

به نام خدا

نام استاد: جناب آقای تفتی

نام کردآورنده: امیر حسین حسین نیا

زمان کلاس: دوشنبه ساعت 16:30

سانتریفیوژ:

دستگاه سانتریفیوژ که به آن سانتریفیوژ آزمایشگاهی نیز می گویند، جزو تجهیزات آزمایشگاهی می باشد، از مهم ترین و پرکاربردترین وسایل موجود در انواع آزمایشگاه های تشخیص طبی، بیوشیمی، کلینیکی و تحقیقاتی، فیزیک، میکروبیولوژی، سلولی،

تعیین گروه خون، هماتولوژی، بافت شناسی، زیستی و صنعت

داروسازی، پلیمری، غذایی،

آشامیدنی و غیره می باشد، از این

رو به طور کلی به آن سانتریفیوژ

آزمایشگاهی نیز می گویند.

سانتریفیوژ های آزمایشگاهی دارای

یک موتور هستند، بر اساس نیروی

گریز از مرکز عمل می کنند و با

سرعت بالایی (حدود ۱۰۰۰ تا

۲۰۰۰۰ دور در دقیقه) نمونه ها را

حول محور ثابتی به چرخش در می

آورند تا جداسازی و رسوب دادن

اجزای تشکیل دهنده یک مواد بیولوژیکی، شیمیایی، تصفیه سلول ها، پروتئین ها، اسید های نوکلئیک و غیره صورت گیرد. دو پارامتر مهم عملکرد موتور ها در سانتریفیوژ، (RPM (Revolutions Per Minute یا دور

در دقیقه و RCF (Relative Centrifugal Force) یا نیروی نسبی سانتریفیوژ می باشد که با G نیز نمایش

داده می شود RCF. بیانگر مقدار نیروی وارد شده از طرف سانتریفیوژ به نمونه ها می باشد که به آن نیروی

گرانشی دورانی نیز می گویند و با شعاع دستگاه رابطه مستقیم دارد. دستگاه های سانتریفیوژ دقت بالایی دارند،

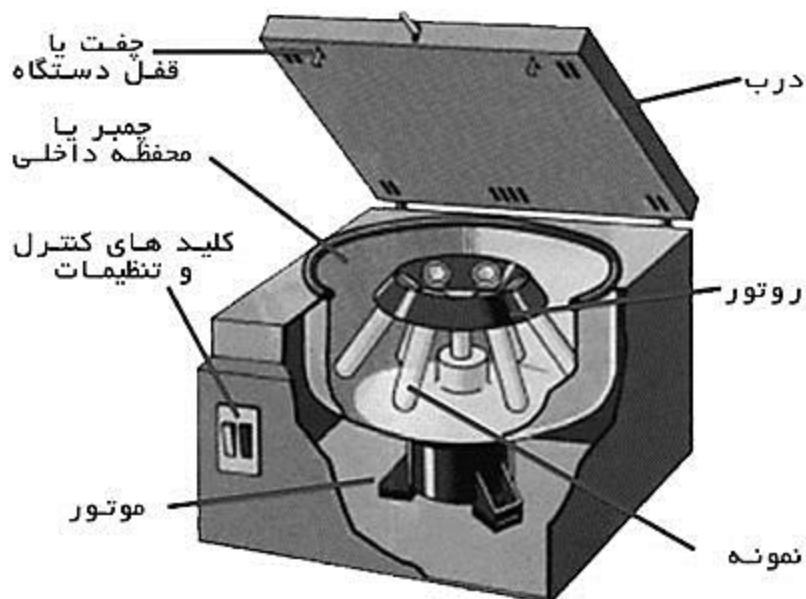
به صورت معمولی و یخچال دار طراحی می شوند، کاربرد آنها گوناگون می باشد، اغلب به صورت رو میزی

هستند و در ابعاد مختلفی ساخته می شوند.

اجزای دستگاه سانتریفیوژ آزمایشگاهی:

سانتریفیوژ ها دارای بدنه، موتور، روتور، چمبر یا محفظه داخلی، شافت، درب و در بعضی مدل ها قفل درب، زمان سنج (تایمر)، سرعت سنج (تاکومتر) که میزان دور دستگاه سانتریفیوژ را مشخص می کند، کنترل کننده





سرعت و دما، ترمز، لوله های مناسب سانتریفیوژ که بهتر است از فالكون استفاده شود، كلید های تنظیمات و برد الكترونیکی، فن، و غیره می باشند.

روتور های سانتریفیوژ توسط موتور و با سرعت مشخصی می چرخند، در داخل محفظه سانتریفیوژ قرار دارند، شامل قسمتی از دستگاه هستند که جهت قرار دادن نمونه ها استفاده می شوند و نیروی موتور را از حالت

چرخشی به دورانی تبدیل می کنند. روتور ها به طور معمول از جنس استیل، پلاستیک و برنز ساخته می شوند. بدنه دستگاه های سانتریفیوژ معمولاً فلزی می باشد اما می توانند از قطعات فایبرگلاس و پلاستیکی نیز ساخته شده باشند. با توجه به نیروی بسیار زیادی که در زمان چرخش ایجاد می شود، درب سانتریفیوژ باید محکم باشد و ایمنی لازم را مهیا کند. به منظور ایجاد ایمنی در دستگاه سانتریفیوژ، در قسمت اتصال درب دستگاه باید از اتصال دهنده الكتریکی استفاده شود تا در صورتی که مشکل ایجاد شود، دستگاه به صورت اتوماتیک موتور را خاموش کند.

فن دستگاه سانتریفیوژ با حرکت خود از انرژی گرمایی ایجاد شده توسط موتور می كاهد و موجب خنك شدن موتور می گردد. برد الكترونیکی دستگاه، تنظیمات مربوط به مدت زمان انجام فرآیند سانتریفیوژ، سرعت موتور و سایر برنامه ریزی ها را انجام می دهد. تاكومتر دستگاه سانتریفیوژ، در ارتباط با برد دستگاه می باشد، تعداد دور در دقیقه را مشخص و تنظیم می کند، سپس توسط نمایشگر های تعبیه شده در دستگاه نمایش می دهد.

نحوه عملکرد دستگاه سانتریفیوژ آزمایشگاهی:

سانتریفیوژ ها با روتور هایی با زاویه متغیر یا افقی (Swim Angle) و زاویه ثابت (Fixed Angle) ساخته می شوند. روتور های با زاویه متغیر شامل لوله های آزمایشگاهی روتین، لوله های با حجم بالا و غیره هستند که به منظور جداسازی محلول ها بر اساس وزن مولکولی استفاده می شوند. این سانتریفیوژها در روتور خود لولایی دارند، لوله های نمونه در ابتدا به صورت عمودی هستند، با چرخش سانتریفیوژ به حالت افقی در می آیند و رسوب ها به صورت متراکم در انتهای لوله جمع می شوند. بیشترین سرعت مورد استفاده در این روتورها، ۴۰۰۰ دور در دقیقه می باشد. روتور های با زاویه ثابت دارای زاویه ثابتی بین ۲۵ تا ۴۵ درجه هستند و برای میکروتیوب و لوله هایی با حجم بالاتر مورد استفاده قرار می گیرند. هر چه میزان زاویه بیشتر باشد، سرعت چرخش دستگاه و در نتیجه میزان رسوب تولید شده بیشتر خواهد شد.

در دستگاه های سانتریفیوژ آزمایشگاهی، دستگاه با سرعت بالا می چرخد و با اعمال نیروی گریز از مرکز باعث جداسازی مواد، به ترتیب وزن مولکولی می شود. دو پارامتر مهم در عملکرد این دستگاه، شعاع و تعداد دوران در یک دقیقه می باشد. هر چه شعاع یا سرعت چرخش بیشتر باشد، سرعت رسوب در سانتریفیوژ بیشتر است. در صورتیکه محلول مورد نظر از دو مایع تشکیل شده باشد، پس از سانتریفیوژ کردن، دو مایع به صورت جدا از هم حاصل می گردد. اگر مخلوط مورد نظر ترکیبی از مایع و جامد باشد، قسمت جامد به صورت رسوب در کف لوله و فاز مایع به صورت مایع در بالای آن قرار می گیرد. در انتهای کار سانتریفیوژ، بخش مایع را Supernatant و بخش جامد که تشکیل رسوب داده است را Pellet می نامند.

نمونه در داخل لوله های دستگاه سانتریفیوژ قرار می گیرد و لوله ها به نحوی هستند که با چرخش دستگاه، به سمت خارج از مرکز و در حالت افقی قرار می گیرند. روتور دستگاه حول محوری ثابت توسط موتور چرخانده می شود و اجزای تشکیل دهنده مواد بر اساس چگالی از یکدیگر جدا می شوند. نیروی گریز از مرکز، موجب هدایت موادی که سنگین تر هستند، به سمت خارج از مرکز روتور دستگاه سانتریفیوژ می شوند. در ضمن ذراتی که جرم بیشتری دارند، سرعت رسوب کردن در آنها بیشتر است، در پایین و ذرات سبک تر در قسمت های بالایی قرار می گیرند. در واقع ته نشین شدن مواد در سانتریفیوژ بر مبنای جرم بیشتر به کمتر می باشد.

کاربرد دستگاه سانتریفیوژ:

- ۱) پزشکی و آزمایشگاه های تشخیص طبی جهت جداسازی اجزای تشکیل دهنده خون، ادرار و غیره
- ۲) آزمایشگاه های بیوشیمی، فیزیک، میکروبیولوژی، هماتولوژی، زیست شناسی به منظور بررسی باکتری ها، ویروس ها، اجزای سازنده مواد و غیره
- ۳) صنایع داروسازی، کشاورزی، پلیمری و محیط زیست برای بررسی ذرات سازنده
- ۴) پالایشگاه ها و صنایع نفتی
- ۵) صنایع غذایی، لبنی و نوشیدنی
- ۶) سیتولوژی مایعات موجود در بدن
- ۷) تعیین گروه خونی و سنجش میزان هماتوکریت خون
- ۸) جداسازی محلول های همگن شیمیایی از یکدیگر و ذرات از محلول بر اساس چگالی

ایمنی در کاربرد سانتریفیوژ آزمایشگاهی:

- ۱) دستگاه هیچگاه نباید در حالی که درب آن باز است روشن شود.
- ۲) از سرعت بالاتر از حد لازم برای نمونه ها استفاده نشود.
- ۳) درب دستگاه، قبل از اینکه دستگاه به طور کامل متوقف نشده است، به هیچ وجه باز نشود.

۴) اگر از کارکرد صحیح قفل درب دستگاه اطمینان ندارید، از روشن کردن دستگاه جدا اجتناب نمایید.
۵) در صورتی که دستگاه متوازن نبوده و صداهای ناهنجار از آن تولید شود، در اسرع وقت دستگاه را خاموش نمایید.

۶) همواره باید از تراز بودن روتورها قبل از روشن کردن دستگاه مطمئن شوید.
۷) قبل از اینکه دستگاه را روشن نمایید، از نظر وجود خراش یا ترک لوله ها را کنترل کنید.
۸) از سانتریفیوژ نمودن لوله هایی که حاوی نمونه بدون درپوش هستند جدا خودداری نمایید.
۹) در صورت شکستگی لوله ها یا شک به شکستگی آن ها، باید دستگاه را خاموش نموده و ۳۰ دقیقه منتظر مانده و پس از آن اقدام به تمیز و ضدعفونی کردن درون دستگاه با محلول سفید کننده ۱۰٪ کنید.
۱۰) از مهم ترین نکات کاربرد این دستگاه این است که وزن لوله آزمایش هایی که در کنار یکدیگر قرار می گیرند، اختلافی بیش از ۱٪ نداشته باشند و درواقع لوله های آزمایشگاهی درون روتور باید به صورت متقارن قرار بگیرند. در صورتی که تعادل وجود نداشته باشد: ارتعاش، لرزش و شکستگی لوله ها در حین فرایند چرخش رخ می دهد.

۱۱) معمولاً در آزمایش های مربوط به خون شناسی از اپلیکاتورهای چوبی برای خارج کردن لخته استفاده نمی شود زیرا ممکن است احتمال همولیز به وجود آید.
۱۲) عملکرد این دستگاه بر اساس تولید میدان مغناطیسی است، بنابراین انتخاب محل مناسب در آزمایشگاه جز اولویت ها می باشد.

انواع سانتریفیوژ آزمایشگاهی :

انواع مختلف این دستگاه وجود داشته که در ادامه به دو صورت آن ها را طبقه بندی و بررسی نموده ایم.

1) انواع سانتریفیوژ آزمایشگاهی براساس سرعت:

سانتریفیوژهای با دور بالا : از این سانتریفیوژها جهت تهیه فرآورده های خونی استفاده شده و همه انواع آن دارای یخچال نیز می باشند. دو نوع سانتریفیوژ با دور بالا وجود دارد:

سانتریفیوژ پر ظرفیت که برای جداسازی مخمر، باکتری و ویروس از محیط های کشت و... استفاده می شود.
سانتریفیوژ کم ظرفیت که برای جداسازی میکروارگانیسمها، سلول ها، ویروس ها و ارگانل های سلولی استفاده می شوند.

سانتریفیوژهای با دور پایین (یخچال دار و بدون یخچال)

اولترا سانتریفیوژها : جهت جداسازی مواد تشکیل دهنده سلولی به کار رفته و انواع اولترا همگی دارای یخچال می باشند. دور دوران در این نوع بسیار بالا بوده و این دوران باعث افزایش دمای نمونه خواهد شد. در بسیاری از

مواقع نمونه ها به دما حساس بوده و بنابراین با افزایش دما نمونه تجزیه خواهد شد. بنابراین لزوم وجود خنک کننده الزامی می باشد.

۲) انواع سانتریفیوژ بر اساس روتور : درواقع روتور بخش اصلی هر سانتریفیوژ بوده و انواع مختلف سانتریفیوژ را براساس انواع مختلف روتور می توان طبقه بندی نمود:

سانتریفیوژهای با زاویه ثابت : این نوع دستگاه جهت نگه داشتن ظروف نمونه در زاویه ای ثابت نسبت به محور مرکزی طراحی شده اند. زاویه می تواند بین ۲۵ تا ۴۰ درجه باشد. سرعت چرخش با زاویه متناسب بوده و هر چه زاویه بیشتر باشد، سرعت چرخش نیز بیشتر خواهد شد. با افزایش چرخش رسوب بیشتری در انتهای لوله ها و ظروف نمونه تشکیل می شود.

