

## اصول عملکرد، نگهداری و کنترل کیفی تجهیزات آزمایشگاهی؛ اتوکلاو

فرهنگستان زبان و ادب فارسی واژه "دمفشار" را جایگزین واژه اتوکلاو نموده است.

اتوکلاوها دستگاه هایی هستند که برای استریل کردن مواد و ظروف استفاده می شوند. استریل کردن یعنی کشتن تمام اشکال رویش میکروارگانیسم ها از قبیل انواع باکتری ها، ویروس ها، انگل ها، قارچ ها، و اسپورها (spore) و غیره.

شکل ۲. Chamberland's autoclave



### موارد کاربرد اتوکلاو و میزان اثر بخشی آن

این دستگاه در بسیاری از مراکز و بخش ها مانند: میکروب شناسی، پزشکی، دامپزشکی، دندان پزشکی، و ... برای استریل کردن ظروف شیشه ای، زباله های پزشکی، ظروف آزمایشگاهی، محیط های کشت و ... مورد استفاده قرار می گیرد. قبل از دفع هرگونه زباله بیمارستانی و یا پزشکی باید این مواد توسط اتوکلاو استریل و عاری از پاتوژن (عامل بیماری زا) شوند و سپس مانند سایر زباله ها و طبق روش های استاندارد دفع شوند. توسط اتوکلاو حدود ۹۹ درصد پاتوژن ها از بین رفته و مواد استریل می شود. اکثر دستگاه هایی که برای استریل کردن مواد و زباله های عفونی استفاده می شود، از روش بخار و حرارت استفاده می کند. با این روش می توان توده ای وسیع از زباله های بیمارستانی را عاری از عوامل بیماری زا کرد.

به طور کلی تمام مواد غیر عفونی و عفونی آلوده شده با عوامل بیولوژیک شامل بقایای نمونه های محیط کشت تلقیح شده، پاتوژن های رشد کرده، سلول های انسانی، حیوانی و گیاهی، محصولات خونی انسان و ... می توانند اتوکلاو شوند. مواد عفونی باید در ظروف غیر قابل نشت جمع آوری شود سپس اتوکلاو شده و دور ریخته شود. مایعاتی که احتمالاً عفونی است را می توان اتوکلاو کرد و سپس در سیستم فاضلاب ریخت یا با وایتکس یا ترکیبات ضد عفونی مناسب دیگر مخلوط کرد و سپس در سیستم فاضلاب دفع کرد. لازم به ذکر است موادی مانند داروهای سرطان زا، رادیوایزوتوپ ها، موادی شیمیایی سمی، موادی شیمیایی قابل تبخیر یا هر ماده خطرناکی که

در اتوکلاو، استریل کردن با استفاده از حرارت بخار آب تحت فشار، صورت می گیرد. اتوکلاو در محفظه بسته در دمای بالای صد درجه سانتی گراد، آب را به بخار تبدیل می کند. در این دستگاه چون از حرارت مرطوب استفاده می شود، می توان دمای لازم برای استریل کردن را ۳۰ تا ۶۰ درجه سانتی گراد کمتر از فور نگهداشت، در نتیجه مواد و وسایل حساس به حرارت مانند برخی از انواع پلاستیک ها را می توان با این دستگاه استریل کرد. البته برای مثال بعضی مواد پلاستیکی در این شرایط ذوب می شود و یا بعضی مواد کاغذی نمی تواند میزان بالای فشار بخار را تحمل کند، در این موارد باید از فور یا گرمای خشک و یا سایر روش های استریل کردن مانند اشعه گاما، گاز و محلول فرمالدئید، گاز اتیلن اکساید، پلاسما (پراکسید هیدروژن)، پرتوی الکترونی (Electron beam) و مواد شیمیایی ضد عفونی استفاده کرد. هر یک از این روش ها دارای معایب و مزایای خاص خود هستند. روش استفاده از بخار، از قدیمی ترین و متداول ترین روش های استریلیزاسیون پزشکی است زیرا نسبت به سایر روش ها ایمن تر و سریع تر است.

اتوکلاو دارای یک مخزن فولادی ضد زنگ، ضد اسید و باز و ضد مغناطیس، درب فولادی با واشر نسوز، قفل ایمنی، شیرهای

آب و بخار، صافی های هوا و بخار، سوپاپ اطمینان، فشارسنج، حرارت سنج، زمان سنج و سیستم ارت بوده و حجمش از ۵ لیتر تا بیش از ۱۰۰۰ لیتر متفاوت است. این دستگاه در سال ۱۸۷۹ میلادی برای اولین بار توسط میکروبیولوژیست فرانسوی، چارلز چامبرلند اختراع شد (شکل ۱ و ۲).



شکل ۱. Charles Chamberland Haley (۱۸۵۱-۱۹۰۸)

ممکن است در اثر حرارت تبخیر شود و انتشار یابد را نمی توان اتوکلاو کرد.

