برای نگهداری لوازم جانبی سانتریفوژ مانند محور چرخان یدک لازم می‌باشد.

### نگهداری معمول

نگهداری معمول یک سانتریفوژ به عوامل متعددی مانند تکنولوژی به کار رفته، میزان استفاده، آموزش، کیفیت جریان برق مصرفی و شرایط محیطی بستگی دارد. موارد زیر شامل نگهداری معمول برای استفاده مطلوب و صحیح کارکردن با سانتریفوژ است و تعمیرات معمولی و یا تخصصی برای هر بدن و مدل براساس توصیه‌های سازنده می‌باشد. همیشه بدنه سانتریفوژی که برای جداسازی نمونه‌های بالینی و غفعونی استفاده می‌شود، داخل سبد های نگهدارنده و محور را پیش از هر گونه سرویس ضدغونی نمایید.

**توصیه مهم.** اطمینان حاصل نمایید که فقط کاربران آموزش دیده، آشنا با روش کار و نگهداری سانتریفوژ، از آن استفاده کنند. این بر عهده مسئول آزمایشگاه است که اطمینان حاصل نماید کاربرانی که با سانتریفوژ کارمی کنند اقدامات پیشگیرانه و آموزش‌های لازم برای کار با سانتریفوژ را دیده‌اند.

### مدیریت مناسب و توصیه‌های نگهداری

#### محورهای چرخان

۱. تاریخ خریداری هر محور چرخان شامل اطلاعات لازم مانند سریال و شماره مدل را ثبت نمایید.
۲. دفترچه راهنمای سانتریفوژ، وسایل جانبی و لوله‌ها را پیش از استفاده به طور کامل بخوانید.
۳. این محورهای چرخان را فقط در سانتریفوژهایی استفاده کنید که برای آن طراحی شدند.
۴. ویژگی و شرایط هر محور چرخان را در دفتر خاص سانتریفوژ ثبت نمایید تا زمان جایگزینی آنها مشخص شوند.
۵. از توصیه‌های لازم سازنده برای حداقل سرعت و غلظت نمونه‌ها استفاده نمایید. هر محور چرخان برای کار مشخص طراحی شده است و این توصیه‌ها باید حتماً به کار گرفته شوند.

1. Revolutions Per Minutes
2. Relative Centrifugal Field or Force
3. Sedimentation Coefficient
4. <http://www.sunysb.edu/facilities/ehs/lab/cs.shtml>

معمولاً سازنده‌گان اطلاعات محورهای چرخان را در جدول‌هایی حاوی مشخصات زیر تهیه می‌کنند:

۱. **نوع محور چرخان.** نوع محور چرخان و به طور معمول اطلاعات فنی لازم را معین می‌کند.
۲. **گنجایش محور چرخان.** گنجایش محور چرخان را براساس لیتر یا مشتقات آن مشخص می‌کند. برای مثال: ۶ لیتر، ۲۵۰ میلی لیتر و غیره.
۳. **سرعت ماکریسم.** حداقل سرعت محور چرخان را براساس دور در دقیقه (RPM)<sup>۱</sup> بیان می‌کند.

۴. **ماکریسم فیروز نسبی سانتریفوژ (RCF).** با توجه به نوع محور چرخان تعیین می‌شود.

۵. **فاکتور K** ضریب رسوب دهی<sup>۲</sup> و از فرمول زیر محاسبه شده است:

$$K = \frac{\ln(r_{\max}/r_{\min})}{\omega^2} \times \frac{10^{13}}{3600}$$

به طوری که:

$\omega$  = سرعت زاویه‌ای بر حسب رادیان بر ثانیه

$r_{\max}$  = بیشترین شعاع بر حسب میلی‌متر، در لوله سانتریفوژ اندازه‌گیری می‌شود

$r_{\min}$  = کمترین شعاع بر حسب میلی‌متر، در لوله سانتریفوژ اندازه‌گیری می‌شود

مدت زمان لازم برای تشکیل رسوب بر حسب ساعت از این فاکتور محاسبه می‌شود.

۶. اطلاعات در ارتباط با مطابقت یک نوع محور چرخان با سایر مدل‌های سانتریفوژ همان سازنده.

اخیراً سازنده‌گان سانتریفوژها، قطعات پیشرفته متعددی را در دستگاه‌ها به کاربردنده که اینمی و طول عمر آنها را طولانی کرده است. در بین آنها میکروپرسوسورهایی است که با استفاده از نرم افزارهای ویژه و صفحه کلید، کنترل می‌شوند و برنامه‌های متعدد کاری در حافظه دارند. براساس نوع محور چرخان، این برنامه‌ها زمان سانتریفوژ شدن، دما، دور در دقیقه، افزایش و کاهش سرعت و آلام را کنترل می‌کنند.

همچنین، سازنده‌گان موتور القا بدون زغال را در سانتریفوژها جاسازی کرده‌اند که مزیت کنترل جریان الکتریکی و میدان مغناطیسی تنظیم کننده سرعت موتور را دارند و باعث کم شدن تعداد مراحل نگهداری می‌شود. نگهداری این دستگاه باید طبق دستورالعمل سازنده باشد.

### الزامات نصب و راه اندازی

- برای عملکرد صحیح سانتریفوژها موارد زیر ضروری است:
۱. جریان برق مناسب که ولتاژ پایدار یک فاز یا سه فاز را ایجاد نماید (با توجه به مدل و مشخصات سانتریفوژ که سازنده اعلام می‌کند).

## فصل ۷ سانتریفوژ

توصیه‌های اصولی شامل نکته‌های زیر است:

۱. لوله‌ها، آدپتور و دیگر لوازم جانبی را با استفاده از محلول تمیزکننده (۱:۱۰) در آب و برس‌های نرم غیرفلزی بشویید. از دستگاه شستشوی خودکار برای این منظور استفاده نکنید.
۲. از استون و یا الکل برای شستشوی لوله‌ها استفاده نکنید. سازندگان محلول‌های خاصی را برای هر نوع لوله سانتریفوژ توصیه می‌کنند.
۳. از خشک کردن لوله‌ها در فور خودداری کنید. همیشه از بخار هوای داغ برای این منظور استفاده کنید.
۴. از یکبار مصرف نبودن لوله‌ها اطمینان حاصل نمایید. اگر آنها برای یکبار مصرف ساخته شده‌اند، دوباره از آنها استفاده ننمایید.
۵. برای استریل نمودن، نوع مواد سازنده لوله‌های آزمایش را بشناسید؛ چون تمام لوله‌ها نمی‌توانند گرمایی مراحل استریلیزاسیون را تحمل کنند. لوله‌های شیشه‌ای معمولاً با فشار در دمای ۱۲۱°C به مدت ۳۰ دقیقه استریل می‌شوند.
۶. لوله‌ها و شیشه‌ها را در محل تاریک، خشک و دور از بخارات مواد شیمیایی و یا اشعه ماورای بنفش نگهداری کنید.
۷. میزان پربودن و بسته بودن در لوله‌های شیشه‌ای را برای جلوگیری از سقوط آنها داخل محور چرخان هنگام چرخیدن تعیین کنید. برای این منظور به توصیه‌های سازنده توجه کنید.

### نگهداری پیشگیرانه

**هشدار:** هرگز روی سانتریفوژی که ضدغوفونی نشده است، اقدامات نگهداری و تغییر انجام ندهید.

مهم‌ترین اقدامات نگهداری سانتریفوژ عبارت است از:

#### توازن: ماهانه

۱. از تمیزبودن بخش‌های خارجی سانتریفوژ مطمئن شوید و از ریختن قطرات روی محور چرخان خودداری کنید.
۲. مطمئن شوید اتصالات و سیستم‌های تنظیم در شرایط مطلوب هستند. قسمت‌های لازم را با توجه به توصیه سازنده روغن کاری نمایید.
۳. قفل ایمنی در تأمین ایمنی کاربر است؛ و در سانتریفوژ را زمانی که محور چرخان می‌چرخد، بسته نگه می‌دارد.
۴. برای روغن کاری قسمت‌های مختلف و انتخاب نوع روغن و زمان انجام از توصیه‌های سازنده استفاده نمایید. در سانتریفوژ‌های مدل جدید بلرینگ‌هایی استفاده شده است که احتیاج به روغن کاری ندارند.
۵. از وضعیت واشرها و اتصالات مطمئن شوید.

۶. هنگام کار با محلول‌های غلیظ در لوله‌های استیل یا پلاستیک که توسط سازنده تهیه شدند، از سرعت بالا استفاده نکنید.

۷. اگر اکثرًا با محلول نمکی<sup>۱</sup> کارمی کنید، از محورهای چرخان تیتانیم<sup>۲</sup> استفاده نمایید.

۸. از پوشش محور چرخان محافظت کرده و از محلول‌های تمیزکننده قلیایی یا محلول‌های حل کننده این پوشش استفاده نکنید. جنس محورهای چرخان معمولاً از آلومینیم است و با پوشش آندی آلومینیم پوشیده شدند که از ساختار فلزی آنها محافظت می‌کند.

۹. برای تمیزکردن محور چرخان از برس‌های پلاستیکی استفاده نمایید. برس‌های فلزی روی پوشش محافظت خراش ایجاد می‌کنند و سبب فرسودگی آنها در طول زمان می‌شوند. همچنین فرسودگی و خوردگی با توجه به شرایط محیطی می‌تواند تسريع شده و سبب تقلیل مدت زمان استفاده از محور چرخان گردد.

۱۰. اگر قطراتی از مواد خورنده روی محور ریخته است، سریعاً آن را پاک نمایید.

۱۱. پس از اینکه محور چرخان سانتریفوژ با آب شسته شد، با هوای پرفشار خشک نمایید.

۱۲. محور چرخان با لوله‌های عمودی یا تقریباً عمودی را به روشنی که سطح بزرگ آنها رو به پایین و بدون در باشد، نگهداری کنید.

۱۳. محور چرخان را در یک محل خشک نگهداری کنید و آنها را به طور دائم در سانتریفوژ نگذارید.

۱۴. سبدهای شناور محور چرخان را بدون روکش نگهداری نمایید.

۱۵. فنر و واشرها را با توجه به توصیه‌های سازنده روغن کاری کنید.

۱۶. به توصیه‌های مربوط به مدت زمان ضمانت و استفاده از انواع مختلف محورهای چرخان توجه کنید.

۱۷. از محورهای چرخان کهنه استفاده نکنید.

۱۸. اگر از مواد رادیواکتیو استفاده می‌کنید، از حفاظ<sup>۳</sup> استفاده کنید.

۱۹. اگر با عوامل بیولوژی گروه خطر (سطح ۲ و یا بالاتر) کارمی کنید، محورهای چرخان را داخل کابینت‌های ایمنی، پرو یا خالی نمایید.

۲۰. هیچ وقت در سانتریفوژ را زمانی که کارمی کند بازنگنید و همچنین، سعی نکنید محور چرخان را با دست متوقف سازید.

### لوله‌ها

موازبত از لوله‌ها شامل پرکردن لوله‌ها، انتخاب دمای مناسب و محدوده سرعت سانتریفوژ، و همچنین شستن و استریل بودن آنها است.

1. Saline

2. Titanium

3. Sheild

تواتر: سالانه

ب) شرایط فیلترهای هوا را کنترل کنید. اگر فیلتر مسدود است، آن را تمیز و یا جایگزین نمایید.

ج) داخل و خارج سانتریفوژ را تمیز کنید و آلودگی‌های باقی‌مانده در اثر استفاده متوالی را پاک نمایید. اگر اختلالی در عملکرد دستگاه مشاهده شود، از تکنسین سرویس کمک بگیرید.

**نکته:** از ریختن مایعات روی کلیدهای کنترل پیشگیری نمایید. این کلیدها باید با نوک انگشتان فعال شوند و استفاده از ناخن سبب ایجاد سوراخ در روکش محافظ آنها می‌شود.

هر ۶ ماه:

اگر سانتریفوژ دارای موتور با زغال است، آنها را کنترل کنید. اگر لازم است، آن را با زغال نو که دارای مشخصات یکسان می‌باشد، تعویض و جایگزین کنید.

**وسایل و لوازم مورد نیاز**

به منظور ارزیابی و نگهداری معمولی یک سانتریفوژ، ابزار یا دستگاه‌های زیر ضروری هستند:

۱. کلید و یا آچار برای بازکردن مهره‌های محور چرخان.
۲. آنالیزور الکتریکی اینمنی یا دستگاهی برای اندازه‌گیری شدت جریان.
۳. تایмер
۴. دماسنجد الکترونیک با دقت  $0.5^{\circ}\text{C}$  برای سانتریفوژهای یخچال دار
۵. سرعت سنج(نوری).

۱. از اتصالات و تمیزبودن بوردهای الکتریکی مطمئن شوید.

۲. شرایط پیچ‌های کنترل مانند سرعت، زمان، دما، آلام و قطعات دیجیتال و آنالوگ را کنترل کنید.

۳. تطابق سانتریفوژ با استانداردهای الکتریکی را کنترل کنید. از یک آنالیزور الکتریکی اینمنی<sup>۱</sup> برای این کار استفاده و سیم زمین و شدت جریان را کنترل کنید.

۴. اگر سانتریفوژ یخچال دارد، از دماسنجد الکتریکی برای کنترل دمای داخل آن استفاده نمایید. اختلاف دما نباید بیشتر از  $3^{\circ}\text{C}$  باشد.

۵. دقت زمان سانتریفوژ را با تایمر کنترل کنید. این اختلاف نباید از  $10\% \pm$  زمان تعیین شده بیشتر باشد.

۶. سرعت سانتریفوژ را با سرعت سنج<sup>۲</sup> کنترل کنید. در غیر این صورت، مراحل توصیه شده توسط سازنده باید انجام شود.

۷. از عملکرد قفل اینمنی اطمینان حاصل نمایید.

۸. عملکرد سیستم یخچالی سانتریفوژ را با توجه به مراحل زیر کنترل کنید:

(الف) دمای انتخابی را کنترل کنید. این دما نباید از دمایی که با دماسنجد دیجیتالی نشان می‌دهد بیش از  $3^{\circ}\text{C}$  تفاوت داشته باشد.

1. Electric Safety Analyzer

2. Tachometer

**محورهای چرخان<sup>۳</sup>****جدول مشکل‌یابی**

مشکل	علت محتمل	راه حل
لرزش شدید	محور چرخان بالانس نیست.	بارگذاری محور چرخان را تنظیم کنید. وزن لوله‌های مقابل هم باید یکسان و متناظر باشد. محورهای چرخان در سانتریفوژهای زاویه ثابت و عمودی را متقاضی (هم وزن) بارگذاری کنید.
	سرعت انتخاب شده به سرعت بحرانی نزدیک است.	سرعت مناسب و خارج از محدوده سرعت بحرانی انتخاب نمایید.
	محور چرخان خوب جاسازی نشده است.	اطمینان حاصل نمایید که محور چرخان درست جاسازی شده است و آن را کنترل کنید.
	پایه محور چرخان روغن کاری نشده و یا کم روغن کاری شده است.	محور چرخان را با توجه به توصیه‌های سازنده روغن کاری نمایید.
	در و محفظه محور چرخان حین سانتریفوژ کردن، خلاً ایجاد می‌شود.	قسمت تهويه را در سمت بالای محور چرخان یا سبد لوله‌ها باز کنید تا خلاً از بین برود.
	بعد از سانتریفوژ کردن به سختی بازمی‌شود.	واشرها را تمیز و روغن کاری نمایید. از توصیه‌های سازنده برای این منظور استفاده نمایید.

3. Rotors and Tubes for Beckman Coulter J2, J6 and Avanti® J series centrifuges, User's Manual, Palo Alto, California, The Spinco Business Center of Beckman Coulter, 2001.

## فصل ۷ سانتریفوژ

### جدول مشکل‌یابی

مشکل	علت محتمل	راه حل	لوله‌ها
در لوله‌ها محکم بسته نشده است.	لوله‌ها خیلی پر هستند.	در لوله‌ها را تنظیم و محکم نمایید.	
لوله‌ها نشستی دارند.	سطح مایع در لوله‌های در باز، از حد توصیه شده بیشتر است.	سطح مایع <sup>۱</sup> باید پایین تر باشد تا از نشستی لوله‌ها جلوگیری شود.	
لوله‌ها ترک خورده و یا شکسته شدند.	در لوله‌ها محکم بسته نشده است.	حجم و سرعت توصیه شده برای سانتریفوژ را کنترل نمایید.	با حرکت ملایم در لوله را به آرامی گرم کنید (اگر محتویات در اثر گرما آسیب نبینند). چنانچه لوله‌ها هنوز نشستی وجوددارد، در آنها را محکم تر بیندید.
لوله‌ها ترک خورده و یا شکسته شدند.	اگر لوله‌ها در دمای کمتر از دمای توصیه شده استفاده شوند، می‌توانند ترک خورده و یا بشکند.	اگر نمونه یخ زده است، دمای آنها را پیش از سانتریفوژ کردن به ۲۰°C برسانید. عملکرد لوله‌ها را در دمای پایین، پیش از سانتریفوژ کردن ارزیابی نمایید.	
	لوله‌ها بر اثر استفاده، می‌توانند شکنند شوند.	لوله‌های تاریخ گذشته را دور بریزید و از لوله‌های نو استفاده کنید.	

### جدول مشکل‌یابی

مشکل	علت محتمل	راه حل	سیستم‌های مختلف
سوئیچ اصلی، روشن بودن دستگاه را نشان می‌دهد، ولی سانتریفوژ کار نمی‌کند.	جریان الکتریکی به دستگاه وارد نمی‌شود.	از عملکرد منع تغذیه اطمینان حاصل کنید.	
در سانتریفوژ بازنمی شود.	سانتریفوژ خاموش است.	سانتریفوژ را روشن نمایید. دسته را فشارداده و در را باز کنید.	
دکمه «عدم تعادل» فعال است.	لوله‌ها در سانتریفوژ بالانس نیستند.	لوله‌ها را بالانس نمایید.	
در سرعت کم، سانتریفوژ لرزش دارد.	سانتریفوژ تراز نیست.	سانتریفوژ را در یک سطح تراز قرار دهید.	
در سرعت چرخش نوسان وجود دارد.	مکانیسم تنظیم محور چرخان گیر دارد.	مکانیسم تنظیم محور چرخان را کنترل و تنظیم نمایید.	
سرعت انتخابی به رزونانس محور چرخان نزدیک است.	لوله‌ها در سانتریفوژ بالانس نیستند.	از بالانس بودن لوله‌ها اطمینان حاصل نمایید.	
در سرعت چرخش نوسان وجود دارد.	زغالها معیوب هستند.	یک سرعت بالای دیگر انتخاب کنید و یا از نوع دیگر محور چرخان استفاده کنید.	
سرعت انتخابی به رزونانس محور چرخان نزدیک است.	زغالها در سانتریفوژ را خاموش نمایید. از سالم بودن زغال‌ها اطمینان حاصل کنید. در صورت لزوم، زغال‌ها را با زغال نو و با مشخصات یکسان جایگزین نمایید.	سانتریفوژ را خاموش نمایید. از سالم بودن زغال‌ها اطمینان حاصل کنید. در صورت لزوم، زغال‌ها را با زغال نو و با مشخصات یکسان جایگزین نمایید.	
محفظه سرد، ولی محور چرخان گرم است.	کنترل سرعت کالیبر نیست.	سرعت سنج را کالیبر نمایید.	
در صفحه نمایش دکمه نشان دهنده وضعیت زغال روشن است.	دما صحیح انتخاب نشده است.	از انتخاب صحیح دما اطمینان حاصل نمایید.	
	زغالها در شرایط بدی هستند.	سانتریفوژ را خاموش نمایید. از سالم بودن زغال‌ها اطمینان حاصل کنید. زغال‌ها را با زغال نو و با مشخصات یکسان جایگزین نمایید.	

\* Valid procedure in centrifuges with potential belt transmission system.

## تعاریف پایه

پوشش آندی. یک پوشش محافظ سخت، نازک و از جنس اکسید آلومینیم، که روی سطح محور چرخان طی مراحل الکتروشیمی به منظور جلوگیری از خوردگی و فرسودگی داده می شود. این پوشش معمولاً به رنگ های مختلف است.

سرعت زاویه ای. مقدار سرعت چرخشی یک جسم که بر حسب رادیان بر ثانیه بیان و از فرمول زیر محاسبه می شود:

$$\omega = \frac{2\pi \times rpm}{60}$$

که:

$$rpm = \text{سرعت چرخش بر حسب دور در دقیقه}$$

$$\pi = \text{ضریب ثابت برابر با } \frac{3}{1416}$$

زغال. ابزاری که انرژی الکتریکی را بین اتصال الکتریکی خارجی (کابل) و اجزای داخلی (در حال حرکت) یک موتور منتقل می کند. به طور کلی، زغال ها یک بافت بسیار نرم و گرافیتی دارند و در موتورها هر ۶ ماه یک بار باید تعویض شوند.

نیروی سانتریفوژ. نیروی مشهود برابر و در خلاف نیروی مرکزگرایی، که اجسام در حال چرخش حول یک محور ثابت را از مرکز چرخش دور می کند و نشان دهنده اثر اینرسی جسم ساکن است. این نیرو از مؤلفه های اجسام ساکن است که با مجموع نیروهای واردہ به آن برابر می کند. بزرگی / مقدار آن همیشه  $[m \times a_n]$  است که در جهت شعاع از مرکز دور می شود.

جرم مخصوص (چگالی).<sup>۲</sup> جرم یک ماده در واحد حجم است. معمولاً بر حسب گرم بر سانتی متر مکعب بیان می شود.

جداسازی ایزوپیکریک.<sup>۳</sup> یک روش جداسازی براساس چگالی ذرات شناور که به عنوان یک روش رسوب دهنی در تعادل نیز شناخته شده است. سرعت ذرات با توجه به تفاوت در چگالی از فرمول زیر محاسبه می شود:

$$v = \left( \frac{d(\rho_p - \rho_c)}{18\mu} \right) \times g$$

به طوری که:

$$v = \text{سرعت تهشیش شدن} \left[ \frac{dr}{dt} \right]$$

$d$  = قطر ذرات

$\rho_p$  = چگالی ذرات

$\rho_c$  = چگالی محلول

$\mu$  = چسبندگی محیط مایع

$g$  = نیروی جاذبه

رادیان. یک واحد اندازه گیری زاویه، برابر با زاویه مرکزی مقابله کمانی که طول آن با شعاع برابر است. رادیان به صورت نسبت بین کمان تشکیل شده به وسیله زاویه ای که رأس آن در مرکز دایره است و دارای طول برابر شعاع است بیان می شود.

نیروی نسبی سانتریفوژ. رابطه ای بین نیروی سانتریفوژ و سرعت چرخش و شعاع،  $r\omega^2$  براساس شتاب طبیعی جاذبه ( $g$ )<sup>۴</sup> بیان می شود. این نیرو از رابطه زیر محاسبه می شود:

به طوری که:

$$RCF = \frac{r\omega^2}{g}$$

$R$  = شعاع (میلی متر)

$\omega$  = سرعت زاویه ای بر حسب رادیان بر ثانیه  $\frac{2\pi \times rpm}{60}$

$g$  = شتاب جاذبه (استاندارد)  $= 9807 \text{ mm/s}^2$

رزونانس. ارتعاش یک سیستم مکانیکی در اثر نیروی واردہ.

رسوب کردن.<sup>۵</sup> تهشیش شدن ذرات یک محلول در نتیجه نیروی جاذبه. طی سانتریفوژ کردن، این مرحله سرعت می یابد و ذرات از مرکز محور ثابت چرخش دور می شوند.

1. Magnitude

2. Density

3. Isopynic Separation

4. Normal Gravity Acceleration

5. Sedimentation

# فصل ۸



## دستگاه تقطیر آب

۴۰۴۷۸	کد GMDN
۱۵-۱۳۶	کد ECRI
دستگاه تقطیر	نام گذاری

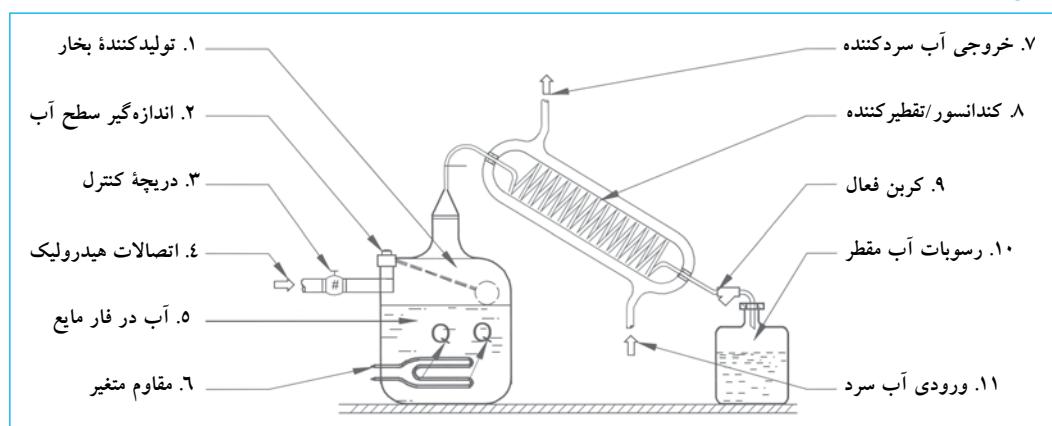
### موارد استفاده از دستگاه تقطیر

دستگاه تقطیر آب خالص را از آب شور یا آب شرب تهیه می‌کند. در آب خالص نباید مواد معلق وجود داشته باشد. از آب خالص در آزمایشگاه‌ها، مراحل شستشو، استریلیزاسیون و مراکر برنامه‌ریزی غذایی استفاده می‌شود. هرچه مراحل خالص‌سازی پیشرفت‌تر باشد، آب مقطیر با درجه خلوص بالا تولید می‌شود. برای مثال، تهیه محلول‌ها و مواد بیولوژی، مستلزم داشتن آب با درجه خلوص بالا است. تقطیر یکی از مراحل دستیابی به آب خالص است. آبی که در آزمایشگاه مورد استفاده قرار می‌گیرد، باید عاری از هرگونه عامل تب‌زا، با میزان جامدات معلق کمتر از یک قسمت در یک میلیون<sup>۳</sup>، pH بین ۴-۷/۲ بین ۳×۱۰<sup>۵</sup> اهم بر سانتی‌متر (ohm/cm) در ۲۵°C باشد.<sup>۴</sup>

قطیر<sup>۱</sup> برگرفته از واژه لاتین *distillare* به معنای تبخیر کردن مایعات به وسیله گرما است. آب مقطیرگیری که دستگاه تقطیر آب نیز نامیده می‌شود، و استفاده آزمایشگاهی دارد، آب شرب را طی مراحلی که شامل تبخیر و سرد کردن است، خالص می‌کند. در نتیجه اثر انرژی گرمایی که در فاز مایع بر آب اعمال می‌شود، آب به بخار تبدیل می‌گردد. این امر سبب می‌شود که مولکول‌های آب از دیگر مواد مخلوط جدا شود. بخارات آب پس از عبور از کندانسور، جایی که بخار سرد می‌شود، دوباره به فاز مایع تغییر حالت می‌دهد و درنهایت در یک ظرف ذخیره جمع‌آوری می‌شود. آب مقطیر در مقایسه با آب شرب خالص و بدون آسودگی است.

### نمای کلی از یک دستگاه تقطیر

شکل ۲۱. دستگاه تقطیر



1. Distiller      2. Pyrogens      3. Parts per Million(ppm)  
4. Warming cabinets, sterilizers, and associated equipment, Division  
11-Equipment, USACE/NAVFAC/ AFCESA, UFGS-11710. July 2003.



## اصول عملکرد

روش کار دستگاه تقطیر براساس پدیده‌ای است که در طبیعت در چرخه آب اتفاق می‌افتد: انرژی خورشیدی آب دریاها را گرم و قسمتی از آن را به بخار تبدیل می‌کند. این بخارات در ابرها تغییظ می‌شوند و زمانی که شرایط جوی مناسب است، سردشده و به شکل باران به سطح زمین بر می‌گردند.

## علمکرد دستگاه تقطیر

شكل و طراحی این دستگاه بحسب میزان گنجایش حجم آب متفاوت است. در زیر اجزای دستگاه و نحوه کار با آنها توضیح داده شده است.

**۱. تولید کننده بخار.** این قسمت تانک جوشان نیز نام دارد، و محفظه ذخیره آبی است که تقطیر می‌شود. به طور معمول، یک اتصال هیدرولیکی دارد که اجازه می‌دهد آب تبخیر شده و دوباره ذخیره شود. جنس این اتصال دهنده در دستگاه‌های کوچک از شیشه و در دستگاه‌های بزرگ از استیل با روکش مس، قلع و یا تیتانیم است. همچنین، این قسمت می‌تواند سطح، جریان و کیفیت آب را کنترل کرده و دستگاه را در زمان بروز بی‌نظمی یا اختلال در ورود آب، محافظت کند. این قسمت مانند یک مبنع تأمین انرژی، از بخار آب حاصل از تانک جوشان و یا از انرژی گرمایی حاصل از هدایت جریان، از یک مقاوم متغیر استفاده می‌کند. هر دو حالت باعث افزایش دما در شرایط عادی (فشار اتمسفری یک و نیروی جاذبه  $9.8 \cdot 665 \text{ m/s}^2$ ) و درنهایت، تغییر حالت آب از فاز مایع به بخار در  $100^\circ\text{C}$  می‌شود.

**۲. سطح آب.** وسیله‌ای که سطح مقدار آب در مخزن تولید کننده بخار را تنظیم می‌کند و مستقیماً به اتصال دهنده‌ای وصل است که آب مورد نیاز برای دستگاه تقطیر را تأمین می‌کند. زمانی که مقدار آب در مخزن کاهش می‌یابد، این اتصال دهنده مقدار آب تبخیر شده را بازیافت می‌کند.

**۳. سوپاپ کترن.** شیر مکانیکی یا الکترومکانیکی که ورود جریان آب را به مخزن تولید کننده بخار تنظیم می‌کند.

**۴. اتصال هیدرولیکی.** اتصالاتی که آب را به مخزن تولید کننده بخار هدایت می‌کند.

**۵. آب در فاز مایع.** به آب داخل مخزن اطلاق می‌شود که انرژی گرمایی حاصل از یک مقاوم متغیر را در شرایط دما و فشار مناسب به بخار تبدیل می‌کند.

**۶. مقاوماتی متغیر.** وسیله‌ای که وقتی جریان الکتریکی از آن عبور می‌کند، گرما تولید می‌شود. این مقاومات با کلاهک‌های سرامیک از هم جدا هستند و از محیط بیرون با یک لایه فلزی محافظت می‌شوند.

**۷. لوله سرد کننده آب.** مسیری که آب برای مترکم شدن بخار و حذف انرژی گرمایی طی می‌کند (سردسازی).

## ۸. مترکم کننده بخار.

وسیله‌ای که در آن بخار آب، انرژی گرمایی خود را ازدست داده، سرد و به فاز مایع تبدیل می‌شود. به منظور تسریع کار، جریان آب یا هوا با دمای کم در اطراف مترکم کننده که جریان بخار را تولید می‌کند، حرکت می‌کند.

**۹. فیلتر.** فیلترهای کربن در خروجی مترکم کننده بخار نصب شده‌اند. این فیلترها ذراتی را که ممکن است در بخار مترکم شده وجود داشته باشد، حذف می‌کنند.

## ۱۰. مخزن آب مقتض.

مخزنی که آب مقتض تولید شده در آن ذخیره می‌شود. آب مقتض باید در ظرف‌های پلاستیکی خاص که آلودگی یونی را حذف می‌کند ذخیره شود. معمولاً برای این منظور از ظرف‌های پلی‌اتیلن، پلی‌پروپیلن یا پلی‌ترافلورواتیلن استفاده می‌شود.

## الزامات نصب و راهاندازی

با توجه به طراحی، مدل، گنجایش و نوع دستگاه تقطیر، الزامات راهاندازی ممکن است متفاوت باشد. روش معمول به شرح زیر است:

**۱. مکان آرام.** یک محیط آرام با سیستم تهویه کافی، محل مناسب نصب است. این یک امر ضروری است؛ زیرا دستگاه تقطیر گرما را به مایع منتقل و سبب افزایش دمای محیط می‌شود. یک فضای باز اطراف دستگاه لازم است تا امکان جریان هوا وجود داشته باشد. بعضی دستگاه‌ها داخل یک جعبه فلزی قرار دارند که در این صورت، دستگاه روی یک پایه نصب می‌شود تا امکان جریان هوا به قسمت پایین دستگاه فراهم گردد.

**۲. اتصالات آب شرب.** معمولاً قطر اتصال هیدرولیکی  $1/2$  اینچ است. برای عملکرد مناسب، کیفیت آبی که به دستگاه وارد می‌شود، باید ارزیابی شود تا در صورت لزوم سیستم تصفیه آب<sup>۱</sup> نیز به دستگاه تقطیر متصل شود که از تشکیل رسوب در تانک تولید بخار جلوگیری می‌کند. آب شرب برای پرکردن تانک تولید بخار و سرد کردن کندانسور استفاده می‌شود.<sup>۲</sup>

**۳. اتصالات آب مقتض.** آب مقتض تولید شده در مخزن ذخیره می‌شود. در دستگاه‌ها با گنجایش بیشتر، آب مقتض تولید و ذخیره شده، با استفاده از اتصالات لوله‌کشی در محل‌های مورد نیاز توزیع می‌گردد. آب در دستگاه‌ها با گنجایش کمتر، از محل ذخیره به ظرف‌های کوچک منتقل و در محل مورد استفاده قرار می‌گیرد.

**۴. اتصالات تبیز کننده.** یک سیفون برای تخلیه ناخالصی‌هایی که ممکن است در تانک تولید بخار انباسته شود در کنار دستگاه نصب شده است.

۱. دستگاه تصفیه آب برای حذف مواد در آب طراحی شده است. این مواد شامل یون‌های معدنی (آئیون و کاتیون) مانند بی‌کربنات، سولفات، کلراید، کلسیم، منیزیم، سدیم، پتاسیم، منگنز، آهن، نیترات و دیگر عناصر در مقدار کم است. بعضی سازنده‌گان کندانسور را با استفاده از پنکه که سبب عبور جریان هوا در تیغه‌ها است، سرد می‌کنند. این امر سبب انتشار گرما از سطح به محیط می‌شود.

## فصل ۸ دستگاه تقطیر آب

۱۰. مجدد آب اضافه‌نمایید و تانک را خالی کنید تا ماده شیمیایی و رسوبات کنده شده کاملاً از تانک خارج شوند.
۱۱. محافظت تانک را دوباره در جای خود نصب کنید.
۱۲. در محافظت جلویی را دوباره جاسازی نمایید.
۱۳. دستگاه را در حالت معمولی استفاده نمایید.

**هشدار:** در هیچ شرایطی ماده شیمیایی مورد استفاده برای ازبین بردن رسوب‌ها، نباید تقطیر شود.

### تعویض فیلتر کربن فعال

#### توانتر: هر ۳ ماه

معمولًا فیلتر کربن فعال در آب، در پایین سیستم توزیع، از تانک ذخیره آب مقطر منشأ می‌گیرد و در جعبه‌ای نصب شده است. این فیلتر عموماً وسیله‌ای است که به راحتی می‌شود جایگزین کرد. به طور معمول، جایگزینی طبق مراحل زیر انجام می‌شود:

۱. پیچ قسمت بالای فیلتر را باز کنید.
۲. فیلتر استفاده شده را بردارید.
۳. فیلتر جدید و با مشخصات یکسان با اصل را جایگزین کنید.
۴. قسمت بالای فیلتر را محکم کنید.

**هشدار:** فیلتر در جعبه به وسیله یک واشر در محل خود قرار می‌گیرد که باید کاملاً در محل ثابت شود تا از نشت آب مقطر جلوگیری به عمل آید.

### نظافت کندانسور

#### توانتر: سالانه

۱. برای تمیز کردن کندانسور باید محافظت در جلو را باز کرده.
۲. از قطع برق سیستم الکتریکی دستگاه اطمینان حاصل کنید.
۳. کندانسور را بپرون بیاورید. اتصالات مربوط به عبور بخار و اتصالاتی که کندانسور را به دستگاه تقطیر وصل می‌کند، قطع کنید.
۴. پیچ‌هایی که کندانسور را به هواکش وصل می‌کند، باز کنید.
۵. هواکش را بپرون آورده و تیغه‌های آن را تمیز نمایید.
۶. کندانسور را بپرون آورده و گردوخاک روی سطح تیغه آن را تمیز کنید. استفاده از هوای فشرده و آب و صابون نیز می‌تواند مؤثر باشد.
۷. اجزای مختلف را بشویید.
۸. خشک نمایید.
۹. اجزا را دوباره نصب نمایید.

۵. اتصالات الکتریکی. این اتصالات مجهر به وسایل کترل و ابزارهای ایمنی، باید با استانداردهای ملی و بین‌المللی مورد استفاده در آزمایشگاه مطابقت داشته باشد. معمولاً ولتاژ مورد استفاده بین ۲۲۰-۲۴۰V با فرکانس ۵۰-۶۰Hz است.

**نکته:** همیشه به توصیه‌های سازنده در هنگام نصب توجه نمایید تا از عملکرد دستگاه مناسب با مشخصات آن اطمینان حاصل شود.

### نگهداری معمول

نگهداری به طراحی و گنجایش دستگاه تقطیر بستگی دارد. نگهداری در اینجا روی دستگاه‌هایی که مجهر به تانک استیل تولید کننده بخار مقاوم متغیر و کندانسور یخچالی هستند، متتمرکر شده است.

**هشدار:** پیش از ارزیابی و یا انجام مراحل نگهداری معمول، اطمینان حاصل نمایید که دستگاه به پریز برق وصل نیست.

### ارزیابی و تمیز کردن تانک تولید کننده بخار

#### توانتر: ماهانه

۱. در محافظت جلو را برای دستیابی به تانک تولید بخار باز کنید.
۲. محافظت تانک تولید بخار را باز کنید.
۳. دیوارهای داخلی تانک و یا مقاوم متغیر را برای وجود رسوب مشاهده کنید. مقدار رسوب به کیفیت آب مصرفی دستگاه بستگی دارد. اگر مقدار قابل ملاحظه‌ای رسوب وجود داشته باشد، برای جلوگیری از آسیب به مقاوم‌ها، آنها را باید تمیز کرد.
۴. رسوب‌ها را تمیز نمایید. عموماً مراحل نظافت شامل استفاده از یک ماده شیمیایی است که باید براساس مشخصات آب مصرفی انتخاب شود. مشخصات آب مصرفی به وسیله آزمایش شیمیایی تعیین می‌شود.
۵. آب تانک را خالی کنید تا سطح آب تقریباً ۱۰ سانتی متر بالاتر از میله حسگر<sup>۲</sup> و یا مقاوم داخل آب باشد.
۶. ماده شیمیایی مورد نظر را به آب اضافه نمایید.
۷. کاملاً مخلوط نمایید.
۸. یک شبانه روز در تانک نگهدارید تا ماده شیمیایی عمل کند.
۹. صبح روز بعد آب تانک را خالی نمایید.

<sup>۱</sup> مواد معدنی روی پوشش مقاوم‌های متغیر هادی کم گرما هستند، به طوری که از انتقال مؤثر گرما بین مقاوم و آبی که تقطیر می‌شود، ممانعت می‌کنند. این امر سبب افزایش دمای بیش از حد مقاوم‌ها شده و درنهایت سبب خرابی آنها می‌شود.

۴. یک محلول سفیدکننده با غلظت ۲۰۰ قسمت در یک<sup>۱</sup> میلیون تهیه و داخل تانک بریزید.
۵. این محلول را حداقل به مدت ۳ ساعت داخل تانک نگهدارید.
۶. با استفاده از لوله تخلیه تانک را خالی نمایید.
۷. دستگاه را روشن کنید تا تانک ذخیره با آب مقطر پر شود.
۸. دوباره تانک را خالی نمایید.
۹. فیلتر کربن فعال را در جای خود تعییه کنید.
۱۰. تانک ذخیره را با آب مقطر پر کنید. فیلتر کربن فعال باقی مانده محلول سفیدکننده را از بین خواهد برد.

## استریل کردن تانک ذخیره آب مقطر

### توافران: بعضی اوقات

پیش از استفاده از تانک ذخیره نو، توصیه می شود از استریل و تمیزبودن آن مطمئن شوید. برای مراحل استریلیزاسیون، می توان از محلول سفیدکننده معمولی کلردار استفاده کرد. مراحل به شرح زیر است:

۱. از قطع بودن کلید اصلی برق مطمئن شوید.
۲. محافظ جلو را درآورده تا امکان دسترسی به تانک ذخیره فراهم شود.
۳. فیلتر کربن فعال را از جعبه اش بیرون بیاورید.

**جدول مشکل یابی**

مشکل	علت محتمل	راه حل
دستگاه آب مقطر تولید نمی کند.	جریان الکتریکی در سیستم وجود ندارد.	از وجود جریان الکتریکی در مدار تغذیه دستگاه اطمینان حاصل نمایید.
در اطراف دستگاه آب وجود دارد.	مقاوم های متغیر <sup>۲</sup> سوخته است.	از سالم بودن مقاوم های متغیر مطمئن شوید. هدایت الکتریکی یا مقاومت (بر حسب اهم) را اندازه گیری نمایید. مقاوم جدید و با مشخصات یکسان با اصل را جایگزین کنید.
در اطراف دستگاه آب وجود دارد.	دستگاه یا اجزای آن صحیح تنظیم نشده است.	فیلتر را کنترل نمایید که کربن فعال صحیح نصب شده است و از عبور جریان آب اطمینان حاصل نمایید.
در اطراف دستگاه بخار وجود دارد.	سیستم تهویه دستگاه تقطیر کافی نیست.	از نصب صحیح تانک جمع کننده مایع متراکم اطمینان حاصل نمایید.
در اطراف دستگاه بخار وجود دارد.	سیستم تهویه خنک کننده، کار نمی کند.	از نصب سیستم تهویه را با سیستم جدید و با مشخصات یکسان با اصل جایگزین نمایید.
آب مقطر بو گرفته است.	فیلتر کربن کهنه است.	شرایط سیستم تهویه را کنترل نمایید. اگر روشن است و کار نمی کند، سیستم تهویه را با سیستم جدید و با مشخصات یکسان با اصل جایگزین نمایید.
		فیلتر کربن را تعویض نمایید.

1. 200 ppm

2. Immersion Resistance

## تعاریف پایه

قطیر، مراحلی که طی آن یک مایع در نتیجه حرارت دیدن به بخار تبدیل می‌شود و بعد سرد و متراکم شده دوباره به حالت مایع بر می‌گردد. این مراحل برای جدا کردن مواد مخلوط، با توجه به متفاوت بودن درجه تغییر آنها کاربرد دارد. برای بدست آوردن ماده خالص، از مراحل متعدد تقطیر برای حذف دیگر مواد موجود در مخلوط استفاده می‌شود.

سختی آب. ظرفیت شیمیابی آب که با مقدار کربنات، بی کربنات، کلراید، سولفات و موقوعی با نیترات کلسیم و منیزیم تعیین می‌شود. مقاومت حاصله در بعضی از مراحل مطلوب نیست. دو مقاومت در آب وجود دارد.

- سختی موقع. با مقدار منیزیم، کلسیم کربنات و بی کربنات تعیین می‌شود. ممکن است با جوشاندن آب و فیلتر کردن رسوب گرفته شود. این سختی، مقاومت کربنات نیز نامیده می‌شود.

- سختی دائم. با مقدار کلسیم و نمک های منیزیم به جز کربنات و بی کربنات تعیین می‌شود.  
سختی دائم با جوشاندن آب حذف نمی‌شوند و مقاومت غیر-بی کربنات<sup>۱</sup> نیز نامیده می‌شود.

توجهی مقاومت:

توجهی مقاومت کربنات کلسیم

آب سبک ۰-۷۵

آب با مقاومت کم ۷۵-۱۵۰

آب مقاوم ۱۵۰-۳۰۰

آب با مقاومت زیاد > ۳۰۰

در آب آشامیدنی، حد مجاز ۳۰۰ میلی گرم در لیتر (mg/L) است.

در آب دستگاهی، حد مجاز صفر میلی گرم در لیتر (mg/L) است.

- مقاومت یا سختی کلسیم.<sup>۲</sup> مقدار کلسیم موجود در آب.

- مقاومت یا سختی منیزیم.<sup>۳</sup> مقدار منیزیم موجود در آب.

- مقاومت کل یا عمومی.<sup>۴</sup> مقدار کاتیون های کلسیم  $[Ca^{++}]$  و یا منیزیم  $[Mg^{++}]$  موجود در محلول و بدون در نظر گرفتن آئیون های محلول. این مقدار بر حسب ppm کربنات کلسیم<sup>۵</sup> بیان می‌شود.

لایه ای.<sup>۶</sup> به جامدات معلق رسوب شده به صورت لایه ای در سطح آب مخازن ذخیره اطلاق می‌شود.

محلول.<sup>۷</sup> یک مخلوط مایع همگن از دو و یا چند ماده بدون در نظر گرفتن واکنش های شیمیابی بین اجزای مخلوط مایع. محیط حل کننده که معمولاً به مقدار زیاد است، حلال<sup>۸</sup> و جزئی که به مقدار کم در محیط مایع وجود دارد، ماده حل شونده<sup>۹</sup> نامدارد.

1. Non-bicarbonate Resistance

4. Total Resistance or General Hardness [TH]

7. Solution

2. Calcium Resistance or Hardness(RCa<sup>++</sup>)

5. CaCO<sub>3</sub>

8. Solvent

3. Magnesium Resistance or Hardness(RMg<sup>++</sup>)

6. Incrustation(Scale)

9. Solute



# فصل ۹



## رقیق کننده

۱۵۱۲۳	کد GMDN
۱۵-۱۲۳	کد ECRI
رقیق کننده ها	نام گذاری

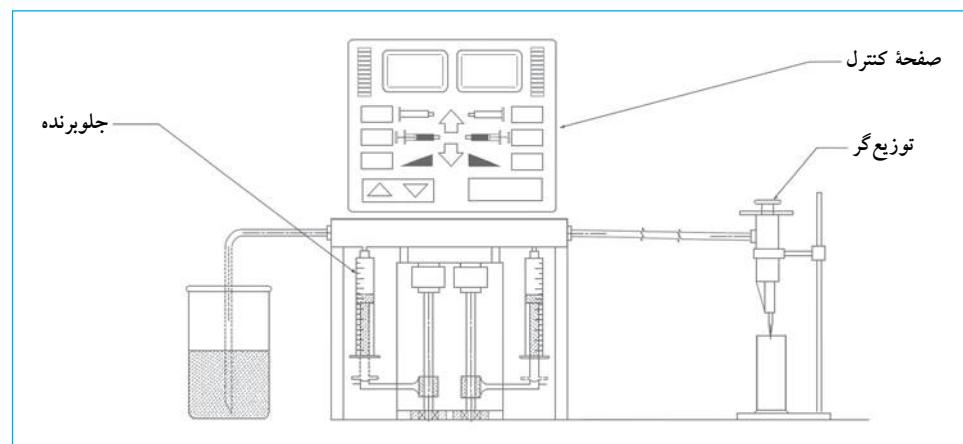
### موارد استفاده از رقیق کننده

همانند پت استفاده از رقیق کننده، به دست آوردن مخلوطی از مواد با غلظت و حجم مشخص است، اما مزیت استفاده از رقیق کننده، خودکار بودن مراحل آن می‌باشد. رقیق کننده‌های خودکار در اندازه و حجم‌های مختلف (بسته به مدل و سازنده) موجود هستند. رقیق کننده‌ها می‌توانند حجمی بین ۲۵ میکرولیتر و ۲۵ میلی لیتر را کنترل کنند.

رقیق کننده<sup>۱</sup> برای رقیق کردن مایعات کاربرد دارد. رقیق<sup>۲</sup> برگرفته از واژه لاتین *diluere* به معنای افزودن مایع به محلول است. محلول به ترکیبات همگن از دو یا چند ماده اطلاق می‌شود که می‌تواند گاز، مایع یا جامد باشد. رقیق کردن یعنی کم کردن غلظت یک مایع در یک حلال، که ععمولاً این حلال آب است. به کمک رقیق کننده تهیه محلول با غلظت مورد نظر برای استفاده در مراحل تشخیصی آسان‌تر می‌شود.

### نمای یک رقیق کننده

شکل ۲۲. نمای رقیق کننده



1. Dilutor      2. Dilute



کترل حرکت پیستون، کترل حجم جابه‌جاشده را آسان‌تر می‌کند. سیستم جابه‌جایی با یک موتور الکتریکی که پیچ و مهره‌های خیلی دقیق را حرکت داده و وضعیت پیستون را تغییر می‌دهد، فعال می‌شود. یک مجموعه سوپاپ جابه‌جایی سرنگ‌ها را کترول و کامل می‌کند. شکل عمومی یک رقیق‌کننده به مدل و سازنده آن بستگی دارد.

### سیستم کترول

رقیق‌کننده‌های مدرن یک سیستم کترول خودکار دارند و یا با میکروپروسسورها کترول می‌شوند. این کترول شامل انتخاب برنامه‌های زیر است:

۱. مخلوط کردن یا مراحل تفکیک مواد(قابل برنامه‌ریزی)
۲. تأمین کردن حجم‌های تعریف شده
۳. ایجاد سرعت در مکش
۴. تعداد چرخه‌های<sup>۲</sup> کاری مورد نیاز
۵. اندازه و حجم سرنگ انتخاب شده
۶. زمان
۷. آماده‌سازی و تمیز کردن هر چرخه
۸. مراحل کترول کیفیت.

در شکل زیر بخش‌هایی از عملکرد سیستم کترول (میکروپروسسور) نشان داده شده است. کترول‌ها برای این مدل اگر دو سرنگ را تنظیم کنند، متقارن هستند.

### اصول عملکرد

یک رقیق‌کننده قسمت‌های مختلفی دارد که با حرکت یک‌باخت و هماهنگ حجمی از مایعات را با دقت زیاد برداشت و مخلوط می‌کند و تهیه محلول‌هایی با حجم بین ۱ میکرولیتر و ۲۵ میلی‌لیتر را امکان‌پذیر می‌سازد. اجزای یک رقیق‌کننده عواملاً به شرح زیر است:

۱. سیستم نیروی حرکة جلو<sup>۱</sup>
۲. سیستم کترول
۳. سیستم توزیع

### سیستم نیروی حرکة جلو

این قسمت مانند سیستم جابه‌جایی پیستون سرنگ کار می‌کند. یک چند سرنگ با گنجایش متفاوت در رقیق‌کننده استفاده می‌شوند تا حجم محلول ترکیبی و یا رقیق شده را کترول کنند. پیستون سرنگ با مکانیسم کترول کننده موقعیت حرکت می‌کند. حجم جابه‌جاشده با استفاده از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$\partial V = A \partial l$$

به طوری که:

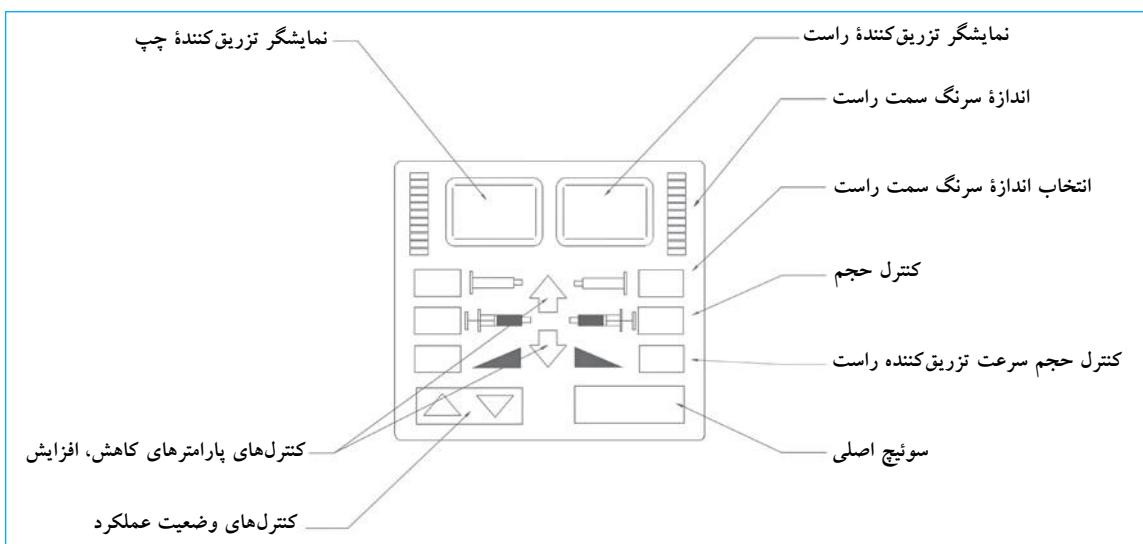
$\partial V$  = بخشی از حجم که با سرنگ در وضعیت  $l$  جابه‌جا می‌شود.  
 $A$  = سطح یا مساحت پیستون.

حجم کل جابه‌جاشده نمایانگرتابع اولیه (انگرال) زیر است:

$$V = A \int_{l_0}^{l_1} \partial l$$

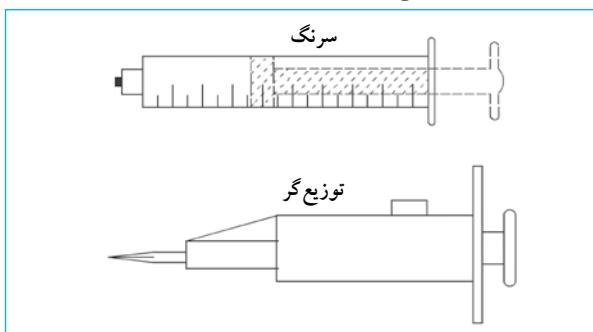
۱ و ۱ به وضعیت‌های اطلاق می‌شوند که جابه‌جایی پیستون را تعریف می‌کند.

شکل ۲۳. کترول‌های رقیق‌کننده



## فصل ۹ رقیق‌کننده

شکل ۲۴. سرنگ و توزیع گر



### نگهداری معمول

به طور کلی، نگهداری معمول بر حذف آلودگی‌هایی که ممکن است داخل سیستم و یا کانال‌های عبور محلول باشد، تأکید می‌کند. مراحل به شرح زیر است:

### تمیزکردن سطح خارجی

#### تواتر: روزانه

**مشدّار:** پیش از اینکه مراحل نظافت سطح خارجی را شروع کنید، دستگاه را از برق بکشید.

۱. سطح خارجی دستگاه را با دستمال تمیز و آغشته به مایع پاک‌کننده ملایم و آب پاک کنید.
۲. سطوح دستگاه رقیق‌کننده و لوازم جانبی را به آرامی تمیز کنید.
۳. سطوح را خشک کنید.

**مشدّار:** از نفوذ رطوبت به داخل قسمت‌های الکتریکی دستگاه خودداری نمایید.

### سیستم توزیع

سیستم توزیع از یک سری سرنگ دقیق و وسیله‌ای به نام توزیع گر تشکیل شده است که به وسیله آن محلول‌ها با توجه به حجم و سرعت برنامه‌ریزی شده تأمین می‌شوند. این سرنگ‌ها با توجه به میزان غلظت، چسبندگی، و حجم محلول‌ها انتخاب و نصب شده‌اند. مایعات از طریق لوله‌های پلاستیکی قابل انعطاف انتقال می‌یابند که قطر، طول، و مواد شیمیایی مورد استفاده در ساخت و طراحی آنها مناسب با فعالیت‌های انتخاب شده می‌باشد. این لوله‌ها با اتصالاتی که با دست قابل تنظیم است به هم متصل شده‌اند. عموماً سرنگ‌ها با توجه به نوع کاربرد (برای مثال، سرنگ برای معرفه‌ها، رقیق‌کننده‌ها و نمونه‌ها) و حجمی که جایه‌جا می‌کنند در جدول زیر طبقه‌بندی شدند.

در شکل بعد، قسمت‌های مختلف سیستم توزیع گر نمایش داده شده است.

### الزامات نصب و راهاندازی

رقیق‌کننده باید روی یک سطح تمیز، خشک، کاملاً تراز و به دور از رطوبت مؤثر بر کارکرد دستگاه راه اندازی شود.

اطراف دستگاه فضایی برای تهویه، عبور کابل‌های مخزن محلول و کامپیوتر باید وجود داشته باشد. این فضا تقریباً ۱۰cm است.

یک خروجی خوب با سیم زمین و مشخصات ولتاژ ۱۱۵V و فرکانس ۶۰Hz یا ۲۲۰-۲۴۰V و فرکانس ۵۰-۶۰Hz و متناسب با توصیه‌های سازنده و استانداردهای کشور نیز مورد نیاز است.

### جدول اندازه و حجم سرنگ

شماره قطعه (با توجه به سازنده)	مدل (با توجه به سازنده)	اندازه سرنگ	حدوده حجم	اندازه لوله <sup>۱</sup>	مایعات چسبناک محلول آبی <sup>۲</sup>
۲DM	DM	۲۵µl	۲/۵-۲۵µl	۱۸	۱۸
DM	DM	۵۰µl	۵-۵۰µl	۱۸	۱۸
DM	DM	۱۰۰µl	۱۰-۱۰۰µl	۱۸	۱۸
DM	DM	۲۵۰µl	۲۵-۲۵۰µl	۱۸	۱۸
DM	DM	۵۰۰µl	۵۰-۵۰۰µl	۱۸	۱۸
DM	DM	۱ml	۱۰۰-۱۰۰۰µl	۱۸	۱۸
DM	DM	۲/۵ml	۲۵۰-۲۵۰۰µl	۱۲	۱۸
DM	DM	۵ml	۵۰۰-۵۰۰۰µl	۱۲	۱۲
DM	DM	۱۰ml	۱۰۰۰-۱۰۰۰۰µl	۱۲	۱۲
DM	DM	۲۵ml	۲۵۰۰-۲۵۰۰۰µl	۱۲	۱۲

1. Table 2.4, Microlab 501 A, 503A, 504A, *User's Manual*, Hamilton Company.

2. Depending on the Manufacture

3. Aqueous

۳. آماده‌سازی دستگاه را تا زمانی که اتصالات و لوله‌ها تمیزشوند ادامه‌دهید.

۴. لوله را از داخل محلول پاک‌کننده درآورده و داخل ظرف آب دیونیزه قراردهید. آماده‌سازی را دوباره انجام‌دهید تا مسیر از محلول پاک‌کننده، پاک‌شود. محلول را خالی‌نمایید و ظرف پسماند را بشویید.

۵. چرخه را متوقف کنید.

۶. سیستم انتقال محلول‌ها را در وضعیت غیرفعال<sup>۳</sup> قراردهید.

۷. سیستم آماده کار و تمیز است.

### مراحل نگهداری دستگاه رقیق‌کننده

#### تواتر: وقتی دستگاه برای مدت طولانی استفاده نشود

۱. سیستم را با استفاده از متابول که سریع خشک می‌شود، آماده‌سازید.

