# ارزیابی عملکرد هودهای بیولوژیکی ایمن در یک مرکز تحقیقاتی

**دکتر علیرضا چوبینه*[1] و دکتر فریده گلبابایی[1]**

**چکیده :**

استفاده از هودهای بیولوژیکی ایمن (BSCs)در سالهای اخیر گسترش روزافزونی یافته است. BSCs در آزمایشگاهها برای حفاظت پژوهشگران، مواد ومحصولات در برابر مخاطرات بیولوژیکی مورد استفاده قرار می گیرند. کارایی و توانایی BSCs در زدودن آلودگیهای میکروبی از هوا به عملکرد فیلتر هپا، فن و الگوی جریان هوا بستگی دارد. برای اطمینان از عملکرد مطلوب BSCs ضروری است آن را در فواصل زمانی معین مورد آزمایش و ارزیابی قرار داد. عدم توجه به این موضوع باعث خسارات مستقیم وغیرمستقیم می شود. مطالعه حاضر با هدف ارزیابی عملکرد هفت BSCs در یک مرکز تحقیقاتی انجام شده است. BSCs مورد آزمون در آزمایشگاههای کشت کلامیدیا، باکتریهای گوارشی، آزمایشگاه پولیو ۱ (دو دستگاه BSCs )، آزمایشگاه پولیو ۲ ، آزمایشگاه کشت سلول و آزمایشگاه کشت سلول (ایمونولوژی) مستقر بودند. ارزیابی باتوجه به روش مطرح در استاندارد BS 5726 (1992) و از طریق نمونه برداری از هوای درون محفظه BSCs و اندازه گیری تراکم بیوآئروسولها انجام شده است. سرعت جریان inflow و downflow نیز اندازه گیری شدند و یک نواختی جریان هوا مورد مطالعه قرار گرفت. حداقل تراکم بیوآئروسولها در زیر BSCs برابر با ۰/۲ $cfu/m^3$ و حداکثر آن ۱/۳۳ $cfu/m^3$ تعیین گردید. اندازه گیری inflow نیز نشان داد که کمترین مقدار برابر ۰/۳۳ m/s و مربوط به BSC آزمایشگاه کشت کلامیدیا (کلاس I ساخت Ceas schip) می باشد که از مقدار توصیه شده در استاندارد (۰/۷ m/s) کمتر است. بیشترین inflow اندازه گیری شده (۱/۱ m/s) مربوط به BSC آزمایشگاه باکتریهای گوارشی است که از نوع II/A ساخت کمپانی Ceas schip می باشد. کمترین downflow مربوط به BSC آزمایشگاه کشت سلول (کلاس II ساخت کمپانی Ceas schip) می باشد (۰/۰۹ m/s) که با مقدار استاندارد (۰/۵ m/s- ۰/۲۵) فاصله دارد و بیشترین آن مربوط به BSC شماره یک آزمایشگاه کشت سلول (پولیو ۱) می باشد (۰/۵۳ m/s). به طورکلی نتایج نشان داد که هیچ یک از هفت BSCs مورد مطالعه، شرایط استریل را در فضای زیر هود فراهم نکرده و از نظر وضعیت جریان هوا نیز به طور کامل با استاندارد BS 5726 مطابقت ندارند.

**واژگان کلیدی :** *هودهای بیولوژیکی ایمن، بیوآئروسول ها، سرعت جریان هوا*

*. (عهده دار مکاتبات) .

۱. گروه بهداشت حرفه ای ، دانشکده بهداشت وانستیتو تحقیقات بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی وخدمات بهداشتی درمانی تهران.

[ Downloaded from sjsph.tums.ac.ir on 2025-04-12 ]

**مقدمه :**

استفاده از هودهای بیولوژیکی Biological Safety Cabinets (BSCs) در سالهای اخیر گسترش روزافزونی یافته است. دلیل این افزایش، تغییر در تکنیکهای تحقیقاتی و نیز افزایش کار با نسوج عفونت زا در آزمایشگاههای طبی، داروسازی، بیمارستانها و مؤسسات تحقیقاتی می باشد (Simons C.G. 1991).