### اصول عملکرد

اتوکلاوها با استفاده از خواص ترمودینامیک آب به عنوان یک ماده خالص، کار می کنند. در شرایط طبیعی (در سطح دریا و فشار یک اتمسفر) آب می جوشد و در ۱۰۰ درجه سانتیگراد به بخار تبدیل می شود. اگر فشار کاهش یابد، در دمای پایین تر و اگر فشار افزایش یابد، در دمای بالاتر می جوشد. با کنترل فشار بخار آب، دمای اتوکلاو ممکن است به دماهای بالاتر از ۱۰۰ درجه سانتیگراد یا برعکس با کنترل دما به فشاری بیشتر از فشار اتمسفر برسد.

اتوکلاوها از بخار اشباع تحت فشار (با کیفیتی بیش از ۹۸ درصد) برای انتقال انرژی حرارتی به مواد و وسایلی که نیاز به استریلیزاسیون دارد، استفاده می کنند. به طور معمول، این روش به نام های استریلیزاسیون بخار یا حرارت مرطوب شناخته شده است. از این روش بیشتر به علت مؤثر بودن، سرعت بالا و هزینه پایین استفاده می شود. از آنجا که همه مواد را نمی توان با حرارت مرطوب استریل کرد، برای این گروه از مواد روش های جایگزین طراحی شده است. در آزمایشگاه، به منظور انجام فرآیندهای استریلیزاسیون از اتوکلاوهای بخار و فور با حرارت خشک بدون رطوبت استفاده می شود.

مانعی که در عملکرد دستگاه اتوکلاو میتوان به آن اشاره کرد این است که بعد از بستن درب اتوکلاو، مقداری هوا در محفظه دستگاه و در ابزارآلات حفره دار باقی می ماند و این بسته های هوایی به علت اختلاف الاستیسیته (کشسانی) فیزیکی با بخار ترکیب نمی شوند و سرد باقی می مانند و در نتیجه از استریلیزاسیون جلوگیری می کنند. همچنین، هوای گرم در مقایسه با بخار به مدت زمان بسیار بیشتری برای استریل کردن نیاز دارد. برای مثال در دمای ۱۳۴ درجه سانتیگراد، بخار، به سه دقیقه زمان برای استریل کردن مواد نیاز دارد در حالی که هوای گرم با دمای ۱۶۰ درجه در همان شرایط به دو ساعت زمان نیاز دارد. باتوجه به آنچه گفته شد بسیار واضح است که حذف هوا از سیستم، قبل از فرایند استریل بسیار ضروری است. روش هایی که معمولاً در اتوکلاوها برای تخلیه هوا و حذف آن استفاده می شود به شرح زیر است:

### حذف هوا از قسمت زیرین دستگاه

زمانی که بخار وارد محفظه می شود به علت پایین بودن چگالی آن نسبت به هوای گرم در بالای محفظه قرار می گیرد و با افزایش میزان بخار، رفته رفته هوای گرم در زیر اتوکلاو فشرده می شود و از قسمت پایینی تخلیه می شود. معمولاً در قسمت خروجی هوا دماسنجی برای کنترل دمای هوای خروجی

می گذارند. جریان خروج هوا معمولاً توسط سوپاپ های ماریپیچی کنترل می شود. زمانی که هوا از محفظه خارج شد، باید تخلیه کردن را متوقف کنیم.

### پمپ وکیوم

این پمپ ها هوا و یا هوا و بخار را از محفظه مکش می کنند. اکثر اتوکلاوها به سیستم وکیوم ترمودینامیک مجهزند اما این سیستم صرفاً موجب از بین رفتن بسته های هوایی داخل محفظه خواهد شد، به این ترتیب بسته های هوایی داخل ابزارآلات حفره دار همچنان سرد باقی خواهد ماند. به منظور استریل کردن ابزارآلات حفره دار، گاهی نیاز به پمپ وکیوم مجزا است. وجود پمپ دو مزیت دارد:

« قبل از شروع سیکل استریل، بسته های هوایی را خارج می کند. « در پایان عملیات دستگاه به منظور خشک کردن ابزارآلات وارد عمل خواهد شد.

### انواع اتوکلاو

اتوکلاوها برحسب نوع منبع حرارتی به دو گروه اتوکلاوهای رومیزی گازی و اتوکلاوهای برقی و باتوجه به نوع ابزارآلات قابل استریل به سه کلاس S.N و B طبقه بندی می شود. در مورد اتوکلاوهای بزرگ بیمارستانی بر اساس وجود یا عدم وجود پمپ خلا در دستگاه به دونوع پری وکیوم (Prevacum) و گراویتی (Gravity) طبقه بندی می شود.

« اتوکلاو رومیزی گازی: این اتوکلاوها شبیه زودپز است و نیاز به منبع حرارتی خارجی دارد و به دلیل اینکه هیچ کنترل هوشمندی برای تنظیم دما، زمان و فشار مجاز ندارد، در صورت عدم رعایت موارد ایمنی بسیار خطرناک است. درب اتوکلاو توسط پیچ هایی بسته می شود و یک فشارسنج و دماسنج بر روی درب برای کنترل فشار قرار دارد (شکل ۳).