۲. سرنگ‌ها و اتصالات لوله‌ها را خارج کنید.

۳. سرنگ‌ها را داخل جعبه‌های اصلی خود قراردهید.

۴. سطح خارجی رقیق‌کننده را برای محافظت از گرد و خاک با روکش پوشانید.

۵. دستگاه را در کابینت قراردهید.

#### کنترل کیفی

کنترل کیفی رقیق‌کننده شبیه پی‌پت است. برای تصحیح عدم دقیقت به توضیحات کالیبراسیون در فصل ۱۶ (پی‌پت‌ها) مراجعه نمایید.

### نظافت سرنگ‌ها، کانال‌ها<sup>۱</sup>

**هشدار:** اگر دستگاه در تماس با مواد خطرناک بوده‌است، موارد اینمنی و پیشگیری در آزمایشگاه باید مراعات شود.

#### تواتر: روزانه

۱. سیستم را با محلول پاک‌کننده، تمیزکنید. برای انتخاب نوع محلول پاک‌کننده، شیوه‌شناسی تمام سیستم، و حذف حباب هوادر مسیر، به توصیه‌های سازنده عمل کنید. این مرحله آماده‌سازی دستگاه<sup>۲</sup> نام دارد. دستگاه به ظرف حاوی محلول پاک‌کننده متصل می‌شود و پس از پایان مرحله آماده‌سازی، پسماندها به ظرف دیگری منتقل می‌شوند.

۲. سیستم را تمیز نمایید. برای این منظور، یک محلول دیگر که مکمل محلول پاک‌کننده است، در سیستم جریان پیدامی کند (به توصیه سازنده برای این منظور عمل شود). استفاده از آب دیونیزه به عنوان محلول پاک‌کننده نیز متداول است. با توجه به مراحل مورد استفاده در دستگاه محلول پاک‌کننده می‌تواند اتانول، اوره یا محلول سفیدکننده ۱۰٪ در آب دیونیزه باشد.

### نظافت سیستم انتقال مایع

#### تواتر: پیش از سرویس اولیه دستگاه

۱. یک ظرف حاوی محلول پاک‌کننده را آماده نموده و یک لوله پلاستیکی داخل آن قراردهید (محلول پاک‌کننده را با توجه به نوع دستگاه و توصیه‌های سازنده انتخاب کنید).

۲. لوله انتقال پسماند را در ظرفی که به این منظور اختصاص داده شده‌است، قراردهید.

1. Hoses or Lines

2. Priming

3. Rest

**فصل ۹** رقیق‌کننده

**جدول مشکل‌یابی**

مشکل	علت محتمل	راه حل
دستگاه روشن نمی‌شود.	در تأمین انرژی الکتریکی مشکل وجوددارد.	اتصالات الکتریکی را کنترل کنید.
رقیق‌کننده خوب کارمی‌کند، ولی هیچ پیامی روی صفحه نمایش وجودندارد.	منبع تغذیه الکتریکی قطع است.	کابل منبع تغذیه الکتریکی را وصل نمایید.
دستگاه کارنمی کنند.	فیوز حفاظتی قطع است.	فیوز محافظ را کنترل کنید. اگر فیوز سوخته است، با فیوز نو جایگزین نمایید.
رقیق‌کننده مسدود است.	صفحه نمایش یا دیود سیستم نوری احتمالاً آسیب دیده است.	از اتصال کنترل به سیستم خروجی برق اطمینان حاصل نمایید. به تکنسین سرویس سازنده اطلاع دهید.
رقیق‌کننده حجم مورد نظر را جابه‌جا و یا خالی نمی‌کند.	دستگاه در وضعیت غیرفعال است.	دکمه شروع/پایان را فعال کنید. تاز تکمیل عملکرد پیستون مطمئن شوید.
واشرها معیوب هستند.	یک مشکل داخلی وجوددارد.	دکمه شروع/پایان را فعال کنید تا از تکمیل عملکرد پیستون مطمئن شوید و چرخه را دوباره شروع نمایید.
رقیق‌کننده نتایج دقیق ایجاد نمی‌کند.	لوله هیدرولیک معیوب و یا مسدود است.	اگر مشکل حل نشد، به تکنسین سرویس سازنده اطلاع دهید.
هوا در مسیر عبور آب دستگاه وجوددارد.	اتصالات لوله‌ها و سرنگ‌ها صحیح نیستند.	از مسدودبودن لوله‌ها، سرنگ‌ها و اتصالات اطمینان حاصل نمایید. آنها را تمیز یا جایگزین کنید.
هوا در رأس پروب اسپری مکش می‌شود.	سیستم خروجی برق معیوب است.	از تنظیم صحیح لوله‌ها، واشرها، اتصالات و سرنگ‌ها مطمئن شوید. به تکنسین سرویس سازنده اطلاع دهید.
در مسیر، هوا یا نشتی به طور دائم وجوددارد.	لوله جابه‌جا کننده متناسب با گنجایش سرنگ انتخاب نشده است.	واشرها را بیرون آورید. از تمیز و سالم بودن آنها مطمئن شوید و دوباره جاسازی نمایید. اگر لازم بود با مشخصات اولیه جایگزین نمایید.
رقیق‌کننده نتایج دقیق ایجاد نمی‌کند.	لوله جابه‌جا کننده متناسب با گنجایش سرنگ انتخاب نشده است.	از اتصال کامل لوله‌های تأمین کننده به ظرف‌هایی که محتوی محلول است، اطمینان حاصل نمایید.
هوا در رأس پروب اسپری مکش می‌شود.	هوا در مسیر عبور آب دستگاه وجوددارد.	از تنظیم اتصالات دیگر اطمینان حاصل نمایید.
هوا در رأس پروب اسپری مکش می‌شود.	انتخاب و ضعیت «اسپری» صحیح نیست.	از نصب صحیح سرنگ‌ها و عدم نشی اطمینان حاصل نمایید.
در مسیر، هوا یا نشتی به طور دائم وجوددارد.	اتصال لوله‌ها شل، کنه یا معیوب است.	واشرها و لوله‌ها را از نظر عدم نشی امتحان کنید.
رقیق‌کننده گرمایشی را کنترل کنید.	پیستون یا سرنگ را عوض نمایید.	سرعت حرکت سرنگ‌ها را برای حذف جباب‌های هوا کم نمایید.
رقیق‌کننده گرمایشی را کنترل کنید.	پیستون یا سرنگ را عوض نمایید.	از انتخاب صحیح اندازه لوله و اتصالات آن اطمینان حاصل نمایید. برای حجم‌های کم، از توصیه‌های سازنده برای انتخاب ابعاد صحیح استفاده نمایید.
رقیق‌کننده گرمایشی را کنترل کنید.	پیستون یا سرنگ را عوض نمایید.	سرعت اسپری کردن را کم نمایید.
رقیق‌کننده گرمایشی را کنترل کنید.	جباب در سیستم وجوددارد. سرعت اسپری کردن خیلی بالا است.	سرعت سیستم نیروی محركه را کم کنید. هر چه مایعات چسبندگی بیشتر داشته باشند، سرعت کمتر باید انتخاب شود.
رقیق‌کننده گرمایشی را کنترل کنید.	اتصال لوله‌ها شل، کنه یا معیوب است.	اتصالات را با دست تنظیم کنید. لوله‌هایی با ابعاد متناسب با مایع یا محلول مورد استفاده جایگزین کنید.
رقیق‌کننده گرمایشی را کنترل کنید.	واشر معیوب است.	پیستون یا سرنگ را عوض نمایید.
رقیق‌کننده گرمایشی را کنترل کنید.	تهویه مناسب وجوددارد.	واشر را تعویض نمایید.
رقیق‌کننده گرمایشی را کنترل کنید.	دمای اتاق بسیار بالا است.	تهویه اتاق را کنترل کنید.
رقیق‌کننده گرمایشی را کنترل کنید.	برنامه‌ریزی چرخه کاری خیلی فشرده است.	سیستم تهویه هوا را در محل کنترل کنید.

## تعاریف پایه

حفره<sup>۱</sup> زایی. پدیده‌ای در مایعات که هنگام خالی کردن ظروف پر ایجاد می‌شود. فشار تا زمانی که معادل فشار بخار مایع شود، کاهش می‌یابد. این حالت پدیده‌های مختلفی مانند بخارشدن گازهای حل شده در مایعات، و یا درمورد آب، سبب تولید حباب‌های هوا پس از گذشت زمان کوتاه و تشکیل سطح متخلخل در اطراف می‌شود. این پدیده هنگام استفاده از رقیق‌کننده‌ها، سرنگ بزرگ و سرعت زیاد اتفاق می‌افتد.

غلظت. کمیتی که مقدار ماده شیمیایی در یک محلول را اندازه‌گیری می‌کند. غلظت به صورت مقدار ماده حل شده در حلال بیان می‌شود و واحدهای مختلفی دارد متدائل‌ترین آنها عبارت است از: مولاریته [M]، مولالیته [m]، نرمالیته [N] و درصد.

رقیق کردن. کم کردن غلظت یک محلول با افزودن مایعات دیگر. مایع اضافه شده رقیق‌کننده نام دارد. افزودن مولکول‌های یک مایع به مولکول‌های یک مایع دیگر. برای محاسبه حجم  $V_1$  یک مایع با غلظت مشخص  $C_1$  از حجم مشخص  $V_2$  و غلظت  $C_2$  فرمول زیر استفاده می‌شود:

$$V_1 = \frac{V_2 C_2}{C_1}$$

توزیع گر. ابزاری که برای توزیع مایعات کاربرد دارد.

توزیع کردن. توزیع یک مایع در حجم ثابت یا به صورت سریال.

انحلال. مراحلی که طی آن یک ماده جامد در یک حلال (مانند آب یا مایعات دیگر) حل می‌شود. ماده شیمیایی در محلول<sup>۲</sup> ماده حل شونده<sup>۳</sup> نامیده می‌شود.

اکی والان گرم [Eq]<sup>۴</sup>. جرم بر حسب گرم تقسیم بر اکی والان وزنی [EW]<sup>۵</sup>:

$$EW = \frac{MW(g)}{\text{valency}}$$

اکی والان وزنی [EW] (یک ماده). از تقسیم جرم مولکولی [MW] به ظرفیت<sup>۶</sup> بدست می‌آید.

مولالیته [m]. تعداد مول‌های یک ماده در هر ۱۰۰۰ گرم محلول را نشان می‌دهد. بنابراین، یک محلول  $m$  مول با افزودن  $m$  مول از ماده به ۱۰۰۰ گرم آب حاصل می‌شود.

مولاریته [M]. تعداد مول‌های یک ماده حل شده در یک لیتر محلول است. یک محلول  $n$  مولار از یک نمک، با افزودن  $n$  مول از آن نمک به آب و در حجم نهایی ۱ لیتر محلول حاصل می‌شود. معمولاً از فرمول زیر استفاده می‌شود:

$$M = \frac{\text{moles}}{\text{Vol(L)}}$$

مول. جرم مولکولی (MW)<sup>۷</sup> یک ماده حل شده بر حسب گرم:

$$N = \frac{Eq}{\text{Vol(L)}}$$

نرمالیته [N] (یک ماده حل شونده). تعداد مول‌های یک ماده حل شده در هر لیتر محلول نهایی را بیان می‌کند.

محلول. یک محلول همگن از دو یا چند ماده. مواد حل شده را حل شونده و محیط حل کننده را حلال<sup>۸</sup> می‌نامند. معمولاً در یک محلول مقدار ماده حل شونده از حلال کمتر است.

وزن / حجم. نسبتی در بیوشیمی بالینی که جرم یک محلول را بر حسب گرم یا مشتقات آن در واحد حجم (لیتر) نشان می‌دهد. مثال: mg/mL نکته: یک واحد دیگر به نام «قسمت در واحد»<sup>۹</sup> برای اندازه‌گیری غلظت‌های خیلی کم استفاده می‌شود. برای مثال: یک قسمت در میلیون<sup>۱۰</sup> یعنی یک قسمت از یک ماده برای هر ۹۹۹۹۹۹ از ماده دیگر.

- 1. Cavitations
- 2. Solution
- 3. Solute
- 4. Equivalent - gram

- 5. Equivalent - Weight
- 6. Valency
- 7. Molecular Weight

- 8. Solvent
- 9. Part per unit
- 10. Parts per Million(ppm)

# فصل ۱۰

## توزيع گر

نام گذاری	توزیع گر، مایع، آزمایشگاه
کد ECRI	۱۶-۲۷۴
GMDN	۳۵۷۳۴، ۴۱۶۶۳

### موارد استفاده از توزیع گر

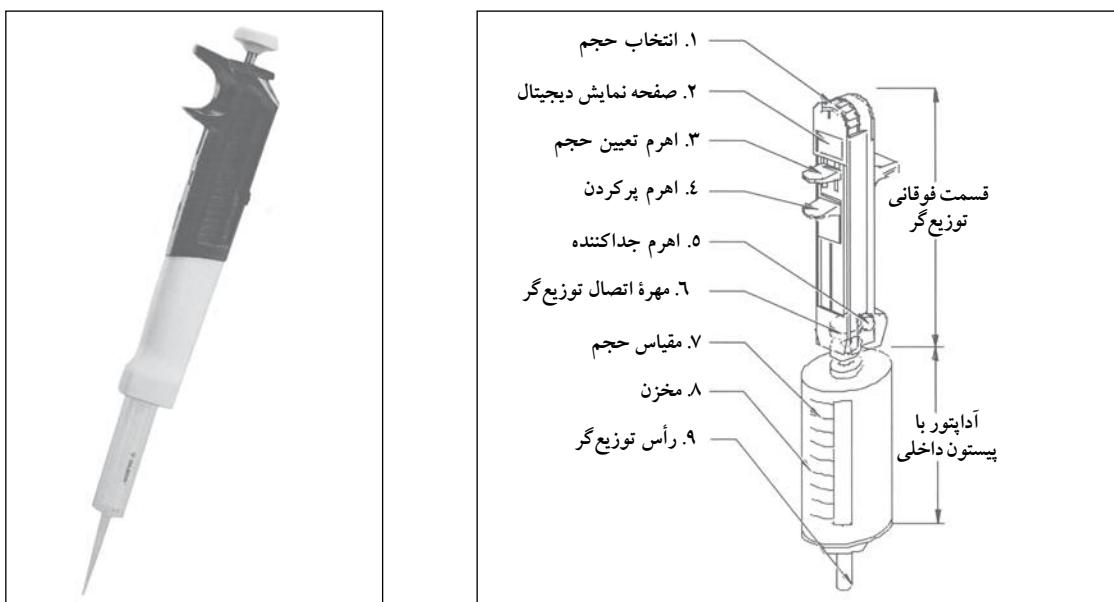
توزیع گر یک ابزار چندمنظوره است که می‌تواند برای انجام کارهای آزمایشگاهی زیر مورد استفاده قرار گیرد:

۱. تخلیه و توزیع حجمی از مایعات یا محلول‌ها که به دقت زیادی احتیاج ندارند.
۲. توزیع حجمی از محلول ذخیره در مقادیر کم از پیش تعريف شده (توزیع مکرر با حجم نهایی ثابت).
۳. محلوط کردن یک محلول با مکش مکرر و انتقال با استفاده از ابزار مکش و ظرف محلول.
۴. تیترکردن یک محلول یا محلول‌های ذخیره ویروسی. این کار با توزیع ماده‌ای که بارقیوسازی سریال در داخل محلول رقیق کننده تا رسیدن به نقطه پایانی انجام می‌شود، صورت می‌گیرد.

توزیع گر<sup>۱</sup> ابزاری از خانواده پیپت و رقیق کننده است. این واژه برگرفته از پیشوند *dis* به معنای جابه‌جا کردن و واژه لاتین *pensum* به معنای کار است. مدل‌های مختلفی از توزیع گرها وجود دارند. مانند مدل‌هایی که مناسب مواد شیمیایی هستند و یا در میکروبیولوژی، باکتریولوژی، ایمونولوژی و داروسازی کاربرد دارند. توزیع گرهای خودکار نیز وجود دارند که با نرم‌افزارهای کامپیوتری کنترل می‌شوند و در مؤسسه‌ای که با درخواست‌های متعدد آزمایش رو به رو هستند، کاربرد دارند. در این فصل، درباره توزیع گرهای دستی که کاربرد زیاد دارند و پی‌پت‌های تکرار کننده<sup>۲</sup> نیز نامیده می‌شوند، صحبت خواهد شد.

### تصویر و نمای یک توزیع گر

شکل ۲۵. توزیع گر



1. Dispenser      2. Repeater Pipettes

۴. اهرم پر کردن. یک اهرم مکانیکی که با دست برای خالی کردن مایع در داخل مخزن آداتپور فعال می شود.
۵. دکمه جدا کننده<sup>۳</sup>. سیستمی که آداتپور را از سر اهرم تعیین حجم آزاد می کند.
۶. یک قسمت فرعی که ابزار تنظیم را به رأس توزیع گر متصل می کند. این قسمت مشتمل از واشر و اتصالات دیگر برای اطمینان از تنظیم مناسب و کافی است.
۷. مقیاس حجم. این مقیاس بیشترین حجمی که می تواند با آداتپور توزیع شود را نشان می دهد. در بعضی مدل ها حجم باقی مانده را نیز نشان می دهد.
۸. آداتپور توزیع گر. یک مخزن که محلول اسپری شده و یا ذخیره شده را در چرخه توزیع نگه می دارد و با توجه به مدل توزیع گر انواع مختلفی دارد، ساده و ترکیبی با سرسمپلرهای مناسب.
۹. رأس توزیع گر. توزیع و مکش محلول را تسهیل می کند. سرسمپلر در رأس قرار می گیرد و بدون آن استفاده از توزیع گر ممکن نیست.
۱۰. سوئیچ روشن و خاموش کردن.
۱۱. جعبه باتری (در شکل نشان داده نشده است).

### ابزارهای جانی توزیع گر

برای اینکه توزیع گر کارهای تخصصی انجام دهد، ابزارهای جانی مناسب لازم است. نمونه هایی از آداتپور در شکل زیر نشان داده شده است.

۵. رقیق کردن یک محلول غلیظ با مخلوط کردن حجم های مشخص محلول با رقیق کننده.

۶. استفاده مانند یک پی پت (مکش یک حجم و سپس توزیع آن).
۷. توزیع محلول محیط های کشت در ظرف های محیط کشت از توزیع گر خودکار با وسایل جانبی برای جایه جایی ظرف های محیط کشت و نگهداری آنها بعد از توزیع محلول محیط کشت نیز استفاده می شود. برای دقت کاری در توزیع محلول محیط کشت (حجم های کم)، از سرنگ های پلاستیک یکبار مصرف با سوزن شماره ۱۶ استفاده می شود.

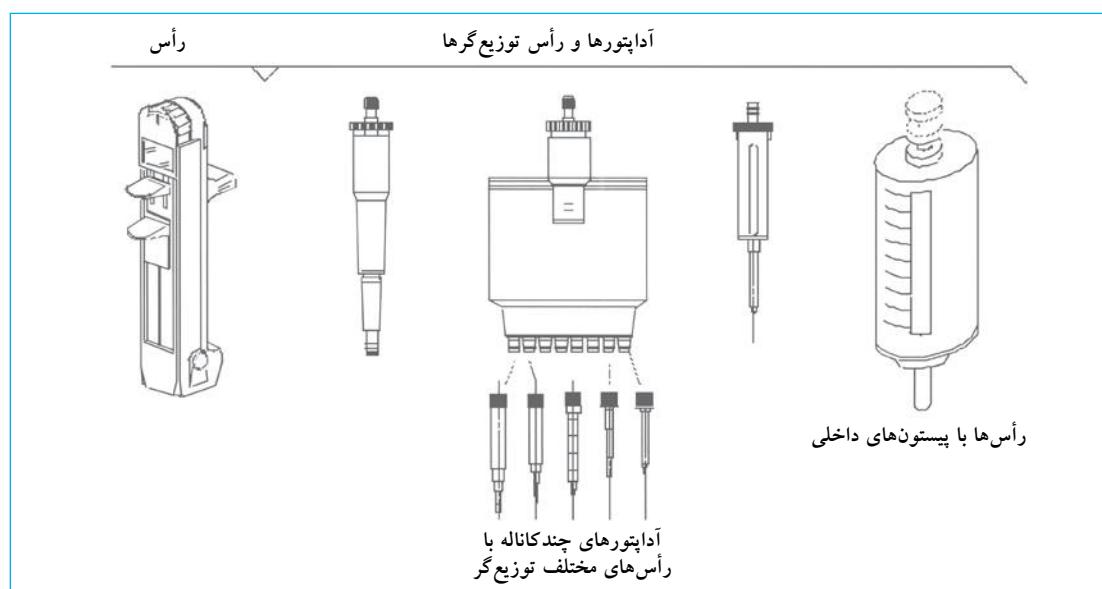
با توجه به پیشنهادهای سازنده برای این فعالیت ها، ابزار توزیع گر می تواند برنامه ریزی شود.

### اصول عملکرد

به طور کلی توزیع گرهای مدرن با کامپیوتر کنترل می شوند و دارای اجزای زیر هستند (شماره گذاری زیر به شماره های شکل ۲۵ دلالت دارد):

۱. انتخاب حجم. این پیج برای تنظیم حجم توزیع شده کاربرد دارد. حجم انتخابی روی صفحه توزیع گر نمایش داده می شود.
۲. صفحه نمایش دیجیتال. این صفحه اطلاعات مربوط به فعالیت انتخاب شده را نشان می دهد، مانند حجم انتخاب شده، سرسمپلر مورد استفاده و اطلاعات مربوط به آلام و پیغام های خطأ.
۳. اهرم<sup>۳</sup> تعیین حجم. این اهرم پیستونی را فعال می کند که به آداتپور سرنگ برای توزیع حجم انتخابی متصل است.

شکل ۲۶. توزیع گر و ابزارهای جانی



1. Petri Dishes      2. Product information sheet, 3cc Syringes. For dispensing and plating Methocult®. [http://www.stemcell.com/technical/28230\\_28240-PIS.pdf](http://www.stemcell.com/technical/28230_28240-PIS.pdf)  
3. Dasage Lever      4. Eject Button

## نگهداری معمول

نگهداری توزیع گر ساده است. در زیر مهم‌ترین آنها توضیح داده شده است:

### توافر: روزانه

۱. توزیع گر را با پارچه نم‌دار و پاک‌کننده ملایم تمیز کنید.
۲. توزیع گر را با ۶۰٪ ایزوفروپانول ضد عفونی نمایید.
۳. از نفوذ رطوبت به قسمت کنترل الکتریکی داخلی جلوگیری نمایید.

### تعویض باتری (در صورت نیاز)

۱. محفظه باتری را باز کنید. به طور معمول این عمل با کنار زدن در محفظه از حالت «بسته» به «باز» انجام می‌شود.
۲. باتری‌های استفاده شده را با توجه به توصیه‌های لازم امحان نمایید.
۳. محفظه باتری را با یک تکه پارچه تمیز، و باتری‌های نو را با مشخصات یکسان جاسازی کنید. از جاسازی صحیح باتری‌ها اطمینان حاصل نمایید.
۴. در محفظه باتری را گذاشته و آن را تنظیم نمایید.

## حجم توزیع شده

توزیع گرها برای استفاده در محدوده حجم‌های مشخص تعریف شده‌اند. قبل از استفاده، باید نوع محلول، و حجمی که توزیع می‌شود، در نظر گرفته شود. سازندگان انواع مختلف آدپتور را پیشنهاد می‌دهند. جدول زیر محدوده استفاده از توزیع گرها را نشان می‌دهد.

حدوده حجم توزیع شده	گنجایش آدپتور
۱-۲۰ μl	۰/۱ml
۲-۴۰ μl	۰/۲ml
۱۰-۱۰۰ μl	۱ml
۵۰-۵۰۰ μl	۵ml
۲ml تا ۱۰۰ μl	۱۰ml
۵ml تا ۲۵۰ μl	۲۵ml

## الزامات عملکرد

با توجه به نوع توزیع گر، حداقل شرایط کار برای استفاده در زیر بیان شده است:

۱. از مناسب بودن طراحی توزیع گر برای محلول‌هایی که ممکن است استفاده شود، مطمئن شوید و از توصیه‌های سازنده در دفترچه راهنمای استفاده نمایید.
۲. یک محیط پاکیزه و آرام با میز کار، تهویه و نور مناسب برای کار با توزیع گر لازم است.
۳. از ثابت بودن دمای اتاق مطمئن شوید ( $40^{\circ}\text{C}$ -۴) با اختلاف  $\pm 0^{\circ}\text{C}$ ، و دمای مطلوب  $20^{\circ}\text{C}$ .
۴. اگر با مواد یا نمونه‌های سمی یا موادی که احتمال خطر بیولوژی دارند کار می‌کنید، از وسایل حفاظت ایمنی فردی استفاده نمایید.
۵. نکته‌های خاص سازنده را برای هر روش کار مراعات فرمایید.

جدول مشکل‌یابی		
راه حل	علت متحمل	مشکل
از تکنیسین سرویس کمک‌بگیرید.	اجزا معیوب است.	امکان نصب آدپتور به توزیع گر وجودندارد.
از نبود گرفتگی اطمینان حاصل نمایید و اگر لازم است، آن را تمیز نمایید. از تکنیسین سرویس کمک‌بگیرید.	قسمت توزیع گر آلوه است.	آدپتور را از توزیع گر نمی‌توان جدا کرد.
دستگاه را خاموش و روشن نمایید. آن را با دست جایه‌جا کنید.	سیستم الکتریکی مشکل دارد.	
از حرکت پیستون به جلو و عقب اطمینان حاصل نمایید. سیلندر را به بالای منبع ضایعات جایه‌جا نمایید.	سیستم تنظیم مشکل دارد.	
قسمت توزیع گر را تعویض نمایید.	سرسمپلر توزیع گر معیوب است.	سرسمپلر توزیع گر چکه می‌کند.
سرسمپلر بی‌پت را درآورده و دوباره متصل نمایید.	سرسمپلر بی‌پت اتصال خوب ندارد.	
از نوع سرسیمپلری که توسط سازنده پیشنهاد شده است، استفاده نمایید.	سرسمپلر بی‌پت درست انتخاب نشده است.	قسمت بی‌پت توزیع گر چکه می‌کند.
پیستون را عوض نمایید. از قسمت‌های یدک تهیه شده به وسیله سازنده استفاده نمایید.	پیستون قابلیت نفوذپذیری پیدا کرده است.	
باتری را تعویض کنید.	باتری کهنه است.	صفحه نمایش سیگنال «کم‌بودن باتری» را نشان می‌دهد.
باتری را تعویض کنید.	باتری کهنه است.	صفحه نمایش هیچ سیگنالی را نشان نمی‌دهد.
از تکنیسین سرویس کمک‌بگیرید.	سیستم الکتریکی معیوب است.	
از تکنیسین سرویس کمک‌بگیرید.	گوناگون	صفحه نمایش «پیام خطأ» را نشان می‌دهد.
از حجم محلول در توزیع گر اطمینان حاصل نمایید.	مقدار محلول در توزیع گر کافی نیست.	صفحه نمایش «خطای پر بودن» را نشان می‌دهد.
تمام محلول‌ها را از سیستم خالی نمایید. سیستم کارکرد را دوباره کنترل کنید.	محلول بیشتر از آنچه آدپتور یا سرسیمپلر می‌تواند برداشت کند مکش یا اسپری شده است.	صفحه نمایش «خطای پر بودن حجم» را نشان می‌دهد.
از تناسب نوع سرسیمپلر طراحی شده برای روش کار اطمینان حاصل نمایید.	سر سوزن مورد استفاده برای برنامه انتخابی مناسب نیست.	صفحه نمایش «خطای انتخاب سرسیمپلر» را نشان می‌دهد.
سرسمپلر را با مشخصات یکسان جایگزین سازید.	سرسمپلر معیوب است.	

### تعاریف پایه

محیط کشت. محیط مایع یا جامد که برای فعالیت‌های بالینی کاربرد دارد. این محیط‌ها برای رشد و شناسایی پاتوژن‌ها که توانایی ایجاد بیماری را دارند و همچنین اهداف دیگر کاربرد دارند.

قسمت توزیع گر (آدپتور).<sup>۱</sup> ابزاری که به توزیع گر، وصل می‌شود و برای توزیع یک محلول کاربرد دارد. با توجه به حجم توزیع شده، و مشخصات محلول مورد استفاده اندازه و شکل‌های مختلفی دارد.

ظرف‌های محیط کشت.<sup>۲</sup> ظرف‌های کم عمق از شیشه یا پلاستیک که برای کشت پاتوژن‌ها در آزمایشگاه کاربرد دارد.

مخلوط کردن.<sup>۳</sup> افزودن یک ماده که واکنش شیمیایی ایجاد نمی‌کند. در یک مخلوط همگن، ترکیب و ظاهر باید یکنواخت باشد.

1. Dispensing Element(Adaptor)

2. Petri Dish

3. Mix

# فصل ۱۱



## اسپکترومتر

۳۶۴۱۱	۳۶۴۱۱	۳۶۴۱۱	کد GMDN
۱۵-۰۸۴	۱۵-۰۸۳	۱۵-۰۸۲	کد ECRI
اسپکتروفتوومتر، ماوراء بنسن، مرئی	اسپکتروفتوومتر، ماوراء بنسن	اسپکتروفتوومتر، ماوراء بنسن	نام‌گذاری

### موارد استفاده از دستگاه

در آزمایشگاه اسپکتروفتوومتر برای تعیین و میزان غلظت یک ماده در محلول کاربرد دارد و بنابراین با روش‌های اسپکتروفتوومتری می‌توان نمونه را مورد تجزیه و تحلیل کمی و کیفی قرارداد.

### اصول عملکرد

به عنوان یک اصل پایه، نور نوعی از انرژی الکترومغناطیسی درنظر گرفته‌می‌شوند. سرعت ثابت نور در فضا  $[C]$ ، تقریباً  $3 \times 10^8 \text{ m/s}$  است. سرعت نور در صورت عبور از هر محیط شفاف دیگر، کمی کاهش می‌یابد و از معادله زیر می‌توان سرعت آن را به دست آورد:

$$v_0 = \frac{C}{n}$$

به طوری که:

$v_0$  = سرعت نور ورودی از هر محیط یا وسیله  
 $n$  = شاخص بازتاب: که مقدار عددی آن معمولاً بین  $1/5$  تا  $1/10$  می‌باشد.

اسپکتروفتوومتر برگرفته از واژه لاتین *spectrum* به معنای «تصویر» و واژه یونانی *photos* یا *photo* به معنای «نور» است. اسپکتروفتوومتر یکی از دستگاه‌های اصلی طراحی شده برای پژوهش و تشخیص است که در آن از ویژگی‌های نور و تداخل آن با سایر مواد استفاده می‌شود. به طور کلی نور یک لامپ با مشخصات خاص از ابزاری عبور می‌کند که طول موج مشخصی را جدا و از نمونه عبور می‌دهد. شدت نور خروجی با شدت نور ورودی مقایسه شده و میزان عبور نور<sup>1</sup> که به عواملی مانند غلظت نمونه بستگی دارد، محاسبه می‌شود.

### تصویر اسپکتروفتوومتر

یک اسپکتروفتوومتر معمولی



1. Transmittance

با توجه به برخورد نور و ماده، شکل ۲۷ در توضیح پیچیدگی پدیده‌ای که رخداد می‌دهد، کمک می‌کند.

شکل ۲۷ نشان می‌دهد که نور ورودی  $[I_0]$  می‌تواند تغییر حالت‌های متعددی پیدا کند؛ می‌تواند منعکس (بازتاب) شود  $[Ir]$ ، عبور کند  $[It]$ ، پخش شود یا جذب شود و یا مستقیماً به صورت فلئورسانس<sup>۸</sup> ساطع شود  $[If]$ . اساس کار اسپکتروفوتومترها اصولاً بر جذب و عبور نور استوار است. برای درک این موضوع قانون بیرون - لامبرت را مرور می‌کنیم.

قانون بیرون - لامبرت به عنوان «قانون بیرون» و یا «قانون بیرون - لامبرت بوگر<sup>۹</sup>» نیز معروف است. این قانون رابطه بین غلظت نمونه و شدت نوری که از آن عبور می‌کند را نشان می‌دهد. با توجه به این قانون، دو حالت وجود دارد: عبور کردن  $[T]$ <sup>۱۰</sup> و جذب کردن  $[A]$ <sup>۱۱</sup>.

عبور  $[T]$ : بخشی از نور ورودی با طول موج مشخص است که از داخل نمونه عبور می‌کند.

$$T = \frac{I_t}{I_0}$$

به طوری که:

$$I_t = \text{شدت نور عبور کرده} (\text{خرجی})$$

$$I_0 = \text{شدت نور اولیه} (\text{ورودی})$$

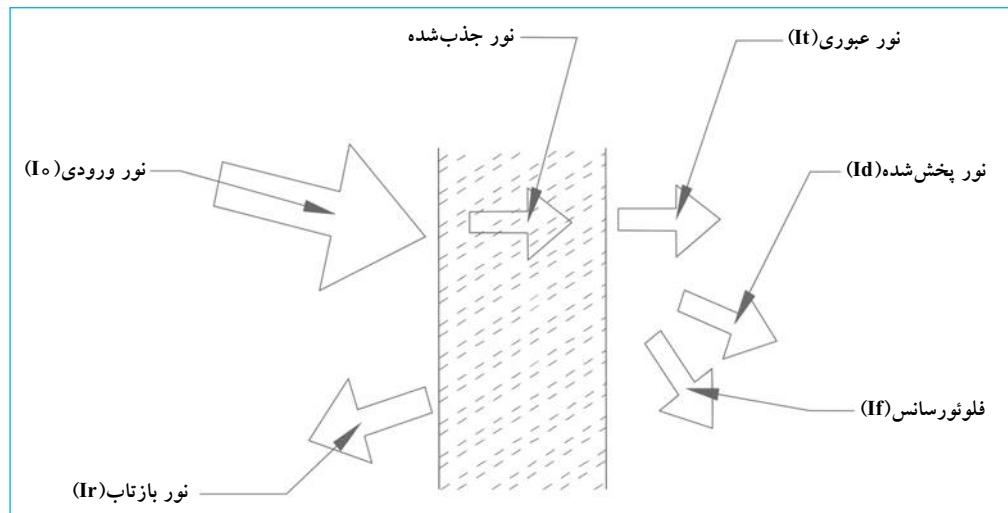
انرژی الکترومغناطیسی طیف وسیعی از طول موج‌ها را دارد که در جدول ذیل به برخی از آنها اشاره شده است:

نوع انرژی الکترومغناطیسی	گستره طول موج
امواج رادیویی	از چند متر تا چند کیلومتر
امواج رادار	از ۱ تا ۱۰ سانتی‌متر
امواج مادون قرمز	از ۱ تا ۱۰ میکرومتر ( $10^{-6} \text{m}$ )
نور مرئی	از ۳۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر
پرتوهای X	از ۰/۱ تا ۰/۵ آنگستروم
پرتوهای گاما	قریباً ۰/۰۰۱۲ آنگستروم

درنتیجه عبور یا برخورد نور با محیط‌های مختلف یکی از پدیده‌های زیر اتفاق می‌افتد: بازتاب، انکسار (شکست)، تجزیه، جذب، پخش<sup>۵</sup>، پلاریزه شدن<sup>۶</sup>، و پدیده‌های دیگری که با دستگاه‌ها و وسائل مختلف اندازه‌گیری می‌شود. جدول زیر محدوده طول موج‌های دیگر را نشان می‌دهد که در آزمایش‌های اسپکتروفوتومتری استفاده می‌شوند.

طیف نور	گستره طول موج
ماوراء بنسن	۱۰-۲۰۰ نانومتر
ماوراء بنسن نزدیک	۲۰۰-۲۸۰ نانومتر
نور مرئی	۳۸۰-۷۸۰ نانومتر
مادون قرمز نزدیک	۷۸۰-۳۰۰۰ نانومتر
مادون قرمز میانی	۳۰۰۰-۲۰۰۰۰ نانومتر
مادون قرمز دور	۳۰۰۰۰-۳۰۰۰۰ نانومتر

شکل ۲۷. برخورد نور با ماده



1. Reflection
2. Refraction
3. Diffraction

4. Absorption
5. Diffusion
6. Polarization

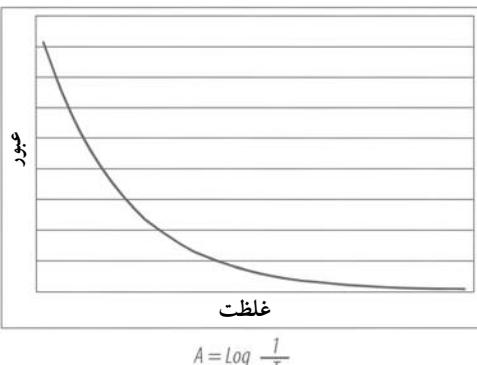
7. Transmittance
8. Fluorescence
9. Beer Lambert Bouguer's law

10. Transmittance
11. Absorbance

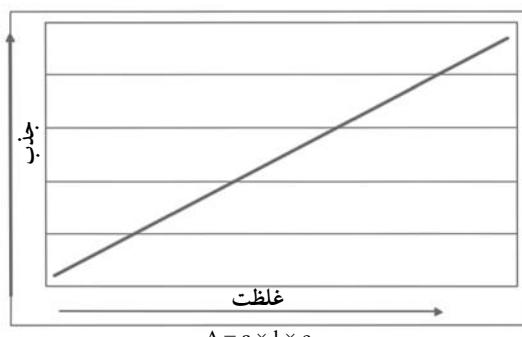
## فصل ۱۱ اسپکترومتر

منحنی های ارائه شده در زیر نمایانگر مدلی است که چطور مقدار جذب  $[A]$  و عبور نور  $[T]$  در اثر غلظت  $[C]$  براساس قانون بیر تغییر می کند.

منحنی عبور نور



منحنی جذب



به طور خلاصه، با افزایش غلظت نمونه، میزان عبور نور کم و جذب بیشتر می شود.

خطی بودن قانون بیر - لامبرت تحت تاثیر شرایط زیر قرار می گیرد:

۱. تغییر تعادل شیمیایی نمونه در نتیجه تغییر غلظت.
۲. تغییر ضریب جذب، در غلظت های بالاتر از  $10^{-1}$  مول در ماده به دلیل تداخل الکتروستاتیکی بین مولکول های مجاور.
۳. تغییر ضریب انکسار در غلظت های بالای نمونه.
۴. پخش نور به علت وجود ذرات در نمونه.
۵. فلوئورسانس یا فسفرسانس<sup>۱</sup> نمونه.
۶. تابش غیر تکرنگ<sup>۲</sup>.

در صد میزان عبور نور  $[\%T]$  از فرمول زیر محاسبه می شود:

$$\%T = \frac{I_t}{I_0} \times 100$$

تعداد مولکول های جاذب نور در یک نمونه متناسب با میزان جذب آن در نمونه است و به صورت رابطه ریاضی زیر بیان می شود:

$$A = \varepsilon \times l \times c$$

به طوری که:

$A =$  جذب قابل اندازه گیری نور

$\varepsilon =$  ضریب جذب [Litres/mol.cm]

$l =$  طول مسیر عبور نور در نمونه

$c =$  غلظت نمونه [mol/Litres]

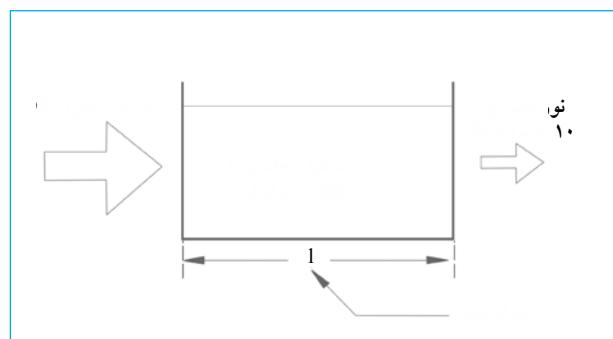
رابطه بین جذب نور  $[A]$  و عبور  $[T]$  آن با معادله زیر نشان

داده می شود:

$$A = \log_{10} \frac{1}{T} = \log_{10} \frac{I_0}{I_t} = \log_{10} 10^{\varepsilon \times c \times l} = \varepsilon \times c \times l$$

طرح زیر پدیده جذب را توضیح می دهد:

شکل ۲۸. پدیده جذب



1. Phosphorescence

2. Non-monochromatic

شبکه انکسار یا انتقال<sup>۲</sup> باشد) و یک خروجی برای انتخاب طول موجی که به نمونه تابیده می‌شود. شبکه انکسار این مزیت را دارد که انوار غیرخطی را حذف می‌کند و به تغییرات دما نیز حساس نیست.

### محفظه نمونه

این قسمت برای نگهداری نمونه مورد آزمایش است، مدل‌های مختلفی در شکل و حجم‌های متفاوت برای انواع اسپکتروفتومترها و به نام‌های کووت، میکروسیل، میکروپلیت، لوله آزمایش و غیره موجود است. در اسپکتروفتومترهای معمولی، محفظه نگهدارنده نمونه، کووت به شکل مکعب مستطیل است. کووت‌های شیشه‌ای در محدوده ۳۴۰ نانومتر تا ۱۰۰۰ نانومتر و انواع دیگر که از سیلیس ساخته شدند در محدوده نور مرئی تا ۳۴۰ نانومتر تا ۲۲۰ نانومتر قابل استفاده هستند. همچنین، نوع پلاستیکی و یکبار مصرف این کووت‌ها از جنس استایرین<sup>۳</sup> یا پلی‌استایرین<sup>۴</sup> (مانند میکروپلیت) نیز وجوددارد.

### سیستم آشکارساز

این سیستم می‌تواند با استفاده از تقویت‌کننده‌هایی مانند فتوسل‌ها<sup>۵</sup>، فتوتیوب‌ها<sup>۶</sup> و فتوایرودها<sup>۷</sup> یا فتوملتی‌پیلرهای<sup>۸</sup> بسته به گستره طول موج، حساسیت و سرعت لازم طراحی شود. سیستم آشکارساز آن بخشی از نور که از نمونه ساطع می‌شود و جذب نشده است را به سیگنال الکتریکی متناسب با انرژی دریافت شده تبدیل می‌کند. این سیگنال الکتریکی تقویت شده و در صفحه نمایش به صورت عددی آشکار می‌شود. در جدول صفحه بعد خلاصه‌ای از معایب و مزایای سیستم‌های آشکارساز ذکر شده است.

### سیستم خوانشگر

سیگنالی که از آشکارساز خارج می‌شود، تا زمانی که شدت آن متناسب با درصدی از نسبت مقدار عبور/جذب است تقویت شده و انتقال می‌یابد. دو نوع سیستم خوانشگر وجود دارد:

### اجزای اسپکتروفتومتر

شکل ۲۹ ارتباط بین اجزای مختلف یک اسپکتروفتومتر را نشان می‌دهد. مهم‌ترین آنها عبارت است از:

۱. منبع نور
۲. منوکروماتور یا تکرنگساز
۳. محفظه نمونه
۴. سیستم آشکارساز
۵. سیستم خوانشگر

موارد فوق قسمت‌های اساسی یک اسپکتروفتومتر هستند و تکنولوژی پیشرفته مدل‌های جدید اسپکتروفتومترها را شامل نمی‌شوند. خلاصه‌ای از این موارد در شکل ۲۹ نشان داده شده است.

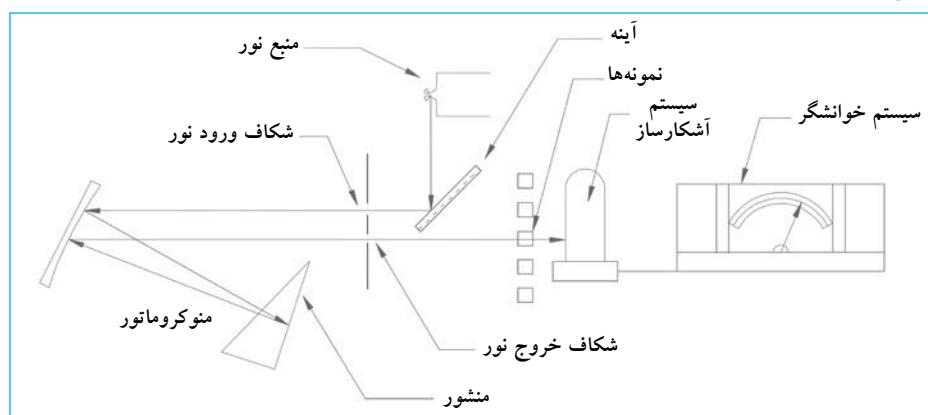
### منبع نور

منبع نور با توجه به نوع اسپکتروفتومتر می‌تواند لامپ تنگستن برای نور مرئی یا لامپ دئوتریم<sup>۱</sup> برای نور ماوراء بنقش باشد. بعضی سازندگان اسپکتروفتومترهایی با لامپ نئون طراحی کرده‌اند که توانایی ساطع کردن نور از طیف مرئی تا ماوراء بنقش را دارد. این لامپ‌ها طوری طراحی شده‌اند که در زمان کاربری و یا تعویض لامپ تنظیمات نوری و کانون آنها تغییر نمی‌کند. انرژی تابشی که به وسیله یک لامپ تنگستن ساطع می‌شود، بین ۲۶۰۰ تا ۳۰۰۰ درجه کلوین است.

### منوکروماتور یا تک رنگ‌ساز

منوکروماتور یک مجموعه مشکل از چند ماده است که نور سفید را به موج‌هایی با طول موج متفاوت تبدیل می‌کند. یک طول موج برای قرائت غلظت نمونه کاربرد دارد. منوکروماتور معمولاً مشکل از اجزای زیر است: یک شکاف که نور تولید شده به وسیله منبع نور را به یک سطح معین محدود می‌کند، مجموعه‌ای از آینه‌ها برای عبور نور از سیستم نوری، یک جز برای جداسازی طول موج‌های پرتو نور (ممکن است منشور و یا

شکل ۲۹: اجزای اسپکتروفتومتر



1. Deuterium

2. Diffraction or Transmission Grating

3. Styrene

4. Polystyrene

5. Photocells

6. Phototubes

7. Photodiodes

8. Photomultipliers

## فصل ۱۱ اسپکترومتر

### مزایا و معایب سیستم‌های آشکارساز متداول

معایب	مزایا	سیستم
محدوده طول موج محدود بین ۴۰۰ تا ۷۵۰ نانومتر.	مقرر به صرفه	فتوسل یا سلول‌های نوری
حساسیت کم	کوچکبودن	
به تغییرات شدت نور به کندی پاسخ می‌دهد.	متحرک(دینامیک) <sup>۱</sup>	
فرسode می‌شود.	به منع انرژی یا تقویت کننده سیگنال، نیاز ندارد.	
سیگنال واپسیه به دما است.		
متناسب به دمای محیطی که در آنجا راهاندازی شده است به کالیبراسیون نیاز دارد.	بین طول موج ۱۹۰ تا ۶۵۰ نانومتر یا ۶۰۰ تا ۱۰۰۰ نانومتر کاربرد دارد.	
درنتیجه روشنایی زیاد فرسode می‌شود.		فتوتیوب یا لوله‌های نوری
	قسمت‌های متحرک مکانیکی ندارد.	فتودیود یا دیودهای نوری
	دستیابی به داده‌های طیفی هم‌زمان است.	
	محدوده دینامیکی وسیع دارد.	
	تکرارپذیری در طول موج‌ها بسیار خوب است.	
نفوذ روشنایی روز در زمانی که در حال فعالیت است، سبب سوختن آن می‌شود.	حساسیت بیشتر نسبت به فتوسل و فتوتیوب دارد.	فتوملتی‌پلیر یا چندلایه‌ساز نوری
بسیار گران است.	در محدوده وسیع تری از طول موج‌ها کار می‌کند.	
به منع ولتاژ بالا نیاز دارد.	پاسخ سریع به تغییرات شدت نور دارد.	
فقط در اسپکترومترهای خاص کاربرد دارد.	مانند فتوسل کهنه نمی‌شود.	
	می‌توان در محدوده طیفی ماوراء بینش تا نور مرئی (محدوده طول موج ۱۹۰ تا ۹۰۰ نانومتر) با حساسیت خوب ساخت.	

### نگهداری اسپکتروفوتومتر

اسپکتروفوتومترهای دستگاه‌های بسیار تخصصی و گران‌قیمتی هستند. درستی کارکرد آنها تا حد زیاد به روش راهاندازی و استفاده بستگی دارد. همچنین دستگاه به شرایط محیط کار و کیفیت برق مورد استفاده وابسته است. نگهداری معمول برای این دستگاه‌ها متفاوت است، و اقداماتی نظیر نظافت دقیق اجزا تا انجام روش‌های اجرایی تخصصی توسط مهندسین یا تکنیسین‌ها با توصیه اطلاعات فنی مربوط به مدل‌های مختلف دستگاه انجام می‌گیرد. انجام دستورالعمل سازنده و استفاده صحیح، مدت فعالیت دستگاه را افزایش می‌دهد. در مدل‌های جدید، سازنده‌گان، سیستم خودکار برای کالیبراسیون و تصدیق را در دستگاه‌ها طراحی کرده‌اند. در این فصل توصیه‌های مربوط به نگهداری عمومی گروه وسیعی از اسپکتروفوتومترها ارائه شده است. نگهداری تخصصی این دستگاه‌ها برای هر مدل خاص تنها براساس توصیه‌های سازنده می‌تواند انجام گیرد. روش نگهداری اسپکتروفوتومتر و تواتر کترل‌های لازم به طور تقریبی به شرح زیر است:

نوع عقربه‌ای<sup>۲</sup>: در این نوع نتایج از روی صفحه عقربه‌ای خوانده می‌شود و دقت قرائت در میان عوامل دیگر، به تعداد تقسیم‌بندی مقیاس بستگی دارد (هر چه تعداد تقسیم‌بندی بیشتر باشد، دقت بیشتر است). در این خوانشگر امکان بروز خطأ در قرائت به علت خستگی کاربر و یا عدم شناسایی صحیح مقیاس بالا است.

نوع دیجیتالی<sup>۳</sup>: نتایج روی صفحه نمایشگر به صورت عدد و حرف نشان داده می‌شود. درنتیجه خطای قرائت در آنها کمتر است.

### الزامات نصب و راهاندازی

برای عملکرد صحیح یک اسپکتروفوتومتر رعایت نکات زیر ضروری است:

۱. منع تغذیه الکتریکی که مطابق با استانداردهای ملی کشور باشد. در قاره امریکا ولتاژ ۱۱۰ V و فرکانس ۶۰ Hz معمولاً استفاده می‌شود. در دیگر کشورهای جهان ولتاژ ۲۲۰-۲۳۰ V و فرکانس ۵۰-۶۰ Hz است.

۲. محیط تمیز و عاری از گرد و غبار.

۳. میز کار محکم و پایدار و دور از تجهیزاتی که ارتعاش ایجاد می‌کنند، مانند سانتریفوژ و همزن.

1. Robust      2. Ahalogous Reading Systems or Meters  
3. Digital Reading Systems

## از زیبایی فیزیکی دستگاه

### توانتر: هر ۶ ماه

نمای ظاهری اسپکتروفوتومترها باید برای اطمینان از سالم بودن اجزا با توجه به توصیه‌های سازنده ارزیابی شود. مهم‌ترین این ارزیابی‌ها شامل موارد زیر است:

۱. از مناسب بودن میزی که دستگاه روی آن قرار گرفته است، مطمئن شوید.
۲. ساختار کلی دستگاه را کنترل نمایید. از محکم بودن دکمه‌ها، سوچیج‌های کنترل، دریچه‌های مکانیکی و برجسب شناسایی صحیح آنها اطمینان حاصل نمایید.
۳. از تمیز بودن لوازم جانبی، ترکنداشتن و عملکرد مناسب و خوب آنها مطمئن شوید.
۴. از تنظیمات مکانیکی اجزا مانند (پیچ، مهره و غیره) و شرایط مناسب آنها اطمینان حاصل نمایید.
۵. از سلامت سیم‌های اتصال الکتریکی و عدم وجود شکاف و سوراخ در آنها مطمئن شوید. از اتصال خوب، عدم گسیختگی و شکاف در رابطه‌های الکتریکی اطمینان حاصل نمایید.
۶. مطمئن شوید که سطوح عایق کاری کابل‌های برق نشانه‌های فرسودگی و مستهلك بودن را ندارند.
۷. اطمینان حاصل کنید که گرد و خاک، خوردگی، آلودگی و استهلاک در مسیر اتصال کابل‌های دستگاه وجود ندارد.
۸. از استاندارد بودن سیم زمین (داخلی و خارجی)، نوع و عملکرد مناسب و اتصال صحیح آن به دستگاه مطمئن شوید.
۹. مطمئن شوید که سوچیج مدارها، کلیدهای قطع برق، جعبه فیوز و نشانگرها عاری از گرد و خاک هستند.
۱۰. اجزای الکتریکی خارجی دستگاه را از نظر وجود گرمای بیش از حد کنترل کنید.

## نگهداری عمومی

### نظافت مواد پاشیده شده

در صورت نشت مواد به محفظه نگهداری نمونه، مراحل زیر را برای تمیز کردن، انجام دهید:

۱. دستگاه را خاموش کنید و کابل برق را از پریز بکشید.
  ۲. از سرنگ برای تمیز کردن محفظه استفاده نمایید و تا حد امکان محلول را از محفظه خارج نمایید.
  ۳. محفظه نگهداری نمونه را با پارچه نرم کتان خشک کنید.
  ۴. پنجره فتوسل را با پارچه نرم یا کاغذ لنز تمیز کنید.
  ۵. قسمت خارجی دستگاه را با پارچه نرم و آغشته به آب تمیز نمایید.
- این نظافت شامل صفحه نمایش، صفحه کلید و کنترل‌ها است.

## از زیبایی محیط نصب دستگاه

### توانتر: سالانه

محیطی که دستگاه در آنجا نصب شده است، باید بررسی شده و به لحاظ الکتریکی مورد ارزیابی قرار گیرد تا سلامت کاربری تضمین شود. این بررسی شامل ارزیابی وضعیت الکتریکی و ارزیابی فضای اختصاص داده شده به دستگاه در هنگام نصب اسپکتروفوتومتر (زیر ساخت فیزیکی) می‌شود.

## از زیبایی نحوه نصب الکتریکی

این اقدام جهت ایجاد اطمینان از موارد زیر باید انجام گیرد:

۱. یک خروجی یا پریز با سیم زمین موجود باشد.
۲. پریز باید در شرایط خوب بوده و طول سیم اتصال آن بیشتر از ۱/۵ متر تا دستگاه نباشد.
۳. ولتاژ باید مناسب بوده و بنا به توصیه سازنده نباید بیشتر از ۵٪ نوسان داشته باشد.
۴. قطبیت پریز صحیح باشد.

این آزمایش‌ها باید توسط یک تکنسین و یا مهندس برق انجام شده و نتایج برای مراحل بعدی ارزیابی ثبت شوند.

## محل نصب و راه اندازی

۱. برای رعایت موارد زیر مطمئن شوید که اطراف اسپکتروفوتومتر فضای خالی وجود دارد:

- الف) عبور آسان و بدون مانع سیم‌های رابط و سایر اجزا و دستگاه‌های پشتیبان مانند ثبیت کننده و لثاث.
- ب) برقراری جریان تهویه مناسب دستگاه در زمان کار.
۲. از سلامت، تمیز و شرایط فیزیکی مناسب کنترل برق مطمئن شوید.

۳. مطمئن شوید دستگاهی مانند سانتریفوژ که ارتعاش ایجاد می‌کند، در نزدیک دستگاه اسپکتروفوتومتر قرار نگرفته است.

۴. دمای مناسب اتاق برای عملکرد این دستگاه‌ها بین ۱۰–۴۰°C است. رطوبت زیاد، گرد و خاک و یا حرارت بالا برای کار کرد صحیح دستگاه مناسب نیست.

۵. از راه اندازی و نصب دستگاه در محلی که نور مستقیم خورشید وجود دارد، پرهیزید.

۶. دستگاه را در محلی که میدان‌های مغناطیسی، و یا تشعشع قوی الکترومغناطیسی وجود دارد، نصب نکنید.
۷. در محل نصب نباید بخار و مواد خورنده<sup>۱</sup> وجود داشته باشد.

۱. Corrosive

## فصل ۱۱ اسپکترومتر

۱. اسپکتروفتوومتر را خاموش کنید.
۲. کابل اتصال به منبع تغذیه الکتریکی را قطع کنید.
۳. پیچ بالای محفظه لامپ را باز کنید.
۴. پیچی که لامپ را ثابت و محکم نگه می دارد، باز کنید.
۵. پیچ هایی که سیم برق را به لامپ متصل می کند، باز کنید (در بعضی مدل ها، این کار ممکن است، لازم نباشد؛ چون کابل برق مستقیم به انتهای لامپ متصل می شود).
۶. لامپ جدید با ویژگی های لامپ اصلی را جایگزین کنید. از دستگاه برای تعویض لامپ استفاده کنید تا اثر انگشت روی سطح لامپ باقی نماند.
۷. کابل برق را دوباره به لامپ متصل نمایید.
۸. پیچ هایی که لامپ را جای خود نگه می دارد، ببندید.
۹. پیچ هایی که در محفظه لامپ را محکم می کند، ببندید.
۱۰. دستگاه را دوباره به منبع تغذیه الکتریکی وصل نمایید.
۱۱. کلید را روشن کنید و مراحل کالیبراسیون توصیه شده توسط سازنده را دوباره انجام دهید.

### اقدامات پیشگیرانه

- این اقدامات باید با توصیه های سازنده درمورد نحوه نگهداری معمول و تواتر آن مطابقت داشته باشد. مجموعه ای از مراحل رایج که در آزمایشگاه قابل اجرا است عبارتند از:
۱. سطوح خارجی اسپکتروفتوومتر شامل کنترل ها، و صفحه نمایش را تمیز کنید. این کار با استفاده از یک پارچه تمیز و نرم که به آب مقطر آگشته است، انجام می شود.
  ۲. کابل برق را بازبینی و تمیز کنید.
  ۳. از سالم و تمیز بودن لامپ اطمینان حاصل کنید. در غیر این صورت، لامپ را (باتوجه به مشخصات لامپ اولیه) تعویض کنید. در اسپکتروفتوومترهای مدل جدید، وضعیت و کارکرد لامپ به صورت خودکار به وسیله نرم افزاری که عملکرد و شرایط دستگاه را کنترل می کند، مشخص می شود. استفاده از این نرم افزار، تعیین زمان تعویض لامپ را آسان می کند. پس از تعویض لامپ، تنظیمات بعدی توصیه شده توسط سازنده را انجام دهید.
  ۴. شرایط فیوز محافظ را کنترل کنید. قبل از باز کردن محفظه فیوز مطمئن شوید که اسپکتروفتوومتر خاموش و اتصالات فیوز تمیز است. اگر لازم است، فیوز را با یک فیوز جدید که مطابق توصیه های سازنده است، جایگزین سازید.
  ۵. دستگاه را در «وضعیت فعل» قرار دهید.

