

اپیدمیولوژی بالینی و کنترل بیماری‌های مرتبط با

# بیوتروریسم

کتاب دوم / گفتار هشتم

سطوح مختلف ایمنی زیستی (Biosafety levels)

فهرست مطالب

مقدمه و تاریخچه ..... ۴۹۳

اپیدمیولوژی عفونت‌های اکتسابی آزمایشگاهی ..... ۴۹۵

جدول ۱ - شایعترین موارد عفونت‌های کسب شده در آزمایشگاه‌های برخی از کشورها ۴۹۶

جدول ۲ - موارد HIV/AIDS گزارش شده مرتبط با تماس شغلی به CDC تا ۱۹۹۲... ۴۹۷

مخاطرات و ارزیابی آن ..... ۴۹۸

سطوح ایمنی زیستی ..... ۴۹۸

سطح ۱ ایمنی زیستی ..... ۴۹۹

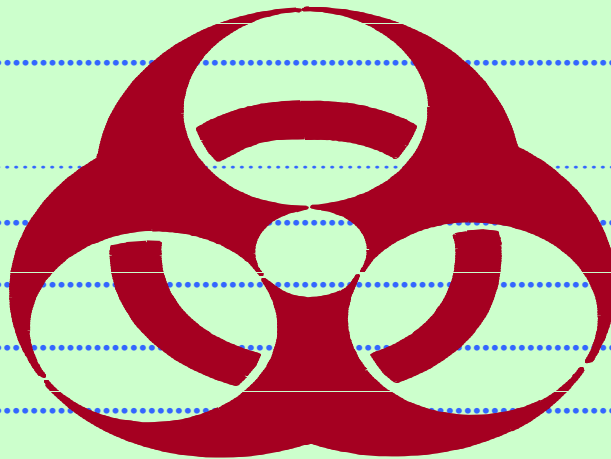
سطح ۲ ایمنی زیستی ..... ۵۰۰

سطح ۳ ایمنی زیستی ..... ۵۰۰

سطح ۴ ایمنی زیستی ..... ۵۰۱

پیشگیری و کنترل عفونت‌های اکتسابی آزمایشگاهی ..... ۵۰۳

منابع ..... ۵۰۳



## سطوح مختلف ایمنی زیستی (Biosafety levels)

دکتر فیض الله منصوری

گروه آموزشی بیماری های عفونی و گرمسیری دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه

### مقدمه و تاریخچه

آزمایشگاه های میکروبیولوژی، اغلب محیط های شغلی اختصاصی و انحصاری هستند که ممکن است دارای مخاطرات انتقال بیماری های عفونی به افرادی باشند که در آنجا کار می کنند و یا در نزدیک آن هستند. انتقال عفونت در آزمایشگاه ها در طول تاریخ پزشکی، به کرات رخ داده است. اگر چه اثبات این موضوع مشکل است، اکنون دانش ما در مورد سرایت میکروارگانیسم ها نشان دهنده این است که تعدادی از اولین پژوهشگران بیماری های عفونی هنگامی که در آزمایشگاه های خود فعالیت می کردند، با عوامل میکروبی، آلوده شده اند.

گزارش های انتشار یافته، در شروع قرن گذشته مواردی از بیماری تیفوئید، وبا، مَشْمَشَه (glanders)، بروسلوز و تتانوس در ارتباط با آزمایشگاه را تشریح نموده است.

طی ۵۰ سال گذشته پیشگیری و کنترل عفونت های اکتسابی آزمایشگاهی مورد توجه قرار گرفته و حتی اکنون این توجه بیشتر شده است.

برای تعیین دقیق میزان بروز یا تخمین تعداد کارکنانی که در آزمایشگاه دچار عفونت اکتسابی شده اند، راهی وجود ندارد. با این وجود تلاش فراوانی برای تعیین وسعت عفونت های اکتسابی آزمایشگاهی به عمل آمده است.

در سال ۱۹۴۱ Meyer و Eddie نتایج یک بررسی، شامل ۷۴ مورد بیماری بروسلوز در ارتباط با آزمایشگاه را که در آمریکا اتفاق افتاده بود انتشار دادند و به این نتیجه رسیدند که حمل و نگهداری نمونه ها، کشت ها و یا استنشاق هوای حاوی ارگانیسم های بروسلا، به طور برجسته ای برای کارکنان آزمایشگاه خطرناک است. هر چند بعضی از موارد در ارتباط با بی دقتی یا تکنیک ضعیف نگهداری و حمل مواد عفونت زا بوده است.

در سال ۱۹۴۹ Sulkin و Pike اولین سری از مطالعات عفونت های آزمایشگاهی را انتشار دادند. آن ها ۲۲۲ عفونت ویروسی را جمع آوری نموده بودند که ۲۱۹ مورد آن مرگ آور بوده است. حداقل در یک سوم این موارد، منبع احتمالی عفونت، در ارتباط با حمل و نگهداری حیوانات و نسوج آلوده مطرح شده است.

