مجله ایمنی زیستی
دوره چهارم، شماره چهارم، تابستان ۹۱

نیازمندی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری و سایر مراکز پژوهشی به آئین‌نامه اجرایی ایمنی زیستی در آزمایشگاه با تاکید بر ایمنی زیستی سطح ۳

علی طاهری

دانشکده علوم دریایی، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار

taheri@cmu.ac.ir

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1391.4.4.7.4]

چکیده

برنامه ایمنی زیستی آزمایشگاهی یک سری از مقررات و روش‌های محافظتی برای کاهش خطر مواجه با مخاطرات بیولوژیک همچون عفونت‌های اکتسابی آزمایشگاهی است. در تدوین قوانین ایمنی زیستی آزمایشگاه گروه‌های احتمال خطر سطوح ۱ تا ٤ معرفی شده و آزمایشگاه‌های ایمنی زیستی براساس آن به آزمایشگاه‌های ایمنی زیستی عمومی سطح ۱، عمومی سطح ۲، آلوده سطح ۳ و خیلی آلوده سطح ٤ تقسیم می‌شود. در این نوشتار به مباحث مربوط به ایمنی زیستی آزمایشگاه پرداخته شده و مواردی چون آموزش، موجودی و انتقال، برنامه امنیت زیستی، شرایط محافظتی و ایمنی آزمایشگاه‌ها در هر ٤ سطح و نیازهای ایمنی زیستی سطح ۳ مطرح شده و در انتها به موانع و مشکلات پیش روی برقراری برنامه ایمنی زیستی در آزمایشگاه‌های پژوهش‌های علوم زیستی اعم از تدوین قانون، آموزش و ضمانت اجرایی اشاره شده است.

واژه‌های کلیدی: علوم زیستی، ایمنی زیستی، قانون، آزمایشگاه، آموزش، ضمانت اجرایی.

شرح مسئله

در دنیا تعداد آزمایشگاه‌های با سطح ایمنی زیستی بالا به دلیل گسترش سریع بیماری‌های پاتوژنیک در حال توسعه سریع است. در چنین آزمایشگاه‌هایی هدف مطالعه ارزیابی احتمال خطر میکروارگانیسم‌هایی با اثر زیست محیطی یا انسانی است. بنابراین دولت‌های دنیا به این شیوه به دنبال مصون ماندن از اثرهای محیطی و انسانی این پاتوژن‌ها هستند. پژوهشگران تاکید دارند که ویروس‌ها و باکتری‌های موجود در فاضلاب، هوا و مواد جامد آلوده از آزمایشگاه‌های سطح ایمنی ۳ یا ٤ می‌توانند از چندین ساعت تا چندین سال زنده بمانند (۱۸). اگر این آلودگی‌ها به شکل کامل از بین نروند زباله‌های آزمایشگاه آلوده منبع عمده آلودگی می‌شود که می‌تواند باعث گسترش بیماری شود (۱۸). در سپتامبر سال ۲۰۰۳ یک دانشجوی تحصیلات تکمیلی با ویروس سارس در آزمایشگاه دانشگاه سنگاپور و یک پژوهشگر از تایوان با این ویروس آلوده شدند. به‌علاوه در ۱۹۷۹ باکتری آنتراکس به‌طور اتفاقی از یک آزمایشگاه پژوهش‌های نظامی نشت کرد و ٦۸ نفر را به کام مرگ فرستاد (۹ و۱۰). در ایران گزارش‌های مدونی از آلودگی یا مرگ در آزمایشگاه وجود ندارد اما مشکلاتی مانند صدمه یک دانشجو در دانشگاه تربیت مدرس و هم‌چنین در دانشگاه فردوسی مشهد در اثر عدم رعایت نکات ایمنی در آزمایشگاه در اذهان پژوهشگران باقی است. بنابراین باید توجه ویژه‌ای به ایمنی در آزمایشگاه، از بین بردن آلودگی‌های این آزمایشگاه‌ها و جلوگیری از فرار میکروارگانیسم‌ها به محیط انجام شود. ارزیابی احتمال خطر آزمایشگاه‌های ایمنی زیستی یکی از اصلی‌ترین قسمت‌های پژوهش‌های ایمنی زیستی است.

در ایران نیز پروتکل ایمنی زیستی کارتاهنا که در تاریخ ۱۳۸۲/۵/۲۹ به تصویب مجلس شورای اسلامی رسیده و در اجرا اصل یک‌صد و بیست و سوم (۱۲۳) قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران قانون ایمنی زیستی جمهوری اسلامی ایران نیز در سال ۱۳۸۸ با تایید شورای محترم نگهبان ابلاغ شده است (۱). با نگاهی اجمالی به این قانون بسیار مفید در می‌یابیم که روح حاکم بر این قانون بیشتر بر فعالیت‌های تولیدی توسط بخش خصوصی متمرکز است و در این قانون فقط افرادی از

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1391.4.4.7.4]

وزارت علوم تحقیقات و فناوری در شورای مرکزی حضور دارند. اگر چه وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی در حال تدوین قوانین ایمنی زیستی در حوزه کاری خود است اما این نیاز هنوز به‌صورت جدی در حوزه وزارت علوم، تحقیقات و فناوری دیده نشده است و برنامه اخیر پژوهشگاه ملی مهندسی ژنتیک و زیست فناوری در تدوین سیاست‌های کلی سند ایمنی زیستی و رویه‌های آن گام آغازین محسوب می‌شود.

با جستجویی در دانشگاه‌های معتبر جهان نیز در می‌یابیم که هر دانشگاه برای خود قوانین و مقررات ایمنی زیستی در آزمایشگاه‌ها را تدوین و اصول حاکم بر قوانین ایمنی زیستی و امنیت زیستی را بدین شکل در سیستم درونی خود جاری کرده و به انجام آن ملزم است. اهمیت ایمنی زیستی در آزمایشگاه‌های پیشرفته جهان به خوبی تبیین و اجرا شده است. پژوهشگران متعددی نیز به بررسی شرایط ایمنی زیستی در آزمایشگاه‌ها پرداخته و در جهت بهبود کارکردها و قوانین این مهم کوشیده‌اند. از این بین می‌توان به مطالبی که در مورد موفقیت‌ها و عدم موفقیت‌های ساخت آزمایشگاه‌های ایمنی زیستی سطح ٤ در آمریکای شمالی منتشر شد اشاره کرد. در این گزارش با بررسی ۳ آزمایشگاه با سطح ایمنی زیستی ٤ اعلام شد که تئوری‌های انتقال با الهام از طبیعت برای جلب اعتماد عمومی و جلوگیری از انتقادها در خصوص آزمایشگاه‌ها ضروری است (١٤). گزارشی نیز در سال ۲۰۱۰ در مورد ایمنی زیستی و مدیریت تجهیزات ایمنی زیستی سطح ۳ ارایه شد و به اصول اساسی مدیریت آزمایشگاه، ایمنی زیستی و امنیت زیستی در آزمایشگاه‌های سطح ۳ پرداخته شد (۲۰). فنگ و همکاران (۲۰۱۱) گزارشی از مدیریت ارزیابی احتمال خطر در آزمایشگاه‌های ایمنی زیستی با سطوح بالا منتشر کردند و نکاتی کلیدی را در این زمینه مطرح کردند (۱۳). وانگ و همکاران (۲۰۱۲) نیز گزارشی از پیشرفت‌های ارزیابی خطر زیست محیطی در آزمایشگاه‌های با سطح ایمنی زیستی بالا ارایه کردند و اعلام کردند که با وجود شروع بحث ارزیابی احتمال خطر از سال ۱۹۷۰ هنوز پژوهش کاملی در زمینه نشت میکروارگانیسم‌ها از این آزمایشگاه‌ها وجود ندارد (۱۷). این پژوهشگران نیازها و پیشرفت‌ها در این زمینه را بررسی کردند

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1391.4.4.7.4]

(۱۷). در سال ۲۰۱۳ نیز گزارشی از نیاز شدید به بهبود آموزش‌ها در ایمنی زیستی آزمایشگاه‌های پاتولوژی منتشر شد (۱۲). پژوهش‌ها نشان می‌دهند که بحث و بررسی شرایط ایمنی زیستی در آزمایشگاه‌های ایران مقوله‌ای نوپا و غیرسیستماتیک است. باید توجه داشت که دانشگاه‌های ایران در ده ساله اخیر با رشد بسیار چشم‌گیر مسایل آموزشی و پژوهشی روبرو بوده و جایگاه علمی ایران بر این اساس در منطقه و جهان ارتقا بسیار خوبی داشته است. یک بخش از این پیشرفت به تبع افزایش دانشجویان تحصیلات تکمیلی شامل استفاده از آزمایشگاه‌های پژوهشی دانشگاه‌ها بوده است. از سوی دیگر آزمایشگاه‌ها می‌توانند خود از منبع‌های آلوده کننده شامل آلودگی زیست محیطی و عفونت‌ها باشند که در صورت عدم اجرای برنامه‌های صحیح ایمنی زیستی در آینده جامعه ایران را دچار مشکلاتی خواهد کرد. در حال حاضر بسیاری از دانشگاه‌های مرتبط با علوم زیستی ساحلی ایران در سواحل دریای خزر و خلیج فارس متمرکز هستند که در اثر عدم داشتن سیستم صحیح تصفیه فاضلاب می‌توانند یکی از منابع تولید بالقوه آلودگی باشند. از سوی دیگر در این دانشگاه‌ها پژوهش‌های نوین میکروبیولوژی و کار با جانوران تراریخته نیز در حال انجام است که نیاز به افزایش سطح ایمنی در این آزمایشگاه‌ها را بسیار ضروری به نظر می‌رسد. در این پژوهش ابتدا به بررسی اجمالی مباحث ایمنی زیستی در قوانین آزمایشگاهی می‌پردازیم و در نهایت نیازهای آزمایشگاه‌های پژوهشی وزارت علوم را در این باره به بحث می‌نشینیم.