### نظافت کووت های کوارتنز

مراحل زیر برای نگهداری کووت های کوارتنز در شرایط مناسب توصیه شده است:

۱. کووت ها را با محلول قلیایی ریقیشده مانند محلول NaOH ۰/۱ مولار و یک اسید ریقیق مانند محلول HCl ۰/۱ مولار شستشو دهید.
۲. با آب مقطر چند بار کووت ها را شستشو دهید. همیشه از کووت های تمیز برای اندازه گیری میزان جذب استفاده کنید.
۳. اگر نمونه هایی که استفاده می کنید، در کووت رسوب ایجاد می کند، مراحل تمیز کردن آنها را با دقت بیشتری انجام دهید. بعضی سازنده ها استفاده از شوینده های خاص را برای این منظور پیشنهاد می کنند.

### تعویض باتری

در مدل های مختلفی از اسپکتروفتوومتر برای ذخیره اطلاعاتی مانند تاریخ و زمان آزمایش از باتری استفاده می شود. مراحل تعویض باتری نیز مانند تجهیزات دیگر بوده و عبارت است از:

۱. علامت (شارژ کم باتری) روی صفحه نمایش را کنترل کنید.
۲. اسپکتروفتوومتر را خاموش کنید.
۳. کابل اتصال به منبع تغذیه الکتریکی را قطع کنید.
۴. باتری های کهنه را از محفظه باتری درآورید.
۵. محل اتصال برق را تمیز کنید.
۶. باتری های جدید که دارای مشخصات یکسان با باتری اصلی هستند را جایگزین کنید.
۷. در محفظه را ببندید.
۸. دستگاه را دوباره به منبع تغذیه الکتریکی (پریز) وصل کنید.
۹. تاریخ و زمان را دوباره تنظیم نمایید.

### تعویض لامپ دستگاه

لامپ یک جزء مصرفی با طول عمر محدود است و باید زمان تعویض آن را از قبل پیش بینی کرد. دلایلی مانند سوختن، رسوب فلز روی سطح داخلی لامپ و تبخیر سبب می شود نور ساطع شده از لامپ با ویژگی های ذکر شده دستگاه مطابقت نداشته باشد. مراحل تعویض لامپ بسته به مدل های مختلف دستگاه متفاوت است و باید به توصیه های سازنده توجه شود. مراحلی که در تمام مدل ها برای این کار مشترک است عبارت است از:

۱. از وجود نقص و یا سوختن لامپ اطمینان حاصل نمایید. در دستگاه های مدل جدید، در صفحه نمایش یک علامت یا کد خطای ظاهر می شود که نشان دهنده سوختن لامپ است. در مدل های قدیم نوری از لامپ ساطع نمی شود.

## کتاب راهنمای نگهداری و تجهیزات آزمایشگاهی

- از ظرف‌های شیشه‌ای دارای ترکیبات اکسیدسدیم خودداری کنید، چون این ترکیب درنتیجه تماس طولانی با محلول استاندارد جذب محلول شده و نتایج نادرست ایجاد می‌کند.
۷. با احتیاط کووت‌های شیشه‌ای را پس از استفاده تمیز نمایید و از کووت‌هایی که روی سطوح خارجی آنها خراشیدگی دارد، استفاده نکنید.
۸. از معرف‌های با کیفیت مطلوب استفاده کنید. محلول‌های با کیفیت پایین، حتی در غلظت‌های بسیار کم آلودگی ایجاد می‌کنند. آب یا محلول‌هایی که برای رقیق‌سازی استفاده می‌شود، باید عاری از ناخالصی باشند.
۹. اطمینان حاصل کنید که نمونه‌ها یا استانداردها کووت گاز<sup>۱</sup> تولید نمی‌کنند.
۱۰. در نظر داشته باشید که تمام مواد از «قانون بیر» تبعیت نمی‌کند. آزمایش خطی بودن را در محدوده غلظت‌های مورد نظر انجام دهید. یک سری محلول استاندارد در غلظت‌های بالا تهیه و نتایج را به دست آورید. مواردی که «قانون بیر» را تحت تأثیر قرار می‌دهند عبارت است از:
- الف) غلظت بالای محلول درنتیجه مشارکت مولکولی بون‌های موجود.
- ب) تفاوت میزان آبگیری<sup>۲</sup> در غلظت‌های کم که طبیعت کمپلکس‌های یونی را تغییر می‌دهد.
- ج) در مواردی که میزان جذب با «قانون بیر» مطابقت ندارد با استفاده از استانداردهای مشخص نموداری رسم کنید (نمودار جذب در برابر غلظت)، و غلظت نمونه مجھول را از نمودار به دست بیاورید.

۶. کلید «روشن» را فعال و ۵ دقیقه زمان برای گرم شدن دستگاه در نظر بگیرید و از موارد زیر مطمئن شوید:
- الف) چراغ و عقربه نشانگر کار می‌کنند.
- ب) صفحه نمایش عدد صفر را نشان می‌دهد.
- ج) منبع نوری کار می‌کند.
۷. جریان برق را در موقعیت‌های روشن و خاموش کلید بررسی نمایید.
- الف) از سیم زمین و قطبیت صحیح آن اطمینان حاصل نمایید.
- ب) از قطبیت صحیح بدون سیم زمین اطمینان حاصل نمایید.
- ج) از قطبیت معکوس بدون سیم زمین اطمینان حاصل نمایید.
۸. پانل جلو در دستگاه را با توجه به توصیه‌های سازنده کالیبر کنید.
۹. دقت و حساسیت دستگاه را تعیین نمایید.
۱۰. آزمایش خطی بودن را (براساس قانون بیر) انجام دهید.
۱۱. اسپکتروفوتومتر را به وضعیت اولیه برگردانید (چنانچه کالیبراسیون با موفقیت کامل انجام شده است).

## روش استفاده مناسب از اسپکتروفوتومتر

۱. اسپکتروفوتومتر را در هر نوبت استفاده کالیبر نمایید.
۲. در طول زمان اندازه گیری محفظه نمونه را بسته نگهدارید.
۳. از استفاده مجدد کووت‌های یکبار مصرف خودداری کنید.
۴. در طول موج پایین‌تر از ۳۱۰ نانومتر فقط از کووت‌های کوارتز استفاده کنید.
۵. اگر از حللاهای آلی استفاده می‌کنید، از کووت‌های پلاستیکی استفاده نکنید.
۶. برای تهیه محلول‌های استاندارد از لوازم شیشه‌ای از جنس سیلیکات بور و با کیفیت بالا استفاده کنید. در صورت امکان،

1. Degas

2. Hydration

## جدول مشکل‌یابی

اسپکتروفوتومترهای خودکار<sup>۱</sup>

مشکل	علت محتمل	راه حل
در دستگاه جریان الکتریکی وجود ندارد.	کلید روشن/ خاموش در وضعیت خاموش است. کابل برق به خوبی متصل نیست.	کلید را به وضعیت روشن تغییر دهید. کابل برق را محکم نمایید.
دکمه‌های صفحه کلید کار نمی‌کند.	مرحله آماده‌سازی دستگاه کامل نیست. در مرحله شروع «یک انتخاب اشتباه» فعال شده است.	از سیستم بر قر رسانی و بر قراری مکانیسم‌های ایمنی، اطمینان حاصل نمایید. دستگاه را خاموش و دوباره روشن کنید.
صفحه نمایش به سختی خوانده می‌شود.	آماده‌سازی دستگاه کامل صورت نگرفته است. کابل رابط متصل نیست.	دستگاه را خاموش و دوباره روشن کنید. اتصالات را کترل کنید.
صفحه نمایش به سختی خوانده می‌شود.	کنترل رنگ زمینه خوب تنظیم نشده است. لامپ زمینه سوخته است.	کنترل رنگ زمینه را تنظیم نمایید. از مهندس سرویس کمک بگیرید.
چاپگر قفل کرده است.	یک برگ کاغذ در چاپگر گیر کرده است.	با گیره کوچک کاغذ را خارج نمایید. دستگاه را خاموش و کاغذ را درآورید و دوباره روشن نمایید.
کاغذ چاپگر به صورت خودکار حرکت نمی‌کند.	کاغذ چاپگر به طور نادرست جاگذاری شده است. لبه جلو کاغذ تاخورده و یا تنظیم نیست.	دستگاه را خاموش و کاغذ را در دوباره جاسازی کرده و لبه کاغذ را ببرید.
کووت داخل محفظه نگهداری نمونه قرار نمی‌گیرد.	کنترل حرکت کاغذ در سینی عمل نمی‌کند. از کووت با اندازه صحیح استفاده نشده است.	از مهندس سرویس کمک بگیرید. از کووت هایی که اندازه آنها براساس توصیه‌های سازنده انتخاب شده، استفاده نمایید.
نتایج قرائت شده عدد ثابتی نیست و تغییر می‌کند.	سیستم تنظیم کننده کووت صحیح قرار نگرفته است.	تنظیمات محل کووت را تصویب نمایید.
نتایج مقادیر منفی دارند و جذبی وجود ندارد.	نمونه در کووت وجود ندارد. کووت صحیح جاسازی نشده است.	از عدم خراشیدگی در سطوح کووت اطمینان حاصل نمایید. از اینکه داخل کووت ذرات معلق وجود ندارد، مطمئن شوید.
نتایج مقادیر منفی دارند و جذبی وجود ندارد.	طول موج را در محدوده اندازه‌گیری تنظیم نمایید.	سطح عبور نور در کووت را با دستمال تمیز پاک کنید. از انتخاب صحیح محدوده کاری برای نمونه مورد نظر اطمینان حاصل نمایید.
	دستگاه اشتباہی به جای محلول بلانک با نمونه کالیبر شده است.	نمونه را در کووت بریزید. از جهت صحیح دیواره‌های کووت اطمینان حاصل نمایید.

### اسپکتروفوتومترهای غیرخودکار<sup>۱</sup>

مشکل	علت محتمل	راه حل
منبع نور روشن نمی‌شود.	رشته‌های لامپ شکسته‌اند و لامپ سوخته است.	لامپ را تعویض نمایید.
نتایج روی صفحه نمایش یا گالوانومتر پایین است.	فیوز اینمی سوخته است.	لامپ را تعویض نمایید.
مدار تقویت کننده معیوب است.	در رشته‌های لامپ مقاومت وجود دارد.	لامپ را تعویض نمایید.
اندازه‌گیری‌ها نایاب‌دار است.	ولتاژ صحیح نیست.	از وجود ولتاژ صحیح و منبع تغذیه اطمینان حاصل نمایید.
نتایج روی صفحه نمایش یا گالوانومتر پایین است.	منبع نور معیوب است.	لامپ را تعویض نمایید.
مدار تقویت کننده معیوب است.	فتولس را تمیز و یا تعویض نمایید.	مدار تقویت کننده را تعویض و یا تعمیر نمایید.
ولتاژ منبع نوری پایین است.	ولتاژ را تنظیم نمایید.	ولتاژ را تنظیم نمایید.
پایدارکننده دیود <sup>۲</sup> معیوب است.	دیود را تعویض کنید.	دیود را تعویض کنید.

1. Operation seminar workshop and Maintenance of Spectrophotometers, Maintenance Subregional Project, RE-HS-02, OPS/OMS Agreement.  
 2. Filament                  3. Amplifying Circuit                  4. Zener Diode Stabilizer

## تعاریف پایه

جذب. یک پدیده فیزیکی است و زمانی روی می‌دهد که اتم‌ها و یا مولکول‌های نور را جذب می‌کنند و انرژی فوتون بهوسیله جزء دیگری گرفته می‌شود. برای مثال، الکترون‌های لایه آخر یک اتم که بین دو سطح انرژی تغییر می‌کنند و سبب متلاشی شدن فوتون می‌شوند. انرژی جذب شده از طریق گرما و یا تابش ازبین می‌رود. مقدار جذب یک اندازه‌گیری ریاضی از پدیده جذب است و با چگالی نوری (OD)<sup>۱</sup> بیان می‌شود.

آنگستروم.<sup>۲</sup> یک واحد طول که با  $10^{-10}$  متر برابر است. نماد آن [Å] است و در اندازه‌گیری‌های پرتوهای X و گاما کاربرد دارد.

پهنه‌ای باند.<sup>۳</sup> طیفی از محدوده طول موج منتخب که یک منکروماتور می‌تواند، انتقال دهد.

تجزیه نور.<sup>۴</sup> پدیده‌ای که در نتیجه تغییر در مسیر یا کثربت گروهی از امواج، بعد از برخورد با یک مانع یا گذشتان از یک شکاف باریک که اندازه آن تقریباً برابر با طول موج امواج است، حاصل می‌شود.

شبکه انکسار.<sup>۵</sup> بخشی از منکروماتور که «شبکه انتقال» نیز نامیده می‌شود. شبکه انکسار متشکل از یک سری شکاف‌های موازی است. این شبکه بهوسیله ماشین‌های ردیاب<sup>۶</sup> که در برابر ارتعاش و تغییرات دما محافظت می‌شوند، ساخته شده است. شبکه‌هایی که در اسپکتروفوتومترها استفاده می‌شود، نسخه‌ایی از یک مدل اصلی هستند که معمولاً بیشتر از ۱۲۰۰ شکاف در هر میلی‌متر دارند. شکل ۳۱ تجزیه نور را نشان می‌دهد.

اگر زاویه بازتاب [δ] و پهنه‌ای شکاف [d] معلوم باشد، طول موج [ $\lambda$ ] از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$\sin\delta = \frac{n\lambda}{d}$$

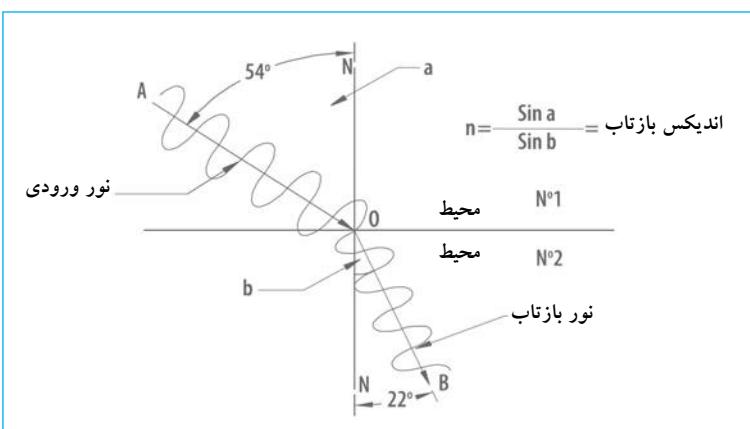
چگالی یا شدت نور [I].<sup>۷</sup> مقدار نور ساطع شده از یک منبع و در یک جهت مشخص در واحد زمان است. به طور کلی، اندازه‌گیری میانگین جریان انرژی در هر واحد زمان نامیده می‌شود. برای بدست آوردن چگالی، انرژی در هر واحد حجم در سرعت حرکت انرژی ضرب می‌شود. نتیجه، انرژی برحسب مجدور سطح در زمان است.

ضریب جذب خاموشی [ε].<sup>۸</sup> نمایانگر قدرت جذب نور یک ماده شیمیایی در طول موج مشخص است. از خواص ذاتی (فیزیکی) مواد شیمیایی است و وقتی بیشتر از یک ماده جاذب در یک محلول وجوددارد، جذب کلی مجموع جمع جبری مقادیر جذب برای هر ماده در طول موج معین است. جذب برای یک محلول ترکیبی از اجزا مثل X و Y از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$A = \int [C_x \times \epsilon_x + C_y \times \epsilon_y + \dots]$$

که: A: جذب محلول است.

## شکل ۳۰. شکست نور



- 1. Optical Density Units
- 2. Angstrom
- 3. BandWidth

- 4. Diffraction
- 5. Diffraction Grating
- 6. Tracer Mashines

- 7. Intensity
- 8. Molar Extinction or Absorptivity Coefficient

نانومتر.<sup>۱</sup> نمایانگر واحد طول و برابر با  $10^{-9}$  متر ( $1/1000,000,000$  متر) است. با نماد [nm] نشان داده می شود و برای اندازه گیری طول موج در محدوده نور مرئی یا ماوراء بنفس کاربرد دارد.

طول مسیر نور.<sup>۲</sup> مسیر عبور نور مرئی یا ماوراء بنفس از داخل نمونه (داخل کووت).

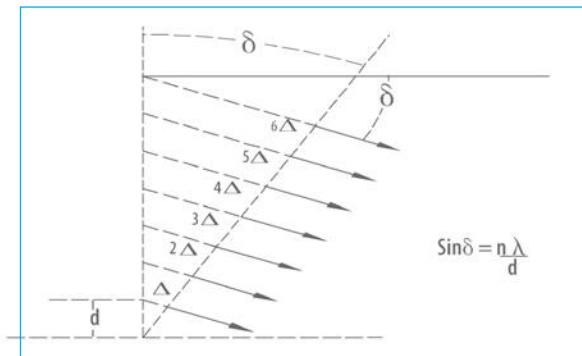
شکست.<sup>۳</sup> تغییر مسیر یک شعاع نور وقتی به محل تلاقی دو محیط برخورد می کند، نور در یک زاویه [a] شکسته می شود و با زاویه دیگر [b] در محیط دوم انتشار می یابد.

اسکپتروفوتومتری.<sup>۴</sup> یک روش اندازه گیری شبیه ای است که براساس میزان جذب یا کاهش عبور نور در طول موج معین به وسیله یک ماده انجام می گیرد. نور با شرایط خاص مولکول های تحت آزمایش تداخل می کند: مقدار نور جذب شده به طول موج، غلظت مواد و طول مسیر بستگی دارد. با این روش غلظت موادی که نقش اساسی در تعیین وضعیت سلامت بیمار دارند، اندازه گیری می شود.

طول موج.<sup>۵</sup> فاصله بین یک قله موج تا قله ای دیگر را طول موج می نامند. طول موج ماهیت انواع مختلف انرژی تابشی در یک طیف الکترومغناطیس را تعیین می کند. برای موج الکترومغناطیسی، طول موج بر حسب متر از فرمول زیر محاسبه می شود.

$$\frac{\text{سرعت نور}}{\text{توان}(\text{تعداد موج ها در زمان مشخص})} = \text{طول موج بر حسب متر}$$

شکل ۳۱: شبکه انکسار



$$(\Delta)^2 = \text{تفاوت در طول موج بین ۲ شکاف}$$

- |                |                      |
|----------------|----------------------|
| 1. Nonometer   | 4. Spectrophotometry |
| 2. Path Length | 5. Wavelength        |
| 3. Refraction  | 6. Fissure           |

# فصل ۱۲



## اتوکلاو

۳۵۳۶۶	۳۵۳۶۶	۳۵۳۶۶	GMDN
۱۶-۱۴۲	۱۶-۱۴۱	۱۳-۷۴۶	ECRI
واحد استریل کننده، رومیزی	واحد استریل کننده، حجم	واحد استریل کننده، بخار	نام‌گذاری

۴. آماده‌سازی و بسته‌بندی
۵. استریلیزاسیون
۶. ذخیره‌سازی
۷. تحویل مواد و لوازم

### موارد استفاده از اتوکلاو

- اتوکلاو برای حذف مطمئن<sup>۱</sup> میکروارگانیسم‌هایی که روی اشیای مورد استفاده در فعالیت‌های تشخیصی، درمانی یا مراقبتی در مؤسسات بهداشتی (بیمارستان‌ها، آزمایشگاه‌ها) وجود دارند طراحی شده است. از اتوکلاو به طور گسترده در صنایع مواد غذایی و دارویی استفاده‌می‌شود و در آزمایشگاه، مواد و سایل با اهداف زیر استریل می‌گردند:
۱. برای تهیه مواد مورد استفاده جهت کشت باکتری‌شناسی (لوله‌های آزمایش، پی‌پت، ظروف محیط کشت و غیره) و به منظور اجتناب از آلودگی آنها.
  ۲. برای تهیه وسایل مورد استفاده در نمونه‌گیری (همه باید در شرایط استریل باشند: سوزن‌ها، لوله‌ها، ظروف).
  ۳. برای سترون‌نمودن لوازم آلوده.

اتوکلاوها در اندازه‌های مختلف در دسترس هستند. کوچک‌ترین آنها، نوع رومیزی و بزرگ‌ترین آنها دستگاه‌های پیچیده‌ای هستند که برای بهره‌برداری نیازمند مراحل پیش از نصب می‌باشند. حجم اتافک سترون‌سازی به عنوان مرجع در نظر گرفته شده و اندازه‌گیری اتوکلاو با واحد دسی متر مکعب و یا لیتر سنجیده می‌شود. براساس نحوه کنترل عملکرد اتوکلاوها، مدل‌های دستی، نیمه‌خودکار و یا تمام‌خودکار وجود دارند.

اتوکلاو دستگاهی است که برای سترون‌سازی به کار می‌رود. سترون‌سازی به معنای نابودی یا حذف همه اشکال حیات (میکروبی شامل اسپورها) در مواد غیرمتحرک از طریق روش‌های فیزیکی، شیمیایی یا با استفاده از بخار است. کلمه *sterilizer* برگرفته از واژه لاتین *sterilis* به معنای فاقد میوه و بار است. تأکید این فصل صرفاً روی اتوکلاوهایی است که به طور گسترده در مراکز عمومی بهداشت، آزمایشگاه‌های بالینی و تحقیقاتی استفاده می‌شوند. این دستگاه همچنین به نام استریل کننده شناخته شده است. استریلیزاسیون باید به عنوان گروهی از فرآیندهای مرتبط بسیار مهم برای انجام خدمات بهداشتی (استریلیزاسیون مواد، محیط کشت و دستگاه‌ها) مطابق با شرایط سخت گندزدایی در نظر گرفته شود. فرآیندهای دستیابی به شرایط استریل در مواد غیرمتحرک به ترتیب زیر است:

۱. تمیز کردن،
۲. آلودگی‌زدایی
۳. بررسی و نظارت

### تصویر اتوکلاو



Systeme GmbH  
آلمان  
براند

۱. سازمان نظارت بر مواد غذایی و دارویی امریکا (FDA)\* یک شیوه را بر اساس مطالعه آماری طبقه‌بندی می‌کند. یک شیوه در مقایسه با اشیاء دیگر که مراحل استریلیزاسیون یکسان را طی می‌کنند، زمانی استریل در نظر گرفته می‌شود که احتمال استریل نبودن آن کمتر از یک در میلیون در نظر گرفته شود. این انیکس سطح اطمینان استریل بودن (SAL)\*\* (ناییده می‌شود و غیرفعال شدن میکروب‌ها در مراحل استریلیزاسیون را بیان می‌کند).

\*. The Food and Drug Administration  
\*\*. Sterility Assurance Level

## اصول عملکرد

اتوکلاوهای از بخار اشباع تحت فشار(با کیفیتی بیش از ۹۸%) برای انتقال انرژی حرارتی به مواد و سایلی که نیاز به استریلیزاسیون دارند، استفاده می‌کنند. به طور معمول، این روش به نام‌های استریلیزاسیون بخار یا حرارت مرطوب شناخته شده است. از این روش بیشتر به علت مؤثربودن، سرعت بالا و هزینه پایین استفاده می‌شود. از آنجا که همه مواد را نمی‌توان با حرارت مرطوب استریل کرد، برای این گروه از مواد روش‌های جایگزین طراحی شده است. در آزمایشگاه، به منظور انجام فرآیندهای استریلیزاسیون از اتوکلاوهای بخار و فور با حرارت خشک بدون رطوبت استفاده می‌شود. ر.ک. فصل ۱۳: فورهای خشک کنند.

اتوکلاوهای با استفاده از خواص ترمودینامیک آب به عنوان یک مادهٔ خالص، کار می‌کنند. در شرایط طبیعی (در سطح دریا و فشار یک اتمسفر) آب (در فاز مایع) می‌جوشد و در  $0^{\circ}\text{C}$  به بخار تبدیل می‌شود (فاز گازی). اگر فشار کاهش یابد، در دمای پایین‌تر و اگر فشار افزایش یابد، در دمای بالاتر می‌جوشد. با کنترل فشار  $100^{\circ}\text{C}$  یا بر عکس با کنترل دما به فشاری بیشتر از فشار اتمسفر برسرد. منحنی زیر نحوه عمل آب را بسته به شرایط فشار و دما نشان می‌دهد.

نمودار دما / حجم	نمودار فشار / دما
<ol style="list-style-type: none"> <li>این منحنی دو خط مشخص را نشان می‌دهد: خطوط مایع اشباع شده (به سمت چپ) و بخار اشباع (به سمت راست).</li> <li>با افزایش فشار، دما نیز افزایش می‌یابد (ر.ک. خطوط <math>P_1</math>, <math>P_2</math> و <math>P_3</math>). توجه کنید که <math>P_3 &lt; P_2 &lt; P_1</math> است.</li> <li>سمت چپ خط مایع اشباع، آب در فاز مایع است (نمودار A-B). با انتقال گرمای مایع، از دمای A به B افزایش می‌یابد.</li> <li>بین خط مایع اشباع و بخار اشباع (بخش B-C) مخلوطی از فازهای بخار و مایع وجود دارد و دما ثابت می‌ماند. با نزدیک شدن به نقطه C کیفیت بخار بهتر می‌شود.</li> <li>سمت راست خط بخار اشباع، آب تماماً در فاز بخار است (بخش C-D).</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>این منحنی نحوه عمل و ارتباط بین فازهای جامد، مایع و گاز آب را بسته به شرایط فشار و دما نشان می‌دهد.</li> <li>خط تصعید<sup>۱</sup> نشان می‌دهد که در شرایط تعیین شده اگر گرمای فاز جامد منتقل شود، می‌تواند مستقیماً بدون تبدیل به فاز مایع به فاز بخار (بخش E-E') تبدیل شود.</li> <li>خط ذوب<sup>۲</sup> نشان می‌دهد که با انتقال گرمای آب در شرایط معین، فاز جامد به فاز مایع تبدیل و با افزایش دما، به فاز بخار (بخش H-H') تبدیل می‌شود.</li> <li>خط بخار نشان می‌دهد که در چه شرایط دمایی، آب در فاز مایع به فاز بخار تبدیل می‌شود.</li> <li>نقطه‌ای که در آن سه خط یکدیگر را قطع می‌کنند، نقطه سه‌گانه نامیده می‌شود. در چنین شرایطی، سه فاز به طور همزمان در تعادل هستند.</li> </ol>

1. Sublimation Line  
2. Fusion Line

۳. کیفیت [X]. ارتباط بین حجم کل بخار و حجم کل (حجم مایع و حجم بخار). کیفیت = ۱: یعنی بخار اشباع است و هر افزایشی در دما، بخار را زیاد گرم خواهد کرد.

۵. دستگیره در<sup>۵</sup>: ابزاری که در بعضی دستگاهها به کاربر اجازه باز و بستن در را می‌دهد. معمولاً برای فعال کردن در دستگاهها با گنجایش بیشتر از سیستم‌های موتوری استفاده می‌شود.

۶. اتاق استریلیزاسیون<sup>۶</sup>: فضایی که وسایل و موادی که باید استریل شوند، قرار داده می‌شوند. زمانی که در اتاق بسته است، محفظه از فضای بیرون جدامی شود و هنگامی که فرایند استریلیزاسیون درحال انجام است اتاق با بخار پر و تحت فشار قرار می‌گیرد.

۷. مجرای تخلیه مایع غلیظ درون اتاق سترون‌سازی<sup>۷</sup>: مجرایی که مایع غلیظی که در اثر فرآیندهای انتقال گرما بین بخار و لوازم می‌کند.

۸. دماسنجه<sup>۸</sup>: وسیله‌ای که دمای مراحل استریلیزاسیون را در اتاق اتوکلاو نشان می‌دهد.

۹. مجرای تخلیه مایع غلیظ محافظت بیرونی<sup>۹</sup>: مجرایی که مایع غلیظ تشکیل شده در اثر انتقال گرما بین بخار و دیوارهای محافظ را خارج می‌کند.

۱۰. خروجی بخار در پایان چرخه<sup>۱۰</sup>: با تمام شدن چرخه استریلیزاسیون، بخار از طریق روش‌های کنترل شده از اتوکلاو خارج می‌شود.

۱۱. محدود کننده عبور بخار در چرخه استریلیزاسیون مایعات<sup>۱۱</sup>: ابزار مکانیکی که عبور بخار را در چرخه استریلیزاسیون مایعات محدود می‌کند تا دما به شیوه‌ای کنترل شده کاهش یابد و از جوشیدن مایعات استریل شده، جلوگیری شود.

## نمای مقطعی از اتوکلاو بخار

شکل ۳۲ ۳۲ اجزای اصلی سیستم بخار یک اتوکلاو را نشان می‌دهد. قسمت‌هایی که معمولاً در اطراف اتوکلاو قرار دارند ( محل قرارگیری دقیق در تولیدات مختلف فرق می‌کند)، در دو بخش بالا و پایین نما نشان داده شده است.

## شرح اجزاء در نما

شرح مختصری از معمول ترین مسیرهای گردش بخار اتوکلاو در زیر آمده است. شمارهٔ یکسانی برای نشان دادن هر جزء در شکل ۳۲ و شرح آن در ذیل به کار رفته است. توجه کنید که تنوع شکل به طراحی‌های مختلف مربوط است.

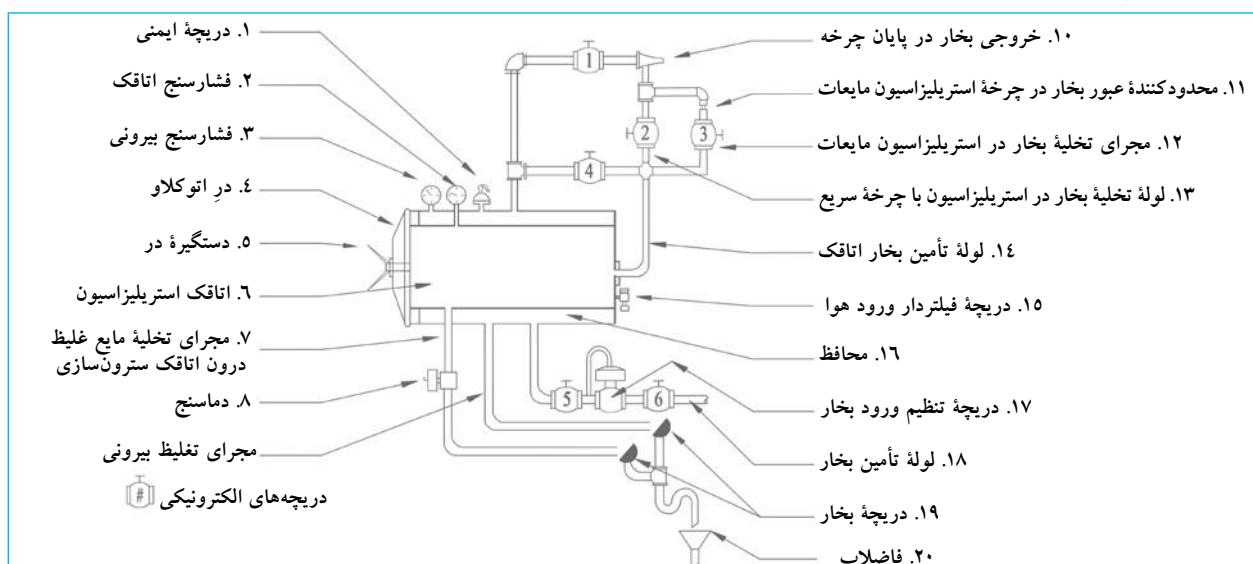
۱. دریچه ایمنی<sup>۱</sup>: ابزاری که از افزایش فشار بخار بیش از یک مقدار معین جلوگیری می‌کند. سازندگان این دریچه‌ها را در اتاق استریلیزاسیون و نیز محافظت بیرونی نصب می‌کنند.

۲. فشارسنج اتاق<sup>۲</sup>: ابزار مکانیکی که فشار بخار در اتاق استریلیزاسیون را نشان می‌دهد.

۳. فشارسنج بیرونی<sup>۳</sup>: ابزار مکانیکی که فشار بخار را در داخل محافظ بیرونی اتوکلاو نشان می‌دهد.

۴. در اتوکلاو<sup>۴</sup>: وسیله‌ای که اتاق استریلیزاسیون را از محیط بیرون جدا می‌کند. معمولاً ابزار ایمنی دارد و زمانی که فشار درون اتاق بالا است، از بازشدن در ممانعت می‌کند. همچنین درز گیرهایی برای جلوگیری از خروج بخار از اتاق در زمان کار دستگاه دارد. درهای اتوکلاو ممکن است به صورت دستی یا الکترومکانیکی عمل کنند.

شکل ۳۲. سیستم بخار یک اتوکلاو



1. Safety Valve	5. Door Handle	9. The jacket's Evacuation Line
2. Chamber Manometer	6. Sterilization Chamber	10. Vapour Exit at the End of the Cycle
3. Jacket Monometer(Pressure Gauge)	7. Chamber Condensation Evacuation Line	11. Vapour Passage Restriction for Liquid Sterilization Cycle
4. Autoclave Door	8. Thermometer	

سیستم، ثبت می‌گردد و اجازه بررسی مراحل استریلیزاسیون را به کاربر می‌دهد. هر سازنده سیستم‌های ثبت طراحی شده‌ای دارد که برای کنترل کیفی ضروری هستند.

**تولید بخار:** بخاری که اتوکلاوها استفاده‌می‌کنند در وسیله‌ای تولیدمی‌شود که با استفاده از انرژی الکتریکی یا سوخت قابل احتراق، انرژی گرمایی را به آب انتقال می‌دهد. این وسایل جوش‌آورنده آب یا ژنراتور بخار نامیده‌می‌شوند و یکی از اجزای اصلی اتوکلاو می‌باشند. با توجه به اندازه و استفاده، اتوکلاوها سیستم تأمین بخار دارند که از سیستم مرکزی جوش‌آورنده آب یا از ژنراتور بخار متعلق به دستگاه منشاء می‌گیرد و معمولاً با مقاوم‌های الکتریکی کارمی‌کند و از پیش، داخل دستگاه قرار داده شده یا به عنوان وسیله جانبی توسط سازنده تهیه می‌شوند.

### کاربری اتوکلاو

نحوه کاربری عمومی اتوکلاو در ذیل شرح داده شده است. با توجه به نوع و میزان اتوماسیون<sup>۷</sup> دستگاه بعضی روش‌ها متفاوت خواهد بود:

۱. اطمینان حاصل نمایید که سیستم ثبت دستگاه، دارای فرم‌ها یا کاغذ مورد نیاز برای مستندنمودن چرخه استریلیزاسیون است. مواد مصرفی (جوهر، فرم و غیره) را فراهم کنید.

۲. اتوکلاو را روشن کنید.

۳. در اتوکلاو را باز کنید. در اتوکلاوهای با حجم زیاد، این فرآیند به صورت الکترومکانیکی و در اتوکلاوهای متوسط و کوچک اغلب دستی انجام می‌شود.

۴. سبدها یا ظرف‌های استریلیزاسیون که حاوی مواد از قبل آماده شده (تمیز، شسته، خشک، طبقه‌بندی و بسته‌بندی شده) است را مطابق با دستورالعمل‌های نحوه چیدمان توصیه شده توسط سازنده، در داخل اتفاق استریلیزاسیون قرار دهید.

۵. در اتوکلاو را بیندید.<sup>۸</sup>

۶. چرخه استریلیزاسیون مورد نیاز را بسته به نوع موادی که استریل می‌شوند، انتخاب کنید.<sup>۹</sup> به طور معمول دکمه متناسب با چرخه موردنیاز فشار داده می‌شود که به طور خودکار چرخه برنامه‌ریزی شده را آغاز می‌کند. از این لحظه به بعد، فرآیند به روش زیر ادامه می‌یابد.<sup>۱۰</sup>

#### 7. Automation Degree

۸. پیش از بارگذاری اتوکلاو، محافظت بیرونی تحت فشار قرار می‌گیرد، بنابراین اتفاق داخلي داغ است که تشکیل مایع تغییض شده در شروع چرخه استریلیزاسیون را کاهش می‌دهد.

۹. به اطلاعات چرخه‌های استریلیزاسیون که به آن اشاره خواهد شد، مراجعه نمایید.

۱۰. یک چرخه معمول استریلیزاسیون اتوکلاو مجهر به سیستم تخلیه و یا یک پمپ آب الکتریکی توضیح داده شده است.

۱۲. **مجرای تخلیه بخار در استریلیزاسیون مایعات:** مسیری که بخار در زمان استریلیزاسیون مایعات با عبور از درون محدود کننده بخار (شرح داده شده در بالا) طی می‌کند.

۱۳. **لوله تخلیه بخار در استریلیزاسیون با چرخه سریع:** مسیری که بخار هنگامی که یک چرخه استریلیزاسیون سریع در حال انجام است، طی می‌کند.

۱۴. **لوله تأمین بخار:** یک لوله که اتوکلاو را با بخار تغذیه می‌کند، این لوله، کنترل‌ها و ضمایمی دارد که سبب رسیدن بخار به اتوکلاو در شرایطی که برای چرخه استریلیزاسیون قید شده است، می‌شود.

۱۵. **دربیچه فیلتردار ورود هو:** وسیله‌ای که در پایان چرخه استریلیزاسیون به هوای فیلتر شده اجازه عبور می‌دهد. این دریچه، فشار اتفاق استریلیزاسیون را با فشار اتمسفر، برابر می‌کند.

۱۶. **محافظا:** فضایی در اطراف اتفاق استریلیزاسیون که بخار در آن گردش می‌کند. هدف از آن انتقال گرما به اتفاق و به حداقل رساندن میزان مایع غلیظ شده است. این فضا از طریق لوله‌هایی که توسط دریچه‌های الکتریکی کنترل می‌شوند به اتفاق و فاضلاب اتصال دارد. همه اتوکلاوها محافظ ندارند. بعضی سازنده‌گان آن را با قراردادن مقاوم‌های الکتریکی در اطراف اتفاق استریلیزاسیون جایگزین می‌کنند.

۱۷. **دربیچه تنظیم ورود بخار:** وسیله‌ای مکانیکی که فشار بخار ورودی به اتوکلاو را کنترل می‌کند. بسته به نوع چرخه انتخاب شده فشار و دما متفاوت خواهد بود. با افزایش فشار، دما بیشتر می‌شود و هر چه فشار کمتر باشد، دما کمتر می‌شود.

۱۸. **لوله تأمین بخار:** لوله‌ای که بخار را از مخزن آب گرم یا تولید کننده بخار به اتوکلاو می‌آورد.

۱۹. **دربیچه بخار:** وسیله‌ای که برای حداکثر بهره‌گیری از انرژی گرمایی بخار طراحی شده است و از خروج بخار از سیستم ممانعت می‌کند. این دریچه فقط به مایع غلیظ تشکیل شده در اتفاق، محافظ، و لوله‌های اتوکلاو اجازه خروج می‌دهد.

۲۰. **فاضلاب:** لوله جمع‌آوری و خروج مایع غلیظ تولید شده در اتوکلاو است.

امروزه، اتوکلاوهای از سیستم‌های کنترل شده با میکروپرسسور استفاده می‌کنند و هریک از دریچه‌ها و ضمایم آنها مطابق با برنامه‌های از قبل تعیین شده در حافظه دستگاه کارمی کنند. عملکردهای در یک

1. Vapour Evacuation Duct for Sterilization of Liquids
2. Vapour Evacuation Line During the Rapid Sterilization Cycle
3. Vapour Feed Line
4. Air Admission Valve Filter
5. Jacket
6. Vapour Trap

## فصل ۱۲ اتوکلاو

۹. پس از خارج کردن اقلام استریل شده، در اتوکلاو را بیندید تا گرمای استریلیزاسیون حفظ و چرخه استریلیزاسیون بعدی تسهیل شود.

۱۰. اقلام استریل شده را به روش مناسب نگهداری کنید.

**نکته:** مراحل استریلیزاسیون باید تحت نظارت انجام شود و برای کسب اطمینان از کارآمدبودن آن با استفاده از انديکاتورهای فيزيکي، شيميايي و بيولوژي كنترل كيفي گردد.

**هشدار:** همه اقلام را نمي توان با حرارت مرطوب استريل کرد. بعضی به روش های استریلیزاسیون در دمای پایین نياز دارند. بررسی کنید از چه روشی با توجه به نوع لوازمي که استریل می شوند باید استفاده کرد.

### چرخه های استریلیزاسیون

مراحل استریلیزاسیون از چرخه های از پيش تعریف شده ای تبعیت می کنند که متناسب با نوع اقلامی که باید استریل شوند، تعیین شده اند. برای مواد متخلخل، ابزار پزشکی، مایعات یا مواد حساس به حرارت چرخه های استریلیزاسیون متفاوتی وجود دارد. يكی از شناخته شده ترین آنها که به نام چرخه های استریلیزاسیون باليني شناخته شده است، تحت شرایط ذيل انجام می شود:  $121^{\circ}\text{C}$  یا  $134^{\circ}\text{C}$  یا  $1/1 \text{ kg/cm}^2$  یا  $2/2 \text{ kg/cm}^2$ . مشخصات اصلی آنها در جدول صفحه ۸۸ مشخص شده است.

**نکته:** زمان چرخه استریلیزاسیون با ارتفاع مكانی تنظیم می شود که اتوکلاو در آن قرار داده شده است. سازندگان برای محاسبه از جدول های تصحیح استفاده می کنند. معمولاً، هر چه ارتفاع محل دستگاه از سطح دریا بالاتر باشد، زمان استریلیزاسیون طولانی تر خواهد بود.

### کنترل كيفي

برای آنکه اقلام استریل شوند تمام مراحل فرآيند استریلیزاسیون باید به طور صحيح انجام گيرد. برای تأييد اين مراحل يك سري آزمایش طراحی شده است تا ويژگی های فرآيند و تاثير آن روی فعالیت ميكرووارگانیسم ها را ارزیابی کنند. ارزیابی دما، فشار، زمان، رطوبت و روش کار دستگاه به طور معمول صورت می گيرد تا تصدیق شود که دستگاه مطابق با روش های معتبر کار می کند. همچنین، به منظور تضمین كيفيت فرآيند استریلیزاسیون، آزمون یا انديکاتورهای طراحی شده اند که اطمینان كافی از نابودی ميكرووارگانیسم را ايجاد می کنند.

الف) فرآيند قبل از چرخه<sup>۱</sup> آغاز می شود. در اين مرحله، چرخه های کوتاه متناوب تخلیه و تزریق بخار به داخل اتاق استریلیزاسیون انجام می شود؛ بنابراین، هوا از اتاق خارج و بسته های محافظ مواد استریل می شوند.

ب) با حذف هوا، پرشدن و افزایش فشار اتاق استریلیزاسیون آغاز می شود. در اين زمان، بخار در تماس با اقلامی است که استریل می شوند و فرآيند انتقال گرما بين بخار با دمای بالا و اقلام آغاز می شود. با انتقال انرژي گرمایی، بخشی از بخار در لایه های بیرونی بسته بندی به مایع غلظتی تبدیل شده و هم زمان حجم آن به طور قابل ملاحظه ای کاهش می یابد. درنتیجه، بخار بیشتری می تواند داخل اتاق استریلیزاسیون و حتی داخل بسته های اقلام شود. بخار درنهایت اين بسته ها را به طور كامل احاطه می کند و فشار و دما تثبیت می شوند.

ج) شمارش معکوس برای تکمیل استریلیزاسیون با توجه به نوع وسایل یا مواد شروع می شود. هرچه دما و فشار بیشتر باشد، زمان مورد نیاز برای استریلیزاسیون کمتر است.

د) هرگاه زمان استریلیزاسیون برنامه ریزی شده پایان یابد، فرآيند پس از آن<sup>۲</sup> آغاز می شود. اين فرآيند شامل کاهش فشار اتاق است که معمولاً با کمک سیستم تخلیه و خشک سازی فراهم می گردد و با انتقال گرما از محافظ بیرونی به اتاق استریلیزاسیون انجام می شود. پس از کاهش فشار، دمای مورد نیاز برای تبخیر مایع باقی مانده که ممکن است روی اقلام در طی کاهش فشار تشکیل شده باشد، حاصل می شود. خلأی به میزان ۱۰٪ فشار اتمسفر ايجاد می شود که برای مدتی ثابت می ماند. زمانی که مایعات استریل می شوند، خلأ ايجاد نمی شود و برای جلوگیری از جوشیدن مایعات داخل ظرف های اتوکلاو، خروج بخار از طریق یک مکانیسم محدود کننده، کنترل می شود.

ه) درنهایت، جریان های کنترل شده از دریچه هایی که فیلترهایی با کارآیی بالا دارند، وارد اتاق استریلیزاسیون می شود تا فشار داخل اتاق با فشار اتمسفر یکسان شود. در این زمان، چرخه استریلیزاسیون پایان یافته است.

۷. در اتوکلاو را باز کنید.

۸. اقلام استریل شده را بیرون بیاورید.

نوع نایجر<sup>۴</sup> باسیلوس سوبتیلوس<sup>۵</sup> استفاده می شوند. اندیکاتور اسپور در بسته ای که استریل می گردد، قرار داده می شود. پس از فرآیند، اندیکاتور انکوبه شده، و بررسی نتیجه نشان می دهد که آیا چرخه، مطابق با شرایط تعريف شده بوده است یا نه. معمولاً تغییر در رنگ مشاهده می شود. این آزمون ها استاندارد هستند و سازندگان طریقه استفاده و تفسیر نتایج آنها را به کاربران آموزش می دهند. اندیکاتورهای بیولوژی به تنهایی تضمین کننده انتظام با تمام الزامات چرخه استریلیزاسیون نیستند. تنها روش، تضمین کنترل همه عوامل چرخه استریلیزاسیون است.

### تواتر فرآیندهای کنترل کیفی

جدول زیر خلاصه ای از تواتر فرآیندهای کنترل کیفی پیشنهاد شده را با توجه به اندیکاتورهای مورد استفاده نشان می دهد:

تواتر استفاده	نوع اندیکاتور
در هر چرخه استریلیزاسیون	کنترل فرآیند
در هر بسته	شیمیابی
هفتگی در همه وسایل استریلیزاسیون؛ در بسته هایی که محتوی نمونه های مورد نظر <sup>۶</sup> می باشند.	بیولوژی

### الزامات نصب و راه اندازی

اتوکلاوها برای عملکرد مناسب، به شرایط زیر نیاز دارند:

۱. محیطی با تهییه مناسب برای حذف گرما و رطوبتی که در حین کار ایجاد شده است. همچنین، فضای آزاد در پشت و کنار دستگاه برای انجام خدمات فنی لازم است. این فضا باید حداقل ۰/۸ متر باشد. بسته به طراحی اتوکلاو، زیرساخت باید بزرگ درنظر گرفته شود تا دستگاه به طور رضایت بخش کار کند. شکل ۳۳ فضای مورد نیاز در اطراف اتوکلاو را توضیح می دهد. دما در مجاورت دستگاه در حال کار ممکن است تا بیش از ۷۰°C افزایش یابد. کف باید کاملاً ترازو و از مواد مقاوم به رطوبت و گرما ساخته شده باشد.

۲. یک خروجی جریان الکتریکی برق (پریز) باید متناسب با دستگاه باشد. در این راستا اگر اتوکلاو خودکار باشد، به این مفهوم است که دارای ژنراتور یا مولد بخار نیز هست، در این صورت اتصالات الکتریکی آن باید با جزئیات مطالعه شود؛ زیرا جریان برق مورد نیاز ممکن است به طور قابل ملاحظه ای بیشتر باشد. برای ژنراتور بخار، جریان الکتریکی مورد نیاز

به برخی از آنها در زیر اشاره می شود:

۱. **اندیکاتورهای فرآیند استریلیزاسیون**: این اندیکاتورها برای بررسی عملکرد اتوکلاو طراحی شده اند. آنها شامل دستگاه هایی می شوند که عواملی مانند دما، زمان و فشار (دما سنج، فشار سنج و زمان سنج) را کنترل و پیشرفت فرآیند را ثبت می کنند. میکروپرسورها در اتوکلاوهای پیشرفته همه عوامل چرخه استریلیزاسیون را ثبت و در صورت بروز هرگونه اختلال چرخه را متوقف می کنند. همچنین، آزمایش بووی - دیک<sup>۷</sup> در این گروه وجود دارد؛ این آزمایش کارآیی پمپ تخلیه را با استفاده از یک کاغذ ارزیابی می کند. اگر عملکرد چرخه رضایت بخش باشد، کاغذ به صورت یکنواخت تغییر رنگ می دهد در غیر این صورت رنگ کاغذ یکنواخت نخواهد بود.

۲. **اندیکاتورهای شیمیابی**: این اندیکاتورها آزمون های شیمیابی رایج هستند که در مراحل مختلف فرآیند استریلیزاسیون تغییر رنگ می دهند. اندیکاتورهای شیمیابی اقلامی را که فرآیند استریلیزاسیون را گذرانده اند، از آنها بیان کردند. معروف ترین آنها، نوار چسب یا نوارهایی هستند که روی بسته های یا یک قسمت استفاده می شوند. استاندارد ایزو ۱۱۱۴۰-۱<sup>۸</sup> گروه اندیکاتورهای شیمیابی را توضیح می دهد. باید در نظر داشت که اندیکاتورهای شیمیابی به تنهایی تضمین کننده اینکه فرآیند استریلیزاسیون مطابق با الزامات بوده است، نیستند؛ باید پرسنلی که از این اندیکاتورها استفاده می کنند آموزش کامل و دقیق از مراحل داشته باشند تا تعیین کنند که آیا نتیجه به دست آمده با ارزیابی کل فرآیند استریلیزاسیون مرتبط است یا نه.

۳. **اندیکاتورهای بیولوژی**: این اندیکاتورها به عنوان بهترین روش های کنترل کیفیت فرآیند استریلیزاسیون در نظر گرفته می شوند. این اندیکاتورها از میکرووار گانیسم های زنده ای که مقاومت بیشتری نسبت به چرخه انتخابی استریلیزاسیون دارند یا از معرفه های شیمیابی که در حضور پروتئین های ویژه این میکرووار گانیسم واکنش نشان می دهند، ساخته شده اند. به مظور کنترل فرآیند استریلیزاسیون با بخار اشباع شده (پراکسید هیدروژن) یا فرمالدئید، عموماً از اسپورهای باسیلوس استئاروترموفیلوس<sup>۹</sup> استفاده می شود. برای کنترل استریلیزاسیون با حرارت خشک (فرآیندی که در فورها انجام می شود) و اکسیداتیلن، اسپورهای

4. Niger

5. Bacillus Subtilis

6. Implants

1. Bowie - Dick

2. ISO N 11140-1

3. Bacillus Stearothermophilus

## فصل ۱۲ اتوکلاو

از  $10^5$  پاسکال به  $9 \times 10^5$  پاسکال تغییر می کند. شکل زیر حداقل شرایط نصب (دربچه قطع، فیلتر و فشارسنج) را نشان می دهد.

۵. سیستم فاضلاب طراحی شده برای جمع آوری آب داغ.

۶. یک رابط بخار. اگر اتوکلاو دارای ژنراتور تولید بخار نیست، باید

از سیستم مولد بخار مرکزی تغذیه شود. تدارکات نصب باید مطابق با الزامات مورد نیاز باشد: دربچه قطع، فیلتر، فشارسنج و نیز نصب مناسب برای جمع آوری مایع غلیظ با فیلتر و دربچه بخار، همان طور که در شکل ۳۵ نشان داده شده است.

۷. اتوکلاو باید منحصراً توسط پرسنلی به کار گرفته شود که آموزش

لازم را دیده اند و برای انجام این فرآیندها ذیصلاح هستند.

۲۱، ۳۸، ۴۸ کیلووات و بیشتر است. اتصالات الکتریکی باید با وسایل ایمنی لازم مجهز شده باشند. ولتاژهای مورد نیاز برای

اتوکلاوها ۷، ۳۸۰ V، فرکانس ۶۰ Hz، فرکانس ۶۰ Hz

سه فاز است.

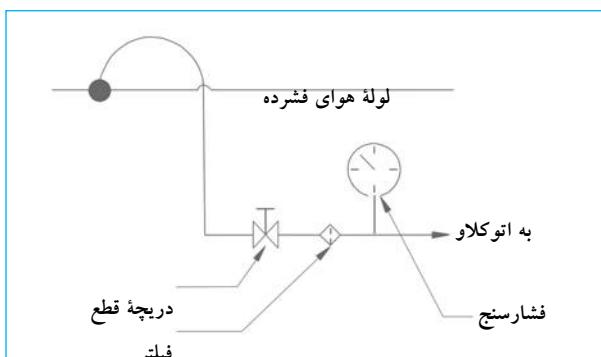
۳. تناسب اتصالات آب با مصرف دستگاه از نظر حجم و فشار:

هرچه دستگاه بزرگتر باشد، مصرف آن بیشتر است. آبی که اتوکلاو مصرف می کند، باید برای حذف مواد جامد معلق به سازی شده باشد. ممکن است این مواد بر عملکرد دربچه های الکتریکی و نیز دستگاه های الکتروهیدرولیک تأثیر منفی داشته باشد.

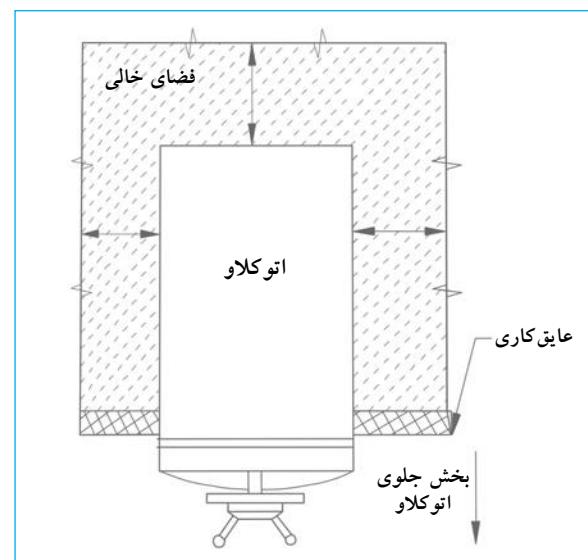
۴. بعضی استریل کننده ها به هوای فشرده نیاز دارند، زیرا

کنترل های آنها با فشار هوا کار می کنند. معمولاً، فشار لازم

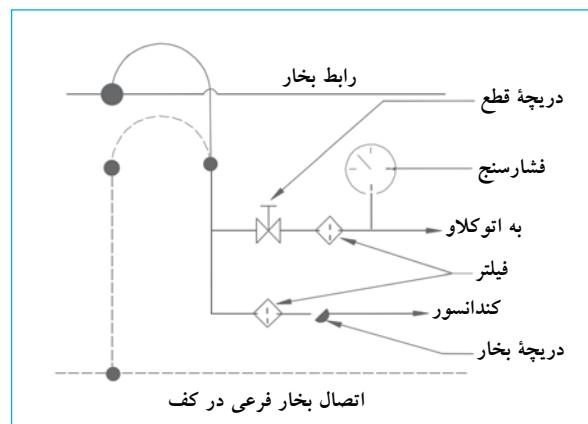
شکل ۳۴. اتصالات هوای فشرده



شکل ۳۳. الزامات فضای اطراف اتوکلاو



شکل ۳۵. اتصالات بخار



شماره چرخه	مواد	درجه حرارت °C	فشار kg/cm²	نوع نمودار <sup>۱</sup>
۱	<ul style="list-style-type: none"> <li>بسته متخلخل</li> <li>منسوجات</li> <li>مواد بسته‌بندی شده دستگاهها</li> <li>لوله‌های آزمایش</li> </ul>	۱۳۵	۲/۲	
۲	<ul style="list-style-type: none"> <li>دستگاه‌های سیستم باز</li> <li>ظروف</li> <li>ظروف شیشه‌ای</li> <li>ظروف در باز</li> </ul>	۱۳۵	۲/۲	
۳	<ul style="list-style-type: none"> <li>مواد حساس به گرما</li> <li>لاستیک</li> <li>پلاستیک</li> </ul>	۱۲۱	۱/۱	
۴	<ul style="list-style-type: none"> <li>مایعات در ظروف دربسته یا نیمه‌بسته</li> </ul>	۱۲۱	۱/۱	
تعاریف قراردادی <sup>۴</sup>	الف) فرآیند قبل از چرخه. چرخه‌های متناوب تزریق / خلاً فشار. (مراحل ۱، ۲، ۳).			
	مرحله ۴؛ استریلیزاسیون			
	ج) پس از پایان(مرحله ۵؛ خلاً و خشک کردن)			
	د) فشار داخلی و خارجی کاملاً مخلوط شدند.			
نکته: مرحله مایع فاقد خلاً بعد از استریلیزاسیون است. مرحله خنک‌سازی عادی است.				

۱. نمودارهای نمایش داده شده شامل اتوکلاوها دارای پمپ تخلیه می‌شود، اتوکلاو GE-660

2. Open Instrument  
4. Convention

۳. زمان به مقدار بارگذاری وابسته است. در خنک‌سازی خلاً وجود ندارد.

۳. اگر محلول‌های کلردار را استریل می‌کنید با محلول اسیدی تمیزکنید، چون کلر باعث خوردگی قسمت‌های استیل ضدزنگ می‌شود. سپس با مقادیر زیاد آب شستشو دهید.
۴. سطوح خارجی مقاوم به زنگزدگی را با محلول پاک‌کننده ملام تمیزکنید. می‌توان از حلالی مثل کلرايد اتیلن استفاده کرد. از تماس آن با سطوح دارای روکش رنگ یا پلاستیک خودداری کنید.
۵. در اتوکلاوهایی که در آنها دستی بازمی‌شود، اطمینان حاصل نمایید که این مکانیسم‌ها به خوبی تنظیم شده و عمل می‌کنند.
۶. آب ژنراتور بخار را خالی کنید (اگر دستگاه ژنراتور دارد). برای این کار، دریچه قرارگرفته روی بخش پایینی ژنراتور را برای خارج کردن محتويات آن باز کنید. به طور معمول این کار در پایان فعالیت‌های هفتگی انجام می‌شود. از توصیه‌های سازنده تبعیت نمایید.
۷. هرگز از سیم یا اسکاج، برای تمیزکردن داخل اتاقک استریلیزاسیون استفاده نکنید.
۸. عملکرد مناسب دستگاه را با استفاده از اندیکاتورهای بیولوژی یا شیمیایی بررسی کنید. برای بررسی درجه حرارت، از نوارهای شیمیایی بررسی دما و زمان که به این منظور طراحی شدند، استفاده کنید.

### نگهداری سه ماهه

#### مسئول: تکنسین اتوکلاو

۱. اطمینان حاصل کنید که عملکرد فشارسنج‌ها مطابق با شرایط مورد انتظار است.
۲. برای تصدیق عملکرد خوب دریچه‌های ایمنی آنها را دستی فعال کنید. برای حرکت دادن اهرم فعال‌سازی که معمولاً در قسمت بالای دریچه قرار دارد، از پیچ‌گوشی بزرگ استفاده کنید. اطمینان حاصل کنید که صورت و بدن کاربر در مسیر بخار نیست. هرگاه دریچه فعال شد، از عدم نشت بخار مطمئن شوید. در صورت وجود هرگونه نشتی، دریچه باید دوباره فعال و به خوبی درزگیری شود.

