



دانشگاه علوم پزشکی تهران  
معاونت بهداشت

تجهیزات آزمایشگاه جامع بهداشت  
محیط و حرفه ای

## ۱- کروماتوگراف مایع باکارایی بالا (HPLC)



دستگاه کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (HPLC) ، مهم‌ترین و متداول‌ترین روش کروماتوگرافی است که برای جداسازی، شناسایی و اندازه‌گیری مقادیر کم از مواد مخصوصا مواد غیرفرار مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این روش جداسازی با استفاده از ستون‌های کروماتوگرافی صورت می‌گیرد.

ستون کروماتوگرافی مرکز جداسازی اجزای نمونه در کروماتوگرافی مایع است. این ستون لوله‌ای فلزی است که با ذرات بسیار ریز از جنس خاک دیاتومه یا ذرات سیلیکا (به عنوان فاز ساکن) پر شده است. حلال و نمونه حل شده با اعمال فشار از داخل ستون عبور داده می‌شود. اساس جداسازی مواد در ستون HPLC، توزیع آن‌ها بین حلال و فاز ساکن ستون است. ستون‌ها بسته به جنس محتوا و قطبیت و طول دارای انواع بسیار متنوعی هستند. به منظور شناسایی ترکیبات، آشکارسازهای مختلفی می‌تواند در این سیستم استفاده شود که متداولترین آن‌ها آشکارساز Uv-Vis است. از آشکارسازهای دیگر می‌توان به آشکارساز فلورسانس (FL) و هدایت سنجی و ضریب شکست اشاره کرد.

سازگاری روش آنالیزی HPLC با بسیاری از متدهای آماده‌سازی نمونه، آنالیزهای قابل اعتماد با دقت و صحت بالا و نیز قابلیت آنالیز طیف وسیعی از ترکیبات از جمله ترکیبات قطبی، یونی، غیرفرار، حساس به دما و سنگین این روش را به روشی محبوب و پرکاربرد در حوزه آنالیز مواد بدل کرده است.

از جمله کاربردهای این دستگاه می‌توان به آنالیز باقی‌مانده سموم و حشره‌کش‌ها، پروتئین‌ها، اسیدهای آمینه، کلسترول، انواع ویتامین، آنالیز آلاینده‌های زیست محیطی در آب و پساب، آنالیز ترکیبات دارویی در مرحله تحقیق ، تولید، کنترل و تضمین کیفیت و نیز در مایعات بیولوژیکی اشاره کرد.

- جداسازی و شناسایی ترکیبات آلی در نمونه مجهول
- اندازه‌گیری سموم مختلف در محیط
- آنالیز مواد غذایی
- آنالیز کمی و کیفی ترکیبات دارویی
- جداسازی و تشخیص پروتئین‌ها و مولکول‌های زیستی

- کنترل استانداردهای داروها، سموم و مواد غذایی
- تشخیص و شناسایی مایعات غیر فرار
- کاربرد برای اسیدهای آمینه، جداسازی، خالص سازی و شناسایی پروتئین ها (همچنین تحقیقات پروتومیک)، اسیدهای نوکلئیک، هیدروکربنها، داروها، ترپنوئیدها، حشره کش ها، آنتی بیوتیکها، استروئیدها، گونه های آلی و گروهی از مواد گوناگون معدنی و همچنین در برخی از آزمایش های مربوط به تعیین غلظت داروها.
- مقایسه ساختارهای پروتئین های مختلف
- تعیین ساختار پلیمرها
- راندمان جداسازی بیشتر نسبت به سایر روشهای کروماتوگرافی

## ۲- کروماتوگراف یونی (IC)



کروماتوگراف یونی (IC) دستگاهی است که به منظور جداسازی، شناسایی و اندازه گیری کمی کاتیون ها و آنیون های معدنی و آلی طراحی شده است. اساس کار این دستگاه جداسازی بر روی ستون کروماتوگرافی و اندازه گیری با یک دتکتور دقیق و حساس است. در این دستگاه برای جداسازی آنیون ها و کاتیون ها به ترتیب