تعیین گروه‌های احتمال خطر در آزمایشگاه

ویژگی‌های شاخص یک عامل زیستی که آن‌را به‌عنوان عامل مخاطره‌آمیز معرفی می‌کند با توانایی وی برای آلودگی و بیماری‌زایی در میزبان انسانی یا جانور مرتبط است و میزان بیماری‌زایی آن با شدت بیماری تولیدی و دردسترس بودن راه‌های درمان و اندازه‌گیری مشخص می‌شود. سازمان سلامت جهانی (WHO)[1] یک دسته‌بندی برای آزمایشگاه‌ها را عرضه کرده و ٤ گروه عمومی خطر را معرفی کرده است (۲۰). این ٤ گروه حدود خطر برای کارکنان آزمایشگاه و جمعیت را نشان

1- World Health Organization

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1391.4.4.7.4]

جدول ۱- گروه خطر در دسته‌بندی WHO (۸).

نوع گروه	تعریف	سطح خطر	مثال
گروه خطر ۱	هر نوع عامل بیولوژیک که باعث ایجاد بیماری کارکنان و جانوران شود	خطر فردی کم و خطر جمعیتی بالا	دی.ان.آ نوترکیب و استرین‌های غیرپاتوژن اشرشیاکلای
گروه خطر ۲	هر گونه پاتوژنی که توان ایجاد بیماری در انسان را داشته باشد اما تحت شرایط نرمال خطر جدی برای کارکنان آزمایشگاه، جمعیت، جمعیت جانوران یا محیط زیست محسوب نشود. در معرض این عوامل قرار گرفتن در آزمایشگاه به ندرت منجر به ایجاد بیماری جدی می‌شود و درمان موثر و روش‌های سنجش برای آن‌ها وجود دارد و خطر پراکنده شدن آن‌ها اندک است.	خطر فردی متوسط و خطر جمعیتی کم	آنفولانزای هموفیلوس، سالمونلا، ویروس هپاتیت ب و اچ.آی.وی کشت نشده
گروه خطر ۳	هر پاتوژنی که به‌طور معمول باعث ایجاد بیماری جدی در انسان شود یا باعث اثر اقتصادی جدی شود اما به‌طور طبیعی با سرایت مستقیم از فردی به دیگر انتقال نمی‌یابد و یا باعث ایجاد بیماری می‌شود که با عوامل ضدمیکروبی و یا ضدانگلی قابل درمان است.	خطر فردی بالا و خطر جمعیتی کم	باسیلوس آنتراسیس، تمام شکل‌های بروسلا (عامل تب مالت)، هانتاویروس و اچ.آی.وی کشت یافته.
گروه خطر ٤	هر پاتوژنی که به‌طور معمول بیماری جدی انسانی تولید می‌کند و در بیشتر موارد قابل درمان نیست و ممکن است از فردی به فرد دیگر سرایت کند و یا از حیوان به انسان یا برعکس و یا با سرایت غیرمستقیم.	خطر فردی و جمعیتی بالا	تمامی این عوامل از ویروس‌ها هستند مثل مانکی پاکس، لاسا ویروس، هرپس ویروس ب میمونی و ابولا.

می‌دهد (جدول ۱).تعیین گروه خطر یک عامل زیستی قسمتی از ارزیابی خطر ایمنی زیستی است و به تعیین سطح ایمنی زیستی آلوده کننده‌ها کمک می‌کند (۱۱ و ۱۹).

آزمایشگاه‌ها بر اساس گروه‌های احتمال خطر ٤ گانه به آزمایشگاه‌های ایمنی زیستی

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1391.4.4.7.4]

عمومی سطح ۱، ایمنی زیستی عمومی سطح ۲، ایمنی زیستی آلوده سطح ۳ و ایمنی زیستی خیلی آلوده سطح ٤ طبق جدول ۲ طبقه‌بندی می‌شوند. تعیین سطح ایمنی زیستی آزمایشگاه بر اساس ترکیبی از اختصاصات طراحی، بنا، تجهیزات و مواد آلوده کننده، فعالیت و روند

جدول۲- ارتباط گروه های خطر و سطوح ایمنی زیستی آزمایشگاه

گروه خطر	سطح ایمنی زیستی آزمایشگاه	نوع آزمایشگاه	فعالیت آزمایشگاه	تجهیزات ایمنی خاص
۱	عمومی سطح ۱	آموزش عمومی، پژوهش‌های معمولی	GMT	نیاز ندارد، میز کار آزاد
۲	عمومی سطح ۲	سرویس‌های سلامت اولیه، پژوهش‌ها و سرویس‌های شناسایی اولیه	GMT به‌علاوه لباس‌های محافظتی و علایم هشدار دهنده مخاطرات زیستی	میز کار آزاد به‌علاوه BSC برای آئروسول‌های احتمالی
۳	آلوده سطح ۳	سرویس‌های تخصصی تشخیصی، پژوهش‌های پیشرفته	مانند سطح۲ به‌علاوه لباس‌های‌ویژه، دسترسی کنترل شده، جریان هوای کنترل شده	BSC و یا هر تجهیزات اولیه مورد نیاز
٤	خیلی آلوده سطح ٤	پاتوژن‌های خطرناک	مثل سطح ۳ به‌علاوه جلوگیری از ورود هوا، دارای دوش و سیستم ویژه دفع و امحای زباله	BSC کلاس III، اتوکلاوهای ۲ جداره و فیلترهای هوای ویژه

BSC: کابینت‌های ایمنی زیستی، GMT تکنیک‌های خوب میکروبیولوژی

آزمایش‌های مورد نیاز برای کار با عواملی از گروه‌های مختلف احتمال خطر انجام می‌شود.

در این میان نیازهای آزمایشگاه بر اساس سطح ایمنی زیستی متفاوت است که در جدول ۳ آورده شده است.

ایمنی زیستی در آزمایشگاه

ایمنی زیستی طبق تعریف قانون ایمنی زیستی جمهوری اسلامی ایران"مجموعه‌ای از تدابیر، سیاست‌ها، مقررات و روش‌هایی برای تضمین بهره‌برداری از فواید فناوری زیستی

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1391.4.4.7.4]

جدول ۳- خلاصه ای از نیازهای آزمایشگاه ها با سطوح ایمنی زیستی

نیازها	سطح ایمنی زیستی			
	۱	۲	۳	٤
جدا و ایزوله[۱] بودن آزمایشگاه	–	–	✓	✓
اتاق غیر قابل نفوذ جهت آلودگی زدایی	–	–	✓	✓
تهویه				
جریان هوای به سمت داخل	–	❋	✓	✓
سیستم های کنترل کننده تهویه	–	❋	✓	✓
فیلتر HPA برای هوای گرم خروجی	–	–	✓/–[۲]	✓
ورودی ۲ در	–	–	✓	✓
قفل هوا	–	–	–	✓
قفل هوا به همراه دوش	–	–	–	✓
Anteroom	–	–	✓	–
Anteroom با دوش	–	–	✓/–[۳]	–
تصفیه فاضلاب				
در محل	–	❋	✓	✓
در اتاق ازمایشگاه	–	–	❋	✓
Double- ended	–	–	❋	✓
کابینت های ایمنی زیستی	–	❋	✓	✓
ظرفیت مونیتور کردن ایمنی کارکنان[٤]	–	–	❋	✓

[۱] جداسازی محیطی و عملکردی از محل عمومی آزمایشگاه

[۲] بسته به محل قرار گیری خروجی

[۳] بسته به عوامل به کار گرفته شده در آزمایش

[٤] برای مثال پنجره، دوربین مدار بسته، مسیر ارتباطی دوطرفه

❋ وجود آن ترجیح دارد.

جدید و پیشگیری از آثار سو احتمالی کاربرد این فناوری بر تنوع زیستی، سلامت انسان، دام، گیاه و محیط زیست" است. برنامه ایمنی زیستی آزمایشگاهی یک سری از مقررات و روش‌های محافظتی برای کاهش خطر آسیب دیدگی با مخاطرات بیولوژیک است که

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1391.4.4.7.4]

به‌صورت تصادفی به محیط آزاد شده‌اند. یک برنامه ایمنی زیستی شامل یک سری از عناصر مرتبط است که فعالیت‌های عملی، موانع اولیه (مثل تجهیزات محافظتی و کابینت‌های ایمنی زیستی) و موانع ثانویه را شامل می‌شود. برنامه‌های ایمنی زیستی باید کارکنان و خانواده آن‌ها را از آلودگی‌های آزمایشگاهی محافظت کند. هم‌چنین باید از آلودگی محیط زیست جلوگیری کند و باعث ارتقا کیفی محیط زیست شود. برای دستیابی به یک برنامه ایمنی زیستی موفق در آزمایشگاه نیاز به یک کمیته ایمنی زیستی است. نقش این کمیته پایش خطر، تعیین رویه‌های ایمنی، رویه‌های تضمینی، ضمانت اجرا، برقراری سطوح ایمنی زیستی (تجهیزات، فعالیت‌ها و روندها)، تعیین سرایت خطر به کارکنان وتعیین رویه‌های مشوق و سخت‌گیرانه برای مقررات ایمنی است. به‌علاوه کمیته، مسئول دفاع از منابع طبیعی، بررسی پیشنهاده‌ها و پروتوکل‌های پژوهشی، برقراری برنامه‌های سلامت شغلی و بررسی برنامه‌های آزمایشگاهی است (۲۰).

