دليل السلامة البيولوجية في المختبرات،
الطبعة الرابعة،
والدراسات الإفرادية المصاحبة له

دليل السلامة البيولوجية في المختبرات
الطبعة الرابعة

منظمة
الصحة العالمية

دليل السلامة البيولوجية في المختبرات،
الطبعة الرابعة،
والدراسات الإفرادية المصاحبة له

دليل السلامة البيولوجية في المختبرات
الطبعة الرابعة

منظمة
الصحة العالمية

دليل السلامة البيولوجية في المختبرات، الطبعة الرابعة [Laboratory biosafety manual, fourth edition]

(دليل السلامة البيولوجية في المختبرات، الطبعة الرابعة، والدراسات الإفرادية المصاحبة له)
(Laboratory biosafety manual, fourth edition and associated monographs)

(نسخة إلكترونية) ISBN 978-92-4-005922-1
(نسخة مطبوعة) ISBN 978-92-4-005923-8

© منظمة الصحة العالمية 2023

بعض الحقوق محفوظة. هذا المصنف متاح بمقتضى ترخيص المشاع الإبداعي "نسب المصنف – غير تجاري – المشاركة بالمثل 3.0 لفائدة المنظمات الحكومية الدولية"
(CC BY-NC-SA 3.0 IGO; https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo/deed.ar)

وبمقتضى هذا الترخيص يجوز لكم نسخ المصنف وإعادة توزيعه وتحويره للأغراض غير التجارية، شريطة أن يتم اقتباس المصنف على النحو الملائم، كما هو مبيّن أدناه. ولا ينبغي في أي استخدام لهذا المصنف الإيحاء بأن المنظمة (WHO) تعتمد أي منظمة أو منتجات أو خدمات محددة. ولا يُسمح باستخدام شعار المنظمة (WHO). وإذا قمتم بتحوير هذا المصنف، فيجب عندئذٍ الحصول على ترخيص لمصنفكم بمقتضى نفس ترخيص المشاع الإبداعي (Creative Commons licence) أو ما يعادله. وإذا قمتم بترجمة المصنف، فينبغي إدراج بيان إخلاء المسؤولية التالي مع الاقتباس المقترح: "هذه الترجمة ليست من إعداد منظمة الصحة العالمية (المنظمة (WHO)). والمنظمة غير مسؤولة عن محتوى هذه الترجمة أو دقتها. والإصدار الأصلي بالإنكليزية هو الإصدار الملزم وذو الحجية."

ويجب أن تتم أية وساطة فيما يتعلق بالمنازعات التي تنشأ في إطار هذا الترخيص وفقاً لقواعد الوساطة للمنظمة العالمية للملكية الفكرية.
(http://www.wipo.int/amc/en/mediation/rules/).

الاقتباس المقترح. دليل السلامة البيولوجية في المختبرات، الطبعة الرابعة [Laboratory biosafety manual, fourth edition]
جنيف: منظمة الصحة العالمية:٢٠٢٣ (دليل السلامة البيولوجية في المختبرات، الطبعة الرابعة، والدراسات الإفرادية المصاحبة له)
(Laboratory biosafety manual, fourth edition and associated monographs). الترخيص: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

بيانات الفهرسة أثناء النشر. بيانات الفهرسة أثناء النشر متاحة على الرابط http://apps.who.int/iris/.

المبيعات والحقوق والترخيص. لشراء مطبوعات المنظمة (WHO) انظر الرابط http://apps.who.int/bookorders. ولتقديم طلبات الاستخدام التجاري والاستفسارات بشأن الحقوق والترخيص، انظر الرابط https://www.who.int/ar/copyright.

مواد الطرف الثالث. إذا رغبتم في إعادة استخدام مواد واردة في هذا المصنف ومنسوبة إلى طرف ثالث، مثل الجداول أو الأشكال أو الصور، فعليكم مسؤولية تحديد ما إذا كان يلزم الحصول على إذن لإعادة الاستخدام، والحصول على إذن من صاحب حقوق المؤلف. ويتحمل المستخدم وحده مخاطر أي مطالبات تنشأ نتيجة انتهاك أي عنصر في المصنف تعود ملكيته لطرف ثالث.

بيانات عامة لإخلاء المسؤولية. لا تنطوي التسميات المستخدمة في هذا المطبوع وطريقة عرض المواد الواردة فيه، على أي رأي كان من جانب المنظمة (WHO) بشأن الوضع القانوني لأي بلد أو أرض أو مدينة أو منطقة أو لسلطات أي منها أو بشأن تحديد حدودها أو تخومها. وتشكل الخطوط المنقوطة والخطوط المتقطعة على الخرائط خطوطاً حدودية تقريبية قد لا يوجد بعد اتفاق كامل بشأنها.

كما أن ذكر شركات محددة أو منتجات جهات صانعة معينة لا يعني أن هذه الشركات والمنتجات معتمدة أو موصى بها من جانب المنظمة (WHO)، تفضيلاً لها على سواها مما يماثلها في الطابع ولم يرد ذكره. وفيما عدا الخطأ والسهو، تُميّز أسماء المنتجات المسجلة الملكية بالأحرف الاستهلالية (في النص الإنكليزي).

وقد اتخذت المنظمة (WHO) كل الاحتياطات المعقولة للتحقق من المعلومات الواردة في هذا المطبوع. ومع ذلك، فإن المواد المنشورة تُوزع دون تقديم أي نوع من أنواع الضمانات، صريحةً كانت أم ضمنية. ويتحمّل القارئ وحده المسؤولية عن تفسير هذه المواد واستعمالها. ولا تتحمل المنظمة (WHO) بأي حال من الأحوال المسؤولية عن الأضرار التي قد تترتب على استعمالها.

المحتويات

شكر وتقدير vi

مسرد المصطلحات x

تمهيد xv

القسم الأول – مقدمة ١

١–١ النطاق المقصود ١

١–٢ كيفية استخدام دليل السلامة البيولوجية في المختبرات ٢

القسم الثاني – تقدير المخاطر ٥

٢–١ جمع المعلومات ٨

٢–٢ تقييم المخاطر ١٠

٢–٣ وضع استراتيجية لضبط المخاطر ١٤

٢–٤ اختيار تدابير ضبط المخاطر وتنفيذها ١٥

٢–٥ مراجعة المخاطر وتدابير ضبط المخاطر ٢٠

القسم الثالث – المتطلبات الأساسية ٢٣

٣–١ الممارسات والإجراءات الميكروبيولوجية الجيدة ٢٣

٣–٢ كفاءة الموظفين وتدريبهم ٢٦

٣–٣ تصميم المرافق ٢٧

٣–٤ استلام العينات وتخزينها ٢٩

٣–٥ إزالة التلوث وإدارة النفايات ٣٠

٣–٦ معدات الحماية الشخصية ٣٤

٣–٧ المعدات المختبرية ٣٦

٣–٨ الاستجابة للطوارئ/الأحداث ٣٨

٣–٩ الصحة المهنية ٣٩

القسم الرابع – تدابير الضبط المشددة ٤١

٤–١ ممارسات وإجراءات العمل التشغيلية ٤١

٤–٢ كفاءة الموظفين وتدريبهم ٤٢

٤–٣ تصميم المرافق ٤٢

٤–٤ استلام العينات وتخزينها ٤٣

٤–٥ إزالة التلوث وإدارة النفايات ٤٣

٤–٦ معدات الحماية الشخصية ٤٣

٤–٧ المعدات المختبرية ٤٦

٤–٨ الاستجابة للطوارئ/الأحداث ٤٦

٤–٩ الصحة المهنية ٤٧

القسم الخامس – تدابير الاحتواء القصوى ٤٩

٥–١ ممارسات وإجراءات العمل التشغيلية ٤٩

٥–٢ كفاءة الموظفين وتدريبهم ٥٠

٥–٣ تصميم المرافق ٥٠

٥–٤ استلام العينات وتخزينها ٥٢

٥–٥ إزالة التلوث وإدارة النفايات ٥٢

٥–٦ معدات الحماية الشخصية ٥٢

٥–٧ المعدات المختبرية ٥٢

٥–٨ الاستجابة للطوارئ/الأحداث ٥٣

٥–٩ الصحة المهنية ٥٣

القسم السادس – النقل والتوصيل ٥٥

٦–١ النقل داخل المختبر ٥٥

٦–٢ النقل داخل المبنى ٥٦

٦-٣ النقل بين المباني في الموقع نفسه ٥٦
٦-٤ نقل المواد المعدية خارج الموقع ٥٧
القسم السابع – إدارة برامج السلامة البيولوجية ٦٥
٧-١ ثقافة السلامة البيولوجية ٦٦
٧-٢ سياسة السلامة البيولوجية ٦٦
٧-٣ الأدوار والمسؤوليات المحددة ٦٦
٧-٤ دليل السلامة البيولوجية ٦٧
٧-٥ تقدير مخاطر السلامة البيولوجية والأمن البيولوجي ٦٧
٧-٦ البرامج والخطط الداعمة ٦٧
٧-٧ التقارير والمراجعات ٦٨
القسم الثامن – الأمن البيولوجي في المختبرات ٧١
٨-١ تقدير مخاطر الأمن البيولوجي ٧٢
٨-٢ مراقبة المخزون ٧٣
٨-٣ مراقبة المعلومات ٧٣
٨-٤ إدارة الموظفين ٧٣
٨-٥ مراقبة الأمن المادي ٧٤
٨-٦ مراقبة النقل ٧٤
٨-٧ الاستجابة للطوارئ/ الأحداث ٧٤
٨-٨ المخاطر البيولوجية الناشئة ٧٥
٨-٩ البحوث ذات الاستخدام المزدوج المثيرة للقلق ٧٦
القسم التاسع – المراقبة الوطنية والدولية للسلامة البيولوجية ٧٧
المراجع ٨٠
معلومات إضافية ٨٤

شكر وتقدير

المنسق الرئيسي

الدكتور كازونوبو كوجيما، منظمة الصحة العالمية، سويسرا

المساهمون العلميون

السيد آلان بينيت، وكالة الصحة العامة في إنكلترا (المركز المتعاون مع منظمة الصحة العالمية للسلامة البيولوجية التطبيقية والتدريب)، المملكة المتحدة لبريطانيا العظمى وأيرلندا الشمالية

الأستاذ ستيوارت بلاكسيل، جامعة أكسفورد/ وحدة ماهيدول أكسفورد لبحوث طب المناطق المدارية، تايلند

السيدة ماريان هايز، وكالة الصحة العامة الكندية (المركز المتعاون مع منظمة الصحة العالمية للسلامة البيولوجية والأمن البيولوجي)، كندا

الدكتورة كاثرين ماكيسون بوث، إدارة الصحة والسلامة، المملكة المتحدة لبريطانيا العظمى وأيرلندا الشمالية

السيدة ميشيل ماكيني، مراكز مكافحة الأمراض والوقاية منها (المركز المتعاون مع منظمة الصحة العالمية للسلامة البيولوجية والأمن البيولوجي)، والمعاهد الوطنية للصحة، الولايات المتحدة الأمريكية

الدكتورة كاثرين سومرماتر، معهد الأمراض المعدية، جامعة برن، سويسرا

إدارة المشروع

السيدة ليزا ستيفنز، منظمة الصحة العالمية، فرنسا

السيدة ريكا زينسكي، منظمة الصحة العالمية، سويسرا

المراجعون – الأفراد

الدكتور أمادو ألفا سال، معهد باستور دي داكار، السنغال

الدكتور ويليام أمبوفو، معهد نوغوشي التذكاري للبحوث الطبية، جامعة غانا، غانا.

الدكتورة أوسا شيكيلي بيورندال، وكالة الصحة العامة السويدية، السويد

الدكتورة كريستينا كارلسون، منظمة الصحة العالمية، سويسرا، ومراكز مكافحة الأمراض والوقاية منها (المركز المتعاون مع منظمة الصحة العالمية للسلامة البيولوجية والأمن البيولوجي)، الولايات المتحدة الأمريكية

الدكتور مايك كاتون، المختبر المرجعي الفيكتوري للأمراض المعدية، معهد بيتر دوهرتي للعدوى والمناعة، أستراليا

الدكتور سيباستيان برونو فرانسوا كوغنات، منظمة الصحة العالمية، فرنسا

الدكتورة كلاريسا داماسو، الجامعة الفيدرالية في ريو دي جانيرو، البرازيل

الدكتور فرانسوا دياز، المنظمة العالمية لصحة الحيوان، فرنسا

السيدة مورين إليس، الاتحاد الدولي لرابطات السلامة البيولوجية، كندا

السيد دافيد فرانز، الولايات المتحدة الأمريكية

الدكتورة إيزابيل هانغر غلاسر، لجنة الخبراء السويسرية للسلامة البيولوجية، سويسرا

الدكتور كيفين كارم، مراكز مكافحة الأمراض والوقاية منها (المركز المتعاون مع منظمة الصحة العالمية للسلامة البيولوجية والأمن البيولوجي)، الولايات المتحدة الأمريكية

الدكتور بول ميشان، مراكز مكافحة الأمراض والوقاية منها (المركز المتعاون مع منظمة الصحة العالمية للسلامة البيولوجية والأمن البيولوجي)، الولايات المتحدة الأمريكية

الدكتور ماسايوكي سايجو، المعهد الوطني للأمراض المعدية، اليابان

الدكتورة روزماري سانغ، معهد كينيا للبحوث الطبية، كينيا

الدكتورة كريستينا شيل، مراكز مكافحة الأمراض والوقاية منها (المركز المتعاون مع منظمة الصحة العالمية للسلامة البيولوجية والأمن البيولوجي)، الولايات المتحدة الأمريكية

السيد أندرو ثومبسون، جامعة أكسفورد، المملكة المتحدة لبريطانيا العظمى وأيرلندا الشمالية

المراجعون – المنظمات/ الرابطات/ الجمعيات/ المكاتب

المراجعون الداخليون – منظمة الصحة العالمية
المكتب الإقليمي لأفريقيا – مامادو هارونا دينغاري، ويحيى علي أحمد، وتيبل تراوري، شيخ عمر كوليبالي، وبيلينداً لويس هيرينغ

المكتب الإقليمي للأمريكتين – جان–مارك غاباستو

المكتب الإقليمي لجنوب شرق آسيا – أبارنا سينغ شاه، وفرانسيس يسوراجان إنباناثان

المكتب الإقليمي لأوروبا – جوانا زويتينغا، وكارولين سارة براون، ويوجين فيكتور ساكسينتوف

المكتب الإقليمي لشرق المتوسط – فرانك كونينغز، وأمل بركات، وأماني غنيم، وهمايون أصغر، إلى جانب طارق السنوري، وهبة عبد الرضا، وريزلين سلكا

المكتب الإقليمي لغرب المحيط الهادئ – فاريا غرابوفاك، وأورلا كونديل، وباكاباك كيتمايون، وكارين نهابيتيان

إدارة مقاومة مضادات الميكروبات بمنظمة الصحة العالمية – كارميم لوسيا بيسوا دا سيلفا

شعبة التأهب للطوارئ بمنظمة الصحة العالمية – جواد المحجور

شبكة مختبرات المُمرِضات المستجدة والخطرة بمنظمة الصحة العالمية – بيير فورمينتي

إدارة سلامة الأغذية والأمراض الحيوانية المصدر والأمراض المنقولة بالأغذية بمنظمة الصحة العالمية – خورخي راؤول ماثيو ألفاريز، وأمينة بن يحيى الشايب، كازواكي مياجيشيما

الشبكة العالمية للإنذار بحدوث الفاشيات ومواجهتها بمنظمة الصحة العالمية – باتريك أنتوني دروري

إدارة التأهب لمواجهة المخاطر المعدية على الصعيد العالمي بمنظمة الصحة العالمية – سيلفي برياند، وتيم نغوين، وماثيو ليم

البرنامج العالمي لمكافحة الإنفلونزا بمنظمة الصحة العالمية – مجدي سمعان، وونكينغ زانغ، وتيري غيل بيسيلار، وساندرا جاكسون

البرنامج العالمي لمكافحة الملاريا بمنظمة الصحة العالمية – أندريا بوزمان، وجين إيه. كننغهام

البرنامج العالمي لمكافحة السل بمنظمة الصحة العالمية – كريستوفر جيلبين، وكارين ويير

إدارة النظم الصحية والابتكار بمنظمة الصحة العالمية – إيفانا كنزيفيتش، وتيكون زو، وهاي–نا كانغ، وفرانسيس غابرييل موسي

إدارة مكافحة الأيدز والعدوى بفيروسه بمنظمة الصحة العالمية، ميغ دوهرتي، ولارا فوينوف، وسيلفيا بيرتانيوليو

إدارة التمنيع واللقاحات والمستحضرات البيولوجية بمنظمة الصحة العالمية – ميك مولدرز، وفاطمة سرحان، وديبا شارما، وفاريا غرابوفاك

شبكات مختبرات منظمة الصحة العالمية – مارك بيركنز، وكارين فون إيجي، وماريا فان كيرخوف

إدارة استئصال شلل الأطفال بمنظمة الصحة العالمية – دافني موفيت، ونيكوليتا كلوديا بريفيساني، وعثمان (ماديانى) ديوب، وهاربال سينغ

إدارة تعزيز مختبرات الصحة العامة بمنظمة الصحة العالمية – فيرجيني دولمازون، وسيلين ماري جوزفين بارناداس، وخوسيه غيرا، وكريستوفر جون أوكسنفورد، وإيفلين تشيغنات ويسن، وليزا لويز كارتر

إدارة التنظيم والاختبار المسبق للصلاحية بمنظمة الصحة العالمية – إيرينا برات، ومارك لانيغان، وأنيتا ساندز،

المخطط الأولي للبحث والتطوير بمنظمة الصحة العالمية – فاسيهاران ساثيامورثي

المراجعون الخارجيون:
الرابطة الأفغانية للسلامة البيولوجية، والجمعية الأفريقية للطب المختبرات، والرابطة الأمريكية للسلامة البيولوجية، والجمعية الأمريكية للميكروبيولوجيا، ولجنة السلامة البيولوجية الأرجنتينية، والرابطة الدولية للسلامة البيولوجية والأمن البيولوجي، ورابطة الأمن البيولوجي في كوت ديفوار، ورابطة بنغلاديش للسلامة البيولوجية والأمن البيولوجي، ورابطة إدارة المخاطر البيولوجية في كينيا، ورابطة السلامة البيولوجية لآسيا الوسطى والقوقاز، وكالة الصحة العامة الكاريبية، ومركز الأمن الصحي العالمي – معهد تشاتام هاوس، والاتحاد الأوروبي، والمركز الأوروبي للوقاية من الأمراض ومكافحتها، والجمعية الأوروبية للميكروبيولوجيا السريرية والأمراض المعدية، ومنظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة، والرابطة الجورجية للسلامة البيولوجية، ومجموعة إجراءات بريفنت ٣ – برنامج العمل من أجل الأمن الصحي العالمي، والجمعية الهلينية للسلامة البيولوجية، والمجلس الهندي للبحوث الطبية، ومعهد التشخيص الوبائي والإحالة الوبائية (المركز المتعاون مع منظمة الصحة العالمية للسلامة البيولوجية في المختبرات)، والوكالة الدولية للطاقة الذرية، وفرق الخبراء الدولية لمنظمي السلامة البيولوجية والأمن البيولوجي، والاتحاد الدولي لرابطات السلامة البيولوجية، والجمعية الدولية للأمراض المعدية، والاتحاد الدولي لجمعيات الميكروبيولوجيا، ورابطة أمريكا اللاتينية للميكروبيولوجيا، والرابطة الماليزية للسلامة البيولوجية والأمن البيولوجي، وأكاديمية مانيبال للتعليم العالي (مؤسسة تميز في حكم جامعة)، والجمعية المكسيكية للسلامة البيولوجية، والجمعية المغربية للسلامة البيولوجية ، والمعاهد الوطنية للصحة، ولجنة التعديل الوراثي الهولندية، والمعهد الوطني الهولندي للصحة العامة والبيئة، والجمعية الباكستانية للسلامة البيولوجية، والشبكة البرتغالية للسلامة البيولوجية في المختبرات، والجمعية الإسبانية للسلامة البيولوجية، وشبكة السلامة البيولوجية السويسرية، ووزارة الصحة والخدمات البشرية الأمريكية، ومراكز مكافحة الأمراض والوقاية منها بالولايات المتحدة (المركز المتعاون مع منظمة الصحة العالمية للسلامة البيولوجية والأمن البيولوجي) – شعبة العوامل المختارة والسموم بمراكز الولايات المتحدة لمكافحة الأمراض والوقاية منها (المركز المتعاون مع منظمة الصحة العالمية للسلامة البيولوجية والأمن البيولوجي) – ومركز الصحة العالمية وعلوم المختبرات، والمنظمة العالمية لصحة الحيوان.