شکل ۳. اتوکلاو رومیزی گازی

### اتوکلاو برقی: اتوکلاوهای

برقی در اشکال مکعبی و استوانه ای تولید می شود.

منبع تولید حرارت، المنت برقی است. این اتوکلاوها دارای حجم های متنوعی از ۲۰ لیتر تا بیش از ۱۵۰ لیتر بوده و اکثراً مجهز به سیستم های هوشمند کنترل دما، فشار و زمان هستند. کنترل اتوکلاو به اپراتور این امکان را می دهد تا دمای مورد

خلأ ایجاد کند. دما و فشار تنظیم شده در این نوع اتوکلاو مطابق استانداردهای بین المللی بوده و براساس استاندارد، ابزارآلات در دمای ۱۲۱ درجه سانتیگراد با فشار ۱.۲bar حداقل به مدت ۱۵ دقیقه، و در دمای ۱۳۴ درجه با فشار ۲.۱ bar حداقل به مدت ۳ دقیقه تحت فرآیند استریلیزاسیون قرار می گیرند(شکل ۷).



شکل ۷. اتوکلاوهای کلاس B

### چرخه استریلیزاسیون

منظور از چرخه استریلیزاسیون مدت زمانی است که از زمان قرار دادن مواد و لوازم داخل دستگاه اتوکلاو شروع شده و تا زمانی که استریل و آماده تحویل می شود را دربر می گیرد. چرخه استریلیزاسیون برای مواد مختلف می تواند متفاوت باشد بنابراین می بایست مدت زمان چرخه متناسب با زمان نفوذ گرما به داخل لوازم یا ظروف در نظر گرفته شود. نکته مهمی که در اینجا وجود دارد این است که دمای استریلیزاسیون به دمای محفظه اتوکلاو برمیگردد نه به دمای لوازم قرار داده شده و زمان لازم برای رسیدن به این دما باید تا حد ممکن کوتاه باشد تا آسیبی به آنها وارد نشود.

### انواع استریلیزاسیون

باتوجه به آنچه که تاکنون بیان شده است، روشن است که فرآیند استریلیزاسیون برای مواد متفاوتی تعریف شده و انجام آن برای هرگروه از مواد تابع شرایط خاص خود است که در ادامه به شرح بیشتر این موضوع می پردازیم. این موارد عبارتند از:

- ✓ استریلیزاسیون محیط های کشت و محلول ها
- ✓ استریلیزاسیون مواد مصرفی آلوده
- ✓ استریلیزاسیون مواد خشک

### استریلیزاسیون محیط های کشت و محلول ها

در این خصوص رعایت نکات زیر کمک زیادی به انجام صحیح تر فرآیند و اثربخشی بهتر آن می نماید، نکات مهمی که می بایست رعایت شود عبارتند از:

- درمورد لوله های حاوی محیط کشت و ارلن درپیچ دار

نظر و مدت زمان لازم برای استریل را تنظیم کند. اتوکلاوهای که برای مصارف بیمارستانی تولید می شود نسبت به اتوکلاوهای آزمایشگاهی دارای حجم های بسیار بزرگ تر است. در این اتوکلاوها منبع تولید حرارت سیستم بخار مرکزی است و معمولا دارای دو درب، یکی برای قراردادن لوازم آلوده و دیگری برای خروج لوازم استریل شده است(شکل ۴).



شکل ۴. اتوکلاو برقی

### ✓ اتوکلاوهای کلاس N: براساس استاندارد این اتوکلاوها

می توانند ابزارآلات جامد بدون پوشش را استریل کنند. لذا برای استریل وسایل پوشش دار (اعم از پارچه یا کاغذهای مدیکال) و نیز وسایل حفره دار از این نوع دستگاه ها نمی توان استفاده کرد. این سیستم فاقد پمپ مکش خلأ است. به این اتوکلاوها اصطلاحاً اتوکلاو گرانشی نیز می گویند(شکل ۵).



شکل ۵. اتوکلاو کلاس N

### ✓ اتوکلاوهای کلاس S:

وسایلی که توسط این نوع اتوکلاوها می توان استریل کرد شامل ابزارآلات بدون پوشش جامد یا پوشش دار جامد، مواد نساجی مثل پارچه، گار تک لایه و وسایل سوراخ دار و ... است. این نوع از اتوکلاو دارای سیکل خشک کن بوده و می توانند دارای پمپ و کیوم نیز باشند(شکل ۶).