با استفاده از علوم بیولوژیکی مولکولی نوین و مهندسی ژنتیک تحقیقات زیادی در سطح مولکولی انجام و فرآورده های زیادی تولید می شود که در تمام مراحل نیاز به استفاده از BSCs وجود دارد. همچنین در آزمایشگاههای تحقیقاتی و بیمارستانها، بر روی نمونه هایی با قدرت عفونت زایی بالا (مانند هپاتیت و ایدز) کار می شود که نیاز به استفاده از BSCs را تشدید می کند (Simons C.G. 1991).

BSCs در آزمایشگاههای مختلف برای حفاظت از پژوهشگران و مواد ومحصولات مورد آزمایش در برابر مخاطرات بیولوژیکی مورد استفاده قرار می گیرند (Rake B.W. 1978). کار با مواد بیولوژیکی در آزمایشگاهها به دو دسته تقسیم می شود :

- کار با سلولهای غیرعفونت زا که در این مورد نقش BSCs ، حفاظت این سلولها در برابر آلودگیهای میکروبی موجود در هوای محیط مانند باکتریها، قارچها و ویروسها می باشد.

- کار با نسوج عفونت زا ، باکتریها و ویروسها که باید در برابر آلودگیهای محیطی محافظت شوند و از طرف دیگر خود به منظور پیشگیری از آلوده نمودن پژوهشگران کنترل گردند. استفاده از BSCs هر دو نیاز را برطرف می سازد (Simons C.G. 1991).

باتوجه به متنوع بودن مواد بیولوژیکی و تنوع عملیاتی که بر روی آنها صورت می گیرد، انواع گوناگونی از BSCs ساخته شده است (انجمن علمی پالایش هوا ۱۳۷۸، : Osborne R.W. and Durkin :T.A. 1991, Simons C.G. 1991)

که عبارتند از:

الف ) BSCs کلاس I

ب ) BSCs کلاس II که خود به چند دسته شامل نوع A و نوع B (B1 ، B2 و B3) تقسیم می شوند.

پ ) BSCs کلاس III

هریک از BSCs یاد شده دارای ساختمان و عملکرد خاص می باشند و برای مقاصد گوناگونی استفاده می شوند. کارایی و توانایی BSCs در زدودن آلودگیها از هوا به عملکرد فیلتر هپا (HEPA) ، فن و الگوی جریان هوا در آن بستگی دارد. برای اطمینان از عملکرد مطلوب BSCs ضروری است که آن را در فواصل زمانی معین مورد آزمایش و ارزیابی قرار داد. عدم توجه به این موضوع و عدم پایش کارکرد BSCs در فواصل زمانی معین باعث خسارات مستقیم وغیرمستقیم می شود. از یک سو، هرگونه آلودگی میکروبی در علمیات کشت سلولی می تواند منجر به ضررهای اقتصادی و تلف شدن وقت محقق شود و از سوی دیگر انتشار هر گونه آلودگی میکروبی از BSCs ممکن است جان محقق و سایر افرادی را که در محیط حضور و یا تردد دارند به خطر اندازد. از این رو، ارزیابی و آزمون عملکرد BSCs اهمیت فوق العاده ای می یابد و توجه جدی را طلب می کند.

استاندارد BS5726 (1992) از جمله استانداردهایی است که در بخشی از آن به شیوهٔ ارزیابی BSCs می پردازد (BS 5726: 1992). در پژوهش حاضر به منظور ارزیابی BSCs مورد استفاده در یک مرکز تحقیقاتی و تعیین کارایی آنها در کنترل آلودگیهای میکروبی از استاندارد یاد شده استفاده گردید.

## روش کار:

در مرکز تحقیقاتی مورد مطالعه، فعالیتهای گوناگون پژوهشی و آزمایشگاهی بر روی سلولها و میکروارگانیسمها انجام می گیرد. از آنجا که کشت سلول و میکروارگانیسمها

[ Downloaded from sjsph.tums.ac.ir on 2025-04-12 ]

در محیط کنترل شده و استریل امکان پذیر است، در این مرکز، مراحل کشت سلولی یامیکروبی در زیر BSCs انجام می گیرد. در این مرکز، تعداد ۷ دستگاه BSCs شامل یک دستگاه BSCs کلاس I و ٦ دستگاه BSCs کلاس II مورد استفاده قرار می گیرند (جدول ۱) که در این مطالعه ارزیابی شده اند. شیوهٔ ارزیابی به شرح زیر می باشد:

الف ) ارزیابی آلودگی میکروبی BSCs : به منظور تعیین وجود یا عدم وجود میکروارگانیسم در محفظه BSC، با استفاده از نمونه بردار بیوآئروسل ساخت کارخانه Casella مدل Bacteria sampler MKZ, H B 3109-02 از هوای درون محفظه نمونه برداری شد. این نمونه بردار از نوع Slit-to-agar بوده و قادر است فلوی تا lit/min ۷۰۰ راتامین نماید (Chatigny M.A. et al 1989).