التحرير التقني

السيدة فيونا كورليت

الدعم المالي

تحقق إعداد هذه الوثيقة ونشرها بفضل الدعم المالي المقدَّم من برنامج الشراكات العالمي بوزارة الشؤون العالمية بكندا، وبرنامج مشاركة الأمن البيولوجي بوزارة الخارجية الأمريكية، ووكالة الحد من التهديدات الدفاعية بوزارة الدفاع الأمريكية

بتمويل مشترك من
الاتحاد الأوروبي

مسرد المصطلحات

المخاطر المقبولة: المخاطر التي تُعتبَر مقبولة وتسمح باستمرار العمل مع الأخذ في الاعتبار الفائدة المتوقعة من الأنشطة المخطط لها.

حادثة: واقعة غير مقصودة ينتج عنها ضرر فعلي مثل العدوى أو الاعتلال أو الإصابة بين البشر أو تلوُّث البيئة.

رذاذ: جسيمات سائلة أو صلبة معلقة في الهواء وذات حجم قد يسمح باستنشاقها إلى داخل الجهاز التنفسي السفلي (عادة ما يكون قطرها أقل من ١٠ ميكرومترات).

الانتقال عبر الرذاذ/الهواء: انتشار العدوى الناجم عن استنشاق الرذاذ.

إجراء مولِّد للرذاذ: أي إجراء ينتج عنه بقصد أو من دون قصد تكوين جسيمات سائلة أو صلبة تصبح معلقة في الهواء (رذاذ).

أساليب التطهير: الظروف والتدابير الإجرائية المصممة لمنع التلوث على نحو فعَّال.

العامل البيولوجي: كائن دقيق أو فيروس أو ذيفان بيولوجي أو جسيم أو مادة معدية، بخلاف ذلك، سواء كانت طبيعية أم معدَّلة وراثيًّا، قد تسبب عدوى أو حساسية أو سُميَّة، أو تشكِّل بخلاف ذلك خطرًا على صحة البشر أو الحيوانات أو النباتات.

خزانة السلامة البيولوجية: مساحة عمل مغلقة وجيدة التهوية مصممة لتوفير الحماية للمشِّغل و/أو البيئة المختبرية و/أو مواد العمل للأنشطة التي تنطوي على خطر توليد الرذاذ. ويتحقق الاحتواء من خلال فصل العمل عن المساحة الرئيسية للمختبر و/أو من خلال استخدام آليات لتدفق الهواء الموجَّه يمكن التحكم فيها. ويجري تمرير هواء العادم من خلال مرشح هواء للجسيمات عالي الكفاءة قبل إعادة تدويره في المختبر أو في نظام التدفئة والتهوية وتكييف الهواء في المبنى. وهناك فئات مختلفة (أولى، وثانية، وثالثة) من خزائن السلامة البيولوجية التي توفر مستويات مختلفة من الاحتواء.

السلامة البيولوجية: مبادئ الاحتواء وتقنياته وممارساته التي تُنفَّذ بهدف الوقاية من التعرض غير المقصود للعوامل البيولوجية أو الإطلاق العرضي لها.

لجنة السلامة البيولوجية: لجنة مؤسسية أُنشِئت بهدف الاضطلاع بدور فريق مستقل للمراجعة معني بقضايا السلامة البيولوجية، ويرفع تقاريره إلى الإدارة العليا. ويجب أن تعكس عضوية لجنة السلامة البيولوجية المجالات المهنية المختلفة للمنظمة بالإضافة إلى خبرتها العلمية.

مسؤول السلامة البيولوجية: شخص معيَّن للإشراف على برامج السلامة البيولوجية (وربما الأمن البيولوجي) في المرافق أو المؤسسات. ويمكن أيضًا تسمية الشخص الذي يؤدي هذه الوظيفة مختص السلامة البيولوجية، أو مستشار السلامة البيولوجية، أو مدير السلامة البيولوجية، أو منسق السلامة البيولوجية، أو مستشار إدارة السلامة البيولوجية.

إدارة برامج السلامة البيولوجية: إعداد برامج السلامة البيولوجية وتنفيذها ومراقبتها على مستوى المنظمة باستخدام مجموعة متنوعة من المعلومات التي تشمل السياسات المؤسسية، والوثائق الإرشادية للممارسات والإجراءات، ووثائق التخطيط (التدريب، والتوظيف، والاستجابة للطوارئ/ الحوادث)، وحفظ السجلات (الأفراد، وقوائم الجرد، وإدارة الحوادث).

الأمن البيولوجي: المبادئ والتقنيات والممارسات التي تُنفَّذ لحماية المواد البيولوجية و/أو المعدات والمهارات والبيانات المتعلقة بتناولها، والتحكم فيها وتوخي الشفافية بشأنها. ويهدف الأمن البيولوجي إلى منع الوصول غير المصرح به لتلك المواد أو فقدانها أو سرقتها أو إساءة استخدامها أو تسريبها أو إطلاقها.

المعايرة: إيجاد علاقة بين القياس الذي يوفره الجهاز والقيم المقابلة لمعيار معلوم، وهو ما يسمح بالتصحيح لتحسين مستوى الدقة. فمثلًا، قد تحتاج المعدات المختبرية، مثل الماصات، إلى معايرة دورية لضمان سلامة الأداء.

الإشهاد: شهادة طرف ثالث تستند إلى تقييم منظَّم ووثائق رسمية تؤكد أن نظامًا أو شخصًا أو مُعِدة تتوافق مع متطلبات محددة، مثلًا، لمعيار معين.

مدونة قواعد الممارسة (مدونة قواعد السلوك، مدونة الأخلاقيات): مبادئ توجيهية ذات طابع غير تشريعي للمعايير السلوكية والعملية التي تُقبَل طوعًا بوصفها أفضل ممارسة، ومن ثَم تتبعها منظمة أو أكثر، أو فرد أو أكثر.

قابلية الانتقال: قدرة العامل البيولوجي على الانتقال من شخص أو حيوان إلى آخر، إما عن طريق الانتقال المباشر وإما غير المباشر. وغالبًا ما يرتبط ذلك أو يجري تمثيله بقياس وبائي يُسمى عدد التكاثر الأساسي، وهو متوسط عدد الإصابات الثانوية الناجمة عن فرد مصاب واحد في مجموعة سكانية معرضة تمامًا للإصابة.

عاقبة (لحدث مختبري): نتيجة حدث (التعرض لعامل بيولوجي و/أو إطلاقه) ذي شدة ضرر متفاوتة، يحدث في سياق العمليات المختبرية. وقد تشمل العواقب عدوى مرتبطة بالمختبرات، أو اعتلالًا آخر، أو إصابة جسدية أخرى، أو تلوثًا بيئيًا، أو حَمْل عامل بيولوجي من دون أعراض.

الاحتواء: مزيج من بارامترات التصميم المادي والممارسات التشغيلية التي تحمي الموظفين وبيئة العمل المباشرة والمجتمع من التعرض للعوامل البيولوجية. ويُستخدم مصطلح «الاحتواء البيولوجي» أيضًا في هذا السياق.

المتطلبات الأساسية: مجموعة من المتطلبات الدنيا المحددة في الطبعة الرابعة من دليل السلامة البيولوجية في المختبرات الصادر عن منظمة الصحة العالمية، المستخدمة لوصف مجموعة من تدابير ضبط المخاطر التي تشكِّل أساس السلامة البيولوجية في المختبرات وجزءًا لا يتجزأ منها. وتعكس هذه التدابير المعايير الدولية وأفضل الممارسات الضرورية في مجال السلامة البيولوجية للتعامل الآمن مع العوامل البيولوجية، حتى عندما تكون المخاطر المرتبطة بها صغيرة إلى أدنى حد.

إزالة التلوث: تخفيض العوامل البيولوجية أو غيرها من المواد الخطرة القابلة للنمو على سطح ما أو جسم ما إلى مستوى محدد سلفًا باستخدام وسائل كيميائية و/أو مادية.

المطهرات: عوامل قادرة على التخلص من العوامل البيولوجية القابلة للنمو على الأسطح أو في النفايات السائلة. وسيكون لهذه المواد فعالية متفاوتة بناءً على خصائص المادة الكيميائية وتركيزها وفترة صلاحيتها وزمن تلامسها مع العامل البيولوجي.

التطهير: عمليةٌ الغرض منها إزالة العوامل البيولوجية القابلة للنمو من الأشياء أو الأسطح لزيادة التعامل معها أو استخدامها على نحو آمن.

قطيرات: جسيمات معلَّقة، تُعرَّف عادةً بأن قطرها يزيد على ١٠ ميكرومترات، وتميل إلى السقوط من الهواء، وهو ما يؤدي إلى تلوث الأسطح المجاورة.

العناصر المزدوجة الاستخدام: مواد ومعلومات وتقنيات معينة يُقصد الاستفادة منها، ولكن قد يُساء استخدامها لإحداث ضرر.

الاستجابة للطوارئ/ الأحداث: مجمل السلوكيات والعمليات والإجراءات الواجب اتباعها عند التعامل مع المواقف المفاجئة أو غير المتوقعة، ومنها التعرض للعوامل البيولوجية أو إطلاقها. والهدف من الاستجابة للطوارئ/ الأحداث هو منع وقوع الإصابات أو العدوى، وتقليل الأضرار التي تلحق بالمعدات أو البيئة، والتعجيل باستئناف العمليات العادية.

مرض متوطن: مرض يحدث طبيعيًا في منطقة أو مجموعة سكانية معينة.

الضوابط الهندسية: تدابير ضبط المخاطر التي تأتي مع تصميم المختبرات أو المعدات المختبرية لاحتواء الأخطار. وتُعد خزائن السلامة البيولوجية والعوازل من أشكال الضوابط الهندسية التي يُقصَد منها الحد من مخاطر التعرض للعوامل البيولوجية و/أو الإطلاق غير المقصود لها.

مرض غريب: مرض لا يحدث عادة في إقليم أو منطقة معينة، وغالبًا ما يكون وافدًا من منطقة أخرى. ويمكن أيضًا الإشارة إليه على أنه مرض غير محلي.

التعرض: حدث يلامس أثناءه الفردُ عواملَ بيولوجية أو يكون قريبًا منها، مع احتمال حدوث عدوى أو ضرر. ويمكن أن تشمل طرق التعرض الاستنشاق والابتلاع والإصابة عن طريق الجلد والامتصاص، وعادة ما تعتمد على خصائص العامل البيولوجي، إلا أن بعض طرق العدوى تكون خاصة بالبيئة المختبرية، ولا تُرى عمومًا في المجتمع العام.

الممارسات والإجراءات الميكروبيولوجية الجيدة: مدونة أساسية للممارسات المعمول بها في المختبرات تُطبَّق على جميع أنواع الأنشطة المختبرية التي تستخدم عوامل بيولوجية، وتشتمل على السلوكيات العامة وأساليب التطهير التي ينبغي مراعاتها دائمًا في المختبرات. وتعمل هذه المدونة على حماية موظفي المختبرات والمجتمع من العدوى، ومنع تلوث البيئة، وتوفير الحماية لمواد العمل المستخدمة.

الخطر: شيء أو موقف من المحتمل أن يتسبب في تأثيرات ضارة عندما يتعرض له كائن حي أو نظام أو مجموعة سكانية (فرعية). وفي حالة السلامة البيولوجية في المختبرات، يُعرَّف الخطر على أنه عوامل بيولوجية لديها القدرة على إحداث آثار ضارة على الأفراد و/أو البشر والحيوانات والمجتمع الأوسع والبيئة. ولا يتحول الخطر إلى «مخاطر» حتى يؤخذ بعين الاعتبار كلٌّ من احتمالية حدوث ذلك الخطر المسبب للضرر وعواقبه.

تدابير الضبط المشددة: مجموعة من تدابير ضبط المخاطر على النحو المبيَّن في دليل السلامة البيولوجية في المختبرات الصادر عن منظمة الصحة العالمية، التي قد يلزم تطبيقها على المرافق المختبرية بسبب أن نتيجة تقدير المخاطر تشير إلى أن العوامل البيولوجية المقرر تناولها و/أو الأنشطة المقرر إجراؤها باستخدام تلك العوامل ترتبط بمخاطر لا يمكن خفضها إلى ما دون المخاطر المقبولة عن طريق المتطلبات الأساسية فقط.

التعطيل: التخلص من نشاط العوامل البيولوجية بتدمير أو تثبيط نشاط التكاثر أو نشاط الإنزيم.

حدث: واقعة تنطوي على إمكانية تعرض العاملين في المختبرات لعوامل بيولوجية و/أو إطلاقها في البيئة أو تؤدي إلى حدوث ذلك، وهو ما قد يؤدي أو لا يؤدي إلى ضرر فعلي.

الجرعة المعدية: كمية العامل البيولوجي المطلوبة لإحداث عدوى في العائل، وتُقاس بعدد الكائنات الحية. وغالبًا ما تُعرَّف على أنها ID_{50}، وهي الجرعة التي سوف تسبب العدوى في ٥٠٪ من المعرضين.

المواد المعدية: ينطبق هذا المصطلح، لأغراض النقل، على أي مادة صلبة أو سائلة تحتوي على عوامل بيولوجية قادرة على التسبب في إصابة لأي من البشر أو الحيوانات أو كليهما. ويمكن أن تشتمل المواد المعدية على عينات المرضى، والمزارع البيولوجية، والنفايات الطبية أو السريرية و/أو المنتجات البيولوجية مثل اللقاحات.

المخاطر الأولية: المخاطر المرتبطة بالأنشطة أو الإجراءات المختبرية التي تُجرَى في غياب تدابير ضبط المخاطر.

العدوى المرتبطة بالمختبرات: أية عدوى مكتسبة أو مفترضة بشكل معقول نتيجة التعرض لعامل بيولوجي في سياق الأنشطة المتعلقة بالمختبرات. وقد يؤدي انتقال العدوى من شخص إلى شخص بعد الحدث إلى حالات ثانوية مرتبطة. وتُعرف العدوى المرتبطة بالمختبرات أيضًا بالعدوى المكتسبة من المختبرات.

احتمالية (حدث مختبري): احتمالية وقوع حدث (التعرض لعامل بيولوجي و/أو إطلاقه) في سياق العمل المختبري.

تدابير الاحتواء القصوى: مجموعة من تدابير ضبط المخاطر الشديدة التفصيل والصارمة المبيَّنة في الطبعة الرابعة من دليل السلامة البيولوجية في المختبرات الصادر عن منظمة الصحة العالمية، التي تُعتبر ضرورية أثناء العمل المختبري الذي يشير تقدير المخاطر فيه إلى أن الأنشطة التي يتعين أداؤها تشكِّل مخاطر عالية جدًّا على موظفي المختبرات، و/أو المجتمع الأوسع و/أو البيئة، ومن ثَم، يجب توفير مستوى عالٍ للغاية من الحماية. وهذه التدابير مطلوبة خاصةً لأنماط معينة من التعامل مع العوامل البيولوجية التي قد يكون لها عواقب وخيمة في حالة التعرض لتلك العوامل أو إطلاقها.

الصحة الواحدة: نهج لتصميم وتنفيذ البرامج والسياسات والتشريعات والبحوث التي تتواصل فيها قطاعات متعددة وتعمل معًا لتحقيق حصائل أفضل للصحة العامة. ومن مجالات العمل التي يكون فيها نهج الصحة الواحدة مناسبًا بشكل خاص سلامة الغذاء، ومكافحة الأمراض الحيوانية المصدر، ومكافحة مقاومة المضادات الحيوية.

العامل المُمْرِض: عامل بيولوجي قادر على إحداث مرض في الإنسان أو الحيوان أو النبات.

معدات الحماية الشخصية: المعدات و/أو الملابس التي يرتديها الموظفون لتوفير مانع يحول بينهم وبين العوامل البيولوجية، ومن ثَم، تقليل احتمالية التعرض لها. وتشتمل معدات الحماية الشخصية، على سبيل المثال لا الحصر، على المعاطف المختبرية، والعباءات، والبزات التي تغطي كامل الجسم، والقفازات، والأحذية الواقية، والنظارات الواقية، والكمامات، وأقنعة التنفس.

جهاز الاحتواء الأولي (مُعدَّة): مساحة عمل محصورة مصممة لتوفير الحماية للمشّغل القائم عليها و/أو البيئة المختبرية و/أو مواد العمل للأنشطة التي تنطوي على خطر توليد الرذاذ. وتتحقق الحماية من خلال فصل العمل عن المساحة الرئيسية للمختبر و/أو من خلال استخدام آليات لتدفق الهواء الموجَّه يمكن التحكم فيها. وتشمل أجهزة الاحتواء الأولي خزائن السلامة البيولوجية والعوازل ونظم تهوية العوادم الداخلية ومساحات العمل التي تتوافر بها التهوية.

التوليد: الإجراء الذي ينطوي على الزيادة أو المضاعفة المتعمدة لعدد العوامل البيولوجية.