در سال ۱۹۵۱ Sulkin و Pike نتایج دومین سری از بررسی را براساس پرسش نامه‌ای که برای ۵۰۰۰ آزمایشگاه فرستاده بودند، انتشار دادند. فقط یک سوم از ۱۳۴۲ موردی که یادآوری شده بود در نوشته‌های پزشکی گزارش شده بود و جالب توجه است که موارد بروسلوز بیشتر از سایر تمام عفونت‌های آزمایشگاهی بوده و توام با توبرکولوز، تولارمی، تیفوئید و عفونت استرپتوکوکی، مسئول ۷۴٪ تمام عفونت‌های باکتریال و ۳۱ درصد عفونت‌های ایجاد شده با تمام عوامل اتیولوژیک بوده است. میزان موارد مرگ روی هم رفته در این بررسی ۳٪ بوده است.

در این بررسی فقط ۱۶٪ تمام عفونت‌های گزارش شده مربوط به حوادث تایید شده بود و قسمت عمده این موارد در ارتباط با کار کردن با پیپت (Pipetting) دهانی و کاربرد سوزن و سرنگ گزارش شده است. اطلاعات این بررسی در سال ۱۹۶۵ روزآمد شد و ۶۴۱ مورد جدید قبلی گزارش نشده به آن اضافه گردید و مجدداً در سال ۱۹۷۶ خلاصه ۳۹۲۱ مورد جمع آوری گردید و مشخص شد که بروسلوز، تیفوئید، تولارمی، توبرکولوز، هیپاتیت و آنسفالیت اسبی و نزوئالایی شایع ترین عفونت‌های گزارش شده بودند.

در سال ۱۹۶۷ Hanson و همکاران ۴۲۸ مورد عفونت مشخص مربوط به آزمایشگاه با آربوویروس‌ها را گزارش نموده‌اند. در این بررسی تماس با ائروسول‌های عفونت‌زا، به عنوان شایع ترین منبع عفونت در نظر گرفته شده است.

در سال ۱۹۷۴ Skinholly نتایج یک بررسی را منتشر کرد و نشان داد که میزان بروز هیپاتیت گزارش شده در کارکنان آزمایشگاه ۲/۳ مورد به ازای هر ۱۰۰۰ کارمند در سال بود که در مقایسه با جمعیت عمومی ۷ برابر بیشتر از حد قابل انتظار بود. ضمناً بررسی‌های مشابهی که در سال ۱۹۷۶ توسط Harington و Shannon انجام شد نشان دهنده این بود که کارکنان آزمایشگاه در انگلستان در مقایسه با جمعیت معمولی، ۵ برابر افزایش خطر اکتساب توبرکولوز را داشتند. همچنین نشان داده شد که هیپاتیت B و شیگلوز نیز باعث مخاطرات شغلی می شوند و توام با توبرکولوز، این سه مورد شایع ترین عفونت‌های شغلی در انگلستان بودند.

بررسی‌هایی که در مورد این مشکل در زمان‌های مختلف انجام شده است، به روشنی نشان دهنده این است که با افزایش کشف عوامل جدید، میزان بروز عفونت‌های آزمایشگاهی افزایش می یابد و افراد بیشتری در حمل و نگهداری عوامل یا مواد عفونت‌زا درگیر می شوند و لازم است به منظور حفاظت آن‌ها تدابیری اندیشیده شود. ماهیت قابلیت سرایت تعدادی از بیماری‌های عفونی در زمان‌های قدیم مشخص شده بود.

یک مثال خوب شناخته شده در این مورد، طاعون شهر آتن است که توسط Thucydides در آن تاریخ شرح داده شده است. Thucydides تشریح نموده است که چطور مردم با مراقبت از سایرین به بیماری طاعون مبتلا می شدند. او اولین نویسنده‌ای است که به روشنی قابلیت سرایت بیماری، به عنوان یک عامل اساسی در انتقال آن را تعیین نموده است.

عصر طلایی میکروبیولوژی در اواخر قرن هیجدهم و طی قرن نوزدهم به وقوع پیوست، زمانی که نقش میکروارگانیسم‌ها در بسیاری از فرایندها در طبیعت روشن شد. سرانجام فرضیه ژرمی (*Germ Theory*) بیماری‌های عفونی قویا تایید شد و تعداد پژوهشگران و آزمایشگاه‌ها به صورت لگاریتمی افزایش یافت. پیشرفت‌های تکنولوژی برای کشت، جداسازی و تعیین هویت باکتری‌ها و قارچ‌ها نیز افزایش یافت. ما می‌توانیم مطمئن باشیم که با رشد و توسعه علمی، عفونت‌های اکتسابی آزمایشگاهی با افزایش بیشتری روی می‌دهد. با این وجود به دست آوردن مدارک و شواهد تایید شده در این موارد مشکل است.