سانتریفیوژ با زاویه شناور : این نوع از سانتریفیوژها لولایی در روتور دارند که ظروف نمونه را به روتور مرکزی وصل می کند. در این نوع دستگاه لوله های نمونه ابتدا به شکل عمودی قرار داشته و پس از شروع چرخش به حالت افقی در می آیند و در انتهای لوله رسوبات متراکمی تشکیل خواهد شد.

سانتریفیوژهای توبولار : دوران در این نوع از دستگاه به صورت عمودی بوده و سرعت جداسازی در این نوع، بسیار بالا است و اغلب جهت کارهای بالینی استفاده می شود.

سانتریفیوژهای آزمایشگاهی : در آزمایشگاه های پزشکی یا تحقیقاتی جهت جداسازی اجزای مختلف مواد بیولوژیکی یا مواد شیمیایی از سانتریفیوژهایی دقیق و اغلب با سایزهای کوچک استفاده می شود. این نوع از دستگاه ها براساس کاربردی که دارند طبقه بندی می شوند.

نحوه نگهداری دستگاه سانتریفیوژ:

دستگاه سانتریفیوژ باید بر روی مکانی مقاوم که توانایی تحمل وزن دستگاه را دارد، قرار گیرد تا ضربه های وارد شده بر اثر چرخش، موجب خرابی و کاهش دقت سانتریفیوژ نشود. در ضمن به منظور پیشگیری از نوسانات برق و آسیب به دستگاه، لازم است سانتریفیوژ به سیستم تثبیت کننده جریان UPS مجهز شود.

تمیز بودن دستگاه سانتریفیوژ بسیار مهم می باشد از این رو ضد عفونی و تمیز کردن روزانه آن با گلو تار آلدئید ۱ درصد یا محلول رقیق شده یک مولار هیپوکلریت سدیم توصیه می شود. لازم است قسمت های زنگ زده دستگاه، تراشیده و با گازوئیل تمیز و رنگ آمیزی شوند.

اجزای مختلف سانتریفیوژ هر ۳ ماه یکبار سرویس شوند و در صورت وجود نیاز، تعویض صورت گیرد. همچنین سرعت دوران دستگاه به وسیله تاکومتر و زمان سنج سانتریفیوژ توسط کرومومتر دستی کالیبره شود. برای افزایش کیفیت، زغال دستگاه هر ۳ ماه یک بار بازدید شده و هر ۶ ماه یک بار، باید تعویض گردد. همیشه از تمیز بودن و اشر دور حلقه محیطی دستگاه باید اطمینان حاصل شود.

در صورتی که عجله ای برای خواندن نتیجه وجود ندارد، بهتر است برای عدم شکل گیری آئروسول، درب سانتریفیوژ را تا ۵ تا ۱۰ دقیقه بعد از توقف دستگاه بار ننمایید.

ملزومات نگهداشات سانترفیوژ:

نوع سانترفیوژ	بازبینی عملکرد	بازی بازرسی، بر اساس ماه	قوانین/استانداردها، سازمان ها
آزمایشگاه های عمومی	سرعت	5	FDA
	تایمر، سرعت	3	AABB/CAP
	نگهداشت متعارف تاسیسات	بازه متعارف تاسیسات	CAP
	عملکرد قفل داخلی	بازه متعارف تاسیسات	CAP
هماتوکریت	کالیبراسیون**	12	AABB/FDA
	تایمر	3	AABB/FDA
شستشو سلول	تایمر،سرعت	3	AABB/CAP

*بازبینی عملکرد معمولا توسط پرسنل آزمایشگاه صورت میگیرد. علاوه بر بازه های بازرسی مشخص شده، در هنگام دریافت سانترفیوژ، بعد از تعمیر و یا تنظیم، یا اگر سوال خاصی در رابطه با عملکرد مناسب وجود دارد باید باز بینی شود.

** کالیبراسون سانترفیوژ هماتوکریت نیاز به استفاده از نمونه خون دارد.

۱.کنترل کیفی:

۱-۱ شاسی/قاب:

سطح خارجی دستگاه را از لحاظ تمیزی و شرایط فیزیکی عمومی بررسی کنید. از سالم بودن قاب های پلاستیکی، و حاضر بودن و محکم بودن تمام سخت افزارها، و از عدم وجود هر گونه علایمی از نشت مایعات و یا هر تخریب جدی دیگر اطمینان حاصل کنید.

نصب/ چفت ها:

اگر سانترفیوژ روی یک پایه نصب شده است، شرایط آن را بیازمایید. اگر روی قفسه قرار داده شده است، امنیت قفسه را بررسی کنید. اگر سانترفیوژ پایه نوع ساکشنی دارد، یکپارچگی پایه را بررسی کنید.

۱-۲ دو شاخه برق AC :

دو شاخه برق AC را برای خرابی بیازمایید. لبه های فلزی را تکان دهید تا مشخص شود که محکم هستند یا خیر. دو شاخه را تکان دهید و به صدای تلق تلق برای تشخیص پیچ های شل گوش دهید. اگر مشکوک به هر گونه خرابی شدید، دو شاخه را باز کنید و آن را بطور کامل بازرسی کنید.

۱-۳ سیم برق:

سیم را برای هر گونه نشانه ای از خرابی بازرسی کنید. در صورت خرابی، کل سیم را تعویض کنید یا، اگر خرابی نزدیک یکی از دو سر سیم است، مقدار آسیب دیده را ببرید.

۱-۴ گلند ها و نگهدارنده های سیم:

قسمت پلاستیکی دوانتهای هر کابل را بازبینی کنید. از اینکه به محکمی کابل را نگه داشته باشند اطمینان حاصل کنید. اگر سیم برق قابل جداسازی است (توسط کاربر)، کابل را طوری به سانتریفیوژ متصل کنید که به آسانی قابل برداشتن نباشد.

۱-۵ کنترل ها/ کلید ها:

قبل از تغییر هرگونه کنترلی، احتمال استفاده نا مناسب یا خرابی اولیه دستگاه را در نظر بگیرید. تنظیمات آن کنترل هایی که بعد از بازرسی باید به حالت اصلیشان برگردند ثبت کنید. تمام کنترل ها و سوئیچ ها را برای بازدید شرایط فیزیکی، ایمن بودن از لحاظ نصب و حرکت صحیحشان امتحان کنید. اینکه دستگیره های کنترل روی شفتشان نلغزیده اند را بررسی کنید. هر جا که کنترل باید در مقابل توقف های حد ثابتی کار کند، تطبیق صحیح، و همچنین توقف درست را بررسی کنید. سوئیچ های پوستی را برای آسیب هایی که ممکن است به آن ها وارد شود بررسی کنید (برای مثال آسیب هایی که ممکن است توسط ناخن و یا خودکار به کنترل ها وارد شود). در طول زمان بازرسی اطمینان حاصل کنید که همه کنترل و سوئیچ ها عملکرد مناسبی دارند. -- اگر کلید راه انداز حفاظتی برای حفاظت در مقابل نشت مایع دارد، از سالم بودن راه انداز و محافظت کردن آن از سوئیچ اطمینان حاصل کنید.

۱-۶ موتور/روتور/پمپ:

شرایط فیزیکی و عملکرد مناسب این قطعات را بررسی کنید. جاروبک ها، کموتاتور و بلبرینگ های موتور را بررسی کنید. شرایط درز بندها، درز ها و نصب را بررسی کنید. تعادل روتور و شرایط چرخش بلبرینگ را بررسی کنید، محکمی و فرسودگی ضمایم روتور چک کنید. (توجه: اگر از سانتریفیوژ با سرعت فوق بالا استفاده می کنید، از برنامه تولید کننده برای پایین آمدن درجه کارایی روتور پیروی کنید. باید داخل دفترچه اوپراتور ذکر شده باشد.) در صورت نیاز قطعات را تمیز و روغ کاری کنید، و آن را در فرم بازرسی لحاظ کنید. اگر سانتریفیوژ پمپ تخلیه یا وکیوم دارد، شرایط آن را بررسی کنید و بر اساس آنچه توسط تولید کننده دستگاه مشخص شده است نگهداشت مناسب را اجر کنید.

۱-۷ ترمز ها:

کارکرد ترمز های الکتریکی و مکانیکی را بررسی کنید. هنگامی که ترمز بکار برده میشود (توسط فشار دادن دکمه توقف) سانتریفیوژ باید به نرمی شروع به کاهش سرعت کند.

۱-۸ نمایشگر ها/ نشانگر ها:

عملکرد تمام چراغ ها ، نشانگرها ، قسمت های اندازه گیری ، نشانگر عقربه ای [۷] و تمامی نشانگرهای چشمی بر روی سانتریفیوژ را بررسی کنید. از عملکرد مناسب و شفاف بودن تمامی نشانگرهای دیجیتالی اطمینان حاصل کنید.

۹-۱ هشدارها(alarms) :

با ایجاد شرایط هشدار ، هشدارهای شنیداری و دیداری را فعال سازی کنید. سانتریفیوژ های یخچالی باید مشخص کنند که آیا واحد در دمای مناسب می باشد. چفت درپوش را برای فرسایش بررسی کنید، و از اینکه درپوش را محکم نگه میدارد اطمینان حاصل کنید. سانتریفیوژ نباید با درپوش باز شروع به حرکت کند. قفل داخلی درپوش یا باید موتور را خاموش کند هنگامی که درپوش باز می شود یا اینکه اجازه باز شدن درپوش را تا هنگامی که روتور متوقف می شود ندهد. اگر درپوش می تواند در حین چرخش روتور باز شود، جالوله ای ها و روتور باید دارای درپوش محافظ داخلی باشد و نباید سریعتر از حدی که می توان با حرکت دست آن را دنبال کرد بچرخد. سانتریفیوژ های بدون چفت را تعویض کنید یا تغییر دهید. از سانتریفیوژ بدون درپوش استفاده نکنید؛ اگر درپوش بهبود سازی شده است باید دارای چفت ایمنی باشد.

۱۰-۱ سیگنال های شنیداری:

سانتریفیوژ را برای فعال ساختن هر یک از سیگنال های شنیداری بکار بیاندازید. از مناسب بودن صدا و کارکردن کنترل صدا در صورت وجود اطمینان حاصل کنید، در صورتی که اینطور تجهیز شده است.

۱۱-۱ برچسب گذاری:

حضور و خوانایی تمام پلاک کارد ها، برچسب ها، جداول تبدیل و کارت های آموزشی را بررسی کنید.

۱۲-۱ لوازم جانبی:

حضور و شرایط تمام لوازم جانبی (برای مثال، سطل های نمونه، نگهدارنده های نمونه) را باز بینی کنید. اینکه لوازم جانبی از نوع مناسب است یا خیر را بررسی کنید (برای مثال از سایز مناسب لوله برای سطل ها استفاده شده است). بررسی کنید که تمام نگهدارنده ها دارای بالشتک باشد. اگر این مدل خاص از سانتریفیوژ دارای درپوش برای جالوله ای ها یا روتور (درپوش ایمنی داخلی) است، اینکه همراه سانتریفیوژ نگهداری می شوند و مرتبا استفاده می شوند؛ همچنین از اینکه درپوش ها درزبندی محکمی را تشکیل داده اند و بخوبی بر روی سطل قفل شده اند اطمینان حاصل کنید.

۲. کنترل کمی:

1-2 مقاومت زمین:

مقاومت بین پین زمین کابل(در صورتی که این چنین تجهیز شده است) و فلز (بدون رنگ و آنودایز نشده) شاسی را اندازه گیری کنید. مقاومت زمین نباید از 0.5Ω بیشتر باشد. اگر واحد عایق دوگانه شده است، نیازی به اندازه گیری مقاومت زمین نیست.

2-2 صحت دما:

کنترل دمای روی سانتریفیوژ یخچالی را با استفاده از ترمومتر الکترونیکی بررسی کنید. پروب ترمومتر را در کاسه سانتریفیوژ نزدیک سنسور کنترل دما خود کار قرار دهید. (به مشخصات ذکر شده توسط تولید برای مشخص کردن مکان سنسور کنترل دما مراجعه کنید). سانتریفیوژ را ببندید، با درز بند دور کابل ترمومتر را درزبندی کنید. کنترل دما را با ترمومتر الکترونیکی در هر یک از تنظیمات یا هر تنظیمی که در حال استفاده است مقایسه کنید. مقدار خوانده شده نباید بیشتر از $3 \pm ^\circ\text{C}$ متفاوت باشد.

3-2 دقت تایمر:

تایمر را در مقابل کرومومتر بررسی کنید. سانتریفیوژ نباید بیشتر از $\pm 10\%$ متغیر باشد. بر اساس حالت های مختلف تنظیمات، این مقدار باید روی برچسب بازرسی ثبت شود.

4-2 دقت تنظیمات سرعت:

بازه سرعتی که سانتریفیوژ استفاده می شود و بار معمول آن (برای مثال تعداد مخازن پر) را مشخص کنید. سانتریفیوژ را بر روی دو یا سه سرعت تنظیم کنید، با استفاده از تاکومتر سرعت های مختلف را اندازه گیری کنید. اگر سانتریفیوژ پوشش کدری دارد، به دفترچه سرویس تولید کننده برای بررسی دقت سرعت مراجعه کنید. (توجه: برای اکثر سانتریفیوژ های دارای پوشش کدر تاکومتر های نی گونه لغزنده استفاده می شود). سرعت اندازه گیری شده نباید بیشتر از $\pm 10\%$ با سرعت نمایش داده شده متفاوت باشد. (توجه: اگر جاروبک ها عوض شده اند، تنظیمات سرعت را بعد از اینکه جاروبک ها به درستی تعویض شده اند بررسی کنید).

* روش اجرا این آزمون:

برای انجام تست سرعت از دستگاه تاکومتر DT2236-A, Beston استفاده شده است. اساس کار این تاکومتر نوری می باشد، و هم چنین اندیکاتوری (شکل) برای انعکاس این نور روی قسمتی که سرعت آن اندازه گیری می شود نصب می شود، بدین صورت تعداد دور بر دقیقه اندازه گیری می شود. سانتریفیوژ به ترتیب روی سه سرعت rpm 1000، rpm 2000 و rpm 3000 تنظیم شده است و با قرار دادن تاکومتر روی یکی از منافذ دایره ای شکل باز روی درب سانتریفیوژ (برای عبور نور لیزر) تعداد دور بر دقیقه اندازه گیری می شود.

نحوه تعمیر سانتریفیوژ های آزمایشگاهی:

* ایراد به وجود آمده: دستگاه روشن نمیشود.

بررسی احتمالات: ابتدا کابل دستگاه را چک کنید اگر از سلامت آن مطمئن شدید فیوز دستگاه را با راهنمایی تعویض فیوز تعویض کنید، اگر مشکل حل نشد باید کلید پاور دستگاه تعویض گردد. یا سیم کشی دستگاه از سوکت به کلید پاور قطع شده است.