درا ین مطالعه از محیطهای کشت « نوترینت آگار» (Nutrient agar) ، و « تی سوی آگار + ۵٪ خون» (Trypticase soy agar + 5% blood) استفاده شد.

روش کار بدین گونه بود که محیط کشت در پتری دیشهای استریل ( با قطر cm ۱۵) ریخته شده آنگاه به مدت ۲٤ ساعت در انکوباتور در دمای C ° ۱ ± ۳٦ قرار داده می شدند (BS 5726, 1992) تا هرگونه آلودگی میکروبی ناشی از مرحلهٔ تهیه و ساخت محیط کشت مشخص شود. فلوی نمونه برداری lit/min ۷۰۰ و مدت زمان نمونه برداری ۰/۵ تا ۵ دقیقه و در نتیجه حجمی متناظر با ۰/۳۵ تا ۱/٤ مترمکعب هوا نمونه برداری می گردید. نمونه برداری از هوای زیرمحفظه BSCs در دو موضع شامل نیمه راست و نیمه چپ انجام می گرفت تا نتیجهٔ دقیق تری به دست آید. همچنین به منظور بررسی آلودگی احتمالی محیط آزمایشگاه در برخی مواردنمونه هایی نیز از هوای عمومی آزمایشگاه تهیه گردید.

پیش از نمونه برداری، BSC حداقل برا ی مدت ۱۵ دقیقه روشن گذاشته می شد و اگر مجهز به لامپ UV بود، لامپ نیز روشن می شد. نمونه برداری در حالی انجام می شدکه لامپ UV خاموش و BSC کار می کرد (لازم به ذکر است که در شرایط واقعی استفاده از BSCs، برای جلوگیری از مواجهه با پرتو UV، اپراتور لامپ UV را خاموش نگه می دارد). پس از نمونه برداری، پتری دیشها بی درنگ برچسب گذاری شده و به انکوباتور انتقال می یافتند وتعداد کلنی ها پس از ۲٤ تا ۷۲ ساعت شمارش می شدند. شکل (۱) تصویر محیط کشت پس از نمونه برداری و incubation را نشان می دهد. رشد کلنی ها در محیطهای کشت کاملاً مشخص است.

ب ) ارزیابی سرعت جریان هوا : به منظور اندازه گیری سرعت جریان هوا در BSCs شامل inflow و downflow و مقایسهٔ آن با مقادیر توصیه شده در استاندارد BS 5726 ، از آنمومتر پره ای ساخت کمپانی Airflow مدل LCA 6000 استفاده شد.

اندازه گیریها براساس استاندارد BS 5726 و در نقاط تعیین شده در این استاندارد صورت پذیرفتند. اندازه گیریها در حالی انجام شدند که پیش از آن BSC حداقل به مدت ۱۵ دقیقه روشن بوده و کار می کرده است.

- اندازه گیری سرعت جریان inflow : برای اندازه گیری سرعت جریان inflow در BSC کلاس I از روش توصیه شده در استاندارد BS 5726 استفاده شد (BS 5726, 1992). برای اندازه گیری سرعت جریان inflow در BSCs کلاس II ، به دلیل این که ساختار آنها به گونه ای بود که امکان اندازه گیری فشار استاتیک و فشار کل در محل خروجی هوای BSCs وجود نداشت ( زیرا هوای خروجی BSCs وارد فضای اتاق می شد و فاقد کانال تخلیه بود ) از روش توصیه شده در استاندارد BS 5726 استفاده نشد، بلکه سرعت جریان هوا در دهانهٔ ورودی BSCs در نقاط گوناگون اندازه گیری و میانگین آنها به عنوان متوسط سرعت جریان ورودی به BSCs در

[ Downloaded from sjsph.tums.ac.ir on 2025-04-12 ]

نظر گرفته شد. برای تعیین حجم هوای inflow، سطح دهانهٔ ورودی اندازه گیری و در میانگین سرعت جریان هوا در دهانهٔ ورودی ضرب می گردید.

