



ماجرای تجهیزات آزمایشگاهی: آشنایی با دستگاه هود لامینار



گردآوری و تنظیم: موسسه علوم و فناوری های زیستی صدرامهر



مدرسه ملی
فناوری ایران



بنیاد توسعه
باشگاه های
دانش آموزی

چکیده: هود لامینار یک محفظه آزمایشگاهی است که برای جلوگیری از استفاده از محیط آزمایش و محافظت در برابر مواد خطرناک طراحی شده است. این هود با ایجاد جریان آرام و یکنواخت هوا، از ورود محیطی به محیط آزمایش و خروج ناشی از مواد آزمایش جلوگیری می کند.



مقدمه:



Class I

Class II

Class III

هود لامینار یک محفظه آزمایشگاهی است که برای جلوگیری از استفاده از محیط آزمایش و محافظت در برابر مواد خطرناک طراحی شده است. این هود با ایجاد جریان آرام و یکنواخت هوا، از ورود محیطی به محیط آزمایش و خروج ناشی از مواد آزمایش جلوگیری می کند.

هود لامینار از دو بخش اصلی تشکیل شده

است:

محفظه: این بخش از هود از جنس استیل ضد زنگ ساخته شده و دارای یک سطح صاف و بدون درز است. سیستم تهویه: این سیستم از یک فن و فیلتر تشکیل شده است که هوای محیط آزمایش را مکیده و پس از عبور از فیلتر، به صورت یکنواخت و آرام از بالای محفظه به سمت پایین هدایت می کند.

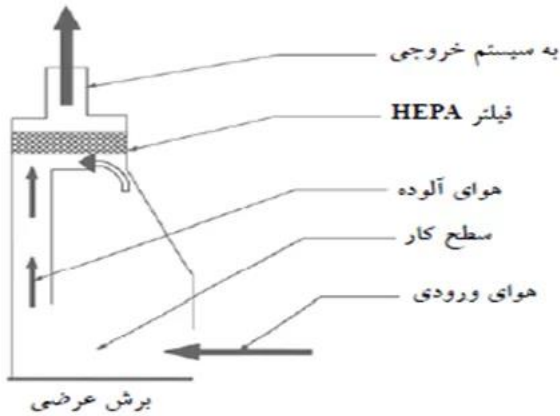
هود لامینار در دو نوع افقی و عمودی تولید می شود. در هود لامینار افقی، جریان هوا به صورت افقی از بالا به پایین حرکت می کند. در هود لامینار عمودی، جریان هوا به صورت عمودی از بالا به پایین حرکت می کند.

هود لامینار در آزمایشگاه های مختلف از آزمایشگاه های میکروبیولوژی، بیوشیمی، شیمی، فیزیک و داروسازی کاربرد دارد. از هود لامینار برای انجام آزمایشاتی که نیاز به محیط استریل دارند، برای مثال، برای کشت میکروب ها، کار با مواد بیولوژیکی خطرناک و آماده سازی داروها استفاده می شود.

۲- انواع دستگاه هود لامینار:

۱-۲- هود لامینار کلاس ۱:

کلاس ۱ ابتدایی ترین هود ایمنی زیستی است که از محیط زیست و پرسنل آزمایشگاه محافظت می کند. با این حال، از آنجایی که هوای استریل نشده اتاق مستقیماً به سطح کار برخورد میکند، از نمونه محافظت نمی شود.



هود کلاس ۱ معمولاً برای محصور کردن تجهیزات خاص مانند سانتریفیوژها یا برای روش‌هایی مانند کشت‌های هوادهی که ممکن است به طور بالقوه آئروسول تولید کنند، استفاده می‌شوند.

در این هود هوای اتاق از طریق محفظه کابینت به داخل کشیده و سپس هوای داخل کابینت ذرات آئروسول را که ممکن است تولید شده باشد می‌گیرد و آن را از اپراتور به سمت فیلتر HEPA دور می‌کند.

بنابراین، هوای خارج شده از کابینت، قبل از رها شدن در محیط، از طریق یک فیلتر HEPA استریل می‌شود.

