



جزوات آموزشی

صنایع ایمن فراز ارک

عنوان محتوا:

انواع دستگاه اتوکلاو

کد محتوا:

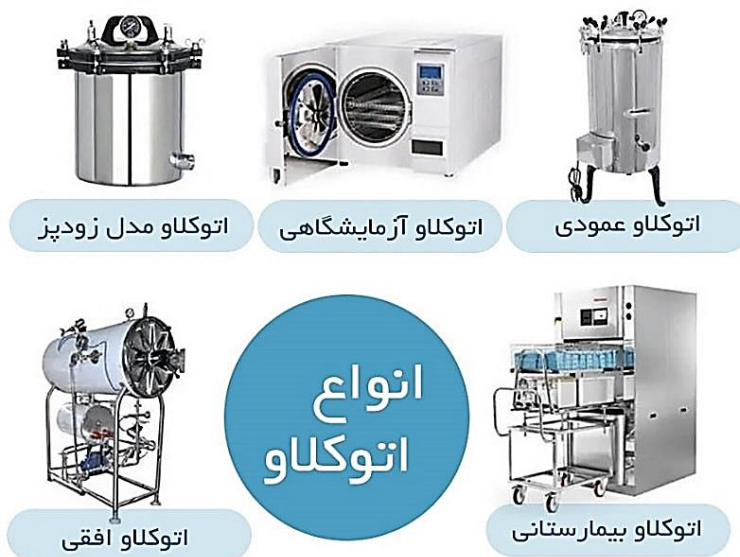
ARK-FO-159-090

تهیه و تدوین: گروه تولید محتوای صنایع ایمن فراز ارک

مقدمه

هوایی که تنفس می‌کنیم مملو از عوامل مختلف میکروسکوپی می‌باشند که می‌توانند به سادگی موجب آلودگی و دخالت در آزمایش‌های مختلف پزشکی و زیست‌شناسی گردند؛ لذا، حتی اگر با شست‌وشو، جسمی را عاری از هرگونه عوامل آلودگی کنیم، در چند ثانیه‌ای که در مواجهه با هوا قرار گرفته و یا تماس پوستی با آن ایجاد شود، آن جسم آلوده می‌گردد. هم‌چنین در استفاده از مایعات در آزمایش‌های مختلف، امکان استریلیزاسیون آن‌ها توسط شست‌وشو وجود ندارد.

به همین دلیل، از گذشته تا به امروز در طی دهه‌های مختلف بر اساس نیازی که بوده دستگاه‌های مختلفی برای استریل کردن محیط و شرایط ایجاد شده‌اند تا تجهیزات و ابزارآلات و مکان‌های بهداشتی، تا حد زیادی از آلودگی در امان بمانند. یکی از انواع دستگاه‌هایی که در این راه ساخته شده، دستگاه اتوکلاو می‌باشد.



شکل ۱ - انواع اتوکلاوها

اتوکلاو چیست؟

اتوکلاو^۱ وسیله‌ای برای استریل کردن ابزار پزشکی و آزمایشگاهی در فشار و دمای بالا و با استفاده از بخار آب است. اتوکلاو از مهم‌ترین دستگاه‌ها و تجهیزات آزمایشگاهی می‌باشد که با استفاده از حرارت بخار آب تحت فشار، جهت استریل نمودن (سترون‌سازی) کاربرد دارد.

سترون‌سازی^۲ به معنای استریل نمودن یا نابود کردن تمامی اشکال حیات (میکروبی) از طریق حرارت بخار آب تحت فشار و یا مواد غیر متحرک که شامل روش‌هایی همچون شیمیایی و غیر شیمیایی است می‌شود.

¹ Autoclave

² Sterilization



شکل ۲- استفاده از سترون سازی برای استریل کردن انواع ابزار پزشکی و جراحی

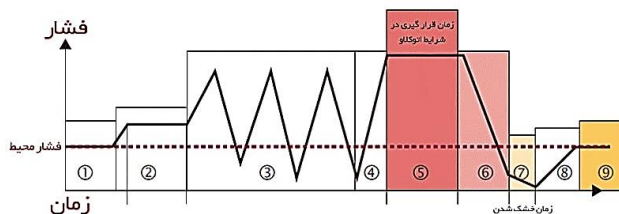
اتوکلاوها عمدتاً در صنایع پزشکی، آزمایشگاهی، غذایی و دارویی برای استریل کردن وسایل و تجهیزات استفاده می‌شوند. همچنین، در بسیاری از محیط‌های صنعتی و تولیدی نیز به کار می‌روند. اتوکلاو صرفاً برای کشتن ویروس‌ها به کار نمی‌رود، اما به صورت کلی ویروس‌ها در دمای بالا زنده نمی‌مانند پس برای استریل کردن مواد پلاستیکی حساس مناسب است. به دلیل حرارت بالا از اتوکلاو برای استریل کردن شیر یا مواد حساس دیگر استفاده نمی‌شود چون طعم و ویژگی‌های ماده عوض می‌شود.