*ایراد به وجود آمده: موتور دستگاه حرکت نمی کند.

بررسی احتمالات: سیم پیچ موتور دچار آسیب شده و جریان اضافی میکشد یا برد قدرت دستگاه دچار مشکل شده است (ترانزیستورهای قدرت و تریتورهای چک شوند)

*ایراد به وجود آمده: قفل اتوماتیک دستگاه کار نمیکند.

بررسی احتمالات: برد فرمان دچار مشکل شده است یا موتور آزاد کننده ضامن درب خراب شده است

*ایراد به وجود آمده: دستگاه با حداکثر سرعت حرکت میکند.

بررسی احتمالات: بخش برد قدرت دستگاه دچار خرابی شده است و جهت رفع عیب به شرکت مهندسی مربوطه ارجاع داده شود.

نکته: پس از انجام هر تعمیر بر روی دستگاه سانتریفیوژ با استفاده از تاکومتر صحت و دقت آنرا در چند دور مختلف اندازه گیری کنید.

چگونگی نظافت سانتریفیوژ آزمایشگاه:

همان طور که گفته شد، یکی از نکات مهم نگهداری سانتریفیوژ آزمایشگاهی، نحوه صحیح نظافت و ضدعفونی کردن آن است. اگر سانتریفیوژ به درستی تمیز و ضدعفونی نشود، علاوه بر اینکه دستگاه در معرض سایش و خوردگی قرار می گیرد، ممکن است سلامت کاربر نیز در اثر تماس با نمونه های نشت کرده و بیوائروسل ها به خطر بیفتد.

(۱) نکات نظافت سانتریفیوژ:

- ۱- برای افزایش ایمنی خود، حتما از روپوش آزمایشگاهی، دستکش و عینک محافظ استفاده کنید.
- ۲- قبل از شروع به تمیز و ضد عفونی کردن سانتریفیوژ، دستگاه را خاموش کرده و آن را از منبع تغذیه جدا کنید.
- ۳- ظروف نمونه‌ی شیشه‌ای ممکن است در هنگام سانتریفیوژ کردن، به علت استفاده از باگت و آداپتورهای نامناسب سایز لوله‌ها و یا نقص ذاتی در لوله، بشکنند. در چنین شرایطی قبل از انجام سانتریفیوژ مجدد، باگت‌ها، آداپتورها، درزگیرهای لاستیکی و محفظه‌ی روتور باید از تکه‌های شیشه پاکسازی و تمیز شوند.
- ۴- قطعات بزرگتر شیشه‌های شکسته را با پنس برداشته و خرده‌های کوچک را با پارچه مرطوب جمع‌آوری کنید.
- ۵- محفظه‌ی روتور را به خوبی تمیز کنید تا مطمئن شوید هیچ گونه قطعات و تکه‌هایی ریز شیشه در داخل سانتریفیوژ وجود ندارد.
- ۶- در صورت نشت نمونه مانند خون، آن را با گاز استریل یا حوله کاغذی جذب کرده و دستمال را درون ظروف مخصوص مواد بیولوژیکی دفع کنید.
- ۷- در صورت لزوم، روتورهای آلوده، درب روتور و باگت‌ها را از سانتریفیوژ خارج کنید تا آلودگی‌زدایی مناطقی که دسترسی دشواری دارند راحت‌تر صورت گیرد.

- ۸- جهت جلوگیری از انتشار آلودگی ناشی از نمونه‌های سانتریفیوژ شده، بدنه سانتریفیوژ و محفظه روتور باید به طور مرتب با مواد شوینده خنثی (مانند الکل ۷۰٪) تمیز شوند. البته مواد ضدعفونی نباید مستقیماً روی دستگاه اسپری شوند، بلکه دستمالی را به مواد شوینده آغشته و سپس بر روی دستگاه کشیده شود (در ارتباط با کلیدهای پنل کنترل به دفترچه شرکت سازنده مراجعه شود).
- ۹- شفت و محفظه سانتریفیوژ را با یک پارچه مرطوب تمیز کنید. این امر باعث افزایش طول عمر روتور می‌شود.
- ۱۰- رای نظافت سانتریفیوژ، از استون، مواد خورنده و شوینده‌هایی که حاوی یون کلریت^۱ هستند استفاده نکنید زیرا ممکن است باعث ایجاد خوردگی شوند.
- ۱۱- دقت داشته باشید که به هیچ عنوان از برس سیمی یا سنباده استفاده نکنید. زیرا ممکن است خطر خوردگی را افزایش داده و به روتور آسیب برساند. به همین دلیل همواره از برس‌های نرم استفاده کنید.
- ۱۲- توصیه می‌شود، روتور را جهت نظافت درون دستگاه‌های شست و شو قرار ندهید.
- ۱۳- هنگام استفاده از روتورهای زاویه متغیر (Swing Out)، اطمینان حاصل کنید که شیارهای موجود روی روتور و باگت‌ها آلوده نیستند و برای کارکرد مناسب، روتورها و شیارهای موجود را روغن کاری کنید.
- ۱۴- چنانچه ماده خورنده‌ای روی روتور ریخته است بلافاصله آن را تمیز کنید.
- ۱۵- طی سانتریفیوژ کردن ممکن است رسوباتی بر روی روتور باقی مانده باشد. این رسوبات می‌توانند باعث خوردگی سطح روتور شوند. به همین دلیل توصیه می‌شود روتور و لوازم جانبی آن را بلافاصله پس از هر بار استفاده تمیز کنید.
- ۱۶- روتور و لوازم جانبی آن را با آب مقطر بشویید و با یک پارچه نرم کاملاً خشک کنید. دقت داشته باشید که روتور را به طور کامل در آب غوطه‌ور نکنید، زیرا آب می‌تواند در حفره‌های روتور و یا باگت باقی بماند و منجر به عدم تعادل در حین سانتریفیوژ کردن شود.
- ۱۷- پیش از استفاده از روتور و همچنین بعد از استفاده، روتور و درب آن را بررسی کنید تا گرد و غبار، خراشیدگی و یا بقایایی از نمونه‌ی ریخته شده بر روی آن وجود نداشته باشد. چنانچه پوشش روی آن آسیب دیده باشد، لازم است تا روتور سرویس شده و در صورت نیاز تعویض گردد.
- ۱۸- هنگام سانتریفیوژ کردن، مطمئن شوید درب روتور کاملاً محکم شده و احتمال پخش شدن آئروسل به حداقل رسیده است.
- ۱۹- درب سانتریفیوژ را باز نگه دارید تا فشار وارد شده به فنرهای درب کاهش یابد.

۲) آلودگی‌زدایی از سانتریفیوژ:

در اثر سانتریفیوژ کردن مواد بیولوژیکی مانند خون و یا مواد رادیواکتیو، این احتمال وجود دارد که روتور و سانتریفیوژ آلوده شوند. این آلودگی علاوه بر اینکه ممکن است سبب فرسایش روتور شود، می تواند خطرات بسیار جدی را برای کاربرانی که در آزمایشگاه مشغول به کار هستند نیز به دنبال داشته باشد.

به همین دلیل پس از کار با چنین موادی، با مسئول ایمنی آزمایشگاه خود در مورد روش های مناسب تمیز کردن و ضدعفونی کردن مواد نشت کرده به داخل سانتریفیوژ مشورت کنید و مطابق با دستورالعمل های تعیین شده توسط سازنده دستگاه و آزمایشگاه خود عمل کنید.

به طور کلی، توصیه می شود تا مواد تمیزکننده را روی سانتریفیوژ اسپری نکنید. زیرا این امر ممکن است باعث اتصال کوتاه قطعات داخل دستگاه شود. پس از اتمام فرایند آلودگی زدایی نیز، قطعات را با آب مقطر تمیز کرده و سپس روغن کاری کنید.

۳) استریل کردن:

استریل کردن روتورها و لوازم جانبی نیز به منظور محافظت کاربر در برابر عوامل بیماری زا و جلوگیری از بروز آلودگی متقاطع (آلوده شدن یک نمونه توسط نمونه ی دیگر) صورت می گیرد.

استریل کردن فرآیندی است که سبب از بین رفتن انواع مختلف عوامل میکروبی مانند باکتری، ویروس، قارچ، هاگ و ... می شود. متداول ترین روش استریل کردن تجهیزات آزمایشگاهی از جمله سانتریفیوژ، اتوکلاو کردن است.

به عنوان فردی که در آزمایشگاه مشغول به کار است، حتما با فرآیند اتوکلاو آشنایی دارید. در این روش، لوازم جانبی سانتریفیوژ با استفاده از بخار آب استریل می شوند. اتوکلاو کردن معمولا در دمای ۱۲۱ درجه سانتی گراد، فشار ۱ اتمسفر و به مدت ۲۰ دقیقه صورت می گیرد.

۴) روغن کاری:

دقت داشته باشید که یکی از نکات مهم نگهداری صحیح سانتریفیوژ آزمایشگاهی، روغن کاری قطعات پس از هربار تمیز کردن، ضدعفونی و آلودگی زدایی است. توصیه می شود، پین های نگه دارنده باگت موجود بر روی روتورهای زاویه متغیر با استفاده از روان کننده های مورد تایید تولیدکننده، روغن کاری شوند. دقت داشته باشید که جهت روغن کاری دستگاه و قطعات، ابتدا دفترچه راهنمای سانتریفیوژ را به دقت مطالعه کرده و متناسب با آن عمل نمایید.

جمع بندی:

سانتریفیوژ (centrifuge) یکی از روش های جداسازی است که در علوم شیمیایی، فیزیکی و زیست شناسی از آن استفاده می شود. در سانتریفیوژ بر مبنای نیروی گریز از مرکز می توان موادی که جرم بیشتری دارند را از موادی که دارای جرم کمتری هستند جدا کرد. از این روش اغلب برای جداسازی موادی که در حالت مایع و یا گاز هستند استفاده می شود. برای مثال اگر بخواهیم در یک محلول ماده A را از ماده B جدا کنیم و بدانیم که جرم مولکولی ماده A از ماده B بیشتر است، یکی از روش هایی که می تواند گزینه مناسبی برای ما باشد انجام

عمل سانتریفیوژ و استفاده از دستگاه‌های سانتریفیوژ است. در حقیقت سانتریفیوژها از تجهیزات گران قیمت آزمایشگاهی هستند که برای انجام یک تحقیق علمی یا پزشکی مورد استفاده قرار می‌گیرند و به نوعی در آسان‌تر شدن زندگی روزمره ما نقش دارند. به همین دلیل لازم است از این تجهیزات حساس و گران قیمت به درستی نگهداری شود.

اتوکلاو:

اتوکلاو یا دستگاه استریل کننده بخار که از تجهیزات آزمایشگاهی محسوب می‌شود، یکی از مهمترین و پرکاربردترین دستگاه‌های مورد استفاده در مراکز درمانی از جمله آزمایشگاه‌ها، دندانپزشکی، بیمارستان، کلینیک‌ها و صنایع گوناگون از جمله صنعت مربوط به بتن و مصالح ساختمانی می‌باشد. از این دستگاه در صنعت، آزمایشگاه‌های تحقیقاتی، میکروبیولوژی و استریل ابزار و تجهیزات مورد استفاده در دامپزشکی، خالکوبی، پرسینگ و غیره که بهداشت تجهیزات اهمیت ویژه‌ای دارد، به صورت گسترده استفاده می‌شود. اتوکلاو‌ها به وسیله حرارت بخار آب تحت فشار، تجهیزات را استریل یا سترون می‌کنند. منظور از سترون کردن، حذف کردن همه میکروب‌ها به وسیله حرارت بخار آب تحت فشار یا سایر روش‌های استریلیزاسیون می‌باشد.

اتوکلاو‌ها محفظه‌ای بسته هستند و در انواع مدل‌های رو میزی و ایستاده و با طول‌های متفاوتی ارائه می‌شوند، دوام و کیفیت بسیار خوبی دارند و اغلب در دمای بالاتر از ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد که آب به بخار تبدیل می‌شود به کار گرفته می‌شوند. از آنجایی که اتوکلاو‌ها در دمای بالا کار می‌کنند، برای استریل وسایل پلاستیکی حساس، گزینه مناسبی نیستند.

دستگاه اتوکلاو اولین بار در سال ۱۸۷۹ میلادی توسط چارلز چمبرلند اختراع شد. ابتدا این دستگاه بسیار ساده بود اما با گذشت زمان، متناسب با نیازها و برطرف کردن ایرادات قبلی، تبدیل به دستگاهی بسیار مدرن و پیشرفته شد.