به این ترتیب کابینت‌ها از اپراتور و محیط در برابر آئروسول محافظت می‌کنند اما از نمونه محافظت نمی‌کنند.

۲-۲- هود لامینار کلاس ۲:

کابینت‌های BSC-Class II هم از نمونه‌ها و هم از اپراتور و محیط‌زیست محافظت میکنند.

اصل کار کابینت‌های کلاس II شامل یک فن است که در بالای کابینت نصب شده است که هوای استریل را بر روی ایستگاه کاری (میز کابینت) که در آن محصولات بیولوژیکی جابجا می‌شوند می‌کشد.

سپس هوا در زیر ایستگاه کاری حرکت می‌کند و قبل از عبور از دو فیلتر HEPA به بالای کابینت برمی‌گردد.

BSC های کلاس II بسته به سیستم خروجی و مکانیسم کار (گردش هوای خروجی) بیشتر به پنج نوع تقسیم می شوند. نوع A1، نوع A2، نوع B1، نوع B2 و نوع C1.

• نوع A1

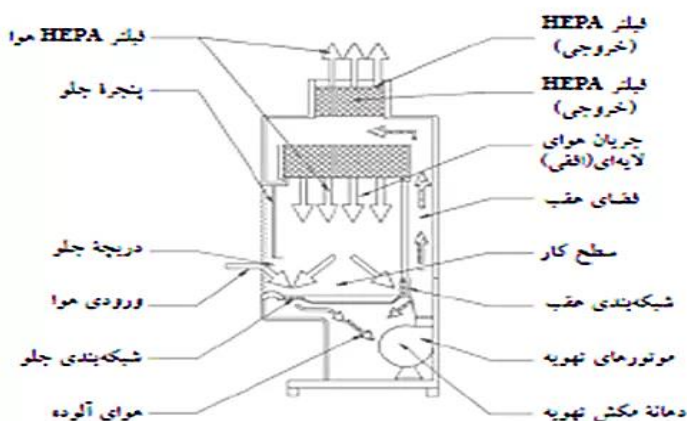
کابینت های نوع A1 دارای حداقل سرعت ورودی ۷۵ فوت در دقیقه هستند که در آن آلودگی ها درست بالای ایستگاه کاری تقسیم شده و با هوای ورودی مخلوط می شوند. سپس هوای مخلوط کشیده می شود تا به پشت کابینت برسد. پس از این، هوا ممکن است پس از عبور از فیلترهای HEPA به گردش در آید یا از داخل کابینت خارج شود. این هود ۷۰ درصد بازچرخش هوا را دارد و ۳۰ درصد هوای فیلتر شده به خارج هود منتقل می شود. این نوع کابینت چندان مورد استفاده قرار نمی گیرد زیرا هنگام کار با مواد شیمیایی خطرناک ایمن نیست.

• نوع A2

کابینت های نوع A2 دارای حداقل سرعت ورودی ۱۰۰ فوت در دقیقه هستند.

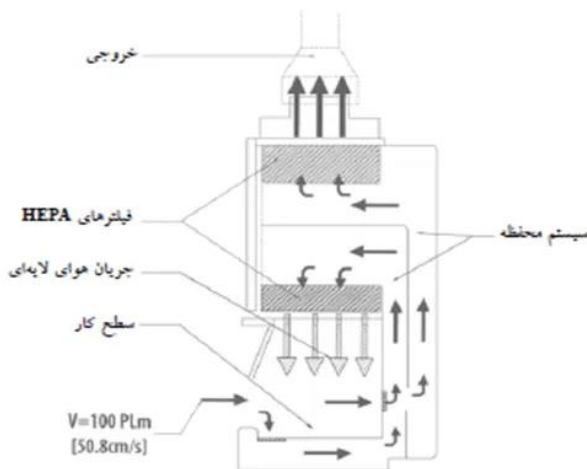
در کلاس II، هوای نوع BSC A2 از طریق محفظه کابینت به داخل کشیده می شود که حفاظت اپراتور را فراهم می کند. هوای ورودی با هوای جریان پایین (از بالای کابینت) مخلوط می شود و وارد مشبک ورودی جلو می شود و سپس از روی ایستگاه کاری که در آن هوا تقسیم می شود، عبور می کند. تقریباً ۶۰ تا ۷۰ درصد از هوای آلوده بازیافت می شود و از طریق فیلتر HEPA جریان پایین به ایستگاه کاری در محفظه بازگردانده می شود، در حالی که ۳۰ تا ۴۰ درصد باقی مانده از طریق فیلتر HEPA خروجی تخلیه می شود.