**هشدار:** اگر نشتی بخار برطرف نشود، درزها و اتصالات را به سرعت خراب خواهد کرد و کل سیستم دریچه‌های ایمنی باید جایگزین شود.

### نگهداری معمول

اتوکلاو دستگاهی است که به علت اجزا و سیستم‌های چندگانه، به نظارت و نگهداری پیشگیرانه مستمر نیاز دارد. تأکید این قسمت روی نگهداری معمول است که توسط کاربران انجام می‌شود. به منظور نگهداری و سرویس کامل باید از دستورالعمل‌های توضیح داده شده در کتابچه‌های راهنمای پیروی کرد.

### تصدیق‌های روزانه

- پیش از آغاز فرآیندهای استریلیزاسیون، موارد ذیل باید تصدیق شوند:
  ۱. به منظور ثبت مراحل چرخه استریلیزاسیون، یک برگه جدید روی دستگاه ثبت قرار دهید.
  ۲. مطمئن شوید که قلم ثبت چرخه یا چاپگر اتوکلاو، جوهر و کاغذ دارد.
  ۳. مطمئن شوید که دریچه‌های آب سرد، هوای فشرده و بخار باز هستند.
  ۴. سوئیچی که سبب گرم شدن محافظ بیرونی اتوکلاو می‌شود، را فعال کنید. پس از فعال کردن این کترل، بخار می‌تواند به محافظ بیرونی اتاقک استریلیزاسیون وارد شود. وقتی بخار به اتاقک استریلیزاسیون وارد شد، فرآیند گرم شدن آغاز می‌شود. برای جلوگیری از اتلاف گرما در اتوکلاو را تا زمان بارگذاری به منظور استریلیزاسیون، بسته نگهدارید.
  ۵. مطمئن شوید که فشار از لوله تأمین بخار حداقل ۲/۵ بار است.
  ۶. شرایط فشارسنج‌ها و دماسنجهای را آزمایش کنید.
  ۷. مطمئن شوید که از هیچ یک از سیستم‌های اتوکلاو بخار نشت نمی‌کند.
  ۸. قسمت جلوی اتوکلاو، کترل‌ها، اندیکاتورها و دستگیرهای را با پارچه مرطوب تمیز کنید.
- مسئول: کاربر دستگاه
۱. فیلتر آبگذر اتاقک استریلیزاسیون را تمیز کنید. آنچه داخل آن باقی مانده را خارج کنید.
۲. داخل اتاقک استریلیزاسیون را با استفاده از مواد پاک‌کننده قادر کلر تمیز کنید. طبقه‌های مورد استفاده برای قراردادن سبدها را نیز نظافت کنید.

- ب) بخار را تخلیه کنید و منتظر بمانید تا دستگاه به دمای اتاق برسد.
- ج) محافظه جلوی ژنراتور را بردارید.
- د) انتهای الکتریکی مقاومهای حرارتی (متغیر) را قطع کنید.
- ه) پیچهای محکم کننده صفحه جلو، جایی که مقاومهای حرارتی نصب می‌شوند را بردارید و صفحه جلو را بازکنید.
- و) واشر را بررسی و در صورت لزوم آن را جایگزین نمایید.
- ز) جرم انباسته شده روی سطح مقاومهای حرارتی را پاک کنید. از مواد توصیه شده استفاده کنید.<sup>۲</sup>
- ح) با ترتیب معکوس دوباره قطعات دستگاه را سوار کنید.

### نگهداری سالانه

#### مسئلول: تکنسین اتوکلاو

۱. همه فیلترها را تمیز کنید.
۲. سطح آب مخزن را بررسی و تنظیم کنید طوری که سطح آب در فاصله ۲۰ میلی‌متری از حد اکثر ظرفیت قرار داشته باشد.
۳. فشار فنر دریچه دیافراگم را تأیید و تنظیم کنید.
۴. دریچه‌های ایمنی را باز، تمیز و تنظیم کنید.
۵. فیلتر هوای را عوض کنید.
۶. فرآیند استریلیزاسیون عمومی را با جزئیات فشار، دما، زمان‌های موردنیاز برای کامل کردن هر مرحله از چرخه، شرایط لامپ‌های سیگنال و عملکرد سیستم ثبت را کنترل کنید. از اینکه دستگاه در محدوده تغییرات تعیین شده سازنده کارمی کند، اطمینان حاصل نمایید.
۷. این برنامه‌ها را به روال سه ماهه انجام دهید.

۳. به واشر در روغن بزنید. از روغن و روش توصیه شده سازنده دستگاه استفاده کنید. بعضی سازنده‌گان روش زیر را توصیه می‌کنند:

(الف) واشر را بردارید. برای این کار، لازم است با شل کردن مکانیسم‌های نگهدارنده (پیچ‌ها و صفحه‌ها) آن را از شیار باز کنید.

(ب) واشر و شیار را با الکل تمیز کنید تا ماده خارجی تأثیرگذار روی درز وجود نداشته باشد. سطح واشر باید صاف و تمیز باشد.

(ج) از روغن توصیه شده سازنده استفاده کنید تا بدنه واشر کاملاً محافظت شود. بسیاری از سازنده‌گان اتوکلاو از روغن گرافیت<sup>۱</sup> مقاوم به دمای بالا استفاده می‌کنند.

(د) واشر را دوباره در جای خود قرار دهید. در اتوکلاوها با اتاقک چهارگوش، نصب واشر معمولاً با قراردادن آن در میان یک طرف شیار، بقیه در مقابل دو سمت دیگر این شیار صورت می‌گیرد تا به خوبی در محل قرار گیرند. در اتوکلاوها با اتاقک گرد، نصب واشر از قسمت بالاتر شروع می‌شود و بدون آنکه به آنها فشار وارد شود به تدریج در داخل شیارها و در محل اصلی قرار می‌گیرند.

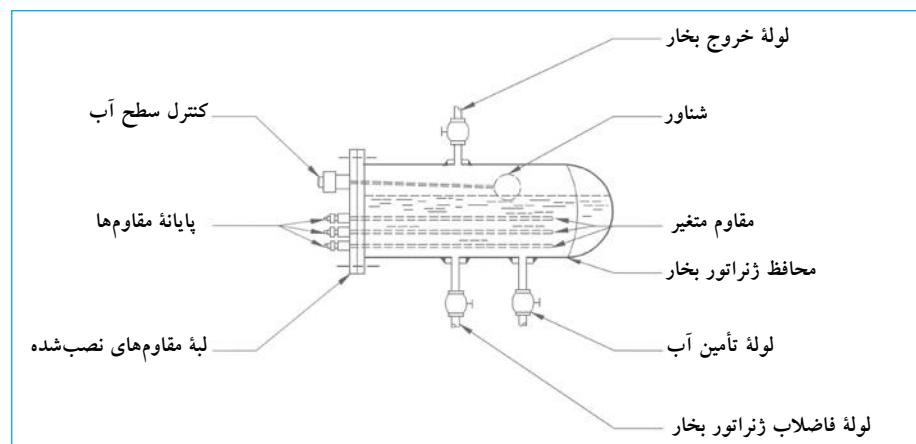
(۴) مطمئن شوید که درز دریچه‌های ایمنی شرایط مناسبی دارند.

(۵) سیستم قلم ثبت را با آب و الکل تمیز و حجم جوهر را جایگزین نمایید. معمولاً فشار با جوهر قرمز و دما با جوهر سیز ثبت می‌شود.

(۶) داخل ژنراتور بخار را تمیز کنید (برای دستگاهی که دارای این قسمت است). برای ژنراتور بخار، روش تمیز کردن شامل انجام فعالیت‌های ذیل است:

(الف) دوشاخه دستگاه را از پریز برق بیرون بکشید.

شکل ۳۶. ژنراتور بخار



۲. اگر آب مورد استفاده مولده بخار به سازی کامل نشده است، سطح مقاومهای ورقه می‌شود.

1. Graphite Lubricant

### تمیز کردن فیلتر بخار

**هشدار:** پیش از جدا کردن فیلتر بخار، فشار بخار داخل سیستم را از بین ببرید.

۱. محافظ را بردارید.
۲. شبکهٔ توری را بردارید.
۳. به دقت تمیز کنید.
۴. شبکهٔ توری را دوباره نصب کنید.
۵. محافظ را دوباره در جای خود قرار دهید.

در این قسمت، بعضی از رایج‌ترین مشکلات توضیح داده شده است. توصیه‌می‌شود کابران بسته به تنوع مدل‌ها و تکنولوژی‌های موجود از کتابچه راهنمای کاربری برای اتوکلاو استفاده کنند.

### نگهداری اجزای تخصصی

موارد زیر بعضی نگهداری‌های تخصصی را شامل می‌شود که برای اجزا دستگاه طراحی شده و توسط تکنسین شرکت پشتیبان ارائه می‌گردد. چون اتوکلاوها طراحی‌های مختلف دارند، نکه‌های قیدشده در ذیل فقط برای مدل‌های معینی از دستگاه قابل اجرا است.

### نگهداری دریچه‌های سولنوئید

۱. صدای تولید شده به وسیله بویین‌ها<sup>۱</sup> یا سولنوئیدها را بررسی کنید. وجود هرگونه صدای اضافی اعلام خطری است که نشانه بیش از حد داغ شدن سولنوئیدها در اثر عبور جریان برق غیرطبیعی است. با کاهش مقاومت [Z] مدار، جریان متناوب افزایش می‌یابد. زمانی که سولنوئید به طور مناسب با محافظ آهنی و بسته احاطه نشده باشد، چنین اتفاقی می‌افتد. در مدار آهن ربانی، وقتی سولنوئید انرژی دار می‌شود، گرد و خاک می‌تواند با جلوگیری از رسیدن محافظ به موقعیت نهایی، سبب ایجاد یک شکاف هوایی شود. قسمت بویین و هسته اصلی آن را به دقت تمیز کنید، طوری که حرکت پیستون با جرم و کثیفی متوقف نشود.
۲. واشرهای فنری<sup>۲</sup> بین سولنوئید و بدنهٔ دریچه را پس از بازکردن، تعویض کنید.
۳. چگونگی نصب دریچه سولنوئید را پیش از باز و جدا کردن آن مطالعه کنید. بعضی از انواع دارای علامت‌های مشخص نصب هستند، ولی بقیه فاقد چنین اطلاعاتی می‌باشند.
۴. وقتی دریچه سولنوئید<sup>۳</sup> را جدامی کنید، موقعیت سوراخ‌هایی را که در تماس با محیط کار هستند، کنترل کنید تا دوباره قادر به سوار کردن دریچه باشید.

1. Bobbins or Solenoids  
2. O-ring  
3. Solinoid Valves

## جدول مشکل‌یابی

مشکل	علت محتمل	راه حل
نشانگر استریلیزاسیون پایان چرخه استریلیزاسیون کامل را نشان نمی‌دهد.	اتاک استریلیزاسیون نادرست یا بیش از حد بارگذاری شده است.	نحوه تقسیم و مقدار بارگذاری را بررسی کنید. مطابق با توصیه‌های سازنده تنظیم کنید.
نشانگر استریلیزاسیون پایان چرخه استریلیزاسیون کامل را نشان نمی‌دهد.	دریچه بخار معیوب است.	دریچه بخار را بررسی کنید. آن را تعویض یا عوض کنید.
نشانگر استریلیزاسیون پایان چرخه استریلیزاسیون کامل را نشان نمی‌دهد.	زمان استریلیزاسیون کافی نیست.	زمان استریلیزاسیون را بررسی کنید. آن را مطابق با نوع چرخه تنظیم کنید.
نشانگر استریلیزاسیون پایان چرخه استریلیزاسیون کامل را نشان نمی‌دهد.	اتوکلاو به دما و فشار انتخابی استریلیزاسیون نمی‌رسد.	دمای انتخابی را بررسی کنید. تناسب فشار بخار را با چرخه انتخابی بررسی کنید.
نشانگر استریلیزاسیون پایان چرخه استریلیزاسیون کامل را نشان نمی‌دهد.	احتمال نشت بخار از در(واشر) یا مسیر ابزارهای کترلی را بررسی کنید.	اقلام درون دستگاه را کم کنید تا بخار بهتر جریان داشته باشد.
نشانگر استریلیزاسیون پایان چرخه استریلیزاسیون کامل را نشان نمی‌دهد.	فرآیند قبل از آغاز چرخه مناسب نبوده است، هوا به تخلیه را بررسی کنید.	فرآیند قبل از آغاز چرخه مناسب نبوده است، هوا به تخلیه از داخل اتاک باقی مانده است.
نشانگر استریلیزاسیون پایان چرخه استریلیزاسیون کامل را نشان نمی‌دهد.	اندیکاتور بیولوژی برای چرخه اجرا شده نامناسب است.	مشخصات اندیکاتور بیولوژی را بررسی کنید. چرخه استریلیزاسیون را تکرار کنید.
نشانگر استریلیزاسیون پایان چرخه استریلیزاسیون کامل را نشان نمی‌دهد.	فشار بخار، آب و هوا، هیچ کدام کافی نیستند. درنتیجه، ابزار تنظیم و کنترل عبور دریچه‌های سولوئیدی فعال نمی‌شوند.	فشار بخار، آب و هوا را بررسی کنید. سیستم‌های تنظیم را کنترل نمایید.
وسایل استریل شده مرتکب باقی می‌مانند.	آب گذر اتاک استریلیزاسیون مسدود شده است.	دریچه بخار معیوب است.
وسایل استریل شده مرتکب باقی می‌مانند.	بارگذاری در اتوکلاو بیش از حد است.	اقلام درون دستگاه را کم کنید. چرخه استریلیزاسیون را تکرار نمایید.
وسایل استریل شده مرتکب باقی می‌مانند.	اتوکلاو تراز نیست.	اتوکلاو را تراز کنید.
وسایل استریل شده مرتکب باقی می‌مانند.	اندیکاتور بیولوژی برای عملکرد چرخه مناسب نیست.	از اندیکاتور بیولوژی با سری ساخت یا سازنده دیگر استفاده کنید، پارامترها را با دقیقت ثبت کنید.
فشار بخار خیلی پایین است.	واشر در خراب است.	واشر را بررسی و آن را تعویض کنید.
فشار بخار خیلی پایین است.	بخار داخلی در اجزای دیگر اتوکلاو نشتمانی کند	دربیچه‌های الکتریکی و غیره را بررسی کنید.
فشار بخار زیاد است.	اتوکلاو بیش از حد بارگذاری شده است.	اقلام درون دستگاه را کم کنید.
فشار بخار زیاد است.	اتوکلاو کالیبر نیست.	اتوکلاو را کالیبر کنید.

## تعاریف پایه

سترونی.<sup>۱</sup> روش‌های اجرایی لازم که برای حذف میکرووارگانیسم‌ها و ضدغونی کردن کاربرد دارد.

اتمسفر.<sup>۲</sup> واحد قدیمی فشار برابر با ۱۰۱۳۲۵ پاسکال<sup>۳</sup> یا ۱۴/۶۹ پوند بر اینچ مربع.<sup>۴</sup>

بار.<sup>۵</sup> واحد فشار برابر با ۱۰<sup>۵</sup> پاسکال.

تمیزکردن.<sup>۶</sup> برداشتن مکانیکی همه مواد خارجی روی سطح اشیای بی‌جان؛ به طور معمول به استفاده از آب تمیز همراه با مایع پاک‌کننده دلالت دارد. یک روش اجرایی پایه است که پیش از قرارگرفتن اشیا در معرض فرآیند استریلیزاسیون انجام می‌گیرد. تمیزکردن ممکن است دستی یا با استفاده از روش‌های خودکار انجام شود. باید توجه شود که تمیزکردن روش نابودی میکرووارگانیسم‌ها نیست و فقط مقدار آنها را کاهش می‌دهد.

آلودگی‌زدایی.<sup>۷</sup> روشی برای کاهش مقدار میکرووارگانیسم‌های یک شیء یا ماده تا استفاده از آن یا تغییر در آن اینم باشد. برای مثال، اشیای به کار رفته در روش‌های مراقبت بیمار که ممکن است در تماس با مایعات یا مواد آری بدن باشند نیاز به آلودگی‌زدایی یا حتی استریلیزاسیون دارد(ر.ک. به توضیح زیر).

ضدغونی یا گندزدایی.<sup>۸</sup> فرآیندی که با استفاده از روش‌های فیزیکی و شیمیایی، همه اشکال حیات در مرحله رویشی(به جز اسپورها) را از مواد غیرمت حرک حذف می‌کند.

بررسی.<sup>۹</sup> ارزیابی چشمی اقلام شسته شده، با هدف یافتن عیب و نقص یا کثیفی که ممکن است فرآیند استریلیزاسیون را مختلف کند. بررسی، فرآیند بسیار مهمی است که ممکن است با استفاده از ذره‌بین انجام شود تا جزئیات بسیار ریز تشخیص داده شوند.

محافظه بیرونی.<sup>۱۰</sup> فضای محصور در اطراف اتاقک استریلیزاسیون که بخار در درون آن به چرخش درمی‌آید و گرما را به اتاقک استریلیزاسیون در فرآیند قبل(حذف هوا) و پس از چرخه(خشک کردن مواد استریل شده) انتقال می‌دهد.

حرارت مرتبط.<sup>۱۱</sup> یک روش استریلیزاسیون که با شکستن و تغییر ماهیت مولکول‌های پروتئین<sup>۱۲</sup>، میکرووارگانیسم‌ها را حذف می‌کند. این حذف در حضور بخار آب تسریع می‌شود.

پاسکال. واحد فشار در سیستم بین‌المللی که مطابق با نیروی یک نیوتون(N) بر یک(۱) مترمربع است:

$$Pa = \frac{N}{m^2}$$

کیفیت.<sup>۱۳</sup> خصوصیت ترمودینامیک که به طور معمول با حرف [X] مشخص می‌شود و ارتباط بین حجم بخار و حجم کل ماده تحت شرایط اشیاع تعريف شده را نشان می‌دهد.

دریچه‌های کمکی.<sup>۱۴</sup> نوعی دریچه‌های سولوئنیدی که با فشار محیط اطراف باز یا بسته می‌شوند. عموماً این دریچه‌ها، غشاء‌ها با سوراخ‌های کوچک دارند که از طریق آنها شرایط محیطی آماده می‌شود.

دریچه‌های سولوئنیدی. ابزار کنترل الکترومغناطیسی مورد استفاده در کاربردهای چندگانه که به عنوان دریچه‌های الکتریکی نیز شناخته شده‌اند. موقعیت پیستون توسط یک بویین کنترل می‌شود که انرژی دار شده یا در حال استراحت است. پیستون باعث عبور مایع داخل یک مدار مشخص می‌شود یا از آن جلوگیری می‌کند. این دریچه‌ها در سیستم‌های هیدرولیک، هوایی، بخار و خلاء به کار می‌روند. سازندگان طراحی‌های متعددی را برای کاربردهای تخصصی طراحی نموده‌اند.

استریلیزاسیون.<sup>۱۵</sup> یک سری از فرآیندهایی که با استفاده از روش‌های فیزیکی، شیمیایی و بخار همه اشکال حیات(شامل اسپورها) در مواد غیرمت حرک را نابود می‌کند.

اتاقک استریلیزاسیون.<sup>۱۶</sup> فضایی که اقلام مورد نیاز استریلیزاسیون در آن قرار داده می‌شوند. وقتی فرآیند استریلیزاسیون در حال انجام است، اتاقک با بخار تحت فشار پر شده و بسته به فشار انتخاب شده به دمای مورد نظر می‌رسد. طی چرخه استریلیزاسیون، اتاقک با یک درجه مجهز به سیستم حفاظتی، محکم بسته می‌شود که فقط هنگامی که فرآیند استریلیزاسیون کامل و فشار داخلی به فشار اتمسفر می‌رسد، می‌تواند باز شود.

اندیکاتور استریلیزاسیون.<sup>۱۷</sup> اندیکاتور شیمیایی یا بیولوژی یا این کامبل فرآیند استریلیزاسیون یک ماده یا شیء را کنترل می‌کند. متداول‌ترین اندیکاتورها نوارهای حساس به حرارت(وقتی به شرایط دمای تعیین شده برسد، تغییر رنگ می‌دهد) و اسپور باسیلوس استتاور ترموفیلوس هستند.

دریچه بخار.<sup>۱۸</sup> یک وسیله طراحی شده برای محدود کردن عبور بخار و اجازه عبور به مایع تغییض شده است.

1. Asepsis	6. Cleaning	11. Moist Heat	16. Sterilization Chamber
2. Atmosphere	7. Decontamination	12. Denaturation	17. Sterilization Indicator
3. Pascals	8. Disinfection	13. Quality	18. Vapour Trap
4. Pound per square inch	9. Inspection	14. Servo - Assisted Valves	
5. Bar	10. Jacket	15. Sterilization	



# فصل ۱۳



## فور

۲۱۰۸۷	۲۱۰۸۶	GMDN
۲۱-۰۸۷	۲۱-۰۸۶	ECRI
فور آزمایشگاه، هوای اجباری(همرفت)	فور آزمایشگاه	نام‌گذاری

### موارد استفاده از فور

فور برای استریل نمودن یا خشک کردن وسایل شیشه‌ای و فلزی مورد استفاده در آزمایشگاه به کار می‌رود. در فور وسایل تمیز با حرارت خشک در  $180^{\circ}\text{C}$  به مدت ۲ ساعت استریل می‌شوند. در طی حرارت دیدن به وسیله هوای خشک با دمای بالا، رطوبت ظروف شیشه‌ای تبخیر می‌شود و بنابراین احتمال باقیماندن هر نوع فعالیت بیولوژی از بین می‌رود.

### اصول عملکرد

عموماً فورها یک اتافک داخلی و خارجی دارند. اتافک داخلی از آلومینیوم یا فولاد ضدزنگ یا استیل با هدایت بسیار خوب گرمای ساخته‌شده و یک سری قفسه‌های استیل دارد تا هوا به طور آزادانه در اطراف اشیایی که نیاز به خشک شدن یا استریلیزاسیون دارند، به گردش درآید. این قسمت به وسیله مواد عایقی که شرایط دمای بالا را در داخل حفظ و نگهداری می‌کنند و انتقال گرما به خارج را به تأخیر می‌اندازند، از اتافک خارجی جدا می‌شود. اتافک خارجی از ورقه‌های فولادی<sup>۴</sup> ساخته شده که با یک لایه محافظ از رنگ الکتروستاتیک پوشانده شده است. گرما، با عبور از میان ردیفهایی از مقاومهای الکتریکی ایجاد می‌شود و انرژی را به اتافک انتقال می‌دهد. این مقاومهای در قسمت پایین فور واقع شده‌اند و گرمای بهروش جایه جایی(همرفت) طبیعی<sup>۵</sup> اجباری(در فورهایی که دارای سیستم تهویه داخلی هستند)، توزیع می‌شود.

از فور در آزمایشگاه برای خشک کردن و استریل کردن ظروف شیشه‌ای و فلزی استفاده می‌شود. سازندگان چند نوع فور را به این منظور تولید نموده‌اند: بعضی با همراهت طبیعی و یا همراهت اجباری<sup>۱</sup> گرمای، بقیه با همراهت گرانشی<sup>۲</sup> گرمای کارمی کنند. به طور کلی، فورها در دمای اتاق تا  $350^{\circ}\text{C}$  کار می‌کنند و فور هوای گرم<sup>۳</sup> نیز نام دارند.

### تصویر یک فور



4. Steel Laminate  
5. Natural Convection

1. Forced Convection  
2. Gravity Convection  
3. Pupinel / Poupinel

زمان(دقیقه)	دما <sup>°C</sup>
۳۰	۱۸۰
۶۰	۱۷۰
۱۲۰	۱۶۰
۱۵۰	۱۵۰
۱۸۰	۱۴۰
۳۶۰	۱۲۱

## الزامات نصب و راهاندازی

موارد زیر برای استفاده از فور لازم است:

۱. میز کار بزرگ، محکم و تراز
۲. فضای آزاد حداقل ۵ سانتی متر در اطراف فور و فضای کافی برای قراردادن لوازمی که باید خشک یا استریل شوند.
۳. یک پریز برق با سیم زمین و اندازه مناسب برای فراهم کردن برق فور که باید در شرایط مطلوب و مناسب با استانداردهای الکتریکی کشوری یا بین المللی باشد. طول این سیم باید بیش از یک متر باشد. ولتاژ معمول مورد استفاده برای فور ۱۱۰ یا ۲۲۰V و فرکانس ۶۰Hz است.
۴. اطمینان حاصل نمایید که مدار الکتریکی ابزار حفاظتی لازم را برای تأمین برق کافی دارد.

## کاربردی فور

- برای کاربری صحیح فور یکسری احتیاطات باید در نظر گرفته شود.
- موارد ذیل دارای اهمیت بیشتری می باشند:
۱. در فور از مواد قابل اشتعال یا انفجار استفاده نکنید.
  ۲. از پاشیده شدن محلول های اسیدی یا بخارات خورنده در داخل فور جلوگیری کنید تا از خوردنگی سطوح و قسمه های داخلی پیشگیری شود.
  ۳. از وسایل حفاظت شخصی استفاده کنید (دستکش های عایق، عینک ایمنی و پنس برای قراردادن یا برداشتن وسایل یا مواد در داخل فور).

## کاربردی معمول

معمولًاً روش اجرایی زیر انجام می شود:

۱. سوچیج اصلی را با فشاردادن دکمه ای که معمولاً با علامت [I] مشخص می شود، فعال کنید.
۲. کلید مشخص شده به عنوان «برنامه» را فشار دهید

۱. این مثال معادله انتقال حرارت برای مقاوم نوع سیمی با شکل حلقوی است. برای اشکال دیگر معادلات متفاوتی باید استفاده شود.
۲. زمان از لحظه ای که حرارت به دمای مورد نظر می رسد، محاسبه می شود.

توان (انرژی در واحد زمان) منتشر شده از مقاوم های الکتریکی از معادله زیر محاسبه می شود:

$$P = I^2 R$$

به طوری که:

$$I = \text{شدت جریان الکتریکی (واحد آمپر)} [A]$$

$$R = \text{مقاومت الکتریکی (واحد اهم)} [\Omega]$$

با فرض اینکه انرژی نه تولید و نه نابود می شود بلکه تغییر شکل می دهد، می توان میزان انرژی گرمایی را مانند مواد مقاومتی محاسبه کرد. در صورت وجود یک سیم مقاوم، مقدار گرمای تولید و منتشر شده  $[q]$  را می توان از معادله زیر محاسبه کرد:

$$I^2 R = q\pi r^2 L$$

به طوری که:

$$R = \text{مقاومت سیم}$$

$$I = \text{شدت جریان الکتریکی}$$

$$r = \text{شعاع بیرونی سیم}$$

$$L = \text{طول سیم}$$

$$q = \text{گرمای تولید شده در واحد حجم}$$

مقاومت  $[R]$  را می توان با معادله زیر محاسبه کرد:

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

به طوری که:

$$\rho = \text{مقاومت مقاوم}$$

$$A = \text{سطح مقطع سیم}$$

فور یک در فلنی با عایق حرارتی دارد که به دسته عایقی برای جلوگیری از سوختن دست، مجهر شده است. در به وسیله یکسری لولا که سبب بازشدن آن تا زاویه  $180^\circ$  می شود، به بخش جلویی فور نصب شده است. فورهای مدرن به وسیله یک میکروپرسور کنترل می شوند که اجازه انتخاب پارامترهای عملی، آلام های دستگاه و برنامه ریزی چرخه ها یا فرآیندهای حرارتی را می دهد. همچنین در این فورها، نه تنها امکان کنترل دما بلکه روش هایی که برای تغییر زمان در فازهای حرارتی / خنک سازی یا در دماهای ثابت نیاز است، فراهم می شود. فورها به طور طبیعی در محدوده دمای اتاق تا  $350^\circ C$  کار می کنند. بعضی از مدل ها دامنه های دمایی محدود دارند. فورهای قدیمی تر به طور ساده یکسری مقاوم دارند که عملکردشان توسط یک ترمومتر کنترل می شود.

جدول زیر ارتباط دما / زمان مورد نیاز برای استریلیزاسیون با گرمای خشک در فورها را نشان می دهد.

## فصل ۱۳ فور

هر سازنده، دستورالعمل‌هایی تفصیلی برای کاربری این کنترل‌ها تهیه می‌کند. معمولاً آنها در قسمت پایین فور قرار دارند و با هواکشی که هوای محیط را به گردش درمی‌آورد، خنک می‌شوند.

### مدار الکتریکی

شکل ۳۸، مدار الکتریکی پایه در فور را نشان می‌دهد. اجزای زیر به اجمال آورده شده‌اند:

۱. کلید اصلی. فور را روشن یا آن را خاموش می‌کند.
۲. کنترل. عملکرد فور را کنترل می‌کند (دما، زمان، نوع گرمایش / سرمایش، شیوه‌های انتخابی کاربری مانند از قبل گرم کردن، استریل کردن، آبگیری، آماده سازی، خشک کردن و حتی پختن).
۳. مقاومات. المنت‌های حرارتی، انرژی الکتریکی را به انرژی گرمایی تبدیل می‌کنند.
۴. سیستم‌های نشانگر<sup>۱</sup>. ابزاری که سیستم کنترل عمومی را کامل می‌کنند. این نشانگرها روشن و فعال بودن فور را مشخص می‌کنند.

۳. دمای مورد نظر را با کلید مشخص شده با علامت (+) انتخاب کنید تا دمای انتخابی روی صفحه ظاهر شود. فور گرم می‌شود تا به دمای انتخابی برسد.

۴. در فورهای قابل برنامه‌ریزی، برای تنظیم پارامترهایی مانند زمان، انواع هشدارها و آلارم‌ها، باید از دستورالعمل‌های تعیین شده توسط سازنده پیروی نمایید.

### کنترل‌های فور

نمای کنترل تنظیم فورهای مدرن در شکل ۳۷ نشان داده شده است و شامل اجزای زیر است:

۱. کلید اصلی

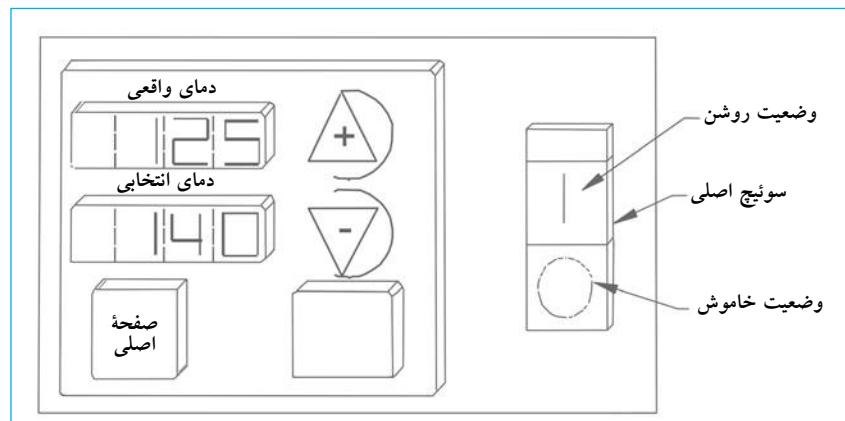
۲. صفحه نمایش برای کنترل دمایهای جاری و انتخابی

۳. دکمه انتخاب پارامتر (صفحه اصلی)

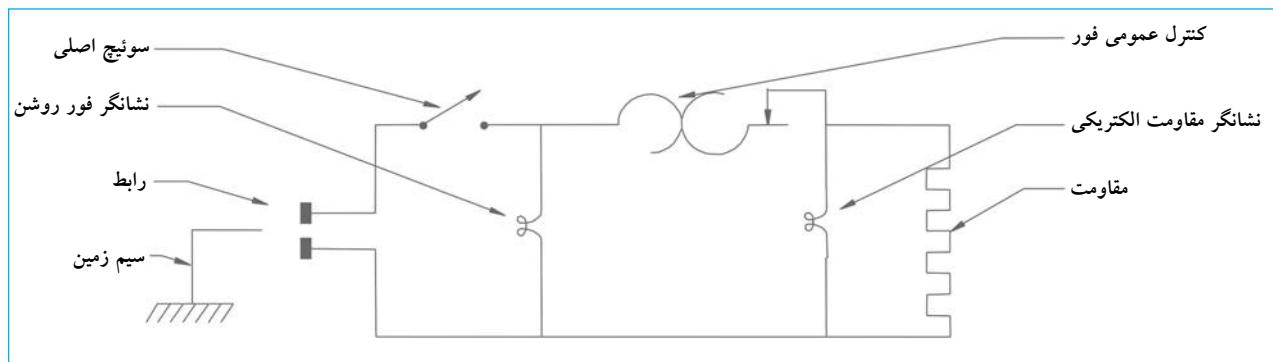
۴. دکمه برنامه‌ریزی چرخه‌های کاری

۵. دکمه‌های افزایش و کاهش دما

شکل ۳۷. کنترل الکترونیکی فور



شکل ۳۸. مدار الکترونیکی فور



## کنترل کیفی

کنترل کیفی فورها کار آسانی نیست؛ چون در استریلیزاسیون با حرارت خشک، پارامترهای دما و زمان تأثیرگذار هستند. عموماً اسپور باسیلوس سوبتیلوس (گونه نایجر) به عنوان اندیکاتور بیولوژی به کار می‌رond. این اندیکاتورها باید بعد از مرحله استریلیزاسیون برای چند ساعت انکوبه شوند. مقدار اولیه اسپور در اندیکاتور بیولوژی، بین  $1 \times 10^6 - 10^5$  است.

اثربخشی چرخه، به سرعت انتشار گرما، مقدار گرمای موجود و مقدار گرمای ازین رفته، بستگی دارد و میکروب کشی آن تحت تأثیر وجود مواد آلی و آلودگی اقلام، قرارمی‌گیرد. استریلیزاسیون با حرارت خشک باید به موادی که نمی‌توان در اتوکلاوها استریل نمود، محدود گردد.

## نگهداری معمول

نگهداری فور ساده بوده و نگهداری معمول پیچیده‌ای لازم ندارد. روال نگهداری کلی بعد از شرح داده‌می‌شود. تنوع روش‌های اجرایی به نوع فور و طراحی سازندگان مختلف بستگی دارد.

**هشدار:** قبل از انجام هرگونه اقدام جهت نگهداری معمول، اطمینان حاصل نمایید که فور به دمای اتاق رسیده است و به پریز برق متصل نیست.

## دسترسی به قسمت‌های الکترونیک

### توازن: هر زمان که لازم باشد

اجزای الکترونیک معمولاً در قسمت پایین فور قرار داده‌می‌شوند. به منظور بررسی آنها، به ترتیب زیر اقدام کنید:

۱. سیم اتصال فور را از پریز برق بکشید.

۲. فور را جلو بکشید تا لبه جلویی قاعده دستگاه با لبه سطح کار مماس شود.

۳. دو قطعه به ضخامت تقریبی ۳ سانتی‌متر را زیر هر یک از پایه‌های جلویی قرار دهید. با این کار قسمت جلویی فور در سطح بالایی قرارمی‌گیرد و پس از برداشت محافظ زیرین بررسی بخش‌های الکترونیک آسان می‌شود.

۴. پیچ‌های صفحه محافظ پایین را باز و آن را بردارید. سپس اجزای کنترل الکترونیک را بررسی نمایید. معمولاً اجزای زیرین در این محفظه قرار دارند:

الف) صفحه کنترل<sup>۱</sup>

ب) یک دکمه ایمنی<sup>۲</sup>

ج) کلید اصلی و مدارشکن (ترکیبی)

۵. هرگاه بررسی کامل شد صفحه محافظ را در جای خود قرار دهید.

## تعویض مقاوم‌های حرارتی

### توازن: هر زمان که لازم باشد

روش زیر باید توسط پرسنلی که اطلاعات کافی دارند انجام شود: ۱. سیم اتصال فور را از پریز برق بکشید.

۲. دماسنجه را از قسمت بالایی اتفاق بردارید.

۳. در را بازکنید و قفسه‌ها را بردارید.

۴. میله مدرج<sup>۳</sup> دماسنجه را قطع کنید.

۵. پیچ‌های صفحه پایینی را بازکنید.

۶. صفحه پایینی را بردارید.

۷. پیچ کابل‌های تأمین کننده برق مقاوم‌ها را بازکنید و پایانه‌هایی

که این کابل‌ها را به مقاوم‌ها می‌بنند، قطع نمایید.

۸. پیچ مقاوم‌ها و نیز مقاوم‌های خارجی را بازکنید.

۹. مقاوم‌های جدید با ویژگی‌های یکسان با مقاوم‌های اولیه را نصب کنید.

۱۰. قطعات و اجزای الکتریکی را مجدداً نصب و متصل کنید.

## تعویض هواکش خنک‌کننده

### توازن: هر زمان که لازم باشد

برای تعویض هواکش خنک‌کننده (که معمولاً در بخش پایینی قرار دارد)، باید از روش‌های زیر استفاده شود:

۱. همان‌گونه که برای بازکردن قسمت‌های الکترونیک شرح داده شد، اقدام نمایید.

۲. پایانه‌های تأمین برق هواکش را قطع کنید.

۳. پیچ‌های هواکش را بازکنید.

۴. هواکشی با مشخصات یکسان با نوع اولیه را نصب کنید، سیم‌های هواکش را به پایانه‌ها متصل کنید.

۵. صفحه محافظ را در جای خود قرار دهید.

## تعویض واشر در

### توازن: هر زمان که لازم باشد

واشر در معمولاً از سیلیکون ساخته می‌شود.

۱. فور را خاموش و در را بازکنید.

۲. ابزار ایمنی که واشر را در جای خود نگه می‌دارند، شل کنید.

۳. با استفاده از پیچ‌گوشی واشر را از محل قرارگیری آن بردارید. از به کارگیری نیروی اضافی خودداری کنید؛ چون ممکن است محفظه را بشکند.

۴. واشر جایگزین را نصب کنید. از قسمت بالا شروع کنید. سپس آن را به طرفین حرکت دهید و به در متصل نمایید. مراحل را در قسمت پایین در نیز به همین روش انجام دهید.

## فصل ۱۳ فور

۷. اتصال سیم‌های ترموکوپل کهنه را قطع کنید و سیم‌های ترموکوپل جدید را داخل پایانه‌های اتصال مربوطه قراردهید.  
کترل کنید که قطبیت اولیه حفظ شده باشد.

۸. دوباره صفحهٔ محافظ را در جای خود قراردهید.

### تعویض ترموکوپل

#### تواتر: هر زمان که لازم باشد

۱. محفظهٔ کترول الکترونیک را بازکنید.

۲. کابل‌های متصل‌کنندهٔ ترموکوپل را از پایانه‌های اتصال روی صفحهٔ کترول جداکنید.

۳. ترموکوپل را از قسمت بالایی فور شل کنید و به بخش جلویی حرکت‌دهید تا حداقل ۱۵ سانتی‌متر از کابل در معرض دید باقی بماند.

۴. کابل را از ترموکوپل قطع کنید تا غلاف جدا شود.

۵. انتهای بریدهٔ ترموکوپل معیوب را با کابل‌های ایمن جایگزین کنید.  
از نوار چسب برای جلوگیری از شل‌بودن آنها استفاده نمایید.

۶. در حالی که اتصالات فقط نشده‌است، ترموکوپل خراب را از بخش الکترونیک به آرامی بیرون بکشید تا به عنوان راهنمای در حین جایگزینی مورد استفاده قرار گیرد.

### تعویض لولاهای در فور

#### تواتر: هر زمان که لازم باشد

برای تعویض لولاهای در، به شرح ذیل اقدام نمایید:

۱. در را باز و آن را از لوله‌ها جدا کنید.

۲. پیچ‌های اتصال لولاهای خراب را باز کنید.

۳. لولاهای خراب را بیرون بیاورید.

۴. لولاهای جدید را در جای خود قراردهید و با پیچ‌های اتصال محکم کنید.

۵. در را دوباره نصب کنید.

### جدول مشکل‌یابی

مشکل	علت محتمل	راه حل
برق در فور وجود ندارد.	فور به پریز متصل نیست.	فور را به پریز برق متصل کنید.
	کلید اصلی را روشن کنید.	کلید اصلی خاموش است.
	مدارشکن خراب است.	مدارشکن را تعویض کنید.
	صفحهٔ کترول خراب است.	صفحهٔ کترول را تعویض کنید.
	کابل متصل‌کننده را کترول/تمیر کنید.	کابل متصل‌کننده خراب است.
	ترموکوپل خراب است.	ترموکوپل را تعویض کنید.
افزایش دما نامنظم است.	کترول خراب است.	کترول را تعویض کنید.
	دما پایین‌تر از مقدار انتخاب شده است.	دما را تغییر دهید. منتظر بمانید تا به دمای انتخابی برسد.
	ترموکوپل خراب است.	ترموکوپل را تعویض کنید.
	مقاوم حرارتی خراب است.	مقاوم حرارتی را تعویض کنید.
	تقویت‌کننده خراب است.	تقویت‌کننده را تعویض کنید.
	کترول خراب است	کترول را تعویض کنید.
فور خطای حرارتی نشان می‌دهد.	مدار ترموکوپل باز است.	از اتصال ترموکوپل اطمینان حاصل نمایید، یا ترموکوپل را تعویض کنید.
	صفحهٔ نمایش، پیغام «باز است» را به عنوان خطای نشان می‌دهد.	

## تعاریف پایه

<p>مدارشکن.<sup>۱</sup> یک ابزار کنترل الکتریکی که باعث می‌شود قطعه‌ای از دستگاه با یک وسیله روشن یا خاموش شود. این وسیله کلید نیز نامیده می‌شود.</p> <p>ترموکوپل الکتریکی.<sup>۲</sup> ابزار مورد استفاده برای اندازه‌گیری صحیح دما است. این ابزار باستن دو فلز متفاوت که در یک انتهای به وسیله یک سیم به یکدیگر متصل شده‌اند، تشکیل شده‌است و ولتاژ متناسب با تفاوت دما بین دو انتهای تولید می‌کند. این پدیده به افتخار کاشف آن، پرشک آلمانی توماس سیبیک<sup>۳</sup> به نام پدیده سیبیک<sup>۴</sup> شناخته می‌شود.</p> <p>گرمای.<sup>۵</sup> شکلی از انرژی که از سیستمی با دمای بالا به سیستمی با دمای پایین‌تر به علت وجود اختلاف دما منتقل می‌شود. وقتی یک سیستم با جرم زیاد [M] با سیستم دیگری با جرم کم [m] با دمای متفاوت در تماس قرار می‌گیرد، دما به دمای اولیه سیستم با جرم زیاد نزدیک است. بنابراین مقدار گرمای <math>\Delta Q</math> از سیستم با دمای بالاتر به سیستم با دمای پایین‌تر منتقل می‌شود. مقدار گرمای <math>\Delta Q</math> با تغییر در دما <math>\Delta T</math> متناسب است. ثابت تناسب [C] یا ظرفیت گرمایی سیستم، باعث برقراری رابطه زیر می‌شود <math>\Delta Q = C\Delta T</math> که اشاره بر یکی از پیامدهای تغییر دما در یک سیستم یا «انتقال گرمای» دارد.</p> <p> مقاومت.<sup>۶</sup> مقاومتی که یک ماده یا مدار الکتریکی در برابر جریان برق اعمال می‌کند. این ویژگی یک مدار است که در برابر عبور جریان، انرژی الکتریکی را به گرمایی تبدیل می‌کند. مقاومت [R] یک جزء مانند سیم، با طول سیم [l] نسبت مستقیم داشته و به طور معکوس با سطح مقطع [a] متناسب است. مقاومت از معادله زیر محاسبه می‌شود:</p>
$R = k \times \frac{1}{a}$
به طوری که:
$k =$ عدد ثابتی که به واحدهای مورد استفاده بستگی دارد.
$l =$ طول رسانا
$a =$ سطح مقطع رسانا
اهم ( $\Omega$ ). واحد رایج مقاومت الکتریکی است، یک اهم با یک ولت بر آمپر برابر است.
ترموستات. <sup>۷</sup> وسیله‌ای که دمای سیستم را تنظیم می‌کند. معمولاً با انساط یکی از اجزایش که به طور مکانیکی عامل دیگری را فعال می‌نماید، کار می‌کند. برای مثال کلیدی که عملکرد خاصی را کنترل می‌کند.

- 1. Circuit breaker
- 2. Electric Thermocouple
- 3. Tomas Seeback
- 4. Seebeck Effect
- 5. Heat
- 6. Resistance
- 7. Thermostat

# فصل ۱۴



## انکوباتور

۳۴۸۳	۳۵۴۸۲	GMDN
۱۵-۱۵۲	۱۵-۱۵۱	کد ECRI
انکوباتور بی‌هوایی	انکوباتور هوایی	نام‌گذاری

با توجه به طراحی و ویژگی‌های مختلف، انکوباتورها دما را از ۱۰-۷۵°C یا بیشتر کنترل می‌کنند. در بعضی دیگر و در شرایط اتمسفری ویژه برای رشد انواع مختلف میکرووارگانیسم‌ها و سلول‌ها، امکان تزریق گاز دی‌اکسید کربن (CO<sub>2</sub>) به فضای داخل انکوباتور نیز است.

### اصول عملکرد

انکوباتور از روش‌های مختلف انتقال گرما و کنترل محیطی جهت رسیدن به شرایط لازم برای روش‌های ویژه آزمایشگاه استفاده می‌کند. معمولاً انکوباتورها دارای یک سیستم مشتمل از مقاوم‌های الکتریکی هستند که با ترمومترات و یا میکروپروسسور کنترل می‌شوند و برای سیستم‌های انتقال گرما، از هدایت و یا همرفت طبیعی و یا اجباری گرما استفاده می‌کنند.

### هدایت گرما

در انکوباتورهایی که با هدایت گرما کار می‌کنند، یک سری از مقاوم‌های الکتریکی حرارت را به طور مستقیم به دیواره اتاق، جایی که نمونه‌ها انکوبه می‌شوند، انتقال می‌دهد. مقاوم‌ها دمای بالا دارند. در حالی که اتاق یکی از نواحی با دمای پایین‌تر است. انتقال انرژی حرارتی همیشه از ناحیه‌ای با دمای بالاتر به ناحیه‌ای با دمای پایین‌تر مطابق معادله فوریر<sup>۳</sup> محاسبه می‌شود:

$$q = -KA \frac{\partial T}{\partial x}$$

به طوری که:

$q$  = مقدار انتقال گرما به وسیله هدایت (رسانایی)

$K$  = هدایت حرارتی مواد

$A$  = سطح انتقال گرما

$\partial T$  = انتشار دما در جهت حریان گرما

علامت منفی (-)، براساس قانون دوم ترمودینامیک در معادله آورده شده است.

3. Fourier

انکوباتور برگرفته از واژه لاتین incubare به معنای پرورش دادن<sup>۱</sup> است. انکوباتور محفظه‌ای با دما، فشار هوا و رطوبت کنترل شده می‌باشد که به منظور نگهداری و رشد میکرووارگانیسم‌های زنده در محیطی مناسب طراحی شده است. از بیشترین مصارف آن، انکوباسیون کشت‌های باکتری، ویروسی، شناسایی و کشت‌های سلولی با تعیین و فراهم‌سازی میزان نیاز بیوشیمیایی اکسیژن (BOD)<sup>۲</sup> و ذخیره بیولوژی است. انکوباتورها در پیچیدگی و طراحی متفاوت هستند. بعضی از آنها فقط دما را کنترل می‌کنند در حالی که بقیه، ترکیب هوا را نیز کنترل می‌کنند. بعضی با استفاده از سیستم سردکننده توانایی ایجاد شرایط دمایی کمتر از دمای اتاق دارند.

### تصویر انکوباتور

انکوباتور استاندارد



1. To breed

2. Biochemical Oxygen Demand

### همرفت گرما<sup>۱</sup>

سیستم کنترل کننده دمای انکوباتور کار می‌کند. آب در حالت مایع ظرفیت بالایی در جذب و حفظ گرمای دارد. بعضی از سازندگان در طراحی‌های خود اتاقک‌های آبی را در اطراف اتاقک انکوباسیون تعییه می‌کنند. این کار، برای تضمین حفظ شرایط دمایی ثابت در درون اتاقک انکوباسیون مفید است.

همچنین، انکوباتورهایی طراحی شده که در آنها گازهایی مانند دی‌اکسید کربن با غلظت ۳٪ و ۵٪ به اتاقک انکوباسیون تزریق شده و حفظ می‌گردد.

سیستم کنترل دمای انکوباتور، مبتنی بر استفاده از ترموموستات‌های (فلزی یا با بسط مایع)، ترموکوپل‌ها، مقاوم‌های حرارتی<sup>۲</sup> یا عوامل نیمه‌رسانای<sup>۳</sup> گوناگون است. مدارهای الکترونیک از طریق میکروپروسسورها، دما و عملکرد انکوباتور را کنترل می‌کنند. طرح‌های مختلف به سازنده بستگی دارد. دمای واقعی یا برنامه‌ریزی شده انکوباتور و دیگر اطلاعات روی صفحه<sup>۴</sup> نشان داده می‌شود.

برای تنظیم صحیح دمای انکوباتور، باید حداقل ۵°C تفاوت بین دمای اتاقک [Tc] و دمای اتاق [Ta] وجود داشته باشد. اگر دمای اتاقک [Tc] باید پایین‌تر از دمای اتاق [Ta] باشد، یک سیستم سردکننده مورد نیاز خواهد بود. بنابراین خرید انکوباتورها به نوع روش‌های انجام شده در آزمایشگاه بستگی دارد. مشخصات فنی باید مطالعه و به طور دقیق تعریف گردد تا خرید مطابق با نیازهای واقعی هر آزمایشگاه صورت گیرد.

گرمای تولیدشده به وسیله مقاوم‌ها در انکوباتورهای دارای سیستم همرفت گرما، توسط هوایی که در اتاقک انکوباسیون جریان دارد، به نمونه‌ها انتقال می‌یابد. کارایی این فرآیند به الگوهای جریان هوا بستگی دارد. معمولاً، هوا از کف انکوباتور وارد محفظه اتاقک شده و گرم می‌شود و به طور یکسان در داخل اتاقک انکوباسیون جریان پیدا می‌کند. درنهایت از طریق لوله‌ای که در قسمت بالایی انکوباتور قرار دارد، خارج می‌شود.

معادله‌ای که همرفت حرارتی را توضیح می‌دهد:<sup>۵</sup>

$$q = hA(T_w - T_0)$$

به طوری که:

$q$  = مقدار گرمای انتقالی به وسیله همرفت

$h$  = ضریب همرفت برای انتقال گرما

$A$  = سطحی که گرمای از آن عبور داده می‌شود

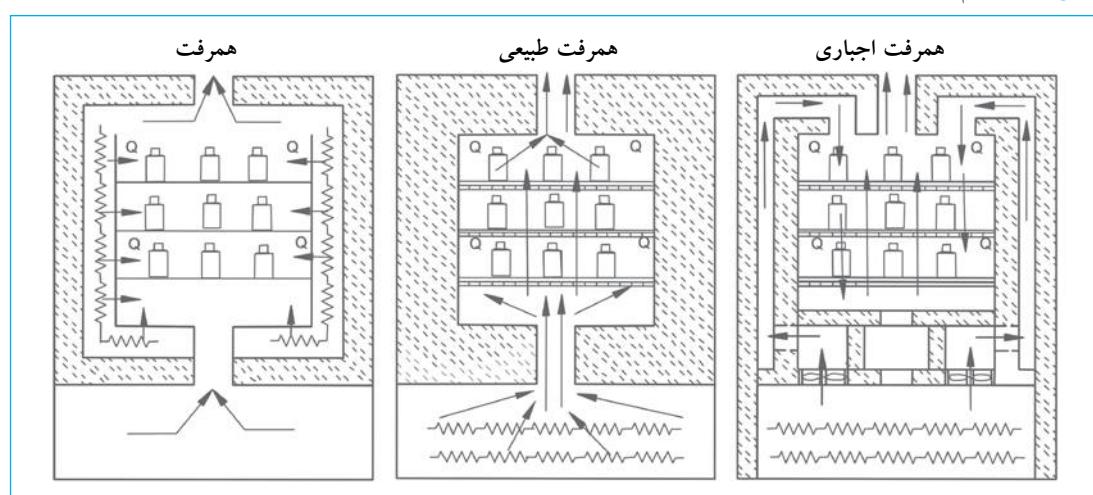
$T_w$  = دمای سطح مقاوم

$T_0$  = دمای مایع (هوای)

بعضی از انکوباتورها هواکش‌هایی دارند که هوا را با همرفت اجباری<sup>۶</sup> به جریان درمی‌آورند. در شکل زیر(شکل شماره ۳۹) سه طرح به کار رفته برای انکوباتورها نشان داده شده است: هدایت گرمای، همرفت طبیعی و همرفت اجباری.

در اتاقک انکوباسیون زمانی که دمای پایین‌تر از دمای اتاق [Ta] مورد نیاز است، باید سیستم سردکننده وجود داشته باشد. این سیستم گرمای را خارج و اتاقک انکوباسیون را خنک نگهداشت و با

شکل ۳۹. سیستم انتقال گرمای در انکوباتورها



4. Thermostats (bi-metallic or fluid expansion)

5. Thermistor

6. Semi - Conductor

1. Termal Convection

2. انتقال گرمای را معادله همرفت، توسط ایزاك نیوتون مطرح گردید. (قانون سردسازی).

3. Forced Convection

## الزامات نصب و راهاندازی

الزامات نصب و راهاندازی فعالیت انکوباتورها مستلزم شرایط زیر می‌باشد:

۱. یک اتصال الکتریکی مطابق با استانداردهای مورد استفاده در کشور. پریز برق نباید بیش از ۱/۵ متر از انکوباتور فاصله داشته باشد. این اتصال باید ولتاژ ۲۲۰-۲۴۰V، فرکانس ۶۰Hz یا ۵۰Hz را فراهم کند و دارای سیم زمین باشد.
۲. فضای آزاد در اطراف و پشت دستگاه که عبور کابل‌ها و تهويه مورد نیاز برای عملکرد طبیعی انکوباتور را امکان‌پذیر می‌سازد. این فضا بین ۵-۱۰ سانتی‌متر برآورده می‌شود.
۳. فضایی در آزمایشگاه که میزان تغییر دما در آن حداقل باشد.
۴. یک میز تراز و محکم که قادر به تحمل وزن انکوباتور است. وزن انکوباتور با سه قفسه، بین ۶۰ و ۸۰ کیلوگرم است.
۵. رگلاتورهای فشار، شیلنگ‌ها و اتصالات برای انکوباتورهایی که از گاز دی‌اکسید کربن ( $\text{CO}_2$ ) استفاده می‌کنند. این دستگاه‌ها همچنین از یک مهارکننده برای تأمین اینمی تانک پرفشار گاز  $\text{CO}_2$  استفاده می‌کنند.

## نگهداری معمول و استفاده از انکوباتور

در این بخش کاربری و نگهداری عمومی انکوباتورها بحث شده است. روش‌های اجرایی ویژه باید مطابق با توصیه هر سازنده باشد.

### توصیه‌هایی برای کاربری

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

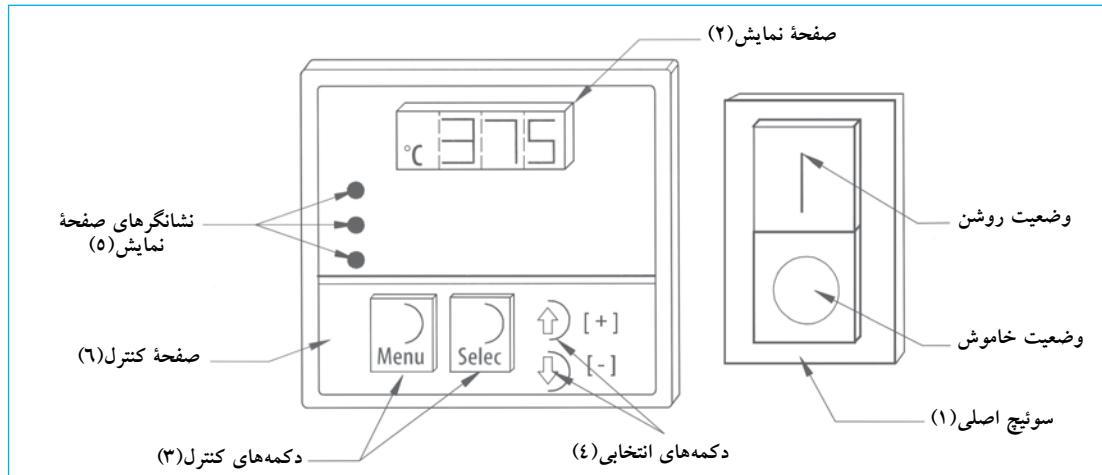
## کنترل‌های انکوباتور

نمای شکل ۴۰، انواع کنترل‌های موجود در مدل‌های اخیر انکوباتور را نشان می‌دهد.

۱. سوئیچ اصلی برای روشن و خاموش کردن دستگاه. برخی از سازندهای یک کلید حفاظتی<sup>۱</sup> نیز تعییه می‌کنند. کلید دو وضعیت دارد: روشن [I]، در انکوباتور جریان برق وجود ندارد. خاموش [O]، در انکوباتور جریان برق وجود دارد.
۲. صفحه نمایش برای انتخاب پارامترها. برای مثال: دمای انتخابی، دمای هشدار (حداقل و حداکثر).
۳. دو دکمه کنترل که به طور معمول صفحه اصلی، انتخاب و تنظیمات را مشخص می‌کنند. این دکمه‌ها همچنین برنامه‌ریزی و آستانه هشدار را تعیین می‌کنند.
۴. دو دکمه انتخاب برای تنظیمات دما. این دکمه‌ها به همراه دکمه‌های کنترل استفاده می‌شوند.
۵. نشانگرهای صفحه نمایش که وضعیت کاربری را نمایش می‌دهند. اگر سیستم گرمایی در حال کار باشد، نمایشگر «گرم» را نشان می‌دهد. اگر انکوباتور در حال برنامه‌ریزی شدن باشد نمایشگر «برنامه» را نشان می‌دهد.
۶. دکمه انتخاب و کنترل روی صفحه کنترل قرار دارند.

هر سازنده، از کنترل‌هایی که برای طراحی انکوباتور مناسب باشد، استفاده می‌کند. به طور کلی انکوباتورها کنترل‌های فوق الذکر را دارند و دستورالعمل‌ها در کتابچه‌های راهنمای کاربری که توسط سازندهای تهیه می‌شوند، نوشته شده‌اند. معمولاً، پارامتر مورد نظر با استفاده از دکمه‌های انتخاب در صفحه اصلی تعیین و تنظیم می‌شود تا شرایط مورد نظر حاصل گردد. این انتخاب بعداً با استفاده از «دکمه تنظیم» و یا «انتخاب» تأیید می‌شود.