هم‌چنین برنامه ایمنی زیستی نیاز به یک افسر ایمنی زیستی دارد که وظیفه وی ثبت تمامی فعالیت‌هایی است که با مواد خطرناک بیولوژیک، شیمیایی و رادیولوژیک در ارتباط است. هم‌چنین بازرسی و تایید تمامی تجهیزات، تعیین دستیاران پژوهشی و برقراری برنامه‌های آموزشی مقررات موسسه و ایمنی عمومی وظیفه افسر ایمنی زیستی است. باید توجه داشت که ایمنی وظیفه هر شخصی اعم از کارمندان موسسه، افسر ایمنی زیستی، مدیر آزمایشگاه، دستیاران آزمایشگاه و سایر کارکنان فنی آزمایشگاه و دانشجویان است.

افزایش آگاهی، نیاز به مدیریت ایمنی زیستی آزمایشگاهی و روش‌های اندازه‌گیری امنیت زیستی در آزمایشگاه بسیار مهم است. در این خصوص باید کنترل کیفیت صحیح در سطح برنامه ایمنی زیستی دیده شود و در رویه انجام پروژه‌های آزمایشگاهی ارزیابی خطر انجام شود (نمودار ۱). برای ارزیابی خطر در ایمنی زیستی آزمایشگاهی، میکروارگانیسم‌های پاتوژن اصلی‌ترین عوامل تعیین کننده هستند که روی ارزیابی مخاطرات زیستی اثر می‌گذارند (۱۵ و ۲۱). یکی از راه‌های دستیابی به این مهم از طریق تحصیلات دانشگاهی است که در علوم زیستی، علوم پزشکی و مهندسی این مهم بسیار مورد نیاز است.

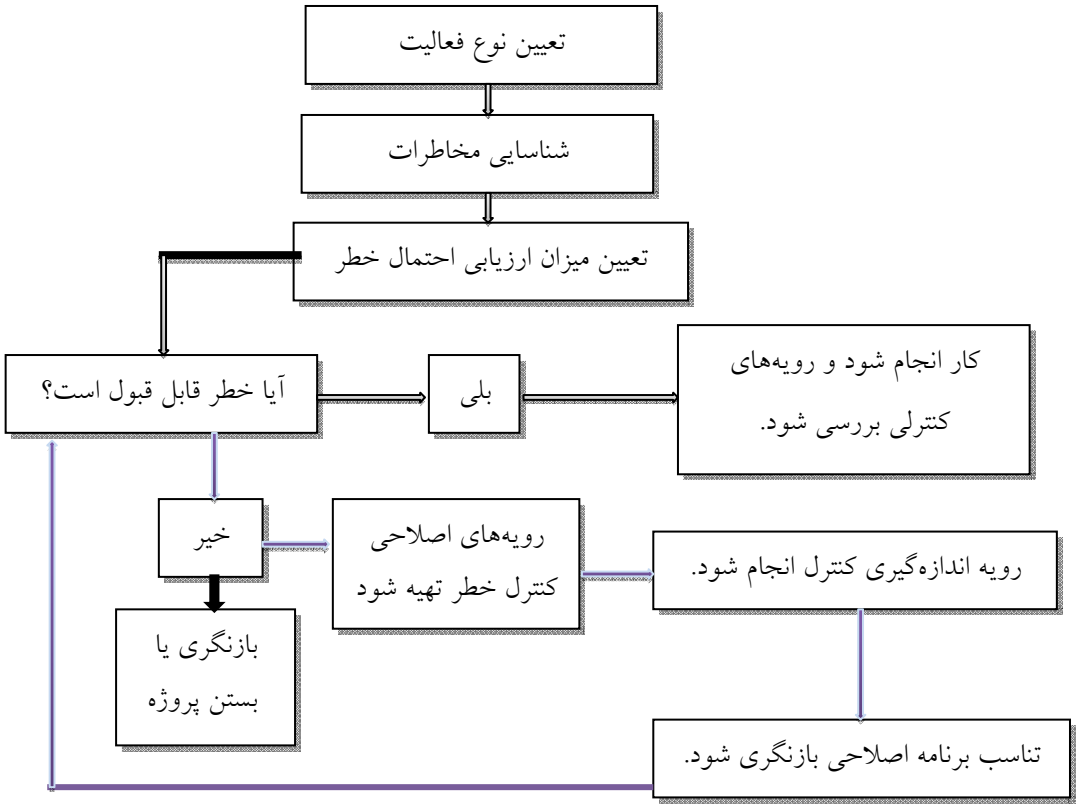
[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1391.4.4.7.4]

پیشنهاد قوانین و مقررات حاوی جریمه‌ها و راهبردهای تشویقی از وظایف وزارتخانه است. دولت از طریق وزارتخانه باید قادر به ایمن‌سازی آزمایشگاه‌ها باشد و سطح آلوده کننده آن‌ها را تعیین کند. کاربرد فناوری‌های ایمنی زیستی و تضمین کیفیت زیستی در آزمایشگاه‌ها بسیار حیاتی است. در سطح آزمایشگاه نیز تیمی تخصصی آموزش‌دیده باید مستقر باشد تا به عملکرد قوانین وضع شده ایمنی‌زیستی مبادرت و قوانین استفاده از هر دستگاه موجود را تبیین کند. عملکرد قوانین و افراد باید منجر به حفظ ایمنی کارکنان و دانشجویان شود (۳، ۵،۱۶،۱۱ و ۱۹).

عفونت‌های اکتسابی آزمایشگاهی

عفونت‌های اکتسابی آزمایشگاهی به عفونت‌هایی گفته می‌شود که حاصل از کار در آزمایشگاه است که خواه در کارکنان



نمودار۱- فلوچارت ارزیابی خطر (برگرفته از ۲۰).

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1391.4.4.7.4]

آزمایشگاه ایجاد می‌شود و یا در افراد دیگری که درنتیجه کار با عوامل عفونت‌زا در معرض آن قرار گرفته‌اند. البته تعیین اینکه عفونت به‌طورحتم از آزمایشگاه کسب شده است کار ساده‌ای نیست. مشکل وقتی با میکروارگانیسم‌هایی کار می‌شود که در جمعیت نیز یافت می‌شود بیشتر نمود پیدا می‌کند. البته اگر اثبات شود که بیماری در اثر در معرض جمعیت زیادی از میکروارگانیسم‌ها قرار گرفتن ایجاد شده اکتسابی بودن آن از آزمایشگاه می‌تواند مورد اثبات قرار گیرد. گونه‌های اختصاصی سرولوژیک یا باکتریولوژیک میکروارگانیسم‌های بیماری‌زای فردی می‌تواند از آزمایشگاه مشتق شده باشد. بنابراین لازم است که تمامی احتمالات در معرض خطرات زیستی قرار گرفتن در آزمایشگاه‌های دانشگاهی تعیین شود و به‌صورت یک دستورالعمل گزارش شود تا باعث حفظ سلامت و ایمنی افراد و محیط زیست شود (۲).

عفونت‌های آزمایشگاهی چگونه سرایت می‌کنند؟

میکروارگانیسم‌ها می‌توانند از طریق تلقیح اتفاقی، هضم، غشای مخاطی، ارتباط مستقیم یا آئروسول‌ها به بدن وارد شوند مثل پیپت کردن با دهان، خوردن و نوشیدن و مصرف دخانیات در آزمایشگاه، پاشیدن به صورت و چشم و یا ورود مستقیم به بدن با تزریق ناخواسته. در عفونت‌های آزمایشگاهی مسیر ممکن است مشابه زمانی‌که بیماری به شکل طبیعی اتفاق می‌افتد نباشد. میزان و یا تعداد ارگانیسم‌های مورد نیاز برای عفونت اولیه قابل برآورد نیست و به مسیر سرایت آن‌ها بستگی دارد. معقول است که هر فردی که در آزمایشگاه با میکروارگانیسم‌های عفونت‌زا کار می‌کند بیشتر از افراد جمعیت در معرض عفونت قرار دارد. اثبات شده است که برخی میکروارگانیسم‌ها باعث عفونت آزمایشگاهی بیش‌تری نسبت به بقیه میکروارگانیسم‌ها می‌شوند و میزان بیماری‌زایی به ذات کار و شرایط سلامت کارکنان بستگی دارد. بین سال‌های ۱۹۷۹ تا ۱۹۹۹، ۲۲۳ مورد ابتلا به توبرکلوزیس و ۲ مورد ابتلا به مایکوپلاسما پنمونیا گزارش شده است. البته در بیشتر موارد میزان عفونت آزمایشگاهی کمتر گزارش می‌شود (۲).