جدول ۱- ویژگی‌های استریل کننده اتوکلاو آزمایشگاهی

ویژگی	توضیحات	اجزای فیزیکی / سیستم
خنک کننده سریع (تا خنک کننده فوق سریع (تا ۹۰٪) / ۷۵٪)	گردش آب از طریق لوله‌های خنک کننده محفظه خنک کننده است.	لوله کویل دار در اطراف محفظه برای خنک سازی
خنک کننده فوق سریع (تا ۹۰٪)	گردش آب از طریق کویل‌های خنک کننده و تهویه هوا با فن به سرعت محفظه خنک می‌کند.	لوله کویل دار دور محفظه برای خنک سازی و فن برای خنک سازی سریع
حذف کارآمد هوا - حذف کارآمد رطوبت	حذف کارآمد هوا و رطوبت توسط پمپ خلاء	پمپ خلاء
گرمایش کارآمد	گرمایش کارآمد با بخار از ژنراتور بخار	ژنراتور بخار
خشک کردن فعال بار	از صفحه گرمایش و پمپ خلاء برای خشک کردن سریع بار استفاده می‌کند.	صفحه گرمایش و پمپ خلاء
خشک کردن کامل بار	بخار از ژنراتور در ترکیب با خلاء برای خشک کردن کامل	پمپ خلاء و ژنراتور بخار
سیستم مخاطرات زیستی و زباله	فیلتراسیون مخاطره آمیز هوا قبل از استریل سازی از محفظه خارج می‌شود. همچنین برای استریل کردن زباله استفاده می‌شود.	سیستم خطر زیستی

نحوه عملکرد اتوکلاو به چه صورتی است؟

در اتوکلاوها ابتدا درب قفل شده و محفظه‌ای مهر و موم شده ایجاد می‌شود و بعد هوای داخل محفظه را با بخار آب جایگزین می‌کنند. سپس باتوجه به پروتکل‌های مشخص شده و برنامه‌ای که به دستگاه می‌دهند، بخار تحت فشار قرار گرفته و پروسه اتوکلاو کردن در زمانی مشخص انجام می‌شود.



شکل ۳ - فرآیند اتوکلاو کردن

مراحل فرآیند اتوکلاو به شرح زیر است:

- ۱) شروع فرآیند اتوکلاو: درب محفظه بسته شده و محفظه دستگاه از طریق لوله‌های اطراف آن گرم می‌شوند.
- ۲) جایگزینی هوای محفظه اتوکلاو با بخار: اگر در طی این فرآیند هوا وجود داشته باشد از نفوذ کامل بخار به تجهیزات و مواد جلوگیری کرده و اجازه نمی‌دهد استریل کردن با اتوکلاو به خوبی انجام شود؛ پس لازم است که هوای درون محفظه با بخار آب جایگزین گردد تا دما و فشار افزایش یابد. جایگزینی هوا با بخار در درون محفظه باتوجه به مواد و تجهیزات به روش‌های مختلفی انجام می‌گیرد.
- ۳) تهویه (Conditioning): در این مرحله گرم شدن فضای درون محفظه انجام شده و فشار افزایش می‌یابد.
- ۴) گرم شدن محفظه (Heat up): فشار و دما به حد متعادل و استاندارد می‌رسد.
- ۵) شروع عملیات استریلیزاسیون: زمان اتوکلاو کردن فرا می‌رسد.
- ۶) خروج بخار از محفظه اتوکلاو: فشار و بخار موجود در دستگاه از طریق یک محفظه خارج می‌شود.
- ۷) خشک کردن: در طی مدت زمان تعیین شده تجهیزات به طور کامل خشک می‌شوند.
- ۸) ورود هوا به محفظه: محفظه اتوکلاو دوباره از هوا پرمی‌شود.
- ۹) اتمام فرآیند اتوکلاو: در پایان فرآیند درب دستگاه را باز کنید و تجهیزات استریل شده را بردارید.

اجزای تشکیل دهنده اتوکلاو

- محل قرارگیری ظروف

در این قسمت یک محفظه داخلی به همراه لوله‌هایی در اطراف آن وجود دارد. درون لوله‌ها بخار آب وجود دارد و موجب یکنواخت شدن دما در داخل محفظه می‌گردد و باعث بهینه‌سازی فرآیند استریلیزاسیون می‌شود.
- سیستم کنترل

سه پارامتر دما، زمان و فشار در استریل کردن با اتوکلاو بسیار موثر هستند. از این رو، در این سیستم به نرم‌افزاری نیاز است که برای این پارامترها برنامه‌ریزی دقیقی انجام دهد و باز و بسته شدن درپچه‌ها و سایر اجزای اتوکلاو در یک توالی خاص انجام شوند. در واقع می‌توان گفت اتوکلاوها به سیستم کنترل نیاز دارند.