یکی از اولین موارد مرگ آور عفونت اکتسابی آزمایشگاهی، در پاتولوژیستی اتفاق افتاد که در موقع انجام اتوپسی بر روی خانم بیماری که بعد از زایمان فوت نموده بود، دست خود را بریده بود (Pike, ۱۹۷۳). در سال ۱۹۷۳ وبا (کلرا) مسئول مرگ یک کارمند آزمایشگاه بود که در اثر بی توجهی در حمل و نگهداری مواد دفعی بیماران مبتلا به وبا خود را آلوده نموده بود.

یک مورد دیگر مرگ در اثر وبا در سال ۱۸۹۴ در مورد یک تکنسین ۲۹ ساله آزمایشگاه روی داد که در موقع کار کردن با پیپت، ویبریو کلراهای زنده را بلع نموده بود، گزارش نموده‌اند (Pike, ۱۹۷۳). گزارش‌های مهم تاریخی عفونت‌های آزمایشگاهی ریکتزیایی در سال ۱۹۱۰ و ۱۹۱۵ به وقوع پیوست، در زمانی که HT Ricketts و S von Prowazek مستقلا بر روی عامل تیپوس مشغول مطالعه بودند به صورت تصادفی به ترتیب خود را آلوده نمودند.

گزارش عفونت‌های ویروسی آزمایشگاهی در اوایل دهه ۱۹۲۰ شروع شد و بازبینی ۲۲۲ عفونت ویروسی در سال ۱۹۴۹ انتشار یافت (Pike, Sulkin, ۱۹۲۹) و اکنون به نظر می‌رسد که این عفونت‌ها در بر گیرنده بیشترین عوامل مسئول عفونت‌های اکتسابی آزمایشگاهی باشد. در سال ۱۹۸۳ با جداسازی ویروس نقص اکتسابی ایمنی انسانی (HIV)، عامل پاندمی ایدز که منجر به افزایش میزان بروز و شیوع توبرکولوز و میزبان سایر بیماری‌های عفونی نوپدید و بازپدید شد، باعث تمایل و علاقه فراوان مجدد برای تدوین دقیق برنامه ایمنی زیستی (Biosafety) برای تمام آزمایشگاه‌ها و کارکنان بهداشتی درمانی شد. این اهداف و دیدگاه مثبت مجدد، منجر به ایجاد و توسعه برنامه‌هایی شد که محل کار سالم تری برای تمام کارکنان بهداشتی درمانی ایجاد شود.

## اتیولوژی عفونت‌های اکتسابی آزمایشگاهی

بطور کلی هر نوع عامل میکروبی ممکن است موجب عفونت آزمایشگاهی شود. بروسلاها، سالمونلاها، مایکوباکتری‌ها و کلامیدیاها در بین باکتری‌ها دارای بیشترین رویداد عفونت‌های اکتسابی آزمایشگاهی در آمریکا و اروپا هستند (جدول ۱).

همانطوری که دانش و مهارت‌های تشخیصی افزایش یافته است، توجه خاصی نسبت به عفونت‌های ویرال معطوف شده و مشخص گردیده است که آربوویروس‌ها و ویروس‌های هپاتیت (HBV, HCV) بیشترین

موارد عفونت‌های اکتسابی آزمایشگاهی را تشکیل می دهند.

### جدول ۱ - شایعترین موارد عفونت‌های کسب شده در آزمایشگاه‌های برخی از کشورها

عفونت	مرکز ملی بیماری های حیوانات	انگلستان	آمریکا و جهان	آمریکا
بروسلوز	۲۷۴(۹/۴)	۴۲۳(۱۰/۸)	۲(۲/۱)	۱۸(۵۲/۹)
تب کیو	۱۸۴(۶/۳)	۲۷۸(۷/۱)	۰	
تب روده	۲۹۲(۱۰/۰)	۲۵۶(۶/۵)	۳(۳/۲)	
هپاتیت	۱۲۶(۴/۳)	۲۳۴(۶/۰)	۱۹(۲۰/۰)	
تولارمی	۱۲۹(۴/۴)	۲۲۵(۵/۷)	۰	
توبرکولوز	۱۷۴(۶/۰)	۱۷۶(۴/۵)	۲۴(۲۵/۳)	۴(۱۱/۸)
عفونت قارچی پوست	۸۴(۲/۹)	۱۶۱(۴/۱)	۰	۲(۵/۹)
آنسفالیت اسبی ونزوئلایی	۱۱۸(۴/۱)	۱۴۱(۳/۶)	۰	
تیفوس	۸۲(۲/۸)	۱۲۴(۳/۲)	۰	
پسیتاکوز	۷۰(۲/۴)	۱۱۶(۳/۰)	۰	۴(۱۱/۸)
کوکسید یوئیدومایکوز	۱۰۸(۳/۷)	۹۳(۲/۴)	۰	
عفونت‌های استرپتوکوکی	۶۷(۲/۳)	۷۸(۲/۰)	۳(۳/۲)	
هیستوپلاسموز	۸۱(۲/۸)	۷۱(۱/۸)	۰	
لپتوسپیروز	۴۳(۱/۵)	۸۷(۲/۲)	۰	۳(۸/۸)
سالمونلوز	۵۴(۱/۹)	۴۸(۱/۲)	۱۱(۱۱/۶)	۱(۲/۹)
شیگلوز	۵۴(۱/۹)	۵۸(۱/۵)	۲۶(۲۷/۴)	
کل موارد گزارش شده	۲۹۱۲	۳۹۲۱	۹۵	۳۲