با این حال، اگر قرار است از مواد شیمیایی خطرناک و فرار در داخل کابینت استفاده شود، به دلیل احتمال انتشار مواد شیمیایی خطرناک در محیط، کابینت های نوع A2 نیز به طور گسترده مورد استفاده قرار نمی گیرند.



• نوع B1

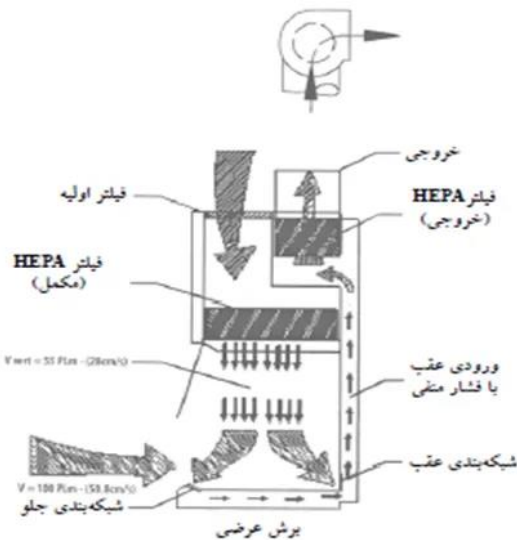
کابینت های نوع B با کابینت های نوع A متفاوت هستند زیرا از جریان هوای تک گذر برای کنترل جریان بخارات خطرناک استفاده می کنند.



کابینت های نوع B1 جریان هوا را به گونه ای تقسیم می کنند که هوای آلوده به سمت سیستم خروجی هدایت شود در حالی که هوای بین اپراتور و ایستگاه کاری با جریان ورودی مخلوط شده و دوباره به گردش در می آید. در مورد کابینت های نوع B1، ۴۰٪ از هوا در حال چرخش مجدد است، در حالی که ۶۰٪ باقی مانده از تاسیسات خارج می شود.

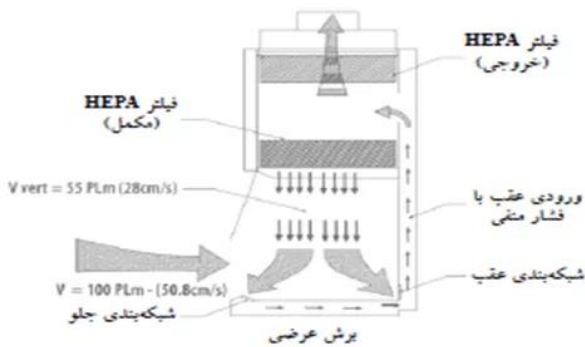
• نوع B2

برای یک BSC نوع B2، مانند کابینت های نوع A، هوا از دهانه جلویی (محفظه کابینت) به داخل کشیده می شود و یک مانع هوایی ایجاد می کند که از اپراتور محافظت می کند. مزیت این سیستم حذف بخارات سمی است که در کابینت بدون گردش مجدد در BSC ایجاد می شود. تمام



جریان هوای آلوده (۱۰۰٪) در یک کابینت نوع B2 خارج می شود، به این معنی که هوای کشیده شده به داخل کابینت ۱۰۰٪ به اتمسفر تخلیه می شود. در نتیجه، هیچ یک از هوایی که از جریان ورودی یا پایین به B2 کشیده می شود، در سیستم جریان هوا بازیافت نمی شود. از آنجایی که هیچ یک از هوا در چرخش مجدد قرار نمی گیرد، این کابینت ها بهترین گزینه برای استفاده در کارهای مربوط به انتشار بخارات شیمیایی هستند. کابینت های نوع B2، با این حال، گران هستند، و استفاده از آنها محدود به آزمایشگاه های سم شناسی است که در آن محافظت در برابر مواد شیمیایی خطرناک ضروری است.