- اندازه گیری سرعت جریان downflow: سرعت جریان downflow براساس روش پیشنهادی BS 5726 انجام گرفت (BS 5726, 1992).

## نتایج :

الف) نتایج حاصل از اندازه گیری تراکم بیوآئروسولها: در مجموع ۷ دستگاه BSCs مورد مطالعه قرار گرفتند که مشخصات آنها در جدول (۱) ارائه شده است. نتایج اندازه گیری بیوآئروسولها در BSCs گوناگون در جدول (۲) منعکس شده است.

ب) نتایج حاصل از اندازه گیری سرعت جریان هوا در BSCs مورد مطالعه:

همان گونه که اشاره شد، سرعت جریان هوا با استفاده از آنمومتر پره ای اندازه گیری شد. نتایج حاصل در جدول (۳)ارائه شده است.

## بحث :

همان گونه که در جدول (۱) ملاحظه می شود، در مورد تعدادی از BSCs اطلاعات لازم در زمینهٔ مشخصات، تاریخ شروع استفاده ، تاریخ آخرین تعویض فیلترهای هپا و مدت زمان کارکرد فیلترها وجود ندارد. این موضوع نشان می دهد که توجه به ارزیابی عملکرد هودها به طور اصولی جدی گرفته نمی شود. تاکنون آلودگی میکروبی زیادی هنگام استفاده از این BSCs اتفاق افتاده و موجب خسارات زمانی و اقتصادی فراوانی شده است. به طورکلی برای ارزیابی قدرت حفاظت کنندگی BSCs در برابر بیوآئروسولها براساس استاندارد BS 5726 می بایست فاکتور حفاظت اندازه گیری شود و همچنین آزمونهای آلودگی خارجی انجام گیرد. در این مطالعه به علت محدودیتهای موجود از نظر وسایل و تجهیزات به اندازه گیری تراکم بیوآئروسولها در زیر هود و در هوای عمومی آزمایشگاه و اندازه گیری سرعت جریان هوا در BSC بسنده شد.

همان گونه که در جدول (۲) ملاحظه می شود هیچ یک از BSCs مورد مطالعه شرایط استریلیتی را فراهم نمی آورند. البته براساس نتایج به دست آمده برخی از BSCs شامل BSCs آزمایشگاه پولیو وضعیت بهتری دارند و تراکم بیوآئروسولها در محفظهٔ آنها پایین است به گونه ای که تراکم بیوآئروسولها در سه هود یاد شده کمتر از ۰/۵ $cfu/m^3$ بوده درحالی که در سایر هودها تراکم از این مقدار بیشتر است. این BSCs همان گونه که در جدول ۱ مشخص است عمر کمتری داشته و کارکرد فیلتر هپا در آنها ٦ ماه می باشد.

لازم به ذکر است هنگام استفاده از برخی BSCs مورد مطالعه از شعله استفاده می شود. براساس استاندارد موجود هنگام کار با هودهای کلاس II نباید در زیر هود شعله ای روشن باشد، زیرا جریان هوای روبه بالا ایجاد شده با جریان هوای روبه پائین BSC تداخل کرده و الگوی جریان هوا را برهم می زند. گرچه در این تحقیق تاثیر کمی این موضوع مورد بررسی قرار نگرفته است، اما این امر می تواند در عملکرد BSC خدشه وارد سازد.

نتایج حاصل از اندازه گیری بیوآئروسولها در فضای آزمایشگاه و راهروها نشان داد که تراکم بیوآئروسولها در این فضاها بالاست (۳/۲۱ $cfu/m^3$ -۱٤/۲ $cfu/m^3$) . این موضوع می تواند احتمال نفوذ آلودگی به هوای درون محفظهٔ BSCs را افزایش دهد.