تماس تصادفی با HBV, HCV تنها محدود به کارکنان آزمایشگاه نیست بلکه تمام کارکنان بهداشتی درمانی در معرض خطر عفونت با این ویروس‌ها هستند و احتیاط‌های ایمنی در مورد آنها ضروری است.

زمانی که HIV از بیماران مبتلا به AIDS جدا شد، لیست ویروس‌ها با سایر موارد مخاطره آمیز شدید افزایش یافت (۱۹۹۵) اگر چه تعداد موارد گزارش شده عفونت‌های اکتسابی آزمایشگاهی با HIV زیاد نیست، ولی این احتمال وجود دارد که موارد دیگری گزارش نشده باشد، علاوه بر آن بسیاری از سایر ویروس‌ها در عفونت اکتسابی آزمایشگاهی دخیل بوده‌اند (جدول ۲).

## جدول ۲ - موارد HIV/AIDS گزارش شده مرتبط با تماس شغلی به CDC تا پایان سال ۱۹۹۲

شغل	تعداد (%)
تکنسین آزمایشگاه	۲۵(۲۴/۸)
پرستار	۲۶(۲۵/۷)
پزشک	۱۳(۱۲/۸)
تکنسین امور پزشکی	۷(۶/۹)
دندانپزشک و تکنسین دندانپزشکی	۶(۵/۹)
کارکنان بهداشت	۶(۵/۹)
خانه دار	۶(۵/۹)
متصدیان کفن و دفن	۳(۳/۰)
تکنسین امور درمان	۳(۳/۰)
فیزیوتراپ تنفسی	۲(۲/۰)
تکنسین جراحی	۲(۲/۰)
سایر کارکنان امور پزشکی و بهداشت	۲(۲/۰)
کل موارد	۱۰۱

در بین قارچ‌های بیماریزا برای انسان، عفونت‌های آزمایشگاهی ناشی از *Coccidioides immitis* تایید شده است و عفونت ناشی از *Histoplasma Capsulatum* نیز در کارکنان آزمایشگاه عمدتاً از طریق استنشاق کونیدیا (Conidia) از محیط‌های کشت رشد یافته در دمای اتاق، اتفاق افتاده است و بسیاری از قارچ‌های دیگر نظیر تعدادی از درماتوفیت‌ها و قارچ‌های سیستمیک نیز متهم به ایجاد عفونت‌های آزمایشگاهی می‌باشند.

در مورد عفونت‌های انگلی نیز تعداد قابل توجهی از عوامل انگلی، با عفونت‌های آزمایشگاهی توأم بوده‌اند. بیشترین موارد مواجهه شامل عوامل انتقال یافته از طریق خون مانند توکسوپلازما گوندی، گونه‌های پلاسمودیوم، گونه‌های تریپانوزوم و گونه‌های لیشمانیا می‌باشند.

## مخاطرات و ارزیابی آن

در بحث سطوح ایمنی زیستی آزمایشگاه‌های میکروبیولوژی، یکی از اساسی‌ترین جنبه‌های ایمنی زیستی در آزمایشگاه، بررسی مخاطرات شغلی است. به طور کلی داده‌های کمی در ارتباط با مخاطرات روش‌های تشخیص آزمایشگاهی با میکروارگانیسم‌های اختصاصی، در دسترس نیست. چرا که متغیرها بسیار زیاد هستند و روش‌های استاندارد شده ارزیابی خطر برای یک ارگانیسم مشخص نیز وجود ندارد. چهار نوع از متغیرهای مهم شامل موارد زیر است:

۱) بیماری‌زایی ارگانیسم

۲) وضعیت سلامتی کارکنان

۳) ماهیت کار آزمایشگاهی و

۴) فراهم بودن تجهیزات خوب محیط آزمایشگاه.

