

## اتوکلاو Autoclave

محمد علی محمدی<sup>۱</sup>، مریم احمدلو<sup>۲\*</sup>، ندا بادکوبه<sup>۳</sup>، بهنوش باقری<sup>۴</sup>  
۱- کارشناس ارشد بیوشیمی بالینی، دانشگاه آزاد اراک  
۲،۳،۴- دانشجوی کارشناسی علوم آزمایشگاهی، دانشگاه آزاد اراک

### خلاصه

اتوکلاو دستگاهی است که برای استریل کردن مواد و تجهیزات در آزمایشگاه توسط فشار شدید بخار در دمای ۱۲۱ درجه سانتیگراد به مدت ۱۵ یا ۲۰ دقیقه استفاده می‌گردد. این زمان بستگی به نوع ماده و محتوای اتوکلاو دارد.

اگرچه اتوکلاو بهترین وسیله برای استریلیزاسیون است، باید تصدیق کنیم که طولانی شدن مرحله گرمایی، سبب کاهش کیفیت مواد مغذی در محیطهای کشت کمپلکس محتوی قند، مواد معدنی و فلزی می‌شود و در نتیجه به محیطهای کشت زیان وارد می‌کند. بنابراین در چرخه استریلیزاسیون باید از زمان کوتاهتر و دمای بالاتر استفاده کنیم تا برای میکرو ارگانیسمها نیز کشنده تر باشد.

این وسیله توسط میکروبیولوژیست فرانسوی به نام چارلز چمبرلن در سال ۱۸۷۹ اختراع شد. واژه اتوکلاو از ترکیب دو واژه اتو (از زبان یونانی) به معنی خودکار و کلاویس (از زبان لاتین) به معنی کلید تشکیل شده است. اتوکلاو و علوم آزمایشگاهی دو جز جدا نشدنی از هم هستند. اتوکلاو در بسیاری از زمینه‌ها مانند: میکروبی‌شناسی، پزشکی، دامپزشکی، قارچ شناسی، دندان پزشکی و ... مورد استفاده قرار می‌گیرد. ظروف شیشه‌ای، زباله‌های پزشکی، ظروف آزمایشگاهی، محیطهای کشت و ... موادی هستند که توسط اتوکلاو استریل می‌شوند.

\*Email: mary.ahmadloo@yahoo.com

## تاریخچه

این وسیله توسط میکروبیولوژیست فرانسوی به نام چارلز چمبرلن در سال ۱۸۷۹ اختراع شد. واژه اتوکلاو از ترکیب دو واژه اتو (از زبان یونانی) به معنی خودکار و کلاویس (از زبان لاتین) به معنی کلید تشکیل شده است (۱).

## اصول دستگاه

بعد از بستن درب اتوکلاو، مقداری هوا در ظرف باقی می ماند و باید حذف شود. علت آن این است که هوای گرم در مقایسه با بخار به مدت زمان زیادی برای استریل کردن نیاز دارد.

برای مثال: بخار در دمای ۱۳۴ درجه سانتیگراد به ۳ دقیقه وقت برای استریل کردن مواد نیاز دارد در حالی که هوای گرم ۱۶۰ درجه سانتیگراد در همان شرایط به دو ساعت وقت نیاز دارد (۲).

اتوکلاوها عموماً توسط فشار تنظیم می گردند. پمپ خلا در آغاز مراحل استریلیزاسیون با ایجاد مکش، هوای داخل محفظه را تخلیه کرده و سپس بخار وارد دستگاه می شود. استریل کردن وسایلی که از مواد متخلخل ساخته شده اند در مقایسه با سایر وسایل بسیار دشوار است. بعضی از این وسایل عبارتند از: منسوجات و ابزار بسته بندی شده که هوا در آن حبس می شود. در زمان تخلیه، هوای داخل محفظه و بسته ها به بیرون کشیده شده و عموماً هر چه زمان مکش بیشتر باشد، جایگزین شدن بخار موثرتر خواهد بود. متناسب با افزایش فشار منفی داخل محفظه، خارج سازی هوا دشوارتر می گردد به همین دلیل دستگاههای خودکار امکان کاهش فشار (تخلیه) و وارد ساختن بخار را در چند مرحله فراهم می سازند. در این روش بخار بطور متناوب جایگزین هوا شده و راندمان بالاتری نسبت به تخلیه تنها دارد. در پی هر تخلیه بخار به عمق بیشتری نفوذ خواهد کرد. در شرایطی که دستگاهها مجهز به پمپ تخلیه نباشند به منظور جریان و نفوذ مطلوب بخار به داخل وسایل متخلخل باید در بسته بندی دقت مضاعف نموده و آنها را داخل دستگاه قرار داد.