العلاج الوقائي: علاج يُعطَى للوقاية من العدوى أو للتخفيف من شدة المرض عند حدوث العدوى. ويمكن إعطاؤه قبل التعرض المحتمل أو بعد التعرض قبل ظهور العدوى.

الدعم البديل: نسخ مكررة من النُّظم، أو أجزاء من نظام ما، لتوفير الحماية في حالة تعطُّل النظام الأساسي؛ مثل، توافر سلسلة من مرشحات هواء للجسيمات العالية الكفاءة في حالة تعطُّل واحد منها أو أكثر، عند استخدامها لنقل هواء المختبر إلى البيئة الخارجية.

المخاطر المتبقية: المخاطر التي تبقى بعد تطبيق تدابير ضبط المخاطر المختارة بعناية. وإذا لم تكن المخاطر المتبقية مقبولة، فقد يكون من الضروري تطبيق تدابير إضافية لضبط المخاطر أو وقف النشاط المختبري.

المخاطر: مزيج من احتمالية وقوع حدث وشدة الضرر (عواقبه) في حالة وقوع ذلك الحدث.

تقدير المخاطر: عملية منهجية لجمع المعلومات وتقييم احتمالية وعواقب التعرض لأخطار مكان العمل أو إطلاقها، وتحديد تدابير ضبط المخاطر المناسبة لخفض المخاطر إلى مستوى المخاطر المقبولة.

التواصل بشأن المخاطر: عملية تفاعلية ومنهجية لتبادل المعلومات والآراء بشأن المخاطر تتضمن بشكل شامل جميع الموظفين المعنيين من مختلف الفئات إلى جانب قادة المجتمع والمسؤولين عند الاقتضاء. ويُعد التواصل بشأن المخاطر جزءًا لا يتجزأ ومستمرًا من عملية تقدير المخاطر، ويتطلب فهمًا واضحًا لعملية تقدير المخاطر ونتائجها، ويهدف إلى التنفيذ السليم لتدابير ضبط المخاطر. ويجب أن تكون القرارات المتعلقة بالتواصل بشأن المخاطر، ومنها موضوع القرار والمتأثرون به وسبل تنفيذه، جزءًا من استراتيجية عامة للتواصل بشأن المخاطر.

تدبير ضبط المخاطر: استخدام مزيج من الأدوات، التي تشمل الاتصال والتقدير والتدريب والضوابط المادية والتشغيلية، لخفض مخاطر وقوع حدث ما إلى مستوى المخاطر المقبولة. وستحدد دورة تقدير المخاطر الاستراتيجية التي يجب اتباعها لضبط المخاطر والأنواع المحددة لتدابير ضبط المخاطر المطلوبة لتحقيق ذلك.

تقييم الخطر: جزء من تقدير المخاطر، وفيه تجري الموازنة بين احتمال التعرض لخطر ما مقابل الشدة المحتملة للضرر في ظل مجموعة من الظروف المحددة سلفًا، مثل إجراء مختبري معين. والهدف من تقييم المخاطر هو تحديد ما إذا كانت المخاطر المقدرة مقبولة، أو ما إذا كان ينبغي تنفيذ المزيد من التدابير المستهدفة لضبط المخاطر بهدف منع المخاطر أو الحد منها.

ثقافة السلامة: مجموعة من القيم والمعتقدات وأنماط السلوك التي تُغرس وتُيسَّر في مناخ منفتح وموثوق به من قِبل الأفراد والمنظمات الذين يعملون معًا لدعم أفضل الممارسات للسلامة البيولوجية في المختبرات أو تحسينها، بغض النظر عما إذا كانت منصوصًا عليها في مدونات قواعد الممارسة و/أو الأنظمة المعمول بها.

الأدوات الحادة: أي جهاز أو جسم ينطوي على خطر إحداث ثقب أو جرح بسبب نهاياته أو حوافه المدببة. وفي المختبرات، يمكن أن تشتمل الأدوات الحادة على الإبر أو المحاقن ذات الإبر أو الشفرات أو المشارط أو الزجاج المكسور.

إجراءات التشغيل الموحدة: مجموعة من التعليمات المتدرجة الموثقة جيدًا والمجازة التي تحدد كيفية تنفيذ الممارسات والإجراءات المختبرية بطريقة آمنة وموثوق بها وفي الوقت المناسب، بما يتماشى مع السياسات المؤسسية وأفضل الممارسات والأنظمة الوطنية أو الدولية المعمول بها.

مُعَقَّم: حالة تغيب فيها تمامًا العوامل البيولوجية والأبواغ القابلة للنمو.

التعقيم: عملية قتل/إزالة جميع العوامل البيولوجية، ومنها الأبواغ.

الانتقال: نقل العوامل البيولوجية من أجسام إلى كائنات حية، أو بين الكائنات الحية، بشكل مباشر أو غير مباشر عن طريق الرذاذ، أو القطيرات، أو سوائل الجسم، أو النواقل، أو الغذاء/الماء أو غيرها من الأجسام الملوَّثة.

التحقق من النتائج: التأكد المنهجي والموثَّق من أن المتطلبات المحددة كافية لضمان الحصيلة أو النتائج المرجوة. فمثلًا، لإثبات إزالة التلوث من مادة ما، يجب على موظفي المختبر التحقق من قوة الطريقة المتبعة في إزالة التلوث عن طريق قياس العوامل البيولوجية المتبقية مقابل حد الاكتشاف بواسطة المؤشرات الكيميائية أو المادية أو البيولوجية.

التأكد من تلبية المتطلبات: تأكيد أن عنصرًا معينًا (مُنتَج أو عملية أو نظام) يفي بالمتطلبات المحددة. فمثلًا، يجب التأكد الدوري من أن أداء الأوتوكلاف يفي بالمعايير التي تحددها الشركة المُصنِّعة.

مرض حيواني المصدر: مرض معدٍ ينتقل طبيعيًّا من الحيوانات إلى الإنسان، والعكس صحيح.

تمهيد

نُشرت الطبعة الأولى من دليل السلامة البيولوجية في المختبرات الصادر عن منظمة الصحة العالمية في عام ١٩٨٣. وقد شجع الدليل البلدان على قبول المفاهيم الأساسية في مجال السلامة البيولوجية وتنفيذها، ووضع مدونات وطنية لقواعد الممارسة للتعامل الآمِن مع العوامل البيولوجية المسببة للأمراض في المختبرات داخل حدودها الجغرافية. ومنذ ذلك الحين، استخدمت بلدان عديدة إرشادات الخبراء الواردة في الدليل لإعداد مثل هذه المدونات. ثم نُشِرت الطبعتان الثانية والثالثة من دليل السلامة البيولوجية في المختبرات في عامي ١٩٩٣ و ٢٠٠٤ على التوالي. ومع كل نسخة جديدة، تواصل المنظمة الاضطلاع بمهام القيادة على الصعيد الدولي في مجال السلامة البيولوجية من خلال معالجة القضايا والتقنيات والتحديات الناشئة، وتقديم الإرشادات بشأن أفضل الممارسات.

وقد بيَّنت الإصدارات السابقة من الدليل تصنيف العوامل البيولوجية والمختبرات على أساس فئات الأخطار/ المخاطر ومستويات السلامة البيولوجية/ الاحتواء. وفي حين أن ذلك قد يكون نقطة انطلاق منطقية للتعامل مع العوامل البيولوجية واحتوائها، فقد أدى إلى سوء فهم مفاده أن فئة المخاطر للعامل البيولوجي تتوافق توافقًا مباشرًا مع مستوى السلامة البيولوجية للمختبر. وفي واقع الأمر، لا تتأثر المخاطر الفعلية لسيناريو معين بالعامل البيولوجي الذي يجري التعامل معه فحسب، ولكن أيضًا بالإجراء المُنفَّذ وكفاءة الموظفين بالمختبر المشاركين في النشاط المختبري.

وتستند الطبعة الرابعة من الدليل إلى إطار تقدير المخاطر الذي قدِّمت له الطبعة الثالثة. ويتيح تقدير المخاطر الشامل والمسند بالبيِّنات والشفاف التوازن بين تدابير السلامة والمخاطر الفعلية للتعامل مع العوامل البيولوجية على أساس كل حالة على حدة. وسيمكن ذلك البلدان من تنفيذ سياسات وممارسات مجدية اقتصاديًا ومستدامة بشأن السلامة البيولوجية والأمن البيولوجي في المختبرات، تكون ملائمة لظروف كل بلد منها وأولوياته.

القسم الأول

مقدمة

تُعدُّ أنشطة السلامة البيولوجية والأمن البيولوجي في المختبرات من الركائز الأساسية لحماية القوى العاملة في المختبرات والمجتمع الأوسع من التعرض غير المقصود للعوامل البيولوجية المسببة للأمراض أو إطلاقها. وتُنفَّذ هذه الأنشطة باستخدام إطار لتقدير المخاطر، ومن خلال إرساء ثقافة السلامة اللازمة لضمان مكان عمل آمِن تُطبَّق فيه التدابير المناسبة لخفض احتمالية أي تعرُّض ممكن للعوامل البيولوجية وتقليل شدته. وقد تحسَّن مستوى الوعي والخبرات في مجال السلامة البيولوجية كثيرًا منذ أن أصدرت المنظمة الطبعات السابقة من دليل السلامة البيولوجية في المختبرات *(١–٣)*. وشهدت التقنيات الجديدة، مثل استخدام الأساليب الجزيئية، تقدمًا كبيرًا، وساهمت في تقليل عدد الأنشطة التشخيصية التي تستدعي توليد عوامل بيولوجية عالية العيار.

وأظهرت دراسة استعراضية حديثة لحالات العدوى المرتبطة بالمختبرات أن معظمها نتج عن عوامل بشرية، وليس عن إخفاقات في الضوابط الهندسية *(٤، ٥)*. فمن العوامل التي أدت إلى حالات التعرض المحتملة والمؤكدة للعوامل البيولوجية غياب معدات الحماية الشخصية أو عدم استخدامها استخدامًا سليمًا *(٦، ٧)*، وأنشطة تقدير المخاطر التي لم تكن كافية أو التي جرى تجاهلها *(٨)*، والافتقار إلى إجراءات التشغيل الموحدة *(٩)*، وإصابات الوخز بالإبر *(١٠،١١)* و/أو عدم حصول الموظفين على التدريب الكافي *(١٢)*. ومن ثَم، يمكن القول إن أفضل المختبرات من حيث التصميم ومراعاة الجوانب الهندسية لا يمكن أن يزيد مستواه عن مستوى أقل العاملين به كفاءة.

وتُعد الحاجة إلى تحديث الإرشادات الدولية بشأن السلامة البيولوجية في المختبرات جزءًا من مبادرة أوسع لإضفاء الصبغة العالمية على السلامة البيولوجية، والتأكيد على المبادئ والنُّهُج التي تتوافر للبلدان التي تمتلك طيفًا واسعًا من الموارد المالية والتقنية والتنظيمية. وقد نقَّحت المنظمة اللوائح الصحية الدولية عام ٢٠٠٥ بهدف "مساعدة المجتمع الدولي على منع المخاطر الصحية العامة الحادة التي يمكن أن تعبر الحدود وتهدد الناس في جميع أنحاء العالم والتصدي لهذه المخاطر". وتتطلب هذه اللوائح من جميع الدول الأطراف في المنظمة البالغ عددها ١٩٦ دولة أن تكون مستعدة جيدًا للفاشيات المحتملة والأمراض الجديدة؛ وذلك ما يشمل التشخيص المبكر والتأكيد من قِبَل المختبرات لتسهيل الوقاية من العدوى ومكافحتها. وكذلك، فإن السلامة البيولوجية والأمن البيولوجي أيضًا من المجالات التقنية التي تُقيَّم من خلال إطار الرصد والتقييم في اللوائح الصحية الدولية. ويشير ذلك إلى أن العمليات المختبرية الآمنة والمأمونة مكونات أساسية للامتثال للوائح الصحية الدولية والوقاية من تهديدات الصحة العامة الحادة. وتهدف هذه الطبعة من الدليل إلى توجيه التطورات المستدامة في مجال السلامة البيولوجية، بما في ذلك نظام للمراقبة الوطنية والتدريب وأفضل ممارسات العمل وإطار لتقدير المخاطر من أجل تعزيز ثقافة السلامة المسؤولة التي تبني القدرات القطرية وتحقق الامتثال لمتطلبات اللوائح الصحية الدولية.

١–١ النطاق المقصود

تتبنى الطبعة الرابعة من دليل السلامة البيولوجية في المختبرات الصادر منظمة الصحة العالمية نهجًا قائمًا على المخاطر ومسندًا بالبيّنات للسلامة البيولوجية، وليس نهجًا وصفيًّا، من أجل ضمان أن تكون المرافق المختبرية ومعدات السلامة وممارسات العمل ملائمة محليًّا ومتناسبة ومستدامة. وتولي كذلك تركيزًا لأهمية «ثقافة السلامة» التي تتضمن تقدير المخاطر، والممارسات والإجراءات الميكروبيولوجية الجيدة وإجراءات التشغيل الموحدة، والتدريب الملائم للموظفين، سواء التدريب التمهيدي وتجديد المعلومات والمهارات والتوجيه، والإبلاغ الفوري عن الأحداث والحوادث الذي يتبعه تحقيق مناسب وإجراءات تصحيحية. ويهدف هذا النهج الجديد إلى تسهيل تصميم المختبرات الذي يضمن قدرًا أكبر من الاستدامة مع الحفاظ على الضبط المناسب للسلامة البيولوجية. وبالنسبة للمختبرات البيطرية، فإن هذا النهج القائم على المخاطر يكمِّل معيار إدارة المخاطر البيولوجية في المختبرات البيطرية والمرافق الحيوانية الخاص بالمنظمة العالمية لصحة الحيوان، والذي خضع للتنقيح مؤخرًا *(١٤)*. وتوفر الطبعة الرابعة من الدليل نهجًا للسلامة البيولوجية قائمًا على المخاطر، ومحايدًا تقنيًّا، وفعالًا لقاء التكاليف، مع إرشادات بشأن مدى جدوى العمليات المختبرية حتى في السياقات المحدودة الموارد. ويضع هذا النهج أساسًا للوصول العادل إلى الفحوصات المختبرية السريرية واختبارات الصحة العامة، ويشجع فرص إجراء بحوث الطب الحيوي، التي تكتسب أهمية متزايدة في مكافحة فاشيات الأمراض المعدية، دون المساس بالسلامة.

ويلقي الدليل أيضًا نظرة عامة على الأمن البيولوجي، غير أن تغطية هذا الموضوع تفصيلًا وردت في وثيقة إرشادية أخرى صادرة عن منظمة الصحة العالمية (١٥). ولا يتناول الدليل المُمْرِضات في الحيوانات إلا إذا كانت حيوانية المصدر. وفيما يتعلق بالمُمْرِضات في الحيوانات، ينبغي الإشارة إلى معيار المنظمة العالمية لصحة الحيوان لإدارة المخاطر البيولوجية في المختبرات البيطرية والمرافق الحيوانية (١٤).

وتقدم هذه الوثيقة إرشادات خاصة للأفراد الذين يتعاملون مع العوامل البيولوجية، أو يعملون في المرافق التي قد يتعرض الموظفون فيها لمواد يحتمل أن تكون معدية، وتشكل خطرًا على صحة الإنسان. ويمكن الاستعانة بها في نشر ثقافة السلامة في الممارسات والإجراءات المختبرية اليومية. وستكون الوثيقة ذات قيمة للقائمين على بناء المرافق المختبرية أو تجديدها وللبلدان التي هي بصدد وضع أو تنفيذ برامج للسلامة البيولوجية وأطر لمراقبة السلامة البيولوجية على المستوى الوطني.

وفي حين أن النطاق الأساسي لهذا الدليل هو السلامة البيولوجية في المختبرات فيما يتصل بتناول العوامل البيولوجية والمواد التي تشكل تهديدًا على صحة الإنسان وإدارتها واحتوائها، فمن المهم ملاحظة أن عوامل الخطر المتعلقة بالصحة والسلامة التي (١) ترتبط بالعوامل البيولوجية والمواد الخطرة على النباتات والحيوانات و/أو البيئة، (٢) ولا ترتبط بالعوامل والمواد البيولوجية، يجب أيضًا تقييمها نظرًا لأن مثل هذه الأخطار موجودة أيضًا في بيئة مختبرية. ويمكن أيضًا تطبيق نهج السلامة البيولوجية والأمن البيولوجي القائم على المخاطر والمسند بالبيّنات بشأن العوامل والمواد البيولوجية، المبين في الطبعة الرابعة من دليل السلامة البيولوجية في المختبرات، على إدارة المخاطر المرتبطة بالأخطار غير البيولوجية مثل المواد الكيميائية، والأخطار المادية، والظروف الضارة المتعلقة بالراحة، والمواد المسببة للحساسية، ومجموعة واسعة من العوامل النفسية والاجتماعية (مثل، الإجهاد المرتبط بالعمل)، وكذلك المخاطر البيولوجية التي تشكل تهديدًا فعليًّا أو محتملًا على صحة الحيوان أو البيئة، مثل الناقلات من المفصليات التي تحتوي على محركات الجينات للتعقيم أو حيوانات المختبرات المعدلة وراثيًّا ذات قابلية التعرض المتزايدة للعوامل البيولوجية المتوطنة أو المنتشرة).

ومثل هذا التطبيق الواسع للإرشادات الموضحة في الطبعة الرابعة يُسهِّل اتباع نهج شامل ومتكامل للسلامة البيولوجية في المختبرات والأمن البيولوجي ويعزز الاستخدام المسؤول للعوامل والمواد البيولوجية في المختبرات. ويجب الرجوع إلى وثائق الإرشادات وأفضل الممارسات الدولية للحصول على معلومات إضافية في هذه المجالات (١٦).

١-٢ كيفية استخدام دليل السلامة البيولوجية في المختبرات

ينبغي أن يكون هذا الدليل مكمِّلًا لأي آليات تنظيم ومراقبة وطنية قد تتوافر، وأن يُستخدَم لتقدير المخاطر وضبطها ومراجعتها على المستوى المحلي. ولذلك، تغطي الوثيقة المجالات التالية:

- تقدير المخاطر وضبطها ومراجعتها؛
- المتطلبات الأساسية للسلامة البيولوجية؛
- خيارات تدابير الضبط المشددة؛
- إجراءات الاحتواء القصوى للعمليات العالية المخاطر؛
- نقل المواد المعدية وتوصيلها؛
- إدارة برامج السلامة البيولوجية؛
- الأمن البيولوجي في المختبرات؛
- المراقبة الوطنية والدولية للسلامة البيولوجية.