شکل ۶. اتوکلاوهای کلاس S

### ✓ اتوکلاوهای کلاس B:

نوع اتوکلاوها می تواند انواع ابزارآلات از قبیل پوشش دار جامد و بدون پوشش، مواد نساجی و حتی انواع ابزارآلات سوراخ دار را استریل نمایند و دارای پمپ و کیوم قدرتمندی هستند که می تواند تا حدود -۰.۹bar

بهرتر است بیشتر از دو سوم حجم آنها را پر نکنید و در ضمن در پیچ آنها را محکم نبندید تا هوای موجود در داخل آنها هنگام استریل خارج شود. عدم رعایت این نکات موجب سرریز شدن محیط کشت و یا محلول می شود.

• حداقل فاصله اشیاء از یکدیگر و از دیواره های اتوکلاو باید حدود ۵ سانتیمتر باشد تا بخار بتواند بین اشیاء به راحتی جریان یابد و عمل استریل به درستی صورت گیرد.

• بعضی از محیط های کشت که به دلیل داشتن مقدار قند بالا یا عوامل مهار کننده مانند نمک های صفراوی و ... به دمای بالا حساس هستند ممکن است تحت تاثیر دمای بالا، pH محصول نهایی آنها کاهش یابد. لذا پس از بستن درب اتوکلاو، زمان و دما را لازم است طبق دستورات شرکت سازنده در این خصوص تنظیم نمایید تا از بروز این اتفاق پیشگیری شود.

### استریلیزاسیون مواد مصرفی آلوده

نکاتی که در این خصوص باید رعایت شود عبارتند از:

• مواد مصرفی آلوده را پس از جداسازی در کیسه های قابل اتوکلاو شدن قرار دهید.

• برای نفوذ بهتر بخار به همه قسمت های کیسه اولاً بیش از سه چهارم حجم کیسه را از مواد مصرفی آلوده پر نمایید ثانیاً گره درب کیسه را شل بگذارید یا یک پیمانه آب در حدود ۳۰۰ میلی لیتر به آن اضافه کنید.

• زمان مورد نیاز برای استریلیزاسیون، ۳۰-۶۰ دقیقه در دمای ۱۲۱ درجه سانتیگراد یا ۱۵-۳۰ دقیقه در دمای ۱۳۴ درجه است.

### استریلیزاسیون مواد خشک

دو نکته مهم که در این خصوص باید مد نظر قرار گیرد عبارتند از:

• موضوع حداکثر چرخش بخار در بین بسته ها که با قرار دادن صحیح وسایل و حفظ فاصله بین آنها تامین می شود.

• دما ۱۲۱ درجه سانتیگراد و مدت زمان مناسب برای استریلیزاسیون مواد خشک، ۲۰ دقیقه با خروج سریع بخار و یا ۳۰ دقیقه بدون خروج سریع بخار است.

### نصب و راه اندازی دستگاه

اتوکلاوها برای عملکرد مناسب، به شرایط زیر نیاز دارد:

• 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 حدود ۱ متر باشد. بسته به طراحی اتوکلاو، زیرساخت باید بزرگ در نظر گرفته شود تا دستگاه به طور رضایت بخش کار کند. دما در

مجاورت دستگاه در حال کار ممکن است تا بیش از ۷۰ درجه افزایش یابد. کف باید کاملاً تراز و از مواد مقاوم به رطوبت و گرما ساخته شده باشد.

• پریز باید متناسب با دستگاه باشد. اتصالات الکتریکی باید با وسایل ایمنی لازم مجهز شده باشند. ولتاژهای مورد نیاز برای اتوکلاوها ۲۲۰ ولت، فرکانس ۶۰ هرتز یا ۳۸۰ ولت، فرکانس ۶۰ هرتز سه فاز است.

• طبیعتاً هرچه دستگاه بزرگ تر باشد، مصرف آب 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 دریچه های الکتریکی و نیز دستگاه های الکترو هیدرولیک تأثیر منفی داشته باشد.

• اگر اتوکلاو دارای ژنراتور تولید بخار نیست، باید از سیستم مولد بخار مرکزی تغذیه شود.

• اتوکلاو باید منحصراً توسط پرسنلی به کار گرفته شود که آموزش لازم را دیده اند و برای انجام این فرآیندها صلاح هستند.

### نگهداری دستگاه اتوکلاو

مانند هر دستگاه دیگری، دستگاه های اتوکلاو نیز برای عملکرد مطلوب و کاهش خرابی، نیازمند داشتن برنامه نگهداری منظم است. این برنامه شامل زمان بندی هایی به شرح زیر است:

#### • روزانه

✓ چک کردن احتمال نشت بخار و آب.

✓ چک کردن شرایط فشارسنج و دماسنج .

✓ قسمت جلوی اتوکلاو، کنترل ها، اندیکاتورها و دستگیره ها را با پارچه مرطوب تمیز کنید. همچنین چک کردن پاکیزگی دیگر بخش های اتوکلاو مانند محفظه داخلی، اتصالات، درب و ... .

✓ شستن لوازم فرعی مانند طبقات و سینی ها با آب و صابون.

✓ کنترل سطح آب المنت به طوری که همیشه روی المنت را پوشانده باشد.