در اتوکلاو دستی اصول کار همانند اتوکلاو اتوماتیک است با این تفاوت که برای ورود بخار به محفظه شیر ورودی به صورت دستی باز و بسته می شود. تخلیه بخار و باز و بسته کردن درب نیز بصورت دستی انجام می گیرد (۴).

سوپاپ اطمینان: تا زمان رسیدن به دمای مورد نظر هوا را خارج می کند.

فشار سنج: فشار داخلی را نشان می دهد.

شیر اطمینان: به فشار کمی بالاتر از فشار مورد نظر حساس است و در این صورت به صورت اتوماتیک باز می شود.

شیر دستی: کار دستگاه که به اتمام می رسد با باز کردن آن هوا و بخار خارج می شود (۹).

چرخه استریلیزاسیون در اتوکلاو شامل مراحل زیر می‌باشد:

مرحله ۱: زمان بالا رفتن دما در محفظه اتوکلاو (۱۲۱-۲۰ درجه سانتیگراد)

مرحله ۲: زمان نفوذ گرما به داخل ظرف محیط کشت (۱۲۱-۱۰۰ < درجه سانتیگراد)

مرحله ۳: زمان نگهداری در دمای مقرر (۱۲۱ درجه سانتیگراد)

مرحله ۴: زمان پائین آمدن دمای محفظه (۱۲۱-۸۰ درجه سانتیگراد) (۷).

\* با توجه به فشاری که دستگاه در آن کار می‌کند، لازم است درب اتوکلاو مجهز به سیستم قفل مکانیکی و نیز الکترومگنتیک باشد و تا زمانیکه فشار دستگاه به صفر نرسد، درب دستگاه باز نشود.

\* چاپگر به منظور مستندسازی عملیات استریلیزاسیون، گزینه مناسبی در دستگاههای اتوکلاو است.

\* جدیدترین نوع اتوکلاوها مجهز به سیستم Water Clean است، بدین ترتیب دستگاه به طور مستقیم به لوله کشی آب شهر متصل شده و نیاز به آب مقطر از میان می‌رود.

## کاربرد

اتوکلاوها در یک محفظه بسته در دمای بالای ۱۰۰ درجه آب را به بخار تبدیل می‌کنند. با این دستگاه به علت فشار بالا، می‌توان وسایل را در ۳۰-۴۰ درجه کمتر از فور که دارای هوای خشک است استریل نمود، چون بخاری که در فشار است از آب جوش دمای بالاتری دارد و برای استریل کردن تجهیزات آزمایشگاهی، لوازم پزشکی و محیطهای کشت میکروبی باید از این دستگاه استفاده کرد. باکتریها توانایی زنده ماندن در چنین محیطی را ندارند، با این وجود استریلیزاسیون در اینجا الزاما به معنی کشتن ویروسها نیست (۶).

اتوکلاو و علوم آزمایشگاهی دو جز جدا نشدنی از هم هستند. اتوکلاو در بسیاری از زمینه‌ها مانند: میکروب‌شناسی، پزشکی، دامپزشکی، قارچ‌شناسی، دندان پزشکی و ... مورد استفاده قرار می‌گیرد. ظروف شیشه‌ای، زباله‌های پزشکی، ظروف آزمایشگاهی، محیطهای کشت و ... موادی هستند که توسط اتوکلاو استریل می‌شوند.