وقد أُعِدت دراسات إفرادية لتوفير معلومات أكثر تفصيلًا، والمساعدة في تنفيذ النظم والاستراتيجيات المتعلقة بالموضوعات المتخصصة. ومن المتوقع قراءة هذه الوثيقة الأساسية أولًا، ثم الرجوع إلى الدراسات الإفرادية عند الحاجة إلى مزيد من المعلومات التفصيلية. وتشمل الدراسات الإفرادية ما يأتي:

- إدارة برامج السلامة البيولوجية *(١٧)*؛
- تقدير المخاطر *(١٨)*؛
- خزائن السلامة البيولوجية وأجهزة الاحتواء الأولي الأخرى *(١٩)*؛
- معدات الحماية الشخصية *(٢٠)*؛
- تصميم المختبرات وصيانتها *(٢١)*؛
- إزالة التلوث وإدارة النفايات *(٢٢)*؛
- التأهب للفاشيات والقدرة على الصمود *(٢٣)*.

القسم الثاني

تقدير المخاطر

تسترشد عملية ضبط المخاطر البيولوجية، كما يتضح من الأقسام اللاحقة، بإجراء تقدير للمخاطر سواء على المستوى الوطني أو على مستوى المؤسسة. وتقدير المخاطر هو المصطلح المستخدم لوصف العملية المتدرجة التي يجري فيها تقييم المخاطر الناشئة عن التعامل مع أحد الأخطار، واستخدام المعلومات الناتجة لتحديد هل يمكن تطبيق تدابير ضبط المخاطر لخفض تلك المخاطر إلى مستوى المخاطر المقبولة. والمخاطر هي مزيج من احتمالية أن يتسبب الخطر في ضرر وشدة الضرر الذي قد ينشأ عن الاحتكاك بأحد هذه الأخطار.

وفي حالة السلامة البيولوجية في المختبرات، فإن الأخطار عبارة عن عوامل بيولوجية تمنحها خصائصها المسببة للأمراض إمكانية التسبب في ضرر للإنسان أو الحيوانات في حالة تعرضها لهذه العوامل. ويمكن أن يتنوع الضرر الناجم عن التعرض للعوامل البيولوجية في طبيعته، ويمكن أن يتراوح من عدوى أو إصابة إلى مرض أو فاشية بين مجموعات سكانية كبيرة (انظر المربع ٢-١).

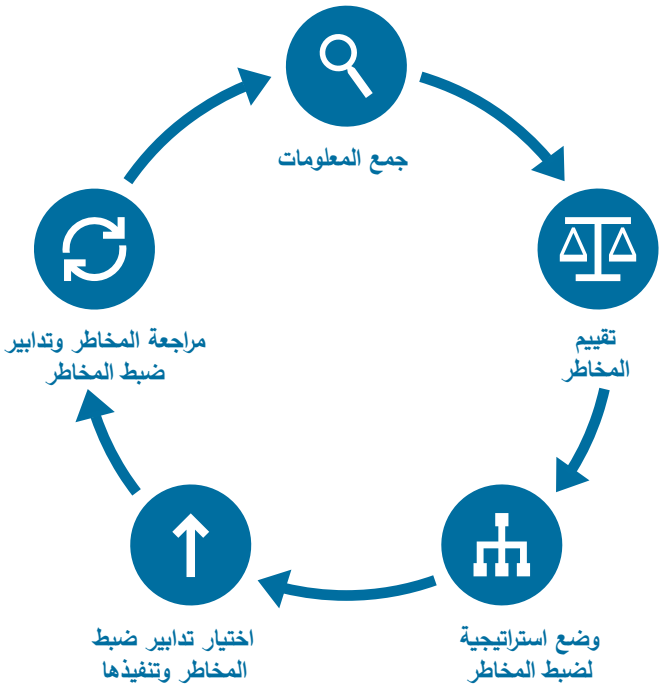
المربع ٢-١: احتمالية السلامة البيولوجية في المختبر وعواقبها

يشير مصطلح الاحتمالية، في سياق السلامة البيولوجية في المختبرات، إلى احتمال التعرض و/أو الإطلاق إلى خارج المختبر. بينما تشير العواقب إلى شدة النتيجة التي يسببها التعرض، إن حدث. ويمكن أن يشتمل ذلك على العدوى المرتبطة بالمختبرات، وحمل العدوى من دون أعراض، والتلوث البيئي، وانتشار المرض عبر المجتمع المحيط أو مرض أو إصابة أخرى.

ولهذا السبب، يجب مراعاة العوامل التي تساهم في حدوث العدوى، مثل طرق الانتقال والجرعة المعدية وقابلية الانتقال، من حيث عواقب التعرض أو الإطلاق.

ومن المهم ملاحظة أن الأخطار وحدها لا تُشكِّل مخاطر على الإنسان أو الحيوان. فمثلًا، لا تُشكِّل قنينة الدم التي تحتوي على عامل بيولوجي مثل فيروس إيبولا خطرًا على موظفي المختبر حتى يلمسوا الدم الموجود داخل القارورة. ولذلك، لا يمكن تحديد المخاطر الحقيقية المرتبطة بأحد العوامل البيولوجية من خلال تحديد خصائصه المسببة للأمراض فقط، بل ينبغي أيضًا مراعاة طبيعة الإجراءات التي سوف تُتبَّع مع العامل البيولوجي، والبيئة التي سوف تُنفَّذ فيها هذه الإجراءات. وأي مرفق يتعامل مع العوامل البيولوجية عليه التزام تجاه الموظفين وتجاه المجتمع لكي يجري تقديرًا للمخاطر بشأن العمل الذي سينفذه الموظفون، واختيار وتطبيق تدابير مناسبة لضبط المخاطر من أجل خفض تلك المخاطر إلى مستوى المخاطر المقبولة. ويتمثل الغرض من تقدير المخاطر في جمع المعلومات وتقييمها واستخدامها لتوجيه وبيان الأسباب وراء تنفيذ العمليات والإجراءات والتقنيات من أجل ضبط المخاطر الحالية. ويسهم تحليل هذه المعلومات في تمكين موظفي المختبرات، إذ يمنحهم فهمًا أعمق للمخاطر البيولوجية وطرق تأثيرها عليهم. فهو يساعد على إيجاد قيم وأنماط سلوك وتصورات مشتركة لأهمية السلامة، ويزيد احتمالات أداء موظفي المختبرات لعملهم بأمان، ويحافظ على ثقافة السلامة في المختبرات.

ويجب إجراء تقديرات المخاطر دائمًا بطريقة موحدة ومنهجية لضمان إمكانية تكرارها ومقارنتها في السياق نفسه. ولهذا السبب، يقدِّم العديد من المنظمات نماذج تقدير المخاطر أو القوائم المرجعية أو الاستبيانات التي توفر نهجًا متدرجًا للتعرف على المخاطر المرتبطة بالأخطار الحالية، وتقييمها وتحديدها، قبل استخدام هذه المعلومات للوقوف على تدابير ضبط المخاطر المناسبة (٢٤، ٢٥). وتُشكِّل الخطوات المختلفة لعملية تقدير المخاطر مجتمعةً إطارًا لتقدير المخاطر (الشكل ٢-١).



الشكل ٢-١: إطار تقدير المخاطر

ويوضح الشكل ٢-١ الخطوات المتضمنة في إطار تقدير المخاطر، بينما يلقي الجدول ٢-١ نظرة عامة على الاعتبارات الرئيسية التي تنطبق خلال كل خطوة في الدورة. ومن المهم ملاحظة أن العوامل جميعها لن تؤثر على المخاطر بالطريقة نفسها، ولكن يجب مراعاة كل منها بعناية. وعند إجراء تقدير للمخاطر، يجب تذُّكر أن المخاطر لا تعتمد على قدرة العامل البيولوجي وحده على التسبب في الأمراض، ولكن على احتمالية وقوع حدث وعواقبه، أي مخاطر التعرض للعامل البيولوجي و/أو إطلاقه أثناء العمليات المختبرية.

الجدول ٢-١: الاعتبارات الرئيسية في إطار تقدير المخاطر

الخطوة	أهم الاعتبارات
١- جمع المعلومات (تحديد الأخطار)	▪ ما العوامل البيولوجية التي سيجري التعامل معها؟ وما خصائصها المسببة للأمراض؟ ▪ ما نوع العمل و/أو الإجراءات المختبرية التي سوف تُنفَّذ؟ ▪ ما نوع (أنواع) المعدات التي سوف تُستخدَم؟ ▪ ما نوع المرفق المختبري المتاح؟ ▪ ما العوامل البشرية الموجودة (مثلًا، ما مستوى كفاءة الموظفين)؟ ▪ ما العوامل الأخرى الموجودة التي قد تؤثر على العمليات المختبرية (مثلًا، القانونية، والثقافية، والاجتماعية الاقتصادية، والتصور العام)؟
٢- تقييم المخاطر	▪ كيف يمكن أن يحدث التعرض و/أو الإطلاق؟ ▪ ما احتمالية حدوث تعرض و/أو إطلاق؟ ▪ أي معلومات يجري جمعها تؤثر أكبر تأثير على الاحتمالية؟ ▪ ما عواقب التعرض و/أو الإطلاق؟ ▪ ما المعلومات/العوامل التي لها أكبر تأثير على العواقب؟ ▪ ما المخاطر الأولية الإجمالية للأنشطة؟ ▪ ما المخاطر المقبولة؟ ▪ ما المخاطر غير المقبولة؟ ▪ هل يمكن ضبط المخاطر غير المقبولة، أم لا ينبغي مواصلة العمل مطلقًا؟
٣- وضع استراتيجية لضبط المخاطر	▪ ما الموارد المتاحة لتدابير ضبط المخاطر؟ ▪ ما استراتيجيات ضبط المخاطر الأكثر قابلية للتطبيق على الموارد المتاحة؟ ▪ هل الموارد كافية لاستحداث تدابير ضبط المخاطر والحفاظ عليها؟ ▪ هل استراتيجيات الضبط المقترحة فعّالة ومستدامة ويمكن تحقيقها في السياق المحلي؟
٤- اختيار تدابير ضبط المخاطر وتنفيذها	▪ هل هناك أي لوائح وطنية/ دولية تشترط وجود تدابير محددة لضبط المخاطر؟ ▪ ما تدابير ضبط المخاطر المتوفرة محليًّا والمستدامة؟ ▪ هل تدابير ضبط المخاطر المتاحة تتسم بالكفاءة الكافية، أم ينبغي استخدام تدابير ضبط مخاطر متعددة معًا لتعزيز الفعالية؟ ▪ هل تدابير ضبط المخاطر المختارة تتماشى مع استراتيجية ضبط المخاطر؟ ▪ ما المخاطر المتبقية بعد تطبيق تدابير ضبط المخاطر؟ وهل هي مقبولة الآن؟ ▪ هل هناك حاجة لموارد إضافية؟ وهل هذه الموارد الإضافية متاحة لتنفيذ تدابير ضبط المخاطر؟ ▪ هل تمتثل تدابير ضبط المخاطر المختارة إلى اللوائح الوطنية/ الدولية؟ ▪ هل مُنِحت الموافقة على تنفيذ العمل؟ ▪ هل أُبلِغ الموظفون المعنيون باستراتيجيات ضبط المخاطر؟ ▪ هل أُدرِجت العناصر الضرورية في الميزانية واشتُريت؟ ▪ هل هناك إجراءات للتشغيل والصيانة؟ ▪ هل حصل الموظفون على التدريب المناسب؟
٥- مراجعة المخاطر وتدابير ضبط المخاطر	▪ هل طرأت أي تغييرات على الأنشطة أو العوامل البيولوجية أو الموظفين أو المعدات أو المرافق؟ ▪ هل تتوافر أي معارف جديدة عن العوامل البيولوجية و/أو العمليات المستخدمة؟ ▪ هل هناك أي دروس مستفادة من تقارير الحوادث والتحقيقات التي قد تشتمل على تحسينات يتعين إدخالها؟ ▪ هل استُحدِثت دورة مراجعة دورية؟

وتجدر الإشارة إلى أن المختبرات في جميع أنحاء العالم قد تواجه تحديات فريدة، من شأنها أن تؤثر على كيفية تنفيذ أجزاء مختلفة من إطار تقدير المخاطر. ومن هذه التحديات: مستوى الموارد المؤسسية والمالية المتاحة لإدارة المخاطر البيولوجية؛ وعدم وجود مصدر كهربائي موثوق به؛ وعدم ملاءمة البنية التحتية للمرافق؛ وسوء حالة الطقس؛ ونقص الموظفين في المختبرات؛ وعدم حصول الموظفين على تدريبات. وعلاوة على ذلك، قد تؤثر حالة الأطر التنظيمية الوطنية على طريقة تحديد المخاطر وضبطها عند مستوى أعلى من إدارة المختبر، وينبغي أن يكون الامتثال لأي لوائح موضع تركيز أساسي. ولهذه الأسباب، قد تختلف نتائج تقدير المخاطر وتدابير ضبط المخاطر المنفذة اختلافًا كبيرًا من مختبر إلى آخر، ومن مؤسسة إلى أخرى، ومن منطقة إلى أخرى ومن بلد إلى آخر.

وتبيّن الأقسام الفرعية الآتية بمزيد من التفصيل الأنشطة المنفَّذة في كل خطوة من خطوات إطار تقدير المخاطر. وتقدِّم لمحة عامة عن أهم مكونات تقدير المخاطر وأهم الاعتبارات لتنفيذها. ويمكن الحصول على مزيد من المعلومات التفصيلية عن الاعتبارات الإضافية والنماذج ذات الصلة في الدراسة الإفرادية: تقدير المخاطر *(١٨)*.

٢–١ جمع المعلومات

يجب على القائمين على إجراء تقدير المخاطر أن يجمعوا ويراعوا طيفًا واسعًا من المعلومات، حتى يتسنى تقييم المخاطر بدقة، والاختيار المناسب لتدابير ضبط المخاطر اللازمة لخفض المخاطر إلى مستوى المخاطر المقبولة في المختبر. وتتجاوز هذه المعلومات مجرد التعرف على الأخطار –العوامل البيولوجية المستخدمة– وتأخذ في الاعتبار المواقف الإجرائية والسياقية التي تساهم في المخاطر الإجمالية *(٢٦)*. ويجب أن تتضمن المعلومات الأساسية التي سوف تُجمَع ما يأتي، على سبيل المثال:

- الأنشطة المختبرية المخطط لها (مثل: الإجراءات، والمعدات، والعمل على الحيوانات، والصوتنة، وتوليد الرذاذ، والطرد المركزي)؛
- كفاءة الموظفين الذين يؤدون العمل؛
- تركيز وحجم العامل البيولوجي والمواد التي يحتمل أن تكون معدية المقرر التعامل معها؛
- طرق الانتقال المحتملة؛
- الجرعة المعدية من العامل البيولوجي؛
- قابلية العامل البيولوجي للانتقال؛
- شدة العدوى بالعامل البيولوجي؛
- التوافر المحلي للعلاج الوقائي الفعال أو التدخلات العلاجية؛
- استقرار العامل البيولوجي في المختبر والبيئة الخارجية؛
- حساسية الموظفين في المختبرات (مثل: الأفراد المعرضين للخطر)؛
- مجموعة عوائل العامل البيولوجي (أي يحتمل أن تكون حيوانية المصدر)؛
- توطن العامل البيولوجي بين السكان المحليين؛
- معدل تكرار أعطال المعدات والمباني (مثل: الكهرباء، والبنية التحتية للمباني، والنظم).

وتسهم جميع المعلومات المذكورة آنفًا مجتمعةً في إجراء تقييم أوسع نطاقًا ومتعدد العوامل للمخاطر التي قد تكون في المختبر. وتُعد المعلومات عن كل هذه العوامل ضرورية، نظرًا لأن المجموعات المختلفة من العوامل والأنشطة البيولوجية قد تشكل مخاطر أكبر في بعض المواقف أكثر من غيرها. فعلى سبيل المثال، قد يكون استنبات عاملٍ بيولوجي، بجرعة معدية منخفضة، قادرٍ على الانتقال عن طريق الرذاذ، أكثرَ خطورة من استنبات عامل بيولوجي آخر، بجرعة معدية عالية، غير قادر على الانتقال إلا عن طريق الفم، أو أن إجراء بحث على عامل بيولوجي غير منتشر في المجتمع المحلي سيشكل مخاطر أكبر من أداء العمل في منطقة يتوطن فيها المرض.

ومن المهم تذكُّر أن جمع المعلومات يجب أن يشمل أيضًا تحديد سمات بيئة المختبر، مثل حالة المبنى ومساحات المختبر التي سيُنفَّذ فيها العمل. ويمكن أن تساهم البنايات التي لا تخضع للصيانة المناسبة في زيادة المخاطر من خلال زيادة احتمالية حدوث انقطاعات أو أعطال في بعض الخصائص من قبيل التخلص من النفايات أو نظم التهوية. فالتشققات في الأرضيات وأسطح المناضد تجعل من عملية تطهير أسطح المختبر أمرًا صعبًا، ويمكن أن تساهم في حالات الانزلاق، والتعثر، والسقوط، وسقوط العناصر المحتوية على عوامل بيولوجية.

وأخيرًا، يجب أيضًا مراعاة المعلومات المتعلقة بالعوامل البشرية، لأن كفاءة موظفي المختبرات وقدرتهم على اتباع ممارسات وإجراءات السلامة البيولوجية المعمول بها (خصوصًا الممارسات والإجراءات الميكروبيولوجية الجيدة) من المحتمل أن يكون لها التأثير الأكبر على احتمالية وقوع الحوادث. وحتى أفضل المرافق المصممة والمبينة أو أكثر المعدات تعقيدًا لا يمكنها أن تمنح الأمان لمستخدمها إلا إذا كان قادرًا على تشغيلها بشكل سليم من خلال التدريب المناسب وممارسات الكفاءة.

٢-١-١ معلومات عن عوامل بيولوجية جديدة أو غير معروفة

عند استخدام عوامل بيولوجية جديدة أو عند وجود عينات لا تُعرَف بياناتها التفصيلية، فقد تكون المعلومات المتاحة غير كافية للتمكن من إجراء تقدير شامل للمخاطر. وينطبق ذلك على العينات السريرية التي تُجمَع ميدانيًا أثناء إجراء أعمال التقصي المحتملة حول الفاشية. ويكون من المنطقي، في مثل هذه الحالات، اتباع نهج حذر للتعامل مع العينات وتناول جميع المواد على أنها قد تكون معدية. ويمكن الحصول على مزيد من المعلومات عن السلامة البيولوجية في حالات الفاشيات الدراسة الإفرادية: التأهب للفاشيات والقدرة على الصمود (٢٣).

وينبغي طلب معلومات معينة، حيثما أمكن، للمساعدة في تحديد المخاطر المرتبطة بتناول مثل هذه العينات، ومنها:

- البيانات الطبية للمريض الذي أخذت منه العينة،
- البيانات الوبائية (بيانات شدة المرض والوفيات، وطريقة الانتقال المشتبه فيها، وبيانات تقصي الفاشيات الأخرى)،
- معلومات عن الأصل الجغرافي للعينة.