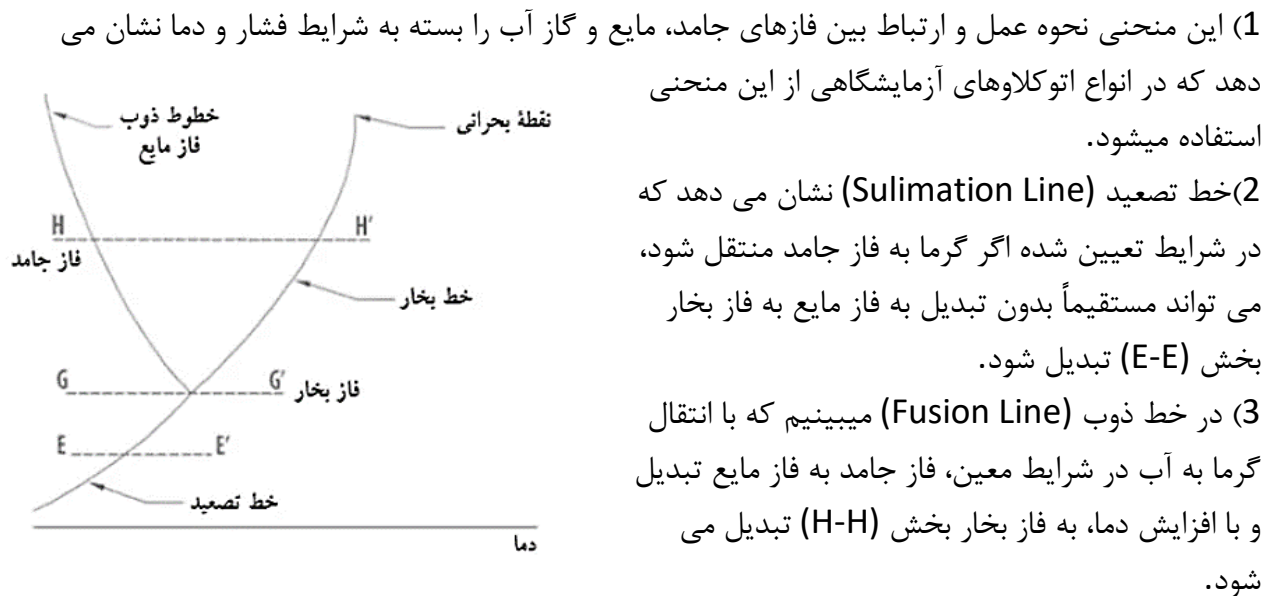
اجزای دستگاه اتوکلاو:

- 1) دریچه ایمنی (Safety Valve) دستگاه اتوکلاو: از مهمترین اجزای اتوکلاو آزمایشگاهی می باشد. دریچه ایمنی ابزاری است که از افزایش فشار بخار بیش از یک مقدار معین جلوگیری می کند. سازندگان این دریچه ها را در اتاقک استریلیزاسیون و نیز محافظ بیرونی نصب می کنند.
- 2) فشارسنج اتاقک اتوکلاو (Chamber Manometer) دستگاه اتوکلاو بر روی اتاقک آن یک قطعه ای دارد که اصطلاحاً به آن فشارسنج می گویند. این قطعه از اجزا اتوکلاو همانطور که از نامش نیز پیداست، ابزار مکانیکی است که فشار بخار در اتاقک استریلیزاسیون را نشان می دهد.
- 3) فشارسنج بیرونی اتوکلاو (Jacket Manometer) این قطعه، ابزار مکانیکی است که فشار بخار را در داخل محافظ بیرونی اتوکلاو نشان می دهد. فشار و دمای اتوکلاو قابل تنظیم است. فشار آن با فشار سنج و دمای آن با دماسنج مورد استفاده در این دستگاه!
- 4) درب اتوکلاو (Autoclave Door) یکی دیگر از اجزای دستگاه اتوکلاو است که اتاقک استریلیزاسیون را از محیط بیرون جدا می کند. معمولاً ابزار ایمنی دارد و زمانی که فشار درون اتاقک بالا است، از باز شدن درب ممانعت می کند. همچنین درزگیرهایی برای جلوگیری از خروج بخار از اتاقک در زمان کار دستگاه دارد. درب های اتوکلاو آزمایشگاهی ممکن است به صورت دستی و یا الکترومکانیکی عمل کنند.
- 5) دستگیره درب (Door Handle) ابزاری که در بعضی دستگاه ها به کاربر اجازه باز و بستن درب را می دهد. معمولاً برای فعال کردن در دستگاه ها با گنجایش بیشتر از سیستم های موتوری استفاده می شود
- 6) چمبر استریلیزاسیون اتوکلاو (Sterilization Chamber) چمبر واژه ای انگلیسی به معنای اتاقک یا محفظه است. چمبر استریلیزاسیون همان اتاقک استریلیزاسیون است فضایی که وسایل و موادی که باید استریل شوند، قرار داده می شوند. این قطعه از اجزای اتوکلاو زمانی که درب اتاقک بسته است، محفظه از فضای بیرون جدا می شود و هنگامی که فرایند استریلیزاسیون در حال انجام است اتاقک با بخار پر و تحت فشار قرار می گیرد.
- 7) دماسنج (Thermometer) در ساختار دستگاه اتوکلاو دماسنج نیز استفاده شده است. وسیله ای که دمای مراحل استریلیزاسیون را در اتاقک اتوکلاو نشان می دهد.
- 8) مجرای تخلیه مایع غلیظ درون اتاقک سترون سازی (Chamber Condensation Evacuation Line): مجرای مایع غلیظی که در اثر فرآیندهای انتقال گرما بین بخار و لوازمی که استریل می شوند ایجاد می شود را جمع آوری می کند.
- 9) مجرای تخلیه مایع غلیظ محافظ بیرونی (The jackets Evacuation Line) مجرای مایع غلیظ تشکیل شده در اثر انتقال گرما بین بخار و دیواره های محافظ را خارج می کند از دیگر قطعات اتوکلاو است که می توان آنرا از مهمترین اجزای این دستگاه آزمایشگاهی نام برد.
- 10) خروجی بخار در پایان چرخه (Vapour Exit at the End of the Cycle) با تمام شدن چرخه استریلیزاسیون، بخار از طریق روش های کنترل شده ای بنام خروجی های بخار دستگاه اتوکلاو از آن خارج می شود.

11) محدود کننده عبور بخار در چرخه استریلیزاسیون مایعات (Vapour Passage Restriction for Liquid Sterilization Cycle): یکی دیگر از اجزای اتوکلاو آزمایشگاهی محدودکننده عبور بخار مایعات می‌باشد. ابزار مکانیکی ای 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.

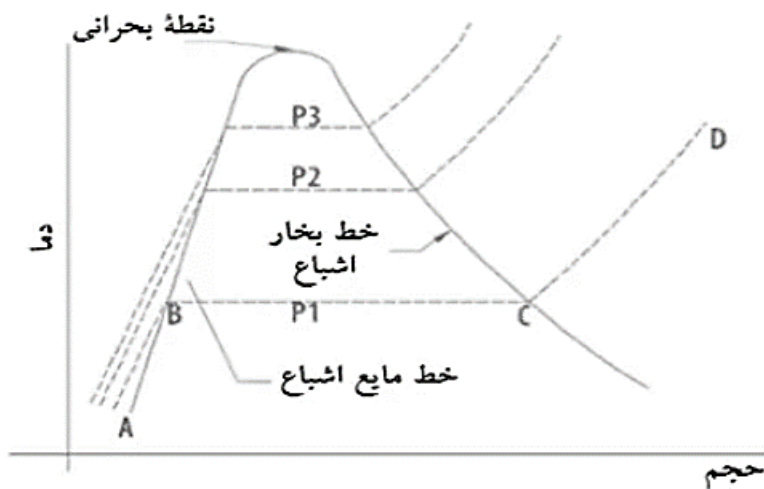
نحوه عملکرد دستگاه اتوکلاو:

اتوکلاوها با استفاده از خواص ترمودینامیک آب به عنوان یک ماده خالص کار می‌کنند. این در تمام انواع اتوکلاوهای آزمایشگاهی صادق است. در شرایط طبیعی (در سطح دریا و فشار یک اتمسفر) آب (در فاز مایع) می‌جوشد و در 100 درجه سانتی‌گراد 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 بخار آب، دمای اتاقک اتوکلاو ممکن است به دماهای بالاتر از 100 درجه سانتی‌گراد یا برعکس با کنترل دما به فشاری بیشتر از فشار اتمسفر برسد. منحنی زیر نحوه عمل آب را بسته به شرایط فشار و دما نشان می‌دهد.



4) خط بخار نشان می‌دهد که در چه شرایط دمایی، آب در فاز مایع به فاز بخار تبدیل می‌شود.

5) نقطه ای که در آن سه خط یکدیگر را قطع می‌کنند، نقطه سه‌گانه نامیده می‌شود. در چنین شرایطی، سه فاز به طور همزمان در تعادل هستند.



1) این منحنی دو خط مشخص را نشان می دهد: خطوط مایع اشباع شده (به سمت چپ) و بخار اشباع (به سمت راست).

2) با افزایش فشار، دما نیز افزایش می یابد که یکی از خصوصیات عملکرد انواع اتوکلاوها میباشد (خطوط p_1 و p_2 و p_3)؛ توجه کنید که $p_1 < p_2 < p_3$ است.

3) سمت چپ خط مایع اشباع،

آب در فاز مایع است نمودار (A-B) با انتقال گرما، دمای مایع، از دمای A به B افزایش می یابد.

4) بین خط مایع اشباع و بخار اشباع (بخش B-C) مخلوطی از فازهای بخار و مایع وجود دارد و دما ثابت می ماند. با نزدیک شدن به نقطه C کیفیت بخار بهتر می شود. [کیفیت (X) ارتباط بین حجم کل بخار و حجم کل (حجم مایع و حجم بخار)؛ کیفیت 1: یعنی بخار اشباع است و هر افزایشی در دما، بخار را زیاد گرم خواهد کرد.]

5) سمت راست خط بخار اشباع، آب تماماً در فاز بخار است (بخش C-D).

کاربرد دستگاه اتوکلاو:

- 1) استریل تجهیزات پزشکی در بیمارستان، آزمایشگاه، دامپزشکی، دندانپزشکی و غیره
- 2) از بین بردن میکروب ها در صنایع غذایی
- 3) استریلیزاسیون در صنایع شیمیایی و دارویی
- 4) ضد عفونی و استریل تجهیزات مورد استفاده در پرسینگ و تاتو
- 5) استریل و ایجاد محیط مناسب جهت انجام آزمایش های میکروبیولوژی و تحقیقاتی
- 6) برای تهیه مواد مورد استفاده جهت کشت باکتری شناسی (لوله های آزمایش، پیت، ظروف محیط کشت و ...) و اجتناب از آلودگی آنها
- 7) برای تهیه وسایل مورد استفاده در نمونه گیری (نکته: همه باید در شرایط استریل باشند؛ همه اعم از سوزن ها، لوله ها و ظروف)؛

ایمنی در کاربرد اتوکلاو:

1) مناسب بودن میزان آب در دستگاه اهمیت بالایی دارد و نباید بیشتر از سه چهارم اتوکلاو، از آب پر شود و بالاتر از انتهای قسمت پایین محفظه بخار دستگاه برود. در ضمن اگر در دستگاه رسوب ایجاد شد، حتما از آب مقطر استفاده شود.

2) در مواقعی که اتوکلاو روشن است، نباید وسیله ای در داخل آن گذاشته یا خارج شود و بهتر است پیچ های رو به روی هم در درب دستگاه به صورت همزمان بسته شود تا درب کاملا یکنواخت محکم شود و بخار از آن خارج نشود.

3) بسته بندی مناسب تجهیزات برای استریل مهم می باشد و لازم است به چیدمان توجه شود که فشرده نباشند و کاربر نباید تجهیزات استریل شده را پیش از خشک شدن، از دستگاه خارج کند. کیسه ها باید به صورت شل و با 75 درصد ظرفیت بسته بندی شوند تا بخار آب کاملا آزادانه در دستگاه جریان یابد. کیسه هایی که تجهیزات در آن قرار می گیرند باید باز گذاشته شوند یا سوراخ هایی در ناحیه بالایی آنها ایجاد شود تا بخار به راحتی در کیسه وارد شود و تجهیزات کاملا استریل شوند. برای اتوکلاو مایعات، حجم ظرفی که نمونه در داخل آن قرار داده می شود باید 2 برابر حجم نمونه باشد. در ضمن وسایلی که نوک تیزی دارند، نباید درون کیسه اتوکلاو قرار گرفته شوند و لازم است از ظرف هایی که برای زباله های نوک نیز، طراحی شده اند، استفاده شود تا تحت عنوان زباله برنده و تیز دفع شوند.

4) برای استریل ظروف شیشه ای، باید شیشه ها به پهلو قرار داده شوند تا هوا به خوبی در آنها جریان داشته باشد و جهت استریلیزاسیون ظروف مایع، فقط یک سوم آن پر شود. از قرار دادن مواد رادیو اکتیو و مایعات قابل اشتعال در دستگاه اتوکلاو خودداری شود.

5) درب های دستگاه استریل کننده بخار بر اساس میزان فشاری که در آن استفاده می شود، دارای قفل های متنوعی همچون مکانیکی، الکترومگنتی و غیره می باشند اما در تمامی مدل ها لازم است از باز کردن درب آن تا هنگامی که فشار دستگاه به صفر برسد، خودداری شود.

6) لازم است از عدم نشت بخار از تمام سیستم های اتوکلاو اطمینان حاصل شود، در صورت وجود نشتی بخار، اگر رفع نشود به درز ها و اتصالات سیستم آسیب وارد می شود و موجب تعویض کامل سیستم دریچه ایمنی خواهد شد.

7) جهت پیشگیری از سوختگی در حین استفاده از اتوکلاو، کاربر باید صورت خود را از دستگاه دور نگه دارد و از تجهیزات حفاظتی همچون دستکش عایق و عینک محافظ چشم استفاده کند.

انواع اتوکلاو بر اساس محیط کار:

1) اتوکلاو خانگی:

اتوکلاو هایی که در حجم های کمتر ساخته می شوند را دستگاه اتوکلاو خانگی می نامند و برای استریل وسایل در منزل علی الخصوص در شرایطی که اعضای خانواده به بیماری های عفونی دچار باشند، کاربرد دارند.

2) اتوکلاو آزمایشگاهی:



اتوکلاو های آزمایشگاهی در حجم های متفاوتی هستند و دستگاه به صورت کامل (تمامی قسمت های درب، مخزن و کاور)، از جنس استیل می باشد. معمولاً دارای سیستم های مصرف بهینه انرژی، کنترل میزان پسماند دمای المنت دستگاه، کنترل سطح آب، برد دیجیتال با تکنولوژی مدولاسیون پهنای پالس (PWM) و گیره نگهدارنده درب دستگاه هستند.

3) اتوکلاو بیمارستانی:



اتوکلاو های بیمارستانی یا اتوکلاو دیگی در حجم های متفاوت و انواع تک درب، دو درب و گراویتی هستند. معمولاً دارای برد الکترونیکی دیجیتال، فیلتر هپا (فیلتر بیولوژی) در ورودی هوای اتاقک دستگاه و پرشر مکانیکی می باشند. اتوکلاو های دیجیتال دارای 2 برنامه دمایی 121 و 134 درجه سانتی گراد هستند و میزان دما بر اساس تحمل دمایی تجهیزات انتخاب می شود.

4) اتوکلاو کلینیکال:



اتوکلاو های کلینیکال دارای درب تمام اتوماتیک هستند اما قابلیت باز شدن به صورت دستی را نیز دارند. بدنه آنها از جنس استیل ضد زنگ می باشد و دارای برد الکترونیکی هوشمند، فیلتر هپا (فیلتر بیولوژی) در ورودی هوای اتاقک، خشک کن هیتری در دستگاه، سنسوری جهت تشخیص کیفیت آب، امکان ارائه گزارش به وسیله کابل پرینتر و خروجی پورت USB، مولد بخار با سرعت بالا، سیکل کاری سریع، پمپ خلا قوی، تست نفوذ پذیری و نشتی بخار هستند.

5) اتوکلاو دندانپزشکی:



اتوکلاو های دندانپزشکی دربی تمام اتوماتیک همراه با امکان باز شدن به صورت دستی دارند. معمولاً بدنه آنها از جنس فولاد و مخزن آن، استیل می باشد. این دستگاه ها دارای برد الکترونیکی هوشمند، خشک کن هیتری مجزا در دستگاه، پمپ خلا، فیلتر هپا (فیلتر بیولوژی) در ورودی هوای اتاقک دستگاه، مولد سریع بخار، تست ناشی و نفوذ پذیری بخار می باشند.