امروزه استفاده از اتوکلاو برای استریل کردن زباله‌های بیمارستانی به سرعت در حال رشد است. وسایل و دستگاههایی که برای استریل کردن این مواد و زباله‌ها استفاده می‌شود از همان روش بخار و فوق حرارت هستند و با هم فرقی ندارند و باعث استریل شدن توده‌ای وسیع از زباله‌های بیمارستانی از عوامل پاتوژن می‌شوند.

نسل جدیدی از مبدلهای زباله به بازار آمده که بدون استفاده از فشار بسیاری از مواد مانند محیطهای کشت، دستکشها، گانها، لباسها و مواد پلاستیکی را استریل می‌کند. این دستگاهها مناسب برای موادی هستند که نمی‌توانند دمای بالای آن را تحمل کنند.

همه مواد توسط اتوکلاو استریل نمی‌شوند، برای مثال ممکن است بعضی مواد پلاستیکی ذوب شوند و یا بعضی مواد کاغذی نتوانند میزان بالای فشار بخار را تحمل کنند در این موارد باید از اتو و یا سایر روشهای استریل کردن (اشعه، مواد شیمیایی و...) استفاده کرد. در ضمن زمانی که می‌خواهیم مواد را داخل اتوکلاو قرار دهیم باید از دیواره فاصله مناسب وجود داشته باشد تا بخار به راحتی در بین مواد حرکت کند. قبل از دفع هر گونه زباله بیمارستانی و یا پزشکی باید این مواد اتوکلاو شوند و بعد از استریل شدن و عاری از پاتوژن‌ها، مانند سایر زباله‌ها و طبق روشهای استاندارد دفع شوند (۲).

### انواع استریلیزاسیون

- استریلیزاسیون محیطهای کشت و محلولها
- استریلیزاسیون مواد مصرفی آلوده
- استریلیزاسیون مواد خشک بسته بندی شده

### استریلیزاسیون محیطهای کشت و محلولها

- بهتر است از لوله و ارلن در پیچ‌دار استفاده شود. بیشتر از  $2/3$  آنها را پر نکنید. در پیچ آنها را شل کنید.
- از قرار دادن اشیا بر روی یکدیگر بپرهیزید. باید فاصله آنها از یکدیگر و از دیواره‌های اتوکلاو حداقل ۵ سانتیمتر باشد تا بخار جریان یابد.
- چرخه استریلیزاسیون باید متناسب با زمان نفوذ گرما در نظر گرفته شود. برای مثال محتویات یک ظرف یک لیتری محیط کشت باید طی ۱۵ دقیقه از زمان رسیدن محفظه به دمای  $121$  درجه به این دما برسد.

### استریلیزاسیون مواد مصرفی آلوده

- مواد مصرفی آلوده را جدا نموده و در کیسه‌های قابل اتوکلاو شدن قرار دهید و بر روی آنها بر چسب کنترل کیفی را نصب کنید.
- برای اطمینان از نفوذ بخار به همه قسمت‌های کیسه، گره آنها شل کرده یا قبل از محکم کردن گره، یک پیمانه آب به آن اضافه کنید و بیش از  $3/4$  کیسه را پر نکنید.
- زمان لازم برای استریلیزاسیون زباله،  $60-30$  دقیقه در  $121$  درجه سانتیگراد یا  $30-15$  دقیقه در  $134$  درجه سانتیگراد می‌باشد.
- سپس زباله‌های استریل شده را مانند زباله‌های عادی دور می‌ریزیم. اما محیط کشت حاوی سلنیت را باید بصورت زباله مخصوص منهدم کرد.

## استریلیزاسیون مواد خشک بسته‌بندی شده

- بسته‌ها را طوری در اتوکلاو قرار دهید که حداکثر چرخش بخار در بین آنها ایجاد شود و با دیواره‌های اتوکلاو نیز تماسی نداشته باشند.

- زمان لازم برای استریلیزاسیون مواد خشک بسته بندی شده، ۲۵ دقیقه با خروج سریع بخار یا ۳۰ دقیقه بدون خروج بخار در ۱۲۱ درجه سانتیگراد می‌باشد (۷).