• تله بخار

تله بخار از مهم‌ترین و اصلی‌ترین اجزای اتوکلاو است. در داخل محفظه اتوکلاو بخار آب با از دست دادن انرژی خود به مایع تبدیل می‌شود و میعان رخ می‌دهد. در صورتی که این مایعات سریعاً از سیستم خارج نشوند، می‌توانند بر روی سرعت انتقال گرما تاثیرگذار باشند و کارایی سیستم را بکاهند. در واقع تله بخار موجب حذف میعانات درون محفظه اتوکلاو می‌شود.

• سوپاپ اطمینان

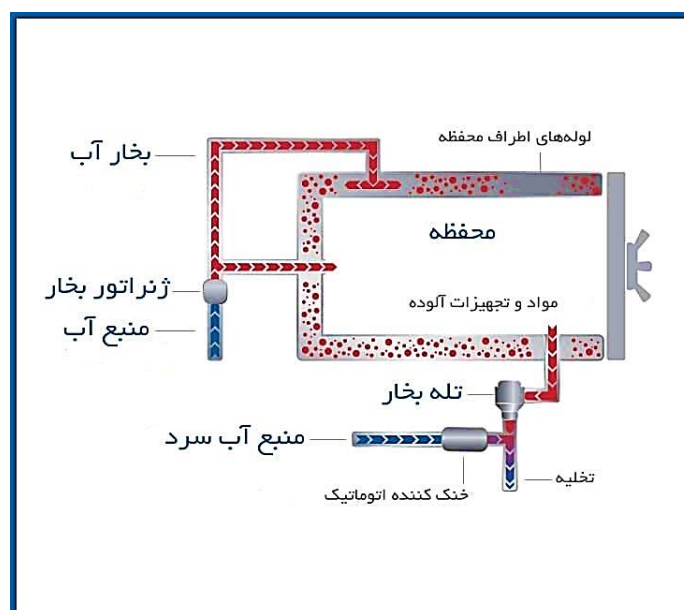
باتوجه به اینکه اتوکلاوها تحت فشار بالا کار می‌کنند، طراحی آن‌ها به گونه‌ای انجام شده که دارای ساختاری مقاوم با ایمنی بالا باشند. سوپاپ اطمینان نیز از جمله تجهیزاتی است که موجب افزایش ایمنی دستگاه می‌شود. این شیر ایمنی موجب کنترل فشار در بویلرها و مخازن تحت فشار می‌شود. اگر فشار یا دما در مخزن اتوکلاو خیلی بالا رود، می‌توان برای تخلیه فشار داخل محفظه از سوپاپ اطمینان کمک گرفت.

• مکانیزم خنک‌کننده میعانات

خیلی از اتوکلاوها دارای سیستم خنک‌سازی پساب (هوا، بخار و میعانات) هستند. به دلیل صدمه ندیدن لوله‌کشی فاضلاب‌ها، امکان تخلیه پساب با دمای بیش از ۶۰ درجه سانتی‌گراد وجود ندارد. بهترین روش برای خنک‌سازی پساب حاصل از اتوکلاو مخلوط نمودن آن با آب سرد است. بعضی از دستگاه‌های اتوکلاو خنک‌کننده دارند و ابتدا پساب را خنک کرده و بعد تخلیه می‌کنند.

• سیستم خلاء

برای استریل کردن با اتوکلاو با بازدهی بالا، لازم است که هوای درون محفظه با بخار آب جایگزین شود. این فرآیند به دو صورت گراویمتری و پیش خلاء انجام می‌شود و سیستم خلاء از طریق پمپ خلاء، پیش خلاء در اتوکلاوها قابل انجام می‌باشد.



شکل ۴ - شمای دستگاه اتوکلاو

برای استریل کردن چه موادی می توان از اتوکلاو استفاده کرد؟

برخی از مواد و تجهیزات نمی توانند دما و فشار بالا را تحمل کنند و آسیب می بینند. از این رو، در هنگام استریل کردن با اتوکلاو باید به نوع ماده‌ای که قرار است استریل شود، دقت گردد. جدول زیر نمونه‌ای از موادی است که با دستگاه اتوکلاو قابل استریل کردن می‌باشند:

جدول ۲ - مواد قابل استریل با دستگاه اتوکلاو^۳

نام ماده	توضیحات
شیشه	شیشه پیرکس تنها شیشه‌ای است که می‌توان آن را اتوکلاو نمود. البته ممکن است شیشه‌های پیرکس نیز پس از قرار گرفتن در دستگاه اتوکلاو و محکم بسته‌شدن درب دستگاه منفجر شوند. پس باید دستورالعمل‌هایی که در رابطه با کار با اتوکلاو هست، اجرا شوند.
پلی پروپیلن	پلی پروپیلن که نوعی پلاستیک است به خوبی می‌تواند درجه حرارت اتوکلاو را تحمل نماید. اما اگر می‌خواهید تجهیزات پلی پروپیلن را اتوکلاو کنید حتماً به منظور نفوذ بخار مقداری آب درون بسته‌بندی بگذارید تا انتقال حرارت بهتر انجام شود.
نوک سمپلر	نوک سمپلرها معمولاً از مواد پلاستیکی هستند و احتمال ذوب‌شدن آن‌ها در اتوکلاو وابسته به نوع پلاستیک، چگالی مواد و همچنین تنظیمات اتوکلاو است. اما نکته‌ای که باید به آن توجه داشته باشید این است که نوک سمپلرها فقط باید به عنوان زباله زیست‌محیطی استریل شوند تا در فرآیند بازیافت یا دور ریختن آن‌ها، عوامل میکروبی زیاد پخش نشود و امکان استفاده مجدد از آن‌ها وجود ندارد.
کاغذ	در صورتی که لبیل مواد بیولوژیکی و یا اینکه بسته‌بندی تجهیزات از جنس کاغذ باشد، می‌توان این کاغذها را داخل دستگاه اتوکلاو قرار داد. اما با این تفاوت که دیگر این کاغذها پس از اتوکلاو کردن قابل استفاده نیستند و نباید از آن‌ها استفاده نمود. توجه داشته باشید که نمی‌توان خود کاغذ را به عنوان یک ماده اصلی داخل دستگاه اتوکلاو قرار داد و استریل کرد.
فلزات	اکثر فلزاتی که در آزمایشگاه‌ها وجود دارد امکان استریل کردن با اتوکلاو برای آن‌ها امکان‌پذیر است. اما باید اطمینان حاصل کنید که هیچ‌گونه پلاستیک، واشر و وسایلی که ممکن است در اتوکلاو ذوب شوند همراه این فلزات و تجهیزات فلزی وجود نداشته باشد و باید پیش از اتوکلاو کردن آن‌ها را باز کنید. زیرا یکی از مهم‌ترین دلایل آتش‌سوزی در آزمایشگاه‌ها و مراکز علمی عدم توجه به این مسئله و عدم مراقبت از آنچه در داخل اتوکلاو است می‌باشد.



شکل ۵

^۳ هم‌چنین توجه داشته باشید که هرگز به هیچ عنوان مواد رادیواکتیو، مایعات قابل احتراق و قابل اشتعال یا فرار را داخل دستگاه اتوکلاو قرار ندهید.

دستورالعمل‌های عمومی کار با اتوکلاو

از آنجا که استریل کردن با اتوکلاو تحت فشار و دما بالا انجام می‌شود می‌تواند خطرات جدی را برای کاربر ایجاد کند؛ از این رو، در هنگام استفاده از این دستگاه نیاز است که به دستورالعمل‌های عمومی کار با آن رعایت و اجرا گردد.

- دستگاه اتوکلاو را به‌صورت منظم مورد بازرسی و سرویس قرار دهید تا مطمئن شوید که عملکرد صحیحی دارد.
- اصول عملکرد اتوکلاوها مبتنی بر بخار، گرما و فشار است و خطر آسیب دیدن کاربر حین کار با آن وجود دارد؛ از این رو، نیاز است که کاربر از تجهیزات محافظت شخصی مانند دستکش مقاومت در مقابل حرارت، روپوش آزمایشگاهی و محافظ چشم استفاده کند.
- شیوه بسته‌بندی مواد و تجهیزات برای استریل کردن با اتوکلاو بسیار مهم است. زیرا اصلی‌ترین دلیل ناموفق بودن اتوکلاو کردن، عدم برقراری تماس مناسب بخار آب و میکروارگانیسم‌ها است. از این رو، اگر از کیسه یا ظرف پسماند استفاده می‌کنید سعی کنید بیشتر از ۷۵ درصد ظرفیت آن را پر نکنید.
- کیسه‌هایی که مواد و تجهیزات داخل آن وجود دارد باید باز باشند یا اینکه سوراخ‌هایی در بالای آن‌ها تعبیه شود تا راه نفوذ بخار به داخل کیسه وجود داشته باشد. اگر این مسئله رعایت نشود نه تنها استریل تجهیزات به خوبی انجام نمی‌شود حتی احتمال دارد کیسه‌ها به دلیل فشار منفجر شوند.
- قبل از تخلیه دستگاه حتما اجازه دهید مواد و تجهیزات کاملا خنک شوند، زیرا ممکن است موجب آسیب دیدن کاربر گردد.
- بسته‌بندی باید به نحوی انجام شود که باز و بسته کردن آن به راحتی امکان‌پذیر باشد و مانع از نفوذ بخار به تجهیزات نگردد. هم‌چنین بسته‌بندی باید از مقاومت خوبی در برابر دما و فشار برخوردار باشد.
- تمامی فرآیندهای اتوکلاو کردن باید حتما در یک برگه ثبت شوند و اطلاعاتی مانند تاریخ، محتویات، شماره چرخه، نشانگرها و نام اپراتور در آن درج شود.