6) اتوکلاو بتن:



دستگاه های اتوکلاو بتن در صنایع و آزمایشگاه های مربوط به تولید و بهره برداری از مصالح ساختمانی، بتن، سیمان و غیره جهت تولید بتن اتوکلاو تحت فشار که مقاومت بسیار خوبی دارد، کاربرد دارند.

انواع اتوکلاو بر اساس ضد عفونی تجهیزات:

1) اتوکلاو گروه N:

اتوکلاو های گروه N یا کلاس N که به آنها اتوکلاو های سطلی نیز می گویند، فاقد پمپ خلا می باشند و در دمای حدود 120 درجه سانتی گراد کار می کنند. این دستگاه برای استریلیزاسیون تجهیزات جامدی که بدون حفره و پوشش هستند، استفاده می شود و جهت استریل وسایل دارای پوشش مثل پارچه و وسایل حفره دار، گزینه مناسبی نمی باشد.

2) اتوکلاو گروه S:

اتوکلاو های گروه S یا کلاس S، مجهز به پمپ خلا جهت خارج کردن هوا از محفظه به صورت کامل و سیکل خشک کن هستند و جهت استریل کردن کلیه تجهیزات جامدی که دارای پوشش و حفره یا فاقد آنها هستند، استفاده می شود.

3) اتوکلاو گروه B:

اتوکلاو های گروه B یا کلاس B نسبت به اتوکلاو های کلاس N و S، کامل تر هستند، دارای پمپ خلا قوی، سیستم فشار و دمای بالا بوده، سیکل کاری آن سریع می باشد و علاوه بر کلیه تجهیزات جامدی که پوشش و حفره دارند یا فاقد آن می باشند، مواد نساجی را نیز استریل می کنند. این اتوکلاو، پیشرفته ترین کلاس اتوکلاو می باشد و در بیمارستان ها، کلینیک های دندانپزشکی و صنعت به صورت گسترده استفاده می شوند.

4) اتوکلاو سریع:



اتوکلاو های سریع در مواردی مانند کلینیک های دندانپزشکی و اتاق عمل که به حجم کمتری برای استریل تجهیزات نیاز دارند، مورد استفاده قرار می گیرند.

5) اتوکلاو درجه بالا:



اتوکلاو های درجه بالا در محدوده دمایی 132 تا 134 درجه سانتی گراد کار می کنند.

6) اتوکلاو درجه پایین:



اتوکلاو های درجه پایین در محدوده دمایی 121 تا 123 درجه سانتی گراد کار می کنند.

نحوه نگهداری دستگاه اتوکلاو:

اتوکلاو دستگاهی است که به علت اجزا و سیستم های چندگانه، به نظارت و نگهداری پیشگیرانه مستمر نیاز دارد.

*نگهداری روزانه دستگاه اتوکلاو:

پیش از آغاز فرآیندهای استریلیزاسیون، موارد ذیل باید تایید شوند. رعایت این نکات در انواع اتوکلاوهای آزمایشگاهی لازم است:

- 1) به منظور ثبت مراحل چرخه استریلیزاسیون، یک برگه جدید روی دستگاه ثبت قرار دهید.
- 2) مطمئن شوید که قلم ثبت چرخه یا چاپگر اتوکلاو، جوهر و کاغذ دارد.
- 3) مطمئن شوید که دریچه های آب سرد، هوای فشرده و بخار باز است.
- 4) سوئیچی که سبب گرم شدن محافظ بیرونی اتوکلاو می شود، را فعال کنید. پس از فعال کردن این کنترل، بخار می تواند به محافظ بیرونی اتاقک استریلیزاسیون وارد شود. وقتی بخار به اتاقک استریلیزاسیون وارد شد، فرآیند گرم شدن آغاز می شود. برای جلوگیری از اتلاف گرما، درب اتوکلاو را تا زمان بارگذاری به منظور استریلیزاسیون بسته نگه دارید.
- 5) در بررسی انواع اتوکلاوها باید مطمئن شوید که فشار از لوله تامین بخار حداقل 2/5 بار است.
- 6) شرایط فشارسنج ها و دماسنج ها را آزمایش کنید.
- 7) مطمئن شوید که از هیچ یک از سیستم های اتوکلاو بخار نشت نمی کند.
- 8) قسمت جلوی اتوکلاو، کنترل ها، اندیکاتورها و دستگیره ها را با پارچه مرطوب تمیز کنید.

*نگهداری هفتگی دستگاه اتوکلاو:

- 1) فیلتر آبگذر اتاقک استریلیزاسیون را تمیز کنید. آنچه داخل آن باقی مانده را خارج کنید.

- 2) داخل اتاقک استریلیزاسیون را با استفاده از مواد پاک کننده فاقد کلر تمیز کنید. طبقه های مورد استفاده برای قرار دادن سبدها را نیز نظافت کنید.
- 3) اگر محلول های کلردار را استریل می کنید با محلول اسیدی تمیز کنید، چون کلر باعث خوردگی قسمت های استیل ضد زنگ می شود؛ سپس با مقادیر زیاد آب شستشو دهید.
- 4) سطوح خارجی مقاوم به زنگ زدگی را با محلول پاک کننده ملایم تمیز کنید. می توان از حلالی مثل کلراید اتیلن استفاده کرد. از تماس آن با سطوح دارای روکش رنگ یا پلاستیک خودداری کنید.
- 5) در انواع اتوکلاوهایی که درب آنها بصورت دستی باز می شود، اطمینان حاصل نمایید که این مکانیسم ها به خوبی تنظیم شده و عمل می کنند.
- 6) آب ژنراتور بخار را خالی کنید (اگر دستگاه ژنراتور دارد). برای این کار، دریچه قرار گرفته روی بخش پایینی ژنراتور را برای خارج کردن محتویات آن باز کنید. به طور معمول این کار در پایان فعالیت های هفتگی انجام می شود. از توصیه های سازنده تبعیت نمایید.
- 7) هرگز از سیم یا اسکاچ، برای تمیز کردن داخل اتاقک استریلیزاسیون استفاده نکنید.
- 8) 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 دستگاه اتوکلاو:
- 1) اطمینان حاصل کنید که عملکرد فشارسنج ها مطابق با شرایط مورد انتظار است.
 - 2) برای تصدیق عملکرد خوب دریچه های ایمنی آنها را دستی فعال کنید. برای حرکت دادن اهرم فعال سازی که معمولاً در قسمت بالای دریچه قرار دارد، از پیچ گوشتی 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 دریچه های ایمنی باید جایگزین شود.
- 3) به واشر در روغن بزنید. از روغن و روش توصیه شده سازنده دستگاه استفاده کنید. بعضی سازندگان روش زیر را توصیه می کنند:
- الف) واشر را بردارید. برای این کار، لازم است با شل کردن مکانیسم های نگهدارنده (پیچ ها و صفحه ها) آن را از شیار باز کنید.ب) واشر و شیار را با الکل تمیز کنید تا ماده خارجی تاثیرگذار 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 سازندگان اتوکلاو از روغن گرافیت (Graphite Libricant) مقاوم به دماهای بالا استفاده می کنند.د) واشر را دوباره در جای خود قرار دهید. در انواع اتوکلاو ها با اتاقک چهار گوش، نصب واشر معمولاً با قرار دادن آن در میان یک طرف شیار، بقیه در مقابل دو سمت دیگر این شیار صورت می گیرد تا به خوبی در

محل قرار گیرند. در انواع اتوکلاو آزمایشگاهی با اتاقک گرد، نصب و اشتر از قسمت بالاتر شروع می شود و بدون آن که به آنها فشار وارد شود به تدریج در داخل شیارها و در محل اصلی قرار می گیرند.

- 4) مطمئن شوید که درز دریچه های ایمنی شرایط مناسبی دارند.
- 5) سیستم قلم ثبت را با آب و الکل تمیز و حجم جوهر را جایگزین نمایید. معمولا فشار با جوهر قرمز و دما با جوهر سبز ثبت می شود.
- 6) داخل ژنراتور بخار را تمیز کنید (برای دستگاهی که دارای این قسمت است). برای ژنراتور بخار، روش تمیز کردن شامل انجام فعالیت های ذیل است:
 - الف) دو شاخه را از برق بکشید.
 - ب) بخار را تخلیه کرده و منتظر باشید تا دستگاه به دمای اتاق برسد.
 - ج) محافظ جلوی ژنراتور را بردارید.
 - د) انتهای الکتریکی مقاوم های حرارتی (متغیر) را قطع کنید.
 - ل) پیچ های محکم کننده صفحه جلو، جایی که مقاوم های حرارتی نصب می شوند را بردارید و صفحه جلو را باز کنید.
 - ه) و اشتر را بررسی و در صورت لزوم آن را جایگزین نمایید.
 - و) جرم انباشته شده روی سطح مقاوم های حرارتی را پاک کنید. از مواد توصیه شده استفاده کنید (اگر آب مورد استفاده مولد بخار بهسازی کامل نشده است، سطح مقاوم ها ورقه ورقه می شود).
 - ی) با ترتیب معکوس دوباره قطعات دستگاه را سوار کنید.

نکته: دستورالعمل فوق در نگهداری انواع اتوکلاوهای آزمایشگاهی صادق است و تنوع مدل های این دستگاه، شرایط نگهداری آنها را دستخوش تغییر نخواهد کرد!

*نگهداری سالانه دستگاه اتوکلاو:

 - 1) همه فیلترها را تمیز کنید.
 - 2) سطح آب مخزن را بررسی و تنظیم کنید طوری که سطح آب در فاصله 20 میلی متری از حداکثر ظرفیت قرار داشته باشد.
 - 3) فشار فنر دریچه دیافراگم را تایید و تنظیم کنید.
 - 4) دریچه های ایمنی را باز، تمیز و تنظیم کنید.
 - 5) فیلتر هوا را عوض کنید.
 - 6) فرآیند استریلیزاسیون عمومی را با جزئیات فشار، دما، زمان های مورد نیاز برای کامل کردن هر مرحله از چرخه، شرایط لامپ های سیگنال و عملکرد سیستم ثبت را کنترل کنید. از اینکه دستگاه در محدوده تغییرات تعیین شده سازنده کار می کند، اطمینان حاصل نمایید.
 - 7) این برنامه ها را به روال سه ماهه انجام دهید.

طرز کار اتوکلاو:

دستگاه اتوکلاو با برق ۲۲۰ ولت و فرکانس ۵۰ هرتز کار می کند. چنانچه نوسانات ۱۸۰ تا ۲۲۰ ولت ایجاد شود مشکلی به دنبال نخواهد داشت. اگر میزان نوسان بیشتر از مقدار گفته شده باشد باید یک ترانسفورماتور مناسب نصب شود. برای سیم کشی هم باید از سیم الکتریکی به قطر ۲ میلی متر استفاده شود.

برای آبیگری اتوکلاو ابتدا درب دستگاه را باز کرده و سپس سینی را بیرون می کشیم. تا لبه پلیت (max) درون آن آب می ریزیم. وسایل را درون محفظه اتوکلاو گذاشته و درب را می بندیم. اگر آب دستگاه به اندازه ی کافی نباشد روی صفحه ی نمایشگر اخطار نمایان می شود. به این صورت که LED مربوط به میزان آب (water روشن نمی شود).

پس از آبیگری دستگاه می توان مدت زمان استریل را تنظیم کرد. سپس کلید on را می زنیم. بعد از آن دستگاه به صورت خودکار مراحل را انجام می دهد.

نکته: اگر لازم باشد زمان استریل تغییر کند دستورالعمل زیر را انجام می دهیم. به این ترتیب که ابتدا کلید SET را می زنیم. صفحه نمایشگر، ۱۵:۰۰ را نشان می دهد. با فشار مجدد دکمه SET می توانیم با کلیدهای up و down تغییر ایجاد کنیم. سپس SET را ۳ بار فشار می دهیم تا روی حالت دما تنظیم شده و آماده ی START شود. این مدت زمان در حافظه ی دستگاه ذخیره می شود.

در این حالت المنت دستگاه روشن شده و پس از رسیدن دمای دستگاه به ۱۲۱/۵ درجه سانتیگراد، چراغهای HEATER و WATER روشن می شود. هنگامی که چراغ گرم کن HEATER خاموش شود زمان استریل به صورت معکوس شروع به کار می کند. برای دیدن مدت زمان استریل باید کلید TIME/DOOR را فشار دهیم تا مدت زمان باقی مانده از استریل نشان داده شود. بعد از ۱۵ ثانیه به صورت خودکار به حالت اولیه برگشته و دمای اتوکلاو را نشان می دهد.

پس از اتمام زمان استریل، چراغ LED گرمکن خاموش شده و جمله ی end of sterile روی صفحه ی نمایشگر نمایش داده می شود. در این حالت با فشار دادن دکمه ی power دستگاه خاموش می شود. پس از خاموش شدن دستگاه، شیر تخلیه ی بخار که روی درب قرار دارد را باز می کنیم تا بخار به طور کامل تخلیه و درجه فشار روی درب به صفر برسد. در این هنگام می توان درب اتوکلاو را باز کرد.

کنترل کیفی دستگاه اتوکلاو:

برای آنکه اقلام استریل شوند تمام مراحل فرآیند استریلیزاسیون باید به طور صحیح انجام گیرد. برای تایید این مراحل یک سری آزمایش طراحی شده است تا ویژگی های فرآیند و تاثیر آن روی فعالیت میکروارگانیسم ها را ارزیابی کنند. ارزیابی دما، فشار، زمان، رطوبت و روش کار دستگاه به طور معمول صورت می گیرد تا تصدیق

نوع تجهیزات	زمان مورد نیاز برای استریل (دقیقه)
مواد چرب و روغنی	۱۲۰
تجهیزات فلزی حفره دار و شیشه آلات	۲۰
محلول های آبی موجود در ظروف شیشه ای تا حجم ۱۰۰۰ میلی لیتر	۲۰
محلول های آبی موجود در ظروف شیشه ای تا حجم ۱۰۰ میلی لیتر	۱۰
تجهیزات حفره دار مانند پانسمان های جراحی	۱۰ تا ۵

شود که دستگاه مطابق با روش های معتبر کار می کند. همچنین، به منظور تضمین کیفیت فرآیند استریلیزاسیون، آزمون یا اندیکاتورهای طراحی شده اند که اطمینان کافی از نابودی میکروارگانیسم را ایجاد می کنند.