از ستون های تعویض کاتیونی و آنیونی استفاده می شود. یکی از دتکتورهای مورد استفاده در دستگاه IC، دتکتور هدایت سنجی است که از جمله دتکتورهای بسیار حساس بوده و امکان تشخیص غلظت های کم مواد را فراهم می آورد. با استفاده از دستگاه IC امکان انجام آنالیزها در زمان کمتر و نیز حد تشخیص بالاتری نسبت به سایر روش ها وجود دارد. دقت کار کروماتوگرافی یونی، آن را به دستگاهی ایده آل جهت آنالیزهای روتین آب مبدل کرده است. در بسیاری از پایش های زیست محیطی اندازه گیری آنیون های نظیر برم، کلر، فلوئور، نترات، نیتريت، فسفات و سولفات و غیره و نیز کاتیون هایی مانند سدیم، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، آمونیوم و غیره دارای اهمیت می باشد. اندازه گیری یون های فوق با دستگاه IC در زمان کمتر و نیز دقت و صحت بالاتری نسبت به روش شیمی تر انجام می شود. حذف مزاحمت ها و نیز توانایی آنالیز مقادیر کم آنیون هایی همچون نترات و سولفات در حضور مقادیر زیاد کلر از جمله دیگر کاربردها و مزایای استفاده از این دستگاه می باشد.

از دیگر کاربردهای این دستگاه می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- اندازه گیری آنیون ها و کاتیون ها در حلال های آلی
- اندازه گیری سیانور در آب، هوا و حلال های آلی
- اندازه گیری قندها و کربوهیدرات ها
- اندازه گیری آمین ها
- اندازه گیری آمینو اسیدها

### ۳- کروماتوگراف گازی - طیف سنج جرمی (GC-MS)



کروماتوگرافی گازی (GC) یک روش فیزیکی برای جداسازی و اندازه گیری ترکیبات فرار بر اساس نقطه جوش آنها می باشد. دستگاه طیف سنج جرمی (MS) نیز یکی از کاربردی ترین سیستم های تجزیه ای است. این دستگاه با ایجاد یون های باردار به بررسی نسبت جرم به بار ( $m/z$ ) مولکول ها یا اجزای آنها با استفاده از میدان های الکتریکی و مغناطیسی

می پردازد. ترکیب روش GC به عنوان روش جداسازی و تکنیک MS به عنوان روش شناسایی ترکیبات، ابزاری قدرتمند، موثر و پرکاربرد برای آنالیز ایجاد می کند که امکان تشخیص دقیق و سریع و قابل اعتماد ترکیبات را فراهم می آورد.

از زمینه های کاربردی دستگاه GC-MS میتوان به موارد زیر اشاره کرد:

- شناسایی کمی و کیفی ترکیبات آلی با فراریت زیاد مانند ترکیبات هالوژن دار، BTEX ها و هیدروکربن ها در آب، پساب و هوا
- داروسازی: تحقیقات، تولید، کنترل کیفیت و تضمین کیفیت
- مطالعات زیست محیطی
- سموم و آفت کش ها
- آلاینده ها
- بررسی دوپینگ های ورزشی
- صنایع غذایی
- صنایع عطر و اسانس

- مطالعات بیولوژیکی بدن
- بیوتکنولوژی
- بیوشیمی
- آرایشی و بهداشتی
- صنایع نفت و پتروشیمی

#### ۴- کروماتوگراف مایع - طیف سنج جرمی - طیف سنج جرمی (LC-MS/MS)



سیستم کروماتوگراف مایع- اسپکترومتر جرمی یا به اختصار LC-MS یکی از ابزارها و روش‌های جداسازی و تجزیه‌ای است. ترکیب کروماتوگرافی مایع و طیف سنج جرمی اولین بار در سال ۱۹۶۷ گزارش شد و اولین دستگاه LC-MS در سال ۱۹۸۰ معرفی گردید. قابلیت‌های این سیستم در تحلیل کمی و کیفی مواد موجب