طبق توصیهٔ BS 5726 در BSCs کلاس I سرعت جریان هوا در تمام نقاط اندازه گیری باید بین ۰/۷ m/s تا ۱ m/s باشد و مقدار هیچ یک از اندازه گیریها نباید با میانگین بیش از ۲۰٪ اختلاف داشته باشد در غیراین صورت جریان هوا در دهانه از یکنواختی مطلوب برخودار نخواهد بود (BS 5726, 1992). همچنین در مورد BSCs کلاس II ، میانگین downflow باید ۰/۲۵ m/s تا ۰/۵ m/s باشد و هیچ یک از مقادیر اندازه گیری شده

[ Downloaded from sjsph.tums.ac.ir on 2025-04-12 ]

نباید با میانگین بیش از ۲۰٪ اختلاف داشته باشد. میانگین inflow نیز نباید کمتر از ۰/٤ m/s باشد (BS 5726, 1992). باتوجه به مطالب یاد شده باید گفت که در BSCs کلاس I موردمطالعه، سرعت جریان اندازه گیری شده از مقدار پیشنهادی کمتر است (٤۷٪ حداقل مقدار توصیه شده ) و در نتیجه این BSCs ایمن نخواهد بود. BSCs مورد استفاده در آزمایشگاه باکتریهای گوارشی از نظر downflow نامناسب، اما از نظر inflow مناسب می باشد. BSC شماره یک آزمایشگاه کشت سلول (پولیو ۱) از نظر downflow و inflow مناسب است، اما از نظر یکنواختی جریان باید گفت که اختلاف حداقل downflow ( ۰/۲۷ m/s) از مقدار میانگین (۰/۵۳ m/s) برابر با ٤۹٪ می باشد و این مقدار برای حداکثر downflow ، ۵۸٪ است. این موضوع عدم یکنواختی جریان هوا در BSC را نشان می دهد که باعث پایین آمدن قدرت حفاظت کنندگی BSC می گردد. در مورد BSC شماره ۲ مورد استفاده در آزمایشگاه کشت سلول (پولیو ۱) نیز میانگین inflow و downflow از حد استاندارد بالاتراست اما جریان هوا از نظر یکنواختی مناسب نیست و در این زمینه از استاندارد BS 5726 تبعیت نمی کند. عدم یکنواختی در این BSC بیشتر از BSC قبل می باشد. BSC مورد استفاده در آزمایشگاه کشت سلول (پولیو ۲) نیز از نظر inflow و downflow در وضعیت مناسبی است، اما در این BSC نیز همانند موارد قبل، عدم یکنواختی جریان وجود دارد. در BSC آزمایشگاه کشت سلول میانگین downflow برابر با ۰/۰۹ m/s است که از حداقل پیشنهادی BS 5726 یعنی ۰/۲۵ m/s کمتر بوده و نیاز به افزایش دارد. میانگین inflow در این BSC برابر با ۰/۳٦ m/s می باشد که این مقدار نیز با استاندارد ( ۰/٤ m/s ) مطابقت ندارد. میانگین downflow در BSC آزمایشگاه کشت سلول (ایمونولوژی) ۰/۳٦ m/s است که از مقدار پیشنهادی در استاندارد بیشتر است، اما از نظر یکنواختی جریان با استاندارد BSC مطابقت ندارد. در این BSC نیز میزان inflow کمتر از حد توصیه شده در استاندارد است.

## نتیجه گیری :

بررسیها نشان دادند که هیچ کنترل دقیقی بر عملکرد BSC مورد مطالعه از نظر سرویس ، تعویض فیلترهای هپا، اندازه گیری سرعت جریان هوا و تنظیم آن انجام نمی گیرد. این موضوع باعث می شود که کشتهای سلولی و میکروبی، آلودگی بیولوژیک پیداکرده و خسارات مستقیم و غیرمستقیم بسیاری برجاگذارد. از آنجا که مواد مصرفی در فرآیند کشت سلولی عمدتاً مواد دارویی و شیمیایی وارداتی هستند، گران قیمت و در برخی موارد کمیاب می باشند، به همین دلیل هرگونه آلودگی میکروبی ناشی از عملکرد نادرست BSC می تواند خسارت مستقیم قابل توجهی ایجاد کند. همچنین به دلیل این که فرآیند کشت سلولی دارای مراحل طولانی، وقت گیر وکاربر می باشد و گاهی بر روی رده های سلولی خاصی که با صرف روزها و ماهها وقت به دست آمده اند، آزمایش و تحقیق انجام می شود، از این رو، هرگونه آلودگی میکروبی باعث از بین رفتن زحمات و تلاشهای آنان می شود و خساراتی جبران ناپذیر و غیرقابل محاسبه ایجاد می کند. باتوجه به مطالب ذکر شده، سرویس BSC ، تعویض فیلتر و اندازه گیری دوره ای جریان هوا و مقایسه با مقادیر توصیه شده در استانداردها به منظور جلوگیری از به هدر رفتن منابع اقتصادی و انسانی اهمیت به سزایی می یابد.