✓ بازرسی چشمی برای یافتن احتمال نشتی بخار یا آب

✓ باید هر روز قبل از راه اندازی دستگاه و اشر دور درب تمیز شود. با استفاده از پارچه بدون پرز و مقداری آب صابون، سطح و اشر و محل قرار گرفتن آن بر روی لبه مخزن را کاملاً تمیز کنید و با پارچه نمدار دیگر باقیمانده کف و صابون را از روی سطوح تمیز نمایید.

✓ انجام تست Bowie-Dick، به این صورت که بعد از اینکه دستگاه آماده به کار شد، درون آن اندیکاتور بوی-دیک (نشانگر هایی هستند که در اتوکلاو های بخار جهت تست

پمپ خلاء و میزان فشار دستگاه و غلظت بخار موجود محفظه به کار می روند) گذاشته تا به صورت بدون بار یک سیکل کاری را طی کند. در صورت تغییر رنگ تست طبق استاندارد، نشان دهنده این است که دستگاه سالم و آماده جهت استریل کردن وسایل است (شکل ۸).



شکل ۸. تست Bowie-Dick

### ● فصلی

- ✓ بررسی و کنترل شیرهای برقی ورودی آب.
- ✓ بررسی تمام اتصالات و لوله ها
- ✓ تست نشتی بخار.
- ✓ تمیز کردن صافی ها و فیلترهای مجاری آب و بخار
- ✓ کنترل نظافت داخل و خارج دستگاه.
- ✓ به واشر در روغن بزنید. از روغن و روش توصیه شده سازنده دستگاه استفاده کنید. بعضی سازندگان روش زیر را توصیه می کنند:
- ✓ واشر را بردارید. برای این کار، لازم است با شل کردن پیچ ها و صفحه ها آن را از شیار باز کنید.
- ✓ واشر و شیار را با الکل تمیز کنید تا ماده خارجی تأثیرگذار روی درز وجود نداشته باشد. سطح واشر باید صاف و تمیز باشد.
- ✓ از روغن توصیه شده سازنده استفاده کنید تا بدنه واشر کاملاً محافظت شود. بسیاری از سازندگان اتوکلاو از روغن گرافیت (Graphite Lubricant) مقاوم به دماهای بالا استفاده می کنند.
- ✓ واشر را دوباره در جای خود قرار دهید.
- ✓ داخل ژنراتور بخار را تمیز کنید (برای دستگاهی که دارای این قسمت است).
- ✓ بررسی به منظور اطمینان از عملکرد صحیح قفل های درب

### ● هر ۶ ماه

- ✓ کنترل پمپ و کیوم و گریس کاری آن.
- ✓ کنترل وضعیت فیلتر هوا و در صورت نیاز تعویض آن.
- ✓ جرم گیری محفظه.
- ✓ بازرسی و جرم گیری محفظه آب
- ✓ کنترل و بررسی نمایشگر دما توسط دماسنج کالیبره شده.
- ✓ لازم است دستگاه هر ۶ ماه یکبار توسط نماینده سرویس، تعمیر و بازرسی شود.

### ● سالانه

- ✓ تمیز کردن یا تعویض فیلترها.
- ✓ بررسی و تنظیم سطح آب مخزن بطوریکه سطح آب در فاصله ۲۰ میلی متری از حداکثر ظرفیت قرار داشته باشد.
- ✓ لازم است فرآیند استریلیزاسیون عمومی با جزئیات فشار، دما، زمان های مورد نیاز برای کامل کردن هر مرحله از چرخه، شرایط لامپ های سیگنال و عملکرد سیستم ثبت کنترل شوند و از اینکه دستگاه در محدود تغییرات تعیین شده سازنده کار می کند، اطمینان حاصل شود.

### ● هفتگی

- ✓ داخل اتاقک استریلیزاسیون را با استفاده از مواد پاک کننده فاقد کلر تمیز کنید. طبقه های مورد استفاده برای قراردادن سبدها را نیز نظافت کنید.
- ✓ کنترل شیر اتوماتیک بر روی درب برای اطمینان از تخلیه هوای زائد از ابتدا تا پایان کار.
- ✓ بازدید واشرهای دور درب و تعمیر و یا تعویض آنها در صورت خرابی.
- بعد از تمیز کردن واشر طبق روش فوق، اگر باز هم نشتی وجود داشت نشانگر اتمام عمر واشر است و باید تعویض شود.
- برای تعویض واشر ابتدا مهره وسط درب را باز کرده، صفحه نگهدارنده واشر را خارج کرده، واشر کهنه را بیرون آورده و واشر جدید را ابتدا کامل شستشو داده و با رعایت جهت واشر قبلی دور صفحه جا داده سپس صفحه را در جای خود قرار داده مهره را مجدداً ببندید به طوریکه زیاد سفت نشود.
- ✓ 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.
- ✓ هرگز از سیم یا اسکاچ، برای تمیز کردن داخل اتاقک استریلیزاسیون استفاده نکنید.