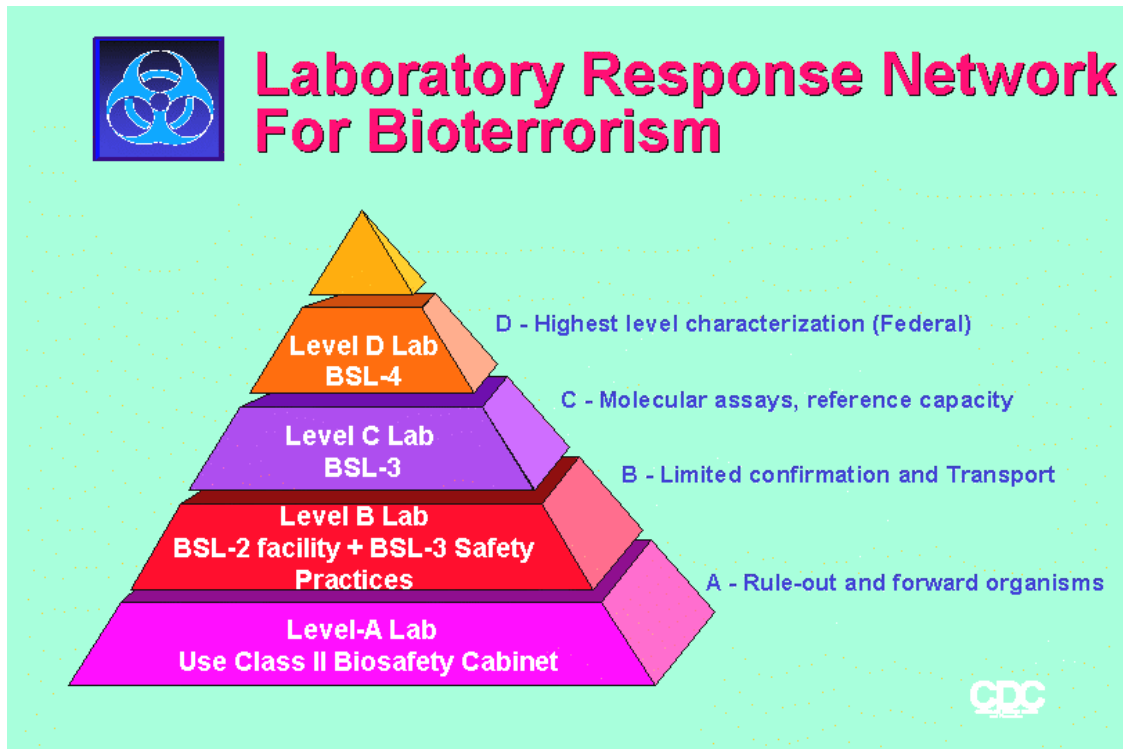
یادآور می‌شود که خطر (Risk) احتمال تماسی است که با یک میکروارگانیسم روی خواهد داد. تهدید (Hazard) واژه دیگری است که به کمیت در آوردن آن مشکل است و به عنوان پتانسیل یک ارگانیسم مشخص در ایجاد عفونت، در نظر گرفته می‌شود.

هر چقدر وخامت عفونتی که ایجاد می‌شود بیشتر باشد، خطر و پتانسیل ایجاد آلودگی آن بیشتر است. خطر صفر (Zero risk) و عدم پتانسیل ایجاد بیماری وجود ندارد. بنابراین برای میکروبیولوژیست (و سایرینی که با میکروارگانیسم‌ها کار می‌کنند) ضروری است که از پتانسیل بیماری‌زایی و خطر میکروارگانیسم‌هایی که با آنها کار می‌کنند با اطلاع باشند.

با آرزوی فراهم آوردن یک محیط سالم شغلی، وزارت بهداشت هر کشوری باید در ارتباط نزدیک با WHO، دستورالعمل‌ها، توصیه‌ها و در بسیاری از موارد، قوانین و آئین نامه‌هایی را برای کارکنان آزمایشگاه تدوین و اجرا نماید.

## سطوح ایمنی زیستی [Biosafety levels]

چهار سطح ایمنی زیستی (BSLs) برای کار با میکروارگانیسم‌های عفونت‌زا تدوین شده است که شامل مجموعه‌ای از اعمال و تکنیک‌ها، تجهیزات حفاظتی و تسهیلات آزمایشگاهی است.



رئیس آزمایشگاه، بخصوص مسئول ارزیابی مخاطرات و فراهم کردن و به کاربردن سطوح مناسب ایمنی زیستی است. بطور کلی کار با یک عوامل شناخته شده باید براساس سطح Biosafety توصیه شده در آن مورد خاص باشد.