شده است که LC-MS به عنوان یک ابزار قدرتمند تجزیه‌ای به سرعت جایگزین کروماتوگراف‌های مایع شود. در این دستگاه توانایی جداسازی کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (HPLC) و طیف سنج جرمی (MS) با هم ترکیب شده‌اند. بنابراین بسیاری از ترکیبات غیرفرار، ناپایدار حرارتی، قطبی، یونی و مولکول‌های بزرگ که امکان شناسایی و آنالیز آن‌ها با دستگاه GC-MS وجود ندارد، با این روش قابل آنالیز هستند. در این سیستم ابتدا اجزای نمونه در کروماتوگراف مایع LC تفکیک شده و سپس برای شناسایی وارد قسمت اسپکترومتر جرمی MS می‌شوند. در بخش MS آنالیت‌ها ابتدا به یون‌های باردار تبدیل شده و سپس شناسایی می‌شوند.

از زمینه‌های کاربردی LC-MS/MS می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- تعیین جرم مولکولی مواد
- آنالیز کمی و کیفی مواد
- شناسایی مقادیر بسیار جزئی آنالیت در نمونه‌های با بافت پیچیده
- داروسازی، کشف و طراحی دارو
- آنالیز پپتیدها و الیگوساکاریدها
- مطالعات زیست محیطی

- آلاینده‌ها
- آفت کش‌ها
- صنایع غذایی
- بیوتکنولوژی
- بیوشیمی
- سم شناسی
- مواد آرایشی و بهداشتی
- پتروشیمی
- موارد جنایی و پزشکی قانونی

## ۵- طیف بینی فرابنفش-مرئی (Uv-Vis Spectroscopy)



طیف‌بینی فرابنفش-مرئی یا اسپکتروسکوپی UV-Vis از جمله پرکاربردترین روش‌های آنالیز مواد شیمیایی است. اساس این روش بر این مبنا است که هر یک از ترکیبات شیمیایی، نور را در طول موج‌های خاصی جذب می‌کنند یا عبور می‌دهند. در این روش شدت نور عبوری از نمونه اندازه‌گیری شده و سپس این مقدار با شدت نور اولیه در عدم حضور نمونه مقایسه می‌گردد. به این ترتیب میزان نور جذب شده توسط نمونه‌ی مورد نظر به دست می‌آید. این روش همچنین می‌تواند برای اندازه‌گیری غلظت یک ماده شیمیایی شناخته شده مورد استفاده قرار گیرد.

دستگاه اسپکتروسکوپی UV-Vis در بیشتر آزمایشگاه‌ها برای شناسایی و اندازه‌گیری ترکیبات آلی و غیرآلی برای محدوده وسیعی از محصولات و فرآیندها شامل پروتئین‌ها، نوکلئیک اسیدها، مواد غذایی، دارو و کود، محصولات پتروشیمی، آنالیزهای آب، رنگ‌ها و اسانس‌ها به کار می‌رود. محدوده طیفی این دستگاه ۲۰۰-۷۷۰ nm است. حضور اسپکتروفوتومترها برای بیشتر رشته‌ها اعم از بیولوژی مولکولی، داروسازی، صنایع غذایی و کشاورزی و غیره به منظور کنترل‌های روزانه و نیز تحقیق و توسعه ضروری است.



## ۶- کدورت سنج

### (Turbidimeter)



کلمه کدورت برای توضیح ظاهر مات یا شیری محیط‌های جامد یا مایع مانند آب آشامیدنی، آب فاضلاب، نوشابه، آب میوه، شیشه و کاغذ مورد استفاده می‌گیرد. کدورت توسط ذراتی که باعث پخش و یا جذب نور عبوری شوند، ایجاد

می‌شود. در اصطلاح فیزیکی کدورت متناسب با ذرات پراکنده معلق با ابعاد مختلف و/یا جذب شدن نور توسط اجزای محیط است. دستگاه کدورت سنج مقدار کدورت محلول‌ها و نیز جامدات را اندازه می‌گیرد. این دستگاه با استفاده از یک منبع نور مادون قرمز، نور پخش شده توسط نمونه را در زاویه ۹۰ درجه اندازه‌گیری می‌کند. این دستگاه در تصفیه آب و فاضلاب، صنایع غذایی و نوشیدنی، صنایع پتروشیمی و غیره کاربرد دارد. این سیستم به دو صورت رومیزی و پرتابل وجود دارد.