1) اندیکاتورهای فرآیند استریلیزاسیون:

این اندیکاتورها برای بررسی عملکرد اتوکلاو آزمایشگاهی طراحی شده اند. آنها شامل دستگاه هایی می شوند که عواملی مانند دما، زمان و فشار (دماسنج، فشارسنج و زمان سنج (کرونومتر)) را کنترل و پیشرفت فرآیند را ثبت می کنند. میکرو پروسسورها در اتوکلاو های پیشرفته همه عوامل چرخه استریلیزاسیون را ثبت و در صورت بروز هرگونه اختلال چرخه را متوقف می کنند. همچنین، آزمایش بووی - دیک (Bowie-Dick) در این گروه وجود دارد. (Iso N 11140-1) این آزمایش کارایی 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.

2) اندیکاتورهای شیمیایی:

این اندیکاتورها آزمون های شیمیایی رایجی هستند که در مراحل مختلف فرآیند استریلیزاسیون تغییر رنگ می دهند. اندیکاتورهای شیمیایی اقلامی را که فرآیند استریلیزاسیون را گذرانده اند، از آنهایی که این مراحل را نگذرانده اند، تفکیک می کند. معروف ترین آنها، نوار چسب یا نوارهایی هستند که روی بسته ها یا یک قسمت استفاده می شوند. استاندارد ایزو 11140-1 گروه اندیکاتورهای شیمیایی را توضیح می دهد. باید در نظر داشت که اندیکاتورهای شیمیایی به تنهایی تضمین کننده اینکه فرآیند استریلیزاسیون منطبق 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 بدست آمده با ارزیابی کل فرآیند استریلیزاسیون مرتبط است یا نه!

3) اندیکاتورهای بیولوژی:

این اندیکاتورها به عنوان بهترین روش های کنترل کیفیت فرآیند استریلیزاسیون انواع اتوکلاوها در نظر گرفته می شوند. این اندیکاتورها از میکروارگانیسم های زنده ای که مقاومت بیشتری نسبت به چرخه انتخابی استریلیزاسیون دارند یا از معرف های شیمیایی که در حضور پروتئین های ویژه این میکرو ارگانیسم ها واکنش نشان می دهند، ساخته شده اند. به منظور کنترل فرآیند استریلیزاسیون با بخار اشباع شده (پراکسید هیدروژن) یا فرمالدئید، عموماً از اسپورهای باسیلوس استئاروترموفیلوس (*Bacillus Stearotherophilus*) استفاده می شود. برای کنترل استریلیزاسیون با حرارت خشک (فرآیندی که در فورها انجام می شود) و اکسید اتیلن، اسپورهای نوع نایجر (*Niger*) باسیلوس سوبتیلوس (*Bacillus Subtilis*) 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 تعریف شده بوده است یا خیز! معمولاً تغییر در رنگ انواع اتوکلاوها 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 انطباق با تمام الزامات چرخه استریلیزاسیون نیستند. تنها روش، تضمین کنترل همه عوامل چرخه استریلیزاسیون است.

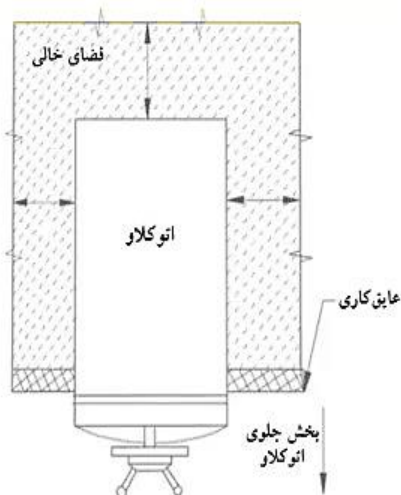
نوع اندیکاتور	تواتر استفاده
کنترل فرآیند	در هر چرخه استریلیزاسیون
شیمیایی	در هر بسته
بیولوژی	هفتگی در همه وسایل استریلیزاسیون، در بسته هایی که محتوی نمونه های مورد نظر (Implants) می باشند.

الزامات نصب و راه اندازی اتوکلاو:

محیطی با تهویه 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 0.8 متر باشد. بسته به طراحی اتوکلاو، زیر ساخت باید بزرگ در نظر گرفته شود تا دستگاه به طور رضایت بخش کار کند. شکل زیر فضای مورد نیاز در اطراف اتوکلاو را توضیح می دهد. دما در مجاورت دستگاه در حال کار ممکن است تا بیش از 70 درجه سانتی گراد افزایش یابد. کف باید کاملاً تراز و از مواد مقاوم به رطوبت و گرما ساخته شده باشد.

الزامات فضای اطراف اتوکلاو:

یک خروجی جریان الکتریکی برق (پریز) باید متناسب با دستگاه باشد. در انواع اتوکلاو مدل های خودکار نیز وجود دارند. 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 21، 38، 48 کیلووات و بیشتر است. اتصالات الکتریکی باید با وسایل ایمنی لازم مجهز شده باشند. ولتاژهای مورد نیاز برای اتوکلاوها V220، فرکانس HZ60، V380، فرکانس HZ 60 سه فاز است.



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 بهسازی شده باشد. ممکن است این مواد بر عملکرد دریچه های الکتریکی و نیز دستگاه های الکترو هیدرولیک تاثیر منفی داشته باشد. بعضی استریل کننده ها به هوای فشرده نیاز دارند، زیرا کنترل های آنها با فشار هوا کار می کنند. معمولاً، فشار لازم از 5*105 پاسکال به 9/9*105 پاسکال تغییر می کند. شکل زیر حداقل شرایط نصب (دریچه قطع، فیلتر و فشارسنج) را نشان می دهد.

روش کالیبراسیون اتوکلاو:

مراجع مختلف توصیه های متفاوتی درباره فواصل کالیبراسیون دارند. گفته می شود پس از هر 40 ساعت روشن بودن دستگاه، نحوه عملکرد دستگاه بررسی شود.

* کالیبراسیون تایمر اتوکلاو: تایمر روی اتوکلاو را برای یک سیکل کامل تنظیم کنید. یک کرنومتر آماده روشن کردن داشته باشید. کرنومتر و تایمر را همزمان روشن کنید. اگر زمان ثبت شده با کرنومتر و تایمر اتوکلاو مطابقت نداشت، مجدداً آزمایش را تکرار کنید. اختلاف بین کرنومتر و تایمر اتوکلاو را به عنوان ضریب تصحیح ثبت کنید.

* کالیبراسیون دمایی اتوکلاو: یک دما سنجی که حداکثر دما را ثبت می کند، در کنار سنسور دمایی داخلی قرار دهید. اتوکلاو را روشن و دما را روی حداکثر مقدار تنظیم کنید. دما را یادداشت کنید. پس از خنک شدن اتوکلاو، دما سنج را خارج و دما را ثبت کنید. اگر بین دو دمای ثبت شده اختلافی وجود داشت، این اختلاف را به عنوان ضریب تصحیح در نظر بگیرید.

* کالیبراسیون فشار اتوکلاو: قبل از این که فشار را بررسی کنید، دما و تایمر را کالیبره کنید. طبق معمول اتوکلاو را روشن کنید. زمانی که دما به 121 درجه سانتی گراد رسید، گیج فشار باید 15 psi را نشان دهد. این مقدار را روی گیج علامت بزنید تا اگر اختلافی وجود داشت، با ضریب تصحیح، اصلاح کنید.

* کالیبراسیون اتوکلاو به وسیله نشانگر بیولوژیکی: پنج نشانگر باسیلوس استریوترموفیلوس را در پنج مکان مختلف در محفظه قرار دهید. دستگاه را روشن کنید و در دمای 121 درجه سانتی گراد با فشار 15 psi به مدت 15 دقیقه اتوکلاو کنید. پس از کشت نمونه ها، با توجه به نتایج درمیابید که ضد عفونی کامل انجام شده است یا خیر.

جمع بندی:

autoclave ماشینی است که با از بین بردن باکتری ها، ویروس ها و حتی هاگ های موجود در مواد داخل ظرف با استفاده از بخار تحت فشار، روش فیزیکی استریل کردن را فراهم می کند. اتوکلاو مواد را با حرارت دادن آنها تا دمای خاصی برای مدت زمان مشخصی استریل می کند. اتوکلاو یک دستگاه استریل کننده بخار نیز نامیده می شود که معمولاً در تأسیسات و صنایع بهداشتی برای اهداف مختلف استفاده می شود. اتوکلاو روش موثرتری برای استریلیزاسیون در نظر گرفته می شود زیرا بر اساس حرارت مرطوب است.

انکوباتور:

دستگاه انکوباتور که جزو تجهیزات آزمایشگاهی می باشد، به صورت گسترده در پزشکی و صنعت مورد استفاده



قرار می گیرد. این دستگاه از تجهیزات اصلی در آزمایشگاه های مختلف تشخیص طبی، زیست شناسی، تست لوازم و تجهیزات صنعتی، میکروبیولوژی (میکروب شناسی)، کنترل کیفی، بخش نوزادان در بیمارستان و صنعت طیور می باشد. انکوباتور در آزمایشگاه به منظور رشد و نگهداری محیط کشت سلول استفاده شده و دما، اکسیژن، رطوبت، CO₂ کافی و سایر شرایط لازم را برای رشد سلول فراهم می کند. همچنین علاوه بر فور و اتوکلاو برای استریل و خشک کردن

تجهیزات، و نگهداری آنها در شرایط استریلیزه از دستگاه انکوباتور نیز استفاده می شود، از این رو به آن دستگاه خشک کن نیز می گویند. انگلیسی ها به دلیل شباهت زیاد عملکرد این دستگاه به رحم، آن را Incubator نامگذاری کرده اند، همچنین در فارسی انکوباتور به معنی ماشین جوجه کشی نامیده می شود و فرانسوی ها آن را اتو می نامند.

اجزای مختلف انکوباتور آزمایشگاهی:

1) محفظه نگهداری نمونه ها:

یک محیط بسته دو جداره است که با عایق بندی مناسب تا حد امکان از لحاظ دما و رطوبت و ورود و خروج گازها از محیط بیرون جدا شده اند.

جنس بدنه آن از ورقه فلزی استیل ضدزنگ یا آلومینیوم با ضخامتی در حدود نیم تا یک سانتیمتر می باشد. علت استفاده از استیل ضدزنگ با کد ۳۰۴ این است که احتمال خوردگی و زنگ زدگی آن در مجاورت دو عامل موثر گرما و رطوبت بسیار پایین بیاید.

در دستگاه های سفارشی و خاص از استیل ۳۱۶ که ضد اسید نیز هست استفاده میشود.

تفاوت محفظه آلومینیوم با استیل:

محفظه داخلی دستگاه را هم میتوان از آلومینیوم و هم از استیل ساخت. مزایا و معایب هر کدام عبارتند از:

۱- آلومینیوم سریعتر گرما را گرفته و سریعتر سرد میشود و چون نور (همان حرارت) را جذب کرده و بازتاب نمیکند، دقت دمایی بالاتری را ایجاد میکند.

۲- آلومینیوم قابلیت شستشوی بالایی ندارد و در صورتیکه بر روی آن ماده ای ریخته شود جای آن باقی مانده و تمیز نمیشود.

۳- مقاومت دمایی استیل از آلومینیوم بالاتر است و دیرتر حالت خود را از دست داده و خراب میشود.

۴- قیمت متریال استیل از آلومینیوم بالاتر بوده و در نتیجه قیمت دستگاه انکوباتور محفظه استیل هم بالاتر است.

۵- استیل نور را بازتاب میکند و باعث میشود سنسور دمایی پالس اشتباه دریافت کرده و دقت دمایی دستگاه استیل، کمی نسبت به انکوباتور محفظه آلومینیوم کمتر است.

(2) منبع تغذیه:

منبع تغذیه این سیستم عموماً برق ۲۲۰ ولت شهری با آمپر زیر ۱۰ می باشد و قطعاً تک فاز است.

منبع برای تغذیه المنت های دستگاه انکوباتور و برای بردهای دیجیتال و کنترلر می باشد که بسته به نوع مدار میتواند ولتاژ کاری متفاوتی داشته باشد.

در ایران و دستگاه های تولیدی شیماز برق المنت ها ۲۲۰ ولت و برق بردهای دیجیتال ۹ تا ۱۲ ولت می باشد و در ورودی کنترلر دیجیتال ترانس کاهنده قرار دارد.

(3) سیستم کنترل دما

برای گرم کردن محفظه داخل انکوباتور معمولاً هیترهای الکتریکی که از فن برای انتشار گرما سود می برند، استفاده می کنند.

در اکثر انکوباتورها محفظه داخلی مجهز به هیتر الکتریکی (المنت) است که روی دیواره داخلی نصب شده و با صفحه مشبک محافظی پوشانده شده است.

کنترل دمای داخل دستگاه توسط سیستم های کنترلی ساده مانند ترموستات و یا مدارات میکروکنترلی پیچیده صورت می گیرد. برای این منظور از یک سری سنسور مانند ترموکوپل های معمولی یا سیستم های مبتنی بر میکروکنترلرها برای نمونه برداری از دمای داخل محفظه استفاده می شود.

استفاده از هیترهای برقی مزایای زیادی دارد:

۱- می توان دمای داخل چمبر یا اتاقک را به سرعت تغییر داد.

۲- با استفاده از سیستم کنترل های PID (که با قطع و وصل کردن سریع برق میزان حرارت را کنترل میکنند) دما را با دقت بسیار بالا میتوان کنترل کرد.

۳- تعمیرات آن بسیار ساده و راحت می باشد و احتیاج به تخصص ویژه ای ندارد.

۴- برق همیشه و تقریباً همه جا در دسترس است.

(4) سیستم کنترل رطوبت:

این سیستم، رطوبت داخل انکوباتور را در حد مورد نیاز نمونه ها ثابت نگه می دارد.

انکوباتوری که دارای محفظه رطوبت ساز باشد را ژرمیناتور نیز مینامند.

برای این منظور از یک سری سنسور جهت نمونه برداری از رطوبت داخل محفظه استفاده می کنند. رطوبت مورد نیاز در انکوباتور توسط یک مخزن کوچک که حاوی مقداری آب تصفیه شده است و سیستم گرمایش انکوباتور تامین می شود.

5) سیستم کنترل گازها:

این سیستم ترکیب گازهای داخل انکوباتور را در حد مورد نیاز نمونه ها ثابت نگه می دارد. انکوباتوری که امکان تنظیم گاز داخل را دارد انکوباتور CO₂ نامیده میشود. این کار توسط سنسورهایی برای نمونه برداری از ترکیب گاز داخل محفظه استفاده می شود. گاز مورد نیاز توسط مخازن خارجی تامین می شود و کنترل ترکیب گازها نیز با استفاده از سیستم های مبتنی بر میکروکنترلرها و پی ال سی انجام می پذیرد.