### ● ماهانه

- ✓ درمورد اتوکلاوهای رومیزی آب دستگاه را تعویض کنید، چراغ های نمایشگر را چک کرده و در صورت خرابی تعویض کنید.
- ✓ داخل دستگاه و کلیه لوازم داخلی را با محلول صابونی و غیر اسیدی شستشو دهید.
- ✓ بررسی صافی های موجود در دستگاه از نظر تمیزی.

شکل ۱۰) Autoclave Indicator Tape

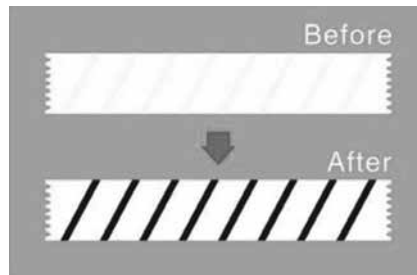


شکل ۱۱) Autoclave Indicator Tape



✓ **نوارهای کاغذی TST:** توسط این نوارها سه عامل زمان، بخار و دما و اطمینان از نحوه اجرای صحیح چرخه استریلیزاسیون کنترل می شود. چنانچه فرآیند مذکور صحیح اجرا شده باشد شاهد تغییر رنگ این نوار از زرد به بنفش یا آبی خواهیم بود. این نوارها در هر نوبت کاری استفاده می شود (شکل ۱۲).

شکل ۱۲) time, steam, temperature (TST) chemical indicator



✓ **برچسب Sterility-Record:** این برچسب علاوه بر سنجش استریلیزاسیون، امکان ثبت تاریخ استریلیزاسیون، نام فرد استریل کننده و نام محیط کشت بر روی آن وجود دارد. لازم به ذکر است 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 به دست آمده با ارزیابی کل فرآیند استریلیزاسیون مرتبط است یا نه.

#### • اندیکاتورهای بیولوژی

این اندیکاتورها به عنوان بهترین روش های کنترل کیفیت فرآیند استریلیزاسیون در نظر گرفته می شود. این اندیکاتورها از میکروارگانیسم های زنده ای که مقاومت بیشتری نسبت به چرخه انتخابی استریلیزاسیون دارند یا از معرف های شیمیایی

#### کنترل کیفی اتوکلاو

برای آنکه اقلام استریل شوند تمام مراحل فرآیند استریلیزاسیون باید به طور صحیح انجام گیرد. برای تأیید این مراحل یک سری آزمایش طراحی شده است تا ویژگی های فرآیند و تأثیر 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 شود که دستگاه مطابق با روش های معتبر کار می کند. همچنین، به منظور تضمین کیفیت فرآیند استریلیزاسیون، آزمون یا اندیکاتورهایی طراحی شده اند که اطمینان کافی از نابودی میکروارگانیسم را ایجاد می کنند. در ادامه به برخی از این موارد اشاره شده است.

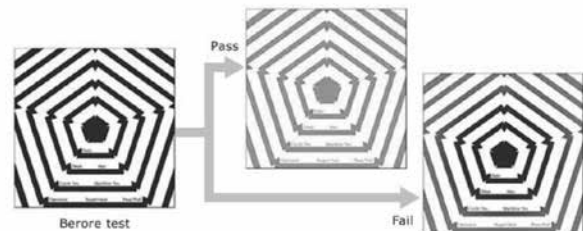
#### اندیکاتورهای فرآیند استریلیزاسیون

این اندیکاتورها برای بررسی عملکرد اتوکلاو طراحی شده اند. آنها شامل دستگاه هایی می شود که عواملی مانند دما، زمان و فشار را کنترل و پیشرفت فرآیند را ثبت می کنند. میکروپروسورها در اتوکلاوهای پیشرفته همه عوامل چرخه استریلیزاسیون را ثبت و در صورت بروز هرگونه اختلال، چرخه را متوقف می کنند.

#### • اندیکاتورهای شیمیایی

این اندیکاتورها تست های شیمیایی رایج 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. در ادامه به ۳ مورد از این اندیکاتورها پرداخته شده است.

✓ **چسب اتوکلاو:** این چسب ها وقتی به دمای معینی برسند تغییر رنگ می دهد. معمولاً این نوارها دارای خطوط رنگی در زمینه سفید هستند (شکل ۹) و بر روی موادی یا وسایلی که قرار است اتوکلاو شوند نصب می شوند (شکل ۱۰). اگر اتوکلاو درست کار کرده باشد، نوارهای رنگی یا از بین می روند و یا به رنگ دیگری تغییر رنگ می دهند (شکل ۱۱).