وفي حالة تفشي مرض مجهول الأسباب، يمكن للسلطات الوطنية المختصة و/أو منظمة الصحة العالمية إصدار إرشادات مناسبة مخصصة ونشرها لبيان كيفية التعامل مع العينات بأمان. وقد يشمل ذلك كيفية تحضير العينات للشحن، وكذلك تدابير ضبط المخاطر المحددة التي ينبغي تنفيذها.

٢-٢ تقييم المخاطر

بعد جمع كل المعلومات المتاحة عن ظروف العمل الذي سيجري تنفيذه، من الضروري استخدام تلك المعلومات لتحديد أي مخاطر موجودة وتقييمها. والهدف من خطوة تقييم المخاطر هو:

- تحديد احتمالية حدوث التعرض لعامل بيولوجي و/أو إطلاقه، وشدة العواقب المترتبة على مثل هذا الحدث؛
- الوقوف على كيفية مساهمة الاحتمالية والعواقب في المخاطرة الأولية للعمل المقرر أداؤه؛
- الوصول إلى قرار، بناءً على المعلومات التي تُجمَع عن تقدير المخاطر، بشأن ما إذا كانت هذه المخاطر مقبولة أم لا؛ ويجب بيان أسباب هذا القرار وتوثيقه توثيقًا كاملًا.

وإذا كانت المخاطر الخاضعة للتقييم غير مقبولة، فيجب أن ينتقل القائمون على إجراء تقدير المخاطر إلى الخطوة الثالثة من إطار تقدير المخاطر ووضع استراتيجية مناسبة لضبط المخاطر، ما لم يتقرر عدم تنفيذ العمل على الإطلاق. وتلخص الأقسام الفرعية التالية الاعتبارات الأساسية المطلوبة خلال خطوة تقييم المخاطر.

٢-٢-١ تحديد الاحتمالية والعواقب

يجب أن يتضمن تقييم المعلومات المجمَّعة أولًا تحديد احتمالية التعرض لعامل بيولوجي و/أو إطلاقه وشدة العواقب المرتبطة به. وهذه العوامل، عند النظر إليها مجتمعةً، هي التي ستحدد في النهاية المخاطر الكلية أو الأولية للموقف الذي تُجمَع المعلومات من أجله. ويتبين هذا من المربع ٢-٢.

وتبيّن الجداول من ٢-٢ إلى ٢-٤ أمثلة على العوامل التي يمكن أن تزيد احتماليةَ التعرض للعوامل البيولوجية و/أو إطلاقها أثناء العمل في المختبر و/أو تفاقِم العواقبَ المرتبطة بها.

المربع ٢-٢: مثال على مدى تأثير الاحتمالية والعواقب على المخاطر

دخان السجائر خطر شائع. وسوف تختلف احتمالية التعرض لدخان السجائر تبعًا للموقف؛ إذ سيكون التعرض أكبر للفرد الذي يدخن سيجارة، ومتوسط لأولئك الذين يتعرضون للدخان غير المباشر، وأقل لشخص يحمي جهازه التنفسي أو في المناطق الخالية من التدخين.

وستتراوح عواقب التعرض لدخان السجائر من غثيان خفيف وتهيج للجهاز التنفسي إلى أمراض قلبية ورئوية مختلفة إلى السرطان وحتى الوفاة، اعتمادًا على مدى سُميَّة السجائر وتواتر التعرض ومدته وعوامل أخرى متعلقة بقابلية الإنسان للإصابة.

ويجب مراعاة كل من الاحتمالية والعواقب عند تقييم المخاطر المرتبطة بدخان السجائر. ويوضح هذا المثال أيضًا كيفية تقييم الأفراد للمخاطر وقبولهم لها بمستويات مختلفة، مع مراعاة مدى انتشار التدخين على الرغم من العواقب السلبية المحتملة. ويوضح هذا القسم عمليةَ تقديرٍ للمخاطر مماثلةً للتعامل مع العوامل البيولوجية في المختبر وقياس الاحتمالية والعواقب.

وترتبط الجرعة المعدية المنخفضة بعواقب أكبر للتعرض نظرًا لصغر كمية العامل البيولوجي اللازمة لإحداث عدوى مرتبطة بالمختبر. ومع ذلك، فإن الجرعة المعدية المنخفضة لا تؤثر على احتمالية حدوث التعرض؛ فهذا يعتمد على العوامل المرتبطة بالعمل (الجدول ٢–٢).

الجدول ٢–٢: العوامل التي تؤثر على احتمالية وقوع حدث

العوامل المرتبطة بارتفاع احتمالية وقوع الحوادث	الأساس المنطقي
الأنشطة المختبرية المرتبطة بتوليد الرذاذ (مثل: الصوتنة، والتجنيس، والطرد المركزي)	عند توليد الرذاذ بهذه الطرق، تزداد احتمالية التعرض من خلال الاستنشاق، وكذلك احتمالية إطلاق هذا الرذاذ في البيئة المحيطة، حيث قد تلوث أسطح المختبر وتنتشر أيضًا في المجتمع.
الأنشطة المختبرية المرتبطة بمواد الأدوات الحادة	عندما تتضمن الأنشطة العمل باستخدام أدوات حادة، تزداد احتمالية التعرض عبر الجلد لعامل بيولوجي من خلال جرح وخزي.
انخفاض كفاءة الموظفين الذين يؤدون العمل	يمكن أن يؤدي انخفاض كفاءة الموظفين في العمليات والإجراءات المختبرية، متمثلًا في نقص الخبرة أو عدم الفهم أو عدم الامتثال لإجراءات التشغيل الموحدة والممارسات والإجراءات الميكروبيولوجية الجيدة، إلى أخطاء في أداء العمل، وهو الأمر الذي قد يؤدي إلى التعرض لعامل بيولوجي و/أو إطلاقه. ويجب تدريب عمال التنظيف والصيانة قبل بدء عمل يُنفَّذ على مقربة من عامل بيولوجي.
العوامل البيولوجية ذات الاستقرار البيئي العالي	قد تصبح العوامل البيولوجية التي ترسبت على أسطح المختبر (مثل: التلوث الناجم عن تقنية رديئة سمحت بترسيب الرذاذ أو القطرات بعد الإطلاق) مصدًّا للتعرض غير المقصود ما دامت مستقرة في البيئة، حتى لو لم يكن من الممكن رؤية التلوث.
عدم كفاية أو ضعف توافر الطاقة الكهربائية، وتداعي المرافق المختبرية ونظم البناء، وتعطُّل المعدات، والأضرار الناجمة عن الأحوال الجوية القاسية المتكررة، ودخول الحشرات والقوارض إلى المختبر.	قد تؤدي كل هذه العوامل إلى مخالفات جزئية أو إخفاق كامل لنظم الاحتواء البيولوجي المصممة لخفض احتمالية التعرض للعوامل البيولوجية و/أو إطلاقها.

الجدول ٢–٣: العوامل المؤثرة على عواقب حدث ما في حالة وقوعها

العوامل المرتبطة بالعواقب الكبرى في حالة وقوع حدث	الأساس المنطقي
الجرعة المعدية المنخفضة	لكي تحدث العدوى لدى شخص معرَّض، يجب وجود كمية معينة (حجمًا وتركيزًا) من العامل البيولوجي. وحتى وجود كمية صغيرة من العامل البيولوجي يمكن أن يؤدي إلى عواقب وخيمة، مثل عدوى مرتبطة بالمختبرات. وعلاوة على ذلك، قد يؤدي التعرض لكميات أكبر من هذا العامل (أكبر من الجرعة المعدية) إلى أعراض أشد للعدوى.
قابلية الانتقال العالية	حتى التعرض الفردي (الذي يسبب حمل العدوى أو الإصابة بعدوى مرتبطة بالمختبرات) يمكن أن ينتشر بسرعة من الموظفين أو الأدوات في المختبرات إلى العديد من الأفراد.
زيادة شدة العدوى والوفيات	من المرجح أن تتسبب العدوى المرتبطة بالمختبرات بعد التعرض في إصابة الموظفين بالوهن أو فقدان نوعية الحياة أو الوفاة.
محدودية توافر العلاج الوقائي الفعَّال أو التدخلات العلاجية	لا يمكن منع أعراض أو حصائل العدوى المرتبطة بالمختبرات أو تقليلها أو القضاء عليها بشكل فعال من خلال التدخل الطبي. وقد يشمل ذلك أيضًا المواقف التي لا يتوفر فيها التدخل الطبي، أو تكون قدرة الاستجابة الطارئة محدودة.
ارتفاع عدد السكان المعرضين للإصابة (ومنهم موظفو المختبرات المعرضون لمخاطر متزايدة)	كلما اتسعت المجموعة السكانية المعرضة للإصابة، زاد احتمال الانتشار السريع للعدوى المرتبطة بالمختبرات وإصابة أعداد أكبر من الناس.
عدم التوطن (مثل الأمراض الغريبة)	عندما لا يكون العامل البيولوجي متوطنًا في المجموعة السكانية المحيطة، فمن المرجح أكثر أن يكون السكان عرضة للعامل، وهو ما يؤدي إلى زيادة احتمالية انتشار العدوى المرتبطة بالمختبرات في المجتمع.

الجدول ٢–٤: العوامل المرتبطة بكل من الاحتمالية العالية والعواقب الكبرى لحدث محتمل

العوامل المرتبطة بكل من الاحتمالية العالية والعواقب الأكبر لحدث محتمل – احتمالية أعلى وعواقب أكبر	الأساس المنطقي
ارتفاع تركيز أو حجم العامل البيولوجي	كلما زاد العامل البيولوجي الموجود في المادة التي يجري التعامل معها، زادت الجسيمات المعدية المتاحة للتعرض، وزادت احتمالية احتواء حجم التعرض للجرعة المعدية من هذا العامل. وعلاوة على ذلك، قد يؤدي التعرض لتركيز أعلى من العامل إلى عدوى أو مرض أو إصابة أكثر شدة.
طريقة الانتقال عبر الهواء	قد تكون العوامل البيولوجية المنقولة عبر الهواء قادرة على الانتقال عبر الهواء من خلال الرذاذ فتراتٍ طويلةً، ويمكن أن تنتشر على نطاق واسع في بيئة المختبر، وهو ما يزيد من احتمالية تعرُّض الأفراد للعامل البيولوجي. وعلاوة على ذلك، فبعد حدث التعرض، يمكن استنشاق العوامل البيولوجية المتحولة إلى رذاذ وترسبها على الغشاء المخاطي في الجهاز التنفسي للفرد المعرض، وهو ما قد يؤدي إلى عدوى مرتبطة بالمختبرات.

٢-٢-٢ تحديد المخاطر الأولية

يجب بعد ذلك استخدام المعلومات المجمَّعة لتحديد مقدار المخاطر التي يمثلها موقف معين (مثل: مدى الاحتمالية ومدى الشدة). ويوضح الجدول ٢-٥ مصفوفة تقدير المخاطر التي تقدم مثالاً مبسطًا لكيفية تقييم العلاقة بين الاحتمالية والعواقب من أجل تحديد المخاطر الأولية للتعرض لعامل بيولوجي و/أو إطلاقه. وفي الواقع، قد تتضمن مقارنة العلاقة نطاقًا أوسع أو أكثر تعقيدًا من القيم لتحديد الاحتمالية والعواقب من تلك الموضحة في الجدول ٢-٥، ولكنها أداة مفيدة لتوضيح كيف يمكن أن يتغير الخطر الأولي لهذه العوامل المستقلة. وبالإضافة إلى الطريقة الموضحة هنا، هناك طرق أخرى لتحديد المخاطر الأولية وتحديد أولويات المخاطر لتنفيذ تدابير ضبط المخاطر. ويجب أن تستخدم المؤسسات استراتيجية لتحديد أولويات المخاطر تلبي احتياجاتها الفريدة على أفضل وجه، مع الاعتراف بالقيود المفروضة على الاستراتيجية المختارة، والتأكد من أن الرأي المهني يظل جزءًا مهمًّا من عملية تحديد أولويات المخاطر.

الجدول ٢-٥: مصفوفة تقدير المخاطر

عواقب **التعرض أو الإطلاق**				
شديدة	**متوسطة**	**عالية**	**عالية جدًّا**
معتدلة	**منخفضة**	**متوسطة**	**عالية**
بسيطة	**منخفضة جدًّا**	**منخفضة**	**متوسطة**
	غير محتملة	**ممكنة**	**محتملة**
	احتمالية التعرض أو الإطلاق		

٢-٢-٣ تحديد المخاطر المقبولة

فور تقييم المخاطر الأولية، فمن الضروري تحديد ما إذا كانت هذه المخاطر مقبولة بما يتيح مواصلة العمل. وإذا لم تكن كذلك، فستكون هناك حاجة إلى استراتيجية لخفض تلك المخاطر وضبطها على نحو مستدام، كما هو موضح في الخطوة التالية من إطار عمل تقدير المخاطر.

ومن المهم الاعتراف بأن المخاطر لن تغيب تمامًا، إلا في حالة عدم تنفيذ العمل على الإطلاق، لذلك يجب الموازنة بعناية بين تنفيذ العمل والتأكد من أن الموظفين والمجتمع في مأمن قدر الإمكان من التعرض غير المقصود للعوامل البيولوجية و/أو إطلاقها. ومن المهم أيضًا إدراك أن العمل الذي يُنفَّذ في المختبر يقدِّم فوائد كبيرة لكل من الرعاية الصحية والأمن الصحي العالمي، وهو ما يبرر وجود درجة معينة من المخاطر. ويعد تحديد المخاطر المقبولة أمرًا ضروريًّا لتوفير معيار يجب تقليل المخاطر الأولية دونه من أجل اعتبار العمل آمنًا بدرجة تكفي لاستمراره.

من المهم ملاحظة أنه لا يمكن التخلص من المخاطر تمامًا إلا في حالة عدم تنفيذ العمل على الإطلاق. ولذلك، فإن تحديد ما إذا كانت المخاطر الأولية و/أو المتبقية مقبولة أو يمكن ضبطها أو غير مقبولة يعد جزءًا جوهريًّا من عملية تقييم المخاطر.

وإلى جانب الأمور التي تنظمها التشريعات والسياسات الوطنية (٢٧)، يجب أن تحدد أي مؤسسة بنفسها المخاطر المقبولة بحيث تتناسب مع وضع المؤسسة ومواردها. ويجب مراعاة المخاطر المؤسسية مثل مخاطر الامتثال (الإجراءات القانونية والغرامات والاستدعاءات إلى المحكمة)، والمخاطر الأمنية (السرقة أو الفقدان)، والمخاطر البيئية (التأثير الاجتماعي الاقتصادي على صحة المجتمع والزراعة)، وحتى المخاطر المتصورة (الأحكام الذاتية أو عدم اليقين بشأن شدة المخاطر). ويجب أن تؤخذ المخاطر المتصورة للموظفين على محمل الجد. وينبغي تجنب تدابير ضبط المخاطر التي يقدمها الموظفون أنفسهم.

وقد تكون مراعاة تصورات المخاطر لدى أصحاب المصلحة المعنيين (مثل، الدوائر الحكومية والجهات المانحة ووكالات التدقيق/المراقبة والجمهور العام والمجتمع المحلي)، لا سيما عند وجود مخاطر فعلية عالية، مفيدة في تهدئة مخاوف أصحاب المصلحة الذين بخلاف ذلك قد يعارضون (سياسيًّا أو إداريًّا على سبيل المثال) أداء المختبر لوظائفه المعتادة.

٢-٣ وضع استراتيجية لضبط المخاطر

يجب وضع استراتيجية لضبط المخاطر، فور تحديد مستوى المخاطر المقبولة، وذلك بهدف خفض أي مخاطر أولية إلى مستوى المخاطر المقبولة والسماح باستمرار العمل بأمان. وكما ذكرنا آنفًا، ونظرًا لأن التخلص من المخاطر ليس ممكنًا في الممارسة العملية عامةً، فإن الاختيار الدقيق لاستراتيجية ضبط المخاطر ضروري لضمان ترتيب أولوية المخاطر في مقابل الموارد المتاحة، مع إدراك أن المخاطر المقبولة المنخفضة سوف تتطلب العديد من الموارد لتنفيذها والحفاظ على تدابير ضبط المخاطر ذات الصلة اللازمة للحد من المخاطر. ومع ذلك، يجب عدم رفع مستوى المخاطر المقبولة دون داعٍ بديلًا لإتاحة الموارد للوفاء باستراتيجية ضبط المخاطر الضرورية وتوفير الحماية المناسبة. ويجب توفير الموارد أو ينبغي إيقاف العمل.

وهناك عدد من الاستراتيجيات المختلفة التي يمكن استخدامها لخفض المخاطر وضبطها. وفي كثير من الأحيان، قد يلزم تطبيق أكثر من استراتيجية لضبط المخاطر من أجل خفض المخاطر بشكل فعَّال. ويقدِّم الجدول ٢-٦ نظرة عامة على بعض الاستراتيجيات الأكثر شيوعًا المستخدمة لضبط المخاطر وأمثلة على تدابير ضبط المخاطر.

واستراتيجية ضبط المخاطر الجيدة سوف:

- توفِّر اتجاهًا عامًّا لطبيعة تدابير ضبط المخاطر التي قد تكون مطلوبة لخفض المخاطر غير المقبولة، دون اشتراط بالضرورة أنواعًا بعينها من تدابير ضبط المخاطر التي يمكن استخدامها لتحقيق هذا الخفض؛
- يمكن تحقيقها باستخدام الموارد المتاحة في سياق الظروف المحلية؛
- تساعد على تقليل أي مقاومة للعمل المنفَّذ (مثل أن تعالج تصورات المخاطر لدى أصحاب المصلحة المعنيين)، وتضمن الحصول على الدعم (مثل: استصدار الموافقات من السلطات التنظيمية الوطنية/الدولية)؛
- تتماشى مع الأهداف والغايات العامة ورسالة المؤسسة، وتسهِّل إحراز النجاح (أي، تحسين الصحة العامة و/أو الأمن الصحي).

الجدول ٢-٦: استراتيجيات خفض المخاطر

الاستراتيجية	مثال
التخلص	التخلص من الخطر: ▪ استخدام عامل بيولوجي معطَّل، ▪ استخدام بديل غير ضار.
الخفض والاستبدال	خفض المخاطر: ▪ توفير بديل يحتوي على عامل بيولوجي موهن أو أقل عدوى، ▪ تقليل الحجم/العيار المستخدم، ▪ تغيير الإجراء لآخر أقل خطورة، مثل استخدام تفاعل البوليميراز المتسلسل بدلًا من المزرعة.
العزل	عزل الخطر: ▪ قد لا يكون التخلص من الخطر أو خفضه ممكنًا، خاصة في بيئة سريرية، ومن ثم يمكن عزل العامل البيولوجي (كما في جهاز احتواء أولي).
الحماية	حماية الأفراد/البيئة: ▪ استخدام الضوابط الهندسية (مثل: خزانة السلامة البيولوجية)، ▪ استخدام معدات الحماية الشخصية، تطعيم الموظفين.
الامتثال	فرض ضوابط إدارية وإدارة فعَّالة لبرنامج السلامة البيولوجية مثل: ▪ الممارسات والإجراءات الميكروبيولوجية الجيدة التي يتَّبعها الموظفون، ▪ التواصل الجيد بشأن الأخطار والمخاطر وتدابير ضبط المخاطر، ▪ التدريب المناسب، ▪ إجراءات التشغيل الموحدة الواضحة، ▪ إرساء ثقافة راسخة مراعية للسلامة.