6) سیستم آلام:

با توجه به مقادیر مجاز تعیین شده برای هر یک از فاکتورها، در صورت تجاوز هر یک از آنها از مقادیر مجاز، این رویداد توسط دستگاه به وسیله ی آلام مناسب گزارش داده می شود.

برخی آلام ها عبارتند از:

۱. هشدارهای استاندارد که مربوط به عملکرد یا خرابی بخش های مختلف سیستم است.

۲. هشدار مربوط به افزایش دما بیش از ۳۸ درجه یا در حالت ویژه بیش از ۴۰ درجه.

۳. هشدار مربوط به قطع گردش هوا.

۴. هشدار مربوط به نقص در سیستم حس کننده دمای درون محفظه.

۵. هشدار مربوط به نقص در سیستم حسگر دمای قطع کننده منبع تغذیه.

7) سیستم ثبات:

این سیستم به اپراتور دستگاه این امکان را می دهد تا مشخصه مورد نظر را بصورت مداوم ثبت و تغییرات آن را کنترل کند. اصطلاحاً به چنین سیستمی، ترمولاگر میگویند و قابلیت اتصال به کامپیوتر داشته و گراف ها را نمایش میدهد.

نحوه عملکرد دستگاه انکوباتور:

دستگاه انکوباتور از روش های متفاوت انتقال گرما و کنترل محیط برای رسیدن به شرایط مورد نظر استفاده می کند. انکوباتور ها به طور معمول دارای سیستمی تشکیل شده از المنت هستند که با ترموستات یا میکروپروسسور کنترل می شوند. در گرمخانه هایی که به روش هدایت گرما عمل می کنند، تعدادی از المنت ها را به طور مستقیم در دیواره اتاقک قرار می دهند و در نواحی دیگر دما پایین تر است. از آنجایی که انتقال حرارت همواره از ناحیه دارای دمای بالاتر به ناحیه ای با دمای پایین تر می باشد، دما در تمام نقاط یکسان می شود. در انکوباتور هایی که به روش همرفت گرما عمل می کنند، گرمایی که توسط المنت ها تولید می شود، از طریق هوای موجود در اتاقک به نمونه ها منتقل می گردد. به طور معمول هوا از کف انکوباتور به محفظه داخلی

وارد و در آن جریان پیدا می کند. در انکوباتور های یخچال دار، زمانیکه دمای پایینی نیاز باشد، لازم است سیستم سرد کننده وجود داشته باشد تا گرما را خارج کند و محفظه داخلی را خنک نگه دارد. محیط کشت در محفظه داخلی انکوباتور قرار می گیرد، دمای مورد نیاز تنظیم شده و برای مدت معین در دستگاه باقی می ماند. انکوباتور ها به صورت یک درب و دو درب طراحی می شوند. دستگاه های انکوباتور تک درب، دربی فلزی با پنجره شیشه ای دارند و انکوباتور های دو درب دارای یک درب کامل فلزی و پشت آن یک درب کامل شیشه ای می باشند.

کاربرد دستگاه انکوباتور:

- 1) پزشکی و بخش نوزادان، جهت برقراری شرایط مناسب برای رشد نوزادانی که زودتر از موعد به دنیا آمده اند.
- 2) آزمایشگاه های طبی برای رشد و نگهداری سلول، استریل و خشک کردن تجهیزات مورد استفاده قرار می گیرد.
- 3) آزمایشگاه های کنترل کیفیت و تست تجهیزات و قطعات صنعتی
- 4) صنایع دارو سازی، غذایی، ساخت خودرو ها و غیره
- 5) آزمایشگاه های میکروبیولوژی، زیست شناسی و غیره به منظور کشت سلول
- 6) انجام آزمایش های لازم برای تحقیقات خون شناسی، ژنتیک، بیوشیمی، تولید دارو، مواد غذایی و غیره
- 7) صنعت طیور، در این صنعت از انکوباتور به عنوان جایگزینی برای مرغ استفاده می شود و با کنترل مناسب دما، رطوبت و مهیا کردن شرایط لازم، باعث افزایش تعداد جوجه های تولیدی می شوند.

ایمنی در عملکرد انکوباتور:

- 1) صرفاً از سینی ها و لوازم جانبی مورد تایید شرکت تولیدکننده استفاده نمایید.
- 2) نبایستی سینی ها، ظروف آزمایشگاهی و لوازم جانبی که دارای رگه های نمایان از خوردگی و آسیب دیدگی هستند، مورد استفاده قرار گیرد.
- 3) سعی کنید تا محیط های کشت را با فاصله از هم قرار دهید تا جریان هوا به خوبی برقرار شود.

4) از قراردادن مواد قابل اشتعال و یا فرار مانند بنزین، الکل، اتر و غیره در داخل انکوباتور خودداری کنید.

5) به منظور پر کردن مخزن آب دستگاه، از آب مقطر استفاده کنید.

6) ظروف آب را به موقع تعویض نمایید.

7) به منظور برداشتن ظروف کشت، حتما از دستکش‌های لاتکس ضدعفونی شده استفاده نمایید.

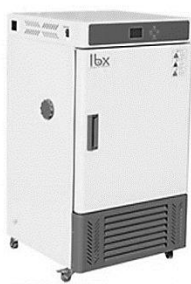
8) انکوباتور بر روی سطحی صاف قرار گرفته شود و در نزدیکی درب‌های اصلی یا هواکش‌ها قرار نگیرد.

9) از سینی‌ها و ظروف بدون خوردگی و آسیب دیدگی استفاده شود و به منظور جلوگیری از آلودگی در انکوباتور‌ها، قفسه و دیواره دستگاه همواره خشک باشد.

10) در هنگام استفاده از دستگاه انکوباتور یخچال دار BOD، به صورت مداوم بررسی صورت گیرد تا از درستی عملکرد دستگاه اطمینان حاصل شود، زیرا امکان ریختگی یا شکستگی وجود دارد. لازم به ذکر است در صورت شکستگی شیشه‌های BOD متر، دستگاه انکوباتور باید خاموش گردد و به منظور پیشگیری از خطر برق گرفتگی، تا تمیز شدن کامل، دستگاه روشن نشود.

انواع انکوباتور آزمایشگاهی:

1) انکوباتور یخچال دار:



انکوباتور‌های یخچال دار یا خنک کننده پر مصرف ترین انکوباتور در آزمایشگاه‌های تشخیص طبی و میکروب‌شناسی می‌باشند، از این رو به آنها انکوباتور آزمایشگاهی یخچال دار نیز گفته می‌شود. انکوباتور‌های خنک کننده دارای تایمر، ترموستات و ترمومتر دیجیتال هستند و علاوه بر ایجاد محیط مناسب برای کشت سلول، جهت خشک کردن تجهیزات آزمایشگاهی و نگهداری سرم‌های خونی نیز استفاده می‌شوند. انکوباتور‌های یخچال دار قابلیت کالیبراسیون دارند و دمای آنها از 5- تا 65 درجه سانتی‌گراد قابل کنترل می‌باشد اما اغلب در دمای 25 درجه سانتی‌گراد استفاده می‌شوند، از این رو به آنها انکوباتور 25 درجه نیز می‌گویند. دقت دمایی انکوباتور خنک کننده 1 درجه سانتی‌گراد است و این انکوباتور‌ها محفظه‌ای از جنس استیل یا آلومینیوم دارند، مجهز به سیستم سرمایشی و گرمایشی هستند و معمولا به منظور کشت باکتری در دمای پایین استفاده می‌شوند زیرا مقدار رطوبت نسبی را بیش از 80 درصد نمی‌برند و میزان کربن دی‌اکسید را در حدود 5 درصد حفظ می‌کنند.

2) انکوباتور یخچال دار BOD:



انکوباتور یخچال دار BOD، دارای ترموستات، تایمر، ترمومتر دیجیتال و فن بوده، محفظه داخلی آن از جنس آلومینیوم یا استیل می باشد و به منظور قرار دادن دستگاه BOD متر طراحی شده است. پریزی در محفظه داخلی انکوباتور وجود دارد و سیستم کنترل آن از نوع PID می باشد که با انکوباتور های یخچال دار کمی متفاوت است اما تنظیمات یکسانی دارند. محدوده دمایی انکوباتور یخچال دار BOD از 0 تا 70 درجه سانتی گراد می باشد. اگر شیشه های BOD متر بشکند لازم است به سرعت دستگاه خاموش و تا تمیز شدن انکوباتور از روشن کردن و استفاده مجدد خودداری شود.

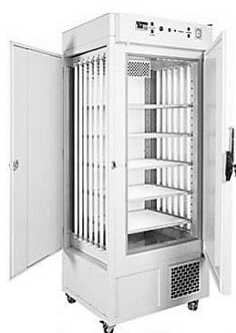
3) انکوباتور CO2 (انکوباتور دی اکسید کربنی):

انکوباتور های CO2 که به آنها، انکوباتور کربن دی اکسیدی نیز می گویند با گاز کربن دی اکسید کار می کنند و به صورت عمده در آزمایشگاه های بیولوژیکی جهت کشت بافت استفاده می شوند. دمای محفظه داخلی انکوباتور دی اکسید کربنی اغلب 37 درجه سانتی گراد و ثابت است. کربن دی اکسید مورد نیاز در محفظه انکوباتور به وسیله مخزنی که به آن متصل است تامین می شود و مقداری CO2 در محفظه برای تنظیم میزان PH محیط و جلوگیری از مرگ سلول ها به دلیل هیدروژن ایجاد شده از متابولیسم سلول نیاز است. در صورت نیاز به رطوبت بالا در محفظه داخلی، این رطوبت توسط تبخیر پی در پی فراهم می شود. میزان کربن دی اکسید با رطوبت نسبت معکوس دارند یعنی افزایش میزان کربن دی اکسید موجب کاهش میزان رطوبت خواهد شد. بعضی از انکوباتور های دی اکسید کربنی به کپسول CO2 متصل می شوند و میزان دی اکسید کربن موجود در محفظه خود را در مقداری مشخص حفظ می کنند.



4) انکوباتور مرطوب یا انکوباتور ژرمیناتور:

انکوباتور مرطوب که به آن، انکوباتور ژرمیناتور و انکوباتور رطوبت دار نیز می گویند، محفظه ای برای تامین شرایط لازم برای کشت بافت و نمونه هستند و به صورت معمول در دانشگاه های کشاورزی، مراکز تحقیقاتی، صنایع مربوط به مواد غذایی و دارویی که لازم است میزان نور، دما، رطوبت و غیره کنترل شود، کاربرد دارند. ژرمیناتور امکان کنترل دما و رطوبت محفظه داخلی دستگاه را دارد. میزان رطوبت لازم به وسیله ظرف مسی کوچکی که دارای مقداری آب تصفیه شده است، تامین می شود. بخار از طریق سیستم گرمایشی تولید و از دریچه ای کنترلی به محفظه دستگاه وارد می شود. انکوباتور های ژرمیناتور قابلیت کاهش دما و ایجاد محیط سرد را نیز دارند.



5) انکوباتور استاندارد:



انکوباتور های استاندارد که به آنها انکوباتور 37 درجه نیز می گویند، امکان بالا بردن دمای داخلی تا حدود 100 درجه سانتی گراد را دارند اما بیشترین استفاده از آن در دمای 37 درجه سانتی گراد می باشد. انکوباتور های 37 درجه در آزمایشگاه های بیولوژی و میکروب شناسی در زمینه های تحقیقاتی، خون شناسی، بانک اطلاعات سلولی DNA و غیره مورد استفاده قرار می گیرند. این انکوباتور ها قسمت سرد کن ندارند و تنها با المنت کار می کنند.

6) انکوباتور دیجیتال:



انکوباتور های دیجیتال یا هوشمند، مجهز به سیستم فول دیجیتال PID هستند، محفظه ای از جنس استیل یا آلومینیوم دارند، به صورت معمول در بازه دمایی 5 درجه سانتی گراد بالاتر از دمای محیط تا 65 درجه سانتی گراد عمل می کنند و دارای دقت بسیار مناسبی هستند.

7) انکوباتور شیکر دار:



انکوباتور شیکر دار علاوه بر کنترل میزان دمای محفظه، قابلیت تکان دادن دورانی محلول ها را نیز داشته و اغلب قابلیت کاهش دما تا پایین تر از دمای محیط به وسیله سیستم خنک کننده را دارند. انکوباتور های آزمایشگاهی شیکر دار در انواع دیواری و ایستاده هستند و می توان انواع ارلن و بالن در هر اندازه ای بر روی صفحه این انکوباتور قرار داد.

8) انکوباتور ساده:

انکوباتور معمولی که به آن انکوباتور ساده نیز می گویند، ساده ترین انکوباتور آزمایشگاهی بوده که دارای محفظه ای ایزوله و عایق به همراه هیتری قابل تنظیم، تایمر، ترموستات و ترمومتر دیجیتال می باشد، فقط قابلیت تنظیم دما را داشته و به منظور تامین دمای بالاتر از میزان دمای محیط استفاده می شوند. انکوباتور های معمولی دارای دقت 1 درجه سانتی گراد هستند، در بازه دمایی حدود 30 تا 65 درجه سانتی گراد عمل می کنند اما بعضی از مدل های آن قابلیت افزایش دما تا 100 درجه سانتی گراد را نیز دارند. انکوباتور های ساده جهت کشت میکروب ها مورد استفاده قرار می گیرند، قابلیت کالیبراسیون را نیز دارند و در انواع رو میزی و ایستاده و در مدل های آنالوگ و دیجیتال با حجم های متفاوت ساخته می شوند.



9) انکوباتور نوزاد (انکوباتور پزشکی) :



انکوباتور نوزاد که به آن انکوباتور پزشکی نیز می گویند در بخش NICU (مراقبت ویژه نوزادان) برای نوزادانی که زودتر از موعد به دنیا آمده اند استفاده می شود. انکوباتور نوزاد با تنظیم دما، رطوبت، اکسیژن و جلوگیری از ابتلا به عفونت های احتمالی، شرایط مناسب برای رشد نوزاد را مهیا کرده و از آن محافظت می کند. انکوباتور پزشکی دارای جداره ای شفاف می باشد که کودک به راحتی از بیرون دستگاه دیده می شود و از طریق دریچه های موجود در اطراف انکوباتور می توان به نوزاد دسترسی داشت.