شکل ۹) Autoclave Indicator Tape

که در حضور پروتئین های ویژه این میکروارگانیسم واکنش نشان می دهد، ساخته شده اند. به منظور کنترل فرآیند استریلیزاسیون با بخار اشباع شده (پراکسید هیدروژن) یا فرمالدئید، عموماً از اسپورهای باسیلوس استناروترموفیلوس (*B. Stearothermophilus*) استفاده می شود. برای کنترل استریلیزاسیون با حرارت خشک (فرآیندی که در فورها انجام می شود) و اکسیداتیلن، اسپورهای نوع نایجر (*Niger*) باسیلوس سوبتیلوس (*Bacillus Subtilis*) استفاده می شود. اندیکاتور اسپور در بسته ای که استریل می شود، 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 نه. معمولاً تغییر در رنگ مشاهده می شود.

#### ✓ استفاده از محیط کشت تلقیح شده باکتری ها

محیط کشت تلقیح شده توسط یک کوکسی گرم مثبت (مثل استافیلوکوک)، یک باسیل گرم منفی (مثل *E. coli*) و یک باسیل گرم مثبت (مثل باسیلوس) در اتوکلاو قرار داده می شود. پس از پایان کار، از محیط های نام برده شده یک ساب کالچر (*Subculture*) داده می شود. هرگونه رشد میکروب نشانگر اتوکلاو نامناسب است. این کنترل، هفته ای یک بار توصیه می شود.

#### نکات مهم در خصوص ایمنی هنگام کار با دستگاه اتوکلاو

در صورت نو بودن دستگاه در چند سیکل ابتدایی ممکن است بو یا دود خفیفی از آن خارج شود که به علت نو بودن المنت های خشک کن است و بعد از مدتی برطرف می شود.

✓ استفاده از دستکش های مقاوم به حرارت، عینک محافظ چشم، کفش و روپوش مناسب برای حفاظت و ایمنی فردی لازم است.  
✓ شیر اتوماتیک بر روی درب دستگاه که برای اطمینان از تخلیه هوای زائد است را از ابتدا تا پایان کار کنترل کنید.

✓ بعد از آنکه فشار اتاق اتوکلاو به صفر و دمای آن به حدود ۶۰ درجه رسید کنار درب اتوکلاو بایستید و آنرا باز کنید. منتظر بمانید تا ظروف کمی خنک شوند، سپس آنها را حمل کنید.

✓ هرگز هنگام روشن بودن دستگاه اقدام به بارگزاری یا خارج کردن وسایل و مواد نکنید.

✓ هرگز هنگام روشن بودن دستگاه و اتصال آن به پریز اقدام به تمیز کردن آن نکنید.

✓ هرگز پیچ های محکم کننده درب دستگاه را در هنگام کار، شل یا سفت نکنید.

✓ باید اتوکلاو در اتاق مخصوص و در شرایط مناسب قرار داد.

✓ سطحی که اتوکلاو بر روی آن قرار میگیرد باید محکم، تراز و مسطح باشد.

✓ از قرار دادن هرگونه اشیاء بر روی سطح دستگاه خودداری کنید.

✓ فاصله حداقل ۱۵ سانتیمتری دستگاه از دیوار را رعایت کنید.

✓ از وارد کردن هرگونه ضربه به دستگاه و از به زمین افتادن دستگاه جلوگیری کنید.

✓ در صورتی که دمای هوای اطراف دستگاه زیر صفر درجه سانتی گراد باشد و قصد دارید برای مدت طولانی از دستگاه استفاده نکنید، آب داخل مخزن را تخلیه کنید.

✓ همیشه قبل از جابجایی اتوکلاو آب مخزن را تخلیه کنید.

✓ استفاده از آب مقطر باعث کاهش رسوبات داخل دستگاه و جلوگیری از برق گرفتگی می شود.

✓ دقت شود که آب به هیچ عنوان روی دستگاه و قسمت های الکترونیکی نریزد.

✓ استفاده از دماهای بیشتر از میزان لازم و مدت طولانی تر، تفاوتی در نتیجه حاصله ندارد. بهتر است از دما و زمانی که طبق دستورالعمل، لازم است پیروی گردد.

✓ وسایل در هنگام خارج شدن از دستگاه باید کاملاً خشک باشند. پس هیچگاه نباید بعد از باز کردن درب اتوکلاو، بلافاصله وسایل را خارج کرد. چون وسایل داخل اتوکلاو احتیاج به زمان دارند تا کاملاً خشک شوند.

✓ در پایان کار روزانه، درب دستگاه در عین خاموش بودن قفل نشود. بهتر است نیمه باز باشد تا از فشار لاستیک درب محفظه جلوگیری شود. این کار عمر لاستیک را افزایش می دهد.

✓ ترجیحاً از یک پریز جداگانه برای دستگاه استفاده شود. کابل اصلی دستگاه را مستقیماً به پریز وصل کنید. در صورت استفاده از کابل رابط و یا سه راهی و ... امکان خرابی دستگاه، قطع برق و یا حتی آتش سوزی وجود دارد.

✓ واشر سیلیکونی درب اتوکلاو را روزانه یک نوبت با آب گرم و صابون و پارچه نم دار تمیز کنید. در صورت هر نوع نشستی و یا تغییر شکل، حتماً واشر سیلیکون را س تعویض نمایید از واشر مخصوص دستگاه استفاده نماید.