### سطح ۱ ایمنی زیستی:

شامل اقدامات، تجهیزات حفاظتی، و تسهیلات و طراحی ساختمان برای Secondary education و training و Undergraduate و آزمایشگاههای آموزشی وسایر آزمایشگاههایی است که در آنجا کار بر روی گونه‌های مشخص و تعریف شده میکروارگانیسم‌های زنده‌ای انجام می‌گیرد که ثابت نشده است، در افراد بالغ سالم ایجاد بیماری نمایند.

که دستورالعمل‌های نو ترکیبی DNA آنها تحت نظر NIH است، نماینده میکروارگانیسم‌هایی هستند که این معیارها شامل آنها می‌شود. *Bacillus Subtilis*, *Naegleria gruberi*، ویروس عفونت‌زای هپاتیت در سگ‌ها و ارگانیسم‌هایی

معمولا بسیاری از میکروارگانیسم‌ها در ایجاد فرایند بیماری در انسان مرتبط نیستند ولی تحت شرایط خاصی فرصت طلب هستند و ممکن است موجب عفونت در افراد کم سنین، افراد مسن، افراد دارای نقص ایمنی و افرادی که سیستم ایمنی آنها سرکوب شده است، بشوند.

سطح ۱ ایمنی زیستی نماینده سطحی از محدودیت است که بر اساس اقدامات استاندارد میکروبیولوژی، هیچ نوع موانع اولیه و ثانویه اختصاصی به غیر از وجود جایگاهی برای شستن دست‌ها توصیه نمی‌شود (وجود دستشویی) •

## سطح ۲ ایمنی زیستی:

شامل اقدامات، تجهیزات حفاظتی، تسهیلات و طراحی ساختمان است که کاربرد بالینی تشخیصی و آموزشی دارد و همچنین سایر آزمایشگاه‌هایی که در آنجا کار با طیف وسیعی از عوامل بومی دارای خطر متوسط که در جامعه وجود دارند انجام می‌گیرد و با بیماری‌های انسانی با شدت متنوعی مربوط می‌باشند.

با تکنیک‌های خوب میکروبیولوژی، این میکروارگانیسم‌ها می‌توانند در مواردی که پتانسیل پاشیده شدن و به صورت افشانه درآمدن (اُتروسل) آن‌ها در سطح پایینی قرار دارد در محفظه‌های باز، مورد استفاده قرار گیرند.

ویروس هپاتیت B ، HIV ، سالمونلاها و گونه‌های توکسوپلازما نماینده میکروارگانیسم‌هایی هستند که برای این سطح از محدودیت حفاظتی در نظر گرفته شده‌اند.

سطح ۲ ایمنی زیستی برای کار با خون، مایعات بدن و نسوج بدن مناسب است. (کارکنان آزمایشگاه که با مواد بدست آمده از انسان کار می‌کنند باید به استانداردهای OSHA پاتوژن‌های منتقله از خون، برای کاربرد احتیاط‌های اختصاصی مراجعه نمایند) •

مخاطرات اولیه برای پرسنلی که در این سطح با این عوامل کار می‌کنند، مربوط به تماس اتفاقی ممبران مخاطی، یا از طریق پوست، یا خوردن مواد عفونت‌زا است بیشترین احتیاط‌ها باید در مورد سوزن‌های آلوده یا وسایل تیز آلوده مراعات بشود.

اگر چه مشخص نشده است ارگانیسم‌هایی که به صورت روتین در سطح ۲ Biosafety دستکاری می‌شوند، از طریق اُتروسل قابل انتقال باشند، در غیراین صورت، باید با وسایل حفاظتی اولیه یا با وسایلی مانند BSC (Biological Safety- Cobinet) یا در محفظه‌های سانتریفوژ سالم، کار کردن با آنها محدود بشود. سایر محافظ‌های اولیه مناسب، مانند splash shields ، حفاظ صورت، Gowns و دستکش باید مورد استفاده قرار گیرد. محافظ‌های ثانویه مانند ظرف دستشویی و تسهیلات رفع آلودگی مواد استفاده شده (Waste) به منظور کاهش پتانسیل آلودگی محیط باید در دسترس باشد.

## سطح ۳ ایمنی زیستی

شامل اقدامات، تجهیزات حفاظتی و طراحی تسهیلات و ساختمانی است که برای موارد بالینی ، تشخیصی، آموزشی، تحقیقاتی کاربرد دارد و در آنجا کار با عوامل بومی یا خارجی که پتانسیل انتقال تنفسی دارند

و ممکن است موجب عفونت خطیر با پتانسیل مرگ آوری بشوند، انجام می پذیرد.

مایکوباکتریوم توبرکولوز، ویروس آنسفالیت St. louis و Coxiella burnetii نماینده میکروارگانیزم‌هایی هستند که برای این سطح اختصاص داده شده اند. مخاطرات اولیه برای کارکنانی که با این عوامل کار می کنند، درارتباط با تلقیح به خود (autoinoculation) خوردن و تماس با آئروسول‌های عفونت‌زا است.