استفاده از جانوران آزمایشگاهی و حشرات

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1391.4.4.7.4]

نیز مشکلاتی را ایجاد می‌کند. جانوران می‌توانند حامل سازواره‌های بیماری‌زا بوده که به‌صورت طبیعی انتقال می‌یابند. عوامل بیماری‌زا می‌توانند از طریق جانوران به کارکنان آزمایشگاه منتقل شوند. ممکن است نیاز به پاساژ دادن عامل بیماری‌زا در بدن جانور باشد و یا با خون، ادرار یا مدفوع جانور منتقل شود. برداشت بافت برای پژوهش نیز ممکن است آلوده باشد و باید با دقت برداشت شود. لیمفوسیستیس کوریوممنژتیس، بیماری نیوکاسل، وزیکولار استوماتیتیس، تب کیو، سرکوپیتسین هرپس ویروس ۱ و شیگلا مثال‌هایی از پاتوژن‌هایی است که می‌تواند از جانوران آزمایشگاهی منتقل شود. بر اساس نوع بیماری منتقله جانوران می‌توانند در هر یک از ٤ گروه خطر طبقه‌بندی شوند. ارزیابی خطر میکروارگانیسم‌های پاتوژن به‌طور مشخص از ارزیابی خطر مواد شیمیایی متفاوت است (٦)

کنترل احتمال خطر

روش‌هایی که برای کنترل احتمال خطر در آزمایشگاه به کار می‌رود شامل: طراحی و ساخت تجهیزات، کنترل‌های مهندسی، تجهیزات محافظت شخصی و روندهای عملیاتی استاندارد است. میزان کنترل مورد نیاز برای یک عامل ویژه سطح کنترل را مشخص می‌کند. کنترل احتمال خطر در ابتدا به دنبال روش به حداقل رساندن خطر کار با عوامل مخاطره‌آمیز است و ارزیابی خطر نیز باید برای روندهای آلودگی‌زدایی و مدیریت پسماندها به‌کار رود (۲). در این خصوص هر آزمایشگاهی با سطح ایمنی زیستی مربوط به خود نیازها و شرایط محافظتی خاص خود را نیاز دارد که در جداول ٤، ٥ و ٦ آورده شده است.

آموزش

وقتی که افراد و دانشجویان جدیدی به آزمایشگاه می‌آیند باید ابتدا آموزش‌های لازم ایمنی را به‌صورت عملی بگذرانند. این مسئله فقط یک فعالیت خوب آزمایشگاهی (GLP) نیست بلکه بخشی از قوانین ایمنی کار کارکنان جوان و جدید است. تمامی افراد باید با قوانین استفاده از وسایل و فضاهای آموزشی آشنا شوند و سپس به کار پژوهش‌های آزمایشگاهی مشغول شوند. به‌علاوه تمامی برنامه‌های آموزشی باید به‌صورت فایل‌بندی

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1391.4.4.7.4]

شده نگه‌داری شود. موارد مهم در نگه‌داری فایل‌های آموزشی شامل: نام روند مورد استفاده، نام آموزش گیرنده و امضای وی، نام آموزش دهنده و امضای وی و تاریخ اتمام دوره آموزشی است. هم‌چنین اگر آموزش دهنده و یا آموزش گیرنده حس کنند که دوره آموزشی کافی نبوده است باید دوره‌های تکمیلی برگزار شود.

موجودی و انتقال

موجودی تمام عوامل گروه‌های ۱، ۲ و ۳ احتمال خطر باید در آزمایشگاه مشخص باشد و نام میکروارگانیسم، سطح خطر زیستی و زمان انتقال به آزمایشگاه روی آن‌ها کامل و خوانا مشخص باشد. هم‌چنین زمان انتقال، آزمایشگاه فرستنده، آزمایشگاه گیرنده و میزان انتقال این ارگانیسم ها باید مشخص باشد (۲).

برنامه امنیت زیستی

برنامه‌های امنیت زیستی برای جلوگیری از سرقت، استفاده ناصحیح و رهاسازی عمدی پاتوژن‌ها به‌کار می‌رود. نوع برنامه امنیت زیستی که به کار می‌رود به تجهیزات موجود، سطح پژوهش‌ها و محیط زیست محلی بستگی دارد. افراد از سطوح مختلف سازمان می‌توانند در ایجاد برنامه امنیت زیستی دخیل باشند. در این برنامه امنیت تجهیزات، طبقه‌بندی و حفاظت از پاتوژن‌ها و رویه‌های سریع برای برقراری امنیت اهمیت دارد (۲۰).

باید توجه داشت که آزمایشگاه‌های ایمنی زیستی تا سطح ۲ برای بسیاری از فعالیت‌های پژوهشی کفایت می‌کنند. برای مثال سلول‌های کشت شده که حاوی آلودگی‌های با احتمال خطر زیستی (مثل باکتری و ویروس) هستند در گروه احتمال خطر مشابه با عامل موجود در آن طبقه‌بندی می‌شوند. سل لاین‌هایی که منشا انسانی ندارند و یا حاوی پاتوژن نیستند در سطح ایمنی زیستی ۱ طبقه‌بندی می‌شوند. سل لاین‌های انسانی، سل لاین‌های ترانسفورم شده با انسان یا ویروس‌ها و سل لاین‌های آلوده به پاتوژن نیازمند ممانعت سطح ۲ هستند. آرتروپودها بسته به گونه وشرایط نیازمند ممانعت سطح ۱ تا ٤ هستند و ایمنی زیستی گیاهان تراریخته در سطوح ۱ و ۲ طبقه‌بندی می‌شود. اما عده‌ای از ارگانیزم‌ها که به‌طور عمده از باکتری‌ها، قارچ‌ها و ویروس‌ها هستند در سطح ۳ ایمنی زیستی طبقه‌بندی می شوند (جدول۷).

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1391.4.4.7.4]

جدول ٤ – شرایط محافظتی و ایمنی آزمایشگاه‌های عمومی سطح ۱ و ۲ ایمنی زیستی.

دسترسی	علامت بین‌المللی هشدار احتمال خطر زیستی روی در اتاق‌های با ارگانیسم‌های گروه ۲ احتمال خطر نصب شود./ فقط افراد مجاز به محدوده آزمایشگاه وارد شوند/ درهای آزمایشگاه بسته نگه داشته شود./ ورود کودکان ممنوع/ دسترسی به حیوان خانه با مجوز انجام شود./ فقط جانوران نیازمند در طرح به محیط اصلی وارد شوند.
محافظت شخصی	روپوش آزمایشگاه حتما قبل از آزمایش پوشیده شود/ در صورت احتمال تماس مستقیم یا اتفاقی با خون و ترشحات بدن از دستکش استفاده شود./ قبل از ترک آزمایشگاه حتماً دست خود را با عوامل ضدعفونی کننده بشویید./ برای محافظت چشم و صورت از عواملی مانند اشعه ماورای بنفش از عینک و کاور صورت استفاده کنید./ پوشیدن روپوش در خارج از آزمایشگاه ممنوع است./ پوشیدن کفش جلو باز ممنوع است./ خوردن، آشامیدن، سیگار کشیدن، استفاده از مواد آرایشی و دستکاری لنزهای تماسی ممنوع است./ نگه‌داری غذا و آشامیدنی در محیط آزمایشگاه ممنوع است./ نگه‌داری روپوش آزمایشگاه در کنار لباس‌های بیرون ممنوع است.
رویه‌ها	پیپت کردن مایعات با دهان ممنوع است./ پیزی در دهان گذاشته نشود./ روند آزمایش باید به گونه‌ای باشد که حداقل آئروسول و قطرات را تولید کند./ استفاده از سرنگ محدود شود و به جای پیپت و یا منظور دیگر استفاده نشود./ هر گونه در معرض قرار گیری با عوامل آلوده کننده سریعاً به مسئول آزمایشگاه گزارش شود./ رکوردی از گزارش‌ها نگه‌داری شود./ روند تمیز کردن محل آلوده باید موجود باشد./ مایعات آلوده کننده باید قبل از تخلیه آلودگی‌زدایی (شیمیایی یا فیزیکی) شوند./ بسته به نوع عامل مخاطره آمیز سیستم آلودگی‌زدایی جریان خروجی فاضلاب در نظر گرفته شود.
محیط کار آزمایشگاه	آزمایشگاه باید تمیز و بدون هر وسیله اضافی که به آزمایش مربوط نمی‌شود نگه داشته شود./ سطوح باید بعد از هر بار ریختن ماده احتمالی خطرناک و در پایان هر آزمایش ضدعفونی شوند./ هر وسیله یل نمونه آلوده باید قبل از دور ریختن و یا استفاده مجدد ضدعفونی شوند./ بسته‌بندی و انتقال بر اساس اصول ملی و بین‌المللی باشد./ جاهایی که پنجره را می‌توان باز کرد حتما توری محافظ سالم داشته باشد.
مدیریت ایمنی زیستی	اطمینان از برقراری برنامه مدیریت ایمنی زیستی وظیفه مسئول ارشد آزمایشگاه است./ مدیر آزمایشگاه باید از آموزش ایمنی در آزمایشگاه مطمئن باشد./ پرسنل باید تمام نکات ایمنی زیستی را مطالعه کنند و دستورالعمل‌های استاندارد و رویه‌های انجام را بدانند./ یک نسخه از دستورالعمل ایمنی باید در آزمایشگاه موجود باشد./ برنامه کنترل حشرات و جوندگان موجود باشد./ جعبه کمک‌های اولیه باید مهیا باشد و نیازهای دارویی به مقدار لازم ذخیره شود.
طراحی آزمایشگاه و تجهیزات	باید به این نکات توجه شود: تولید آئروسول‌ها، کار با حجم زیاد یا غلظت بالای میکروارگانیسم، تجهیزات زیاد و یا درهم، آلودگی با حشرات و جوندگان، ورود غیرایمن، استفاده از نمونه‌ها و مواد ویژه
اختصاصات طراحی	فضای کافی برای عملکرد، نظافت و نگه‌داری باید فراهم باشد./ دیوارها و کف صاف باشد و به آسانی تمیز شود و به مواد شیمیایی و آلوده کننده مقاوم باشد./ کف ضد لغزش باشد./ سطوح غیرقابل نفوذ به آب و مقاوم به اسید، قلیا، حلال‌های آلی و گرمای کم باشد./ نور کافی باشد و رفلکس زیاد نباشد./ مبلمان آزمایشگاه محکم و با فاصله از کف و دیوارها باشد./ فضای کافی برای نگه‌داری مواد و وسایل خارج از سطح باشد./ تجهیزات خوراکی و استراحت خارج از آزمایشگاه باشد./ هر اتاق دستشویی داشته باشد و نزدیک درب خروج باشد./ درها قسمت قابل دید داشته باشند و خود به خود بسته شوند./ در سطح ۲ ایمنی زیستی اتوکلاو و یا هر وسیله ضد عفونی کننده دیگر نزدیک آزمایشگاه باشد./ تجهیزات اطفای حریق، برق اضطراری، دوش و چشم شوی اضطراری موجود باشد./ جریان هوای مستقیم طراحی شود/ آب با کیفیت موجود باشد و تداخلی در آب مورد استفاده شرب و آب مورد استفاده آزمایشگاه نباشد./ جهت جلوگیری از خرابکاری از درهای محکم و ضد سرقت و پنجره‌های حفاظدار استفاده شود و کلیدهای ویژه به کار رود.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1391.4.4.7.4]