• نوع C1 (B3 یا A/B3)

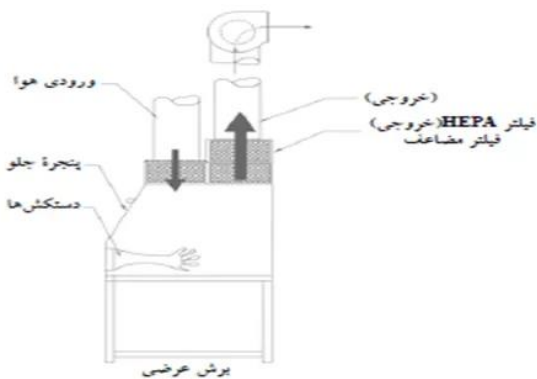


کابینت های نوع C1 از نظر مکانیزم کاری مشابه کابینت های نوع B هستند، اما این کابینت ها برای کاهش هزینه های عملیاتی طراحی شده اند. این کابینت ها با استفاده از سیستم جریان هوای تک گذری کار می کنند که در آن کابینت ها هوا را با مخلوط کردن هوا با جریان پایین به ستون ها برای گردش مجدد حرکت می دهند. هوای بالای ایستگاه کاری با یک فن دوم کشیده می شود که هوای آلوده را با فیلتر HEPA از طریق سیستم آگزوز به بیرون منتقل می کند. به این ترتیب کابینت ها از محیط زیست، اپراتور و ایستگاه کاری یا مواد بیولوژیکی محافظت می کنند.

کابینت های نوع C با کابینت های نوع A متفاوت هستند زیرا از مکانیزم جریان هوای تک گذری استفاده می کنند که در آن هوا در گردش نیست.

این کابینت ها با کابینت های نوع B متفاوت هستند زیرا به سیستم آگزوز مجرای اختصاصی نیاز ندارند، می توانند برای مدت طولانی برای افزایش حفاظت اپراتور در صورت خرابی آگزوز کار کنند، و حتی می توانند بدون آگزوز کار کنند.

۲-۳-هود لامینار کلاس ۳:



کابینت های کلاس III دارای کابینت های کاملا محصور اما دارای تهویه هستند، جایی که تمام هوایی که وارد یا خارج می شود از طریق یک فیلتر HEPA عبور می کند.

کابینت ها دارای دستکش لاستیکی هستند که به سیستم متصل می شوند تا در حین عملیات در کابینت مورد استفاده قرار گیرند. به همین دلیل است که به این کابینت ها "جعبه دستکش" نیز گفته می شود.

کابینت حتی دارای یک محفظه انتقال است که استریل کردن مواد را قبل از خروج از جعبه دستکش تسهیل می کند.

وجود دستکش از تماس مستقیم بین اپراتور و نمونه ها جلوگیری می کند. هوای خروجی با فیلترهای دوتایی هپا یا فیلترهای هپا تصفیه می شود. این کابینت ها برای هر چهار سطح ایمنی زیستی (۱، ۲، ۳ و ۴) قابل استفاده هستند. اما اینها مهمترین موارد برای دستکاری مواد بیولوژیکی

در سطح ایمنی زیستی ۴ هستند. این کابینت ها بیشتر به صورت سفارشی برای آزمایشگاه های خاص با تجهیزات آزمایشگاهی ساخته شده در داخل اتاق ساخته می شوند. همه این ویژگی های ساختاری و طراحی، حداکثر حفاظت را از اپراتور، محیط زیست و نمونه در برابر ارگانیسم های بیماری زای پرخطر گروه ۴ فراهم می کنند.