در سطح ۳ ایمنی زیستی، تاکید بیشتر بر روی حفاظ‌های اولیه و ثانویه به منظور محافظت کارکنان از تماس با آئروسول‌های با پتانسیل ایجاد آلودگی قرار دارد. به عنوان مثال تمام دست کاری‌های آزمایشگاهی باید در BSC یا سایر محفظه‌های بسته مانند Gas-tight aerosol generation Chamber انجام پذیرد. حفاظ‌های ثانویه برای این سطح شامل دسترسی کنترل شده به تجهیزات تهویه‌ای و آزمایشگاهی است که آزادسازی آئروسول‌ها را از آزمایشگاه به حداقل برساند.

#### سطح ۴ ایمنی زیستی:

شامل اقدامات، تجهیزات حفاظتی و طراحی تسهیلات و ساختمانی است که برای کار با عوامل خارجی و خطرناک که در بر گیرنده خطر بالای بیماری مرگ آور می باشد و ممکن است از طریق آئروسول انتقال یابند و واکسن و درمان برای آن‌ها وجود ندارد، کاربرد دارد.

ویروس‌هایی مانند Marburg ، تب خونریزی دهنده Congo-Crimen در این سطح ایمنی زیستی دستکاری می شوند.

ایزولاسیون کامل کارکنان آزمایشگاه از مواد عفونت‌زای به صورت افشانه درآمده (aerosolized) عمدتاً با کار کردن در کلاس BSC III یا در وضعیت پوشش کامل بدن (full body) که دارای هوای فشار مثبت است، صورت می گیرد.

تسهیلات سطح ۴ ایمنی زیستی: عمدتاً شامل یک ساختمان مجزا یا ناحیه کاملاً ایزوله شده با تجهیزات اختصاصی، پیچیده و سیستم خوب مراقبتی مواد زائد به منظور پیشگیری از آزاد شدن عوامل زنده به محیط است.

لازم به ذکر است که رییس آزمایشگاه به طور اختصاصی مسئول اداره اصول ایمنی آزمایشگاه است. تمامی کارکنان آزمایشگاه باید به طور کامل با توصیه‌های ایمنی و آیین نامه‌های محیط شغلی خود با اطلاع باشند. تمامی کارکنان آزمایشگاه باید برای یادگیری اصول ایمنی آموزش ببینند و در دوره‌های بازآموزی برای اطلاعات جدید تمامی جنبه‌های ایمنی آزمایشگاهی آموزش مجدد ببینند. این اقدامات برای تمام افراد نگهدارنده حیوانات و کارکنان بهداشتی درمانی که در تماس با بیماران یا نسوج و مواد دفعی آن‌ها قرار می گیرند نیز کاربرد

دارد.

اولین اصل مورد نظر، در استاندارد حفاظت و آموزش کارکنان آزمایشگاه‌ها ارتباط دقیق آن با عملیات معتبر ایمنی زیستی می باشد. در نتیجه تمامی افرادی که مستقیماً یا غیر مستقیماً در آزمایش‌های DNA ی نوترکیب، آفات و میکروارگانیسم‌های بالقوه زیان آور نقش دارند باید آموزش‌های لازم را فرا گیرند. در این آموزش‌ها باید حداقل روش‌های ضد عفونی کردن و زیست شناسی مکانیسم‌های مورد استفاده در آزمایش‌ها، ارایه شوند تا به کمک آن‌ها خطر بالقوه عوامل خطرناک زیستی، شناخته شده و مورد توجه قرار گیرند.

مسئولیت آموزشی افراد و کار در آزمایشگاه با مدیر مسئول بوده و ترتیب دادن آموزش‌های کافی و لازم برای افراد جزو وظایف او می باشد.

هر کدام از گروه‌هایی که با مواد موضوعه مقررات زیست ایمنی کار می کنند باید یک طرح مخصوص برای موارد اضطراری داشته باشند که در صورت آلودگی اتفاقی افراد یا محیط، بر اساس آن عمل کنند. هر کدام از افراد باید این طرح را بشناسند. در حفاظت فیزیکی سطح اول (PI) هر کدام از افراد آزمایشگاه باید با خطرات بالقوه کار و طرح مخصوص موارد اضطراری، آشنا باشند. اگر گروهی با یک عامل بیماری‌زای شناخته شده‌ای که واکسن موثر آن وجود دارد کار می کنند، این واکسن باید در دسترس تمامی کارکنان باشد. در مواردی که آزمایش‌های سرولوژیک ضروری باشد، باید امکان انجام آن را فراهم نمود.