تجهیزات آزمایشگاه	طوری طراحی شود که از تماس اپراتور و مواد آلوده کننده اجتناب شود./ به خوردگی و پوسیدگی مقاوم باشد./ عاری از لبه‌های تیز و قسمت‌های گردان بدون محافظ باشد./ به راحتی قابل استفاده، تمیز کردن و ضد عفونی کردن باشند و تا حد امکان از قسمت‌های شکستنی عاری باشند./ برای پیپت کردن مایعات از پیپتور استفاده شود./ از کابینت‌های ایمنی زیستی استفاده شود./ شیشه‌های شکسته، مواد پلاستیکی و ... به‌صورت تفکیک شده دور ریخته شوند.
سلامت و نظارت پزشکی	پیش‌بینی واکسینه کردن در مواقع ضرورت/ تجهیزات تشخیص سریع آلودگی‌های با منشا آزمایشگاهی/ مجزا کردن افراد خاص مانند زنان باردار و افراد با ایمنی پایین از محل کارهای با احتمال خطر بالا پیشبینی تجهیزات و رویه‌های حفاظتی پرسنل
نظارت بر افراد مرتبط با میکروارگانیسمها	ایمنی زیستی سطح ۱: میکروارگانیسم عامل بیماری نیست./ کارکنان باید تست سلامت اولیه بدهند./ کا رویه خوب میکروبیولوژی انجام شود. ایمنی زیستی سطح ۲: کارکنان تست سلامت اولیه بدهند./ زنان باردار از خطر در معرض قرارگیری با میکروارگانیسم‌هایی مثل ویروس روبلا برای فرزندشان آگاه باشند./ مراحل دقیق محافظت از جنین براساس نوع ارگانیسم موجود باشد.
آموزش	کارکنان و پژوهشگران از احتمال خطر استفاده از لوپ، پلیت‌های کشت آگار، پیپت کردن، تولید اسمیر، باز کردن کشت، نمونه‌های خون و سرم، سانتریفیوژ کردن، سرنگ و سوزن، نیش و زخم جانوران و آلودگی‌زدایی مواد عفونی آگاهی یابند.
زباله ها	اطمینان از عفونت‌زدایی با رویه استاندارد/ آیا بسته‌بندی صحیحی قبل از ضد عفونی دارد؟/ اتوکلاو کردن در کیسه‌های اتوکلاو بهترین روش است.
انواع ظروف نگه‌دارنده و یا زباله	۱- مواد غیرآلوده که قابل استفاده مجدد است./ ۲- مواد آلوده مثل سوزن، اسکالپل، چاقو و شیشه شکسته/ ۳- مواد آلوده که باید اتوکلاو، شستشو و استفاده مجدد شوند./ ٤- مواد آلوده که باید اتوکلاو شوند و دور ریخته شوند./ ۵- مواد آلوده برای سوزاندن مستقیم

جدول ۵- شرایط محافظتی و ایمنی آزمایشگاه‌های با ایمنی زیستی سطح ۳.

دسترسی	علایم هشدار احتمال خطر زیستی همراه با سطح ایمنی زیستی، نام مسئول آزمایشگاه و شرایط ویژه برای ورود مثل واکسیناسیون باید روی درب نصب شود./ لباس محافظتی باید جلو و اطراف پیراهن یا روپوش را بپوشاند و سر نیز پوشش داشته باشد و در مواقع لزوم پوشش کفش یا کفش مخصوص استفاده شود./ لباس‌های معمول جلو دکمه دار آزمایشگاه مناسب نیست./ لباس‌ها در خارج از آزمایشگاه از تن خارج نشوند./ لباس‌ها قبل از شستشو ضد عفونی شوند./ باز کردن تمامی مواد عفونت‌زا در یک کابینت ایمنی زیستی انجام شود./ تجهیزات محافظت تنفسی در برخی روندهای آزمایشگاهی و یا کار با جانوران آلوده به پاتوژن‌های اصلی ضروری است.
طراحی آزمایشگاه و تجهیزات	طراحی آزمایشگاه‌های ایمنی زیستی سطح ۱ و ۲ استفاده شود به غیر از جاهایی که تغییرات زیر را نیاز دارد: آزمایشگاه از محل‌های عمومی جدا شود./ جداسازی دیگری با گذاشتن آزمایشگاه در انتهای راهرو یا با ساخت پارتیشن و یا دستیابی از طریق اتاق انتظار ایجاد شود./ اتاق انتظار دارای فضایی برای جداسازی لباس تمیز و کثیف و دوش باشد./ درها خود به خود بسته شوند و در هر زمان فقط یک در قابل باز شدن باشد./ شیشه‌ای برای موارد اضطراری فرار قابل شکستن باشد./ سطوح مقاوم به آب و قابل تمیز کردن باشند./ اتاق کاملاً عایق باشد./ سیستم هوایی برای آلودگی‌زدایی گازها نیاز است./ پنجره‌ها مقاوم به شکستن و عایق باشد./ سیستم شستشوی خودکار دست نزدیک درب خروج باشد./ سیستم کنترل تهویه و دوربین مداربسته موجود باشد./ جریان هوا قابل چرخش در بقیه ساختمان نباشد./ خروجی تهویه نباید نزدیک ورودی هوای ساختمان باشد./ فیلتر HEPA در مسیر خروج هوا نصب شود./ اتوکلاو درون فضای آزمایشگاه باشد./ سیستم کنترل و فیلتر پمپ آب موجود باشد.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1391.4.4.7.4]

تجهیزات آزمایشگاه	مانند سطح ۲ است اما دستکاری و کار با میکروارگانیسم‌ها زیر کابینت‌های ایمنی زیستی انجام شود./ سانتریفیوژ نیاز به نظارت و ایمنی بالاتر دارد تا ظروف و روتور آلوده نشوند./ سانتریفیوژها و دستگاه‌های دسته‌بندی سلول‌های آلوده نیاز به تهویه با فیلتر HEPA دارند.
سلامت و نظارت پزشکی	مانند سطح ۲ بجز موارد زیر: آزمایش‌های پزشکی برای تمامی پرسنل الزامی است./ ثبت کارت بهداشتی با مشخصات فرد و نصب دائم روی سینه لباس الزامی است.

جدول ٦ – شرایط محافظتی و ایمنی آزمایشگاه‌های با ایمنی زیستی سطح ٤.