✓ بسته به جهت حرکت هوا، کابینت های جریان آرام به دو نوع تقسیم می شوند:

۱. کابین جریان آرام عمودی

در کابینت های جریان عمودی، هوا از بالای کابینت مستقیماً به سمت پایین کابینت حرکت می کند.

یک میز کار جریان هوای عمودی به عمق و فضای کف به اندازه یک هود جریان هوای افقی نیاز ندارد که آن را قابل کنترل تر می کند و احتمال انسداد جریان هوا یا حرکت هوای آلوده به پایین دست را کاهش می دهد.

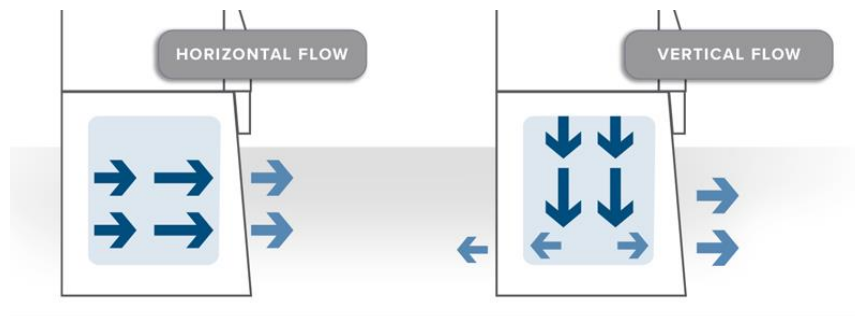
کابینت جریان آرام عمودی نیز ایمن تر در نظر گرفته می شود، زیرا هوا مستقیماً به سمت فردی که آزمایش ها را انجام می دهد دمیده نمی شود.

۲. کابینت جریان آرام افقی

در کابینت های جریان آرام افقی، هوای اطراف از پشت میز کار می آید که سپس توسط دمنده به سمت فیلترهای HEPA پخش می شود. سپس هوای فیلتر شده در جهت افقی به محیط محل کار تخلیه می شود.

یکی از مزایای این کابینت این است که جریان هوا به موازات محل کار، محیط را با سرعت ثابتی تمیز می کند.

هوای خروجی مستقیماً به اپراتور برخورد می کند که ممکن است سطح امنیتی این نوع کابینت های جریان آرام را کاهش دهد.





۳- اجزای دستگاه:

کابینت جریان آرام از قسمت های زیر تشکیل شده است:

۱. کابینت: کابینت از فولاد ضد زنگ ساخته شده است که شکاف یا اتصالات کمتری دارد و از جمع شدن هاگ جلوگیری می کند. کابینت در برابر محیط داخلی دستگاه به عنوان عایق عمل کرده و از آن در برابر محیط بیرون محافظت می کند. قسمت جلویی کابینت دارای محافظ شیشه ای است که در برخی از کابینت های لامینار به طور کامل باز می شود و یا در برخی دارای دو دهانه برای ورود دستان کاربر به داخل کابینت است.

۲. محفظه کار: یک میز کاری مسطح در داخل کابینت برای انجام کلیه فرآیندها وجود دارد. این میز نیز از فولاد ضد زنگ برای جلوگیری از زنگ زدگی ساخته شده است.

۳. پد فیلتر / پیش فیلتر: یک پد فیلتر در بالای کابینت وجود دارد که هوا از طریق آن به داخل کابینت می رود. پد فیلتر ذرات گرد و غبار و برخی میکروب ها را از ورود به محیط کار داخل کابینت به دام می اندازد.

۴. فن / دمنده: یک فن در زیر پد فیلتر وجود دارد که هوا را می مکد و آن را در کابینت حرکت می دهد. فن همچنین به حرکت هوا به سمت فیلتر HEPA اجازه می دهد تا میکروب های باقی مانده در هنگام عبور از فیلتر به دام بیفتند.

۵. لامپ UV: برخی از هودهای جریان آرام ممکن است دارای یک لامپ UV باشند که قبل یا بعد از کار با دستگاه، میتواند داخل کابینت و محتویات آن را با این روش استریل کرد. لامپ UV باید ۱۵ دقیقه قبل از عمل روشن شود تا از قرار گرفتن در معرض اشعه ماوراء بنفش به سطح بدن کاربر جلوگیری شود.