10) انکوباتور ترکیبی:



انکوباتور ترکیبی، مشخصات یک انکوباتور معمولی را دارد، علاوه بر آن دارای میله هایی می باشد که به منظور نگهداری شیشه های هیپریدزاسیون در اندازه های مختلف و چرخش آنها با سرعت های تعیین شده استفاده می شوند.

11) انکوباتور آزمایشگاهی:



انکوباتور های آزمایشگاهی در آزمایشگاه های تحقیقاتی، طبی، کنترل کیفی، صنایع مختلف دارو سازی، غذایی و غیره جهت تامین دما و شرایط لازم برای نگهداری و کشت نمونه، کاربرد دارند .

12) انکوباتور صنعتی (ماشین جوجه کشی):



انکوباتور صنعتی که به آن ماشین جوجه کشی نیز گفته می شود، اغلب در مرغداری ها و صنعت طیور مورد استفاده قرار می گیرند. ماشین جوجه کشی به منظور نگهداری تخم مرغ ها تا زمانی که جوجه بیرون بیاید استفاده می شود و گرمای لازم برای ایجاد شرایط مناسب به صورت الکتریکی تامین می شود.

نحوه نگهداری انکوباتور:

تمیز نگه داشتن دستگاه انکوباتور اهمیت ویژه ای دارد. برای تمیز کردن انکوباتور ابتدا باید دستگاه خاموش و برق آن قطع شود. پس از تمیز کردن لازم است دستگاه کاملا خشک، سپس به روشن کردن آن اقدام شود. به

منظور تمیز نگه داشتن سنسور ها بهتر است دستگاه به طور مرتب با الکل 70 درصد تمیز شود و در صورت استفاده از مواد شوینده و ضد عفونی کننده لازم است PH آن بین 5 تا 8 باشد.

اگر در سینی های کشت سلول، آلودگی دیده شود باید کشت ها را به سرعت از دستگاه انکوباتور خارج کرده و ضد عفونی شوند. در صورت ایجاد آلودگی داخلی به وسیله مواد بیولوژیکی و شیمیایی خطرناک بنا به نوع آلودگی ایجاد شده و موادی که در دستگاه وجود دارند، دو راه وجود دارد، در روش اول پس از اطمینان حاصل شدن از خشک بودن دستگاه پیش از راه اندازی، ماده ضد عفونی مناسب در داخل دستگاه اسپری شود. از آنجایی که در زمان انجام ضد عفونی ممکن است گاز های قابل اشتعال ایجاد شود، هوای درون محفظه انکوباتور نیز باید پیش از انجام کار تهویه شود. در روش دوم زمانیکه آلودگی شدیدی ایجاد شده باشد، اجزای موجود در صورت گیرد.

دستگاه انکوباتور را دور از بخاری و کولر قرار دهید تا در میزان دقت دمایی دستگاه، مشکلی ایجاد نشود. بهتر است برای بررسی نحوه عملکرد دستگاه انکوباتور، کالیبراسیون آن هر 6 ماه یک بار توسط متخصص فنی صورت گیرد.

طرز کار انکوباتور:

برای استفاده از دستگاه انکوباتور باید آنرا در محیطی خشک و با دمای مناسب بر روی میزی بزرگ و مقاوم قرار داده و کابل انکوباتور به سوکت پشت دستگاه وصل شود. دستگاه را روشن کرده، میزان دما توسط ترموستات و میزان رطوبت مورد نیاز تنظیم شود. نمونه ها در سینی یا قفسه ها چیده و در محفظه داخلی انکوباتور قرار گرفته شود، سپس به اندازه زمان تعیین شده صبر کنید و تا اتمام کار دستگاه از باز کردن درب آن خودداری کنید.

کالیبراسیون انکوباتور:

دوره تناوب کالیبراسیون انکوباتور حداکثر یک سال تعریف میشود.

*تست کنترل حرارت : سنسور هوا به صورت دوره‌ای کالیبره می شود. ضمناً هر چند وقت یکبار جهت کنترل و کالیبره حرارت داخل محفظه در 5 قسمت مختلف داخل محفظه ترمومتر گذاشته می شود. اختلاف دما بایستی کمتر از 1 درجه سانتی گراد باشد.

رطوبت باید در محدوده حداکثر تا 90 درصد قابل تنظیم باشد.

*تست استقامت دی الکتریک : دستگاه را در معرض ولتاژی حدود 4 هزار ولت قرار می دهند، اتصالات دستگاه باید در مقابل این ولتاژ بالا مقاومت کنند. این آزمایش یک بار در حالت کار عادی و یک بار پس از آن که 48 ساعت در اتاق رطوبت قرار گرفت انجام می شود. هیچ جریانی یا نشتی بین مدارات الکتریکی دستگاه و بدنه نباید به وجود آید.

نحوه کالیبراسیون دستگاه انکوباتور:

- 1) دکمه Mode را فشار دهید تا به حالت "تنظیم" برسید.
- 2) دکمه Δ را فشار دهید.
- 3) دکمه فلش رو به پایین را فشار دهید تا سطح را روی 0 شماره گیری کرده و سپس enter را فشار دهید.
- 4) دکمه Mode را فشار دهید تا به حالت "run" برگردد.
- 5) درب بیرونی و داخلی انکوباتور را باز کنید تا تمام CO2 داخل آن برای حدود 30 ثانیه خارج شود.
- 6) درهای انکوباتور را ببندید و حداقل 2 ساعت بسته نگه دارید.
- 7) سطح CO2 را با آنالایزر گاز فیریت بررسی کنید تا از 0 بودن آن مطمئن شوید.
- 8) دکمه Mode را فشار دهید تا به حالت "cal" برسید.
- 9) دکمه Δ را فشار دهید تا CO2 صفر شود.
- 10) دکمه Mode را فشار دهید تا به حالت "تنظیم" برسید.
- 11) سطح CO2 را روی درصدی که می خواهید دستگاه انکوباتور خود را در آن نگه دارید تنظیم کنید و enter را فشار دهید.
- 12) دکمه Mode را فشار دهید تا به حالت "run" برگردید.
- 13) انکوباتورها را به مدت 2 ساعت دیگر ببندید و دوباره سطح CO2 را با آنالایزر گاز فیریت بررسی کنید، اما این بار قرائت دقیق را از آنالایزر ثبت کنید.

نکات نظافت انکوباتور:

- اگر دستگاه انکوباتور شما آلوده باشد، به احتمال زیاد بر روی نتایج کشت شما تاثیر منفی خواهد گذاشت. به همین دلیل، نظافت مرتب دستگاه انکوباتور آزمایشگاهی اهمیت زیادی دارد.
- 1) ابتدا باید تمام کشت‌ها را به دستگاه انکوباتور دیگری منتقل کنید و دستگاه را خاموش کرده و آن را از منبع تغذیه جدا کنید.
 - 2) هنگامی که می خواهید ظروف کشت را از انکوباتور خارج نمایید و یا اقدام به نظافت دستگاه نمایید، حتما از دستکش استفاده کنید.
 - 3) برای تمیز کردن کامل دستگاه انکوباتور، ابتدا قفسه‌ها را جدا کنید. اما پیش از این کار به نحوه‌ی قرارگیری صحیح قفسه‌ها در انکوباتور دقت کنید تا هنگام جا زدن آن‌ها با مشکل مواجه نشوید.
 - 4) اگر از سینی برای نگهداری آب و ایجاد رطوبت درون دستگاه استفاده می کنید، آن را نیز بردارید.

5) تمام قسمت‌های دستگاه انکوباتور که جدا کرده‌اید را بشوید. برای شستن این قسمت‌ها اغلب مواد شوینده استاندارد و آب گرم کافی است. اما اگر مواد خاصی را درون انکوباتور کشت می‌دهید، برای تمیز کردن قفسه‌ها به پروتکل‌ها و قوانین آزمایشگاه خود مراجعه کنید.

6) برای تمیزکاری بسیار دقیق (حدوداً هر ۶ ماه یکبار) قفسه‌ها را درون فویل پیچیده و اتوکلاو کنید. توجه: دقت داشته باشید که مواد ضدعفونی کننده‌ای که استفاده می‌کنید به دستگاه آسیبی نرساند. ضدعفونی کننده حاوی آمونیوم نوع چهارم (Quaternary ammonium) از موادی است که اغلب برای نظافت انکوباتورها می‌توان از آن استفاده کرد. علاوه بر این باید توجه داشته باشید که مواد ضدعفونی کننده‌ی مورد استفاده به کشت سلول‌ها نیز آسیب نرسانند. برخی از مواد ضد عفونی کننده قوی بخارهایی منتشر می‌کنند که وارد دستگاه انکوباتور می‌شوند و رشد سلول را تحت تأثیر قرار می‌دهند.

7) برای تمیز کردن محفظه‌ی داخلی دستگاه از اتانول ۷۰٪ استفاده کنید. اتانول را اسپری کرده و بلافاصله پاک کنید.

8) به کمک اتانول قسمت‌های بیرونی دستگاه انکوباتور را نیز تمیز کنید. توجه داشته باشید که سطوحی که بیشتر لمس می‌شوند مانند دستگیره و دکمه‌ها باید با دقت بیشتری تمیز شوند. توجه: اتانول را روی سنسورها اسپری نکنید.

9) عایق روی درب دستگاه را نیز به خوبی با اتانول تمیز کنید. زیرا ممکن است منابع زیادی از آلودگی در این قسمت تجمع کرده باشد.

10) حین نظافت انکوباتور، تمیز کردن فن را از قلم نیندازید. توصیه می‌شود هر چند ماه یکبار آن را تمیز کنید.

11) پس از نظافت کامل قسمت‌های بیرونی و داخلی انکوباتور، قطعات را مجدداً درون دستگاه جا بزنید. مراقب باشید هنگام قرار دادن قطعات فلزی به درب دستگاه و بدنه‌ی آن آسیبی نرسد.

12) سینی آب را با آب تمیز پر کنید. بعضی از آزمایشگاه‌ها ترجیح می‌دهند یک قارچ‌کش را با غلظت مشخص شده به آب درون سینی اضافه کنند تا از رشد میکروب‌ها جلوگیری شود.

13) پیش از جا زدن قطعات و در صورتی که انکوباتور شما مجهز به فیلتر HEPA است، فیلتر را بررسی کنید. توجه داشته باشید که این فیلتر باید هر ۶ ماه یکبار تعویض گردد تا اطمینان حاصل شود که با راندمان بالا کار می‌کند و فقط هوای استریل شده در گردش است.

14) مطمئن شوید درب انکوباتور به خوبی باز و بسته می‌شود. در صورت لزوم درب را با توجه به دستورالعمل‌های شرکت سازنده روغن کاری کنید.

15) انکوباتور را روشن کرده و اطمینان حاصل کنید که درجه حرارت قبل از قرار دادن مجدد کشت‌ها پایدار است و دستگاه به درستی کار می‌کند.

پیشگیری از آلوده شدن انکوباتور و کشت‌های درون آن:

1) قبل از استفاده از انکوباتور آزمایشگاهی، از صحیح قرار گرفتن سینی‌ها در جای خود اطمینان حاصل کنید. توجه داشته باشید که صرفاً سینی‌ها و لوازم جانبی مورد تأیید تولید کننده مورد استفاده قرار گیرد. عدم نصب صحیح قفسه‌ها ممکن است منجر به ریختن محتویات ظروف شود.

2) چنانچه می‌توانید دستگاه شیکر را درون انکوباتور آزمایشگاهی خود قرار دهید، به قرار دادن آن به شکل صحیح و تراز که مانع ریختن یا پاشیده شدن محتویات آن شود، توجه کنید.

3) پیش از کار با دستگاه از سالم بودن سینی‌ها، لوازم جانبی و حتی ظروفی که در انکوباتور قرار می‌دهید اطمینان حاصل کنید تا دارای ترک و شکستگی نباشند.

4) اگر برای ایجاد رطوبت درون فضای انکوباتور از سینی آب استفاده می‌کنید، آب درون سینی را حداقل هفته‌ای یک مرتبه تعویض کنید.

5) هفته‌ای یکبار دستگاه انکوباتور را بررسی کنید و محیط‌های کشت که از بین رفته و یا دیگر قابل استفاده نیستند را دور بریزید.

6) برخی از انکوباتورهای آزمایشگاهی دارای فیلترهای HEPA هستند که ذرات ریز موجود در هوا را به دام می‌اندازند. به این ترتیب احتمال آلوده شدن محفظه کاهش می‌یابد. توجه داشته باشید که این فیلترها باید حداقل هر شش ماه یکبار تعویض شوند.

7) توصیه می‌شود قسمت بالای دستگاه را هر دو هفته یکبار تمیز کنید تا از گرد و غبار پاک شود.

نصب دستگاه انکوباتور:

میزی تراز و مقاوم برای قرار دادن انکوباتور بر روی آن وجود داشته باشد، وزن دستگاه انکوباتور با دو قفسه حدود 40 تا 60 کیلو گرم است. میز انتخاب شده باید قابلیت تحمل وزن دستگاه را داشته باشد.

وجود فضای آزاد در اطراف محل نصب دستگاه انکوباتور، به نحوی که تهویه لازم، برقرار و عبور کابل ها به راحتی انجام گیرد. این فضا باید حدود 10 تا 20 سانتی متر باشد. در ضمن در مقابل سیستم تهویه باید خالی باشد و وسیله ای قرار نگیرد.

پریز برق دارای سیم اتصال به زمین که این پریز نباید بیش از 1.5 متر از دستگاه انکوباتور فاصله داشته باشد.

اتصال به انکوباتور باید قابلیت برقراری ولتاژ 220 تا 240 ولت و فرکانس 50 تا 60 هرتز را داشته باشد.

قرار دادن دستگاه در فضایی که دمای مناسب حدود 25 درجه سانتی گراد دارد و میزان تغییرات دما در آن بسیار کم باشد.

وجود محافظت کننده های الکتریکی مانند نصب کلید اضطراری در سیم کشی ساختمان، بهتر است این کلید دور از انکوباتور باشد.

جمع بندی:

همانطور که گفته شد دستگاه انکوباتور آزمایشگاهی یکی از تجهیزات مهم در آزمایشگاهها محسوب می شود که کاربرد بسیار مهمی برای کشت سلولها و تحقیقات پزشکی دارد. به همین دلیل توجه به نحوه نگهداری صحیح از این دستگاه و نظافت مرتب آن بسیار حائز اهمیت است.

منابع:

www.famcocorp.com

www.medpip.com

www.famcocorp.com

www.jahaneshimi.com

www.pbme.ir

www.rashnolab.com

www.azin-co.com

www.wikipedia.org

www.kmgostar.ir

www.pnogen.com

www.afrateb.com

www.bayerman.ir

www.royaniran.com

www.behsanlaboratory.ir