دسترسی	تمامی موارد سطح ۳ با تغییرات زیر استفاده شود: هیچ کس تنها کار نمی‌کند و قانون ۲ نفر در آزمایشگاه به کار رود./ قبل از ورود لباس و کفش‌ها باید عوض شوند./ پرسنل باید آموزش زمان بیمار شدن یا آسیب دیدن را تمرین کنند./ روش ارتباط در مواقع عادی و اضطراری بین افراد داخل آزمایشگاه سطح ٤ و افراد حمایت کننده خارج از ازمایشگاه برقرار شود.
طراحی آزمایشگاه و تجهیزات	تمامی موارد سطح ۳ به‌علاوه: محافظت اولیه: وجود کابینت ایمنی زیستی سطح III و دوش در اتاق‌های ورودی و خروجی/ ظروف و موادی که از اتاق کابینت عبور نمی‌کنند از اتوکلاو ۲ دریا محفظه ضدعفونی دود عبور می‌کنند./ درب داخلی اتوکلاو بسته است و درب خروجی قبل از کامل شدن سیکل اتوکلاو یا محفظه دود قابل باز شدن نیست./ در نوع پیشرفته .Suit lab سیستم هوای داخلی با طراحی متفاوت وجود دارد./ دستیابی کنترل شده: باید در یک ساختمان مجزا باشد یا در یک محوطه کاملا مجزا با ساختمان اصلی و دارای نگهبانی مستقل/ ورود و خروج از طریق سیستم‌های انتقال دهنده یا درهای قفل هوا انجام می‌شود./ در ورود لباس به شکل کامل عوض می‌شود و قبل از خروج و پوشیدن لباس بیرون دوش گرفته می‌شود./ سیستم هوای کنترل شده: فشار منفی باید در دستگاه حفظ شود./ سیستم ذخیره و خروج هوا فیلتر HEPA داشته باشد./ در آزمایشگاه با کابینت کلاس III هوا از محیط داخلی و عبور از فیلتر به کابینت وارد می‌شود و بعد از عبور از ۲ فیلتر به خارج عبور م یابد و درون کابینت همیشه فشار منفی است و سیستم تهویه غیر چرخشی برای آن نیاز است./ در .Suit lab سیستم ذخیره هوای اتاق و سیستم ویژه خروج هوا لازم است، هوا از محیط کمتر آلوده به محیط پر خطر انتقال می‌یابد./ فشارها باید دائم چک شود./ عفونت‌زدایی جریان خروجی: تمامی جریانات دوش هاو کابینت‌های ایمنی زیستی نوع III باید قبل از تخلیه عفونت‌زدایی شوند./ بهترین روش گرما و تنظیم پی.اچ خنثی است./ استرلیزه کردن زباله‌ها و مواد: قسمت ورود با قفل هوا، برق اضطراری باید موجود باشد و چک لیستی از تمامی موارد بازرسی در سند ایمنی زیستی ثبت شود.

نیازهای ایمنی زیستی سطح ۳

ایمنی زیستی سطح ۳ در مکانی که ممکن است باعث ایجاد مشکلات اساسی و یا مرگ احتمالی افراد در اثر کار با عواملی خاص شوند کاربرد دارد که از آن برای تشخیص کلینیکی، آموزش، پژوهش یا تولید تجهیزات استفاده می‌شود. تمامی روندهای آزمایشی باید در کابینت‌های ایمنی زیستی انجام شود. پرسنل از لباس‌های محافظتی استفاده کنند. آزمایشگاه باید مهندسی و طراحی اختصاصی داشته باشد. تحت این شرایط ممکن است ایمنی قابل قبول آزمایش‌های متداول و مکرر

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1391.4.4.7.4]

جدول ۷– عمده میکروارگانیزم‌های نیازمند ایمنی زیستی سطح ۳

باکتری	قارچ	ویروس
باسیلوس آنتراسیس، بارتونلا باسیلی فورمیس، بروسلا ملیتنسیس، کالامیدا پیتاسی، کوکسیلا بورناتی، فرانسیسلا تورالینس، مایکوباکتریوم توبرکلوزیس و آفریکانوم، مایکوباکتریوم آویوم، مایکو باکتریوم چلونا، مایکوباکتریوم فورتوئیتوم، مایکوباکتریوم مارینوم، مایکو باکتریوم اسکروفوتیاسوم، مایکوپلاسما، سودوموناس مالئی، ریکتسیا، یرسینیا پستیس، ترپونما پالیدوم، ترپونما پرتنو	آژلومایسیس کپسولاتوس و درماتیدیدز، کوسیدیوئیدز ایمیتیس،هیستوپلاسما دوبویسی و فارسیمینوزوم، پاراکوسیدیودز براسیلینسیس، زیمونما درماتیتیدز	مونکی پوکس، کاباسو، چیکونگونیا، دنگو ویروس نوع ۱ تا ٤، استرن اکوئین انسفالیتیس، انزفالیتیس، اپستین–بار، اورگلادز، تب زرد، هپاتیت ب و ای، اچ آی وی ۱ و ۲، کیاسانور فورست، مایارو، میدلبورگ، موکامبو، ویروس بیماری گوسفند نایروبی، اوروپوچ، تب پاپاتاسی،پواسان، رابیس، روبلا، اس وی ٤٠

مهیا شود. مواردی که در ایمنی زیستی سطح ۲ تحت عنوان "روش‌های استاندارد میکروبیولوژیک"، "روش‌های ویژه" و تجهیزات محافظتی" وجود دارد در ایمنی زیستی سطح ۳ به دقت انجام می‌شود. تصمیم تغییر در این پروتکل‌ها بر اساس ایمنی زیستی سطح ۳ فقط باید توسط مدیر آزمایشگاه انجام شود. علاوه‌بر فعالیت‌های لازم برای حمل و دست‌کاری مواد عفونت‌زا در تمامی آزمایشگاه‌ها و نیازهای اولیه برای آلوده‌کننده‌های سطح ۲ موارد زیر جهت برقراری ایمنی زیستی و به حداقل رساندن آلوده‌کننده‌های سطح ۳ در آزمایشگاه‌های پژوهشی باید به‌کار رود (۲، ٦ و ۷).

۱– برنامه‌ای برای مدیریت موارد ایمنی زیستی در محل با توانایی صحیح برای نظارت ایمنی و کار با آلوده‌کننده‌های سطح سه تدوین شود.

۲– هر شخصی که به آزمایشگاه‌های با آلوده‌کننده‌های سطح ۳ ایمنی زیستی وارد می‌شود باید یک دوره آموزشی کامل ایمنی زیستی را بگذراند. این دوره باید با امضای مدرس و آموزش گیرنده ثبت و نگه‌داری شود.

۳– افرادی که در محیط‌های با خطرهای سطح ۳ کار می‌کنند باید اطلاعات کافی از عملکرد فیزیکی و طراحی تجهیزات (مثل گرادیان فشار هوا بین فضاهای مختلف، جریان هوای مستقیم، علامت‌های خراب شدن دستگاه‌های تنظیم فشار هوا و محیط امن)

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1391.4.4.7.4]

داشته باشند.

٤- دستور کار ویژه‌ای برای کار در آزمایشگاه باید تهیه شود و توسط پرسنل و دانشجویان مطالعه شود. کارکنان باید اقرارنامه‌ای مبنی بر آموختن مواد پروتکل امضا کنند. این پروتکل باید افراد، جانوران، تجهیزات، نمونه‌ها و ضایعات را پوشش دهد. دستور کارهای کلی باید برای هر پروژه پژوهشی با یک پروتکل اختصاصی جایگزین شود.

۵- کارکنان باید گواهی مهارت در روش‌ها و آزمایش‌های میکروبیولوژی داشته باشند.

٦- تست دود باید به‌صورت دوره‌ای توسط مسئولین آزمایشگاه انجام شود تا از جریان صحیح هوا اطمینان حاصل شود.

۷- افرادی که به محیط آلوده وارد می‌شوند باید کامل پوشیده باشند و مواد مورد نیاز را با خود به همراه بیاورند. اگر چیزی فراموش شد دقت در ایمنی ورود و خروج باید به‌طور کامل رعایت شود (برای آوردن ماده فراموش شده بر نشد بلکه تلفن کنید تا بیاورند یا تمامی پروتکل‌های خروج و ورود مجدد را رعایت کنید).

۸- تمیز کردن عادی آزمایشگاه باید توسط پرسنل انجام شود و یا از افرادی که آموزش دیده هستند استفاده شود.

۹- آزمایشگاه آلوده‌کننده باید قفل نگه‌داشته شود.

۱۰- عوامل عفونت‌زا باید داخل آزمایشگاه آلوده‌کننده نگه‌داری شود. البته این عوامل باید خارج از منطقه‌ای که باید قفل شود نگه‌داری شوند. آزمایش‌های دوره‌ای از احتمال نشتی ظروف حاوی عوامل عفونت‌زا در خارج از محیط آزمایشگاه با آلودگی سطح ۳ باید انجام شود.

۱۱- وسایل افراد مثل لباس‌های بیرون و کیف نباید به داخل محیط ازمایشگاه آلوده کننده وارد شود.

۱۲- سیفون‌های فاضلاب باید با مایعات پر شود و خالی نباشد.

۱۳- نمونه‌های آزمایشگاهی و ظروف باید از طریق جعبه‌های مخصوص انتقال به داخل یا خارج محیط آلوده کننده انتقال یابد. اگر از اتوکلاو برای ورود مواد به آزمایشگاه استفاده می‌شود در خروج نیز ابتدا باید اتوکلاو کرد و بعد درب سمت تمیز را باز کرد.

١٤- افرادی که به آزمایشگاه‌های آلوده‌کننده وارد می‌شوند باید لباس‌های بیرون

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1391.4.4.7.4]

و جـــواهرات را در آورنـــد و لبـــاس‌هـــا و کفش‌هـای ویـژه آزمایشـگاه را بپوشـند. ایـن لبـاس‌هـا بایـد قبـل از خـروج از آزمایشـگاه آلوده‌کننده بیـرون آورده شـود بـه شـکلی کـه احتمال انتقال آلودگی پوست بـه لبـاس را بـه حداقل برساند. استفاده از لباس‌هایی که بدن را کامـل مـی‌پوشـاند تـرجیح داده مـی‌شـود. در صورتی‌که به‌صورت اتفاقی آلودگی اتفاق افتاد تمامی لباس‌ها باید عفونت‌زایی شـود. در کـار با ارگانیسم‌هـای آزمایشـگاهی مثـل ویـروس اچ.آی.وی کـه از طریـق استنشـاق سـرایت نمی‌کنند نیاز بـه در آوردن لبـاس‌هـای بیـرون نیست.