Form H:\ISO9001\Forms\Servchk 5.doc issue 1 19/06/17aec		Page 1 of 5	
Priorclave		Autoclave Service Checklist	
Investigate any reported problems before proceeding.			
Fit and test any requested additions or conversions before proceeding			
Note any comments on service/repair report beside check list number.			
Item No.	Action	Check	Comments
Starting the Service			
1.	On models fitted with a vacuum system, perform leak rate test and record results and check operation of vacuum pump(s).		
2.	Isolate services (Electrical, water, steam and air) as appropriate		
3.	Note original settings of all controls then set the temperature to 121°C, set free-steam time (if fitted) to 5 mins, set process time to 15 mins. If load sensed process timing is fitted it should be switched on.		
General Checks			
4.	Remove main access panels and check vessel, all joint fittings and interconnecting pipework for signs of leakage or damage.		
5.	Change air intake and exhaust filters as necessary.		
6.	Check all micro-switches and actuators for cleanliness and freeness of operation. Check mounting tightness and position.		
7.	Check locking solenoids and door catches/locking pins for cleanliness and freeness of operation. Check tightness of mounting screws and condition of return springs and spring anchors. Check split pins for wear and replace as required.		
8.	Check tightness and condition of wiring connections at all fuses/circuit breakers and terminal blocks. Check tightness of all push on connectors at locking Solenoids, heaters, thermostats etc. Pay special attention to the screw connectors carrying heater current, particularly at the first 6-month service.		
9.	Check relays, triacs, relay bases etc. for signs of ageing.		
10.	If fitted, check thermo-regulator contacts for arcing and sticking.		
Vessel Interior			
11.	Drain water from chamber (Autoclaves with in-chamber heaters).		

Form H:\ISO9001\Forms\Servchk 5.doc issue 1 19/06/17aec		Page 2 of 5	
Priorclave		Autoclave Service Checklist	
Note any comments on service/repair report beside check list number.			
12.	Visually check general condition of vessel interior and interior fittings for excessive damage.		
13.	If autoclave is front loading check condition of silicone weir seal (where fitted) for leaks or damage. Remove and replace as necessary.		
14.	Check interior for signs of spillage etc. Clean or replace components as required.		
15.	Clean out all strainers		
*Autoclaves with in chamber heaters:			
16.	*Visually inspect heating elements for corrosion, exterior damage or excessive build-up of scale. Repeat this procedure for the temperature control probe, load simulator probe, and water level probe.		
17.	*Visually check position of heating elements particularly in relation to the low water probe.		
18.	*Thoroughly clean low water probe paying particular attention to the insulated part between the sensor tag / tip and the vessel fitting.		
19.	*Test operation of low water cut-out.		
20.	Check all fixed and wandering temperature sensors for build-up of scale or exterior damage.		
21.	For steam heated or dual heated units remove and clean steam trap strainers.		
Door and closure			
22.	Visually inspect lid / door gasket for damage or excessive wear. Check for correct location of gasket in recess.		
23.	Check door position and location.		
24.	Check hinge for excessive play in all directions. Check for freeness of operation and lubricate as required.		
25.	Lubricate gasket and clean sealing face of door.		
Autoclaves with Bolted Door Closures			
26.	Thoroughly clean threads of standard closure bolts, and all female threads. Inspect for damaged or excessive wear.		
27.	Remove safety bolt unit and thoroughly clean threads and safety mechanism.		
28.	Inspect for damage or excessive wear. Screw bolt 4 turns into female thread and check for excessive vertical and axial play.		

شکل ۶ - نمونه‌ای از چک‌لیست خدمات اتوکلاو

چگونه از صحیح انجام شدن استریل با اتوکلاو اطمینان حاصل کنیم؟

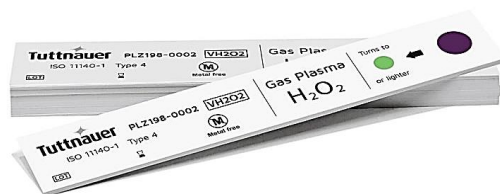
نشانه‌های مختلفی وجود دارد که می‌تواند صحت عمل استریل کردن با اتوکلاو را نشان دهد. از جمله این نشانه‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