رعایت نکردن نکات ایمنی هنگام کار با دستگاه می تواند باعث بروز حوادث ناگوار در محیط کار شود.

#### جدول مشکل یابی

در جدول ۱، به شرح مشکلات احتمالی، علت وقوع آن ها و چگونگی رفع این مشکلات پرداخته شده است.

#### برخی از منابع

1. Maintenance Manual for Laboratory Equipment , ۲nd Edition , World Health Organization (book)

جدول مشکل یابی			
مشکل	علت محتمل	راه حل	
درب اتوکلاو با آنکه کاملاً بسته شده، اما قفل نمی شود	جسمی فضا را اشغال کرده است	جسم را در آورید	
	کابل ها خیلی شل هستند	کابل ها را تنظیم کنید.	
	قفل، خارج از تنظیم است.	قفل را تنظیم کنید.	
نشانیگر استریلیزاسیون پایان چرخه استریلیزاسیون کامل را نشان نمی دهد	اتناک استریلیزاسیون نادرست یا بیش از حد بار گذاری شده است	نحوه تقسیم و مقدار بار گذاری را بررسی کنید. مطابق با توصیه های سازنده تنظیم کنید	
	دریچه بخار معیوب است	دریچه بخار را بررسی کنید. آن را تعمیر یا عوض کنید	
	زمان استریلیزاسیون کافی نیست	زمان استریلیزاسیون را بررسی کنید. آن را مطابق با نوع چرخه تنظیم کنید.	
	اتوکلاو به دما و فشار انتخابی استریلیزاسیون نمی رسد	دمای انتخابی را بررسی کنید.	تناسب فشار بخار را با چرخه انتخابی بررسی کنید
		احتمال نشت بخار از در (واشر) یا مسیر ابزارهای کنترلی را بررسی کنید	
	نفوذ بخار کافی نیست	افلام درون دستگاه را کم کنید تا بخار بهتر جریان داشته باشد	
	فرآیند قبل از آغاز چرخه مناسب نبوده است. هوا به مقدار زیاد داخل اتناک باقیمانده است	از یک تکنسین سرویس کمک بگیرید تا سیستم تخلیه را بررسی کنید	
	اندیکاتور بیولوژی برای چرخه اجرا شده نامناسب است	مشخصات اندیکاتور بیولوژی را بررسی کنید. چرخه استریلیزاسیون را تکرار کنید	
	چرخه استریلیزاسیون بدون دلیل متوقف شده است	فشار بخار، آب و هوا، هیچ کدام کافی نیستند	فشارهای تأمین کننده بخار، آب و هوا را بررسی کنید. سیستم های تنظیم را کنترل نمایید
		دریچه بخار معیوب است	دریچه بخار را کنترل/ تمیز کنید. دریچه را تعویض کنید
وسایل استریل شده مرطوب باقی می مانند	آب گذر اتناک استریلیزاسیون مسدود شده است.	سیستم آب گذر را کنترل/ تمیز کنید	
	بار گذاری در اتوکلاو بیش از حد است	افلام درون دستگاه را کم کنید. چرخه استریلیزاسیون را تکرار نمایید	
	اتوکلاو تراز نیست	اتوکلاو را تراز کنید	
	واشر در خراب است	واشر را بررسی و آن را تعویض کنید	
فشار بخار خیلی پایین است	بخار داخلی در اجزای دیگر اتوکلاو نشت می کند	دریچه های الکتریکی و غیره را بررسی کنید	
	اتوکلاو بیش از حد بار گذاری شده است	افلام درون دستگاه را کم کنید	
فشار بخار زیاد است	اتوکلاو کالیبر نیست	اتوکلاو را کالیبر کنید	

جدول ۱

(کتاب کنترل کیفیت در آزمایشگاه های پزشکی، گردآورنده: دکتر فریده رضی) PAS-۴، تکنیک های عملی آزمایشگاهی تشخیصی، جلد ششم، کنترل کیفی مواد و تجهیزات آزمایشگاهی، جدیدترین مرجع مقادیر آزمایشگاهی، دکتر امیر سیدعلی مهبد، سید رضا موسوی

۵- کتاب دستورالعمل و روش های کاربردی در مدیریت و نگهداری تجهیزات پزشکی، دکتر محمد فلاح تفتی

(کتاب راهنمای نگهداشت تجهیزات آزمایشگاهی، ویرایش دوم، سازمان بهداشت جهانی، مترجمان: خانم مهری علی اصغرپور، مهناز صارمی)

2. Medical Laboratory Equipment ; Technical Maintenance and Quality Control Procedures , Seyed behzad Seyedalikhani (book).

(کتاب تجهیزات آزمایشگاهی، اصول فنی و نگهداری و روش های کنترل کیفی، سید بهزاد سید علیخانی)

3. Quality control in Shiraz Medical Laboratories by Farideh Razi (book)