## انواع اتوکلاو

دو نوع اصلی اتوکلاو وجود دارد:

**صفحه اتوکلاو در بالا:** این اتوکلاو شبیه زودپزهایی است که به وفور در خانه‌های ایرانی یافت می‌شود. در این اتوکلاوها، در اتوکلاو توسط پیچ‌هایی بسته می‌شود و فشار سنجی در بیرون برای کنترل فشار قرار دارد.



سمت راست صفحه اتوکلاو در بالا، سمت چپ صفحه اتوکلاو در روبرو

**صفحه اتوکلاو در روبرو:** این اتوکلاوها به خاطر راحتی استفاده، به طور وسیع مورد استفاده در آزمایشگاهها قرار می‌گیرند اما در استفاده از این اتوکلاوها باید نهایت دقت را کرد. این اتوکلاوها جعبه‌ای شکل هستند و درونشان مجهز به واحد تبدیل آب به بخار می‌باشد که برای استریل کردن استفاده می‌شود.

کنترل اتوکلاو به اپراتور این امکان را می‌دهد تا دمای مورد نظر را تنظیم کند و مدت زمان اتوکلاو را تعیین کند همچنین این اتوکلاوها وسیله‌ای برای اندازه‌گیری و نمایش فشار/دما را دارند (۲).  
با توجه به نوع ابزار آلات، اتوکلاوها به سه دسته تقسیم می‌شوند. این طبقه‌بندی به منظور صحت عملکرد استریلیزاسیون با توجه به نوع وسایل صورت می‌گیرد:

#### کلاس N:

بر اساس استاندارد این اتوکلاو قادر است ابزار آلات جامد بدون پوشش را استریل نماید. بدین ترتیب تضمینی برای استریل وسایل پوشش‌دار (اعم از پارچه یا کاغذهای مدیکال) و نیز وسایل حفره‌دار وجود ندارد. این سیستم فاقد پمپ و کیوم می‌باشد. اما در طراحی بعضی از کارخانه‌های سازنده در این نوع اتوکلاو سیستم خشک‌کن و نیز امکان استریل وسایل بسته بندی شده در کاغذهای مدیکال وجود دارد و بنابراین در خرید این نوع اتوکلاو بسیار دقت نمایید.

#### کلاس S:

وسایلی که در این نوع اتوکلاو می‌توان استریل نمود توسط کارخانه سازنده مشخص می‌شود. این اتوکلاو می‌تواند ابزار آلات بدون پوشش جامد یا پوشش‌دار جامد، مواد نساجی مثل پارچه، گاز تک لایه و سوراخ‌دار را استریل نماید. یک اتوکلاو کلاس S می‌تواند با پمپ و کیوم یا بدون آن تجهیز شود و قطعاً دارای سیکل خشک‌کن است.

#### کلاس B:

این اتوکلاو می‌تواند تمام انواع وسایل برای مثال پوشش‌دار جامد و بدون پوشش و مواد نساجی را استریل نماید. اتوکلاوها دارای پمپ و کیوم قدرتمندی است که می‌تواند تا حدود ۰/۹ - بار خلاء ایجاد کند. دما و فشار در اتوکلاو مطابق استانداردهای بین‌المللی توسط کارخانه سازنده تنظیم می‌شود. بر اساس استاندارد در دمای ۱۲۱ درجه سانتیگراد و فشار ۲/۱ BAR ابزار آلات باید حداقل به مدت ۱۵ دقیقه تحت فرایند استریلیزاسیون قرار گیرند و در دمای ۱۳۴ درجه سانتیگراد و فشار ۲/۱ BAR مدت زمان استریلیزاسیون حداقل ۳ دقیقه است (۸).