شکل ۴۰. کنترل‌های انکوباتور



1. Protection Breaker

**هشدار:** قبل از انجام هرگونه تعمیر، مطمئن باشید که انکوباتور، آلدگی زدایی شده، تمیز و از پریز برق کشیده شده است.

نگهداری معمول روزانه که در زیر بحث می‌شود، باید فقط توسط پرسنلی که برای کار با انکوباتور آموزش لازم را دیده‌اند و از خطرات مربوط به این کار آگاه هستند، انجام شود. این اقدامات متمرکز درجهت تأیید شرایط و عملکرد صحیح اجزای ذیل کاربرد دارد:

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

**۲. المنت‌های حرارتی.** این المنت‌ها معمولاً در قسمت پایین انکوباتور قرار داده می‌شوند. به منظور تعویض آنها لازم است که صفحه کلیدها و محافظهای پایینی انکوباتور جدا شوند. در بعضی انکوباتورها لازم است درها نیز جدا شوند (در بیرونی، فلزی و در داخلی شیشه‌ای). هنگامی که محافظهای برداشته می‌شوند، المنت‌ها و سیستم‌های حسگر دما، جدا شده و با انواعی که دارای مشخصات یکسان با نمونه‌های اصلی هستند جایگزین می‌شوند. تمام قسمت‌های جدا شده، دوباره متصل و کالیبراسیون انجام می‌گیرد.

**۳. هواکش خنک‌کننده!** در صورت صدمه دیدن، این قسمت باید با هواکش دارای مشخصات یکسان با نمونه اولیه جایگزین شود. برای نصب، بخشی که هواکش در آن قرار دارد باید باز شود. در بعضی انکوباتورها، لازم است که درها و بعضی از صفحه کلیدهای محافظه جدا شوند. سپس هواکش معیوب، جدا و با نمونه جدید پس از اطمینان از جهت صحیح جریان هوا جایگزین می‌شود. تمام قسمت‌های جدا شده مجدداً متصل شوند.

برای جایگزین کردن اجزای اشاره شده در ذیل، همانند آنچه که برای اجزای قبلی شرح داده شده است، اقدام کنید. آنچه بسیار مهم است باید از اجزای جایگزینی استفاده شود که دارای مشخصات یکسان با نمونه‌های اصلی هستند.

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

**۳.** از قراردادن ظروف روی محافظ پایینی که از مقاوم‌های گرمای محافظت می‌کند، خودداری کنید.

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

**۵.** از ایستادن جلوی انکوباتور با در باز خودداری کنید. بعضی از مواد، بخاراتی ساطع می‌کنند که نباید استشمام شوند.

**۶.** جهت ایجاد پایداری در عملکرد، انکوباتور را در جایی که نصب است کالیبر کنید.

**۷.** دمای کاربری انکوباتور را در ساعت‌های صبح و عصر با وسائل معتبر کالیبر شده و دارای گواهی (ترموتر، ترمومتر، ترمومکوپل وغیره) تأیید نمایید.

**۸.** هرگونه عملکرد نامطلوب شناسایی شده در انکوباتور (مثل دما، رطوبت یا سطح CO<sub>2</sub>) و اقدام اصلاحی لازم را در فرم مناسب ثبت کنید.

**۹.** اطمینان حاصل کنید روزانه دما در انکوباتور بیش از ۱۰°C تغییر نمی‌کند. دما را ثبت کنید.

**۱۰.** اگر برای حفظ سطح معینی از رطوبت در انکوباتور، آب لازم است، یک عامل مهارکننده میکروبی غیر فرار به آن اضافه کنید.

### توصیه‌های لازم جهت تمیز نمودن دستگاه

انکوباتورهای کشت سلولی یا باکتریایی را به طور مرتب، حداقل هر ۱۴ روز و بعد از ریختن هر ماده عفونی، با استفاده از مواد ضد عفونی کننده مناسب، تمیز کنید.

**۱.** قبل از تمیز نمودن، انکوباتور را از پریز برق بکشید.

**۲.** از مواد تمیز کننده که خراش ایجاد نمی‌کنند، استفاده کنید: تکه‌ای از پارچه را به محلول تمیز کننده ملايم آغشته کرده و برای پاک کردن سطوح داخلی و خارجی به کار ببرید.

**۳.** از تماش بین مواد پاک کننده و عوامل الکتریکی جلوگیری کنید.

**۴.** قبل از اتصال مجدد انکوباتور به برق، صبر کنید تا انکوباتور

خشک (فاقد رطوبت) شود.

### نگهداری معمول

انکوباتوری که به خوبی نصب و راه اندازی شده است به اقدامات زیادی جهت نگهداری نیاز ندارد و سال‌های متمادی می‌توان قبل از هر مداخله فنی از آن استفاده نمود. هرگونه اقدام جهت نگهداری دستگاه باید مطابق با توصیه‌های سازنده انجام شود.

## فصل ۱۴ انکوباتور

۸. در شیشه‌ای (داخلی)
۹. دستگیره
۱۰. بدنۀ انکوباتور (اجزای داخلی و خارجی).
۴. پروانۀ تقویه کننده داخلی
۵. کنترل الکترونیک
۶. اجزای الکترونیک
۷. ترموموکوپل

مشکلات شایع ارائه شده در جدول ذیل باید توسط پرسنلی که آموزش تخصصی کاربری و نگهداری انکوباتور را دارند، رفع شود. در موارد خاص باید مطابق با توصیه‌های سازنده عمل گردد.

### جدول مشکل‌یابی

#### انکوباتور استاندارد

مشکل	علت محتمل	راه حل
انکوباتور کارنمی کند.	دو شاخه به پریز برق متصل نیست.	شرایط اتصال برق را کنترل کنید.
انکوباتور خطای حرارتی نشان می‌دهد.	کلید روشن/خاموش در وضعیت خاموش قرار دارد.	کلید را در وضعیت روشن قرار دهید.
ترموکوپل الکتریکی خراب است.	سیم اتصال معیوب است.	کابل را کنترل یا آن را تعویض کنید.
انکوباتور خطای حرارتی نشان می‌دهد.	کنترل دما خراب است.	کلید کنترل دما را بررسی و تنظیم کنید یا آن را تعویض نمایید.
آلام فعال است و دما بالاتر از دمای انتخابی است.	مقاآم حرارتی خراب است.	مقاوم را با نوع جایگزین و مشخصات یکسان با نمونه اصلی تعویض نمایید.
آلام فعال است و دما بالاتر از دمای انتخابی است.	اتصال مقاآم حرارتی نقص دارد.	محل اتصال را تمیز و تنظیم نمایید.
آلام فعال است و دما بالاتر از دمای انتخابی است.	ترموکوپل الکتریکی خراب است.	ترموکوپل الکتریکی را تعویض نمایید.
آلام فعال است و دما بالاتر از دمای انتخابی است.	دمای انتخابی کمتر از دمای اتاق است.	مشخصات انکوباتور را کنترل کنید. فقط انکوباتورهای یخچال دار می‌توانند در این شرایط کار کنند. معمولاً دمای محیط پایین تر از دمای انکوباتور است.
آلام فعال است و دما بالاتر از دمای انتخابی است.	تقویت کننده خراب است.	تقویت کننده را تعویض کنید.
آلام فعال است و دما بالاتر از دمای انتخابی است.	واشر(های) در خراب است.	واشر(های) در را تعویض نمایید.
آلام فعال است و دما بالاتر از دمای انتخابی است.	دمای انتخاب شده نسبت به بیشترین حد دمای تعیین شده آلام، به مقدار کم تغییر کرده است.	منتظر بمانید تا دمای انکوباتور کم و به دمای انتخابی برسد.
صفحه نمایش مکرراً پیغام خطا نشان می‌دهد.	کنترل دما خراب است.	کنترل دما را تعویض نمایید.
صفحه نمایش مکرراً پیغام خطا نشان می‌دهد.	تقویت کننده خراب است.	تقویت کننده را تعویض نمایید.
صفحه نمایش مکرراً پیغام خطا نشان می‌دهد.	چراغ آلام چشمک می‌زند.	اجازه دید انکوباتور خنک شود تا در دمای کاربری انتخابی، ثبیت گردد.

## کتاب راهنمای نگهداری و تجهیزات آزمایشگاهی

انکوباتور دمای پایین		
راه حل	علت محتمل	مشکل
کلید اصلی را روشن کنید.	کلید اصلی خاموش است.	کترول انکوباتور کار نمی کند.
مدار تغذیه الکتریکی را کترول نمایید.	منع تغذیه الکتریکی وجود ندارد.	
مطابق با روش اجرایی سازنده، برفکزدایی نمایید. دمای خنکسازی را کاهش دهید.	برفک در اطراف تبخیر کننده انباشته شده است.	خوانده های دما نامنظم است (بالاتر یا پایین تر از دمای انتخابی است).
مطابق با روش اجرایی سازنده برفکزدایی کنید. محتویات انکوباتور را دوباره مرتب کنید تا هوا جریان پابد.	برفک در اطراف تبخیر کننده انباشته شده است.	دما در اتفاق انکوباسیون یکنواخت ولی بالاتر از دمای انتخابی است.
مطابق با روش اجرایی سازنده کالبیر نمایید.	کترول دما به کالبیراسیون نیاز دارد.	دما بالاتر یا پایین تر از دمای انتخابی است.
مقدار ولتاژ را تأیید نمایید، نباید بیش از ۵٪ با ولتاژ تعیین شده روی صفحه تفاوت داشته باشد.	مقدار ولتاژ کافی نیست.	در وضعیت کاربری اتصال کترول قطع می شود.
اتصال الکتریکی نقص دارد.		
مقدار ولتاژ را تأیید نمایید، نباید بیش از ۵٪ با ولتاژ تعیین شده روی صفحه تفاوت داشته باشد.	محافظ حرارتی کمپرسور باز است	کمپرسور کار نمی کند هر چند که صفحه نمایش روشن است.
تقویت کننده سیستم خنکساز خراب است.		
کمپرسور را تعویض کنید. خنک کننده را کالبیر نمایید (این یک روش اجرایی ویژه است که به ابزار خاص نیاز دارد).	کمپرسور خراب است.	خوانده های دما بالاتر از مقادیر انتخابی است و بالای ۴۰°C آلام خاموش است.

## تعاریف پایه

میزان نیاز بیوشیمیابی اکسیژن (**BOD**). مقدار اکسیژن مورد نیاز میکروارگانیسم‌های هوایی برای تجزیه مواد آلی دریک نمونه است و به عنوان اندیکاتور درجه آلدگی آب به کار می‌رود. این کمیت به صورت اکسیژن مورد استفاده (میلی گرم اکسیژن به‌مازای هر لیتر نمونه) زمانی که به مدت بیشتر از ۶ روز در  $20^{\circ}\text{C}$  کشت داده شدن، اندازه‌گیری می‌گردد.

دیود ساطع کننده نور (LED).<sup>۱</sup> یک وسیله برقی که به طور گسترشده برای نمایش اطلاعات روی صفحه نمایش به کار می‌رود.

مقاومت. مقاومتی که یک ماده یا مدار الکتریکی در برابر جریان برق اعمال می‌کند. این ویژگی یک مدار است که در برابر عبور جریان، انرژی الکتریکی را به گرمایی تبدیل می‌کند. مقاومت [R] یک جزء مانند سیم، با طول سیم [l] نسبت مستقیم داشته و به طور معکوس با سطح مقطع [a] متناسب است.

مقاومت از معادله زیر محاسبه می‌شود:

$$R = k \times \frac{1}{a}$$

به طوری که:

$k$  = عدد ثابتی است که به واحدهای مورد استفاده بستگی دارد.

$l$  = طول رسانا

$a$  = سطح مقطع رسانا

اهم ( $\Omega$ ). واحد رایج مقاومت الکتریکی است، یک اهم با یک ولت بر آمپر برابر است.

هدایت گرمایی.<sup>۲</sup> شکلی از انتقال گرمایی در یک ماده است، زمانی که گرمایی از نقطه‌ای با دمای بالاتر به نقطه‌ای با دمای پایین‌تر جریان می‌یابد.

ہمرفت گرمایی.<sup>۳</sup> شکلی از انتقال گرمایی از طریق ہمرفت مایع یا ہوا است.

مقاوم حرارتی.<sup>۴</sup> یک قطعه الکترونیکی است که مقاومت آن نسبت به دما تغییر می‌کند. ابزار کم‌هزینه‌ای که کاربردهای گوناگون دارند. رایج‌ترین آنها کنترل دما است.

تموکوپل.<sup>۵</sup> ابزاری که برای اندازه‌گیری دما کاربرد دارد و متشکل از دو فلز غیرهمسان می‌باشد که از یک انتها به یکدیگر متصل هستند. وقتی یک انتها دمای بالاتر دارد تولید ولتاژ کم می‌کند که مقدار آن متناسب با اختلاف دمای این دو فلز است. این پدیده به «اثر سی‌بیک»<sup>۶</sup> به افتخار کاشف آن، پژوهش آلمانی توomas سی‌بیک معروف است.

ترموموستات. وسیله‌ای که دمای سیستم را تنظیم می‌کند. معمولاً با انساط یکی از اجزاییش که به طور مکانیکی عامل دیگری را فعال می‌نماید، کار می‌کند. برای مثال کلیدی که عملکرد خاصی را کنترل می‌کند.

1. Light Emitting Diode
2. Thermal Conduction
3. Thermal Convection
4. Thermistor
5. Thermocouple
6. Seebeck Effect



# فصل ۱۵



## میکروسکوپ

کد ۳۶۳۵۱	GMDN
کد ۱۲-۵۳۶	ECRI
نام گذاری	میکروسکوپ

- میکروسکوپ نوری معکوس<sup>۴</sup>
- میکروسکوپ استریوسکوپ<sup>۵</sup>(سه بعدی)



میکروسکوپ دو چشمی: این میکروسکوپ از لنزهای مختلف و روشن سازی کنترل شده برای بزرگنمایی شیئی استفاده می کند.

میکروسکوپ<sup>۱</sup> برگرفته از واژه های یونانی micros به معنای کوچک و skopien به معنای دیدن یا بررسی کردن است.

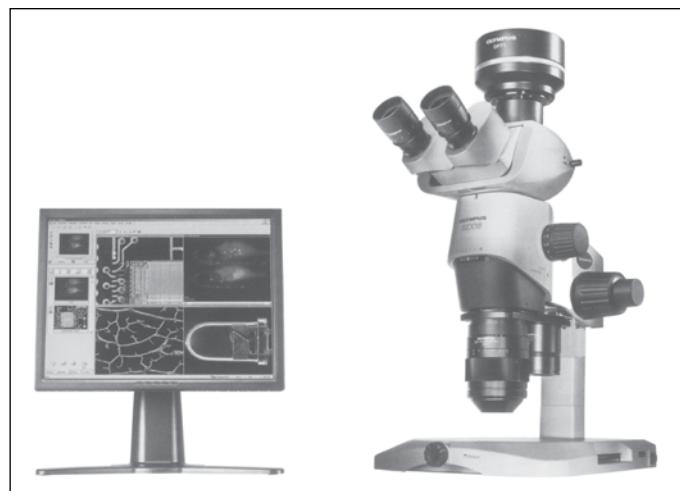
در این فصل مراقبت و نگهداری معمول میکروسکوپ های مورد استفاده در مشاغل بالینی ارائه می شود.

میکروسکوپ ها با توجه به رنگ زمینه با اسمی متفاوت رایج در ذیل طبقه بندی می شوند:

- میکروسکوپ نوری با میدان دید شفاف
- میکروسکوپ نوری با میدان دید تیره
- میکروسکوپ نوری فلورسانس
- میکروسکوپ نوری فارکونتراست<sup>۲</sup>
- میکروسکوپ نوری تداخلی<sup>۳</sup>
- میکروسکوپ نوری نورپلاریزه

### تصویر میکروسکوپ

میکروسکوپ استریوسکوپ



میکروسکوپ سه بعدی: این میکروسکوپ تصویر عکس یا حجم های سه بعدی را با انطباق دو شکل روی هم امکان پذیر می سازد.

1. Microscope

2. Phase Contrast Optical Microscope  
3. Interference Optical Microscope

4. Inverted Optical Microscope

5. Stereoscopic Microscope

## اصول عملکرد

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 به طور 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 F همگرا شوند، عدسی مثبت یا همگرا<sup>۱</sup> نام دارد و اگر عدسی پرتوهای نوری را که به آن برخورد می‌کند، متفرق کند، عدسی منفی یا واگرا<sup>۲</sup> نامیده می‌شود. عدسی‌های مثبت (همگرا) در شکل ۴۱، اجزا ساختمانی میکروسکوپ‌ها را تشکیل می‌دهند.

در شکل ۴۱، کانون<sup>۳</sup> [F] (نقطه‌ای که پرتوهای نور در آن متمرکز می‌شوند) و چگونگی شکست نور از میان لنزها قابل شناسایی است. فاصله بین عدسی و کانون فاصله کانونی<sup>۴</sup> [D] نامیده می‌شود.

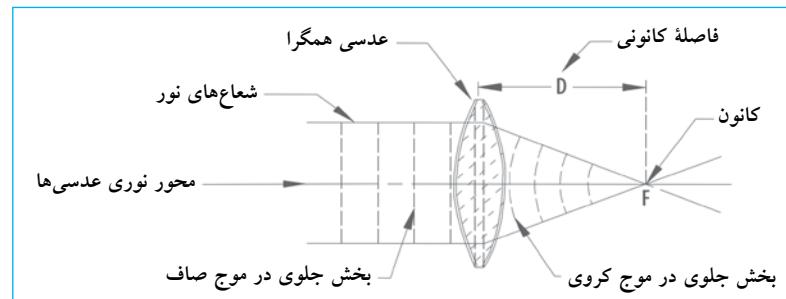
شکل ۴۲، نحوه عملکرد لنزها را با توجه به طراحی میکروسکوپ‌ها به طور خلاصه نشان می‌دهد.

## موارد استفاده از میکروسکوپ

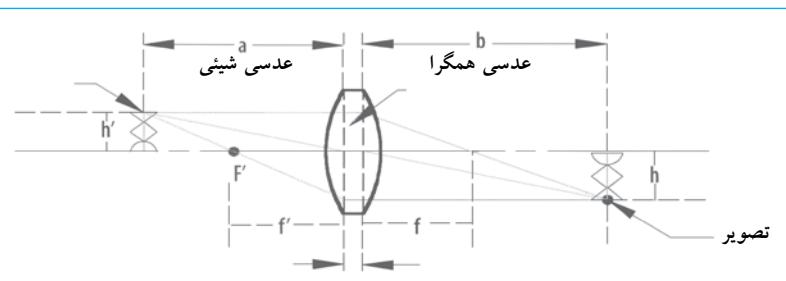
میکروسکوپ وسیله‌ای دقیق با سیستم‌های نوری نظری (لنزاها، فیلترها، منشورها، کندانسورها)؛ سیستم‌های مکانیکی کنترل کننده وضعیت نمونه در فضای سه بعدی X, Y, Z؛ سیستم‌های الکترونیکی (مدل‌ها و منبع نور) و الکترونیکی (دوربین‌ها، ویدئو و غیره) است که تهیه تصویر از نمونه‌هایی را که با چشم غیرمسلح قابل شناسایی و رؤیت نیستند، تقویت و کنترل می‌کند. آماده‌سازی و مشاهده نمونه‌ها، باید براساس استفاده از روش‌هایی که در رؤیت جزئیات مؤثر است، باشد.

میکروسکوپ، یک وسیله تشخیصی مهم در مراقبت‌های بهداشتی، در رشته‌های تخصصی مانند خون‌شناسی، باکتری‌شناسی، انگل‌شناسی و در آموزش منابع انسانی (میکروسکوپ‌هایی با الحالات 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 در ک عمیق‌تر او از طبیعت دارد.

شکل ۴۱. لنزهای مثبت (همگرا)



شکل ۴۲. سیستم‌های نوری عدسی‌های مثبت یا همگرا



1. Convergent
2. Divergent
3. Focus
4. Focal Distance

## فصل ۱۵ میکروسکوپ

بزرگنمایی [M] یک عدسی، به رابطه بین اندازه شی و اندازه تصویر تشکیل شده بستگی دارد که از معادله زیر تعیین می‌شود:

$$M = \frac{h}{h'} = \frac{b}{a}$$

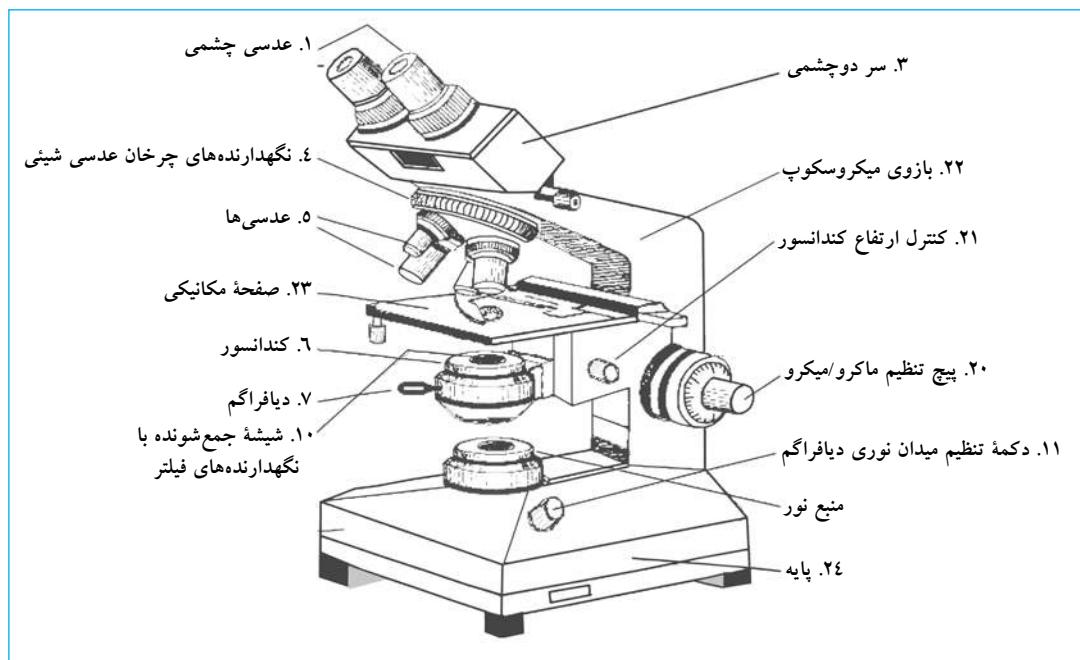
به طوری که:

[h] و [h'] ابعاد تصویر و شی هستند؛ [a] و [b] به ترتیب فاصله بین لنز و نقطه‌ای که تصویر تشکیل می‌شود و فاصله بین لنز و نقطه‌ای که شی قراردارد، می‌باشند.

وقتی یک شی نورانی [h'] در فاصله‌ای [a] در مقابل عدسی‌های همگرا قرار می‌گیرد، پرتوهای نور از لنز عبور می‌کنند و منعکس می‌شوند. پرتو نوری که از قسمت بالای شی عبور می‌کند از محور نوری لنز در نقطه کانونی [f'] می‌گذرد. این پرتوها از طریق هر دو سطح لنز منعکس می‌شوند و از طرف دیگر موازی با محور نوری خارج می‌گردند. پرتو نوری که از قسمت بالای شی به موازات محور نوری از میان لنز عبور کرده و منعکس شده است، سپس از نقطه کانونی [F] در سمت تصویر تازمانی که اولین پرتو در فاصله [b] از لنز در جایی که تصویر تشکیل شده می‌گذرد. همانطوری که در شکل ۴۲ نشان داده شده است، فاصله [a] بزرگ‌تر از فاصله کانونی [f'] است، جایی که یک تصویر واقعی به صورت معکوس در فاصله [b] پشت لنز تشکیل شده است. فاصله کانونی [f] در معادله زیر به فاصله‌های [a] و [b] بستگی دارد:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$$

شکل ۴۳. نمای یک میکروسکوپ



اسلايد قرارگرفته روی صفحه هدایت می شود. آینه به لامپ ارجح است. چنین میکروسکوپ هایی اغلب در خانه های بهداشتی در مناطق دور از مراکز شهری، جایی که خطوط برق وجود ندارد کاربرد دارند. نصب و راه اندازی انواع میکروسکوپ ها نیاز به الزامات تخصصی هر کدام دارد؛ یک میکروسکوپ فلورسانس به یک اتاق تاریک نیاز دارد تا مشاهدات امکان پذیر شوند.

## اجزاء

اجزای اصلی یک میکروسکوپ در جدول زیر نشان داده شده است.

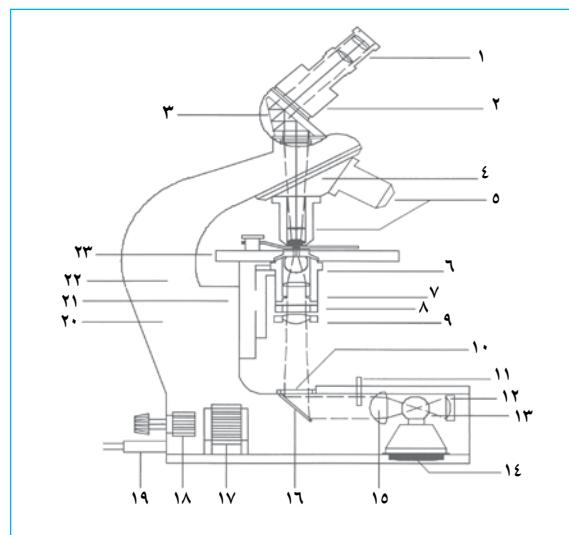
## الزامات نصب و راه اندازی

میکروسکوپ ها به طور معمول از برق ولتاژ ۱۱۰-۲۲۰V و فرکانس ۶۰Hz استفاده می کنند. بعضی یک منبع کنترل کننده تنظیم شدت نور دارند. بعضی دیگر یک آینه نیز دارند که از طریق آن نور به

جدول راهنما

اجزاء	شماره	سیستم	شماره
چشمی	۱		
لوله دو چشمی	۲		
سر دو چشمی	۳	سر دو چشمی	۱
نگهدارنده های چرخان عدسی شیئی	۴	نگهدارنده های چرخان عدسی شیئی	۲
عدسی ها	۵		
کندانسور	۶		
دربیچه دیافراگم	۷		
نگهدارنده های فیلتر	۸	صفحة <sup>۱</sup> یا صفحه <sup>۲</sup> مکانیکی <sup>۳</sup> و کندانسور	۳
عدسی ها با برد وسیع	۹		
کنترل کندانسور	۲۱		
سطح/صفحة یا صفحه مکانیکی	۲۳		
شیشه جمع شونده با نگهدارنده های فیلتر	۱۰		
اهرم تنظیم میدان نوری دیافراگم	۱۱		
آینه مقعر	۱۲		
نور تابان	۱۳	منبع نور	۴
نگهدارنده نور با حلقه تنظیم	۱۴		
عدسی جمع کننده	۱۵		
آینه	۱۶		
مبدل داخلی	۱۷		
کنترل مقاوم	۱۸		
سیم برق	۱۹		
پیچ تنظیم ماکرو / میکرو	۲۰	بدنه میکروسکوپ	۵
بازوی میکروسکوپ	۲۲		
پایه	۲۴		

شکل ۴.۴. بر شعری یک میکروسکوپ

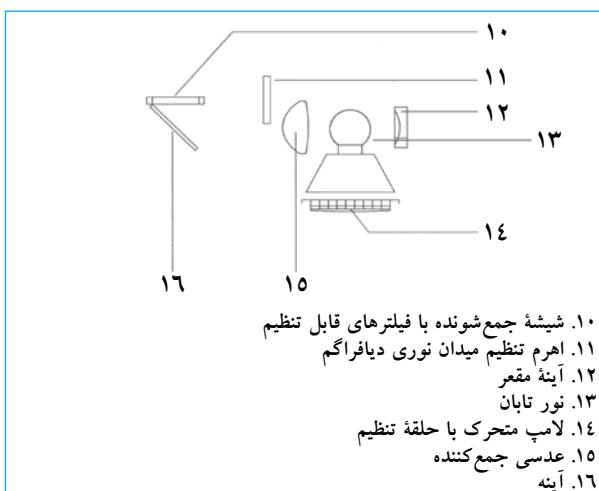


## فصل ۱۵ میکروسکوپ

روی سطح خود دارند که از طریق آن نور، وارد و خارج می‌شود. اگر سطح انعکاسی آسیب بیند، می‌توان منشور را تمیز کرد، جلا داد، دوباره رنگ و نصب کرد و در سر دو چشمی تنظیم نمود. این نوع نگهداری، بسیار پیچیده است و تنها می‌تواند توسط آزمایشگاه‌ها یا شرکت‌های تخصصی ارائه‌دهنده این خدمات انجام شود. جداکردن منشورها بدون آموزش و ابزار مناسب می‌تواند روی کیفیت تصویر اثر نامطلوب داشته باشد و حتی سبب شکسته شدن اجزا شود.

۰ آینه‌ها. آینه‌ها دارای سطوح انعکاسی هستند که مستقیماً در معرض زنگ زدن می‌باشند. اگر تعمیر لازم است، آینه از سر دو چشمی جدا و برداشته شده و با یک آینه جدید جایگزین و مستقیماً در جایی که باید سوارشود، تنظیم می‌شود. آینه یک جزء اساسی میکروسکوپ می‌باشد. چون شدت نور و رنگ زمینه برای مشاهده نمونه، ضروری است، اگر سیستم نوری به درستی کار نکند میکروسکوپ تنظیم نیست. چند عامل روی سیستم نوری ممکن است تأثیرگذار باشند: رایج ترین آنها تمیز نبودن و ازبین رفتن کیفیت آینه‌ها و عدسی‌ها، نقص در تأمین ولتاژ، استفاده از لامپ‌های نامناسب است. این موارد سبب ایجاد سایه‌های کوچک در میدان دید، و کم یا غیریکنواخت شدن شدت نور می‌شوند.

شکل ۴۶. سیستم نوری

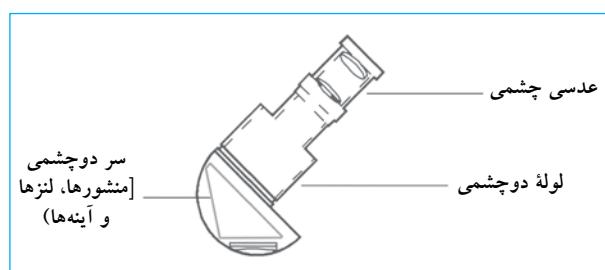


گرد و غبار و تمیز نبودن اجزای داخلی  
وقتی سیستم‌های نوری برای جلوگیری از نفوذ غبار و ذرات، درزگیری نشده باشند گرد و غبار به داخل آنها نفوذ می‌کند و سبب پخش و کاهش مقدار نور تابیده شده روی نمونه می‌شود. ذرات بزرگ با تولید سایه دید را مشکل می‌کنند. برای تصحیح، منبع روشنایی جدا، اجزای آن تمیز و دوباره سوار و تنظیم می‌شود.

3. Reflective Paint Coat

## شرح مشکلات بالقوه میکروسکوپ‌ها

شکل ۴۵. سر دو چشمی



### قطعه چشمی<sup>۱</sup>

مشکل مکرر و تأثیرگذار، امکان وجود گرد و غبار و جرم روی سطوح خارجی یا داخلی قطعه چشمی است. این غبار یا جرم، به علت ایجاد سایه با نمونه تحت بررسی تداخل می‌کند، به ویژه وقتی از عدسی‌ها با بزرگنمایی زیاد (۴۰X - ۱۰۰X) استفاده می‌شود. تمیزکردن سطوح خارجی برای زدودن گرد و غبار کافی می‌باشد. ولی اگر گرد و غبار در سطوح داخلی است، عدسی چشمی باید جدا، سطوح داخلی تمیز، دوباره سوار و وضعیت نهایی تأیید گردد.

ممکن است روی عدسی‌های قطعه چشمی، به ویژه آنهایی که برای مدت طولانی مورد استفاده قرار گرفته‌اند، خراش‌های دیده شود. این خراش‌ها به علت بی‌دقیقی در فرآیند تمیزکردن و ناشی از مصرف مواد نامناسب ایجاد می‌شود. خراش‌ها، سایه‌های تار عنکبوتی و تورمانندی را در میدان دید عدسی‌های قطعه چشمی ایجاد می‌کنند. متأسفانه با این نوع آسیب‌ها، قطعه چشمی باید تعویض شود. گاهی اوقات، مکانیسم‌های کانونی اصطلاحاً گیر می‌کنند. برای تعمیر، قطعه چشمی جدا و با حلal مناسب، مکانیسم‌های کانونی تمیز و دوباره سوار می‌شود. اگر لنزهای قطعه چشمی، به علت کاربری نامناسب (اثرات ناشی از افتادن) شکسته باشند، باید تعویض شوند.

### سر دو چشمی<sup>۲</sup>

موقعیت سر دو چشمی در کیفیت تصویر میکروسکوپ، تأثیر مستقیم دارد و مهم‌ترین اجزای آن، منشورها و آینه‌ها است. تمیز نبودن قسمت‌های نوری، روی کیفیت تصویر تأثیرگذار است. وقتی میکروسکوپ استفاده نمی‌شود، این قسمت در آزمایشگاه در نتیجه تعویض قطعه‌های چشمی، نصب ضمایم (مانند دوربین‌ها)، یا عدم استفاده از درپوش می‌تواند کثیف شود.

۰ منشورها. منشورها، سطوح انعکاسی (نقره‌اندود) دارند که به مرور زمان می‌توانند زنگ بزنند و توانایی انعکاس خود را از دست دهند. بعضی از منشورها فقط یک پوشش «رنگ انعکاسی»<sup>۳</sup>

1. Eyepieces  
2. Binocular Head

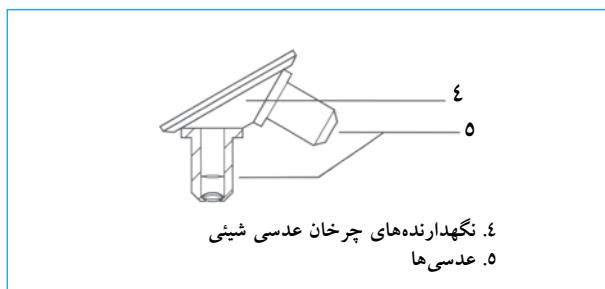
**آینده‌ها**

آینده‌ها یک پوشش انعکاسی روی سطوح خود دارند که در مدل‌های قدیمی‌تر، در معرض زنگزدن است. در میکروسکوپ‌هایی که اخیراً ساخته شدند، یک پوشش محافظ نیز روی آینده‌ها وجود دارد.

**صفحه یا نگهدارنده‌های نمونه**

صفحه یا گیره نمونه، از یکسری اجزاء که به یکدیگر مرتبط هستند، تشکیل شده‌است. هدف استفاده از این گیره‌ها، کنترل موقعیت نمونه هنگام مشاهده است. صفحه توانایی حرکت در جهت  $X/Y$  دارد و کاربر با دکمه‌های مستقل ماکرو/میکرو آن را کنترل می‌کند. به علاوه، این صفحه ابزاری  $^3$  دارد تا با استفاده از غلاف‌های خاص<sup>۳</sup> که معمولاً روغن‌کاری شدند، حرکت لغزشی نرم و ظرفی ایجاد کند. در قسمت بالاتر آن صفحه‌ها یا گیره‌های نگهدارنده برای اسلایدها نصب شدند. برای نگهداری میکروسکوپ، این مکانیسم‌ها تمیز، روغن‌زده و تنظیم‌می‌شوند.

شکل ۴۸. گیره چرخان عدسی

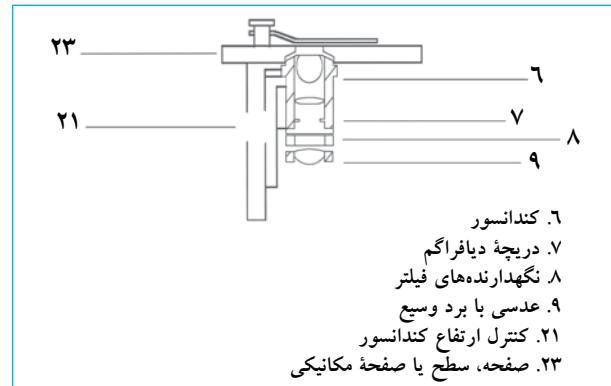
۴. نگهدارنده‌های چرخان عدسی شبیه  
۵. عدسی‌ها

نگهداری گیره چرخان، ساده است و یک مکانیسم گیره داخلی دارد که اجازه می‌دهد عدسی شیئع درحال استفاده، با میکروسکوپ نوری همسو و تنظیم شود. این مکانیسم به‌آرامی می‌چرخد تا یک سیستم گشتاوری، موقعیت صحیح عدسی بعدی را تنظیم کند. هر سازنده، تعداد عدسی‌هایی را که می‌تواند روی پایه چرخان نصب شود، مشخص می‌کند. رایج‌ترین آنها بین ۳ تا ۵ عدسی دارند. برای نگهداری، مکانیسم چرخشی نیز باید تمیز، روغن‌کاری و تنظیم شود.

سطح نوری خارجی عدسی‌ها باید به طور معمول تمیز شوند. برای مواردی که از روغن<sup>۵</sup> برای مشاهده استفاده می‌شود، روغن پس از هر بار استفاده باید پاک شود تا از آلودگی ساختمان نوری داخل عدسی در اثر خاصیت موئینگی جلوگیری شود.

- 3. Tension Device
- 4. Milano Tail Type Guides
- 5. Immersion Type Objective

شکل ۴۷. سطح، صفحه یا صفحه مکانیکی



- ۶. کندانسور
- ۷. دریچه دیافراگم
- ۸. نگهدارنده‌های فیلتر
- ۹. عدسی با برد وسیع
- ۲۱. کنترل ارتفاع کندانسور
- ۲۳. صفحه، سطح یا صفحه مکانیکی

**کندانسور<sup>۶</sup>**

کندانسور چگونگی تمرکز نور یا نور رنگ زمینه را روی نمونه تحت مشاهده کنترل می‌کند و متشکل از اجزای نوری و مکانیکی است. اجزای نوری، عدسی‌ها و اجزای مکانیکی، قطعاتی هستند که موقعیت عدسی‌ها و مقدار نور رسیده به نمونه از میان دیافراگم مکانیکی را کنترل می‌کنند.

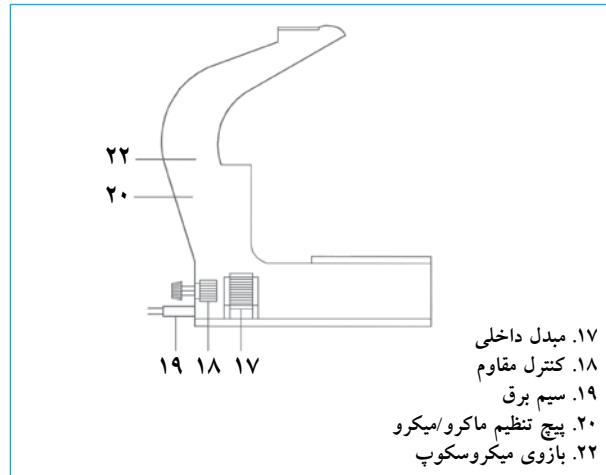
به طور معمول، اجزای نوری تحت تأثیر گرد و غبار قرار می‌گیرند. گرد و غبار این اجزا باید با استفاده از یک برس نرم از موی شتر،

- 1. Incandescent Bulb
- 2. Condenser

### نصب و نگهداری

۱. اطمینان حاصل نمایید جایی که میکروسکوپ نصب می شود عاری از گرد و غبار و رطوبت است. به طور ایدهآل، باید سیستم تهویه هوا وجود داشته باشد که هوای بدون گرد و غبار و ذرات، دما و رطوبت کنترل شده را تأمین نماید.
۲. اطمینان حاصل نمایید که محل نگهداری ایمن است، داشتن محلی با در قفل دار برای جلوگیری از استفاده غیر مجاز لازم می باشد.
۳. از اینکه مکان میکروسکوپ، دور از منبع آب یا محل نگهداری مواد شیمیایی است مطمئن شوید. همچنین از مکان های دارای نور مستقیم خورشید باید اجتناب شود.
۴. اطمینان حاصل نمایید که محل انتخاب شده، پرینز برق سازگار با سیستم نوری میکروسکوپ دارد. همچنین پرینز باید در شرایط مطلوب و ولتاژ تنظیم شده و متناسب با استاندارد کدهای الکتریکی باشد. اگر میکروسکوپ از آینه استفاده می کند، محل نصب باید نزدیک پنجه راهی باشد که روشنایی خوب دارد، اما نباید مستقیماً در معرض نور خورشید باشد.
۵. میکروسکوپ را روی یک سطح تراز محکم نصب کنید که در زیر آن فضای کافی برای قرار گرفتن پاهای کاربر وجود داشته باشد. بدن کاربر باید نزدیک به میکروسکوپ و سرش نزدیک به قطعه های چشمی بدون آنکه ستون فقرات گردنی و پشتی خم شوند.
۶. برای تسهیل وضعیت کاری کاربر، یک صندلی با ارتفاع قابل تنظیم و محافظت پشت مناسب تهیه نمایید. اگر محافظت پشت وجود ندارد محافظتی برای پاهای تهیه کنید و آن را مقابله فضای کار(نه روی صندلی) قرار دهید. هدف از این کار، راست شدن ستون فقرات تا حد امکان و کاهش خمیدگی شانه ها و گردن است.
۷. از قراردادن میکروسکوپ نزدیک دستگاهی که لرزش تولید می کند نظیر سانتریفوژ یا یخچال، خودداری کنید.
۸. سعی کنید میکروسکوپ را از محل نصب آن حرکت ندهید، بهویژه اگر هر روز، از آن زیاد استفاده می شود.
۹. اگر از میکروسکوپ برای مدت طولانی استفاده نمی کنید با پوشش محافظت گرد و غبار آن را بپوشانید و پیشگیری هایی به عمل آورید تا تحت تأثیر رطوبت اضافی قرار نگیرد. هر چه محیط اطراف خشک تر باشد، احتمال رشد قارچ کمتر خواهد بود. محافظت می تواند پلاستیک یا پارچه ای و با کیفیت مشابه دستمال های بدون پر باشد.
۱۰. در مناطقی که رطوبت بالایی دارند، میکروسکوپ را درون جعبه یا کابیتی که دارای لامپی بیش از ۴۰ وات نیست و در طول شب روشن می شود، نگهداری کنید. این کار به خشک نگهداشتن محل نگهداری و کاهش احتمال رشد قارچ کمک می کند. اگر از این توصیه استفاده می کنید از وجود روزنه هایی در جعبه برای برقراری تهویه داخل اطمینان حاصل نمایید.

شکل ۴۹: بدن میکروسکوپ



بدنه میکروسکوپ برای پشتیبانی اجزایی که پیش از این شرح داده شده است (سر دو چشمی، پایه مکانیکی، کندانسور و گیره عدسی های چرخان، سایر اجزا نظیر مبدل و اجزای الکتریکی / الکترونیکی سیستم نوری میکروسکوپ) طراحی می شود.

نگهداری بدن میکروسکوپ شامل تمیز نگهداشتن سطح، پاک کردن و زودهن گرد و خاک، یا عوامل مؤثر بر مشاهده و وضعیت آن است. لازم است به مواد شیمیایی خورنده مانند برخی رنگ های مورد استفاده برای رنگ کردن اسلامی در آزمایشگاهها توجه ویژه شود.

### نگهداری عمومی میکروسکوپ

علاوه بر نکات اشاره شده، تأکید می شود که میکروسکوپ دستگاه بسیار دقیق و طریقی است. به منظور سالم نگهداشتن بخش های نوری و نگهداری میکروسکوپ در بهترین شرایط، اجزای مکانیکی و الکتریکی میکروسکوپ باید حفظ شوند. هر قسمت از میکروسکوپ با استفاده از پیشرفته ترین تکنولوژی ها تولید شده است و سوارکردن قطعات و تنظیم آن در کارخانه با استفاده از تجهیزات خاص انجام می شود. در طی این مراحل، محدوده خطای مجاز<sup>۱</sup> بخش های مختلف دستگاه، از طریق تکنولوژی های پیشرفته کاملاً کنترل می شود. تمیز کردن محل میکروسکوپ، نصب و استفاده دقیق از آن، برای داشتن عمر کاربری طولانی لازم است. رطوبت، گرد و غبار و شرایط نامناسب برق، استفاده نادرست، یا نصب نامناسب در نگهداری میکروسکوپ، اثر نامطلوب دارد. نگهداری میکروسکوپ مستلزم توجه و شکیبایی زیادی است. این کار فقط باید توسط پرسنل کارآزموده، با استفاده از وسایل ویژه انجام شود. توصیه های کلی در زیر ارائه شده است. این توصیه ها برای نصب و نگهداری میکروسکوپ در شرایط کاری مطلوب لازم است.

1. Tolerance

**نکته:** همه مواد لازم برای تمیز کردن، باید پاکیزه و در جعبه هایی که آنها را از محیط خارج محافظت می کنند، نگهداری شوند.

### تمیز کردن اجزای نوری

در میکروسکوپ دو نوع جزء نوری وجود دارد: اجزای خارجی در تماس با محیط خارج و اجزای داخلی که درون بدنه میکروسکوپ قرار دارند و محافظت نیز می شوند (عدسی های چشمی و شیئی، آینه ها، منشورها، کندانسور، منبع نور و غیره). هر چند روش های تمیز کردن، مشابه است، ولی از لحاظ مراقبت و موارد احتیاط با هم فرق می کنند.

۱. سطوح اجزای نوری خارجی قطعات چشمی، شیئی، کندانسور و منبع نوری به آرامی با برس زدن روی سطوح تمیز می شوند. این کار، ذرات غبار را می زداید. حباب لاستیکی برای دمیدن هوا روی سطح لنزها و برای اطمینان از عدم وجود گرد و غبار به کار می رود. اگر گرد و غبار روی سطح نوری باشد، از یک تکه دستمال تمیز نرم با حرکات چرخشی و بدون ایجاد فشار زیاد روی لنزها استفاده می شود و با حباب لاستیکی، دوباره برای حذف ذرات روی لنزها هوا دمیده می شود. از یک تکه دستمال چرمی نرم نیز می توان برای این منظور استفاده نمود. در این صورت، دستمال چرمی را در انتهای یک شی استوانه ای کوچک با قطری کمتر از قطر لنزها قرار داده و بدون اعمال فشار زیاد روی سطح لنز بچرخانید. درنهایت هوا روی سطح لنز اسپری می شود. تمیز کردن سطوح خارجی کافی است. دستمال چرمی را در صورت نیاز می توان با آب مقطر مرطوب نمود.

۲. تحت شرایط یکسان نصب، اجزای نوری داخلی باید با گرد و غبار یا ذرات آلوده شوند. اگر بنا به دلایلی، ذراتی وجود دارد، لازم است جهت تمیز کردن میکروسکوپ، اجزای آن را باز نمود. اگر فضای محیط کار تمیز نیست هرگز نباید قطعات چشمی و شیئی را باز کرد. در صورت نیاز به تمیز کردن عدسی چشمی، آن را با یک برس و آسپریاتور مطابق با روشی که پیش از این شرح داده شده است، تمیز نمایید. توصیه می شود عدسی های شیئی را به هر دلیلی بازنگیری کنند. این کار می تواند محدوده خطای مجاز به دست آمده توسط سازنده را تغییر دهد. اگر لازم است عدسی های بازشوند، مجدد باید تنظیم گردد و این زمانی عملی است که از دستورالعمل های سازنده به طور کامل پیروی شود. تمیز کردن عدسی های شیئی به تمیز نگهداری جلو و پشت لنزها محدود می شود.

۳. اگر باقی مانده روغن ایمرسیون، روی سطح لنزها دیده می شود با استفاده از کاغذ لنز یا پنبه پاک کنید. سپس سطح لنز را با محلول  $80\%$  اتر<sup>۵</sup> و  $20\%$  پروپانول<sup>۶</sup> تمیز نمایید.

### روش های تمیز کردن میکروسکوپ

تمیز کردن میکروسکوپ یکی از مهم ترین کارهای ضروری معمول می باشد. مواد زیر برای این منظور مورد نیاز است:

۱. یک تکه پارچه تمیز مانند دستمال.

۲. یک شیشه محلول تمیز کننده لنز که می توان از عینک فروشی ها تهیه کرد. به طور کلی این محلول روی روش محافظت لنزها و یا چسب مورد استفاده در مونتاژ آنها تأثیرگذار نیست. در میان محلول های تمیز کننده ای که زیاد مورد استفاده قرار می گیرند، اتیل اتر<sup>۱</sup>، گزیلن<sup>۲</sup> و بنزین سفید<sup>۳</sup> توصیه می شوند.

**هشدار:** بعضی از سازندگان، استفاده از الكل یا استون را توصیه نمی کنند چون این مواد می توانند روی چسب مورد استفاده برای اتصال لنزها تأثیرگذار بوده و یا آن را حل کنند.

۳. کاغذ لنز که معمولاً از عینک فروشی ها می توان تهیه کرد. اگر تهیه آن ممکن نیست، می توان از کاغذ جاذب نرم یا پنبه نرم پزشکی استفاده کرد. همچنین از یک تکه پارچه ابریشم نرم نیز می توان استفاده کرد.

۴. یک تکه دستمال چرمی خیلی نازک که می توان از فروشگاه های فروش کفش تهیه نمود.

۵. حباب لاستیکی برای دمیدن هوا. این وسیله رامی توان در آزمایشگاه با اتصال یک پی پت پاستور به حباب لاستیکی ساخت.

۶. روش پلاستیکی برای حفاظت میکروسکوپ از محیط پیرامون زمانی که از آن استفاده نمی شود. از یک محافظ پارچه ای با بافت مشابه با دستمال نیز می توان استفاده نمود.

۷. یک برس نرم از موی شتر یا یک قلم موی نرم نقاشی. بهتر است موی برس، طبیعی، با طول یکنواخت و بافت خیلی نرم، خشک، و قادر روغن باشد. احتمالاً در فروشگاه های عکاسی می شود آن را تهیه نمود. همچنین ممکن است ابزار مشابهی در فروشگاه های لوازم آرایش پیدا کرد.

۸. یک بسته ۲۵۰ گرمی سیلیکا ژل<sup>۴</sup>. این ژل برای کترول رطوبت در جعبه نگهداری میکروسکوپ که قادر منفذ است به کار می رود. وقتی با رطوبت اشباع شود، تغییر رنگ می دهد که نمایانگر زمان جایگزینی یا تجدید آن است. سیلیکا ژل وقتی در شرایط خوبی است، عموماً رنگ آبی دارد و وقتی با رطوبت اشباع شد صورتی می شود.

۹. لامپ ها و فیوز های جایگزین. باید مدلی مشابه آنچه که توسط سازنده نصب شده است، داشته باشند یا مشخصات یکسانی را دارا باشند.

5. Ether Petroleum  
6. 2-Propanol

1. Ethyl Ether  
2. Xylene  
3. White Gasoline  
4. Desiccant(Silica Gel)

## فصل ۱۵ میکروسکوپ

۶. میکروسکوپ را در محیط‌های مرطوب، در داخل جعبه نگهداری نکنید.
۷. از فشار آوردن عدسی شیئی روی اسلاید اجتناب کنید، این کار می‌تواند به لامل<sup>۲</sup> یا لنز جلو آسیب برساند. فاصله کانونی را به آرامی و به دقت تنظیم کنید.
۸. سطح یا صفحه مکانیکی را تمیز نگهداری‌د.
۹. اجزای نوری را باز و جدا نکنید این کار می‌تواند تنظیمات را تغییردهد. سطوح نوری باید ابتدا با برس موی شتر و سپس با دستمال چرمی یا کاغذ لنز تمیز شوند.
۱۰. برای برداشتن میکروسکوپ از دو دست استفاده کنید، به طوری که یک دست بازوی میکروسکوپ و دیگری پایه آن را حمایت کند.
۱۱. به هنگام تعویض لامپ، از لمس سطح آن با انگشتان خودداری کنید. اثر انگشتان، شدت نور را کاهش می‌دهد.
۱۲. به منظور افزایش عمر لامپ از وجود ولتاژ صحیح اطمینان حاصل نمایید. هر زمان که ممکن است، از کمترین شدت نور مورد نیاز برای مشاهده، استفاده نمایید.
۱۳. اگر ولتاژ، پایدار و یکنواخت نیست، میکروسکوپ را به یک ثبیت‌کننده ولتاژ وصل نمایید.

### مراقبت ویژه در شرایط آب و هوایی گرم

- در آب و هوای گرم و نیز آب و هوای خشک، مشکل اصلی گرد و غبار است چون بر سیستم‌های مکانیکی و نوری اثر می‌گذارد.
- وقتی از میکروسکوپ استفاده نمی‌کنید همیشه با یک روکش پلاستیکی آن را پوشانید.
- بعد از استفاده، یا دمیدن هوا با استفاده از آسپیراتور، میکروسکوپ را تمیز کنید.
- لنژها را با برس موی شتر یا با یک قلم مو تمیز کنید. اگر گرد و غبار به سطوح نوری چسبیده است، سعی کنید آن را با کاغذ لنز تمیز نمایید. سطح را خیلی آرام پاک کنید تا از ایجاد خراش جلوگیری شود.

### مراقبت ویژه برای جلوگیری از رشد قارچ در شرایط آب و هوایی مرطوب

- در شرایط آب و هوایی مرطوب و عموماً گرم، رشد قارچ روی سطوح لنژها، در شیار پیچ‌ها و زیر رنگ محافظت می‌تواند عملکرد میکروسکوپ را تحت تأثیر قراردهد. اگر از میکروسکوپ به طور مناسب محافظت نشود، در عرض مدت کوتاهی غیرقابل استفاده خواهد شد. مراقبت‌های زیر در جلوگیری از رشد قارچ مؤثر است.

### تمیزکردن بدن میکروسکوپ

۱. بدن میکروسکوپ را می‌توان با محلول شوینده برای از بین بردن آلودگی، روغن و چربی خارجی تمیز نمود. این کار باید با یک برس کوچک انجام شود و بعد از پاک کردن، بدن میکروسکوپ باید با محلول ۵۰/۵۰ آب مقطر و اتانول ۹۵٪ تمیز شود.

- نکته:** این محلول برای تمیزکردن سطوح نوری مناسب نیست.  
۲. تمام اجزا در مکانیسم‌های تنظیم پیچ ماکرو/میکرو، کندانسور و سطح یا صفحه باید به طور مرتب با روغن تصفیه شده ماشین<sup>۱</sup> برای تسهیل حرکت، روغن کاری شوند.

### نگهداری میکروسکوپ

- مهم‌ترین مراحل نگهداری میکروسکوپ در شرایط کاری مناسب به شرح زیر است:

۱. از تنظیم بودن صفحه مکانیکی اطمینان حاصل نمایید. صفحه باید به آرامی در تمام جهات (Y-X) حرکت کند و در وضعیت انتخاب شده توسط کاربر باقی بماند.
۲. مکانیسم تنظیم فاصله کانونی را امتحان کنید. فاصله کانونی انتخاب شده توسط کاربر میکروسکوپ باید ثابت باقی بماند. ارتفاع نباید از آنجه که توسط کاربر میکروسکوپ تعیین شده، تغییر کند.

۳. عملکرد دیافراگم را کنترل کنید.

۴. همه اجزای مکانیکی را تمیز نمایید.

۵. میکروسکوپ را مطابق با توصیه‌های سازنده روغن کاری کنید.

۶. تنظیم بودن گیره نگهدارنده نمونه را کنترل کنید.

۷. تنظیم بودن اجزای نوری را کنترل نمایید.

### اقدامات پیشگیرانه

۱. چون اتالیل روی اجزای نوری اثر می‌کند از آن برای تمیزکردن استفاده ننمایید. همچنین پایه صفحه مکانیکی را با گزیلن یا استون تمیز نکنید.

۲. از کاغذ معمولی برای تمیزکردن لنژها استفاده نکنید، چون می‌تواند روی سطوح خراش ایجاد کند.

۳. برای جلوگیری از باقیماندن اثر انگشت، لنژها را با انگشتان لمس نکنید.

۴. لنژهای قطعه چشمی یا شیئی را با پارچه یا کاغذ تمیز نکنید، چون پوشش محافظ اجزای نوری ممکن است کیفیت خود را از دست بدهد. این سطوح را با برس موی شتر یا دمیدن هوا با یک آسپیراتور تمیز کنید.

۵. از رهایکردن میکروسکوپ بدون قطعات چشمی اجتناب کنید. برای اجتناب از نفوذ گرد و غبار و ذرات روی سطوح، در پوشش‌ها را روی عدسی‌ها قرار دهید.

1. Refined Machine Oil  
2. Lamina

۳. وقتی رشته‌های قارچ به طور کامل زدوده شد، با یک تکه کوچک پنبه نو، آن را تمیز نمایید.

### مراقبت از میکروسکوپ تواتر: روزانه (بعد از استفاده)

۱. روغن ایمرسیون را از روی عدسی  $X 100$  پاک کنید. از کاغذ لنز، یا اگر در دسترس نیست، از پنه استفاده نمایید.

۲. نگهدارنده نمونه را تمیز کنید.

۳. کندانسور را تمیز کنید.

۴. مقاوم کنترل شدت نور را در پایین ترین حد قرار دهید و سپس سیستم نوری را به طور کامل خاموش کنید.

۵. میکروسکوپ را با یک روکش پلاستیکی یا پارچه‌ای پوشانید. اطمینان حاصل نمایید که میکروسکوپ در یک مکان دارای تهویه مناسب، با کنترل رطوبت و دما، نگهداری می‌شود. اگر تهویه جعبه نگهداری برقرار است و یک لامپ برای کنترل رطوبت وجود دارد، میکروسکوپ را داخل آن قرار داده، لامپ را روشن و در جعبه را بیندید.

### تواتر: هر ماه

۱. ذرات گرد و غبار را از بدنه میکروسکوپ پاک کنید. برای این کار از یک تکه دستمال مرطوب با آب مقطر استفاده نمایید.

۲. ذرات گرد و غبار را از روی قطعات چشمی، عدسی شیئی، و کندانسور پاک کنید. از حباب پلاستیکی برای دمیدن هوا استفاده کنید. سپس سطح عدسی‌ها را با محلول تمیز کننده لنز تمیز نمایید. این محلول را به طور مستقیم روی لنزها استفاده نکنید، بلکه روی کاغذ لنز ریخته و سپس سطح آن را به آرامی با کاغذ مرطوب پاک کنید.

۳. مکانیسم گیره نگهدارنده اسلاید را بردارید، به دقت تمیز و دوباره نصب کنید.

### تواتر: هر ۶ ماه

برای تکمیل روند نگهداری ماهانه، موارد ذیل توصیه می‌شود:

۱. میکروسکوپ را با چشم برسی کنید. اطمینان حاصل نمایید که هر یک از اجزا، در شرایط مطلوب بوده، و از نظر مکانیکی تنظیم شده است.

۲. اطمینان حاصل نمایید که شرایط تهویه مناسب، کنترل دما و رطوبت در مکان نصب رعایت می‌شود.

۳. از کیفیت سیستم الکتریکی میکروسکوپ اطمینان حاصل نمایید. بی نقص بودن رابطها، فیوزها و لامپ رشته‌ای را تأیید نمایید.