نتایج نشان می دهد هیچ یک از BSCs مورد مطالعه ، شرایط استریل را در فضای زیر هود فراهم نمی کنند و از نظر وضعیت جریان هوای داخل محفظه نیز به طورکامل با استاندارد BS 5726 مطابقت ندارند. البته در این مورد شایان ذکر است که برخی BSCs از شرایط بهتر و نزدیک به استاندارد برخوردارند (BSCs شماره یک و دو آزمایشگاه کشت سلول پولیو ۱ و پولیو ۲) .

[ Downloaded from sjsph.tums.ac.ir on 2025-04-12 ]

باتوجه به نتایج به دست آمده پیشنهادات زیر جهت بهبود عملکرد BSCs مورد مطالعه ارائه می شود :

- آموزش نحوهٔ صحیح کار با BSCs و انواع آنها به پرسنل .

- تهیهٔ شناسنامه ای دقیق برای هر هود که اطلاعاتی از قبیل سازنده، شرکتهای تعمیر و سرویس، تاریخ راه اندازی و استفاده از BSCs ، تاریخ تعویض فیلتر و ... در آن قید شده باشد.

- اندازه گیری و ارزیابی عملکرد BSC از نظر استریلیتی و جریان هوا، در فواصل زمانی معین و ثبت نتایج در شناسنامه آن .

- نصب BSC در محل مناسب به طوری که نزدیک به درب ورودی یا پنجره نبوده و در محل پر رفت و آمد مستقر نگردد.

- کاهش بار آلودگی فضای آزمایشگاه با استفاده از تمیزسازی و ضدعفونی کردن دوره ای آزمایشگاه و استفاده از لامپهای UV و روشن کردن آنها هنگامی که افراد در محل حضور ندارند.

- تدوین استانداردهای ملی BSCs .

- اجبار سازندگان به رعایت ضوابط استاندارد در ساخت BSCs .

- نظارت سازمانهای مسؤول بر کنترل کیفی BSCs.

**شکل ۱- محیطهای کشت پس از نمونه برداری از هوا و incubation**

الف) آلودگی میکروبی هوای عمومی اتاق کشت سلول. کلنی های قارچی و باکتریایی در محیط کشت تی سوی آگار + ۵٪ خون قابل تشخیص اند.

ب ) کلنی های باکتریایی در محیط کشت تی سوی آگار + ۵٪ خون. محل نمونه برداری، BSC مستقر در آزمایشگاه باکتریهای گوارشی .

ج) کلنی قارچی در محیط کشت تی سوی آگار + ۵٪ خون. محل نمونه برداری، BSC اتاق کشت سلول آزمایشگاه پولیو (۱).

د ) آلودگی میکروبی BSC اتاق کشت سلول آزمایشگاه پولیو (۲). کلنی باکتریایی در محیط کشت تی سوی آگار+ ۵٪ خون قابل تشخیص است.

[ Downloaded from sjsph.tums.ac.ir on 2025-04-12 ]

**جدول ۱- مشخصات BSCs مورد مطالعه**

| نوع BSC | سازنده | عمرتقریبی (ماه) | زمان سپری شده از آخرین تعویض فیلتر (ماه) | کارکرد فیلتر (ماه) | نوع فعالیت یا آزمایشگاه |
|---|---|---|---|---|---|
| I | Ceas schip | -* | - | - | کشت کلامیدیا |
| II/A | Ceas schip | - | - | - | باکتریهای کوارشی |
| II/A | Jouan | ٦ | ٦ | ٦ | کشت سلول (پولیو ۱) |
| II/A | Hotlen | - | - | - | کشت سلول (پولیو ۱) |
| II/A | Jouan | ٦ | ٦ | ٦ | کشت سلول (پولیو ۲) |
| II/A | Ceas schip | - | - | - | کشت سلول |
| II/A | سازنده داخلی | ٢٤ | ٢٤ | ٢٤ | کشت سلول (ایمونولوژی) |

*. اطلاعات موجود نمی باشد.