### اتوکلاو ۳ دقیقه‌ای، یک اصطلاح نادرست

در اتاقهای عمل، کلینیکها و مراکز دندانپزشکی به منظور انجام عملیات استریلیزاسیون، استفاده از اتوکلاوهای سریع (FAST) و در نتیجه با حجم کم توصیه می‌شود. اتوکلاوهای سریع (FAST) یا به اصطلاح نادرست ۳دقیقه‌ای، مطابق استاندارد باید دارای حداقل زمان استریلیزاسیون مطابق با دما باشد. این حداقل زمان همان طور که گفته شد، در دمای ۱۳۴ درجه سانتیگراد (۳دقیقه) و در دمای ۱۲۱ درجه سانتیگراد (۱۵دقیقه)، تعیین شده است. اما کل مدت زمان کار دستگاه اتوکلاو از فشار دادن دکمه START (شروع کار) تا پایان کار سیستم، مجموع ۳ زمان PREHEATING TIME (زمان اولیه)، STERILIZATION TIME (زمان استریلیزاسیون)، DRYING TIME (زمان خشک شدن) است. زمان خشک کردن در اتوکلاو مجهز به سیستم خشک‌کن نیز توسط کمپانی سازنده تعیین می‌شود و مقدار آن ثابت است. لیکن زمان PREHEATING (زمان اولیه) وابسته به پارامترهای دیگری است. چنانچه اتوکلاو مجهز به پمپ وکیوم باشد "زمان اولیه" وابسته به تعداد دفعات وکیوم و نوع دستگاه، متفاوت خواهد بود. ضمناً عواملی همچون دمای محیط اطراف و دمای اولیه چمبر و نیز نوسانات برق شهر در تعیین زمان اولیه (PREHEATING) نقش بسزایی دارد. پس اصطلاح اتوکلاوهای ۳دقیقه‌ای بدون شک غلط و فاقد اعتبار است.

### روشهای مختلفی برای استریلیزاسیون وجود دارد:

- ۱- استفاده از بخار (گرمای مرطوب)
  - ۲- استفاده از هوای خشک (گرمای خشک)
  - ۳- اتیلن اکساید
  - ۴- روش پلاسما و دیگر روشهای غیر رسمی.
- روش استفاده از بخار (اتوکلاو) قابل کنترل، آسان، بدون باقیمانده، سریع، قابل انبار، معتبر، دارای نشانگر (indicator) است و از آنجا که در مقایسه با سایر روشها به ابزار آلات آسیب کمتری می‌رساند، به عنوان بهترین روش استریل در نظر گرفته شده است (۴).

## حفظ و نگهداری

### نگهداری روزانه:

صفحه کف اتوکلاو را از اتاقک جدا نموده و کاملاً تمیز کنید.  
لوازم فرعی مثل طبقات و سینی‌ها را با آب و صابون بشوئید.  
قبل از کار سطح آب اتوکلاو را چک کنید.  
نمایشگر ثبت حرارت و دما را چک کنید.

### نگهداری هفتگی:

آب گذرها و درزها را تمیز کنید.  
سوپاپ اطمینان را بررسی کنید (۵).

### نگهداری ماهیانه:

هر ماه آب را تعویض کنید و ترجیحاً از آب مقطر استفاده کنید (برای جلوگیری از رسوب دستگاه) (۱۰).

### هر ۳ ماه یکبار:

نظافت و بررسی لاستیک دور درب و نظافت قسمت‌های خارجی دستگاه.

### هر ۶ ماه یکبار:

معاینه و بازرسی تکنیکی دستگاه توسط شرکت پشتیبان (۵).

## کنترل کیفی

- اندیکاتورهای شیمیایی، فیزیکی و بیولوژی برای بررسی دما و زمان اتوکلاو به صورت تجاری وجود دارد. شاخصهای شیمیایی به صورت نوارهای اتوکلاو (چسب اتوکلاو) و یا بسته‌های پزشکی هستند که وقتی به دمای معین رسیدند تغییر رنگ می‌دهند. برای نمونه نوارهای سیاه دارای منیزیوم در زمینه سفید هستند که اگر اتوکلاو ما درست کار کرده باشد در دمای ۱۲۱ درجه نوارهای سیاه از بین می‌روند (۲). سه عامل دما، بخار و زمان را کنترل می‌کنند و این نتایج را با تغییر رنگ نوارهای کاغذی TST نمایش می‌دهند (۷).