۱۵- وقتی مواد عفونت‌زا به شکل مسـتقیم به‌کار می‌رود یک لایه محـافظ لباسـی ممکـن است روی لبـاس آزمایشـگاه پوشـیده شـود و باید بعد از اتمام کار در آورده شود.

۱٦- سانتریفیوژ کردن عوامل عفونت‌زا باید در ظروف در بسته انجام شود که نشتی نداشته باشد.

۱۷- جانوران یا آرتروپوداهـایی کـه آلـوده شده‌اند باید در آزمایشگاه یـا تجهیـزات ویـژه نگه‌داری موجودات آلوده باقی بمانند.

۱۸- وقتی که آلودگی از طریق آئروسول‌ها اتفاق می‌افتد باید بر اساس پروتکل‌ها تصـمیم گرفته شود که آیا قبل از خروج از آزمایشـگاه نیاز به دوش گرفتن هست؟

۱۹- مواد حساس به حرارت که نمی‌توانـد اتـــوکلاو شـــود بایـــد در ظـــروف ویـــژه آلـودگی‌زدایـی شـود (مثـل فرمالدهیـد، بخـار پراکسـید هیـدروژن، عفونـت‌زدایـی بـا مـواد شیمیایی مایع یا فناوری‌های مورد تایید دیگر).

۲۰- رویه‌های سریع در زمان خراب شـدن سیسـتم‌هـای تهویـه یـا دیگـر ضـرورت‌هـای آلودگی اتفاقی باید نوشته شود و به‌راحتـی در دسترس و قابل انجام باشد.

۲۱- در زمـانی‌کـه اتفاقـاتی مـی‌افتـد کـه زندگی افراد را بـه مخـاطره مـی‌انـدازد حفـظ زندگی افـراد در درجـه اول اهمیـت اسـت و پروتکل‌های خروج سریع باید از قبل پیش‌بینی شده باشد و به‌راحتی و در حداقل زمان بتـوان از آزمایشگاه خارج شد.

۲۲- تمامی مواد مایع و جامد قبل از تخلیه باید آلودگی‌زدایی شود.

۲۳- افراد زیر ۱۸ سال نباید به آزمایشـگاه وارد شوند.

۲٤- اگر نیاز به کار با ارگانیسم‌هایی باشـد که در سطح ایمنی پایین‌تر طبقه‌بندی شـده‌انـد

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1391.4.4.7.4]

در آزمایشگاه با ایمنی زیستی سطح ۳ باید بر اساس پروتکل‌های ایمنی زیستی سطح ۳ به کار روند.

۲۵- وقتی آزمایش‌ها در حال انجام است درب‌های آزمایشگاه باید بسته باشد.

۲۶- موادی که باید در مکانی خارج از آزمایشگاه آلودگی‌زدایی شوند باید در ظروف با استقامت و بدون نشتی ریخته شود و قبل از خروج از آزمایشگاه درب آن کامل بسته شود.

۲۷- مدیر آزمایشگاه باید روند آزمایشگاهی را بررسی کند و دسترسی به آزمایشگاه را محدود به افرادی کند که اجازه ورود دارند.

۲۸- زمانی‌که با ارگانیسم‌های حاوی مولکول‌های آر.دی.ان.آ یا جانوران مدل بیمار کار می‌شود علامت خطر ثبت شده جهانی باید روی درب‌های ورود آزمایشگاه‌ها زده شود. در این علامت عامل خطر، نام و تلفن مدیر یا دیگر افراد مسئول آزمایشگاه و هر عملکرد ویژه لازم برای ورود به آزمایشگاه آورده می‌شود.

۲۹- تمامی عملیات شامل ارگانیسم‌های حاوی آر.دی.ان.آ باید در کابینت‌های ایمنی زیستی یا دیگر تجهیزات ویژه انجام شود. هیچ عملیاتی روی سطح باز میزهای آزمایشگاهی و ظروف درباز نباید انجام شود.

۳۰- سطح میزکار کابینت‌های ایمنی زیستی باید پس از اتمام کار آلودگی‌زدایی شود.

۳۱- ایمنی کامل صورت و دست‌ها با کاربرد ماسک و دست‌کش یک بار مصرف باید لحاظ شود.

۳۲- جانوران و گیاهانی که مربوط به پژوهش‌های آزمایشگاهی نیستند اجازه ورود به آزمایشگاه را ندارند.

نمونه‌های دانشگاهی

در دانشگاه‌های معتبر دنیا دارای قوانین و مقررات اجرایی ایمنی زیستی منطبق با فعالیت‌های آزمایشگاهی خود هستند. از این بین می‌توان به دستورالعمل‌های ایمنی زیستی دانشگاه میشیگان استیت، دانشگاه بریتیش کلمبیا، دانشگاه بوستون، دانشگاه پلی‌تکنیک دانمارک و ... اشاره کرد (۲، ٦ و ۷). در ایران نیز برخی از دانشگاه‌ها مانند دانشگاه تربیت مدرس و دانشگاه تهران دستورالعمل‌های ایمنی زیستی آزمایشگاهی را تدوین کرده و گاهی اجرا می‌کنند اما در مقایسه با

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1391.4.4.7.4]

دستورالعمل‌های دانشگاه‌های معتبر دنیا هنوز نیاز به بازنگری و اصلاح ساختار دارد. باید توجه داشت که بسیاری از دانشگاه‌های ایران به‌صورت ناقص ایمنی زیستی را اجرا می‌کنند اما به دلیل نبود قوانین یکپارچه مدون گاهی اجرای این قوانین سلیقه‌ای می‌شود.

مشکلات دانشگاه‌های ایران در راه اجرای ایمنی زیستی

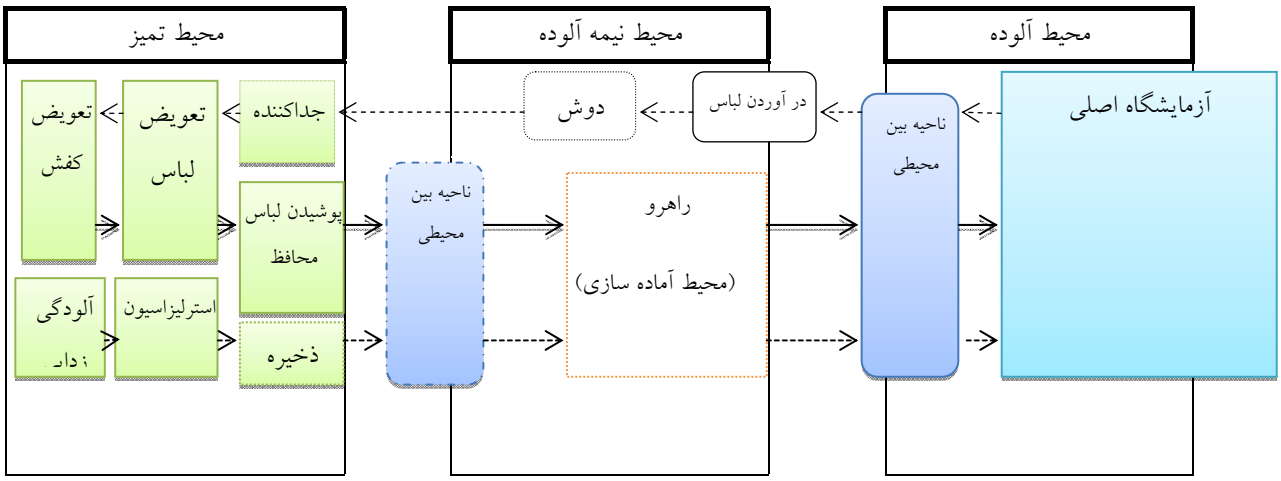
از اولین مشکلات دانشگاه‌های ایران به‌خصوص دانشگاه‌های فعال در حوزه علوم زیستی نبود ساختار مناسب آزمایشگاهی و تصفیه فاضلاب جهت دستیابی به ایمنی زیستی با سطح بالا است. با نگاهی به بیشتر دانشگاه‌های علوم زیستی ایران و بررسی ساختار فیزیکی آزمایشگاه‌ها برمی‌آید که ساختار مناسب و مکان‌یابی صحیحی برای آزمایشگاه‌های مختلف اعم از شیمی، فیزیک، زیست‌شناسی، سلولی مولکولی، میکروبیولوژی، کشت سلولی و ... انجام نشده است. نمونه یک ساختار صحیح آزمایشگاهی در نمودار ۲ آورده شده است که برای دستیابی به ایمنی زیستی سطح ۳ و بالاتر نیاز است. از سوی دیگر بسیاری از دانشگاه‌های مستقر در حاشیه ساحلی فاضلاب‌های خود را بدون تصفیه به‌طور مستقیم به آب‌های آزاد رها می‌کنند که می‌تواند یکی از عوامل تغییر جمعیت گونه‌ای بومی این سواحل شود. هم‌چنین به نظر می‌رسد پیشرفت سریع در حوزه پژوهش‌های مختلف علوم زیستی اعم از بررسی‌های ژنتیک و استخراج آر.ان.آ و دی. ان.آ و دستکاری‌های ژنتیک و اصلاح نژاد آبزیان و پژوهش‌های میکروبیولوژی و بیماری شناسی در جهت ایمنی زیستی و حفظ نکات مهم آن که در بخش‌های قبل آمد تلاشی هم‌راستا انجام نشده است. مشکل دیگر در اجرای ایمنی زیستی سطح بالا در آزمایشگاه‌های دانشگاه‌های ایران نبود قوانین مدون یکپارچه آزمایشگاهی است. نمی‌توان ایمنی زیستی سطح ۳ را به‌صورت ذهنی و سلیقه‌ای اجرا کرد. نیاز است تا کار گروهی متشکل از انجمن ایمنی زیستی ایران، نماینده وزارت علوم در شورای ملی ایمنی زیستی کشور، معاون پژوهشی وزارت علوم، نمایندگان دانشگاه‌های ساحلی ایران و یک حقوق‌دان به تدوین قانون اجرایی ایمنی زیستی آزمایشگاهی ایران مبادرت ورزند. جهت تضمین و ضمانت اجرایی باید یک نفر