٢-٤ اختيار تدابير ضبط المخاطر وتنفيذها

فور وضع استراتيجية لضبط المخاطر، يجب اختيار تدابير ضبط المخاطر ثم تنفيذها من أجل الوفاء بالاستراتيجية. وفي بعض الحالات، سوف تُحدَّد مسبقًا طبيعة تدابير ضبط المخاطر المطلوبة، التي تفرضها مجموعة من المعايير الدنيا لضبط المخاطر (مثلًا: من خلال أفضل الممارسات المقبولة دوليًا، واللوائح الوطنية/ الدولية).

ومع ذلك، ستتوفر لبعض الحالات مجموعة متنوعة من تدابير ضبط المخاطر للوفاء باستراتيجية ضبط المخاطر بشكل مناسب، اعتمادًا على طبيعة المخاطر المحددة والموارد المتاحة والظروف المحلية الأخرى.

ويجب تذكُّر أنه حتى بعد اختيار أحد تدابير ضبط المخاطر لاستراتيجية المخاطر الخاصة بك، ستظل هناك درجة معينة من المخاطر. وإذا ظلت هذه المخاطر، التي تُعرَف بالمخاطر المتبقية، غير مقبولة، فقد يلزم استخدام تدابير إضافية و/أو أكثر فعالية لضبط المخاطر للوفاء بالاستراتيجية وجعل المخاطر في مستوى المخاطر المقبولة. وعادةً، كلما زادت المخاطر الأولية، زاد عدد تدابير ضبط المخاطر اللازمة لخفض المخاطر المتبقية إلى مستوى المخاطر المقبولة بما يسمح بمواصلة العمل.

ومع ذلك، فإن الفعالية النسبية لكل تدبير متاح من تدابير ضبط المخاطر لخفض المخاطر الخاضعة للتقييم ستؤثر أيضًا على عدد تدابير ضبط المخاطر اللازمة لسد الفجوة بين المخاطر المتبقية والمخاطر المقبولة. وعلاوة على ذلك، فإن استخدام العديد من تدابير ضبط المخاطر مجتمعةً لخفض المخاطر المتبقية قد يكون له فوائد إضافية في توفير الدعم البديل في حالة إخفاق واحد أو أكثر من تدابير ضبط المخاطر المختارة.

وتوفر الأقسام الفرعية الآتية نظرة عامة على الاعتبارات الرئيسية المطلوبة لاختيار تدابير ضبط المخاطر وتنفيذها من أجل الوفاء باستراتيجية ضبط المخاطر.

٢-٤-١ اختيار تدابير ضبط المخاطر

عند اختيار تدابير ضبط المخاطر المختبرية، يجب دائمًا مراعاة اللوائح والمبادئ التوجيهية الوطنية أولًا لضمان الامتثال. ويمكن التحقق منها من خلال عمليات التفتيش والإشهاد والتدقيق وأعمال التقدير، وقد تشرف عليها السلطات المعيَّنة على الصعيد الوطني.

ويبيّن الجزء المتبقي من هذا القسم الفرعي اختيار تدابير ضبط المخاطر على مستوى المختبر، بعيدًا عن تلك التدابير التي تتطلبها أي لوائح وطنية قد تكون سارية.

وبالنسبة لمعظم الأنشطة المختبرية، فإن درجة احتمالية التعرض و/أو الإطلاق تكون غير محتملة، مع تراوح شدة العواقب من بسيطة إلى متوسطة. ويعني ذلك أن الخطر الأولي منخفض جدًّا أو منخفض، وغالبًا ما يكون قريبًا من المخاطر المقبولة أو أقل منها حتى قبل تطبيق تدابير ضبط المخاطر. وتوصي الإرشادات الدولية وأفضل الممارسات المقبولة للسلامة البيولوجية باعتماد مجموعة أساسية من مبادئ وتقنيات وممارسات السلامة البيولوجية، لتكون بمنزلة تدابير لضبط المخاطر من أجل ضمان بقاء جميع الأعمال دون مستوى المخاطر المقبولة. ولهذا السبب، يوفر هذا الدليل مجموعة دنيا من تدابير ضبط المخاطر التي يتعين تنفيذها أثناء أي تعامل مع العوامل البيولوجية. وتُعرَف هذه التوليفة من تدابير ضبط المخاطر مجتمعة بالمتطلبات الأساسية، وتشمل الأدوات والتدريب والضوابط المادية والتشغيلية التي تُعتبر ضرورية للعمل بأمان في معظم المواقف المختبرية. وتوضَّح هذه المتطلبات بمزيد من التفصيل في القسم الثالث «المتطلبات الأساسية». ومع ذلك، فمن المهم ملاحظة أنه على الرغم من المخاطر المنخفضة، لا تزال هناك حاجة لتشجيع الممارسات والإجراءات الميكروبيولوجية الجيدة، مع ضرورة إجراء مراجعة دورية للأنشطة المختبرية لضمان تنفيذ الممارسات والإجراءات الميكروبيولوجية الجيدة وجميع المتطلبات الأساسية تنفيذًا فعالًا لاستكمال إطار تقدير المخاطر.

لن تتطلب غالبية الأعمال المختبرية السريرية والتشخيصية سوى المتطلبات الأساسية المحددة من أجل ضبط المخاطر.

أما الحالات التي تكون المخاطر الأولية فيها ضمن فئات أعلى، فستكون هناك حاجة إلى مجموعة مختارة من تدابير ضبط المخاطر الإضافية إلى جانب المتطلبات الأساسية. وتبين الجداول من ٢-٢ إلى ٢-٤ أمثلة على العوامل المرتبطة بدرجة احتمالية محتملة أو ممكنة لوقوع حدث و/أو عواقب شديدة له. وفي ظل هذه الظروف، تُعتبر تدابير ضبط المخاطر الإضافية المختارة لخفض المخاطر المتبقية إلى مستوى المخاطر المقبولة تدابير ضبط مشددة.

وقد تختلف العوامل والإجراءات البيولوجية التي تتطلب تدابير ضبط مشددة، وتتراوح من استنبات وتوليد العوامل البيولوجية بأحجام صغيرة مع مخاطر متوسطة، إلى التعامل على نطاق واسع مع سلالات مقاوِمة للأدوية أو دراسات على الحيوانات مع عوامل حيوانية المصدر قابلة للانتقال عبر الرذاذ، تُعتبر عالية الخطورة. وينبغي أن تكون تدابير الضبط المشددة ملائمة ومتناسبة لمعالجة العوامل المحددة التي تساهم في احتمالية و/أو عواقب التعرض و/أو الإطلاق. فعلى سبيل المثال، يجب أن يكون للإجراء الذي ينطوي على مخاطر الرذاذ تدبير لضبط المخاطر فعَّال في التقاط الرذاذ. ولهذا السبب، سيختلف أيضًا تدبير الضبط المشدد الأكثر ملاءمة اختلافًا كبيرًا، اعتمادًا على العوامل البيولوجية التي يجري التعامل معها، والإجراءات المنفَّذة وطرق الانتقال المحتملة. وسيكون لجميع تدابير الضبط المشددة مزايا وعيوب يجب أخذها في الاعتبار عند اختيار المناسب منها لسد الفجوة بين المخاطر المتبقية والمخاطر المقبولة.

وعندما تُعتبر المخاطر الخاضعة للتقييم في مستوى مرتفع ضمن نطاق المخاطر، يجب إجراء تحليلات التكاليف والفوائد لتقييم الخيارات الممكنة، مثل إسناد العمل لجهة خارجية (إلى مرفق مناسب لديه تدابير وموارد مناسبة لضبط المخاطر)، بالإضافة إلى التقييم المفصَّل لتدابير الضبط المشددة التي يمكن تنفيذها لتعزيز المرفق المختبري. وستكون تدابير ضبط المخاطر المختارة أكثر فعالية عند اختيارها بحيث تلبي الاحتياجات المحلية.

من المهم ملاحظة أنه في حين حدد العديد من البلدان التسلسل الهرمي لتدابير ضبط المخاطر، لا يمكن افتراض أن أحد تدابير ضبط المخاطر يكون دائمًا مفضلًا على الآخر (مثل الضوابط الهندسية مقابل معدات الحماية الشخصية).

وعادةً، يجب اختيار تدابير الضبط المشددة بناءً على البيّنات المتاحة على مدى فعاليتها، إما من خلال دراسات مراجعة الأقران، وإما مصادر أخرى موثوق بها للمعلومات. وفي حالة عدم توافر معلومات موثوق بها، قد يتطلب الأمر إجراء تحقُّق داخلي من تدابير ضبط المخاطر. وينبغي، عند الاقتضاء، النظر في نشر دراسات التحقق الداخلي في المجلات التي يراجعها الأقران حتى يتمكن الآخرون من الاستفادة من استنتاجات مثل هذه الدراسات. وتشمل هذه المعلومات البيانات الجديدة والأحداث السابقة وفعالية تدابير ضبط المخاطر والحماية التي توفرها. وقد تساعد هذه الدراسات أيضًا في تسليط الضوء على احتمالية التعرض المرتبط بمعدات أو إجراءات محددة، وهو ما يمكن تضمينه في أنشطة جمع المعلومات المستقبلية، واستخدامه لتوجيه خطوة تقييم المخاطر في إطار تقدير المخاطر.

وتأتي مناقشة بعض تدابير الضبط المشددة الأكثر شيوعًا بمزيد من التفصيل في القسم الرابع «تدابير الضبط المشددة»، بما في ذلك فعاليتها النسبية عند استخدامها في ظروف محلية مختلفة.

وعند تطبيق تدابير الضبط المشددة، من المهم إعادة تقدير المخاطر المتبقية بعد اختيار تدبير ضبط المخاطر وتقدير ما إذا كان هذا التدبير قد أدى بشكل فعال إلى خفض المخاطر المتبقية إلى مستوى المخاطر المقبولة. ويتطلب ذلك إعادة تقييم المخاطر المتبقية، استرشادًا بمجموعة من الأسئلة مثل:

- هل أصبحت احتمالية حدوث التعرض أو الإطلاق أقل؟
- هل أصبحت العواقب أقل شدة؟
- هل خُفِّضت الاحتمالية والعواقب بحيث تكون المخاطر المتبقية مقبولة؟
- إذا كانت الإجابة لا، فهل تتوفر تدابير إضافية لضبط المخاطر؟
- هل ينبغي أن يستمر العمل مع تدابير ضبط المخاطر أو من دونها؟
- من لديه السلطة لقبول المخاطر المتبقية والموافقة على استمرار العمل؟
- كيف ينبغي توثيق إجراءات ضبط المخاطر المختارة والموافقة اللاحقة على استمرار العمل؟

وفي حالات نادرة جدًا، قد يكون هناك احتمالية كبير جدًا للتعرض و/أو الإطلاق. إلا أن الأهم من ذلك هو إمكانية حدوث عواقب شديدة لأي تعرض و/أو إطلاق في حالة حدوثه. وتشمل مثل هذه الحالات التعامل مع المُمْرِضات التي استُوصلت عالميًا، أو مع المُمْرِضات الحيوانية الشديدة العدوى التي يمكن أن تنتشر بسرعة في المجموعات السكانية المعرضة للإصابة عند إطلاقها، وتسبب حالة ذعر واسعة النطاق، إلى جانب تدمير الأنواع الحية و/أو سبل العيش. وقد تزداد المخاطر أكثر إذا توالد العامل في وسط سائل، خاصة إذا كان بكميات كبيرة، وإذا نتج رذاذ معدٍ (مثلما الحال في دراسات تطوير اللقاحات). وفي مثل هذه الحالات، توجد

مخاطر أولية عالية جدًّا للتعرض للعامل البيولوجي و/أو إطلاقه، وهو ما قد يتطلب مجموعة عالية التخصص وشديدة الفعالية من تدابير ضبط المخاطر للوصول إلى مخاطر مقبولة في حالة استمرار العمل. ويشمل ذلك مجموعة كبيرة من الممارسات التشغيلية الصارمة والمعقدة ومعدات السلامة ومعايير تصميم المرافق التي يمكن وصفها بأنها تدابير احتواء قصوى؛ ويأتي توضيحها بمزيد من التفصيل في القسم الخامس "تدابير الاحتواء القصوى". ولما كانت تدابير الاحتواء القصوى ضرورية لتوفير أعلى حماية ضد أشد عواقب التعرض أو الإطلاق خطورة، فإن تقييم جدوى التنفيذ الفعال والحفاظ على أقصى قدر من تدابير الاحتواء يُعد عملية ضرورية ومهمة للغاية. وسيتطلب ذلك تحققًا متكررًا وصارمًا من الإجراءات والمعدات والمرافق المختبرية. ويجب أن تشمل المراجعة الدورية أيضًا تحليل الدراسات الجارية للتأكد من أن لها مبررات مناسبة، مع وجود فوائد علمية تفوق مخاطر السلامة البيولوجية.

وفي حين أن هذا الدليل يقدم لمحة عامة عن تدابير الاحتواء القصوى التي يشيع استخدامها، فإن المرافق والخبرات المتخصصة والمعقدة المطلوبة لتنفيذ هذه التدابير لا تتوافر سوى في عدد قليل جدًّا من المختبرات في جميع أنحاء العالم.

ويتطلب تنفيذ تدابير ضبط المخاطر بهذا الدرجة من التعقيد أن يُجري خبراء دوليون من أصحاب الخبرة دراسةً فردية دقيقة، إلى جانب التنسيق من جانب قطاعات متعددة، ومنها الحكومة عادةً. ولهذا السبب، لا يُمكِن توفير مجموعة محددة من المتطلبات التي تنطبق على كل حالة تُرى على أنها بحاجة إلى تدابير احتواء قصوى.

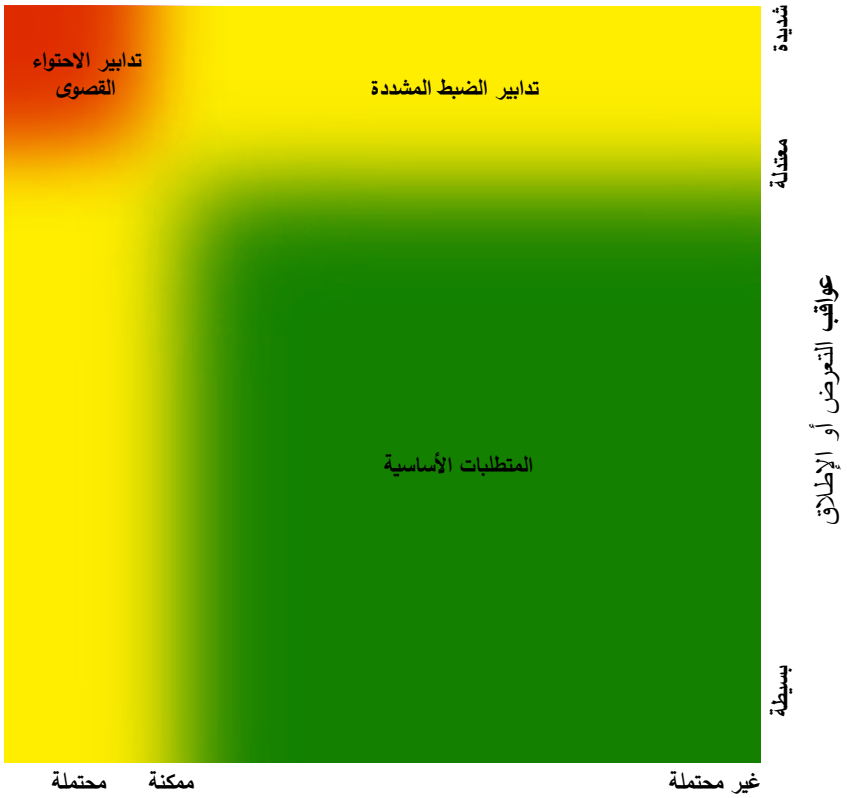
ويلخص المخطط التالي (الشكل ٢–٢) المخاطر الموضحة في الجدول ٢–٥ (مصفوفة تقدير المخاطر)، ويربط المخاطر بأنواع تدابير ضبط المخاطر التي يُحتمل أن تكون مطلوبة. ويسلط الضوء على الآتي:

- يمكن تنفيذ معظم الأنشطة المختبرية بأمان باستخدام المتطلبات الأساسية، إذ تتراوح المخاطر من كونها منخفضة جدًّا إلى منخفضة،
- ستتطلب بعض الأنشطة المختبرية تدابير ضبط مشددة لكي تضبط، بأمان، المخاطر المرتبطة بها، التي قد تكون بين متوسطة وعالية،
- سيتطلب قدر صغير جدًّا من العمل المختبري تدابير احتواء قصوى بسبب المخاطر العالية جدًّا، لا سيما تلك المخاطر المرتبطة بعواقب شديدة.

٢–٤–٢ تنفيذ تدابير ضبط المخاطر

فور اختيار التوليفة المناسبة من تدابير ضبط المخاطر، يجب الحصول على الموافقات اللازمة. ويجب إجراء مراجعة مناسبة للتكلفة، وتوافر التمويل، والتركيب، والصيانة، ومعايير الأمن والسلامة لضمان إمكانية استخدام تدابير ضبط المخاطر على نحو فعال في إطار استراتيجية ضبط المخاطر، وضمان استمرارية تلك التدابير من خلال الموارد المختبرية المتاحة. ويجب تدريب كل شخص قائم على تشغيل المعدات المختبرية على إجراءات التشغيل الصحيحة المطلوبة لكل تدبير من تدابير ضبط المخاطر في المختبرات، وهو ما قد يتطلب كتابة إجراءات التشغيل الموحدة أو تحديثها. وينبغي كذلك مراعاة ألَّا تتسبب تدابير ضبط المخاطر المختارة ذاتها في مخاطر على العمل.

فمثلًا، قد يزيد تعدُّد طبقات معدات الحماية الشخصية من احتمالية حدوث أخطاء بسبب انخفاض البراعة أو زيادة احتمالية التلوث، إذا كان من الصعب خلعها، وهو ما يزيد مخاطرَ التعرض عامةً. ويجب أيضًا مراعاة عوامل الخطر غير البيولوجية لتدابير ضبط المخاطر المختارة؛ فعلى سبيل المثال، يجب ألَّا تؤدي خصائص التصميم المتخصصة للأثاث أو المعدات إلى حدوث مشاكل للموظفين تتعلق بالراحة.