جدول ۳ - انواع نشانگر اتوکلاو

نوع نشانگر	توضیحات
شیمیایی	این نشانگرها به یک سری تغییرات فیزیکی یا شیمیایی خاص که داخل اتوکلاو اتفاق می‌افتد حساس هستند. از رایج‌ترین نشانگرهای شیمیایی می‌توان به نوارهای کاغذی اشاره نمود که حاوی جوهر حساس به گرما هستند. از این رو، اگر دما درون اتوکلاو به ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد برسد رنگ آن از سفید به سایر رنگ‌ها تغییر رنگ می‌دهد. در صورتی که رنگ این نوار تغییر نکند اختلالی در فرآیند اتوکلاو وجود ندارد.
بیولوژیکی	از دیگر انواع نشانگرها در فرآیند اتوکلاو می‌توان به نشانگرهای بیولوژیکی اشاره کرد. این نشانگرها به شکل نوار یا لوله‌های حاوی اسپور هستند و بیانگر میزان موفق بودن اتوکلاو کردن در از بین بردن میکروارگانیسم‌ها است. به این صورت که نوار یا لوله که حاوی اسپور است داخل اتوکلاو قرار می‌دهند و پس از اتمام این فرآیند نوار یا لوله را داخل دستگاه انکوباتور آزمایشگاهی کشت می‌دهند. در صورتی که اسپورها زنده باشند رنگ ماده تغییر می‌کند و بیانگر این است که اتوکلاو کردن و از بین بردن میکروارگانیسم‌ها به خوبی انجام نشده است.
خارجی	از این اندیکاتورها فقط برای شناسایی بسته‌هایی که داخل اتوکلاو قرار می‌گیرند طراحی شده‌اند. این نوار نشانگر دارای رنگی زرد است و اطراف آن با چسب‌های حساس به فشار پوششی ایجاد شده است. پس از اتمام فرآیند اتوکلاو رنگ نشانگر خارجی از زرد به قهوه‌ای تیره یا سیاه تغییر می‌کند.



شکل ۸ - نشانگر بیولوژیکی اتوکلاو



شکل ۷ - نشانگر شیمیایی اتوکلاو



شکل ۹ - نشانگر خارجی اتوکلاو

دسته‌بندی اتوکلاوها

جنبه‌های مختلفی وجود دارد که می‌تواند به عنوان مبنایی برای طبقه‌بندی انواع مختلف اتوکلاوها استفاده شود و برخی از این جنبه‌ها ممکن است با یکدیگر همپوشانی داشته باشند. در بیشتر موارد، استریل‌کننده‌های بخار را می‌توان از طریق موارد زیر متمایز کرد:

- عملکرد^۴
- کلاس^۵
- اندازه (ظرفیت)^۶

• انواع مختلف اتوکلاوها بر اساس عملکرد

همه اتوکلاوها از بخار با دمای بالا و فشار بالا برای استریل کردن تجهیزات پزشکی و ضایعات استفاده می‌کنند. عملکرد آن‌ها نشان می‌دهد که چگونه باید بارگیری شوند و چگونه بخار موجود در محفظه خود را برای استریل کردن وسایل داخل فشار می‌دهند.

جدول ۴ - انواع مختلف اتوکلاوها بر اساس عملکرد

عملکرد	توضیحات
اتوکلاوهای عمودی	این نوع اتوکلاوها با باز کردن درب بالایی خود بارگیری می‌شوند. به خصوص برای استفاده در آزمایشگاه یا در کلینیک‌های کوچک‌تر با فضاهای تنگ مناسب است. به این ترتیب، آن‌ها هم‌چنین دارای یک اتاقک با ظرفیت کمتر هستند.
اتوکلاوهای افقی	استریل‌کننده‌های بخار بارگیری از جلو با محفظه‌ای با ظرفیت بیشتر. زمانی که فضای موجود مشکلی نیست، و شما نیاز به درمان بارهای زیادی در روز دارید، این مورد برای کاهش فشار بر کارکنان پزشکی استثنایی است.
اتوکلاوهای جابجایی جاذبه	یکی از متداول‌ترین نوع اتوکلاوها که به استفاده از بخار متراکم برای خروج هوا از محفظه دستگاه متکی است. آن‌ها برای درمان بارهای اساسی مانند ابزارهای جراحی مسطح و انواع خاصی از ضایعات خطرناک زیستی مناسب هستند، اما به اندازه اتوکلاوهای پیش‌خلاء همه کاره نیستند.
اتوکلاوهای پیش‌خلاء (prevac)	این نوع اتوکلاو از پمپ خلاء استفاده می‌کند تا تمام هوا را از محفظه اتوکلاو خارج کند و امکان نفوذ بهتر بخار و استریل کردن مواد بیشتر و بارهای پیچیده مانند محصولات نساجی پزشکی، بارهای متخلخل، قطعات بزرگ‌تر تجهیزات و حتی اشیاء را فراهم می‌کند. ساخته شده از پلی‌اتیلن با چگالی بالا مانند سرنگ‌های تیز و نوک پیپت.

• انواع مختلف اتوکلاوها بر اساس کلاس

روشی واضح‌تر برای دسته‌بندی انواع مختلف ماشین‌های اتوکلاو. کلاس استریل‌کننده بخار نشان می‌دهد که چقدر همه کاره است: به عبارت دیگر، نشان می‌دهد که چه نوع بارهایی را می‌توان با آن درمان کرد.