همچنین هر یک از آزمایشگاه‌ها باید دارای قابلیت توسعه و سازگاری از جهت ایمنی زیستی کار با عوامل شناخته شده بوده که ممکن است در آینده با آن روبرو شوند و روش‌ها و دستورالعمل‌های خاص باید برای به حداقل رساندن یا حذف خطر تماس با این عوامل خطرساز برای چنین مواقعی در نظر گرفته شده باشد.

شخص محقق که آموزش‌های لازم را دیده و از آگاهی و دانش کافی جهت کار با عوامل خطرساز برخوردار است، مسئولیت هر گونه عواقب بوجود آمده در حین کار با عوامل خطرساز بر عهده خود او خواهد بود. همچنین محقق مورد نظر باید با مسئولین برقراری ایمنی زیستی، با توجه به نوع خطر کار با مواد یا عوامل خطرساز، قبل از انجام کار مشورت نماید.

موقعی که شرایط آزمایشگاهی با توجه به سطح زیست ایمنی تصویب شده برای آن آزمایشگاه، جهت کنترل و کار با عوامل خطرساز مناسب نباشد و نیاز به روش‌ها و شرایط خاص اضافی دیگری می باشد، مدیریت آزمایشگاه مسئول فراهم نمودن این گونه شرایط برای کار با این عوامل است.

تجهیزات مربوط به امنیت کار و روش‌ها و دستورالعمل‌های کار با مواد و عوامل خطرناک، همواره باید با طراحی مناسب و تسهیلات ویژه موجود هماهنگی داشته تا استانداردهای در نظر گرفته شده کاملاً رعایت شوند.

## پیشگیری و کنترل عفونت های اکتسابی آزمایشگاهی

تشخیص پتانسیل بیماری زایی میکروارگانیسم ها و ارزیابی خطرات آنها موجب ایجاد و توسعه هم برنامه های عمومی و هم برنامه های اختصاصی برای پیشگیری و کنترل عفونت اکتسابی آزمایشگاهی شده است.

هدف پیشگیری و کنترل عفونت های اکتسابی آزمایشگاهی باید محافظت از تمام کارکنان آزمایشگاه، محیط و جامعه منطبقه از آلودگی یا عفونت ناشی از پاتوژن های مخاطره آمیز، باشد.

بنابراین مناسب است که چهار نوع از اقدامات آزمایشگاهی که باید در تمام آزمایشگاه های بالینی و بیوشیمی تدوین و به اجرا گذاشته شود، لیست نماییم.

۱ - آزمایشگاه میکروبیولوژی بالینی نباید در داخل و یا نزدیکی نواحی آزمایشگاه عمومی باشد که بیشترین بار ازدحام را دارد بلکه در محلی آرام یا دور دست با علامت گذاری بر روی درب های ورودی آن باشد تا ورود به آزمایشگاه را برای مراجعه کنندگان، محدود نماید.

۲ - اقدامات حفاظتی شغلی به منظور حفاظت از چشم ها، بینی، دهان، غشاهای مخاطی یا پوست آسیب دیده از تماس با نسوج آلوده یا سایر نمونه های بالینی یا با کشت ها، باید تهیه و اجرا شود.

۳ - مهم ترین اقدام منفرد، ضرورت شستشوی دست با آب ولرم و صابون قبل و بعد از حمل و جابجایی نمونه ها یا کشت ها، بعد از ریخته شدن هر نوع مواد آلوده کننده بر روی دست ها، در پایان کار روزانه و به هنگام ترک آزمایشگاه می باشد.

۴ - پيپت کردن، روش معمول برای جابجایی مایعات یا محلول ها می باشد، هرگز نباید این اقدام با دهان انجام شود. انواع متنوعی از پیپت های دستی در دسترس است و باید برای جابجایی تمام مایعات و بخصوص مواد سمی و عفونت زا به کار گرفته شود. هم چنین توجه دقیق در حمل و نگهداری پیپت ها بعد از استفاده به منظور جلوگیری از پاشیده شدن، ریخته شدن و یا افشاندن آنها انجام گیرد.

بدیهی است یک برنامه کاملاً توسعه یافته حفاظتی برای هر آزمایشگاهی که با موادی که پتانسیل عفونت زایی دارند و یا موادی که مخاطره آمیز است، سرو کار دارند، نباید تحت تاثیر امکانات اقتصادی قرار بگیرد.

### منابع:

1) Biosafety In Microbiological & Biomedical Laboratories Centers for Disease and control and prevention National Institutes of Health 4th edition April 1999.

2) A Balows, Safety in the Microbiology Laboratory, in : Topley & Wilson's Microbiology and Microbial Infections, 9th edition, Volume2 pp. 438-44

۳ - آیین نامه ها و ضوابط ایمنی زیستی حصر فیزیکی، کمیته ملی ایمنی زیستی وزارت علوم