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1391.4.4.7.4]

به‌عنوان ناظر اجرای قانون اجرایی ایمنی زیستی دانشگاهی در وزارت علوم گمارده شود و این فرد در تیم برقراری سیستم کیفیت وزارت علوم، تحقیقات و فناوری نیز حضور داشته باشد. از سوی دیگر نیاز است تا در هر دانشگاه مدیر امور پژوهشی به‌عنوان ناظر اجرای ایمنی زیستی با ناظر ایمنی زیستی وزارت علوم در ارتباط باشد و مشکلات موجود را گزارش کند. از سوی دیگر لازم است تا تحصیلات تکمیلی ایمنی زیستی آزمایشگاهی تدوین شود و چنین افرادی را در آزمایشگاه‌های دانشگاهی کشور به خدمت گرفت تا اجرای صحیح قوانین ایمنی زیستی تضمین شود.

ایجاد دوره‌های کوتاه مدت برای دانشجویان و به‌خصوص دانشجویان تحصیلات تکمیلی جهت آشنایی با ایمنی زیستی در آزمایشگاه قبل انجام پژوهش‌های



نمودار ۲- ساختار یک آزمایشگاه با سطح ایمنی زیستی بالا (برگرفته از ۱۳).

پایان‌نامه در حوزه رشته‌های علوم زیستی بسیار ضروری است و باید گواهی این مهارت لازمه تصویب پیشنهاده در شورای تحصیلات تکمیلی باشد. برنامه‌ریزی برای اصلاح ساختار آزمایشگاه‌های ایران و جلوگیری از خالی کردن ضایعات پژوهش‌های شیمیایی و زیست‌شناسی به فاضلاب از نکات مهم دیگر است و لازم است مکانی با ظروف مستحکم و ایمن جهت جمع‌آوری این ضایعات و سپس انتقال به مکانی در خشکی برای دفن در هر

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1391.4.4.7.4]

آزمایشگاه تعبیه شود. هرچند که در بسیاری از دانشگاه‌های ایران سطح ۲ ایمنی زیستی برای آزمایشگاه ها کفایت می کند اما در برخی از دانشگاه‌ها کارهای پژوهشی عمیق‌تر و مهم‌تری تدوین شده و یا در حال تدوین است که نیاز به آزمایشگاه ایمنی زیستی سطح ۳ را می‌طلبد. باید به این مهم رسید که پژوهش پایه پیشرفت جامعه است و برای پژوهش ایمن باید هزینه کرد. پس تخصیص بودجه‌ای مازاد بر بودجه‌های پژوهشی برای اجرای صحیح قانون اجرایی ایمنی زیستی ضروری است. هم‌چنین باید به این نکته توجه کرد که تا زمانی‌که اعضای هیئت علمی، کارکنان و دانشجویان اهمیت اجرای صحیح ایمنی زیستی را درک نکنند و خود را ملزم به رعایت این قانون ندانند موفقیت چندانی در پیشبرد این هدف اتفاق نخواهد افتاد و ایمنی زیستی و امنیت زیستی با مشارکت تمامی افراد دست اندرکار آزمایشگاهی قابل حصول خواهد بود.

جمع‌بندی

امروزه دانشگاه‌های معتبر دنیا دارای قوانین مدون ایمنی زیستی هستند که آن را به دقت اجرا می‌کنند. در راستای تدوین قانون ایمنی زیستی در سال ۸۸ به نظر می‌رسد تدوین آیین‌نامه اجرایی قانون ملی ایمنی زیستی و تدوین دستورالعمل اجرایی نحوه نظارت بر اجرای آن در وزارت علوم، تحقیقات و فناوری بسیار ضروری است. دانشگاه‌های ایران توسعه رو به رشدی را در پژوهش‌های زیستی سال‌های اخیر نشان داده‌اند که این توسعه همراه با توسعه صحیح فضاهای آزمایشگاهی، تدوین قوانین اجرایی ایمنی زیستی و تربیت متخصص ایمنی زیستی آزمایشگاهی نبوده است. بنابراین لازم است تا کارگروهی در وزارت علوم تشکیل شود و آیین‌نامه اجرایی ایمنی زیستی در آزمایشگاه را تدوین، ابلاغ، اجرا و نظارت کند تا پیشرفت‌های سریع علمی ایران در آینده مشکلاتی از نظر ایمنی زیستی و امنیت زیستی به همراه نداشته باشد.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1391.4.4.7.4]

منابع مورد استفاده References

۱. بی‌نام. (۲۰۱۳). قانون ایمنی زیستی جمهوری اسلامی ایران. مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی. قابل دسترسی در: http://rc.majlis.ir/fa/law/show/136265

2. Anderson T. B. Nakagawa P. Thomson S. Chelliah S. (2010). Laboratory biosafety. The University of British Colombial. Okanagan version, Edited by Cherie Michels.1st Edition. 92p.

3. Anonymous. (2010). American Biological Safety Association. http://www.absa.org/ [accessed 25.05.2010].

4. Anonymous. (2010). European Biosafety Association. http://www.ebsaweb.eu/ [accessed 25.05.2010].

5. Anonymous. (2012). US Naval Medical Research Unit instructions. NAVMEDRSHUTHREEINST 5530.2: Implementation of command biological select agent and toxin possession, storage and use guidelines. NAVMEDRSHUTHREEINST 6260.1E: Biological safety.

6. Anonymous. (2012). Biological Safety Manual, Michigan State University. Environmental Health and Safety. 111p.

7. Anonymous. (2012). Boston University and Boston Medical Center. Biosafety Manual, Revised. 201p.

8. Anonymous. (2013). Available at: http://www.epa.gov/osa/

9. Bai J. Xiao R. Cui B. Zhang K. Wang Q. Liu X. Gao H. and Huang L. (2011). Assessment of heavy metal pollution in wetland soils from the young and old reclaimed regions in the Pearl River Estuary, South China. Environmental Pollution. 159: 917-824.

10. Bi J.J. Wang Z. Chen J.J. and Li J.S. (2006). Safe disposal of wastes from high-level biosafety laboratories.Academy journal of military medical academy. 30(4):394-7.

11. Centers for Disease Control and Prevention and National Institutes of Health. (1999). Biosafety in microbiological and biomedical laboratories. 4th ed.Washington: US Government Printing Office. [accessed 25.05.2010] http://www.cdc.gov/od/ohs/biosfty/bmbl4/bmbl4toc.htm.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1391.4.4.7.4]

12. Ehdaivand S. Chapin K.C. Andrea S. Gnepp D.R. (2013). Are biosafety practices in anatomical laboratories sufficient? A survey of practices and review of current guidelines. Human Pathology, 44: 951–958.

13. Feng D. Peng L. Shi-Bei L. and Yang Z. (2011). Environmental Risk and Assessment Management System of High-level Biosafety Laboratory.Procedia Environmental Sciences.10:1193–1198.

14. Löfstedt R. (2002). Good and bad examples of siting and building biosafety level 4 laboratories: a study of Winnipeg, Galveston and Etobicoke. Journal of Hazardous Materials 93:47–66.

15. Mikkelsen T. (2003). Investigation of airborne foot-and-mouth disease virus transmission during low-wind conditions in the early phase of the UK 2001 epidemic. Atmos. Chem. Phys. Discuss. 3: 677.

16. Public Health Agency of Canada. (2004). Laboratory biosafety guidelines. 3rd ed. Ottawa: Public Health Agency of Canada. [accessed 25.05.2010] http://www.phac-aspc.gc.ca/ols-bsl/lbg-dmbl/index.html.

17. Wang Q.G. Ding F. Li S.B. and Zhao X.H. (2012). Advance in Environmental Risk Assessment of High Level Biosafety Laboratory. Procedia Environmental Sciences. 13:1458-1461.

18. Wang Z. and Li J.S. (2005).Potential environmental influence of biosafety level three laboratory and its protective counter measures.Academy journal of military medical academy. 29(3):263-267.

19. WHO. (2004). Laboratory biosafety manual. 3rd ed. Geneva: World Health Organization. [accessed 25.03.2010] http://www.who.int/csr/resources/publications/biosafety/WHO CDS CSR LYO 2004 11/en/index.html.

20. Zaki A.N. (2010). Biosafety and biosecurity measures: management of biosafety level 3 facilities. International Journal of Antimicrobial Agents 36: 70–74.

21. Zhao G. Wang G. Fang H. and Zou J. (2008). Environmental risk assessment of foot and mouth disease virus research in biosafety leve-3 laboratory.Chinese Pharmaceuticl affairs. 22(11):971-4 (in Chinese).

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1391.4.4.7.4]