۱. شب‌ها، میکروسکوپ را در یک جعبه مجهز به لامپ برق که قدرت آن بیش از  $40$  وات نباشد، نگهداری کنید. لامپ باید در قسمت بالایی جعبه نزدیک سر دو چشمی نصب و در طول شب روشن نگهدارنده شود. جعبه جهت گردش هوا، باید تعدادی روزنه داشته باشد و دما در داخل جعبه نباید بیش از  $50^{\circ}\text{C}$  باشد، تا بر روغن موجود در میکروسکوپ اثر نکند.

۲. اگر امکان استفاده از یک جعبه با لامپ برق وجود ندارد، به عنوان جایگزین می‌توان از ماده خشک کننده مثل سیلیکا ژل یا برنج استفاده کرد. وقتی از این مواد استفاده می‌شود، از اینکه میکروسکوپ در یک جعبه محافظ یا زیر روکش محافظ پارچه‌ای مانند دستمال، نگهداری می‌شود اطمینان حاصل نمایید. همچنین ماده خشک کننده باید در شرایط مطلوب باشد. در غیر این صورت آن را تعویض نمایید.

۳. میکروسکوپ را به طور مرتب تمیز کنید. اگر لنزها با دست تماس دارند، از دستکش لاتکس استفاده کنید. این کار از باقی ماندن هرگونه اثر انگشت جلوگیری کرده و خطر رشد قارچ را کاهش می‌دهد.

۴. اگر هیچ کدام از جایگزین‌های بالا عملی نیست، میکروسکوپ را در مکانی با تهویه مناسب قرار دهید. وقتی از میکروسکوپ استفاده نمی‌شود، می‌توان آن را برای مدت کوتاه زیر نور مستقیم خورشید قرارداد. این کار رطوبت و خطر رشد قارچ روی سطوح مختلف دستگاه را کاهش می‌دهد.

۵. تهویه مطبوع (کنترل دما و رطوبت) به طور قابل ملاحظه‌ای از رشد قارچ روی میکروسکوپ جلوگیری می‌کند. هر چند که برای تعداد زیادی از آزمایشگاه‌ها، چنین انتخابی وجود ندارد. اگر تهویه مطبوع در محلی که میکروسکوپ نصب شده است، برقرار نیست، باید برای کنترل رطوبت، تمیزاتی در نظر گرفته شود.

### پاک و تمیز کردن رشته‌های قارچ

۱. با استفاده از روش‌های ذکرشده در این فصل، به طور مرتب میکروسکوپ را تمیز نمایید. مقدار رطوبت را در جایی که میکروسکوپ نگهداری می‌شود، کنترل کنید. اگر تهویه کافی وجود داشته باشد، احتمال رشد قارچ روی میکروسکوپ کاهش می‌یابد.

۲. اگر قارچ رشد کرده است، از پنهانی که به محلول ضدقارچ، اتر یا گزیلن<sup>۱</sup> آغشته شده است، استفاده نمایید. پنهانی را به آرامی و با حرکت چرخشی روی سطح لنز بمالید. از حرکت به سمت جلو و عقب یا چپ و راست و با اعمال فشار کم روی سطح لنز نیز می‌توان استفاده کرد. اگر لازم شد، مراحل فوق را با یک تکه پنهانی نو تکرار نمایید.

1. Xylol (Xylene)

### جدول مشکل‌یابی

مشکل	سیستم نوری	علت محتمل	راه حل
سیستم نوری کار نمی‌کند.		سیم برق قطع شده است.	جریان الکتریکی را برقرار نمایید.
سیستم نوری، نور یکنواخت تولیدنمی‌کند.		فیوز حفاظتی سوخته است.	فیوز را تعویض کنید.
سیستم نوری، نور یکنواخت به نمونه نمی‌رسد.		لامپ سوخته است.	لامپ را تعویض کنید. مطمئن شوید به خوبی تنظیم شده است.
نور را در مرکز قرار نگرفته است.	منبع نور در مرکز قرار نگرفته است.	سوئیچ نوری خراب است.	سوئیچ را تعویض کنید.
نور را در مرکز قرار نگرفته است.	سیستم الکتریکی، خطای ولتاژ نشان می‌دهد.	سیستم را به تثبیت کننده ولتاژ وصل کنید. میکروسکوپ را به پریز وصل کنید.	سیستم الکتریکی را کنترل و تعمیر کنید. میکروسکوپ را به تثبیت کننده ولتاژ وصل کنید.
نور را در مرکز قرار نگرفته است.	سیم رابط میکروسکوپ به پریز، شل است.	دو شاخه را به پریز وصل کنید. اگر هر یک از اجزاء خراب است آن را تعویض کنید.	دو شاخه را به پریز وصل کنید. اگر هر یک از اجزاء خراب است آن را تعویض کنید.
نور را در مرکز قرار نگرفته است.	لامپ بد نصب شده است و به خوبی تماس برقرار نمی‌کند.	لامپ را دوباره نصب کنید.	لامپ را دوباره نصب کنید.
نور را در مرکز قرار نگرفته است.	روی سطح لامپ، لکمهای فلزی یا سیاه وجود دارد.	لامپ را تعویض کنید.	لامپ را تعویض کنید.
نور را در مرکز قرار نگرفته است.	عدسی شیئی به خوبی در مرکز قرار نگرفته است.	تنظیم کندانسور را تصحیح نمایید.	به آرامی نگهدارنده عدسی شیئی را بچرخانید تا تنظیم آن تصحیح شود.
نور را در مرکز قرار نگرفته است.	دیافراگم <sup>۱</sup> تقریباً بسته است.	کندانسور را نزدیک تر بیاورید.	دیافراگم را باز کنید تا نور مناسب تأمین شود.
نور را در مرکز قرار نگرفته است.	کندانسور خیلی پایین است.	کندانسور را نزدیک تر بیاورید.	کندانسور را تمیز کنید. گرد و غبار را با یک برس پاک کنید. قارچ را با محلول تمیز کننده لنز بزدایید.
نور را در مرکز قرار نگرفته است.	لنزهای کندانسور، گرد و غبار و رشد قارچ نشان می‌دهند.	دیافراگم را کمی باز کنید.	دیافراگم را کمی باز کنید.
نور را در مرکز قرار نگرفته است.	دیافراگم کندانسور تقریباً بسته است.	دیافراگم بیش از حد روشن و شفاف است.	دیافراگم را کمی بیندید.
نور را در مرکز قرار نگرفته است.	دیافراگم بیش از حد روشن و شفاف است.	دیافراگم بیش از حد روشن و شفاف است.	دیافراگم بیش از حد روشن و شفاف است.

1. Diaphragm's Iris

## کتاب راهنمای نگهداری و تجهیزات آزمایشگاهی

سیستم چشمی / مکانیکی		
راه حل	علت محتمل	مشکل
پیچ پایه مکانیکی را تنظیم کنید.	پیچ تنظیم صفحه مکانیکی شل شده است.	صفحه مکانیکی در موقعیت ثابت باقی نمی ماند تصویر مرتب از کانون خارج می شود.
مکانیسم قفل صفحه مکانیکی را شل کنید. سطح مورد نظر را تنظیم نمایید. مکانیزم قفل صفحه را دوباره تنظیم کنید.	صفحه مکانیکی در سطح خیلی پایین قفل شده است.	صفحه مکانیکی نمی تواند تابیشترین حد بالابرود.
قارچ را با استفاده از محلول تمیزکننده بزداید. از دستورالعمل سازنده پیروی نمایید.	در سطح لنزها قارچ رشد کرده است.	کیفیت تصویر با عدسی شیئی $X^{+4}$ ضعیف است.
عدسی شبیه را کنترل کنید. اگر خراشیدگی یا شکستگی نشان می دهد، آن را تعویض نمایید.	لنزا آسیب دیده اند.	
روغن را با دقت با استفاده از کاغذ لنز پاک کنید.	لنزا به طور تصادفی با روغن ایمرسیون آغشته شدند.	عدسی شبیه ایمرسیون، تصویر واضحی نمی دهد.
روی اسلاید، روغن ایمرسیون اضافه نمایید.	عدسی شبیه، بدون روغن ایمرسیون استفاده می شود.	
از روغنی با کیفیت مناسب استفاده کنید.	روغن ایمرسیون، ضربه شکست پایینی دارد.	گرد و غبار و آلودگی در میدان دید مشاهده می شود.
سطح خارجی لنزا را با کاغذ لنز تمیز کنید. اگر مشکل حل نشد عدسی را برای تعمیر به یک آزمایشگاه تخصصی بفرستید (عدسی ها را جدا و تمیز کنید، کابل های رابط را تعویض کنید، دوباره تنظیم و سوار کنید).	روغن ایمرسیون به داخل عدسی نفوذ کرده است.	
ذرات گرد و غبار را با برس نرم (موی شتر) پاک کنید.	روی لنزهای منبع نور، گرد و غبار وجود دارد.	
ذرات گرد و غبار را با برس نرم (موی شتر) پاک کنید.	گرد و غبار روی لنز کندانسور وجود دارد	
ذرات گرد و غبار را با برس نرم (موی شتر) پاک کنید.	گرد و غبار روی قطعه چشمی وجود دارد.	

## فصل ۱۵ میکروسکوپ

### تعاریف پایه

استون.<sup>۱</sup> مایع بی رنگ، قابل اشتعال، قابلیت مخلوط شدن با آب، حلال مورد استفاده برای تعداد زیادی از مواد آلی است. نقطه جوش: ۵۶°C و فرمول شیمیایی آن:  $\text{CH}_3\text{-CO-CH}_3$  است.

دیافراگم، وسیله‌ای که عبور نور را به داخل میکروسکوپ کنترل می‌کند. دو نوع دیافراگم وجود دارد: دیافراگم دریچه‌ای<sup>۲</sup> که زاویه دریچه در میکروسکوپ را تنظیم می‌کند و دیافراگم میدان دید<sup>۳</sup> که اندازه تصویر را تنظیم می‌کند. هدف استفاده از دیافراگم‌ها در میکروسکوپ‌های نوری، جلوگیری از عبور پرتوهای نور با انحراف شدید و رسیدن آن به سطح تشکیل تصویر و همچنین برای اطمینان از توزیع مناسب نور روی نمونه و مکان تصویر است. اتانول، مایع بی رنگ که الكل اتیلن نیز نامیده می‌شود و به عنوان یک حلal صنعتی، برای مثال در صنعت دارویی کاربرد دارد. همچنین چگالی  $0.806 \text{ g/cm}^3$  و نقطه جوش  $78/30^\circ\text{C}$  و فرمول شیمیایی  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$  را دارد.

اتر. مایع مشتق از الكل که با حذف یک آب از دو مولکول الكل حاصل می‌شود. اتر به عنوان یک حلal خوب، حلالیت کم در آب دارد، و فرار و قابل اشتعال است. نقطه جوش آن  $35^\circ\text{C}$  و فرمول شیمیایی آن  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-O-CH}_3$  است.

قطعه چشمی.<sup>۴</sup> مجموعه‌ای از عدسی که کاربر به واسطه آن تصویر را مشاهده می‌کند (تصویر واقعی یا مجازی، بسته به ارتباطی که بین سایر لنزهای میکروسکوپ وجود دارد).

عمق میدان دید.<sup>۵</sup> تراکم نمونه در حد معینی از کانون که به میزان قابل قبولی واضح باشد.

میدان دید.<sup>۶</sup> سطح یا مقاطعه از هنگام استفاده از میکروسکوپ دیده می‌شود. این سطح، با افزایش قدرت بزرگنمایی کم می‌شود. قطر میدان دید، روى صفحه میانی تصویر، با واحد میلی متر اندازه گیری می‌شود. میدان دید در میکروسکوپ نوری در یک بزرگنمایی خاص، به صورت قطر آن به میلی متر یا به سادگی با یک عدد بیان می‌شود.

کانون.<sup>۷</sup> نقطه‌ای که در نتیجه انكسار نور، شعاع‌های نوری که از میان عدسی عبور می‌کنند، در آن متمرکز می‌شوند. اگر شعاع‌های نور در یک نقطه همگرا شوند، عدسی مثبت و کانون، واقعی است، اگر شعاع‌های نور واگرا شوند، عدسی منفی و کانون، مجازی است.

عمق کانون.<sup>۸</sup> دامنه‌ای که سطح تصویر را می‌توان با حفظ وضوح، حرکت داد.

دربیچه دیافراگم (NA).<sup>۹</sup> اندازه گیری توانایی عدسی شیئی برای تمیز کردن نور و تشخیص جزئیات یک شیء است. عموماً مقدار عددی روی بدنه عدسی نوشته می‌شود. مقادیر بزرگ‌تر به تعداد بیشتری از شعاع‌های مایل نور، اجازه عبور از لنز عدسی شیئی را می‌دهد و سبب وضوح بیشتر تصویر می‌شود. از نظر ریاضی به این صورت بیان می‌شود:

که:

NA: دریچه دیافراگم

n: ضریب شکست (n=1) هوا و n=1/52 روغن ایمرسیون

φ: زاویه دریچه. هر چه زاویه بزرگ‌تر باشد، وضوح و دریچه دیافراگم بیشتر است.

پروپانول. ایزو پروپانول نیز نامیده می‌شود و از افزودن آب به مولکول پروپیلن حاصل می‌شود. به عنوان حلal و نیز در تهیه استون کاربرد دارد. نقطه جوش آن  $83^\circ\text{C}$  و فرمول شیمیایی آن:  $\text{CH}_3\text{-CHOH-CH}_3$  است.

دامنه بزرگنمایی مفید.<sup>۱۰</sup> دامنه بزرگنمایی مفید عدسی شیئی / عدسی چشمی به وسیله اندازه دریچه دیافراگم تعیین می‌شود. برای مشاهده جزئیات یک تصویر، حداقل بزرگنمایی بین ۵۰۰ و ۱۰۰۰ برابر اندازه دریچه دیافراگم عدسی شیئی مورد نیاز است.

$\text{RUM} = [\text{NA}] \times (500) \times (1000)$  تا  $[NA] \times (500) =$  قابل قبول

دربیچه دیافراگم	بیان ریاضی
	$\text{NA} = n \times \sin \phi$ $0.27 = 1 \times \sin(16^\circ)$ <p>بزرگنمایی تقریباً <math>10\times</math></p>
	$\text{NA} = n \times \sin \phi$ $0.42 = 1 \times \sin(25^\circ)$ <p>بزرگنمایی تقریباً <math>20\times</math></p>
	$\text{NA} = n \times \sin \phi$ $0.68 = 1 \times \sin(43^\circ)$ <p>بزرگنمایی تقریباً <math>40\times</math></p>

- 1. Aceton
- 2. Aperture Diaphragm
- 3. Field Diaphragm

- 4. Eyepiece
- 5. Field Depth
- 6. Field of Vision

- 7. Focus
- 8. Focus Depth
- 9. Numerical Aperture

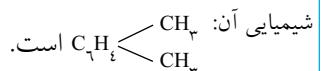
- 10. Range of Useful Magnification

ضریب شکست.<sup>۱</sup> مقدار محاسبه شده با مقایسه سرعت نور در فضا و در محیط ثانویه با چگالی بیشتر، معمولاً با حرف [n] یا [ $n'$ ] در ادبیات فنی یا در معادلات ریاضی نشان داده می‌شود.

وضوح.<sup>۲</sup> توانایی تشخیص جزئیات یک اسلاید یا نمونه خاص. از میان عواملی که بیشترین تأثیر را برای دستیابی به یک وضوح خوب دارند، اندازه دریچه دیافراگم، نوررسانی، تصحیح انحراف و نوع کنданسور است. وضوح یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های میکروسکوپ است.

نگهدارنده چرخان عدسی شیئی.<sup>۳</sup> وسیله مکانیکی طراحی شده برای قراردادن عدسی‌های شیئی و امکان تغییرات سریع بهوسیله یک حرکت چرخشی. توانایی آن به نوع میکروسکوپ بستگی دارد و معمولاً بین ۳ تا ۵ عدسی شیئی تغییر می‌کند.

گزینل. ایزومر اتیل بنزن از زغال به دست می‌آید. به عنوان حلال و هم لاک الکل مورد استفاده قرار می‌گیرد، نقطه جوش آن  $138^{\circ}\text{C}/144^{\circ}\text{C}$  و فرمول



- 
1. Refraction Index
  2. Resolution
  3. Revolving Objective Holder

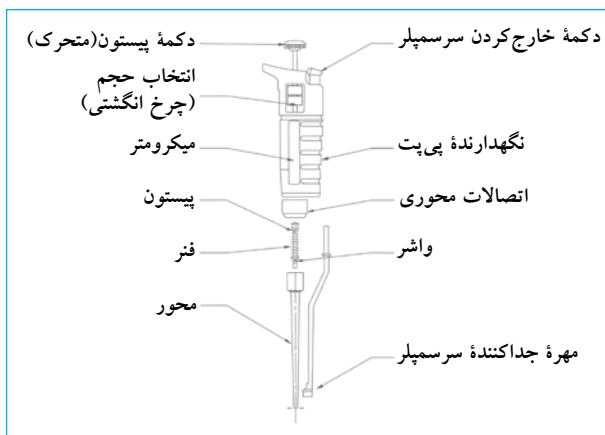
# فصل ۱۶



## پی‌پت‌ها

کد GMDN	۱۵۱۶۶
کد ECRI	۱۵-۱۶۶
نام‌گذاری	پی‌پت‌ها

شکل ۵۰. نمای یک پی‌پت



پی‌پت‌ها ابزارهایی برای انتقال یا اندازه‌گیری حجم‌های کوچک از مایعات از یک ظرف به ظرف دیگر با دقت بسیار هستند. مدل‌های مختلفی از پی‌پت‌ها موجود می‌باشد. ابتدا، آنها از شیشه ساخته‌می‌شدند؛ در حال حاضر، گزینه‌های انتخابی بسیاری وجود دارد. تأکید این فصل درمورد پی‌پت‌های حجم ثابت و پی‌پت‌های حجم متغیر با کنترل مکانیکی است، اخیراً، پی‌پت‌ها با کنترل الکتریکی نیز به بازار عرضه شده‌اند. این فصل درباره نگهداری و کالیبراسیون<sup>۱</sup> پی‌پت‌های مکانیکی صحبت می‌کند.

### تصویر پی‌پت‌ها

پی‌پت چند کاناله



Eppendorf AG  
پی‌پت چند کاناله

پی‌پت یک کاناله



پی‌پت یک کاناله اجزای پی‌پت

۱. کالیبراسیون باید منحصرًا توسط پرسنل آموزش‌دهنده و براساس استانداردهای بین‌المللی مورد استفاده نظری<sup>۲</sup> BS ISO ۸۶۵۵-۶:۲۰۰۲ و یا نسخه جدید باشد. تجهیزات و دستگاه‌های مرجع که توانایی شناسایی مطلوب بودن روش‌های اجرایی با استانداردهای بین‌المللی را دارا هستند، باید توسط سازمان‌های ملی و یا بین‌المللی کالیبر شوند.

و حجم جابه‌جاشده به وسیله پی‌پت پیشنهاد شده است از سر سمپلرهای توصیه شده سازنده یا نوک سمپلرهایی که برای پی‌پت‌های حجم خاص کاربرد دارند، استفاده شود. برای اینکه حجم‌های مختلف روی پی‌پت‌ها شناسایی شوند بعضی سازندگان از کدهای رنگی استفاده می‌کنند. جدول زیر نمایانگر این کدهای قراردادی است.

جدول کد رنگی پی‌پت

رنگ	حجم (μl)
مشکی	۰/۱-۲/۵ μl
خاکستری	۰/۵-۱۰ μl
خاکستری / زرد	۲-۲۰ μl
زرد	۱۰-۱۰۰ μl
زرد	۵۰-۲۰۰ μl
آبی	۱۰۰-۱۰۰۰ μl
قرمز	۵۰۰-۲۵۰۰ μl

### الزامات استفاده

برای استفاده از پی‌پت، آزمایشگاه باید به طور مطلوب تمیز و از نور کافی برخوردار باشد.

شرایط عمومی استفاده عبارت است از:

۱. از ثابت‌ماندن دمای اتاق در  $20^{\circ}\text{C}$  و تغییرات دمای  $\pm 5^{\circ}\text{C}$  (بین  $15\text{--}30^{\circ}\text{C}$ ) اطمینان حاصل نمایید.
۲. از رطوبت نسبی اتاق ( $>50\%$ ) اطمینان حاصل کنید. پی‌پت‌ها نمونه‌ها و مواد مایع باید در شرایط آزمایشگاه پایدار باشند. معمولاً پیشنهاد شده است که این مواد ۲ تا ۳ ساعت قبل از انجام آزمایش به دمای اتاق برسند.
۳. از کار کردن با پی‌پت‌ها در زیر نور مستقیم خورشید خودداری کنید.
۴. اگر از مواد سمی و یا موادی که احتمال خطرات بیولوژی دارند، استفاده می‌شود از لوازم ایمنی و محافظ مناسب استفاده کنید.

### موارد استفاده از پی‌پت

پی‌پت‌ها ابزارهایی هستند که در آزمایشگاه‌های بالینی و تحقیقاتی برای برداشت حجم‌های کم مایعات با دقت زیاد کاربرد دارند.

### اصول عملکرد

پی‌پت‌های مکانیکی یا پیستون‌دار معمولاً با اعمال فشار دستی روی پیستون کار می‌کنند. پیستون داخل یک سیلندر با طول ثابت حرکت و حجم مشخصی از مایع را به داخل یا خارج پی‌پت هدایت می‌کند.

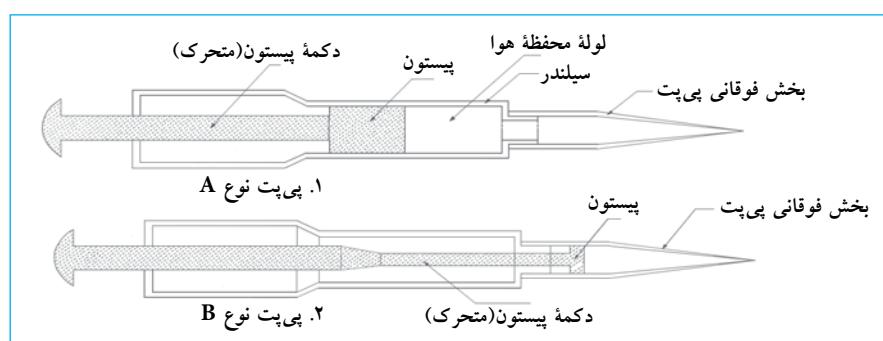
دو نوع پی‌پت‌های پیستون‌دار موجود می‌باشد: پی‌پت با حجم ثابت - که حجم ثابتی از مایع را (حجم اسمی [NV])<sup>(۱)</sup> جابه‌جا می‌کند و پی‌پت با حجم متغیر - که حجم‌های متفاوتی را با توجه به مشخصات اختصاصی پی‌پت جابه‌جا می‌کند. تنظیم حجم متغیر روی پی‌پت با حرکت پیستون و با توجه به محدوده عملکرد پیستون انجام می‌شود. در این نوع پی‌پت‌ها حجم اسمی بیشترین حجمی است که پی‌پت می‌تواند، نگهدارد.

انواع پی‌پت‌های ثابت و متغیر به دو نوع A و B نیز تقسیم می‌شوند. نوع A<sup>(۲)</sup>: در این نوع حجمی از هوا بین سر پیستون و مایع درون سیلندر پی‌پت وجود دارد (پی‌پت شماره ۱، شکل ۵۱).

نوع B<sup>(۳)</sup>: در این نوع، پیستون در تماس مستقیم با مایع است (پی‌پت شماره ۲). پی‌پت‌های نوع A این مزیت را دارند که در استفاده بیشتر امکان آلووده شدن در آنها کمتر است؛ ولی برخلاف پی‌پت‌های نوع B وقتی برای برداشت حجم‌های خیلی کم مورد استفاده قرار می‌گیرند از دقت کافی برخوردار نیستند چون هوا در آنها متراکم و فشرده می‌شود.

برای به حداقل رساندن آلوودگی، همه پی‌پت‌ها نوک سمپلرهای یکبار مصرف دارند. برای اطمینان از محکم بودن اتصال سر سمپلر

شکل ۵۱. انواع پی‌پت‌ها



1. Nominal Volume
2. Air Displacement Pipettes
3. Positive Displacement or Direct Displacement Pipettes

۳. برای افزایش صحت پی‌پت، سرسمپلرها را مرطوب کنید. برای این کار حجم کمی از محلول کاری را چند بار برداشت و داخل ظرف پسماند خالی نمایید. این کار از تشکیل جباب‌های هوا مخصوصاً در محلول‌های غلیظ و یا مواد آب‌گریز<sup>۳</sup> خودداری می‌کند. همچنین سبب مرطوب شدن یکنواخت دیواره داخلی سرسمپلرها و پیستون می‌شود. این عمل برای پی‌پت‌ها با حجم ۱۰ mL و یا کمتر ضروری نمی‌باشد.

۴. بعد از پر کردن سرسمپلر، قطرات روی نوک سرسمپلر را تمیز نمایید. برای این کار نوک سرسمپلر را آهسته به دیواره لوله آزمایش بزنید. استفاده از کاغذ جاذب ممکن است لازم شود، در این صورت، بیشتر باید دقت نمود تا از آلودگی احتمالی جلوگیری گردد.

۵. محلول داخل سرسمپلر را در لوله آزمایش خالی کنید. این کار را با تماس نوک سرسمپلر به دیواره لوله آزمایش انجام دهید. نوک سرسمپلر باید با زاویه ۴۵–۳۰ درجه و ۱۰–۸ میلی‌متر بالاتر از سطح مایع با دیواره لوله تماس داشته باشد.

### روش صحیح پی‌پت کردن

در زیر مراحل متداول برای استفاده از پی‌پت‌های مکانیکی نوع A توضیح داده شده است. کاربر باید به توصیه‌های سازنده توجه کند. این مراحل در استفاده از پی‌پت‌های الکتریکی نیز کاربر دارد. شکل ۵۲ این مراحل را توضیح می‌دهد.

### استفاده از پی‌پت

برای به دست آوردن نتایج دقیق و قابل اطمینان، کاربر باید روش استفاده صحیح از پی‌پت را دانسته و با جزئیات کامل مراحل آشنا باشد. مراحل عمومی استفاده از پی‌پت به شرح زیر است:

**هشدار:** قبل از استفاده از پی‌پت، از کالیبر و مناسب بودن پی‌پت برای جابه‌جایی حجمی از مایع اطمینان حاصل نمایید.

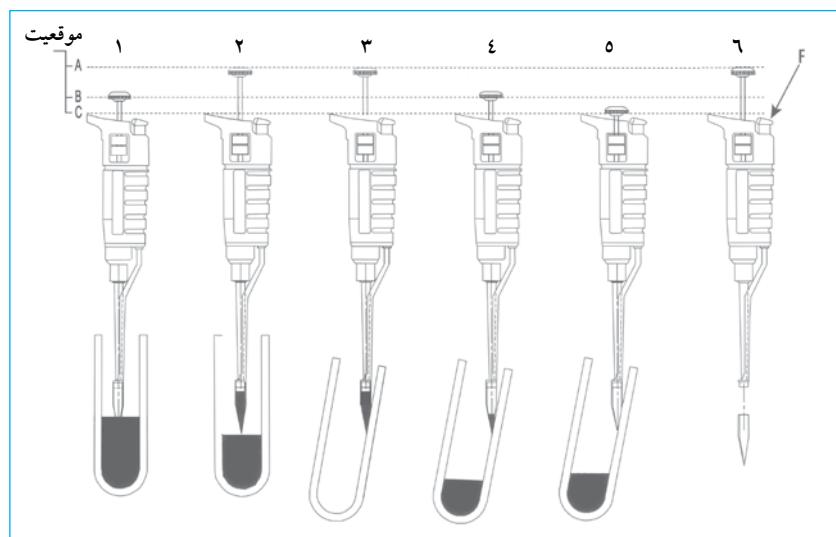
### توصیه‌های کلی

۱. از قرارگرفتن پی‌پت در حالت عمودی در محلول اطمینان حاصل کنید. این حالت از عدم دقت در انتقال می‌کاهد.
۲. از توصیه‌های سازنده برای حداقل قابلیت قرارگیری<sup>۱</sup> سرسمپلر و پی‌پت در مایع آگاه باشید. این مقدار با توجه به نوع و گنجایش پی‌پت متفاوت است. یک راهنمای عمومی در جدول زیر برای این منظور ارائه شده است.

جدول حداقل قابلیت قرارگیری سرسمپلر با توجه به گنجایش حجم پی‌پت

حداقل قابلیت قرارگیری سرسمپلر (mm)	گنجایش حجمی پی‌پت (μL)
۲–۳	۱–۱۰۰
۲–۴	۱۰۰–۱۰۰۰
۲–۵	۱۰۰۰–۵۰۰۰

شکل ۵۲. مراحل استفاده از پی‌پت



1. Minimum Immersion Depth
2. Blues, J., Bayliss, D; Buckley, M., The calibration and use of piston pipette, UK, National Physical Laboratory, Teddington, Middlesex, 2004,page.6. ([www.npl.co.uk](http://www.npl.co.uk))
3. Hydrophobic

### از زیابی:

#### تواتر: روزانه

از زیابی روزانه پی‌پت‌ها برای یافتن خرابی، صدمه و یا برای اطمینان از کارکرد صحیح آنها ضروری می‌باشد. این ارزیابی باید شامل موارد زیر باشد:

۱. از تنظیم، و بی‌نقص بودن پی‌پت اطمینان حاصل نمایید. پیستون باید به صورت آرام و یکنواخت حرکت کند.
۲. نگهدارنده سرسیمپلر را کنترل کنید تا خراب نباشد چون برای دقت اندازه‌گیری مهم است. از محکم بودن سرسیمپلر هم اطمینان حاصل نمایید.
۳. یک سرسیمپلر را به پی‌پت متصل کنید و آن را با آب مقطر پر نمایید. پی‌پت باید هیچ‌گونه نشتی داشته باشد.

### تمیزکردن و آسودگی زدایی

۱. هر روز پی‌پت با محلول یا شوینده مناسب باید تمیز شود. انتخاب محلول شوینده باید براساس توصیه‌های سازنده باشد.

۲. پی‌پت را با توجه به توصیه‌های سازنده استریل کنید. بعضی پی‌پت‌ها در اتوکلاو با درجه حرارت  $121^{\circ}\text{C}$  به مدت تقریبی ۲۰ دقیقه استریل می‌شوند. در بعضی از انواع پی‌پت لازم است اجزای پی‌پت از هم باز شوند تا بخار به قسمت‌های داخلی پی‌پت برسد.<sup>۳</sup> بازکردن بی‌پت‌ها باید مطابق دستورالعمل‌های سازنده باشد. این کار با استفاده از یک سری ابزارها و آچارهایی که زمان فروش پی‌پت با آن ارائه می‌گردد، امکان‌پذیر است. بعد از استریل کردن، اجزای پی‌پت در دمای اتاق باید دوباره به هم متصل شوند. از خشک بودن اجزای پی‌پت قبل از این کار مطمئن شد. برای استریل کردن پی‌پت‌ها بعضی سازنگان استفاده از محلول ایزوپروپانول  $60\%$ ، شستن با آب مقطر، خشک کردن و سپس اتصال قطعات را پیشنهاد می‌دهند.

۳. اگر از پی‌پت برای انتقال مواد خورنده و یا زیان‌آور استفاده شده است تمیزکردن و ضدغونی آن قبل از استفاده دوباره و یا حذف از مراحل کاری آزمایشگاه به عهده کاربر می‌باشد. پیشنهاد می‌شود یک گزارش که در آن نوع، مدل، شماره سریال و مواد آلوده‌کننده و مواد مورد استفاده بعد از تمیز نمودن پی‌پت در آن ثبت شده است، تهیه شود.

<sup>۳</sup> پی‌پت‌هایی را می‌توان با بخار استریل نمود که با علامت مشخص شناسایی شده‌اند. نحوه انجام این کار در دستورالعمل سازنده تعیین شده است.

۱. یک سرسیمپلر نو را با توجه به مشخصات پی‌پت به آن متصل نمایید. از آلوهه شدن سرسیمپلر با مواد دیگر جلوگیری نموده و از محکم بودن اتصال سرسیمپلر اطمینان حاصل نمایید.

۲. پیستون را تا موقعیت توقف<sup>۱</sup> یک (اولین مرحله) فشار دهید. در این موقعیت نوک سرسیمپلر نباید با سطح مایع تماس پیدا کند.

۳. نوک سرسیمپلر را با توجه به جدول راهنمای در داخل مایع قرار دهید یا از توصیه‌های سازنده استفاده نمایید و پی‌پت را کاملاً در حالت عمودی نگهداری نمایید. این حالت مطابق با موقعیت ۱B (اولی از چپ) در شکل است.

۴. پیستون را به آرامی و به طور کامل رها کنید تا مایع را برداشت کند (موقعیت ۲A). قبل از اینکه سرسیمپلر را از داخل مایع خارج کنید حداقل ۲ ثانیه صبر کنید.

۵. نوک سرسیمپلر را در لوله آزمایش در زاویه بین  $30^{\circ}$ - $45^{\circ}$  درجه با دیواره داخلی لوله نگهدارید. اگر لوله آزمایش که گیرنده مایع است دارای محلول است از تماس نوک سرسیمپلر با محلول داخل لوله آزمایش خودداری نمایید (موقعیت ۳A).

۶. محتويات داخل سرسیمپلر را با فشاردادن پیستون تا موقعیت توقف یک خالی نمایید (موقعیت ۴B). در تمام مراحل اطمینان حاصل نمایید که نوک سرسیمپلر و سطح داخلی لوله گیرنده مایع در تماس هستند. به آرامی نوک سرسیمپلر را در سطح داخلی در ارتفاع  $8\text{-}10$  میلی‌متر از سر لوله حرکت دهید تا قطره‌ای در نوک سرسیمپلر باقی نماند.

۷. پیستون را فشار دهید تا به موقعیت توقف<sup>۲</sup> دو (دومین مرحله) برسد (موقعیت ۵C). این کار قطره باقی مانده در داخل سرسیمپلر را با بیرون راندن هوا خالی می‌کند. پی‌پت را تا بیرون آوردن از لوله آزمایش در همین حالت (موقعیت ۵C) نگهدارید. به محض اینکه پی‌پت را از لوله آزمایش خارج کردید، پیستون را به حالت اولیه برگردانید.

۸. سرسیمپلر را با فشاردادن دکمه انتهای پی‌پت دور بیندازید (موقعیت ۶).

**نکته:** اگر از پی‌پت‌های متغیر استفاده می‌شود باید حجم مورد نیاز با توجه به راهنمایی‌های سازنده انتخاب شود. معمولاً دکمه کنترل حجم در قسمت بالای پی‌پت وجود دارد. تشخیص و آشنایی کاربر با مقیاس‌ها ضروری است.

### نگهداری معمول

روش متداول برای نگهداری پی‌پت‌های مکانیکی در ذیل آورده شده است. نگهداری اختصاصی برای مدل‌های مختلف با توجه به توصیه‌های سازنده است.

1. First Limit

2. Second Limit

۳. پیستون را با روغن سیلیکا<sup>۱</sup> مخصوص بی‌پت روغن کاری نمایید.
- از روغنی که توسط سازنده پیشنهاد شده است استفاده نمایید.
- روغن اضافی را با کاغذ جاذب پاک کنید.
- مراحل معکوس را برای سوار کردن قطعات بی‌پت انجام دهید.
- بی‌پت را قبل از استفاده کالیبر کنید.

### کالیبراسیون پی‌پت

کالیبراسیون پی‌پت‌ها با روش استاندارد انجام می‌شود و به طور کلی به حجم بی‌پت بستگی دارد. هرچه بی‌پت حجم کمتری داشته باشد، مراحل کالیبراسیون پرهزینه‌تر خواهد بود. یک توضیح خلاصه از مراحل کالیبراسیون (ثقل سنگی) برای بی‌پت حجم‌های ۲۰ میکرولیتر و ۱ میلی‌لیتر در زیر توضیح داده شده است:

### مواد و ابزار لازم

#### ۱. ترازوی آنالیتیک

۲. ترمومتر الکترونیکی با درجه تفکیک  $0/10^{\circ}\text{C}$  یا بیشتر و با محدوده دمایی مناسب و قابلیت فرار گیری در آب،
۳. رطوبت‌سنجد با عدم قطعیت استاندارد  $10\%$  یا کمتر،
۴. فشارسنج با عدم قطعیت استاندارد  $0/5\text{kPa}$  یا کمتر،
۵. تایмер،
۶. میکروپی‌پت‌ها با حجم‌های متغیر،
۷. سرسملپرها یکبار مصرف با اندازه‌های مختلف،
۸. ویال‌ها با کف صاف،
۹. آب مقطر که ۲ یا ۳ بار تقطیر شده باشد،
۱۰. کاربر آموخته دیده.

### تناوب زمان کالیبراسیون پی‌پت‌ها (۳ بار در سال)

#### اساس کار

این مراحل براساس اندازه‌گیری وزن آب خالص توزیع شده به‌وسیله پی‌پت در یک ویال خالی و تقسیم آن بر چگالی آب انجام می‌پذیرد. در عمل، برای تهیه یک سری خوانده، وزن هر مکش (بعد از تصحیح با عوامل دما، فشار و تبخیر) دقیقاً ثبت می‌شود.

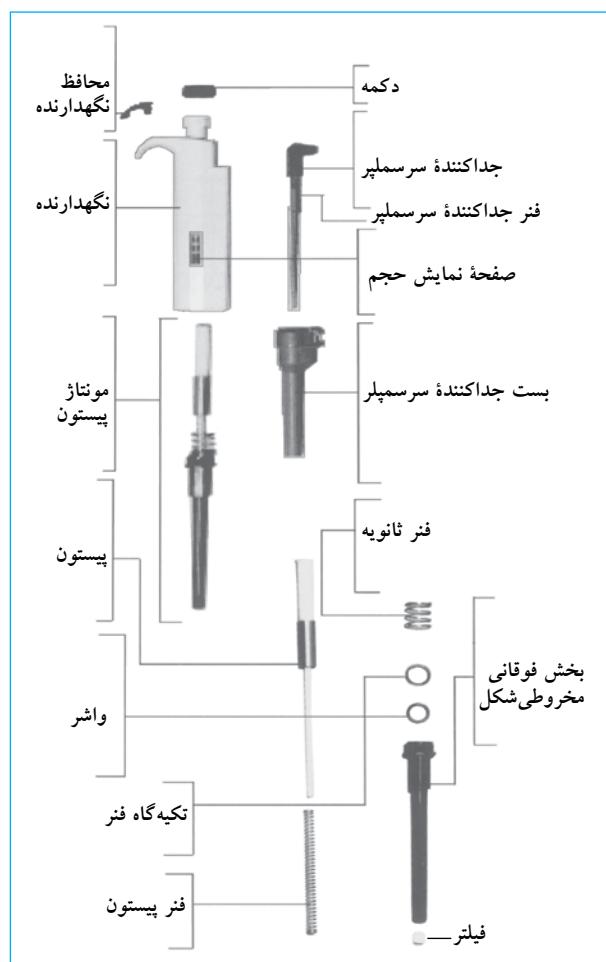
### نگهداری

#### توافر: دوبار در سال

عملکرد پی‌پت که روزانه مورد استفاده قرار می‌گیرد باید به شرح ذیل بررسی شود:

۱. اجزای پی‌پت را با توجه به توضیحات دفترچه راهنمای بازکنید. این مراحل با توجه به مدل و شرکت سازنده متفاوت است ولی عموماً بدنی اصلی پی‌پت به وسیله یک پیچ باز می‌شود.
۲. واشرها، پیستون و داخل سیلندر را قبل از روغن کاری تمیز کنید. اگر اجزای داخلی تصادفاً آلوده شوند، تمام سطوح با مایع شستشوی معمولی و آب مقطر باید تمیز شوند. اگر احتیاجی به تعویض واشرها است، آنها باید با واشر مشابه و دارای مشخصات یکسان با نوع اصلی جایگزین شوند. نوع واشرها بسته به پی‌پت و مدل فرق می‌کند.

شکل ۵۳. مراحل بازکردن اجزای یک پی‌پت



۱. مشخصات انواع روغن‌های سیلیکا متفاوت است، بنابراین از روغن‌هایی که توصیه سازنده است باید استفاده شود.  
۲. وسایلی که برای کالیبراسیون پی‌پت استفاده می‌شود باید دارای گواهی از یک آزمایشگاه معتبر باشند.

شده است را محاسبه کنید. برای این کار خوانده جدید را از خوانده ماقبل آخر (برای هر خوانده) کم بکنید. در صورت لزوم میانگین مقدار آب تبخیر شده را نیز به آن اضافه نمایید.

۲. مقدار عددی هر وزن را به یک حجم در  $20^{\circ}\text{C}$  تبدیل کنید، وزن تقسیم بر چگالی آب در دمای  $20^{\circ}\text{C}$ .

$$V_i = \frac{M_i}{D}$$

۳. میانگین حجم محاسبه شده در مرحله ۲ را محاسبه نمایید (مجموع حجم های قرائت شده تقسیم بر تعداد). تنظیمات مورد نظر مانند فشار هوا را به وزن (شناوری) اعمال نمایید. برای این کار، هر خوانده وزن را به ضریب فاکتور تصحیح کننده، ضرب نمایید ( $Z$ ).

$$X = \sum V_i / n \times Z$$

۴. انحراف معیار را محاسبه نمایید.<sup>۴</sup>

$$SD = \sqrt{\frac{1}{n-1} \times \sum_{i=1}^n (X_i - X_{AV})^2}$$

۵. درصد ضریب انحراف را محاسبه کنید.<sup>۵</sup>

$$[CV] CV(\%) = \frac{S}{X_{AV}} \times 100$$

جدول زیر نمایانگر خلاصه فرمول های ریاضی استفاده شده است.

#### جدول فرمول های ریاضی

$X = \sum V_i / n \times Z$	$[CV] CV(\%) = \frac{S}{X_{AV}} \times 100$
$SD = \sqrt{\frac{1}{n-1} \times \sum_{i=1}^n (X_i - X_{AV})^2}$	$D\% = \frac{X_{AV} - X_{Nom}}{X_{Nom}}$
$E_s = X - V_n$	$V_i = \frac{M_i}{D}$
تعریف قراردادی	تعریف قراردادی
میانگین حجم = $X_i$ انحراف معیار = $SD$ ضریب تصحیح = $(\mu\text{l}/\text{mg})^2$	ضریب انحراف (%) = $(\%) CV = (\%) D$

۱. این مراحل، مراحلی عمومی هستند، برای جزئیات از استاندارد ۸۶۵۵-۶:۲۰۰۲ BS ES ISO استفاده نمایید.

۲. Tab Button to Zero

۳. ضریب تصحیح  $Z$  به دما و فشار آب خالص بستگی دارد. به مقالات تخصصی نظری استاندارد ۸۶۵۵-۶:۲۰۰۲ BS ES ISO مراجعه نمایید.

۴. Standard Deviation

۵. Coefficient of Variation

با این کار می توان موارد زیر را انجام داد:

۱. مقایسه ا نوع مختلف پی پت ها جهت بررسی تفاوت های آنها نسبت به هم.
۲. کنترل دقت و صحبت یک پی پت.
۳. کنترل دقت و صحبت یک سری از پی پت ها.
۴. کنترل عوامل مؤثر در استفاده از یک پی پت توسط کاربران مختلف.

#### مراحل<sup>۱</sup>

مراحل زیر برای پی پت های مکانیکی کاربرد دارد.

۱. یک سرمهپلر نو را به سمپلر متصل کنید.

۲. آب مقطر را پی پت کنید و در طرف دیگر خالی کنید. این کار را حداقل ۵ بار تکرار کنید تا رطوبت هوا داخل پی پت ثابت شود.

۳. آب را داخل طرف توزین بریزید تا سطح آب حداقل به ۳ میلی متر برسد.

۴. دمای آب، فشار محیطی و رطوبت نسبی را ثبت کنید.

۵. در طرف توزین را در صورت امکان بینید و وزن کنید.

۶. وزنی را که نمایشگر روی ترازو نشان می دهد، ثبت کنید یا آن را صفر نمایید.<sup>۲</sup>

۷. آب داخل طرف ذخیره را پی پت کنید و داخل طرف توزین بریزید. این کار مانند استفاده روزانه از پی پت است (به مرحله ۷ روش صحیح استفاده از پی پت مراجعه نمایید).

۸. وزن جدید روی صفحه نمایشگر را ثبت نمایید.

۹. مرحله های ۷ و ۸ را ۹ بار دیگر تکرار کنید و وزن جدید را در پایان هر مرحله ثبت نمایید.

۱۰. دمای آب داخل طرف توزین را در آخر مرحله ۱۰ ثبت کنید و همچنین مدت زمان انجام این مراحل را ثبت نمایید.

۱۱. مقدار تبخیر آب را ارزیابی نمایید (این مرحله برای پی پت های حجم کم خیلی مهم است). اگر با این پی پت ها کار می شود یک زمان اضافه دیگر [Ta] با مدت زمان لازم برای انجام مراحل ۱-۱، باید سپری شود و در پایان، یک خوانده جدید ثبت شود.

۱۲. وزن آب تبخیر شده در زمان اضافه [Ta] به تعداد کل خوانده ها (خوانده) تقسیم می شود. عدد به دست آمده نمایانگر مقدار میانگین تبخیر آب در هر مرحله است. این عدد باید به هر کدام از وزن خوانده ها افزوده شود.

#### محاسبات

با استفاده از مراحل زیر اقدام نمایید:

۱. وزن آبی که هر دفعه به وسیله پی پت در طرف توزین ریخته

## جدول مشکل‌یابی

مشکل	علت متحمل	راه حل
پی‌پت چکه می‌کند.	اتصال سرسمپلر به پی‌پت خوب نیست.	سرسمپلر را با توجه به توصیه‌های سازنده متصل کنید.
ذرات ریز خارجی بین سمپلر و پیچ تنظیم وجوددارد.	اتصالات را تمیز نمایید. سرسمپلر را جداکرده و قسمت مخروطی ( محل اتصال سرسمپلر) را تمیز نمایید و از سرسمپلر نو استفاده کنید.	
ذرات ریز خارجی بین پیستون و واشر در سیلندر وجود دارد.	قسمت سیلندر پیستون را باز کرده تمیز و روغن کاری نمایید و دوباره به هم بیندید.	
واشر به اندازه کافی روغن کاری نشده است.	قطعات را باز کرده و روغن کاری نمایید.	
واشر صدمه دیده است.	قطعات را باز - تمیز و واشر را عوض نموده روغن کاری کنید و دوباره قطعات را بیندید.	
پیستون آلوهه است.	پیستون را تمیز کرده و به مقدار کم روغن کاری نمایید.	
در سرسمپلر قطره‌های آب قابل مشاهده وجوددارد.	اتصال سرسمپلر شل است.	محل اتصال سرسمپلر را تنظیم نمایید.
از پی‌پت به طور صحیح استفاده نمی‌شود.	دیواره داخلی سرسمپلر به صورت یکنواخت مرطوب نیست.	از یک سرسمپلر نو استفاده کنید.
از پی‌پت از صحت کافی برخوردار نیست.	ذرات خارجی در زیر دکمه فعال کننده پی‌پت وجوددارد.	روش پی‌پت کردن را کترول و خطاهای مشاهده شده را اصلاح نمایید.
اصالت سرسمپلر با محلول‌های مشخص (استاندارد) خوب نیست.	اتصال سرسمپلر به پی‌پت خوب نیست.	محل اتصال را تمیز کنید.
کالیبراسیون پی‌پت کامل نیست.	با استفاده از روش‌های استاندارد دوباره پی‌پت را کالیبر کنید.	اتصال سرسمپلر را کترول کنید. از یک سرسمپلر دیگر مناسب با مشخصات پی‌پت استفاده کنید.
کالیبراسیون پی‌پت را کالیبر کنید.	مراحل را کترول نمایید.	از سر سمپلر نو استفاده کنید.
دکمه کترول حرکت روان ندارد.	پیستون آلوهه است.	با استفاده از روش‌های غلیظ استفاده می‌شود، کالیبراسیون را تنظیم نمایید.
واشر آلوهه است.	پیستون صدمه دیده است.	پیستون را تمیز و به مقدار کم روغن کاری کنید.
ذرات محلول به داخل پی‌پت وارد شده است.	واشر پیستون را جایگزین نمایید. به مقدار کم روغن کاری کنید.	بی‌پت را باز و تمام واشرها را تمیز نمایید. در صورت لزوم جایگزین نمایید. به مقدار کم روغن کاری کنید.

## تعاریف پایه

در صد ضریب انحراف (CV%). پارامتر آماری که در یک پراکنده‌گی (جمعیت) نسبت انحراف معیار به میانگین<sup>۱</sup> را نشان می‌دهد. چگالی<sup>۲</sup>. رابطه بین وزن و حجم. چگالی میانگین یک جسم برابر با کل وزن آن جسم تقسیم بر کل حجم است. در سیستم بین‌الملل واحد، چگالی بر حسب کیلوگرم بر متر مکعب ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) بیان می‌شود و با حرف یونانی  $\rho$  [ρ] نشان داده می‌شود.

خطا در یک اندازه‌گیری. تفاوت بین عدد اندازه‌گیری شده و عدد واقعی را نشان می‌دهد.

صحت.<sup>۳</sup> مبحثی که خطای در اندازه‌گیری را نشان می‌دهد. دستگاهی کالیبر می‌باشد که اندازه‌گیری در یک گروه از خوانده‌ها به عدد واقعی نزدیک باشد.

جرم. یکی از خواص فیزیکی اجسام که به مقدار ماده موجود در آنها اطلاق می‌شود و بر حسب کیلوگرم (kg) بیان می‌شود. در فیزیک دو کمیت وجود دارد که «جرم» به آن اطلاق می‌شود.

1. جرم گرانشی یا ثقلی<sup>۴</sup>: به اثر متقابل یک جسم در میدان ثقلی اطلاق می‌شود. یعنی اگر جسم کوچک است نیروی متقابل ضعیفی از طرف زمین به آن اعمال می‌شود و بر عکس.
2. جرم ساکن<sup>۵</sup>: مقاومتی که یک جسم در برابر اندازه‌گیری شدن و حرکت نشان می‌دهد.

میکروگرم ( $\mu\text{g}$ ). واحد وزن برابر با  $1 \times 10^{-6}$  گرم.

میکرولیتر ( $\mu\text{l}$ ). واحد حجم برابر با  $1 \times 10^{-6}$  لیتر. یک میکرولیتر آب به طور دقیق یک میلی‌گرم وزن و یک میلی‌متر مکعب حجم دارد.

میلی‌گرم (mg). واحد وزن برابر با  $1 \times 10^{-3}$  گرم.

میلی‌لیتر (ml). واحد حجم برابر با  $1 \times 10^{-3}$  لیتر. یک میلی‌لیتر از آب به طور دقیق یک گرم وزن و یک سانتی‌متر مکعب حجم دارد.

دقت.<sup>۶</sup> مبحثی که خطای در اندازه‌گیری را نشان می‌دهد یک دستگاه و یا یک روش زمانی از دقت کافی برخوردار است که تکرار پذیر باشد. دامنه (محدوده).<sup>۷</sup> تفاوت بین کمترین و بیشترین عددی که یک دستگاه می‌تواند اندازه‌گیری کند.

انحراف معیار. عددی که انحراف یک سری خوانده از میانگین را نشان می‌دهد. هر چه اعداد قرائت شده متفاوت باشند انحراف معیار بیشتر خواهد بود. در محاسبات آماری برای تعیین خطای در یک سری خوانده استفاده می‌شود.

حجم. کمیت فیزیکی که یک جرم اشغال می‌کند و از تقسیم جرم بر میانگین چگالی حاصل می‌شود.

# فصل ۱۷

## صفحه همزن حرارتی<sup>۱</sup>

کد ۳۶۸۱۵	GMDN
کد ۱۶-۲۸۷	ECRI
صفحه همزن حرارتی	نام‌گذاری

### اصول عملکرد

به طور معمول صفحه همزن حرارتی، یک صفحه مسطح است که ظرف‌های آزمایشگاه محتوی محلول روی آن قرار می‌گیرند و محتویات گرم شده و یا ترکیب می‌شوند. جنس این صفحه از یک فلز رسانای خوب حرارتی مانند آلومینیوم و یا مواد سرامیک است. در بعضی از همزن‌ها از نور مادون قرمز برای گرم کردن استفاده می‌شود. این همزن‌ها دارای یک المتر گرمایی (یک مقاوم الکتریکی)، یک سیستم کنترل (روشن/خاموش)، یک کنترل دما، پیچ چرخش و موتور می‌باشند. نوع موتور استفاده شده در این دستگاه‌ها معمولاً از نوع القای تک فاز<sup>۲</sup> است. همچنین، گستره سرعت در این دستگاه‌ها به تعداد قطب‌ها و ولتاژ منبع تغذیه مورد استفاده بستگی دارد.

دما:

از دمای اتاق تا حدود ۵۰۰°C

سرعت چرخش:

از ۶۰ دور در دقیقه (RPM) تا حدود ۱۲۰۰ دور در دقیقه.

### پیچ‌های کنترل در صفحه همزن حرارتی

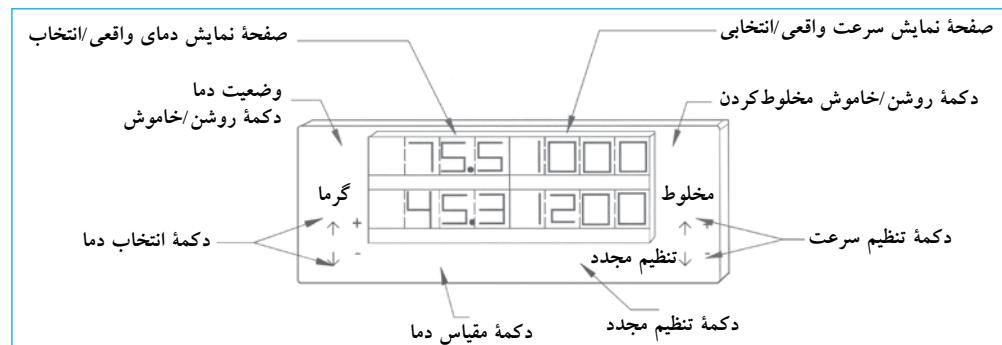
شکل ۵۴ پیچ‌های کنترل معمول روی بدنه این دستگاه را نشان می‌دهد. این شکل نمایانگر صفحه همزن حرارتی است که با میکروپروسسور کار می‌کند و در بیشتر دستگاه‌های مدرن وجود دارد.

صفحه همزن حرارتی برای گرم کردن و هم زدن محلول در ظرف‌های آزمایشگاهی مانند لوله آزمایش، بشر و ارلن‌ها استفاده می‌شود.

### تصویر یک صفحه همزن حرارتی



شکل ۵۴. کنترل‌های صفحه همزن حرارتی



1. Stirring Heating Plate

3. Rotation Per Minute

۲. توان این موتورها در حدود ۲۰/۱ اسب بخار است. این موتورها ارزان و دارای گشتاور کم هستند و موتورهای القایی قطب‌دار نیز نامیده می‌شوند.

## نگهداری معمول

صفحة همزن حرارتی برای کار در شرایط عادی طراحی شده و به کمترین اقدامات نگهداری نیاز دارد. اگر این وسیله خوب نصب و راهاندازی شده باشد، سال‌ها بدون مشکل کارمی‌کند. این فصل شرایط نگهداری معمول و نیز مراحل اختصاصی توسط سازنده را توضیح می‌دهد که باید با دقت اجراشوند.

## نظافت

### تواتر: ماهانه

۱. دستگاه را در حالت ایستاده تمیز کنید تا از نفوذ مواد تمیز کننده به قسمت‌های داخلی دستگاه جلوگیری شود.
۲. از محلول شوینده ملایم استفاده کنید. پارچه نرمی را به آن آغشته و سطوح خارجی را تمیز کنید.
۳. پیش از اتصال مجدد دستگاه به پریز، از خشکبودن کامل آن مطمئن شوید.

## تعویض صفحه سرامیکی

### تواتر: هر زمان که نیاز باشد

- توصیه‌های عمومی برای تعویض صفحه سرامیکی در ذیل توضیح داده شده است:
۱. از قطع بودن اتصال الکتریکی و سردبودن دستگاه مطمئن شوید. این کار از برق‌گرفتگی و سوختگی‌های ناشی از آن جلوگیری می‌کند.
  ۲. دستگاه را بسیار باحتیاط حمل و نگهدارید؛ زیرا صفحه سرامیکی شکسته، لبه‌های تیز و برنده دارد.
  ۳. دستگاه را برگردانید به طوری که صفحه سرامیکی رو به پایین قرار گیرد.
  ۴. پیچ‌های محافظ پایینی را باز کنید و محافظ را بردارید.
  ۵. کابل‌های سیم برق که مقاوم‌های الکتریکی (در مدل‌های المنت‌دار) را تغذیه می‌کنند، قطع کنید.
  ۶. سیم برق که کترل‌ها و مقاوم‌های دستگاه را مرتبط می‌سازد، جدا کنید.
  ۷. پیچ‌هایی که محافظ بالایی را به پایه متصل می‌کنند، باز کنید و اطمینان حاصل کنید که این پیچ‌ها ارتباط مقاوم‌های گرما را قطع نمی‌کنند.
  ۸. صفحه سرامیکی نو را در محل مناسب قرار دهید.
  ۹. به محل قطعات اینمی صفحه سرامیکی آسیب دیده توجه کنید. این قطعات را جداناً ماید و المنت‌های گرما و عایق را داخل صفحه نو با ترتیب و الگوی اولیه قرار دهید. قطعات اینمی نو را در پشت جاسازی نمایید.
  ۱۰. اجزای باز شده را به ترتیب معکوس با آنجه در بالا گفته شد، دوباره بیندید.

سیستم کترول دارای دکمه‌هایی برای انتخاب دما و سرعت چرخش است که ممکن است به صورت جداگانه و یا ترکیبی استفاده شوند. برای انتخاب پارامتر، فقط لازم است دکمه کترول همان پارامتر فعال شود. بعد دما و سرعت، هر کدام که مورد نظر است انتخاب و فعال شوند.

## الزامات نصب و راهاندازی

این دستگاه باید به یک پریز برق در شرایط مناسب و خوب با سیم زمین متصل شود که متناسب با دستگاه و مطابق با استاندارد ملی و بین‌المللی باشد. به طور معمول صفحه همزن‌های حرارتی با ولتاژ بین ۱۲۰V، ۶۰Hz و فرکانس ۵۰-۶۰Hz کارمی‌کنند.

برای کاربری صحیح، این دستگاه باید روی یک سطح تراز قرار گیرد که تحمل وزن دستگاه و ظرف‌های حاوی محلول را داشته باشد.