۶. لامپ فلورسنت: چراغ فلورسنت در داخل کابینت قرار می گیرد تا نور مناسب در حین کار تامین شود.

۷. فیلتر HEPA: فیلتر هوای ذرات با راندمان بالا در داخل کابینت وجود دارد که محیط را برای عملیات استریل تر می کند. هوای از پیش فیلتر شده از فیلتر عبور می کند که قارچ ها، باکتری ها و سایر ذرات گرد و غبار را به دام می اندازد. فیلتر شرایط استریل داخل کابینت را تضمین می کند و در نتیجه احتمال آلودگی را کاهش می دهد.



۴- کاربرد دستگاه هود لامینار:

موارد زیر برخی از کاربردهای رایج کابینت جریان آرام در آزمایشگاه است:

کابینت های جریان آرام در آزمایشگاه ها برای فرآیندهای حساس به آلودگی مانند کشت بافت گیاهی استفاده می شوند. سایر فرآیندهای آزمایشگاهی مانند کشت باکتری یا میکروارگانیسم ها را می توان در داخل کابینت انجام داد.

در صنایع داروسازی، تکنیک های آماده سازی دارو نیز در داخل کابینت انجام می شود تا محیطی بدون ذرات در طول عملیات تضمین شود.

کابینت های جریان لامینار را می توان به صورت سفارشی برای برخی از کارهای تخصصی ساخت و همچنین می تواند برای تکنیک های آزمایشگاهی عمومی در بخش های میکروبیولوژیکی و همچنین صنعتی استفاده شود.

۵- طریقه کار با دستگاه هود لامینار:

۱. قبل از اجرای کابینت جریان آرام، کابینت باید بررسی شود تا اطمینان حاصل شود که هیچ چیز مستعد در برابر اشعه ماوراء بنفش در داخل کابینت وجود ندارد.
۲. سپس محافظ شیشه ای هود بسته می شود و نور UV روشن می شود. نور UV باید حدود ۱۵ دقیقه روشن بماند تا از استریل شدن سطح میز کار اطمینان حاصل شود.
۳. سپس نور ماوراء بنفش خاموش می شود و مدت زمانی حدود ۱۰ دقیقه قبل از روشن شدن جریان هوا صرف می شود.
۴. حدود ۵ دقیقه قبل از شروع عملیات، جریان هوا روشن می شود.
۵. سپس محافظ شیشه ای باز می شود و چراغ فلورسنت نیز در حین کار روشن می شود.
۶. برای اطمینان از محافظت بیشتر، میز کار کابینت را می توان با ضد عفونی کننده های دیگر مانند الکل ۷۰ درصد استریل کرد.
۷. پس از اتمام کار، جریان هوا و لامپ فلورسنت هر دو بسته می شوند و محافظ شیشه ای نیز بسته می شود.



۶- نکات ایمنی و نگهداری:

- هنگام کار با جریان هوای آرام، موارد زیر باید در نظر گرفته شود:
- کابینت جریان لامینار باید قبل و بعد از عمل با نور UV استریل شود.
- نور UV و جریان هوا نباید همزمان استفاده شوند.
- هنگام روشن شدن لامپ UV نباید هیچ عملیاتی انجام شود.
- اپراتور باید کت آزمایشگاهی و دستکش بلند بپوشد.
- میز کار، محافظ شیشه ای و سایر اجزای موجود در داخل کابینت باید قبل و بعد از اتمام کار استریل شوند.

منابع:

- uly 10, ۲۰۰۰. Biotechnology. Performance criteria for microbiological safety cabinets. British Standard EN ۱۲۴۶۹.
- Marc Dunn, Technical Applications Specialist BSC and Clean Air, Thermo Fisher Scientific.
- ۸٪ - <https://assets.thermofisher.com/TFS-Assets/LED/Application-Notes/a۲-b۲-biological-safety-cabinet-application-note.pdf>