**جدول ۲- شرایط نمونه برداری از بیوآئروسولها و نتایج به دست آمده در آزمایشگاههای مختلف**

| آزمایشگاه محل نمونه برداری | | تعداد نمونه | میانگین زمان نمونه برداری (min) | میانگین حجم هوای نمونه برداری (lit) | متوسط شمارش کلنی ها در سطح پتری دیش | میانگین تراکم بیوآئروسولها ($cfu/m^3$) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| کشت کلامیدیا | زیر هود | ۳ | ۲ | ۱٤۰۰ | ۱/٦۷ | ۱/۳۳ |
| | هوای عمومی | ۱ | ۲ | ۱٤۰۰ | ۷ | ۵ |
| باکتریهای گوارشی | زیر هود | ٤ | ۳/۵ | ۲۱۰۰ | ۲/۵ | ۱/۲۸ |
| | هوای عمومی | ۲ | ۲ | ۱٤۰۰ | ٤/۵ | ۳/۲۱ |
| کشت سلول (پولیو ۱) | زیر هود | ٤ | ۵/۳۱ | ۳۷۱۸/۷۵ | ۰/۷۵ | ۰/۲ |
| | هوای عمومی | ۱ | ۵ | ۳۵۰۰ | ۵۰ | ۱٤/۲۸ |
| کشت سلول (پولیو ۱) | زیر هود | ۲ | ۵ | ۳۵۰۰ | ۱ | ۰/۲۸ |
| | هوای عمومی | ۱ | ۵ | ۳۵۰۰ | ۵۰ | ۱٤/۲۸ |
| کشت سلول (پولیو۲) | زیر هود | ۲ | ۵ | ۳۵۰۰ | ۱/۵ | ۰/٤۲۵ |
| | هوای عمومی | - | - | - | - | - |
| کشت سلول | زیر هود | ۲ | ۵ | ۳۵۰۰ | ۲/۵ | ۰/۷۱ |
| | هوای عمومی | ۱ | ۵ | ۳۵۰۰ | ۲۲ | ٦/۲۸ |
| کشت سلول (ایمونولوژی) | زیر هود | ۳ | ۵ | ۳۵۰۰ | ۲/٦۷ | ۰/۷٦ |
| | هوای عمومی | ۱ | ۷ | ٤۹۰۰ | ٤٤ | ۸/۹۸ |
| هوای عمومی راهرو مرکز | | ۲ | ۲ | ۱٤۰۰ | ۱۳ | ۹/۲۸ |

[ Downloaded from sjsph.tums.ac.ir on 2025-04-12 ]

**جدول ۳- نتایج اندازه گیری سرعت جریان هوا در BSCs مورد مطالعه**

| محل BSC | Inflow (m/s) | | | | سطح دهانهٔ ورودی ($m^2$) | حجم هوای ورودی ($m^3$/min) | Downflow(m/s) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | n | R | SD | X | | | n | R | SD | X |
| آزمایشگاه کشت کلامیدیا * | ۵ | ۰/۲۶ -۰/۳۸ | ۰/۰٤ | ۰/۳۳ | - | - | - | - | - | - |
| آزمایشگاه باکتریهای گوارشی | ۱۰ | ۰/۸۷ -۱/۲۱ | ۰/۱۲ | ۱/۱ | ۰/٤۸٦ | ۳۲ | ۸ | ۰/۱-۰/۱٦ | ۰/۰۱۸ | ۰/۱۳ |
| آزمایشگاه کشت سلول (پولیو ۱) | ۵ | ۰/۲٦ -۰/۵۵ | ۰/۱ | ۰/٤ | ۰/۲٦٤ | ٦/۳۳ | ۸ | ۰/۲۷-۰/۸٤ | ۰/۲۱ | ۰/۵۳ |
| آزمایشگاه کشت سلول (پولیو ۱) | ۵ | ۰/۳۳-۰/۵۲ | ۰/۰۸ | ۰/٤٦ | ۰/۲۵۲ | ٦/۹۵ | ۸ | ۰/۰٦-۱/۱۹ | ۰/۵۲ | ۰/۵۷ |
| آزمایشگاه کشت سلول (پولیو ۲) | ٦ | ۰/۳۳-۰/٤٦ | ۰/۰۵ | ۰/٤ | ۰/۲٦٤ | /۳۳ | ۸ | ۰/۳۲-۰/۷۱ | ۰/۱۷ | ۰/۵۱ |
| آزمایشگاه کشت سلول | ۲۵ | ۰/۰۷-۰/۸۸ | ۰/۲۲ | ۰/۳٦ | ۰/٤۸٦ | ۱۰/٤۹ | ۸ | ۰/۰۳-۰/۱۳ | ۰/۰٤ | ۰/۰۹ |
| آزمایشگاه کشت سلول (ایمونولوژی) | ۹ | ۰/۰٦-۰/۷۷ | ۰/۲٤ | ۰/۳٦ | ۰/۳۲ | ۷/۱۲۸ | ۸ | ۰/۲ -۰/٦۹ | ۰/۱۵ | ۰/۳٦ |