## کاربری صفحه همزن حرارتی

### موارد احتیاط

۱. همیشه صفحه همزن حرارتی را به پریز برق مناسب و دارای سیم زمین وصل کنید.
۲. قبل از انجام هر اقدام معمول جهت نگهداری، دو شاخه دستگاه را از پریز بکشید.
۳. از این وسیله در جایی که مواد آتش‌زا قابل احتراق وجود داردو همچنین، در محلی که گازهای سمی خورنده تولید می‌شود، استفاده نکنید.
۴. دقت کنید که مواد نقطه اشتعال<sup>۱</sup> پایین داشته باشند، زیرا حرارت و تماس بخارات تولید شده با سطح صفحه می‌تواند سبب آتش‌سوزی و انفجار شود.
۵. اگر با محلول‌های آتش‌زا کارمی کنید، از وسایل حفاظت اینمی فردی مانند دستکش و عینک آزمایشگاه استفاده کنید.
۶. همیشه در نظر داشته باشید که سطح صفحه تا زمان طولانی بعد از قطع برق گرم می‌ماند.
۷. از قراردادن مواد زیر روی صفحه خودداری نمایید:
  - (الف) ورقه‌های فلزی
  - (ب) مواد با مشخصات جسم عایق
  - (ج) ظروف شیشه‌ای با نقطه ذوب پایین
۸. یک فضای خالی در اطراف دستگاه در نظر بگیرید تا اتصالات دستگاه به راحتی صورت پذیرد و فضایی برای قراردادن مواد مورد نیاز در اطراف دستگاه وجود داشته باشد. بعضی از سازندگان یک فضای خالی حدود ۱۵ سانتی‌متر را در اطراف دستگاه توصیه می‌کنند.
۹. از گذاشتن مواد قابل اشتعال در اطراف دستگاه خودداری کنید.
۱۰. از قراردادن ظروفی که وزن آنها از مقدار ادعاشده توسط سازنده بیشتر است، روی صفحه همزن حرارتی خودداری کنید.

1. Flash Point

## فصل ۱۷ صفحه همزن حرارتی

### عرض کردن فیوز

#### توان: هر زمان که نیاز باشد

۱. سوئیچ اصلی را در وضعیت خاموش قراردهید و سیم برق را جداکنید.

۲. قسمت فوقانی محفظه فیوز را با پیچ گوشتی بازکنید.

۳. فیوز نو را با مشخصات یکسان با فیوز اولیه جایگزین نمایید.

۴. در محفظه فیوز را جایگزین کنید.

اگر دستگاه به جریان برق وصل و سوئیچ اصلی صفحه همزن حرارتی در وضعیت روشن است، ولی گرم نمی شود؛ ممکن است فیوز سوخته و نیاز به تعویض داشته باشد. در ذیل مراحل تعویض فیوز شرح داده شده است:

### جدول مشکل‌یابی

راه حل	علت محتمل	مشکل
فیوز حفاظتی را جایگزین سازید.	مشکلی در فیوز حفاظتی وجوددارد.	جریان الکتریکی وجودندارد.
اتصالات الکتریکی را بررسی نمایید.	مشکلی در اتصالات الکتریکی دستگاه وجوددارد.	
سیم اتصال دستگاه را به جریان برق وصل کنید.	سیم اتصال دستگاه از پریز قطع است.	
سیم اتصال را جایگزین سازید.	سیم منع تغذیه الکتریکی معیوب است.	
دکمه «گرم شدن» را روی صفحه کنترل فعال کنید.	گرینه «گرم شدن» انتخاب نشده است.	نشانی از گرم شدن صفحه نیست.
مقاوم حرارتی را با مشخصات مشابه مقاوم اولیه جایگزین کنید.	مقاوم حرارتی به سرویس احتیاج دارد.	
دکمه چرخش را روی صفحه کنترل فعال کنید.	گرینه «چرخش» انتخاب نشده است.	چرخشی وجودندارد.

### تعاریف پایه

ارلن مایر.<sup>۱</sup> یکی از انواع ظرف‌های شیشه‌ای آزمایشگاه است که برای اندازه‌گیری و نگهداری مواد کاربرد دارد. موتور القاء.<sup>۲</sup> موتور القا در ماشین‌های کوچک کاربرد دارد. از مشخصات این موتور این است که یک سیم پیچ داشته و برای شروع چرخش نیاز به یک میدان مغناطیسی دارد. در هر قطب میدان مغناطیسی، حلقه‌های مسی وجوددارد که عدم توازن در جریان مغناطیسی با انتهای دیگر را سبب می‌شود که درنهایت گشتاور چرخشی را تولیدمی‌کند. این موتورها کم‌هزینه هستند و بازده کمی دارند.

سرعت در این موتورها از معادله زیر محاسبه می‌شود:  $n(\text{rpm}) = \frac{120f}{p}$

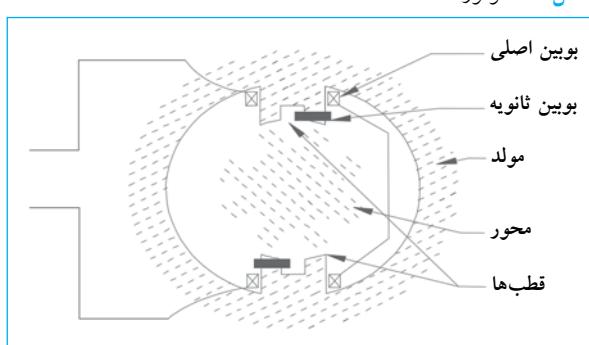
به طوری که:

[n] = سرعت همزمان دور در دقیقه

[f] = فرکانس ولتاژ اعمال شده

[p] = تعداد قطب‌ها در مولد

شکل ۵۵. موتور القا



یک نما که قسمت‌های داخلی مدار الکتریکی را نشان می‌دهد.

نقشه اشتعال.<sup>۳</sup> دمایی که مولکول‌های یک ماده با اکسیژن هوا ترکیب شده و سبب احتراق می‌شود. این دما، «نقشه فلش»<sup>۴</sup> نامیده می‌شود.

1. Erlenmeyer  
2. Shaded Pole Motor

3. Ignition Point  
4. Flash Point



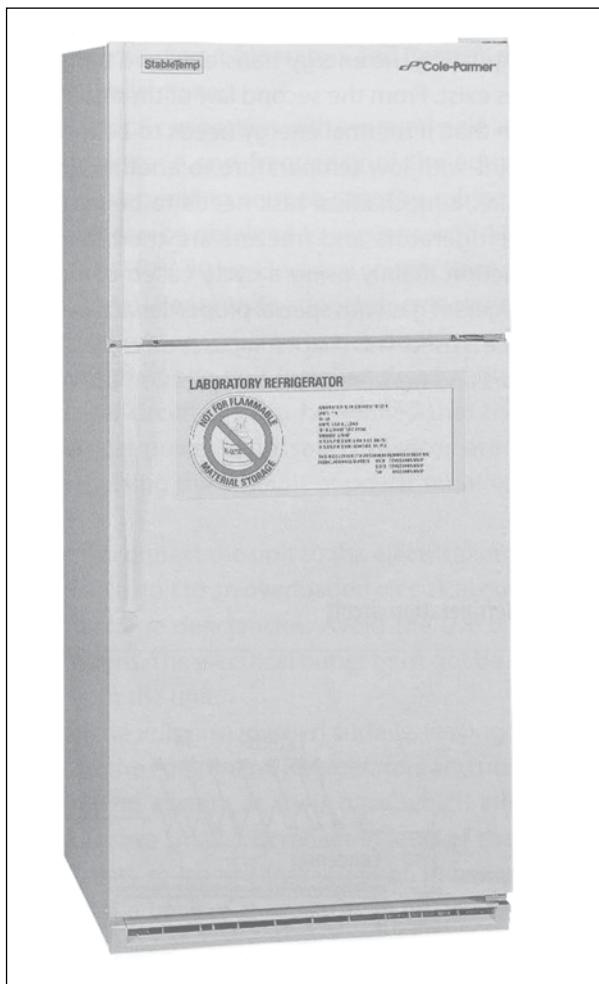
# فصل ۱۸



## یخچال‌ها و فریزرها

۱۵۱۴۵	۴۰۵۱۳	۳۵۴۸۶	۱۷۱۵۷	۱۳۳۱۵	۱۳۳۱۵	کد GMDN
۱۵-۱۴۵	۲۲۰۶۵	۱۵-۱۷۱	۱۷-۱۵۷	۱۵-۱۷۰	۱۳-۳۱۵	کد ECRI
فریزر آزمایشگاهی آزمایشگاهی	فریزر آزمایشگاه، دمای فوق پایین	یخچال‌های بانک خون	یخچال‌های آزمایشگاهی	یخچال‌های بیولوژی	یخچال‌ها	نام‌گذاری

### تصویر یک واحد یخچال



### یخچال‌ها و فریزرها

یخچال و فریزر در حال حاضر از مهم‌ترین تجهیزات در آزمایشگاه محسوب می‌شوند. آنها یک محیط و دمای کنترل شده (سرد) برای مایعات و مواد گوناگون فراهم می‌کنند. چون در دماهای پایین‌تر، فعالیت شیمیایی و بیولوژی کمتری وجود دارد، مایعات و مواد بهتر نگهداری می‌شوند. برای دستیابی به این منظور، دمای یخچال باید کمتر از دمای محیط باشد. در آزمایشگاه، انواع گوناگون یخچال و فریزر کاربرد دارد که براساس محدوده دمایی گروه‌بندی شده‌اند:

- یخچال‌های ذخیره‌کننده در محدوده ۸°C تا ۲۰°C

- فریزرهای با دمای پایین در محدوده -۳۵°C تا -۱۵°C

- فریزرهای با دمای فوق پایین در محدوده -۸۵°C تا -۶۰°C

دستگاهی با عملکرد مناسب باید مطابق با فعالیت‌های انجام شده در آزمایشگاه انتخاب شود. برای مثال: اگر لازم است داخل یخچال خون نگهداری شود یخچال بانک خون با محدوده بین ۲°C و ۸°C مناسب است. یا اگر لازم است یک ذخیره ویروسی یا میکروبی خاص نگهداری شود، فریزری با دمای فوق پایین، مورد نیاز است. یخچال‌ها و فریزرها برای نگهداری مواد بیولوژی و معروف‌ها، لازم هستند. این فصل به جنبه‌های کاربری و نگهداری یخچال‌های ذخیره‌کننده و فریزرهای<sup>۱</sup> با دمای فوق پایین می‌پردازد.

1. Ultra Low Temperature Freezer



### مدار سردسازی

مدار ساده نشان داده شده در شکل ۵۶ بیانگر عملکرد یک یخچال است. در سمت چپ می‌توان اجزای زیر را تشخیص داد: تبخیر کننده<sup>۳</sup>، کندانسور، کمپرسور، دریچه انبساط، فیلتر و لوله های رابط. در میان هر یک از اجزا گاز سرد کننده به گردش در می‌آید.

در سمت راست شکل، نمودار دما [T] در مقایسه با انرژی [S]، که بیانگر عملکرد یک چرخه سردسازی ایده‌آل<sup>۴</sup> است، نشان داده شده است. اعداد روی شکل سمت چپ، مراحل (تراکم [۱-۲-۳-۴])، انسداد [۳-۴-۵] و مراحل انتقال گرمای (در محیط تبخیر کننده - سرد کننده [۱-۴-۲-۳]) را نشان می‌دهد. چرخه کامل به عنوان توالی فرآیندها [۱-۲-۳-۴-۱] تعریف می‌شود.

**تبخیر کننده:** شامل شبکه‌ای از کانال‌ها است که از میان آنها گاز سرد کننده جابه‌جا می‌شود. فرآیند انتقال گرمای [QI] در فشار ثابت انجام می‌شود. برای سرد نمودن محیط باید آن را در برابر گرمای عایق‌بندی نمود. این کار برای جلوگیری از ورود انرژی گرمایی به منطقه تبخیر کننده با همان سرعتی که گاز سرد کننده آن را جذب می‌کند، است. گاز سرد کننده وارد فاز مایع در تبخیر کننده در نقطه [۴] ایده‌آل یا [۴'] (واقعی) می‌شود و زمانی که از میان شبکه کانال‌های تبخیر کننده عبور می‌کند، گرمای را جذب می‌کند [QI] و به طور تدریجی، آن را به بخار تبدیل می‌کند وقتی گاز سرد کننده به نقطه [۱] می‌رسد، در فاز بخار است. سپس بخار توسط کمپرسور از میان لوله یا مجرأ مکیده می‌شود.

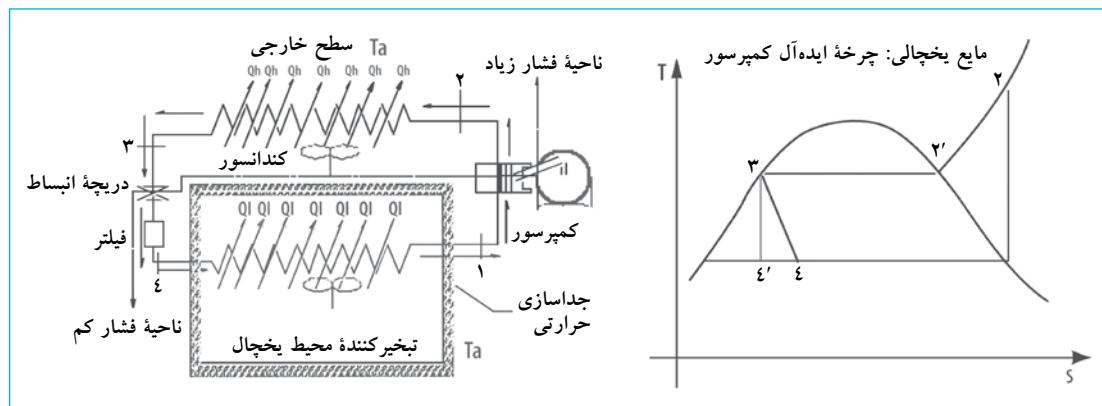
### موارد استفاده از واحد یخچال

یخچال و فریزر برای نگهداری خون و مشتقات آن، مایعات و بافت‌های بیولوژی، مواد شیمیایی، معرفه‌ها و مواد ذخیره<sup>۱</sup> به کار می‌رود. معمولاً، هرچه دما بیشتر باشد، فعالیت مواد شیمیایی و بیولوژی زیاد می‌شود. با کاهش دما، می‌توان میزان تاثیر روی ترکیب و ساختار مواد ذخیره شده را کنترل کرد. در آزمایشگاه، یخچال‌ها برای نگهداری موادی نظیر معرفه‌ها و مواد بیولوژیکی که در دمای معمول تجزیه شده یا خواص خود را ازدست می‌دهند به کار می‌رود. با استفاده از روش خنک‌سازی، شرایطی که برای نگهداری موادی مانند خون و مشتقات آن، تشخیص، بررسی و نهایتاً ارائه خدمات بهداشتی لازم هستند، فراهم می‌گردد. با این روش محدوده دمایی فوق پایین نظیر آنچه که برای حفظ و نگهداری ذخیره‌های اصلی به کار می‌روند (-۸۶°C) یا دمایی در محدوده ۰°C و ۸°C که برای حفظ معرفه‌ها و مواد مختلف بیولوژی مناسب هستند، ایجاد می‌گردد.

### اصول عملکرد

اساس کار یخچال‌ها و فریزرهای با توجه به قوانین فیزیکی در تنظیم انتقال انرژی در نقاطهای که اختلاف دما وجود دارد، است. با توجه به قانون دوم ترمودینامیک، اگر انرژی گرمایی از نقاطهای با دمای کم به نقاطهای با دمای زیاد انتقال یابد، باید یک کار مکانیکی انجام پذیرد. این عمل در یخچال‌های مدرن و فریزرهای با استفاده از سیستم‌های حرارتی که معمولاً از یک چرخه تراکم، جایی که گاز سرد کننده یخچالی با ویژگی‌های انتقال گرمای اعمال می‌کنند، انجام می‌شود. این فصل نحوه عملکرد یخچال‌ها و فریزرهای با استفاده از چرخه تراکم را توضیح می‌دهد.

شکل ۵۶. مدار سردسازی



#### 2. Evaporator

<sup>۳</sup>. در بعضی فرآیندهای برگشت‌نایذیر چرخه واقعی از چرخه ایده‌آل متفاوت است که در نمودار برای سادگی و وضوح نشان داده نشده است.

#### 1. Stocks

سردسازی، سیستم جداسازی گرمایی مناسب و کافی دارند. در میان رایج‌ترین مواد عایق مورد استفاده، اسفنج<sup>۷</sup> و پشم شیشه<sup>۸</sup> قراردارند. همچنین مرسوم است که سطوح داخلی را از موادی مانند پلاستیک<sup>۹</sup> بسازند.

**دریچه‌های سرویس**<sup>۱۰</sup>. این دریچه‌های برای بارگذاری جریان سردسازی با گاز سردکننده به کار می‌روند. سیستم‌های تخلیه و پرکردن آب بهوسیله این دریچه‌ها اتصال می‌یابند. بنابراین قسمت‌های ذخیره‌سازی سرما، مطابق با توصیه‌های سازنده عمل می‌کند. فقط سازنده و پرسنل فنی به این دریچه‌ها دسترسی دارند (در نمای سردسازی، نشان‌داده نشده است).

**محافظه حرارتی**<sup>۱۱</sup>. وسیله محافظت است که اتصال کمپرسور را در زمان استفاده بیش از حد ظرفیت مؤثر روی بویین‌ها در کمپرسور قطع و وصل می‌کند (این وسیله وابسته به سیستم الکتریکی است و در نمای سیستم سردسازی نشان‌داده نشده است).

**نکته:** تبخیرکننده، مانند کندانسور از موادی با هدایت گرمایی خوب نظیر آلومینیم (AL)<sup>۱۲</sup> و مس (CU)<sup>۱۳</sup> ساخته می‌شود. برای بهبود انتقال گرما، سیستم‌های تهویه که فرآیندهای همرفت اجباری را موجب می‌شوند، به آنها الحاق شده‌اند. برای رسیدن به دمای مخالف (سردسازی) مورد نیاز در آزمایشگاه‌ها یا صنعت، سازنده‌گان طرح‌های سردکننده‌های متنوعی را برای نتایج هدف‌دار توسعه داده‌اند.

## الزامات نصب و راهاندازی

یخچال و فریزرهای برای عملکرد خود نیاز به اقدامات ازپیش انجام‌شده ذیل دارند:

۱. یک منبع تغذیه الکتریکی با سیم زمین، مناسب با ولتاژ و فرکانس دستگاه، به‌طور معمول و با توجه به ظرفیت آنها می‌توان یخچال‌ها و فریزرهای را به انواع مختلف منبع الکتریکی با ولتاژ ۱۱۵V، فرکانس ۶۰Hz و ۲۲۰-۲۴۰V، فرکانس ۵۰Hz اتصال داد.

۲. اگر پیش از یک دستگاه روی مدار الکتریکی یکسان نصب می‌شود، باید اطمینان حاصل شود که توان الکتریکی و ایمنی مدار الکتریکی برای فراهم کردن میزان برق مورد نیاز این دستگاه‌ها کافی است.

کمپرسور<sup>۱</sup> معمولاً بهوسیله یک موتور الکتریکی به حرکت درمی‌آید، کمپرسور ماده سردساز بخارشده را از تبخیرکننده (اشباع‌شده) در فشار پایین مکش می‌کند و بهوسیله یک یا یک سری پیستون مراحل تراکم عایق‌سازی قابل برگشت را روی آن (بدون انتقال گرما) بین نقاط [۱-۲] اعمال می‌کند. پس از تخلیه از کمپرسور، بخار درنتیجه فرآیند تراکم، داغ است و به کندانسور در نقطه [۲] انتقال داده می‌شود.

کندانسور<sup>۲</sup>. دستگاهی شبیه به تبخیرکننده است و از شبکه‌ای از کانال‌ها که گاز سردکننده درون آنها گردش می‌کند، تشکیل شده است. چون دمای سردکننده بالاتر از دمای محیط پیرامون است [Ta]، گرما [Qh] از سردکننده به محیط با فشار ثابت انتقال می‌یابد. برای تسهیل انتقال گرما، لوله‌های کندانسور تیغه‌های نازکی دارند که سطح انتقال را افزایش می‌دهد. همچنان که درنتیجه فرآیند انتقال، گرما ازدست داده می‌شود [Qh]، گاز سردکننده به فاز مایع بازمی‌گردد تا به نقطه [۳] برسد و مایع اشباع شده وارد دریچه انبساط می‌شود.

**درویچه انبساط**<sup>۳</sup>. با جریان یافتن سردکننده به روش کترل شده، برای اجتناب از انتقال گرما بهوسیله مراحل عایق‌سازی دریچه بر جریان سردکننده، مقاومتی اعمال می‌کند. درنتیجه، فشار در دریچه به‌طور شدید در نقطه [۴] کاهش می‌یابد. به‌طور معمول یک فیلتر در خروجی دریچه انبساط نصب می‌شود. بعضی سازنده‌گان، دریچه انبساط را با یک لوله مویین جایگزین می‌کنند که روی عبور مایع سردکننده اثر محدود کننده برابر دارد.

**فیلتر**<sup>۴</sup>: رطوبت و ناخالصی‌هایی را که ممکن است در سردکننده باشد، نگه می‌دارد. در پشت فیلتر، سیستم دوباره در نقطه [۴] به تبخیرکننده متصل می‌شود و چرخه شرح داده شده، تکرار می‌شود.

**جمع کننده مایع**<sup>۵</sup>: گاهی اوقات توسط سازنده‌گان قبل از ورود سردکننده به کمپرسور قرار می‌گیرد. این قسمت برای نگهداری هر قسمت سیال، در فاز مایع است تا فقط گاز سردکننده بخارشده وارد کمپرسور شود (در نمای سردسازی نشان‌داده نشده است).

**عایق‌بندی گرمایی**<sup>۶</sup>. یک سری از مواد با خاصیت کندکردن انتقال گرما است که عملکرد آن مشتمل بر جلوگیری از رسیدن انرژی گرمایی از محیط به منطقه سردسازی با سرعتی برابر با خروج انرژی گرمایی داخلی می‌باشد. برای این منظور تمام تجهیزات

- 1. Compressor
- 2. Condenser
- 3. Expansion Valve
- 4. Filter

- 5. Liquid Collector
- 6. Thermal Insulation
- 7. Polyurethane Foam
- 8. Glass Wool

- 9. ABS Plastic
- 10. Service Valves
- 11. Thermal Protector
- 12. Aluminium

- 13. Copper

۳. کمپرسور.
۴. تهویه های تبخیر کننده.
۵. سیستم های فرعی یخ زدایی، سوئیچ، مقاوم ها، و تمپورایز (تأخیر انداز) <sup>۱</sup>.
۶. سیستم فرعی مقاوم برای یخ زدایی یا بدون بر فک اجزای دستگاه.
۷. ترمومتر.

### عملکرد یخچال

#### یخچال های ذخیره کننده

کاربری یخچال ها معمولاً خیلی ساده است و هر سازنده ای توصیه های اصولی و اساسی را می دهد. به بعضی از آنها در ذیل اشاره می شود:

۱. کابل برق یخچال را به یک پریز برق دارای سیم زمین و دارای توانایی لازم برای تأمین ولتاژ برق مورد نیاز وصل کنید.
۲. کلید روشن را فعال کنید. بعضی از سازندگان کلیدها را روی یخچال قرار می دهند. قبل از ذخیره هر نوع ماده ای، متوجه بمانید تا یخچال به دمای کاربری برسد. سازندگان، دمای یخچال ها را تقریباً در  $4^{\circ}\text{C}$  تنظیم می کنند.
۳. دمایی که آلام باید در آن فعال شود، انتخاب کنید. از دستور العمل های سازنده پیروی نمایید.
۴. یخچال را متناسب با ظرفیت تعیین شده توسط سازنده، بارگذاری کنید.

۳. دستگاه را مستقیماً به پریز برق وصل کنید. هرگز دستگاه را به پریزی که بیش از حد ظرفیت، بارگذاری شده یا پریزی با نقص ولتاژ وصل نکنید. از سیم های رابط فرعی برق عایق بودن استفاده نکنید.

۴. دستگاه را روی سطح تراز قرار دهید و فضای آزاد در اطراف دستگاه در نظر بگیرید. در پایه های یخچال ها و فریزرها پیچ های تراز کننده وجود دارد که اختلاف سطح های کم در تراز بودن کف را تنظیم می کنند. برای تهویه مناسب کندانسور، فضای ۱۵ سانتی متری در اطراف و پشت دستگاه مناسب است.

۵. از نصب دستگاه زیر نور مستقیم خورشید یا نزدیک به منبع گرمایی نظیر رادیاتور یا بخاری خودداری کنید. به خاطر داشته باشید هرچه تفاوت دما بین محیط و کندانسور بیشتر باشد، انتقال گرمای موثر تر خواهد بود.

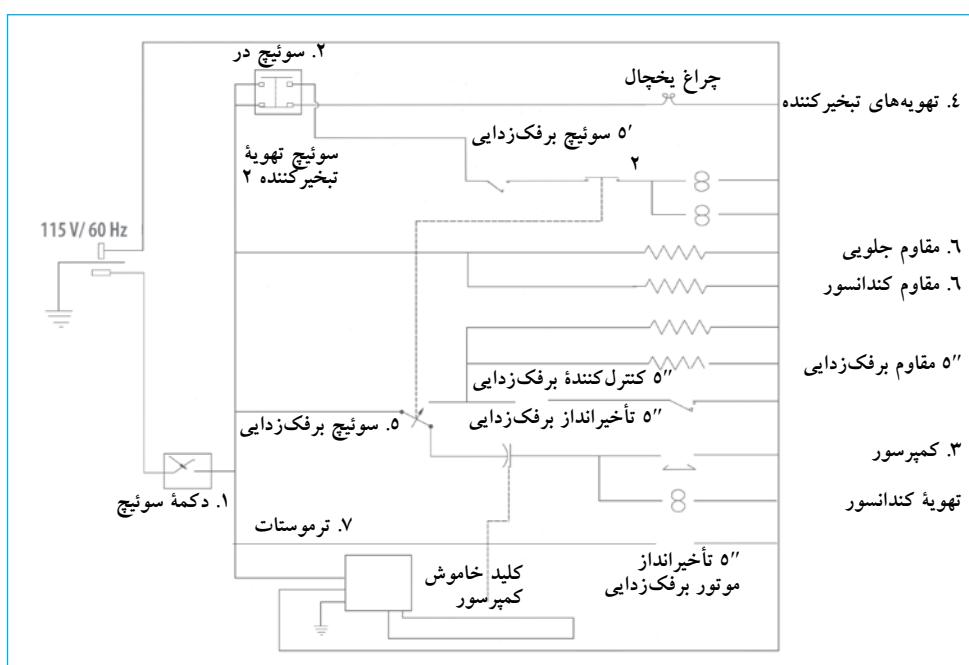
### مدار کنترل یخچال

نمای شکل ۵۷ یک مدار کنترل شاخص نصب شده در یخچال و فریزر است که نشان دهنده ارتباط سیستم های فرعی گوناگون به هم می باشد. این مدار کنترل مطابق با مشخصات الحاق شده توسط سازنده تغییر می کند.

موارد ذیل به عنوان اجزای اصلی مشخص می شود:

۱. سوئیچ اصلی، جریان الکتریکی را به یخچال وارد می کند.
۲. سوئیچ در، وقتی در باز می شود، لامپ را روشن می کند.

شکل ۵۷. مدار کنترل یخچال



1. Temporizer (5,5',5'',5''')

## فصل ۱۸ یخچال و فریزر

به کتاب راهنمای سازمان جهانی بهداشت «مدیریت نگهداری و استفاده از زنجیره سرد دستگاهها (۲۰۰۵)»، که خاص مراقب و نگهداری پیشگیرانه برای فریزر، یخچال‌های بانک خون، فریزرهای پلاسما، سردخانه‌ها و فریزرهای مورداستفاده در زنجیره سرد خون است، مراجعه نمایید.

### تمیزکردن داخل

#### تواتر: هر سه ماه

۱. از تمیز بودن قفسه‌های داخل یخچال اطمینان حاصل نمایید. این قفسه‌ها عموماً از فلز ضدزنگ ساخته‌می‌شوند. قبل از تمیزکردن، هر شیئی که می‌تواند در مراحل تمیزکردن اختلال ایجاد کند باید از یخچال خارج شود. قفسه‌های خالی را به سمت جلو بکشید و یک تکه پارچه را به محلول پاک‌کننده ملایم نمدار کنید و به آرامی روی سطوح بمالید. قفسه‌ها را خشک کنید و در جای اولیه قرار دهید.

۲. اگر یخچال دارای کشو است، تمیزکردن آن با روش مشابه انجام می‌شود. کشوها را خالی و از یخچال خارج نمایید.

۳. هر گاه قفسه‌ها و کشوها را جدا می‌کنید، دیواره‌های داخلی یخچال را با استفاده از محلول پاک‌کننده ملایم تمیز کنید. قبل از سوارکردن ضمائم داخلی آنها را خشک نمایید.

۴. برای تمیز کردن کشوها از پاک‌کننده با یک تکه پارچه نمدار استفاده کنید. کشوها را خشک و آنها را به جای خود در یخچال برگردانید.

**مشdar:** از سیم ظرفشویی یا دیگر مواد ساینده برای تمیز کردن قفسه‌ها و کشوها استفاده نکنید. از بتزین، نفت و تیز نیز خودداری نمایید، چون این مواد به پلاستیک، و رنگ روی سطوح آسیب می‌رسانند.

۵. مواد را به طور یکنواخت در داخل یخچال توزیع کنید. یکنواختی دما به گردش آزاد هوا در داخل یخچال بستگی دارد.

۶. به منظور جلوگیری از ورود انرژی گرمایی و رطوبت (از هوا) داخل یخچال، از بازکردن در یخچال برای مدت طولانی خودداری کنید. در یخچال را فقط برای گذاشتن و برداشتن مواد ذخیره شده، باز کنید.

### کنترل‌کننده‌های یخچال ذخیره‌کننده

نمای کنترل‌های یخچال‌های ذخیره‌کننده اخیر (مانند یخچال بانک خون) در شکل ۵۸ نشان داده شده است.

کنترل‌های زیر را می‌توان در این نما مشاهده کرد:

۱. سوئیچ اصلی، فعال شده با یک کلید.

۲. نشانگرهای بازبودن در، ضعیف‌بودن باتری و شرایط فنی غیرمعمول.

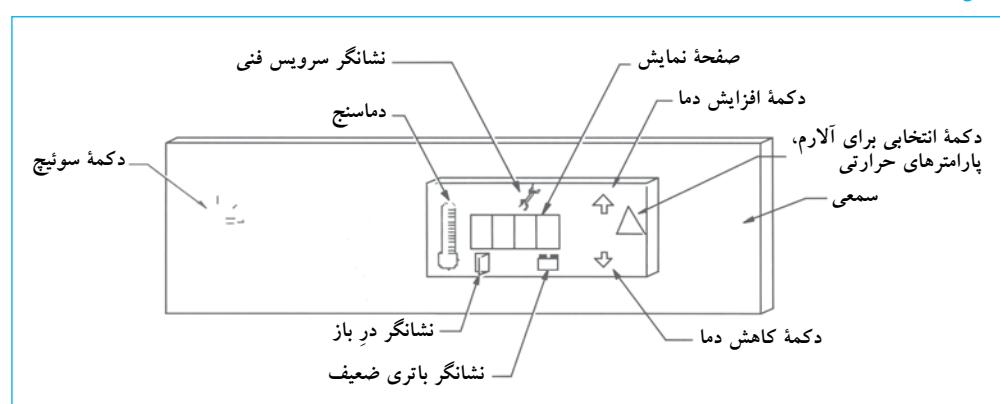
۳. دکمه‌های تنظیم پارامترها.

۴. صفحه نمایش.

### نگهداری معمول یخچال

علی‌رغم کیفیت سیستم‌های تأمین برق، نگهداری یخچال‌ها معمولاً خیلی پرهزینه نمی‌باشد. یخچال‌ها اگر به مدارهای الکتریکی با کیفیت خوب متصل باشند و تهویه خوبی در اطراف دستگاه جریان داشته باشند، می‌توانند بدون خدمات رسانی فنی خاص سال‌ها کارکنند. مدار سردازی در طی ساخت، درزگیری می‌شود و شامل اجزایی که نیازمند نگهداری روزانه است، نیست. معمول‌ترین روش نگهداری روزانه در زیر شرح داده شده است.

شکل ۵۸. کنترل‌های یخچال بانک خون



- هشدار:** لاستیک در با کیفیت نامناسب مشکلات متفاوتی را در عملکرد دستگاه‌های خنک‌کننده ایجاد می‌کند:
۱. رطوبت وارد دستگاه می‌شود و سبب ایجاد برفک درون بخش‌های مختلف فضای داخلی یخچال می‌شود.
  ۲. زمان مورد نیاز کمپرسور برای حفظ دمای انتخابی را افزایش می‌دهد.
  ۳. دمای فضای داخل یخچال را تحت تأثیر قرار می‌دهد.
  ۴. هزینه‌های کاربری را افزایش می‌دهد.

### برفک‌زدایی

#### تواتر: هر ۶ ماه

- بسیاری از فریزرها مدرن، به منظور جلوگیری از انباشته شدن برفک، چرخه‌های خودکار برفک‌زدایی تبخیر کننده را دارند. این چرخه‌ها توسط یک سری مقاومات الکتریکی به سرعت برفک موجود را ازین می‌برند. بعضی از مدل‌ها، چرخه‌های برفک‌زدایی ندارند و فرآیند براساس برنامه زمان‌بندی شده دستی انجام می‌شود.
۱. روش‌های توصیه شده برای برفک‌زدایی در ذیل آمده است:
    ۱. از ضخامت برفک بیش از ۸ میلی‌متر اطمینان حاصل نمایید.
    ۲. محتویات داخلی محفظه‌ها را خالی نمایید.
  ۳. کابل دوشاخه فریزر را از منع تغذیه الکتریکی جدا نمایید.
  ۴. در را باز بگذارید.

۵. آبی را که در محفظه انباشته می‌شود، تخلیه نمایید برای این منظور از اسفنج یا یک تکه پارچه جاذب استفاده کنید.
۶. برای جلوگیری از خیس شدن قسمت جلویی و داخل یخچال از یک حوله برای جمع کردن آب استفاده نمایید.

- هشدار:** هرگز برای زدودن یخ یا برفک از وسایل تیز و برنده استفاده نکنید. این کار می‌تواند دیواره را سوراخ و سبب آزادسازی گاز سرد کننده شود و سبب نقص جدی گردد که فقط به وسیله یک تکنسین فنی می‌تواند تعمیر شود.

### تمیز کردن کندانسور

#### تواتر: هر ۶ ماه

۱. کابل دوشاخه یخچال را از منع تغذیه الکتریکی جدا نمایید.
۲. از موقعیت کندانسور اطمینان حاصل نمایید. سازندگان معمولاً آن را در قسمت پایین قرار می‌دهند. در بعضی یخچال‌ها کندانسور در قسمت بالا نصب می‌شود.
۳. شبکه‌های محافظ کندانسور و فیلتر محافظ (تمام سازندگان از فیلتر استفاده نمی‌کنند) را بیرون بیاورید.
۴. گرد و غبار روی سطح کندانسور را تمیز کنید. از یک برس مکنده استفاده کنید و در روی تمام سطح کندانسور حرکت دهید تا حرم یا غبار انباشته را بزداید. از تمیز بودن سطوح لوله‌ها و نیز بخش‌های هدایت گرمایی اطمینان حاصل نمایید و فیلتر را نیز تمیز کنید (اگر موجود است).
۵. محافظ را در جای خود قرار دهید.
۶. یخچال را به منع تغذیه الکتریکی متصل نمایید.

- هشدار:** اگر کندانسور تمیز نیست، با فرآیند انتقال گرما تداخل ایجاد می‌کند و یخچال می‌تواند «گرم» شود یا در دماهایی متفاوت از دمای انتخاب شده کار کند.

### ارزیابی لاستیک دور در یخچال

#### تواتر: هر ۳ ماه

- لاستیک دور در، باید در شرایط خوب باشد تا دستگاه عملکرد صحیح داشته باشد. برای اطمینان از شرایط آن، باید مطابق با مرحله ذیل اقدام نمود:
۱. در را باز کنید.
  ۲. نوار کاغذی با عرض حدود ۵ سانتی‌متر بین لاستیک دور در و لبه بدنه یخچال که لاستیک جا داده شده است، قرار دهید.
  ۳. در را بیندید.
  ۴. کاغذ را به آرامی بیرون بکشید. وقتی که کاغذ به سمت بیرون کشیده می‌شود باید مقاومت نشان دهد. اگر کاغذ بدون مقاومت حرکت کند، لاستیک در باید تعویض شود. هر بار که لاستیک به طور کامل جا داده می‌شود، این روش را روی هر ۱۰ سانتی‌متر از لاستیک انجام دهید.

**فصل ۱۸** یخچال و فریزر

**جدول مشکل‌یابی**

مشکل	علت محتمل	راه حل
دستگاه کار نمی‌کند.	فیوز سوخته است.	فیوز را کنترل کنید.
دستگاه به منع تغذیه الکتریکی وصل نیست.	از اتصال الکتریکی دستگاه اطمینان حاصل نمایید.	در مدارهای بخش ورودی دستگاه جریان الکتریکی کم است یا وجود ندارد.
فریزر به طور مداوم کار می‌کند اما خنک نیست.	ترموستات روی دمای خیلی بالا تنظیم شده است.	از تنظیم ترموستات اطمینان حاصل نمایید. ترموستات را روی دمای پایین تنظیم کنید.
دماهی دستگاه نوسان دارد.	کنترل دما کالیبر نیست.	دستگاه بیش از اندازه برفک دارد.
دستگاه دمای بالایی را نشان می‌دهد.	کندانسور کثیف است.	دماهی کاربردی را مطابق با روش تعیین شده سازنده کالیبر کنید. کندانسور را مطابق با روش ذکر شده در روش نگهداری معمول تمیز کنید.
از لاستیک در و درزگیری اطمینان حاصل نمایید.	در باز است.	اطمینان حاصل نمایید که در به خوبی تنظیم و بسته است.
نقصی در تأمین برق وجود دارد.	مواد گرم (مایعات یا جامدات) داخل دستگاه گذاشته شده است.	یخچال را تراز و درزگیری در را تنظیم یا لاستیک آن را تعویض کنید.
کمپرسور کار نمی‌کند.	متظر بمانید تا دستگاه مواد را خنک کند.	از عملکرد کمپرسور اطمینان حاصل نمایید.
به محض کار دستگاه، صدای های شیشه به صدای «کلیک» شنیده می‌شود.	اصال محافظ گرمایی کمپرسور قطع شده است.	امتحان کنید اگر یکی از آلام را روشن است.
عملکرد دستگاه با صدای زیاد همراه است.	کف زمین و یا کابینت مناسب یا تراز نیست.	از عملکرد سیستم‌های تهویه اطمینان حاصل نمایید.
سینی جمع کننده قطرات لرزش دارد.	پوشش پنکه خنک کننده یا کمپرسور شل شده است.	تأیید عملکرد کامل سیستم یخچال مورد نیاز است با تکنسین خدمات ویژه تماس بگیرید.
جیمپرسور پیوسته کار می‌کند.	دستگاه را به بخشی با کف مناسب حرکت دهید یا چرخ‌های زیر آن را تنظیم کنید.	با تکنسین خدمات ویژه تماس بگیرید.
ترموستات معیوب است.	سینی را تنظیم کنید یا آن را بالشتک گذاری (ضریبه گیری) نمایید.	دستگاه را حرکت دهید تا فاصله ایمن مناسب ایجاد شود. اگر لازم است تعییر مکان بدھید.
درزگیری در خوب نیست.	اتاق خیلی گرم است.	با تکنسین خدمات ویژه تماس بگیرید.
در خیلی زیاد باز می‌شود یا بسته نمی‌شود.	بعد از بسته شدن در از خاموش شدن لامپ مطمئن شوید.	باز کردن در را محلود کنید یا آن را بیندید.

## مراحل

۱. کابل دستگاه را به منع تغذیه الکتریکی متصل نمایید.
۲. کلید اصلی را در وضعیت روشن قرار دهید. جهت نشان دادن دمای محفظه صفحه باید روشن باشد. نور عبوری از صفحه نمایش نشان دهنده وجود انرژی در دستگاه است. این عمل کمپرسور، تهویه ها و کندانسور را به گردش در خواهد آورد.
۳. دمای کاربردی دستگاه را انتخاب کنید. معمولاً دکمه های مختلف، توامان فعال می شوند. دکمه مربوط به کنترل دما و دکمه های مربوط به تنظیم دما به محض انتخاب دمای دلخواه، کنترل ها آزاد می شوند و صفحه نمایش، دمای کاربری انتخابی را نشان می دهند. مدت زمان مناسبی را صبر کنید تا دستگاه به دمای انتخابی برسد.
۴. محدوده دمایی که آلام ها را فعال می کند، انتخاب نمایید. به طور معمول این دما بیش از ۱۰٪ با دمای کاربری تفاوت ندارد. معمولاً وقتی دستگاه به دمای نزدیک به نقطه کاربری برسد آلام ها تنظیم می شوند. روش کار شامل فعال کردن کنترل آلام و انتخاب محدوده دمایی بالاتر و پایین تر است. بنابراین اگر محدوده ها تغییر کند آلام فعال می شود. باید از روش توصیه شده سازنده پیروی شود. معمولاً کنترل دکمه های دارد که آلام ها را غیرفعال می کند و همچنین آزمایش عملکرد آنها را نشان می دهد.
۵. فریزر های دمای فوق پایین یکسری آلام های دیگر دارند که با توجه به اتفاقی که می تواند بر عملکرد مناسب دستگاه تأثیر بگذارد، کاربر را مطلع می سازد.

درین آنها موارد ذیل قرار دارند:

- وجود نقص در منع تغذیه الکتریکی.
- وجود ولتاژ پایین.
- وجود دمای بیش از حد در محیط.
- تجاوز از پایین ترین حد دمای انتخاب شده.

## عملکرد فریزر های دمای فوق پایین

### فریزرهای فوق پایین

عملکرد فریزرهای دمای فوق پایین، مستلزم پیروی از روش توصیه شده سازنده برای رسیدن به شرایط قید شده دستگاه است. توصیه های معمول برای هر فریزر با دمای فوق پایین، در ذیل مشخص شده است:

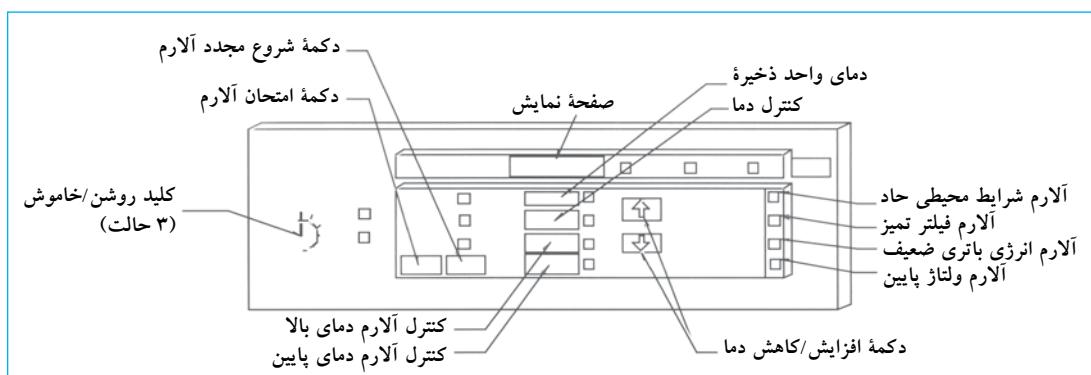
۱. دستگاه را به پریز برق دارای سیم زمین که صرفاً به این دستگاه اختصاص داده شده، متصل کنید. این پریز باید در شرایط کاری خوب و مناسب برای تأمین برق مورد نیاز دستگاه باشد. همچنین باید از استانداردهای الکتریکی ملی و بین المللی پیروی کند. ولتاژ باید بیش از  $+10\%$  یا  $-5\%$  از مشخصه های ولتاژ روی دستگاه متفاوت باشد. دستگاه هایی وجود دارند که نیاز به منع الکتریکی حدود ۱۲ کیلووات دارند. بنابراین وجود اتصالات الکتریکی مناسب برای تحمل این بارهای الکتریکی ضروری است.

۲. مکانی را انتخاب کنید که کف محکم و ترازی دارد (در تمام جهات). این محیط باید به خوبی تهویه شود و از نور مستقیم خورشید یا منابع گرمایی دور باشد. بعضی از سازندهای توصیه می کنند که دمای مناسب محیط بین  $10^{\circ}\text{C}$  و  $32^{\circ}\text{C}$  است. فضای آزاد در کنارها و عقب دستگاه باید حداقل ۱۵ سانتی متر باشد. در باید آزادانه با زاویه  $90^{\circ}$  درجه باز شود. معمولاً سازندهای برای تراز کردن دستگاه از چرخ هایی پشتیبانی مجزا استفاده می کنند.

## روشن کردن دستگاه

به منظور درک روش های کاربری فریزرهای فوق پایین از صفحه کنترل<sup>۱</sup>، شیوه به آنها بیکاری که در این دستگاه ها به کار می روند، ارائه شده است. نما در شکل ۵۹ کلی است. قطعاً تفاوت هایی در کنترل های موردن استفاده توسط سازندها مختلف وجود دارد. توضیح ذیل توصیه های معمول برای همه ی خیچال ها است.

شکل ۵۹. کنترل دمای فوق پایین



1. Control Panel

## نگهداری معمول

نگهداری فریزرهای دمای فوق پایین بر عوامل ذیل متمرکز شده است. به دفترچه راهنمای سازمان جهانی بهداشت برای مراقبت و نگهداری پیشگیرانه خاص برای فریزرهای پلاسما و فریزرهای سردخانه‌ای مورداستفاده در زنجیره سرد خون مراجعه نمایید.

## تمیزکردن کندانسور

### توانیر: هر ۶ ماه

۱. برفک‌زدایی دستگاه در زمان لازم باید بهروش زیر انجام شود: فرآورده‌های فریزشده را به دستگاه دیگری با مشخصات عملکردی یکسان انتقال دهید.
۲. دستگاه را خاموش کنید و منتظر بمانید تا دمای داخل آن به دمای اتاق برسد.
۳. یخ و آب انباسته شده داخل دستگاه را خالی کنید.
۴. اگر بوهای غیرمتجانس منتشر می‌شود، داخل دستگاه را با یکربنات سدیم و آب گرم شستشو دهید.
۵. سطح بیرونی دستگاه را با ماده شوینده ملایم تمیز و خشک کنید و در صورت لزوم از موم<sup>۱</sup> محافظ استفاده کنید.

**هشدار:** هرگز از وسایل تیز برای زدودن یخ یا برفک استفاده نکنید. این کار ممکن است دیواره را سوراخ و سبب آزادشدن گاز سردکننده شود، که برای کاربر خطرناک است و سبب آسیب جدی می‌شود و فقط تعمیرگاه تخصصی می‌تواند آن را تعمیر کند.

## بی‌عیب و سالم بودن لاستیک دور در

### توانیر: هر ۳ ماه

توصیه می‌شود که به طور مرتب از سالم و بی‌عیب بودن لاستیک در اطمینان حاصل نمایید. لاستیک باید در شرایط خوب بوده، ترک، سوراخ و پارگی نداشته باشد.

- توانیر: تقریباً هر دو یا سه سال**
۱. هنگامی که باتری سیستم آلام فرسوده می‌شود، باید تعویض شود. برای جایگزینی آن به ترتیب زیر عمل نمایید:
  ۲. محافظ جلویی را بردارید. معمولاً<sup>۲</sup> باتری(ها) درست در پشت محافظ جلویی قرار گرفته‌اند.
  ۳. پایانه اتصال را قطع کنید.
  ۴. باتری فرسوده را درآورید.
  ۵. یک باتری با مشخصات یکسان نصب نمایید.
  ۶. پایانه‌ها را وصل کنید.
  ۷. محافظ را دوباره در جای خود قرار دهید.

### جدول مشکل‌یابی

راه حل	علت محتمل	مشکل
از منبع تغذیه ولتاژ اطمینان حاصل نمایید. اتصالات و سیستم‌های محافظ آن را امتحان کنید.	در پریز برق ولتاژ کافی وجود ندارد.	نشانگر «ولتاژ پایین» روشن است.
فیلتر محافظ کندانسور را تمیز کنید. اگر فیلتر کثیف است آن را با فیلتر دیگری که مشخصات یکسانی با فیلتر اصلی دارد جایگزین نمایید.	از تمیز بودن فیلتر اطمینان حاصل نمایید.	نشانگر «فیلتر کثیف» روشن است.
با باتری دیگر دارای مشخصات یکسان با باتری اصلی جایگزین نمایید.	باتری فرسوده شده است.	نشانگر «باتری ضعیف» روشن است.
دستگاه را به منبع تغذیه الکتریکی متصل نمایید.	اتصال الکتریکی دستگاه قطع است.	دستگاه کار نمی‌کند.
با فیوز دیگر دارای مشخصات یکسان با فیوز اصلی جایگزین نمایید.	فیوز سوخته است.	
دمای کاربری انتخابی خیلی پایین است.		دستگاه پیوسته کار می‌کند.
کندانسور کثیف است.		دستگاه پیوسته و بدون سردشدن کار می‌کند.
از عملکرد سیستم تهویه اطمینان و در صورت لزوم تصحیح نمایید.	تهویه کافی نیست.	
دستگاه را بر فک زدایی نمایید. اگر مشکل حل نشد با تکنسین خدمات ویژه تماس بگیرید.	افراش یخ وجود دارد که عایق‌بندی را تحت تأثیر قرار می‌دهد.	
لولای در را تنظیم نمایید. با تکنسین خدمات ویژه تماس بگیرید.	لاستیک دور در محکم نیست و نشتی دارد.	انباشتگی سریع بر فک وجود دارد.
با تکنسین خدمات ویژه تماس بگیرید.	عایق‌بندی در معیوب است.	در محفظه فریزر در اثر بخزدگی بسته شده است.
دستگاه را به جایی با کف زمین مناسب انتقال دهید یا چرخ‌های زیر آن را تنظیم کنید.	کف زمین و یا کابینت یخچال تراز نیست.	عملکرد فعالیت دستگاه با صدای زیاد همراه است.
سینی چکه‌گیر یا جمع‌کننده قطرات لرزش دارد. (ضریبه‌گیری) نمایید.		
پوشش پنکه خنک کننده و یا کمپرسور شل شده است.		
دستگاه را حرکت دهید تا فاصله اینمی مناسب ایجاد شود. اگر لازم است تغییر مکان دهید.	جريان هوای کافی در اطراف دستگاه وجود ندارد.	کمپرسور پیوسته کار می‌کند.
با تکنسین خدمات ویژه تماس بگیرید.	ترموستات معیوب است.	
درزها را کنترل و تنظیم نمایید.	درزگیری در خوب است.	
اتاق را به طور مناسب تهویه کنید.	اتاق خیلی گرم است.	
بازکردن در را محدود کنید یا آن را بیندید.	در خیلی زیاد باز می‌شود یا بسته نمی‌شود.	
بعد از بستن در از خاموش شدن لامپ مطمئن شوید.	کلید لامپ معیوب است.	

روش نگهداری دیگر نیازمند ابزارها و تجهیزات تخصصی است.

## تعاریف پایه

عایق‌سازی.<sup>۱</sup> مرحله‌ای که در آن انتقال گرما وجود ندارد و برابر است با  $\Delta Q = 0$

BTU.<sup>۲</sup> واحد تعیین انتقال گرما در سیستم انگلیسی و برابر با انتقال مقدار گرما برای افزایش دمای یک پوند آب از ۶۳ درجه فارنهایت ( $^{\circ}\text{F}$ ) به ۶۴ درجه فارنهایت است.

کالری.<sup>۳</sup> مقدار گرمایی است که باید به یک گرم آب برای افزایش دما به میزان  $1^{\circ}\text{C}$  انتقال یابد. این تعریف زمانی کاربرد دارد که در شرایط طبیعی (فشار اتمسفر برابر با  $760\text{ mmHg}$ ، شتاب جاذبه برابر با  $9.81\text{ m/s}^2$ ) دمای یک گرم آب از  $14/5^{\circ}\text{C}$  به  $15/5^{\circ}\text{C}$  افزایش یابد.

انتروپی.<sup>۴</sup> اندازه‌گیری مقدار انرژی سیستم که برای انجام کار در دسترس نیست. یا درجه‌ای از بی‌نظمی سیستم. تغییرات متفاوت قابل برگشت انتروپی به وسیله معادله زیر توضیح داده می‌شود:

$$dS = \frac{dQ}{T}$$

به طوری که:

$dQ$ : گرمای جذب شده از یک منبع در دمای  $T$  در طی حالت‌های تغییر کوچک قابل برگشت.

$T$ : دمای منبع

باید از معادله زیر برای هر تغییر قابل برگشت چرخه استفاده شود:

$$\Delta S = \int dS = \frac{dQ}{T} = 0$$

$$\Delta S = \int \frac{dQ}{T} < 0$$

گرما.<sup>۵</sup> شکلی از انرژی انتقالی در یک سیستم به علت اختلاف دما و دمای مشخص، به سیستم دیگر با دمای کمتر. وقتی یک سیستم با جرم بیشتر [ $M$ ] در تماس با سیستم دیگر یا جرم کمتر [ $m$ ] و دمای متفاوت است، دمای نهایی به دمای اولیه سیستم دارای جرم بیشتر نزدیک است. بنابراین گفته می‌شود که مقدار گرمای  $\Delta Q$  از سیستم با دمای بیشتر به سیستم با دمای کمتر انتقال یافته است. مقدار گرمای  $\Delta Q$  با تغییر در دما  $\Delta T$  متناسب است. مقدار ثابت [C] ظرفیت گرمایی سیستم نامیده می‌شود و سبب برقراری معادله تناسب  $\Delta Q = C\Delta T$  می‌شود. از این رابطه استنباط می‌شود که یکی از پیامدهای تغییر دما در یک سیستم، انتقال گرما است.

گرمای نهفته.<sup>۶</sup> مقدار انرژی گرمایی مورد نیاز برای تغییر فاز یک ماده، برای مثال: فاز مایع به فاز بخار.

گاز سردکننده.<sup>۷</sup> ماده (سردکننده) مورد استفاده به عنوان محیط برای جذب گرما.

گرمای ویژه.<sup>۸</sup> مقدار گرمای مورد نیاز برای افزایش واحد حجم به میزان یک درجه.

گرمای نفوذپذیر.<sup>۹</sup> مقدار انرژی موردنیاز برای افزایش دمای گاز سردکننده یخچال به محض جذب گرما. برای مثال: مقدار گرمای موردنیاز برای افزایش دما از  $15^{\circ}\text{C}$  به  $20^{\circ}\text{C}$  یا از  $30^{\circ}\text{C}$  به  $40^{\circ}\text{C}$ .

سیستم گرمایی.<sup>۱۰</sup> وسیله‌ای که در چرخه ترمودینامیک عمل می‌کند و مقدار مثبت و مشخصی از کار انجام می‌دهد تا گرما از جرمی با دمای بیشتر به جرمی با دمای کمتر منتقل شود.

- 1. Adiabatic Process
- 2. British Thermal Unit
- 3. Calorie
- 4. Entropy

- 5. Heat
- 6. Latent Heat
- 7. Refrigerant Gas
- 8. Specific Heat

- 9. Sensitive Heat
- 10. Thermal System



# فصل ۱۹



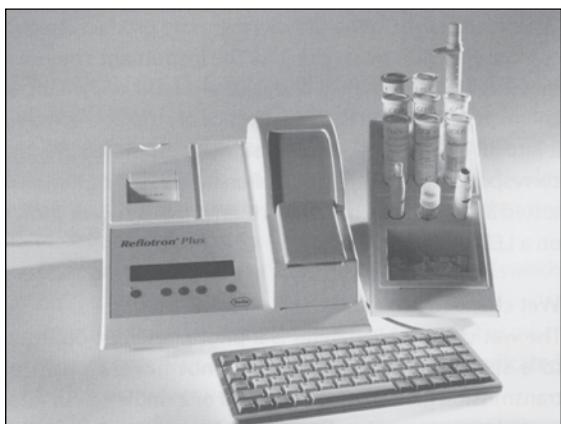
## تجزیه‌گرهای شیمی بالینی

*۳۴۵۴۹	—	۲۵۵۱۳	GMDN کد
۱۵-۵۵۱	۱۸-۵۰۵	۱۵-۵۵۱	ECRI کد
تجزیه‌گر شیمی خشک <sup>۲</sup>	تجزیه‌گرهای شیمی بالینی، بیمار <sup>۱</sup> (قابل حمل)	تجزیه‌گرهای شیمی بالینی	نام‌گذاری

\* زیرشاخة GMDN کد ۲۵۵۱۳

و رنگ‌سننجی(فصل ۲۰) هستند. اصطلاحات دیگری که برای تعریف این واژه‌ها استفاده می‌شود عبارت است از: تجزیه‌گر شیمی عمومی، تجزیه‌گر بالینی یا کلسترول‌متر<sup>۷</sup>، گلوکومتر، هموگلوبینومتر(فصل ۲۰) وغیره.