## ۷- هدایت سنج (Conductometer)



از جمله عوامل مهم در هر نمونه محلول، به ویژه نمونه های آب و پساب، سیالات بیولوژیکی، نوشیدنی‌های دارویی و غذایی و غیره، هدایت الکتریکی یا رسانایی الکتریکی است. رسانایی الکتریکی یک محلول، به غلظت یون‌های (کاتیون‌ها و آنیون‌ها) موجود در آن، نوع یون‌های موجود در آن و به درجه حرارت، بستگی دارد. هر چه میزان نمک، اسیدیته یا قلیائیت بیشتر باشد، مقدار هدایت محلول بالاتر است. میزان هدایت الکتریکی محلول‌ها توسط دستگاهی به نام هدایت سنج اندازه‌گیری می‌شود.

این دستگاه با اندازه‌گیری مقاومت الکتریکی محلول در برابر عبور جریان الکتریکی، رسانایی الکتریکی را محاسبه می‌کند. رسانایی الکتریکی با مقاومت الکتریکی رابطه عکس دارد. هرچه تعداد یون‌های موجود در محلول بیشتر باشد مقاومت محلول در برابر عبور جریان کمتر و در نتیجه رسانایی آن بالاتر خواهد بود. اندازه‌گیری هدایت الکتریکی از جمله مواردی است که به صورت روزمره در بسیاری از آزمایشگاه‌ها صورت می‌گیرد. از جمله موارد نیاز

ضروری به اندازه‌گیری هدایت الکتریکی محلول می‌توان به تصفیه آب، آکواریوم‌ها، کشاورزی و رشد گیاهان، کاغذسازی، استخرهای پرورش ماهی، صنعت آبکاری و غیره اشاره داشت.

## ۸- دستگاه اندازه‌گیری اکسیژن بیولوژیکی (BOD)



BOD (Biochemical oxygen demand) یا میزان

اکسیژن خواهی بیولوژیکی از فاکتورهای بسیار مهم در تعیین روش و تجهیزات مورد نیاز برای تصفیه آب است و در اغلب تصفیه خانه‌های فاضلاب به عنوان شاخصی از میزان آلودگی آب در نظر گرفته می‌شود. این پارامتر مقدار اکسیژن مورد نیاز توسط باکتری‌های هوازی و دیگر میکروارگانیسم‌ها برای تجزیه مواد آلی می‌باشد. لذا هرچه مقدار آلودگی مواد آلاینده و آلی موجود

در آب و فاضلاب بیشتر باشد، مقدار BOD نیز به همان میزان افزایش پیدا خواهد کرد. مقدار اکسیژن خواهی بیولوژیکی با استفاده از دستگاه BOD متر قابل اندازه‌گیری است.

## ۹- دستگاه اندازه‌گیری میزان تقاضای شیمیایی اکسیژن (COD Meter)



COD (Chemical Oxygen Demand) و یا همان اکسیژن مورد

نیاز برای اکسیداسیون یکی از مهمترین پارامترها برای سنجش میزان آلودگی آب است. مواد شیمیایی قابل ترکیب با اکسیژن (مانند مواد شیمیایی احیا کننده) که وارد آب طبیعی شده‌اند یک واکنش شیمیایی اکسیداسیون از خود نشان می‌دهند. این نوع واکنش‌های شیمیایی باعث ایجاد نیاز شیمیایی به اکسیژن می‌شوند که COD نامیده می‌شود. این آلودگی ناشی از مواد خارجی وارد شده در آب به صورت معلق و یا محلول است که موجب آلودگی آب و

تولید فاضلاب می‌شوند و در نتیجه هرچه مقدار COD بیشتر باشد میزان مواد موجود در آب که باعث آلودگی آب شده است بیشتر است.