R: گسترده

SD : انحراف استاندارد

X : میانگین

n : تعداد اندازه گیریها

* : در مورد BSC کلاس I سطح دهانهٔ ورودی، حجم هوای ورودی و downflow اصولاً مطرح نمی باشد.

[ Downloaded from sjsph.tums.ac.ir on 2025-04-12 ]

**منابع :**


انجمـن ملـی پـالایش هـوا (NAFA) (۱۳۷۸) راهـنمای پـالایش هـوا، مـترجم: گلبابایـی ، ف. ناشـر: مؤسسـه انتشارات وچاپ دانشگاه تهران، تهران .

BS 5726 (1992) Microbiological Safety Cabinets, Part I (Specificiation for design, construction and performance prior to installation).

Chatigny, M.A., Macher J.M., Burge H.A. and Solomon W.R. (1989) Sampling airborne microorganisms and aeroallergens. In: Hering S.V. (ed.), Air sampling instrument, 7th ed., ACGIH, Ohio, 199-220.

Osborne R.W. and Durkin T.A. (1991) Continued successful operation of open-fronted microbiological safety cabinets in a force-ventilated laboratory. *Journal of applied bacteriology,* **71:** 434- 438.

Rake B.W. (1978) Influence of crossdrafts on the performance of a biological safety cabinet. *Applied and environmental microbiology*, 278- 283.

Simons C.G. (1991) Specifying the correct biological safety cabinet. *ASHRAE Journal,* 231-34.


[ Downloaded from sjsph.tums.ac.ir on 2025-04-12 ]

# PERFORMANCE EVALUATION OF BIOLOGICAL SAFETY CABINETS IN A BIOLOGICAL RESEARCH CENTER

**Choobineh [1*] A., Ph.D; Golbabaie F.[1], Ph.D**

The use of biological safety cabinets (BSCs) in laboratories has greatly increased over the last few decades. BSCs are used in laboratories to protect both the scientists and the experiments from contamination by biological hazards during tissue culture procedures. The function of BSCs depends upon the HEPA filtration, the fan performance and the airflow patterns in the cabinet. To ensure BSCs proper functioning, regular performance evaluation tests are necessary. Failure to observe this may lead to direct and indirect losses. The objective of this study which was conducted at a biological research center was to evaluate the performance of seven present BSCs used in different laboratories. Based on BS 5726 (1992), two sets of measurements were performed: a) Determination bioaerosol concentration in the cabinet and b) inflow and downflow velocity measurements at the cabinet.

The results revealed that the lowest and the highest bioaerosol concentrations were 0.2 cfu/m3 and 1.33 cfu/m3, respectively. The lowest inflow mean velocity was found to be 0.33 m/s which was far less than the recommended value in BS 5726 (0.7 m/s). The highest inflow velocity was 1.1 m/s. The lowest downflow velocity equaled to 0.09 m/s which was below the recommended value (0.25- 0.5 m/s). The highest downflow measured was 0.55 m/s.

As a conclusion, in general, none of the BSCs evaluated in this study provided sterile atmosphere at the cabinets. In no case, airflow patterns met the recommended values proposed in BS 5726.

**Key words:** *Biological safety cabinet, Bioaerosol, Air velocity.*

***.** (Author to whom all correspondence Should be addressed.)

1. Occupational Health Dept., School of Health, Tehran University of Medical Sciences, P.O.Box: 14155-6446, Tehran, Iran.

[ Downloaded from sjsph.tums.ac.ir on 2025-04-12 ]