### تجزیه‌گر شیمی خشک رومیزی و مواد جانبی



تجزیه‌گر شیمی مرطوب  
F.Hoffmann-La Roche AG

تجزیه‌گرهای شیمی غلظت مواد را در خون و یا مایعات دیگر بدن براساس واکنش‌های خاص فتوتمتری اندازه می‌گیرند. موارد کاربرد از تشخیص بالینی تا پایش سوء مصرف دارو و پزشکی قانونی متفاوت است. تجزیه‌گرهای شیمی شامل دو گروه‌ند: تجزیه‌گر شیمی خشک که نمونه به نوارهای مخصوص افزوده شده و واکنش‌های شیمیایی انجام می‌شود. نوع دیگر، تجزیه‌گر شیمی مرطوب<sup>۳</sup> که غلظت مواد را در محلول اندازه گیری می‌کند. مدل‌های مختلف تجزیه‌گرهای شیمی وجود دارند، بعضی‌ها برای اندازه گیری یک پارامتر طراحی شدند مانند گلوکومتر<sup>۴</sup>، هموگلوبینومتر<sup>۵</sup> و بعضی تا ۱۰ پارامتر را اندازه گیری می‌کنند. تجزیه‌گرهای شیمی در اندازه‌های مختلف و درجات مختلف اتوماسیون برای روی میز آزمایشگاه و یا به شکل قابل حمل موجود هستند. بعضی برای شرایط نواحی گرمسیری<sup>۶</sup> طراحی شده‌اند و دارای قطعات الکتریکی می‌باشند که در برابر رطوبت محافظت می‌شوند. تجزیه‌گرهای شیمی شامل گروه بزرگی از تجهیزات فتوتمتری

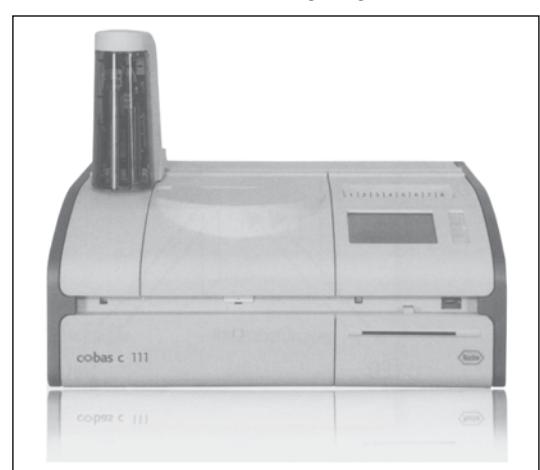
### تصاویر تجزیه‌گرهای شیمی

تجزیه‌گر شیمی خشک قابل حمل



تجزیه‌گر شیمی مرطوب  
Siemens Healthcare Diagnostic Inc. ©2008

- 1. Point - of - Care
- 2. Dry Chemistry Analyser
- 3. Wet Chemistry Analyser
- 4. Glucometer
- 5. Haemoglobinometer
- 6. Tropical
- 7. Cholestorolmeter



تجزیه‌گر شیمی خشک  
F.Hoffmann-La Roche AG

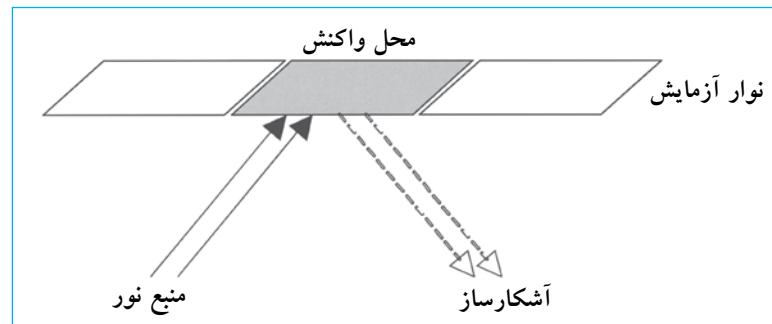
فیلترها استفاده می‌شود. در مدل‌های اخیر، از یک یا چند عدد دیود ساطع کننده نور در طول موج‌های مشخص استفاده شده است. اساس کار در این تجزیه‌گرها شامل تولید یک ترکیب رنگی از ماده مورد سنجش با معرف‌های مشخص واکنش دهنده است. رنگ تولیدشده با غلظت ماده یا مواد مورد سنجش در محلول نسبت مستقیم دارد. معمولاً اندازه‌گیری‌ها در طول موج بین ۳۰۴ و ۶۷۰ نانومتر یا با افزودن فیلترهای دیگر انجام می‌شود. بعضی دستگاه‌ها توانایی انجام واکنش و یا اندازه‌گیری آنژیمی (کنتیک) را نیز دارند.

### اجزای دستگاه تجزیه‌گر شیمی خشک

انواع مختلفی از تجزیه‌گرهای شیمی خشک با طراحی‌های متفاوت وجود دارند. یکی از مشخصه‌های این دستگاه‌ها وجود محفظه یا پنجه برای قراردادن نوار آزمایش است. محفظه یا با یک در محافظه بسته می‌شود و یا نوار آزمایش به‌طور دستی و یا به‌وسیله مکانیسم‌های پیشرفتی وارد دستگاه می‌شود. منبع نور معمولاً یک و یا چند عدد دیود ساطع کننده نور با طول موج مشخص است. نحوه اندازه‌گیری نور بازتاب در تجزیه‌گرهای شیمی خشک در مدل‌های مختلف، متفاوت است و به صورت مستقیم (شکل ۶۰) و یا در محفظه مربع یا کروی شکل صورت می‌گیرد. شکل‌های زیر این اندازه‌گیری را داخل یک گوی جمع کننده<sup>۳</sup> نشان می‌دهند.

در این سیستم‌ها، یک یا چند دیود ساطع کننده نور با طول موج اصلی برای مثال ۵۶۷ و یا ۹۵۱ نانومتر، به عنوان منبع نور عمل می‌کند تا در انجام آزمایش‌های مختلف مورد استفاده قرار گیرند. گیرنده‌ها شامل دو فتودیود قرینه، گیرنده مرجع ( $D_R$ ) و اندازه‌گیر ( $D$ ) هستند.

**شکل ۶۰:** نور بازتاب شده از یک نوار آزمایش. پیکان‌ها جهت عبور نور را نشان می‌دهند. خطوط منقطع نمایانگر تغییر شدت نور در اثر تأثیر رنگ در محل واکنش نوار است.



3. Ulbricht's Spheres or Integrating Sphere

### موارد استفاده از تجزیه‌گرهای شیمی

در آزمایشگاه بالینی یک تجزیه‌گر شیمی برای اندازه‌گیری یک پارامتر و یا پارامترهای مختلف مانند گلوکز، اوره، کراتین، هموگلوبین، کلسترول و غیره در خون، ادرار، سرم یا پلاسمای همچنین آزمایش‌های کبدی استفاده می‌شود.

### اصول عملکرد تجزیه‌گر شیمی خشک

این تجزیه‌گر یک فتوتمتر با قابلیت انعکاس یا بازتابش است. شکل ۲۷ فصل ۱۱ برخورد نور با ماده را نشان می‌دهد. نور منعکس شده نور بازتاب نیز نام دارد. این تجزیه‌گرها (فتوتمترها)، شدت واکنش شیمیایی یا بیوشیمیایی را که روی یک سطح (مانند لام و نوار آزمایش<sup>۱</sup>، تولید رنگ نموده است، اندازه‌گیری می‌کنند. نور در یک طول موج مشخص از منبع نور (برای مثال دیود [LED]<sup>۲</sup>) به روی نوار آزمایش می‌تابد. ماده رنگی این طول موج را جذب می‌کند. هرچه مقدار مورد نظر برای اندازه‌گیری پارامتر در نمونه زیادتر باشد، رنگ بیشتری تولید شده و نور کمتری بازتاب خواهد شد. بخش آشکارکننده دستگاه مقدار نور بازتاب شده از یک واکنش آنژیمی یا شیمیایی را اندازه‌گیری کرده و به یک سیگنال الکتریکی تبدیل می‌کند. این سیگنال به غلظت متناسب با مقدار پارامتر مورد آزمایش تبدیل شده و روی صفحه نمایش آشکارشده و یا چاپ می‌شود.

### تجزیه‌گر شیمی مرتبط

این تجزیه‌گر یک فتوتمتر است و بر عکس اسپکتروفتوتمتر، منشور یا شبکه انتقال ندارد. در این دستگاه‌ها، از یک یا چند فیلتر رنگی برای اندازه‌گیری جذب نور (براساس قانون بیر-لامبرت) در محلول‌های حاوی نمونه استفاده شده است (فصل ۱۱). در این تجزیه‌گر، معمولاً از یک منبع نور مانند لامپ هالوژن با

2. Light Emitting Diodes

## فصل ۱۹ تجزیه‌گرهای شیمی بالینی

۴. برای نصب و راهاندازی مدل‌های خاص به توصیه‌های سازنده عمل نمایید.
۵. جعبه دستگاه را برای استفاده بعدی یا عودت در هنگام تعمیر نگهداری کنید.
۶. برای اینمنی بیشتر، بعضی مدل‌ها را می‌توان در زمانی که از آنها استفاده ننمی‌شود، در یک قفسه دربسته نگهداری نمود.

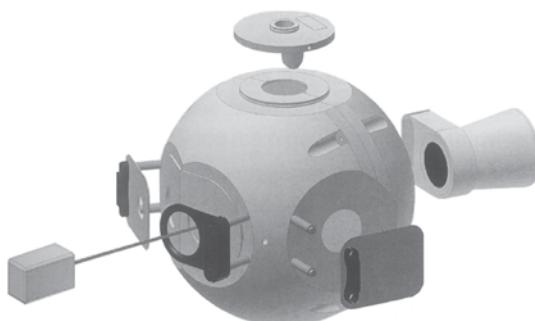
### روش کار با تجزیه‌گر شیمی خشک

فقط کاربران مجاز که آموژش لازم را دیده‌اند، می‌توانند با دستگاه کار کنند. مراحل ذکر شده در زیر براساس استفاده از یک دستگاه خاص تجزیه‌گر شیمی خشک توضیح داده شده است. برای مدل‌های دیگر به دفترچه راهنمای دستگاه مراجعه شود:

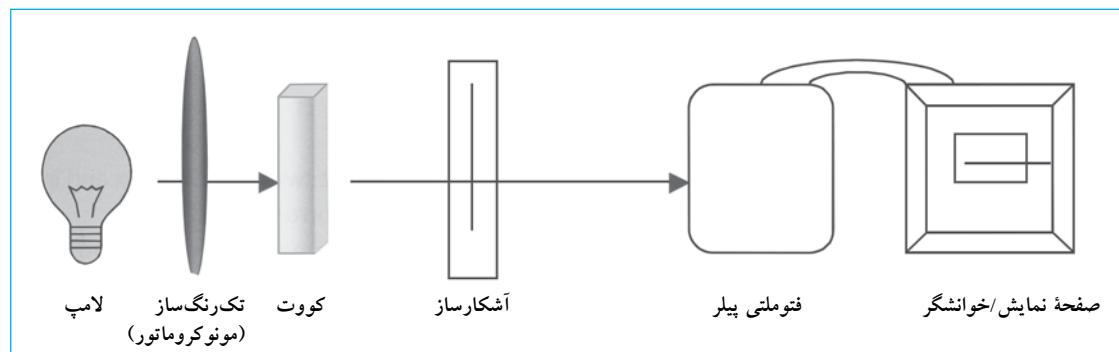
۱. دستگاه را به منبع تغذیه الکتریکی وصل و سوئیچ آن را روشن کنید.

۲. زمان شروع به کار (گرم شدن) دستگاه چند ثانیه است. برای مدل‌های دیگر ۱۵ دقیقه پیش از استفاده و یا مدت زمانی که توصیه سازنده است، صبر کنید.

شکل ۶۱. گوی جمع‌کننده



شکل ۶۲. اجزای اساسی یک فتوомتر (توجه کنید که در بعضی از دستگاه‌ها، فیلتر بین کووت و آشکارساز قرار دارد).



نور ساطع شده از دیود به صورت یکنواخت از دیواره داخلی سفیدرنگ گوی منعکس می‌شود. فتودیود ( $D_R$ ) شدت نور اولیه (وروودی) را اندازه‌گیری می‌کند ( $I_0$ ) و فتودیود ( $D$ ) شدت نور بازتاب (خروجی) از نوار آزمایش را اندازه‌گیری می‌کند ( $I$ ). نسبت  $I/I_0$  با مقدار بازتاب ( $R$ ) متناسب است که براساس منحنی استاندارد هر آزمایش به غلظت یا میزان فعالیت تبدیل می‌شود.

### تجزیه‌گر شیمی مرتبط

این تجزیه‌گرهای نیز طراحی‌های مختلف دارند. اجزای اصلی مشترک در تمام انواع در شکل زیر (۶۲) نمایش داده شده است. لوازم جانبی براساس پیچیدگی دستگاه بسیار متفاوت است. عموماً این تجزیه‌گرهای کامپیوتر، چاپ‌گر و سایر ملحقات مجهر هستند. دستگاه‌های پیشرفته غلظت پارامترهای مورد نظر را با واحدهای مناسب اندازه‌گیری اعلام می‌کنند.

### الزامات نصب و راهاندازی

۱. بالحتیاط دستگاه را از جعبه بیرون آورید.
  ۲. مطمئن شوید دستگاه در محلی دور از تابش نور مستقیم خورشید، نورهای مزاحم و یا منبع حرارتی قرار ندارد.
  ۳. دستگاه را روی یک میز محکم و نزدیک پریز برق قرار دهید (اگر با باتری کار نمی‌کند).
- (الف) پریز برق باید متصل به سیم زمین باشد تا اینمی دستگاه و کاربر را تأمین کند. تجزیه‌گرهای عموماً با برق ۱۱۰-۱۲۰V و فرکانس ۵۰Hz ۶۰Hz و یا ۲۲۰-۲۳۰V و فرکانس ۵۰Hz کار می‌کنند.
- (ب) اگر دستگاه با باتری کار نمی‌کند از یک تثیت‌کننده ولتاژ برق استفاده کنید.

## نگهداری معمول دستگاه‌های تجزیه‌گر شیمی

بعضی تجزیه‌گرهای شیمی کمترین میزان نگهداری را لازم دارند و به صورت اتوماتیک کالیبر می‌شوند.<sup>۲</sup> راهنمای ذیل روش‌های عمومی است که درباره بیشتر دستگاه‌ها صدق می‌کند. همیشه و بالحتیاط به دستورالعمل سازنده برای کالیبراسیون، سرویس منظم و نگهداری تجزیه‌گر عمل نمایید.

### تواتر: روزانه

**۱.** هرگونه پاشیدگی مواد روی دستگاه و یا اطراف آن بالافاصله باید تمیز شود.

**۲.** در پایان روز و در خاتمه کار با دستگاه، آن را خاموش کنید و یا باتری‌ها را خارج نمایید.

**۳. برای تجزیه‌گرهای شیمی خشک:** نوارهای آزمایش را داخل دستگاه باقی نگذارید. به طور منظم پنجره یا محفظه‌ای که نوارهای آزمایش در آن قرار می‌گیرد، را با پارچه نرم و مرتبط تمیز کنید و آن را بیندید.

**۴. برای تجزیه‌گرهای شیمی مرتقب:** زمانی که دستگاه کار نمی‌کند محفظه نمونه‌ها را خالی و در آن را بسته نگهدازید.

**۵.** در خاتمه کار با دستگاه، آن را با روکش محافظ پوشانید.

**۶.** از گرد و غبار دستگاه را محفوظ نگهدارید.

### تواتر: هر زمان که لازم باشد

**۱.** فیوزها و چراغ‌های نشانگر سوخته را با توجه به دستورالعمل سازنده تعویض نمایید.

**۲.** اگر دستگاه مشکل فنی دارد با یک مهندس پزشکی با تجربه تماس بگیرید.

### تواتر: ماهانه

پنجره و یا صفحه جلو بدنه فتومنتر باید کنترل و با پارچه لنز تمیز شود.

### تواتر: هر ۶ ماه

**۱.** دستگاه را با توجه به دستورالعمل سازنده از نظر سالم بودن قطعات بررسی نمایید.

**۲.** مطمئن شوید دکمه‌ها، سوئیچ‌های کنترل و اجزای مکانیکی محکم هستند و برچسب آنها واضح است.

**۳.** پاکیزگی لوازم جانبی دستگاه را بررسی کنید.

**۴.** تنظیم بودن و وضعیت مناسب دکمه‌ها و پیچ‌ها را کنترل کنید.

**۵.** اطمینان حاصل کنید که کابل‌های الکتریکی ترک و شکاف نداشته و به طور صحیح به هم اتصال دارند.

**۶.** اگر کاربرد دارد:

الف) کابل‌ها، قطعات و پایانه‌ها را برای تمیزی و عاری بودن از گرد و خاک و خوردگی بررسی نمایید.

**۳.** پس از سپری شدن زمان لازم و وقتی که کلمه «قرائت» در صفحه نمایش ظاهر می‌گردد، اندازه‌گیری پارامتر مورد نظر را شروع کنید.

**۴.** یک نوار آزمایش را از شیشه خارج کنید.

**۵.** با استفاده از پی‌پت مقدار مناسب نمونه (مثال: ۳۲ میکرومتر) را آماده کنید (نمونه حباب هوا نداشته باشد).

**۶.** ورقه آلومینیوم را از قسمت نمونه گذاری نوار آزمایش و بدون خم کردن خارج نمایید.

**۷.** نمونه را در مرکز نوار (قسمت قرمز) بدون اینکه سر سمپلر با محل تماس داشته باشد، قرار دهید.

**۸.** در محفظه نمونه را بازکنید. نوار آزمایش را به صورت افقی در دستگاه وارد کنید تا زمانی که صدای کلیک شنیده شود.

**۹.** در محفظه نمونه را بیندید. کد مغناطیسی هر آزمایش روی نمایشگر نشان می‌دهد که پارامتر مورد نظر اندازه‌گیری می‌شود، برای مثال GLU برای گلوكز.

**۱۰.** زمان لازم (ثانیه) برای انجام آزمایش روی صفحه نمایش ظاهر می‌شود.

**۱۱.** غلظت معمولاً بر حسب میلی گرم بر دسی‌لیتر بیان می‌شود.

**۱۲.** پس از اتمام آزمایش در محفظه را باز و نوار آزمایش را خارج کنید.

**۱۳.** دستگاه را با کشیدن کابل برق از پریز و یا درآوردن باتری خاموش نمایید.

## روش کار با تجزیه‌گر شیمی مرتقب

فقط کاربران مجاز که آموزش لازم را دیده‌اند، می‌توانند با دستگاه کار کنند. مراحل ذکر شده در زیر براساس یک دستگاه قابل حمل و نیمه‌اتوماتیک تجزیه‌گر شیمی با فیلترهای داخلی و صفحه نمایشگر دیجیتال توضیح داده شده است. در صورت استفاده از مدل‌های دیگر به دفترچه راهنمای سازنده مراجعه کنید.

**۱.** دستگاه را به منع تغذیه الکتریکی (پریز برق) وصل و سوئیچ آن را روشن کنید.

**۲.** زمان شروع به کار (گرم شدن) دستگاه در عرض چند ثانیه در صفحه نمایش داده می‌شود.

**۳.** تمام محلول‌ها را در لوله آزمایش آماده کنید: مانند بلانک، استانداردها و سایر محلول‌های نمونه.

**۴.** وقتی دستگاه آماده شد، دستگاه را با محلول بلانک صفر کنید.

**۵.** هر یک از نمونه‌ها را بخوانید.

**۶.** نتایج را ثبت کنید.

**۷.** دستگاه را با کشیدن کابل برق از پریز و یا خارج نمودن باتری خاموش کنید.

## فصل ۱۹ تجزیه‌گرهای شیمی بالینی

۵. دستگاه را از وسایلی که لرزش ایجادمی‌کنند و نور مستقیم خورشید دور نگهدارید.
۶. مطمئن شوید که رطوبت بیش از حد، دمای زیاد یا گرد و غبار وجودندارد.
۷. مطمئن شوید که منع دود، گاز و یا مواد خورنده در اطراف دستگاه وجودندارد.

### نگهداری خارج از برنامهٔ معمول و خطایابی

- راهنمایی‌های پایین شامل دستورالعمل‌های عمومی برای خطایابی در تجزیه‌گرهای شیمی است. از آنجا که مدل‌های مختلف این دستگاه‌ها وجوددارد همیشه به دفترچه راهنمای دستگاه مراجعه و مراحل پیشنهادی را انجام‌دهید:
۱. اگر نوری از سیستم نمی‌گذرد و یا اگر شدت آن ثابت نیست لامپ را تعویض کنید.
  ۲. اگر نور در سیستم وجوددارد ولی نمایشگر روشن نیست، فتوسل<sup>۱</sup> را تعویض نمایید.
  ۳. همیشه فیوزهای سوخته و چراغ‌ها را با توجه به دستورالعمل سازنده تعویض کنید.
  ۴. اگر دستگاه مشکل دارد، با یک مهندس پزشکی تماس بگیرید.
  ۵. اگر دستگاه تجزیه‌گر شیمی روشن نشود، پریز برق را کنترل کنید.
  ۶. در صورت وجود یک مشکل عمدی با یک مهندس پزشکی با تجربه تماس بگیرید.

- ب) اطمینان حاصل نمایید که کابل‌ها فرسوده نیستند.
- ج) سیم زمین(داخلی - خارجی) را از نظر تناسب با کدهای الکتریکی کشور بررسی کنید.
۷. اطمینان حاصل نمایید که سوئیچ‌ها، جعبهٔ فیوزها و نشانگرها عاری از گرد و خاک و خوردگی هستند.
۸. در صورتی که سازندهٔ توصیه کرده‌باشد، تنظیم لامپ را کنترل کنید.

### تواتر: سالانه

- روش‌های کنترلی که در زیر ذکر می‌شوند، باید توسط تکنسین برق(برای دستگاه‌هایی که از برق اصلی استفاده می‌کنند) یا مهندسین برق و یا کاربران آموخته شده انجام شده و نتایج برای پیگیری ثبت و حفظ شوند.
۱. محل نصب دستگاه‌های را از نظر ایمنی الکتریکی(برای دستگاه‌هایی که از منبع تغذیه اصلی استفاده می‌کنند) و زیرساخت‌های فیزیکی بررسی نمایید.
  ۲. برای دستگاه‌هایی که از منبع تغذیه اصلی استفاده می‌کنند:
    - الف) ولتاژ را بررسی کنید که مناسب بوده و بیشتر از ۵٪ از توصیه سازنده نوسان نداشته باشد.
    - ب) قطبیت پریز را بررسی کنید.
  ۳. وجود فضای کافی در اطراف دستگاه، اتصال کابل‌ها و امکان تهویه هوا را بررسی کنید.
  ۴. از محکم و تمیزبودن میز مطمئن شوید.

### جدول مشکل‌یابی

مشکل	علت متحمل	راه حل
تجزیه‌گر روشن نمی‌شود.	سوئیچ روشن / خاموش در وضعیت خاموش است.	سوئیچ را به وضعیت روشن تغییر دهید.
	جریان الکتریکی در خروجی منبع تغذیه (پریز) وجود ندارد.	سیستم عمومی برق را کنترل نمایید.
	اتصال کابل برق به پریز خوب نیست.	اتصال کابل برق به پریز را محکم نمایید.
	باتری‌ها کهنه شده‌اند و یا اتصال خوبی ندارند.	اتصالات باتری را کنترل و در صورت لزوم آنها را تعویض نمایید.
دکمه‌های عملکرد دستگاه قفل هستند.	مرحله آماده‌سازی دستگاه پس از روشن کردن کامل نبوده است.	دستگاه را خاموش و دوباره روشن کنید.
	دکمه اشتباہی فعال شده است.	
جریان الکتریکی وارد دستگاه نمی‌شود.	روشن کردن دستگاه به طور کامل انجام نشده است.	دستگاه را خاموش و دوباره روشن کنید.
	اتصال کابل رابط خوب نیست.	اتصالات را کنترل کنید.
قرائت صفحه نمایش مشکل است.	دکمه کتراس است تنظیم نیست.	دکمه کتراس را تنظیم کنید.
	سیستم نوری صفحه سوخته است.	از نماینده شرکت کمک‌بگیرید.
چاپگر قفل است.	کاغذ در چاپگر گیر کرده است.	کاغذ اضافی را با پنس باریک درآورید.
		کاغذ را درآورید و دوباره برنامه چاپگر را نصب کنید.
کاغذ چاپگر به صورت خودکار عمل نمی‌کند.	کاغذ چاپگر نامناسب استفاده شده است.	رول کاغذ را دوباره جاگذاری نمایید.
	لبه کاغذ تا خورده است و یا تنظیم نیست.	رول کاغذ را دوباره جاگذاری نمایید. لبه رول کاغذ را ببرید و مجدد قرار دهید.
کووت در محفظه تجزیه‌گر مرتبط جانمی‌شود.	سینی کنترل تنظیم و تغذیه کاغذ فعال نیست.	از نماینده شرکت کمک‌بگیرید.
	اندازه کووت مناسب نیست.	از اندازه صحیح کووت پیشنهادی سازنده استفاده نمایید.
	تنظیم کووت، صحیح انجام نشده است.	محل و تنظیم کووت را تصویب نمایید.
نوار آزمایش در تجزیه‌گر خشک خوانده نمی‌شود.	از شنیدن صدای «کلیک» وقتی نوار در دستگاه گذشتگه شود، اطمینان حاصل نمایید (در صورت کاربرد).	مطمئن شوید که نوار را به طور صحیح در دستگاه قرار داده اید.
		از نحوه صحیح قراردادن نوار در دستگاه اطمینان حاصل نمایید. قسمت سیاه‌رنگ باید به سمت پایین باشد.
تجزیه‌گر خشک طبق انتظار کار نمی‌کند.	نوار نادرست انتخاب شده است.	از انتخاب صحیح نوار اطمینان حاصل نمایید. آزمایش را با نوار دیگر تکرار کنید.
	دستگاه نقص دارد.	دستگاه را به طور مرتب با توجه به توصیه‌های سازنده کنترل نمایید. بعضی دستگاه‌ها در صفحه نمایش راهنمایی‌هایی برای کاربر نشان می‌دهند. همچنین نوارهای کنترل کیفی برای کنترل سیستم نوری دستگاه وجود دارند.

## تعاریف پایه

آنالیت. مادهٔ مورد آزمایش در مایعات بدن (مانند خون، ادرار و غیره) که به تهابی قابل اندازه‌گیری نیستند و با ابزارهای پزشکی که برای این کار طراحی شدند، اندازه‌گیری می‌شوند. برای مثال، لاكتات را نمی‌توان اندازه‌گرفت، اما غلظت لاكتات قابل اندازه‌گیری است. آنالیت‌های معمول بیوشیمی بالینی که در ارتباط با سلامت هستند شامل کلسترول، اوره، کراتین، گلوکز و غیره است.

بازتاب.<sup>۱</sup> نسبت بین شدت نور منعکس شده (I<sub>۰</sub>)<sup>۲</sup> بر یک سطح با نور تابشی آن (I).<sup>۳</sup>

نوار آزمایش. نوار مسطحی که محلول و مواد شیمیابی لازم برای انجام آزمایش را دارد. نوارهای آزمایش با انواع مختلف و با پیچیدگی‌های متفاوت طراحی شده‌اند. این نوارها می‌توانند دارای لایه‌های زیر باشند: کاغذ فیلتر یا واکنشگر یا یک سیستم پیچیده از کاغذ معرف، فیرهای انتقال، لایه‌های معرف/اندیکاتور و نوارهای مغناطیس کددار. ناحیه آزمایش یا واکنش، ناحیه‌ای که واکنش اتفاق می‌افتد و محلی که بهوسیله کاربر یا تجزیه‌گر خشک قرائت می‌شود.

نکته: مفاهیم پایه مرتبط دیگر در فصل ۱۱ ارائه شده‌است.

1. Reflectance
2. Reflected Light
3. Incident Light



## ۲۰. فصل



### رنگ سنج ها

۱۵۱۴۶	۳۸۸۳۷	۳۶۹۱۰	کد GMDN
۱۵-۱۴۶	۱۸-۲۵۸	۱۸-۲۵۷	کد ECRI
تجزیه گر همو گلوبین (همو گلوبینومتر)	فتو متر، فیلتر، دستی	فتو متر، فیلتر، خود کار	نام گذاری

دستی و یا نیمه خود کار باشند و مقادیر جذب روی نمایشگر دیجیتال و یا عقربه ای نمایش داده شوند. دستگاه اندازه گیری همو گلوبین یک دستگاه رنگ سنج قابل حمل است که غلظت همو گلوبین را به صورت مستقیم و با واحد گرم در دسی لیتر یا گرم در لیتر اندازه گیری می کند. در این فصل، درباره این دستگاه نیز صحبت خواهد شد.

#### اصول عملکرد

یک رنگ سنج از فیلترهای مختلف برای تولید نور در یک طول موج خاص و با توجه به رنگ محلول مورد اندازه گیری استفاده می کند. در این دستگاه نور رنگی از نمونه عبور کرده و مقدار نوری که خارج می شود با توجه به مقدار جذب اندازه گیری می شود. این مقدار جذب براساس قانون بیر-لامبرت نسبت مستقیم با غلظت ترکیب رنگی در محلول (فصل ۱۱) دارد. مقیاس اندازه گیری جذب معمولاً در این دستگاه بین ۰-۷۰٪ است. فاکتورهای کالیبراسیون برای این دستگاه معمولاً بیشتر از فاکتورهای مورد نظر در فتو مترها است؛ زیرا این دستگاه ها حساسیت کمتری دارند. این فاکتورها برای روش های خاص و یا محلول ها معمولاً توسط سازنده و یا در مقالات، مشخص شده اند.

همو گلوبینومتر غلظت همو گلوبین را در خون اندازه گیری می کند. اکثر مدل ها دستی بوده و با استفاده از نیروی برق یا باتری کار می کنند. مدل های جدید با تری هایی قابل شارژ داشته و یا از انرژی خورشید به عنوان منبع نیرو استفاده می کنند. در بیشتر مدل ها قبل از اندازه گیری خون رقیق می شود و بعضی مدل ها ابزاری برای جمع آوری خون کامل دارند؛ این ابزارها یکبار مصرف هستند که سبب افزایش هزینه اندازه گیری همو گلوبین می شود.

#### تصویر رنگ سنج

همو گلوبینومتر قابل حمل



#### موارد استفاده از رنگ سنج<sup>۱</sup>

رنگ سنج یک دستگاه الکترونیکی است که غلظت مواد را در محلول رنگی اندازه گیری می کند. این دستگاه شکل ساده یک فتو متر است و حساسیت دستگاه به علت کیفیت متفاوت فیلترها کمتر است. کاربرد این دستگاه در بیوشیمی بالینی و برای اندازه گیری غلظت همو گلوبین می باشد. رنگ سنج ها سازنده گان مختلف دارند و شامل فیلترهای جداگانه قابل تعویض یا چرخ نگهدارنده فیلترها با قابلیت ۱۰ طول موج مختلف هستند. بعضی مدل ها برای هوای گرم و مرطوب طراحی شده اند و دارای فیلتر های ژلاتینی هستند که برای جلوگیری از رشد جلبک در محفظه شیشه ای قرار گرفته اند و هر یک از اجزا برای جلوگیری از خوردگی دارای یک پوشش محافظ می باشد. این دستگاه ها ممکن است

1. Colorimeters



ولتاژ ۱۲۰-۱۱۰V، فرکانس ۶۰Hz و یا ۲۳۰-۲۲۰V، فرکانس ۵۰Hz کارمی کند.

ب) اگر دستگاه با باتری کارنمی کند، از یک تثیت کننده نوسانات برق استفاده نمایید.

۴. برای راهاندازی مدل‌های خاص از توصیه‌های سازنده استفاده نمایید.

۵. برای اینمی بیشتر و بهتر، زمانی که با دستگاه کارنمی شود، دستگاه باید در قفسه نگهداری گردد. برای مدل‌های بزرگ که این کار امکان‌پذیر نیست، اگر لازم تشخیص داده شود، دستگاه به روش دیگر قفل می‌شود.

### روش کار با رنگ‌سنج

فقط کاربرانی که آموزش لازم را دیده‌اند، می‌توانند با دستگاه کار کنند. این بخش براساس استفاده از رنگ‌سنج قابل حمل با فیلترهای داخلی و صفحه نمایش دیجیتال است. برای کار با مدل‌های دیگر ممکن است روش‌های متفاوت لازم باشد و توصیه‌های سازنده نیز همیشه باید اجرا شود.

۱. سیستم را به یک خروجی جریان الکتریکی (پریز) وصل و سوئیچ روش را فعال کنید.

۲. ۱۵ دقیقه برای آماده شدن قسمت‌های الکترونیکی و نوری دستگاه صبر کنید.

۳. طول موج صحیح را برای اندازه‌گیری انتخاب کنید. برای مثال ۵۴۰ نانومتر برای آزمایش هموگلوبین.

۴. دکمه «جذب» را انتخاب نمایید.

۵. تمام محلول‌های لازم برای آزمایش را در یک جا لوله‌ای آماده کنید: بلانک (محلولی که تمام مواد به استثنای ماده مورد اندازه‌گیری را دارد)، محلول استاندارد با غلظت مشخص و محلول‌های آزمایش (نمونه‌ها).

### اجزای دستگاه

اجزای اساسی این دستگاه به فتومتر شباهت دارد (شکل ۶۲، فصل ۱۹). همان‌طور که قبل از این فصل اشاره شد، این دستگاه‌ها ساده‌تر و به علت پایین‌بودن کیفیت فیلترها حساسیت کمتری دارند. منبع نور ممکن است یک لامپ دیود باشد که نور تکرینگ ساطع می‌کند. همچنین، نور تولید شده از یک لامپ تنگستن و یا هالوژن ممکن است بعد از فیلتر شدن طول موج مورد نظر را ایجاد کند. با توجه به مدل دستگاه، کنترل‌های دستگاه ممکن است شامل قسمت‌های زیر باشد:

۱. صفحه نمایش

۲. دکمه روشن/خاموش

۳. محفظه کووت

۴. دکمه آزمایش

۵. دکمه رفرانس

۶. دکمه انتخاب وضعیت‌های مختلف، برای مثال قرائت میزان جذب / میزان عبور<sup>۱</sup> نور، و کتیک (نه در تمام مدل‌ها).

### الزامات نصب و راهاندازی

۱. داشتن یک محیط تمیز و عاری از هرگونه بخارات و دود، گرد و غبار و دور از تابش نور مستقیم خورشید لازم است.

۲. با احتیاط جعبه را باز کنید و قطعات را با توجه به توصیه سازنده مونتاژ کنید.

۳. دستگاه را روی یک میز محکم قرار داده و اگر لازم است، آن را در نزدیکی یک خروجی جریان الکتریکی (پریز) دارای سیم زمین (فاصله بیشتر از ۱/۵ متر نباشد) قرار دهید.

الف) به منظور حفاظت کاربر و دستگاه، خروجی جریان الکتریکی باید دارای سیم زمین باشد. رنگ‌سنج‌ها معمولاً با

شکل ۶۳. کنترل‌های یک رنگ‌سنج قابل حمل



۱. Transmittance (%T)

## فصل ۲۰ رنگ‌سنچ‌ها

۷. هم‌زمان، کووت را با پارچه نرم تمیزکنید تا خراشی روی دیواره آن ایجادنشود.
۸. از تماس دست با دیواره‌های شفاف کووت که در مسیر عبور نور است، خودداری کنید. کووت را از سمت دیواره‌های مات نگهدارید که در مسیر عبور نور نیست.
۹. نمونه بلانک را داخل کووت بریزید و آن را در محفظه نگهداری کووت (سمت شفاف در مسیر نور) قراردهید.
۱۰. دستگاه را با محلول بلانک صفرتکنید: در محفظه را بیندید و تقریباً ۳ ثانیه صبرنمایید و پیچ صفحه نمایش را روی صفر تنظیم کنید.
۱۱. کووت را از محفظه درآورید و محلول بلانک را به لوله آزمایش برگردانید.
۱۲. محلول استاندارد را در کووت بریزید و در محفظه کووت قراردهید.
۱۳. در محفظه را بیندید و ۳ ثانیه صبرکنید. عدد جذب را از روی صفحه نمایش یادداشت کنید.
۱۴. کووت را از محفظه درآورید و محلول استاندارد را به لوله آزمایش برگردانید.
۱۵. محلول نمونه رقیق شده را در کووت بریزید و در محفظه کووت قراردهید.
۱۶. در محفظه را بیندید و ۳ ثانیه صبرکنید و عدد جذب را از روی صفحه نمایش یادداشت نمایید.
۱۷. کووت را از محفظه درآورید و نمونه را به لوله آزمایش اولیه برگردانید.
۱۸. مراحل ۱۶-۱۷ را برای هر نمونه آزمایش تکرار نمایید.
۱۹. کووت را با آب مقطر بشویید. خشک و داخل پارچه‌ای نرم در جعبه کوچک برای جلوگیری از ایجاد خراش قراردهید.
۲۰. دستگاه را خاموش و دوشاخه آن را از پریز بکشید و یا اتصالات باتری را قطع کنید.
۲۱. دستگاه را در کابینت و یا محل مناسب دیگر بگذارید.

## نگهداری معمول

نگهداری باید توسط کاربران ذیصلاح انجام شود. این بخش مراحل نگهداری معمول دستگاه رنگ‌سنچ و هموگلوبینومتر را توضیح می‌دهد. بعضی مدل‌ها ممکن است به روش‌های متفاوت نیاز داشته باشند. همیشه به توصیه‌های سازنده برای سرویس منظم و نگهداری این دستگاه‌ها توجه نمایید.

۷. برای جلوگیری از خراشیدگی به آرامی کووت را با پارچه بدون پرز و یا کاغذ لنز تمیزکنید. همیشه کووت را از سمت دیواره‌های مات در دست نگهدارید.
۸. محلول بلانک را در کووت بریزید و در محفظه نگهدارنده کووت قراردهید، به طوری که سمت شفاف در مسیر نور قرار گیرد.
۹. در محفظه را بیندید و با استفاده از پیچ کنترل بلانک دستگاه را روی صفر تنظیم کنید.
۱۰. کووت را از محفظه درآورید و محلول بلانک را به لوله آزمایش اولیه برگردانید.
۱۱. محلول استاندارد را در کووت ریخته و جذب را قرائت کنید.
۱۲. مرحله ۹ را تکرار کنید.
۱۳. جذب محلول نمونه را با همین روش قرائت نمایید.
۱۴. با استفاده از خوانده‌های جذب محلول استاندارد، منحنی کالیبراسیون رارسم کنید و غلظت محلول نمونه را با توجه به جذب از روی منحنی قرائت نمایید.
۱۵. بعد از استفاده، دستگاه را خاموش کنید و با روکش محافظ پوشانید.
۱۶. کووت را با آب مقطر شسته و خشک کنید و داخل پارچه نرم پیچیده و در جعبه کوچک برای جلوگیری از گرد و غبار و ایجاد خراش قراردهید.

## روش کار با دستگاه هموگلوبینومتر

فقط کاربرانی که آموزش لازم را دیده‌اند، می‌توانند با دستگاه کار کنند. این بخش روش کار با دستگاه اندازه‌گیری هموگلوبین یا **هموگلوبینومتر** قابل حمل و مجهز به منع نوری دیود و صفحه نمایش دیجیتال را توضیح می‌دهد. برای کار با مدل‌های دیگر ممکن است روش‌های متفاوت لازم باشد و توصیه‌های سازنده نیز همیشه باید اجرا شود.

۱. سیستم را به یک خروجی جریان الکتریکی (پریز) وصل و سوئیچ روشن را فعال کنید، یا از منبع انرژی داخلی دستگاه (باتری) استفاده کنید.

۲. سوئیچ روشن / خاموش را در وضعیت «روشن» قراردهید.
۳. نوع واحدی که به طور معمول مورد استفاده قرار می‌گیرد، انتخاب نمایید. برای مثال گرم در دسی‌لیتر.
۴. زمان لازم برای «آماده شدن دستگاه» در عرض چند ثانیه روی صفحه نمایش ظاهر می‌شود. برای مدل‌های دیگر ۱۵ دقیقه و یا مدت زمانی که پیشنهاد سازنده است، صبر کنید.

۵. تمام محلول‌ها شامل بلانک، استاندارد و نمونه‌ها را در جالوله‌ای بچینید.
۶. آنها را در اتاق به مدت ۱۰ دقیقه قراردهید تا به دمای اتاق برسند.

**تواتر: سالانه**

- آزمایش‌های زیر باید توسط تکنسین برق و یا مهندس برق انجام و نتایج ثبت و برای پیگیری در دسترس باشد.
۱. محل نصب دستگاه را از نظر ایمنی الکتریکی و زیرساخت فیزیکی بررسی نمایید.
  ۲. برای دستگاه‌هایی که از منبع تغذیه الکتریکی استفاده می‌کنند: الف) ولتاژ برق را بررسی نمایید که بیشتر از ۵٪ با ولتاژ مورد نیاز دستگاه تفاوت نداشته باشد.
  - ب) از قطبیت پریز برق مطمئن شوید.
  ۳. از کافی بودن فضای اطراف دستگاه برای کابل‌های ارتباطی و برقراری تهویه اطمینان حاصل نمایید.
  ۴. از محکم، سالم و تمیز بودن سطح میز اطمینان حاصل نمایید.
  ۵. دستگاه را دور از وسایلی که لرزش ایجاد می‌کنند و همچنین دور از تابش نور مستقیم خورشید، قرار دهید.
  ۶. مطمئن شوید که رطوبت زیاد، گرد و غبار و درجه حرارت بالا وجود ندارد.
  ۷. از عدم وجود منبع گاز و دود و تشعشعات خورنده در نزدیکی دستگاه اطمینان حاصل نمایید.

**نگهداری معمول**

به نگهداری کلی اسپکتروفوتومتر در فصل ۱۱ جهت نظافت هرگونه پاشیدگی مواد و یا تعویض باتری مراجعه فرمایید.

**استفاده و نگهداری از کووت**

کووت‌ها برای اندازه‌گیری دقیق باید به دقت تمیز شوند. نحوه تمیزکردن آنها در فصل ۱۱ توضیح داده شده است. توصیه‌های تکمیلی به شرح زیر است:

۱. کووت‌ها را از سمت دیوارهای مات که در مسیر عبور نور نیست، در دست نگهداری دارد.
۲. هیچ اندازه‌گیری بدون بلانک انجام ندهید. به جز مواردی که در دفترچه راهنمای ذکر شده باشد.
۳. یک کووت و یا مجموعه‌ای از کووت‌های مشابه را برای اینکه اندازه‌گیری‌ها با هم مطابقت داشته باشد، انتخاب کنید.

**نکته:** جذب آب مقطر در کووت‌ها نباید از ۰/۰۱ تجاوز کند. برای جلوگیری از ایجاد نتایج اشتباه، کووتی که جذب بیشتر از ۰/۰۱ دارد، نباید در مجموعه کووت‌های انتخابی برای اندازه‌گیری استفاده شود. مگر جذب آن با جذب یکی از کووت‌ها و اندازه‌گیری آب مقطر مشابه باشد.

**تواتر: هر روز**

۱. هرگونه ریختگی مواد در اطراف و روی دستگاه باید سریع تمیز شود.
۲. در پایان روز دستگاه را خاموش و یا از منبع تغذیه الکتریکی یا باتری قطع کنید.
۳. محفظه کووت را زمانی که استفاده نمی‌شود خالی، تمیز و در جعبه نگهداری کنید.
۴. دستگاه را بعد از استفاده با روکش محافظ بپوشانید.

**تواتر: هر زمان که لازم باشد**

۱. با توجه به توصیه‌های سازنده فیوز و لامپ‌های سوخته را تعویض نمایید.
۲. اگر دستگاه مشکل دارد، از یک مهندس تجهیزات پیشکی ذیصلاح کمک بگیرید.

**تواتر: ماهانه**

پنجره و یا صفحه جلو دستگاه باید بررسی و با پارچه‌های نرم لنز تمیز شود.

**تواتر: هر ۶ ماه**

۱. با مشاهده و با توجه به توصیه‌های سازنده از سالم بودن قسمت‌های مختلف دستگاه آگاه شوید.
۲. از عملکرد صحیح پیچ‌های کنترل، دکمه‌ها، قسمت‌های مکانیکی دستگاه و از تمیز بودن برچسب اسم آنها اطمینان حاصل نمایید.
۳. از تمیز و سالم بودن قطعات جانبی اطمینان حاصل نمایید.
۴. از موقعیت مهره‌ها و تنظیم بودن پیچ‌های دستگاه اطمینان حاصل نمایید.
۵. از سالم بودن رابطه‌ای الکتریکی و یکپارچگی آنها مطمئن شوید. اتصال صحیح آنها را کنترل کنید.
۶. چنانچه کاربرد دارد:
  - الف) از تمیز بودن و عدم وجود خوردگی در محل اتصال کابل‌های دستگاه اطمینان حاصل نمایید.
  - ب) از عدم وجود چسبندگی در کابل‌ها و یا کهنگی آنها اطمینان حاصل نمایید.
  - ج) از متناسب بودن سیم زمین(داخلی و خارجی) با الزامات الکتریکی اطمینان حاصل نمایید.
۷. مطمئن شوید کلید قطع و وصل، جعبه فیوز و چراغ‌های نشانگر قادر هرگونه گرد و خاک، کثیفی و خوردگی باشند.
۸. چنانچه سازنده توصیه نموده است، تنظیم بودن محل لامپ را کنترل کنید.

## فصل ۲۰ رنگ‌سنیج‌ها

۳ برای جلوگیری از آسیب به فتوسل، وقتی لامپ روشن است، اطمینان حاصل نمایید که فیلتر در شیار خاص خود قرار دارد. وقتی از دستگاه استفاده نمی‌شود، فیلترها را در جعبه مناسب نگهداری نمایید.

۴ وقتی دستگاه خنک و خاموش است، پنجره‌های نوری و فیلترها را با پارچه لنز و با توجه به توصیه‌های سازنده تمیز کنید.

### استفاده و نگهداری از منبع نوری

۱ برای افزایش طول عمر لامپ پس از هر بار استفاده آن را خاموش کنید. بعضی سازندگان پیشنهاد می‌کنند که مدت استفاده از یک لامپ ثابت و نگهداری شود.

۲ لامپ را دوره‌ای کنترل کنید. اگر لامپ سبب ناپایداری سیگنال جذب است، آن را جایگزین کنید.

### تنظیم موقعیت لامپ

مراحل زیر برای تنظیم لامپ‌های نور است. برای مشخصات خاص هر مدل دستگاه به دفترچه راهنمای سازنده مراجعه نمایید.

تنظیم موقعیت لامپ نو به ترتیب زیر است:

۱. یک کووت تمیز حاوی آب مقطر را در محفظه قرار دهید.

۲. عقریه را وسط صفحه مقیاس برای مثال ۵۰٪ میزان عبور نور تنظیم کنید.

۳ هر یک از قطعات نوری را به آرامی و به ترتیب حرکت دهید و اثر آن را روی خوانده‌ها کنترل کنید.

۴ اگر نیاز است، لامپ را برای حداکثر میزان عبور نور تنظیم کنید.

۵ با استفاده از روش دیگر، کارت سفیدرنگ را مقابل فتوسل قرار دهید (بعضی دستگاه‌ها اجازه این کار را می‌دهند). تصویر لامپ را روی کارت مشاهده نمایید که باید عمودی و در مرکز باشد. در غیر این صورت، لامپ را تنظیم نمایید تا بهترین تصویر حاصل شود.

۶. حباب‌های موجود در محلول را با ضربه آهسته انگشتان به کووت خارج نمایید.

۷ مطمئن شوید که سطح محلول در کووت به اندازه کافی بالاتر از شعاع نور است به طوری که بازتاب نور از سطح با قرائت جذب محلول تداخل ایجاد نماید.

۸ تمام محلول‌ها و نمونه‌ای که اندازه گیری می‌شود، باید شفاف باشند. اگر محلول ترکیبی و نمونه کدر است، اندازه گیری پس از تأیید تمیزی و شفافی کووت باید تکرار شود.

۹ اگر آزمایش‌های کنตیک طی مدت زمان طولانی انجام می‌شوند، کووت را برای جلوگیری از تبخیر محلول داخل آن با پارافیلم بپنديد تا از ایجاد قرائت‌های بالا جلوگیری شود.

۱۰ وقتی تعداد نمونه‌ها زیاد است، صفر دستگاه را هر ۵ تا ۱۰ نمونه با استفاده از قرائت محلول بلانک دوباره تنظیم کنید تا از ایجاد انحراف صفر دستگاه جلوگیری شود.

۱۱ کووت را داخل دستگاه باقی نگذارید.

۱۲ اگر از کووت‌های نسبتاً کوچک و یا کوچک استفاده می‌کنید، از صحیح قرارگرفتن آن در محفظه اطمینان حاصل نمایید تا از ایجاد «قرائت نادرست» درنتیجه بازتاب قسمتی از نور جلوگیری شود.

۱۳ کووت‌ها را در یک جعبه عاری از گرد غبار برای جلوگیری از آسیب و خراش نگهداری کنید. کووت‌های آسیب‌دیده سبب ایجاد اندازه گیری‌های نادرست می‌شوند.

### استفاده و نگهداری از فیلترهای نوری

۱. فیلترهای متحرک را طوری با دست نگهدارید تا از آلودگی‌های احتمالی جلوگیری شود.

۲. فیلترهای یدک را برای جلوگیری از شکستن یا ایجاد خراش در جعبه عاری از گرد و غبار نگهداری نمایید.

جدول مشکل‌یابی رنگ‌سنج‌ها در زیر ارائه شده است. با توجه به گوناگونی مدل این دستگاه‌ها، دستورالعمل‌های زیر از اولویت برخوردار هستند:

۱. همیشه از دفترچه راهنمای سازنده استفاده نمایید.

۲. اگر دستگاه روش نمی‌شود، و در صورتی که کاربرد دارد، مدار جریان برق، پریز و باتری را کنترل کنید.

۳. در صورت بروز مشکل جدی، از مهندس تجهیزات پزشکی ذیصلاح کمک‌بگیرید.

## جدول مشکل‌یابی

### رنگ‌سنج‌های خودکار

مشکل	علت محتمل	راه حل
رنگ‌سنج شروع به کار نمی‌کند.	سوئیچ روشن / خاموش در وضعیت خاموش است. جریان الکتریکی در خروجی پریز منع تغذیه وجود ندارد. اتصال کابل برق به پریز را متحكم کنید.	سوئیچ روشن / خاموش در وضعیت خاموش است. از اتصال کامل سیم برق و از این‌منی آن اطمینان حاصل نمایید.
صفحه کلید یا دکمه‌ها فعال نیستند.	آماده‌سازی دستگاه پس از روشن کردن کامل نبوده است. در زمان شروع دکمه اشتباہی فعال شده است.	دستگاه را خاموش و دوباره روشن کنید.
در دستگاه جریان الکتریکی وجود ندارد.	روشن کردن دستگاه به طور کامل انجام نمی‌شود. اتصال کابل رابط خوب نیست.	دستگاه را خاموش و دوباره روشن کنید. از اتصال کامل کابل اطمینان حاصل کنید.
قرائت صفحه نمایش مشکل است.	دکمه کنترلاس تنظیم نیست. سیم نوری صفحه سوخته است.	دکمه کنترلاس را تنظیم کنید. از نماینده شرکت کمک‌بگیرید.
چاپگر قفل است.	کاغذ در چاپگر گیر کرده است.	کاغذ اضافی را با پنس باریک درآورید. کاغذ را درآورده و دستگاه را دوباره روشن کنید.
کاغذ چاپگر به صورت خودکار جایه‌جا نمی‌شود.	کاغذ چاپگر نامناسب استفاده شده است. لبه کاغذ تا خورده است و یا تنظیم نیست.	رول کاغذ را دوباره جاگذاری نمایید. ببزید و مجدد قرار دهید.
کووت در محفظه نگهداری نمونه قرار نمی‌گیرد.	اندازه کووت مناسب نیست. تنظیم کووت صحیح انجام نشده است.	از کووت پیشنهادی سازنده با اندازه صحیح استفاده نمایید. محل کووت و تنظیم آن را تصویح نمایید.
خوانده‌ها ثابت نیستند.	در مسیر نور تداخل وجود دارد.	از سالم و بدون خراش بودن کووت اطمینان حاصل کنید. از نبودن ذرات ریز شناور در کووت اطمینان حاصل کنید. دیواره‌های شفاف کووت را با پارچه نرم تمیز کنید.
قرائت‌ها منفی است. جذب وجود ندارد.	نمونه‌ای در کووت نیست. کووت به طور صحیح در محل جاگذاری نشده است. دیواره‌های شفاف کووت باید در مسیر نور باشد.	از موقعیت کووت در محل جاگذاری نمایید. انتخاب نمایید.
	طول موج نادرست انتخاب شده است.	طول موج صحیح را با توجه به نمونه مورد آزمایش انتخاب نمایید.
	دستگاه به جای استاندارد با نمونه کالیبر شده است.	دستگاه را با آب مقطر و یا با محلول استاندارد کالیبر کنید.

## فصل ۲۰ رنگ‌سنچ‌ها

### رنگ‌سنچ‌های غیرخودکار

مشکل	علت محتمل	راه حل
لامپ دستگاه روشن نمی‌شود.	لامپ رشته‌ای سوخته است.	لامپ را تعویض کنید.
فیوز اینمی سوخته است.	در لامپ مقاومت وجوددارد.	فیوز را تعویض کنید.
ولتاژ لامپ صحیح نیست.	ولتاژ را کترول و محل اتصال را بررسی نمایید.	لامپ را تعویض کنید.
مقادیر خوانده‌ها در صفحه نمایش و یا گالوانومتر پایین است.	منبع نور مشکل دارد.	فتوسل معیوب و یا کثیف است.
سیستم تقویت‌کننده شعاع نور معیوب است.	ولتاژ لامپ باین است.	سیستم تقویت‌کننده را تعمیر و یا تعویض نمایید.
چون این دستگاه‌ها از اصول پایه فتومنتر پیروی می‌کنند، مفاهیم مشابه در فصل ۱۱ آمده است.	ولتاژ را تنظیم نمایید.	فتوسل را تعویض و یا تمیز کنید.

### تعاریف پایه

چون این دستگاه‌ها از اصول پایه فتومنتر پیروی می‌کنند، مفاهیم مشابه در فصل ۱۱ آمده است.



# Bibliography

American Society for Testing and Materials, Annual book of Standards 1994. *Water Hardness Determination*. Method ASTM D1126-92.

Aston, R., *Principles of Biomedical Instrumentation and Measurement*, Merrill Publishing Company, 1990.

Blues, J., Bayliss, D., Buckley, M., *The calibration and use of piston pipettes*, National Physical Laboratory, Teddington, Middlesex, UK, 2004 ([www.npl.co.uk](http://www.npl.co.uk)).

Carter J., Lema O., *Practical Laboratory Manual for Health Centres in Eastern Africa*, AMREF, 1994.

Cheesborough, Monica, *District Laboratory Practice in Tropical Countries*, Part 1, Tropical Health Technology, UK, 2005.

*Class II (Laminar Flow) Biohazard Cabinetry*, NSF International Standard, NSF-49-1992.

Gordon, J., Sonntag, R., *Fundamentals of Classical Thermodynamics*, New York, John Wiley and Sons, 2<sup>nd</sup> Editions, 1976.

*Guidelines for calibration in laboratories*, Drinking water Inspectorate by LGC (Teddington) TLTD, December 2000.

Fitzgerald, A., Kingsley, C., Kusko, A., *Electric Machinery*, Mc Graw Hill Co., 1971.

*HealthCare Product Comparison System*, ECRI, 2002.

Holman, J., *Heat Transfer*, New York, Mc Graw Hill Co., 1972.

Johns, Warren L. *Selection of basic laboratory equipment for laboratories with limited resources*, World Health Organization, 2000.

Lobkowicz, F., Melissinos A., *Physics for Scientist and Engineers*, vol. 2, Philadelphia. W.B. Saunders Company, 1975.

*Maintenance and repair of laboratory equipment, hospital and diagnostic by image*, Geneva, WHO, 1996.

*Manual for Basic Techniques for a Health Laboratory*. WHO, Geneva 2<sup>nd</sup>. Edition, 2003.

*Manual on the management, maintenance and use of blood cold chain equipment*, WHO, Geneva, 2005.

*Primary Containment for Biohazards: Selection, Installation and Use of Biological Safety Cabinets*, Washington DC U.S. Department of Health and Human Services, Center for Disease Control and Prevention and National Institute of Health, 2<sup>nd</sup>. Edition, 2000.

Ram S., Lamba, De La Cuétara, R., *Locally Produced Low Cost Equipment Project*, UNESCO-IUPAC.

*The blood cold chain, guide to the selection and procurement of equipment and accessories*, WHO, Geneva, 2002.

*The Laboratory Safety Guidelines*, Public Health Agency of Canada.

*The microscope, A Practical Guide*, New Delhi, India, WHO, Regional Office for South-East Asia, 1999.

*Universal Medical Devices Nomenclature System™ (UMDNS)*, Product category Thesaurus, ECRI, 5200 Butler Pike, Plymouth Meeting, PA, USA 2000.





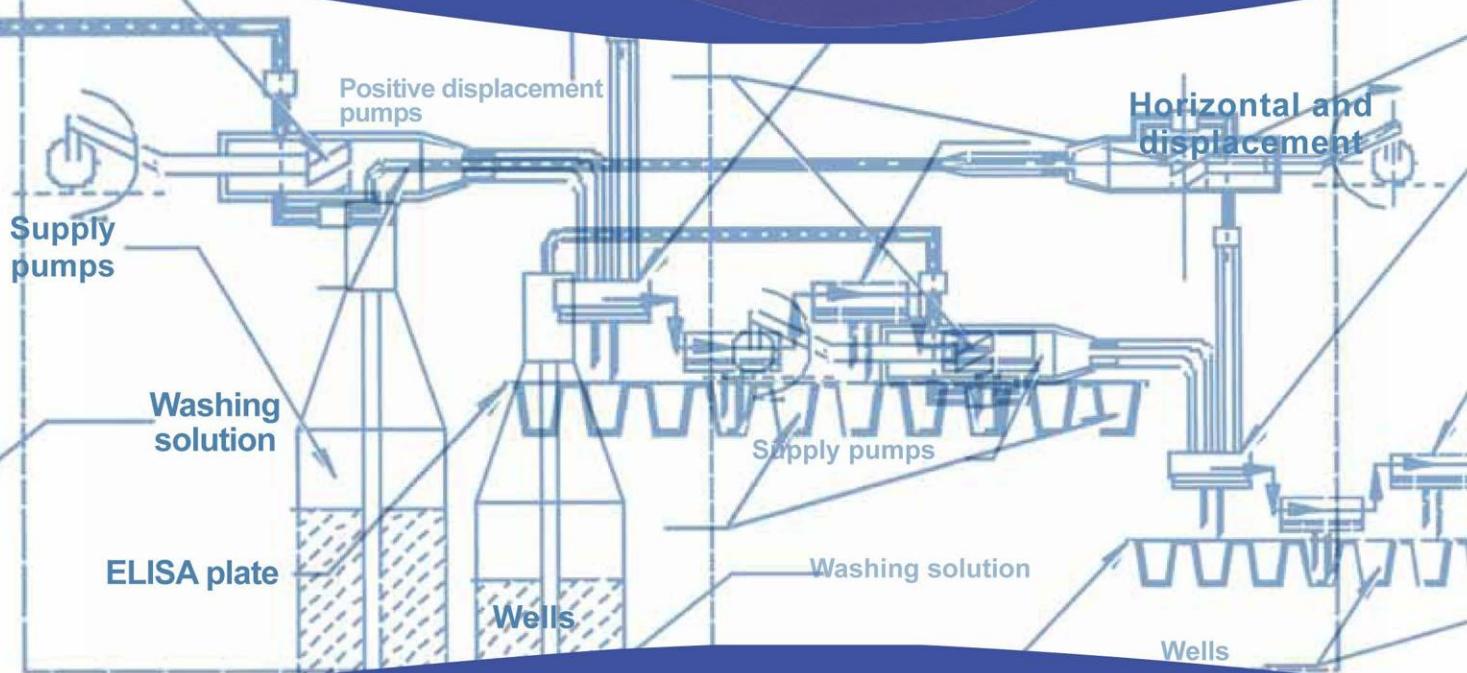
Diagnostics and Laboratory Technology  
World Health Organization  
20 Avenue Appia  
CH-1211 Geneva 27  
Switzerland  
E-mail: diagnostics@who.int  
www.who.int/diagnostics\_laboratory



# MAINTENANCE MANUAL

*For Laboratory Equipment*

2nd Edition



ISBN: 978-964-359-283-7



9 789643 592837



سیداپ پرینتینگ  
۰۳۱۲-۰۸۰۰-۰۳۱۰  
sedapublishing@gmail.com