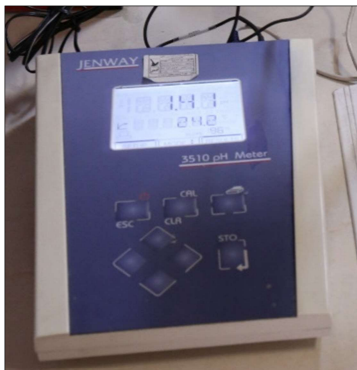
## ۱۰- کوره مافلی



کوره مافلی به کوره‌ای گفته می‌شود که دارای محفظه‌ای با آجر نسوز بوده و المنت داخل آجر نسوز قرار گرفته است و گرما از طریق دیواره به داخل محفظه منتقل می‌شود. به دلیل در تماس نبودن المنت با بخارات و گازهای متصاعد شده از مواد داخل محفظه، المنت کوره مافلی طول عمر بیشتری دارد. همچنین کوره‌های مافلی دارای عایق سرامیکی نسوز هستند که موجب صرف‌جویی در مصرف انرژی، سرعت گرمایش بالاتر و افزایش طول عمر المنت می‌شود. این کوره دارای قابلیت‌هایی چون تنظیم دما و زمان و نیز برنامه‌ریزی و تنظیم شیب حرارتی است.

گروهی از صنایع آزمایشگاهی مانند صنایع پزشکی، دارویی، آزمایشگاه متالورژی، آزمایشگاه صنایع غذایی و دارویی، آزمایشگاه دانشگاهی، آزمایشگاه صنایع شیمی و مواد، آزمایشگاه صنایع نفت و گاز کالیبراسیون، آزمایشگاه صنایع قطعه و خودرو سازی، آزمایشگاه صنایع ذوب و صنایع سرامیک و ... نیز به این نوع کوره ها نیاز دارند.

## ۱۱- pH متر



pH متر از جمله وسایل آزمایشگاهی بسیار رایج و پرکاربرد در آزمایشگاه‌های شیمی و بیولوژیکی است. این دستگاه با اندازه‌گیری پتانسیل الکتریکی بین الکترود مرجع و الکترود داخل محلول، میزان pH را محاسبه می‌کند. pH معیاری از غلظت  $H^+$  است و می‌تواند به صورت مستقیم به عنوان معیاری برای سنجش میزان اسیدی یا بازی بودن محلول مورد استفاده قرار گیرد. سنجش میزان اسیدی یا بازی بودن محلول‌ها در بسیاری از آزمایشگاه‌ها و صنایع، همچون صنایع داروسازی، صنایع غذایی، کشاورزی، دامپروری و پرورش آبزیان، تصفیه‌خانه‌ها و غیره لازم و ضروری است.

## ۱۲- اتوکلا



اتوکلاو که به نام استریل کننده نیز شناخته می شود، دستگاهی برای استریل کردن ابزارهای پزشکی و آزمایشگاهی در فشار و دمای بالا با استفاده از بخار آب است. استریل کردن فرایندی است که در آن میکروارگانیسمها و عوامل انتقال دهندهی آنها از جمله قارچها، باکتریها، ویروسها و غیره باز سطح وسایل پاکسازی می شوند. از این وسیله همچنین می توان برای انجام واکنشهایی شیمیایی که به شرایط فشار و دمای خاصی نیاز دارند استفاده کرد.

## ۱۳- حمام فراصوت



حمام فراصوت از جمله دستگاههایی است که کاربردهای متنوعی در آزمایشگاهها و صنایع مختلف دارد. در این دستگاه از امواج فراصوت برای تحریک آب داخل حمام و سایر مواد یا وسایل غوطه ور در آن استفاده می شود. از این وسیله برای پاک کردن و حذف آلودگیهای چسبیده به سطوح مختلف، ضد عفونی کردن، گاز زدایی فاز متحرک HPLC، همگن کردن مخلوطها و مخلوطها و استخراج مواد از بافت نمونههای گوناگون و غیره استفاده می گردد.

## ۱۴- ترازوی حساس الکتریکی



ترازوهای الکتریکی جز تجهیزاتی است که در هر آزمایشگاهی به صورت قطعی وجود دارد. از این وسیله برای توزین مواد شیمیایی در ابعاد میلی گرم و گرم استفاده می شود.