الشكل ٢-٢: تدابير ضبط المخاطر اللازمة استنادًا إلى احتمالية التعرض أو الإطلاق وعواقبه

وأخيرًا، ففور اختيار تدابير ضبط المخاطر واعتمادها والحصول عليها، يجب إرسال المعلومات المتعلقة بالغرض منها ووظيفتها واستخدامها إلى جميع الموظفين المعنيين، إذا كانت هناك رغبة في تنفيذها تنفيذًا صحيحًا وفعالًا. ويُعدُّ التواصل جزءًا حيويًّا من برنامج السلامة البيولوجية وتقدير المخاطر. ومن غير المحتمل، في غيابه، أن تؤدي تدابير ضبط المخاطر إلى خفض المخاطر المتبقية. ويتحمل جميع موظفو المختبر المسؤولية عن اتباع الممارسات والإجراءات المناسبة لأي استراتيجية لضبط المخاطر تنطبق عليهم، وعن تقديم ملاحظات على فعاليتها. ولتحقيق المستوى المناسب من الوعي والتدريب والكفاءة لتنفيذ تدابير ضبط المخاطر والتشغيل الآمن للمختبرات، فإن ذلك يتطلب، على الأقل، الإبلاغ عن الأخطار (العوامل البيولوجية) الموجودة، والإبلاغ عن المخاطر المرتبطة بالإجراءات المنفَّذة، والإبلاغ تحديدًا عن كيفية مساهمة تدابير ضبط المخاطر المستخدمة في خفض تلك المخاطر بشكل فعَّال. وتشمل استراتيجيات التواصل والتوعية، إلى جانب التدريب التقليدي على السلامة البيولوجية، إجراءات التشغيل الموحدة الخاصة بالمختبرات، ومناقشات الفريق التفاعلية، والوسائل المساعدة للوظائف والملصقات، وزيادة الوعي العام من خلال المنشورات القصيرة (مثل: الكتيبات والنشرات)، والإحاطات، وإخطارات البريد الإلكتروني.

ويقدم الجدول ٢–٧ بعض الأمثلة الأساسية على الأنشطة المختبرية، ويوضح كيف يؤثر تطبيق تدابير ضبط المخاطر على المخاطر المتبقية.

الجدول ٢–٧: أمثلة على الأنشطة المختبرية، ومخاطرها الأولية، والمخاطر المتبقية بعد تطبيق تدابير ضبط المخاطر المناسبة

الإجراء	المخاطر الأولية (الاحتمالية/العواقب)	تدبير ضبط المخاطر	المخاطر المتبقية
تحليل تفاعل البوليميراز المتسلسل لعينة البلغم المعطل	منخفضة جدًّا (غير محتملة/بسيطة)	المتطلبات الأساسية	منخفضة جدًّا
تحضير المسحة والفحص المجهري لعينة البلغم	منخفضة (غير محتملة/معتدلة)	المتطلبات الأساسية	منخفضة جدًّا
مزرعة على وسائط صلبة لاختبار حساسية المضادات الحيوية	متوسطة (ممكنة/معتدلة)	تدابير الضبط المشددة (مثل: المتطلبات الأساسية، بالإضافة إلى معدات حماية الجهاز التنفسي)	منخفضة
مزرعة بكميات صغيرة (<٥٠ مل) لبيان خصائص السلالات، ومنها السلالات المقاومة للمضادات الحيوية	عالية (محتملة/معتدلة)	تدابير الضبط المشددة (مثل: المتطلبات الأساسية، بالإضافة إلى خزانة السلامة البيولوجية)	منخفضة/متوسطة
مزرعة بكميات كبيرة (> ١٠ لترات) لدراسة التحدي الحيواني عن طريق الرذاذ	عالية (ممكنة/شديدة)	تدابير الضبط المشددة (مثل: المتطلبات الأساسية، بالإضافة إلى خزانة السلامة البيولوجية ومعدات حماية الجهاز التنفسي)	متوسطة
استُؤصِل العامل البيولوجي على مستوى العالم من خلال الدراسات الجارية مع الإجراءات المذكورة آنفًا	عالية جدًّا (محتملة/شديدة)	تدابير الاحتواء القصوى	متوسطة

ملاحظة: ما لم يُذكر خلاف ذلك، فإن العامل البيولوجي الخاضع للدراسة في السيناريوهات السابقة له جرعة معدية منخفضة، وينتقل عن طريق الرذاذ ويكون عرضة للعلاجات المتاحة.

ويتمثل الهدف من التواصل بشأن المخاطر في مساعدة جميع أصحاب المصلحة، ومنهم موظفو المختبرات، المشاركين في تنفيذ استراتيجيات الحد من المخاطر، على فهم طرق تقدير المخاطر ونتائجها والقرارات الخاصة بتدابير ضبط المخاطر. ويُعد التواصل بشأن المخاطر أمرًا حيويًّا للسماح لموظفي المختبرات باتخاذ خيارات مستنيرة بشأن كيفية أداء دورهم في المختبر، وإرساء ثقافة سلامة ناجحة مبنية على استراتيجيات فعالة للحد من المخاطر.

وعلاوة على ذلك، ستساعد ممارسات التواصل القوية على إنشاء آليات إبلاغ جيدة عن أي أحداث أو حوادث أو أوجه قصور في تدابير ضبط المخاطر. وللتواصل بشأن المخاطر أيضًا دور مهم في علاقة المختبر بأصحاب المصلحة الخارجيين، مثل السلطات التنظيمية وعامة الناس. وسيكون الحفاظ على قنوات تواصل مفتوحة مفيدًا أيضًا عند إجراء أعمال التقدير المستقبلية. وتُعدُّ الوثائق المكتوبة ضرورية للحفاظ على سجل دقيق وتاريخي لتقدير المخاطر وإبلاغ النتائج إلى موظفي المختبرات.

٢–٥ مراجعة المخاطر وتدابير ضبط المخاطر

فور إجراء أعمال تقدير المخاطر، يجب مراجعتها بانتظام وتنقيحها عند الضرورة، مع الأخذ في الاعتبار ما يُستجَد من معلومات عن العامل البيولوجي، والتغيرات في الأنشطة أو المعدات المختبرية، وتدابير ضبط المخاطر الجديدة التي قد يلزم تطبيقها. ويجب تفعيل الإجراءات المناسبة لا لضمان تنفيذ تدابير ضبط المخاطر وموثوقيتها فحسب، ولكن أيضًا لضمان

استدامتها. ويمكن التحقق من فعالية التدابير والتنفيذ الملائم للتدريب من خلال التفتيش، ومراجعة العمليات وتدقيقها، والتوثيق. وسيوفر ذلك أيضًا فرصة لإجراء تحسينات على العمليات والضمانات المرتبطة بها. وسيشمل ذلك مراجعة دقيقة للعدوى والأحداث والحوادث المرتبطة بالمختبرات، بالإضافة إلى مراجعات الأدبيات والمراجع ذات الصلة.

وكما أشرنا آنفًا فيما يتعلق بالتقدير الأولي للمخاطر، فمن المهم أيضًا تسجيل نتائج إعادة التقدير من أجل توثيق القرارات المتخذة، وهو ما سوف يسهل أعمال المراجعة وتقييم الأداء في المستقبل.

ولذلك، يجب إجراء تقدير المخاطر ومراجعته دوريًا، وعلى فترات تتوافق مع مخاطر العمل المختبري. وعادة ما يكفي إجراء مراجعة سنوية؛ إلا أن بعض المواقف قد تستدعي إجراء مراجعة خاصة، مثل وقوع حدث متعلق بالسلامة البيولوجية، أو ورود ملاحظات من موظفي المختبر على فعالية تدابير ضبط المخاطر المنفَّذة وسهولة استخدامها.

عندما تتغير أنشطة المختبر وموظفيه وعملياته والتقنية المستخدمة فيه، تتغير المخاطر تبعًا لذلك.

وتشمل الأنشطة أو الأحداث التي تؤثر على المخاطر، ومن ثَم، سوف تستدعي إعادة تقدير المخاطر ما يأتي:

- تغيرات في العوامل البيولوجية، أو توافر معلومات جديدة عن العوامل البيولوجية الحالية؛
- تغيرات في الموظفين؛
- تغيرات في الإجراءات والممارسات؛
- تغيرات في المعدات المختبرية؛
- تغيرات في اللوائح أو المبادئ التوجيهية الدولية أو الوطنية أو الإقليمية؛
- تغيرات في حالة المرض الوطنية أو الإقليمية (توطُّن المرض أو استئصاله)؛
- إدخال تقنية جديدة؛
- نقل المختبر أو تجديده؛
- حدث أو حادثة أو عدوى مرتبطة بالمختبر، أو أي حدث ينطوي على إمكانية إحداث ضرر؛
- تحديد و/أو تنفيذ الإجراءات التصحيحية و/أو الوقائية؛
- ملاحظات المستخدمين؛
- المراجعة الدورية.

وعند وجود ما يبرر إعادة التقدير، تكون الخطوة التالية هي العودة إلى بداية عملية تقدير المخاطر، حيث تُجمَع معلومات جديدة تتعلق بالتغيير، ويُعاد تقييم المخاطر، ثم يُحدَّد ما إذا كان يجب تنفيذ تدابير جديدة لضبط المخاطر. ويتواصل تطبيق هذه الدورة المستمرة لتقدير المخاطر طوال مدة العمل المختبري.

القسم الثالث

المتطلبات الأساسية

المتطلبات الأساسية هي المصطلح المستخدم لوصف مجموعة من تدابير ضبط المخاطر التي تُشكِّل الأساس الذي تقوم عليه السلامة البيولوجية في المختبرات وجزءًا لا يتجزأ منها. وتعكس هذه التدابير، المبيَّنة في هذا القسم، المعايير الدولية وأفضل الممارسات في مجال السلامة البيولوجية، وهي مجموعة من المتطلبات والاعتبارات الدنيا الضرورية للتعامل المأمون مع العوامل البيولوجية، حتى عندما تكون المخاطر المرتبطة بها منخفضة إلى أدنى حد. وهذه المتطلبات شاملة ومفصَّلة، نظرًا لكونها أساسية لجميع المرافق المختبرية. ومع ذلك، ففي الحالات التي تحددها عملية تقدير المخاطر، قد تكون هناك حاجة إلى متطلبات واعتبارات إضافية لضبط المخاطر بمزيد من الفعالية، وذلك إلى جانب هذه المتطلبات الأساسية. ويوضح القسمان الرابع والخامس هذه المتطلبات الإضافية، وهي على التوالي تدابير الضبط المشدَّدة وتدابير الاحتواء القصوى المقترحة لمعالجة المخاطر الأولية العالية المرتبطة بأداء عمل أكثر تخصصًا، و/أو التعامل مع عوامل بيولوجية أكثر خطورة. وسيكون اتباع متطلبات المختبر الأساسية، بالنسبة لمعظم الإجراءات المستخدمة في المختبرات التشخيصية والسريرية، كافيًا للتعامل بأمان مع معظم العوامل البيولوجية.

وتتضمن المتطلبات الأساسية مجموعة من العناصر التشغيلية والمادية التي، عند دمجها معًا، ينبغي أن تكون كافية لضبط المخاطر الناجمة عن معظم إجراءات التعامل مع معظم العوامل البيولوجية في المختبرات السريرية والتشخيصية. وكما ذكرنا آنفًا، يجب إدارة جميع تدابير ضبط المخاطر المنفَّذة بوصفها جزءًا من المتطلبات الأساسية إدارة ملائمة للمساعدة على ضمان بيئة عمل آمنة، كما يتضح في القسم السابع «إدارة برنامج السلامة البيولوجية».

٣-١ الممارسات والإجراءات الميكروبيولوجية الجيدة

من المهم إدراك أن أهم تدابير ضبط المخاطر التي يجب تضمينها بوصفها متطلبًا أساسيًّا هي الممارسات والإجراءات الميكروبيولوجية الجيدة. وهو مصطلح يطلق على مجموعة من ممارسات وإجراءات التشغيل النموذجية، أو مدونة للممارسات تنطبق على جميع أنواع أنشطة التعامل مع العوامل البيولوجية. ويتضمن ذلك السلوكيات العامة وأفضل ممارسات العمل والإجراءات التقنية التي يجب مراعاتها دائمًا في المختبر وتنفيذها بطريقة موحدة. ويعمل تنفيذ الممارسات والإجراءات الميكروبيولوجية الجيدة الموحدة على حماية موظفي المختبر والمجتمع من العدوى، ومنع تلوث البيئة، وتوفير الحماية للتعامل مع العوامل البيولوجية المستخدمة.

وتُعد الممارسات والإجراءات الميكروبيولوجية الجيدة أهم تدابير ضبط المخاطر، إذ ثبت أن الخطأ البشري والتقنيات المختبرية دون المستوى الأمثل والاستخدام غير الصحيح للمعدات هي السبب في معظم الإصابات المختبرية وحالات العدوى المرتبطة بالمختبرات (٤، ٢٨ – ٣٠).

ومن الضروري أن يتدرب موظفو المختبرات على الممارسات والإجراءات الميكروبيولوجية الجيدة ويتقنوها، لضمان ممارسات العمل الآمنة. وينبغي أن تكون الممارسات والإجراءات الميكروبيولوجية الجيدة جزءًا من التدريب الأكاديمي لطلاب العلوم البيولوجية والبيطرية والطبية، وأن تكون جزءًا من المنهج التعليمي الوطني أو المؤسسي. ومن دون الممارسات والإجراءات الميكروبيولوجية الجيدة، لا يمكن ضبط المخاطر ضبطًا كافيًا، حتى إذا كانت هناك تدابير مادية أخرى مطبَّقة لضبط المخاطر. وقد تكون هناك حاجة إلى ممارسات وإجراءات تشغيلية إضافية للعمل الذي تحددت فيه مخاطر أعلى في عملية تقدير المخاطر، مثل تلك الممارسات والإجراءات الموضحة في القسمين الرابع والخامس. ومع ذلك، ستكون الممارسات والإجراءات الميكروبيولوجية الجيدة قابلة دائمًا للتطبيق. وتتضمن الممارسات والإجراءات الميكروبيولوجية الجيدة السلوكيات العامة وأفضل الممارسات والإجراءات التقنية (مثل أساليب التطهير) التي تساعد معًا على حماية كل من موظفي المختبر والعينات نفسها من التعرض للعوامل البيولوجية و/أو إطلاقها.

٣-١-١ أفضل الممارسات

يقصد بأفضل الممارسات السلوكيات الضرورية لتسهيل ممارسات العمل الآمنة وضبط المخاطر البيولوجية. وفيما يلي أمثلة على أفضل الممارسات المختبرية.

- الامتناع نهائيًا عن تخزين الأغذية أو المشروبات أو المتعلقات الشخصية، مثل المعاطف والحقائب، في المختبر. فأنشطة مثل الأكل والشرب والتدخين واستخدام مستحضرات التجميل لا يمكن ممارستها إلا خارج المختبر.
- الامتناع نهائيًا عن وضع أي أشياء، مثل الأقلام بأنواعها أو العلكة، في الفم أثناء الوجود داخل المختبر، سواء كنت ترتدي قفازات أم لا.
- غسل اليدين بعناية، ويفضل بالماء الجاري الدافئ والصابون، بعد مناولة مواد بيولوجية و/أو حيوانات، وقبل مغادرة المختبر أو عندما تعرف أو تعتقد أن الأيدي ملوثة.
- مراعاة عدم وضع ألسنة اللهب أو مصادر الحرارة المكشوفة بالقرب من المستلزمات القابلة للاشتعال وعدم تركها أبدًا دون رقابة.
- مراعاة تغطية الجروح أو تشققات الجلد قبل دخول المختبر.
- التأكد، قبل دخول المختبر، من وجود إمدادات كافية من معدات المختبرات والمواد الاستهلاكية، بما في ذلك الكواشف ومعدات الحماية الشخصية والمطهرات، والتأكد من ملاءمة هذه الأصناف للأنشطة المتوخاة منها.
- مراعاة تخزين الإمدادات بأمان، ووفقًا لإرشادات التخزين لتقليل الحوادث والأحداث، مثل الانسكاب والتعثر والسقوط.
- التأكد من وضع العلامات الصحيحة على جميع العوامل البيولوجية والمواد الكيميائية والمشعة.
- حماية الوثائق المكتوبة من التلوث باستخدام حواجز (مثل الأغطية البلاستيكية)، خاصة الوثائق التي قد يلزم خروجها من المختبر.
- ضمان إجراء الأعمال بعناية وبلا تسرُّع، وتجنُّب العمل عند الشعور بالإرهاق.
- الحفاظ على منطقة العمل مرتَّبة ونظيفة وخالية من الأشياء والمواد غير الضرورية.
- حظر استخدام سماعات الأذن، التي يمكن أن تشتت انتباه الأفراد وتمنع سماع الإنذارات الصادرة عن المعدات أو المرافق.
- تغطية أو خلع أي مجوهرات يمكن أن تمزق القفازات أو تتلوث بسهولة، أو تصبح أدوات ناقلة للعدوى. وينبغي النظر في تنظيف المجوهرات أو النظارات وتطهيرها في حالة ارتدائها بانتظام.
- الامتناع عن استخدام الأجهزة الإلكترونية المحمولة (مثل، الهواتف النقالة، أو الحواسيب اللوحية أو الحواسيب المحمولة، أو محركات الأقراص المحمولة، أو بطاقات الذاكرة، أو الكاميرات، أو غيرها من الأجهزة المحمولة، ومنها تلك المستخدمة في التحليل التتابعي لمتواليات الحمض النووي/ الحمض النووي الريبي) عندما لا تكون مطلوبة تحديدًا للإجراءات المختبرية التي يجري تنفيذها.
- الاحتفاظ بالأجهزة الإلكترونية المحمولة في أماكن يصعب فيها تعرضها للتلوث أو التحوُّل إلى أدوات ناقلة للعدوى. وفي الحالات التي يتحتم فيها اقتراب تلك الأجهزة بشكل وثيق من العوامل البيولوجية، يراعى إما حماية الأجهزة بحاجز مادي، وإما تطهيرها قبل مغادرة المختبر.

٣-١-٢ الإجراءات التقنية

الإجراءات التقنية هي مجموعة فرعية خاصة من الممارسات والإجراءات الميكروبيولوجية الجيدة، وتتعلق مباشرةً بضبط المخاطر من خلال السلوك الآمِن للأساليب المتبعة في المختبر. وعند تنفيذ هذه الإجراءات التقنية تنفيذًا صحيحًا، فإنها تسمح بأداء العمل بطريقة تقلل إلى أدنى حد ممكن من احتمال التلوث المتبادل (أي تلوث العينات الأخرى، أو المواد أو الأشياء التي سبق تعقيمها، بالإضافة إلى تلوث الأسطح)، وتساعد أيضًا على منع تعرُّض موظفي المختبرات للعوامل البيولوجية. وتساعد الإجراءات التالية على تجنُّب وقوع بعض أحداث السلامة البيولوجية.