⁴ Function

⁵ Class

⁶ Size (Capacity)

جدول ۵ - انواع مختلف اتوکلاوها بر اساس کلاس

توضیحات	کلاس
این‌ها اساساً اتوکلاوهای جابجایی گرانشی ساده هستند که فقط بخش خاصی از هوای داخل محفظه دستگاه را حذف می‌کنند. طراحی شده برای درمان بارهای ساده تر مانند ابزارهای پزشکی تخت.	اتوکلاوهای کلاس N
نوع دیگری از اتوکلاو جابجایی گرانشی که از دیواره‌ای از بخار متراکم استفاده می‌کند، اما با تکرار سه باره این فرآیند، در واقع می‌تواند تمام هوا را از محفظه خارج کند و به همین ترتیب، می‌تواند ابزارهای کیسه‌ای و بارهای متخلخل را درمان کند. با این حال، هنوز همه‌کاره تر است و به سرعت اتوکلاو کلاس B نیست.	اتوکلاوهای کلاس S
اتوکلاوهای پیش خلاء ممتاز که می‌توانند اکثر مواد را استریل کنند و همچنین با خارج کردن هوا از محفظه خود با پمپ خلاء قدرتمند بسیار سریع تر این کار را انجام می‌دهند. برخی از مدل‌ها از فناوری مدرن بهترین بهره را می‌برند و با فرآیندی کاملاً خودکار عمل می‌کنند: این سهولت استفاده و اثربخشی آن‌ها را برای انواع امکانات پزشکی بسیار جذاب می‌کند.	اتوکلاوهای کلاس B



شکل ۱۰ - اتوکلاوهای کلاس N، B و S

• انواع مختلف اتوکلاوها بر اساس اندازه (ظرفیت)

اندازه اتوکلاو نیز یک فاکتور کلیدی است که باید در نظر گرفته شود: انتخاب صحیح در اینجا به میزان زباله‌ای که هر روز تاسیسات شما نیاز به درمان دارد و همچنین مقدار فضای موجود شما بستگی دارد.

جدول ۶ - انواع مختلف اتوکلاوها بر اساس اندازه (ظرفیت)

توضیحات	اندازه (ظرفیت)
ظرفیت این نوع اتوکلاوها معمولاً بین ۱۱۰ تا ۸۸۰ لیتر است. ایده‌آل برای مراکز پزشکی بزرگ مانند بیمارستان‌ها که روزانه مقدار قابل توجهی زباله تولید می‌کنند و نیاز به استفاده از ابزار و تجهیزات پزشکی زیادی برای درمان بیماران دارند.	استریل‌کننده‌های بخار بزرگ
ظرفیت این نوع اتوکلاوها معمولاً بین ۷۵ تا ۲۰۰ لیتر است. یک انتخاب عالی برای کلینیک‌های دندانپزشکی و سایر کلینیک‌ها، کاربردهای بیوتکنولوژیکی یا برای سالن‌های عمل در بیمارستان‌ها.	استریل‌کننده‌های بخار متوسط
ظرفیت این نوع اتوکلاوها معمولاً در حدود ۲۵ لیتر جابجا می‌شود. این دستگاه‌های ضد عفونی‌کننده بخار جمع و جور برای تجهیزات کوچک‌تر با فضای محدود در دسترس کاملاً مناسب هستند و نیازی به استریل کردن تعداد زیادی ابزار پزشکی در روز ندارند.	استریل‌کننده‌های بخار کوچک (رومیزی)

اثرات و راهکارهای زیست‌محیطی

همه ما می‌دانیم که افزایش تقاضای انرژی ما گازهای گلخانه‌ای بیشتری را وارد جو می‌کند. اکثر انرژی امروز ما از سوخت‌های فسیلی تامین می‌شود. هنگامی که سوخت‌های فسیلی می‌سوزند، گازهایی آزاد می‌کنند که گرما را در جو به دام می‌اندازد و باعث گرم شدن کره زمین و تسریع تغییرات آب و هوایی می‌شود.

یک اتوکلاو برای کار کردن به انرژی زیادی نیاز دارد. بدون بهبود در بهره‌وری انرژی، اتوکلاو می‌تواند اثرات مخرب زیست‌محیطی داشته باشد. با این حال، تغییرات کوچک در اتوکلاوها، مانند کاهش ورودی آب، می‌تواند کمک‌کننده باشد. تحقیقات جدید نشان داده است که حجم کمتر آب در اتوکلاو تنها به ۱۶ کیلووات (کیلووات) المنت حرارتی در مقایسه با ۷۲ کیلووات عنصر گرمایش در اتوکلاوهای معمولی نیاز دارد. حتی استفاده از اتوکلاوهای استوانه‌ای به جای مستطیل شکل باعث صرفه‌جویی در مصرف انرژی می‌شود.