- اندیکاتورهای بیولوژی شامل اسپور باکتریایی هستند که به حرارت مقاوم هستند مانند ژئوباسیلوس استارو ترموفیلوس. اگر اتوکلاو به دمای مورد هدف نرسد در این صورت اگر کلنی‌های اسپوردار باکتری مورد



نظر را انکوبه کنیم جوانه خواهند زد و به علت متابولیسم آنها در محیط اسیدیته را تغییر داده و در آخر باعث تغییر رنگ محیط خواهند شد (۲).

کشت از محیطهای کشت تلقیح شده، محیطهای کشت معمولی که باکتریها روی آن کشت داده شده و رشد کرده‌اند، همراه سایر مواد در اتوکلاو قرار داده شده و اتوکلاو می‌شوند، سپس از محیطهای مزبور کشت مجدد انجام می‌شود هر گونه رشد میکروب نشانه عملکرد نامناسب اتوکلاو می‌باشد (۴).

## کنترل کیفی بیولوژیک

### استفاده از ویالهای حاوی باسیلوس استئارو ترموفیلوس

در صورت اتوکلاو صحیح ویال که داخل آن یک آمپول شیشه‌ای حاوی باسیل فوق است در دمای ۵۶ درجه به مدت ۲۴-۴۸ قرار داده می‌شود و اگر رنگ ویال از آبی به زرد تغییر رنگ بدهد نشانه اتوکلاو نامناسب و رشد باسیل است و اگر تغییر رنگ ندهد یعنی محتویات اتوکلاو استریل شده‌اند (۹).

- برخی از شاخصهای فیزیکی از آلیاژهایی تشکیل شده‌اند که در دمای مورد نظر ذوب می‌شوند. همان طور که گفتیم با اتوکلاو تقریباً ۹۹٪ پاتوژنها از بین رفته و مواد استریل می‌شوند، بنابراین در صورت اتوکلاو نکردن (یا هر روش دیگر استریلی) این پاتوژنها وارد محیط زندگی ما می‌شوند و محیط زیست و سلامتی ما را تهدید می‌کنند. باید بدانیم که تنها جنبه آزمایشگاهی وسایل موجود را در نظر نگیریم و بدانیم که قبل از هر چیزی استفاده درست از این وسایل تضمین کننده سلامتی خودمان است (۲).

### ایمنی

- از دستکش مقاوم به حرارت و محافظ چشم استفاده کنید.
- بعد از آنکه فشار اتاقک اتوکلاو به صفر و دمای آن به حدود ۶۰ درجه سانتیگراد رسید کنار درب اتوکلاو ایستاده و آنرا باز کنید. منتظر بمانید تا محتویات آن کمی خنک شوند، سپس آنها را حمل کنید.
- هرگز در هنگام روشن بودن دستگاه اقدام به بارگذاری یا خارج نمودن وسایل و مواد ننمائید.
- هرگز در هنگام روشن بودن دستگاه و اتصال آن به پریز اقدام به تمیز نمودن آن نکنید.
- هرگز پیچهای محکم کننده درب را در هنگام کار دستگاه شل و سفت نکنید (۷).

## منابع:

- ۱- ویکی‌پدیا
- ۲- پرتال تخصصی صنایع غذایی ایران
- ۳- سایت علوم آزمایشگاهی یزد
- ۴- سایت موسسه فرهنگی و اطلاع رسانی تبیان - انجمن تخصصی علوم آزمایشگاهی
- ۵- مجموعه ای از مستندات سیستم مدیریت کیفیت در آزمایشگاه پزشکی - تدوین و گردآوری: دکتر حسین دارآفرین
- ۶- تضمین کیفیت در آزمایشگاههای تشخیص طبی - تالیف: دکتر سیما ذوالفقاری انارکی
- ۷- کنترل کیفیت در آزمایشگاههای پزشکی - گردآورنده: دکتر فریده رضی
- ۸- تجهیزات آزمایشگاهی
- ۹- نشریه مهندسی پزشکی شماره ۱۲۶