## ۱۵- سانتریفیوژ یخچالدار سرعت بالا



سانتریفیوژ دستگاهی است که با استفاده از نیروی گریز از مرکزی باعث جداسدن و ته نشین شدن ذرات معلق یا مواد غیر قابل امتزاج محلولها با وزنها یا چگالی های مختلف شود. این دستگاه کاربردهای زیادی در آزمایشگاهها و صنایع مختلف دارد. از جمله کاربردهای این تکنیک می توان به کاربرد آن در صنایع قند و شکر، جداسازی چربی از شیر، صنایع دارویی، جداسازی پلاسمای خون، جداسازی انواع ویروسها از خون، غنی سازی

اورانیوم، کاربرد در صنایع فضایی، جداسازی محلولهای غیر قابل امتزاج در علم شیمی و بسیاری موارد دیگر اشاره کرد. کاربرد این دستگاه در حدی رایج است که کمتر آزمایشگاهی را می توان بدون سانتریفیوژ تصور کرد. سانتریفیوژها هنگام چرخش با سرعت بالا و زمان طولانی تولید گرما می کنند. نوع یخچالدار سانتریفیوژ برای مواد و ترکیبات حساس به حرارت طراحی شده است.

## ۱۶- انکوباتور



انکوباتور دستگاهی است که برای کشت سلولی و رشد و نگهداری میکروبی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این دستگاه دما، رطوبت و دیگر شرایط لازم برای ارگانیسم‌های زنده را در حالت بهینه نگه می‌دارد. یکنواختی دمای داخل محفظه‌ی انکوباتور از عوامل مهمی است که باید به آن بسیار دقت شود. این وسیله در تقریباً تمام آزمایشگاه‌های فعال در زمینه زیست‌شناسی سلولی و مولکولی و میکروبیولوژی مورد استفاده قرار می‌گیرد.



## ۱۷- فور یا آون

فور یا آون وسیله است که برای استریل کردن یا خشک کردن وسایل شیشه‌ای یا فلزی آزمایشگاه استفاده می‌شود. معمولاً در بدنه‌ی آون‌ها از یک عایق استفاده شده که موجب صرفه جویی در مصرف انرژی و سرعت گرمایش بیشتر آون می‌شود. داخل برخی از انواع آون یک فن وجود دارد که موجب یکنواختی توزیع حرارت داخل آون می‌شود. دمای قابل اعمال آون‌ها معمولاً از ۴۰ تا ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد است.

## ۱۸- بن ماری (water Bath)

بن ماری یا حمام آب دستگاهی است که دارای یک حوضچه استیل پر از آب است و امکان قرار دادن ظروف مختلف آزمایشگاهی درون آن وجود دارد. حرکت همرفتی گرما در آب علاوه بر اینکه سبب ایجاد حرارت یکنواخت و قابل کنترل در آن می‌شود، از برخورد مستقیم حرارت شعله به مواد شیمیایی و بیولوژیکی نیز جلوگیری می‌کند.

محدوده ی دمایی این حمام ها معمولا تا ۶۰ درجه سانتیگراد است. این وسیله برای انجام تست های سرم شناسی، آزمایش های سرولوژیک، ترکیب مواد آگلوتیناسیون، تست های دارویی و تست های بیوشیمی به کار گرفته می شود.

## ۱۹- هیتر استیرر

هیتر استیرر یکی از تجهیزات عمومی آزمایشگاه است که برای اعمال دما و هم زدن خودکار مایعات داخل ظروف آزمایشگاهی استفاده می شود. این دستگاه قابلیت تنظیم دما و نیز دور چرخش را دارد. برای استفاده از همزن مغناطیسی دستگاه نیاز است تا یک قطعه آهنربای مخصوص پوشش داده شده با PTFE (مگنت) داخل ظرف مورد نظر انداخته شود و سپس با روشن کردن بخش همزن مغناطیسی، عمل همزدن خودکار صورت می گیرد.