نکته دیگری که باید به خاطر داشته باشید این است که از اتوکلاو فقط زمانی که پر است استفاده کنید. بیاپید آن را با یک مثال توضیح دهیم. بگویید می‌خواهید چند لوله آزمایش ضد عفونی شود. اتوکلاو شما احتمالاً می‌تواند ۳۰ لوله آزمایش را در خود جای دهد. اما، اگر از اتوکلاو برای استریل کردن تنها یک لوله آزمایش استفاده کنید، حدود ۹۷ درصد از انرژی بالقوه مفید را هدر خواهید داد.

با تغییر آب و هوا، جهان به سرعت در حال کمبود آب شیرین است. از سوی دیگر، ما از اتوکلاوهای استفاده می‌کنیم که مقادیر زیادی آب کاملاً خوب را هدر می‌دهند. یک روش ساده و بدون هزینه برای صرفه‌جویی در آب در اتوکلاوها خاموش کردن آن در صورت عدم استفاده است. بسیاری از آزمایشگاه‌ها اتوکلاوها را ۷/۲۴ روشن نگه می‌دارند. این بدان معنی است که محفظه به طور مداوم بخار و میعانات تولید می‌کند تا برای استریلیزاسیون آماده شود. روشن نگه داشتن اتوکلاو فقط در ساعات کاری و در طول آن خاموش در شب و آخر هفته می‌تواند ۷۰ درصد در مصرف آب صرفه‌جویی کند.

بسیاری از سیستم‌ها و تولیدکنندگان مدرن شروع به رسیدگی به مسائل مصرف انرژی و آب با اتوکلاو کرده‌اند. متأسفانه، هنوز بسیاری از مدل‌های قدیمی وجود دارند که به طور مداوم آب را «خونریزی» می‌کنند، هنوز هم امروزه استفاده می‌شود. این سیستم‌ها سالانه حدود ۱۰ میلیارد گالن آب تمیز و شیرین را هدر می‌دهند. با توجه به این رقم، دانشگاه‌ها و موسسات باید انواع و تعداد اتوکلاوهای مورد نیاز خود را در محل ارزیابی کنند. آنها باید اتوکلاوهای را در نظر بگیرند که راه‌حل‌های حفاظت از آب دارند. صرفه‌جویی بالقوه آب و انرژی می‌تواند فوق‌العاده باشد. این اقدامات کوچک می‌تواند به کاهش تاثیر اتوکلاو بر محیط زیست کمک کند.

سخن پایانی

فرآیند استریل کردن با اتوکلاو از مهم‌ترین اقداماتی است که در بیمارستان‌ها، آزمایشگاه‌ها و سایر مراکز درمانی انجام می‌شود. این فرآیند اگر به درستی و با رعایت نکات و موارد ذکر شده صورت گیرد می‌تواند بهترین نتایج را بدون ایجاد کوچک‌ترین خطری برای اپراتور به دنبال داشته باشد. با توجه به تنوع مواد و تجهیزات استریل با اتوکلاو ممکن است در شرایط متفاوتی انجام شود؛ با در نظر گرفتن توضیحات گفته شده و نوع مواد یا تجهیزاتی که می‌خواهید در حوزه کاری خود استریل کنید می‌توانید بهترین نوع اتوکلاو را انتخاب نمایید.

منابع

- ۱) سایت مرکز تحقیقاتی و آموزشی آزمایشگاه ژنیران، اتوکلاو چیست؟، <https://geniranlab.ir/>.
- ۲) سایت شرکت پویا صنعت رشنو، اتوکلاو چیست؟، <https://rashnolab.com/>.
- ۳) سایت شرکت پل ایده‌ال پارس، آشنایی بیشتر با دستگاه اتوکلاو، <https://medpip.com/>.
- ۴) سایت کلینیک دندانپزشکی زاگرس، اتوکلاو چگونه استریل می‌کند؟، <https://zagros-clinic.com/>.
- ۵) سایت جهان شیمی، انواع اتوکلاو و کاربردها، <https://jahaneshimi.com/>.
- ۶) سایت سازمان علمی و آموزشی «فرادرس»، سترون سازی چیست؟ — روش‌ها و نحوه انجام به زبان ساده، <https://blog.faradars.org/>.
- ۷) سایت دانشنامه ویکی‌پدیا، اتوکلاو، <https://wikipedia.org/>.
- 8) Intriquip Instruments, Autoclave Maintenance Checklist for your Practice, <https://intriquip.com/>.
- 9) Tuttnauer, Lab Autoclave Sterilizer Features, <https://tuttnauer.com/>.
- 10) Plant Cell Technology, Autoclave: Principle, Types, and Precautions, <https://plantcelltechnology.com/>.
- 11) Prestige Medical, Best Method of Choosing the Perfect Tabletop Autoclave, <https://prestigemedical.co.uk/>.
- 12) Celitron, These are the Different Types of Autoclave Machines used in Medical Sterilization, <https://celitron.com/>.
- 13) Sigma Earth, The Impact of Autoclave on Environment, <https://sigmaearth.com/>.