تجنُّب استنشاق العوامل البيولوجية

- استخدام أساليب جيدة لتقليل تكوُّن الرذاذ والقطيرات عند معالجة العينات. ويتضمن ذلك الامتناع عن طرد المواد بشدة من أطراف الماصات إلى السوائل، والإفراط في قوة الخلط، والتهاون في قلب الأنابيب المفتوحة. وعند استخدام أطراف الماصة في الخلط، يجب إجراء ذلك ببطء وبعناية. وكذلك، فإن تعريض الأنابيب المختلطة للطرد المركزي السريع قبل الفتح يساعد على إزاحة السوائل بعيدًا عن الغطاء.

- تجنُّب إدخال الحلقات أو الأدوات المماثلة مباشرة في مصدر حرارة مكشوف (لهب)، إذ قد يتسبب ذلك في تناثر المواد المعدية. وحيثما أمكن، استخدم حلقات نقل وحيدة الاستعمال التي لا تحتاج إلى إعادة تعقيم. وبدلًا من ذلك، يمكن أيضًا أن يكون جهاز التعقيم الكهربائي المغلق فعالًا في تعقيم حلقات النقل المعدنية.

تجنُّب ابتلاع العوامل البيولوجية وملامسة الجلد والعينين

- المداومة على ارتداء قفازات وحيدة الاستعمال عند مناولة العينات التي يُعرَف أو يُتوقَّع أنها تحتوي على عوامل بيولوجية. ويجب ألا يُعاد استخدام القفازات الوحيدة الاستعمال.

- تجنُّب ملامسة الوجه لليدين أثناء ارتداء القفاز.

- خلع القفازات بطريقة تراعي التعقيم بعد الاستخدام وغسل اليدين، كما هو موضح في الدراسة الإفرادية «معدات الحماية الشخصية» *(٢٠)*.

- حماية الفم والعينين والوجه بدرع واقٍ، أو بوسيلة أخرى، أثناء أي عملية قد تحدث معها ارتشاشات، مثلما هو الحال أثناء خلط المحاليل المطهِّرة.

- حماية الشعر لمنع التلوث.

- تغطية أي جلد مصاب بضمادة مناسبة.

- حظر استخدام الماصة عن طريق الفم.

تجنُّب حقن العوامل البيولوجية

- حيثما أمكن، الاستعاضة عن أي أدوات زجاجية بأدوات بلاستيكية.

- إذا اقتضى الأمر، تُستخدَم مقصات ذات حواف غير حادة أو مستديرة عوضًا عن الحواف المدبَّبة.

- إذا كان استخدام الأدوات الزجاجية لا بد منه، ينبغي فحصها بانتظام للتأكد من سلامتها، والتخلص منها إن حدث بها أي كسر أو تشظٍّ أو تشقُّق.

- استخدام أداة فتح الأمبولات من أجل التعامل الآمن مع الأمبولات.

- تقليل المخاطر المرتبطة باستخدام المحاقن أو الإبر، عن طريق استخدام إبر غير حادة، أو أجهزة بديلة، أو أجهزة أمان للأدوات الحادة مصممة هندسيًّا، حيثما أمكن ذلك. ومع ذلك، يجب إدراك أن أجهزة الأمان للأدوات الحادة تشكل أيضًا خطرًا عند التعامل الخطأ معها.

- الامتناع نهائيًّا عن استخدام المحاقن المزودة بإبر بدلًا من أجهزة المص.

- الامتناع نهائيًّا عن إعادة تغطية أو قص أو إزالة الإبر من المحاقن الوحيدة الاستعمال.

- التخلص من أي مواد حادة (مثل الإبر، والإبر المقترنة بالمحاقن، والشفرات، والزجاج المكسور) في حاويات مانعة أو مقاوِمة للثَّقْب ذات أغطية محكمة. ويجب أن تكون حاويات التخلص من هذه المواد مانعة أو مقاوِمة للثَّقْب، ويجب ألَّا تُملأ عن آخرها (ملء ثلاثة أرباعها على الأكثر)، ويجب ألَّا يُعاد استخدامها أبدًا، ولا يجب التخلص منها في مدافن النفايات.

منع تطاير العوامل البيولوجية

- وضع العينات والمزارع المراد التخلص منها داخل حاويات مانعة للتسرب ذات أغطية مؤمَّنة بشكل ملائم، قبل التخلص منها في حاويات مخصصة للنفايات؛

- وضع حاويات نفايات، ويفضَّل أن تكون غير قابلة للكسر (كأن تكون بلاستيكية أو معدنية مثلًا)، في كل محطة عمل.

- التفريغ المنتظم لحاويات النفايات والتخلص الآمِن من النفايات.

- التأكد من وضع العلامات الصحيحة على جميع النفايات.

- النظر في فتح الأنابيب باستخدام رفادة/ شاش منقوع في مطهر؛

- تطهير أسطح العمل بمطهر مناسب عند انتهاء إجراءات العمل وفي حالة انسكاب أي مادة؛

- عند استخدام المطهرات، التأكد من أن المطهر فعال ضد المُمْرِضات التي يجري التعامل معها، وأن يُترَك ملامسًا لمواد النفايات للمدة المناسب، بحسب المطهر المستخدم.

٣–٢ كفاءة الموظفين وتدريبهم

يمكن للخطأ البشري وضعف المهارات التقنية أن يضرا بأفضل الضمانات. ومن ثم، فإن موظفي المختبرات الذين يتمتعون بالكفاءة والوعي بالسلامة، والذين يكونون على دراية كافية بكيفية التعرف على مخاطر المختبرات وضبطها، هم عناصر أساسية للوقاية من العدوى المرتبطة بالمختبرات و/أو غيرها من الأحداث. ويوضح الجدول ٣–١ طبيعة التدريب الذي يجب توفيره لموظفي المختبرات.

ويبدأ برنامج السلامة الفعَّال بالدعم المالي والإداري من إدارة المختبر التي تعمل على تيسير وضمان إدراج الممارسات والإجراءات المختبرية الآمنة في التدريب المقدَّم لجميع الموظفين.

ويجب تبني تدابير من شأنها ضمان قراءة الموظفين للمبادئ التوجيهية وفهمهم لها، مثل إدراج صفحات يوقِّع عليها الموظفون. ويضطلع مشرفو المختبرات بالدور الرئيسي في تدريب موظفيهم المباشرين على الممارسات والإجراءات الميكروبيولوجية الجيدة.

٣-٣ تصميم المرافق

تُعدُّ سمات تصميم المرفق التالية متطلبات أساسية للسلامة البيولوجية لجميع المختبرات التي تتعامل مع عوامل بيولوجية.

- يجب توفير مساحة كافية لإجراء العمل المختبري بأمان وللتنظيف والصيانة.

الجدول ٣-١: التدريب الواجب توفيره لموظفي المختبرات

التدريب	المجالات المشمولة
تدريب عام على المعرفة والوعي	إلزامي لجميع الموظفين، مقدمة عن: ▪ مخطط المختبر، وسماته، ومعداته ▪ مدونات الممارسة في المختبر ▪ المبادئ التوجيهية المحلية المعمول بها ▪ أدلة السلامة أو العمليات ▪ السياسات المؤسسية ▪ تقدير المخاطر الداخلي والشامل ▪ الالتزامات التشريعية ▪ إجراءات الاستجابة للطوارئ/الأحداث
تدريب خاص بالوظيفة	▪ يُحدَّد التدريب وفقًا لمهام الوظيفة؛ وقد تختلف متطلبات التدريب بين الموظفين الذين يحملون المسمى الوظيفي نفسه، ولكنهم يؤدون مهام مختلفة ▪ يجب تدريب جميع الموظفين المشاركين في التعامل مع العوامل البيولوجية على الممارسات والإجراءات الميكروبيولوجية الجيدة ▪ يجب استخدام تقييم الكفاءة والمهارات لتحديد أي تدريب نوعي آخر مطلوب، مثلًا، عن طريق الملاحظة و/أو التأهيل ▪ يجب التحقق من مهارات أداء أي إجراء قبل العمل بشكل مستقل، وهو ما قد يتطلب الخضوع لفترة إرشاد ▪ يجب مراجعة الكفاءات بانتظام وإجراء تدريب تنشيطي ▪ يجب إرسال المعلومات المتعلقة بالإجراءات والمعدات والتقنيات والمعارف الجديدة إلى الموظفين المعنيين عند توفرها
تدريب على السلامة والأمن	إلزامي لجميع الموظفين: ▪ الوعي بالأخطار الموجودة في المختبر والمخاطر المرتبطة بها ▪ إجراءات العمل الآمنة ▪ تدابير الأمن ▪ التأهُّب لحالات الطوارئ والاستجابة لها

- يجب توفير أحواض مخصصة لغسل الأيدي تعمل بآلية لا تُستخدَّم فيها اليدان في كل غرفة من غرف المختبر، ويفضَّل أن تكون قريبة من باب الخروج.

- يجب أن يكون المختبر منطقة يُحظَر الدخول إليها. ويجب أن تحتوي أبواب مداخل المختبر على نوافذ رؤية (لتجنب الحوادث أثناء الفتح)، وأن تكون ذات تصنيف ملائم للحرائق، ويفضل أن تكون ذاتية الإغلاق.

- يجب وسم الأبواب بشكل مناسب برموز التحذير من الأخطار البيولوجية الدولية في أي مكان يجري فيه التعامل مع مواد خطرة بيولوجيًّا وتخزينها.

- يجب أن تكون جدران المختبر وأرضياته وأثاثه سلسة وسهلة التنظيف وغير منفذة للسوائل، ومقاوِمة للمواد الكيميائية والمطهرات المستخدمة عادةً في المختبر.

- يجب أن تكون أسطح مناضد المختبر غير منفذة للماء ومقاومة للمطهرات والأحماض والقلويات والمذيبات العضوية والحرارة المعتدلة.

- يجب أن يكون أثاث المختبر مناسبًا للغرض المتوخى منه. ويجب أن يكون من السهل الوصول إلى المساحات المفتوحة بين المناضد والخزائن والمعدات وأسفلها لتنظيفها.

- يجب أن تكون إضاءة (إنارة) المختبر مناسبة لجميع الأنشطة. ويجب الاستفادة من ضوء الشمس بشكل فعال لتوفير الطاقة. وينبغي تجنب انعكاسات الضوء والوهج غير المرغوب فيه. ويجب أن تكون إضاءة الطوارئ كافية بالقدر الذي يتيح إيقاف العمل بشكل آمن وكذلك الخروج الآمن من المختبر.

- ينبغي أن تضمن تهوية المختبر، حيثما توفَّرت (ومنها نظم التسخين/التبريد، وخصوصًا المراوح/وحدات تكييف الهواء للتبريد الداخلي بنظام التجزئة – وخصوصًا عند تحديثها)، ألا تؤثر تدفقات الهواء على أداء العمل بشكل مأمون. ويجب أن تؤخذ بعين الاعتبار سرعات واتجاهات تدفقات الهواء الناتجة، ويتعين تجنب تدفقات الهواء المضطربة؛ وينطبق ذلك أيضًا على التهوية الطبيعية.

- يجب أن تكون مساحة التخزين في المختبر كافية لاستيعاب الإمدادات اللازمة للاستخدام الفوري، بما يمنع الفوضى على أسطح المناضد وفي الممرات. ويجب النظر في تهيئة مساحة تخزين إضافية للإمدادات الطويلة الأجل، بحيث توجد في مكان مناسب خارج غرفة/مساحة المختبر.

- يجب توفير مساحة ومرافق للتداول والتخزين الآمنين للمواد الكيميائية والمذيبات والمواد المشعة والغازات المضغوطة والمسيلة في حالة استخدامها.

- يجب تهيئة مرافق لتخزين الأغذية والمشروبات والأغراض الشخصية والسترات والملابس الخارجية في مكان خارج المختبر.

- يجب تهيئة مرافق لتناول الأغذية والمشروبات خارج المختبر.

- يجب أن تكون مرافق الإسعافات الأولية في المتناول وأن تكون مجهزة/مزودة بالمخزون المناسب.

- يجب توفير وسائل ملائمة لإزالة التلوث من النفايات، مثل المطهرات وأجهزة الأوتوكلاف، وإتاحتها قرب المختبر.

- يجب مراعاة إدارة النفايات في التصميم. ويجب أن تغطي نظم السلامة الحرائق والطوارئ الكهربائية ومرافق الاستجابة للطوارئ/الأحداث استنادًا إلى تقدير المخاطر.

- يجب توفير إمدادات كهربائية ووسائل إضاءة موثوق بها وكافية تسمح بالخروج الآمن.

- يجب مراعاة حالات الطوارئ في التصميم، حسبما هو مبيَّن في تقدير المخاطر الداخلية، وينبغي أن تشمل السياق الجغرافي/الجوي.

- يجب مراعاة التأمين ضد الحرائق ومخاطر الفيضانات.

لمزيد من المعلومات وتغطية أشمل لهذه المتطلبات والتوصيات الأساسية للمختبرات، يرجى الرجوع إلى الدراسة الإفرادية «تصميم المختبرات وصيانتها» (٢١).

٣–٤ استلام العينات وتخزينها

يبدأ التعامل الآمن مع العوامل البيولوجية حتى قبل وصول العينة إلى المختبر. وقد تُشكِّل المواد المعدية المستلمة في المختبر، إذا لم تُعبَّأ تعبئة سليمة، خطرًا على سلامة الموظفين. وتبيّن الأقسام الفرعية التالية تدابير ضبط المخاطر التي يجب تفعيلها عند استلام العينات وتخزينها وتعطيلها في إطار المتطلبات الأساسية للسلامة البيولوجية. ولمزيد من المعلومات عن متطلبات الضبط الخاصة بتناول العوامل البيولوجية قبل وصولها إلى المختبر (أي أثناء العبور)، يرجى الرجوع إلى القسم السادس «النقل والتوصيل».

٣–٤–١ استلام العينات

يجب أن تكون العينة التي يستلمها المختبر مصحوبة بمعلومات كافية لتحديد هويتها، ومتى أُخِذت أو حُضِّرت، وأين، وما الاختبارات و/أو الإجراءات (إن وُجدت) التي يتعين إجراؤها.

ويجب تدريب الموظفين الذين يتولون فض العينات واستلامها تدريبًا كافيًا على الآتي:

- الوعي بالأخطار التي تنطوي عليها،
- كيفية أخذ الاحتياطات اللازمة وفقًا للممارسات والإجراءات الميكروبيولوجية الجيدة الموضحة آنفًا،
- كيفية التعامل مع الحاويات المكسورة أو التي بها تسريب لمنع التعرض للعوامل البيولوجية،
- كيفية التعامل مع الانسكابات واستخدام المطهرات لمواجهة أي تلوث.

ويجب فحص العينات عند الاستلام للتأكد من تغليفها بشكل صحيح وفقًا لاشتراطات الشحن، والتأكد من أنها سليمة. وفي حالة ملاحظة تلف في التغليف، يجب وضع العبوة في حاوية مناسبة يمكن غلقها. ويجب بعد ذلك تطهير سطح الحاوية ونقلها إلى موقع مناسب، مثل خزانة السلامة البيولوجية، قبل الفتح. ويجب الإبلاغ عن تلف التغليف إلى الجهة المرسلة وشركة الشحن.

ويجب وضع نماذج طلب العينات أو المواصفات منفصلة، ويفضَّل أن يكون ذلك في ظروف مقاومة للماء، بعيدًا عن التلف أو التلوث المحتمل. وينبغي على المختبرات التي تتلقى أعدادًا كبيرة من العينات النظر في تخصيص غرفة أو منطقة لاستلام العينات.

٣–٤–٢ تخزين العينات

يجب تخزين العينات في حاويات:

- مصنوعة بقدر كافٍ من المتانة والسلامة ويتسع حجمها لاحتواء العينة؛
- مانعة للتسرب عند وضع الغطاء أو السدادة بشكل صحيح؛
- مصنوعة من البلاستيك (متى أمكن ذلك)؛
- خالية من أي مواد بيولوجية على الطبقة الخارجية للعبوة؛
- تحمُل الوسم الصحيح والعلامات المناسبة ومسجَّلة على نحو يُسهِّل التعرف عليها؛
- مصنوعة من مادة مناسبة لنمط التخزين المطلوب.

ويجب توخي الحذر عند تخزين العينات في النيتروجين السائل/البخار. ويجب استخدام الأنابيب التي توصي الشركة المُصنِّعة تحديدًا بملاءمتها للتخزين المبرِّد في النيتروجين السائل لتقليل احتمالية التعرض للكسر عند الإزالة من النيتروجين السائل. ومن المهم ملاحظة أن السائل والبخار يمكن أن يتسربا إلى داخل الأنابيب غير المحكمة الغلق أو التي بها كسور، ويمكن أن يتمددا سريعًا عند إزالة الأنبوب من التخزين؛ وهو ما يمكن أن يؤدي إلى الكسر و/أو الانفجار. ويجب ارتداء قفازات ومآزر واقية من الحرارة عند الدخول إلى مكان التخزين في النيتروجين السائل، ويجب ارتداء قناع واقٍ للحماية من الارتشاشات.

٣-٤-٣ تعطيل العينات

يجب التحقق بشكل مناسب من طرق التعطيل متى استُخدِمت خطوة للتعطيل عند استلام العينات أو قبل نقل العينات إلى مناطق أخرى لمزيد من المعالجة، مثل تحليل تفاعل البوليمراز التسلسلي. وتقدِّم الدراسة الإفرادية «إزالة التلوث وإدارة النفايات» مزيدًا من المعلومات عن التعطيل (٢٢).

٣-٥ إزالة التلوث وإدارة النفايات

يجب التعامل الصحيح مع أي سطح أو مادة تُعرَف بأنها ملوَّثة بالعوامل البيولوجية، أو يُحتمل تلوثها بها، أثناء العمليات المختبرية من أجل ضبط المخاطر البيولوجية. وتشترط متطلبات السلامة البيولوجية الأساسية للتعامل مع النفايات الملوَّثة أن تُعتَمد عمليات لتحديد المواد الملوَّثة وفصلها قبل إزالة التلوث و/أو التخلص من تلك المواد.

ومتى تعذَّر إجراء إزالة التلوث في منطقة المختبر أو في الموقع، يجب تعبئة النفايات الملوَّثة بطريقة معتمدة (مانعة للتسرب) لنقلها إلى مرفق آخر لديه القدرة على إزالة التلوث. ولمزيد من المعلومات عن هذه العملية، يرجى الرجوع إلى القسم السادس «النقل والتوصيل».

ويعرض الجدول ٣-٢ موجزًا للفئات المختلفة لفصل نفايات المختبرات ومعالجتها الموصى بها.

الجدول ٣-٢: فئات فصل نفايات المختبرات ومعالجتها الموصى بها

فئة النفايات المختبرية	المعالجة
مواد غير ملوَّثة (غير معدية)	يمكن إعادة استخدامها أو إعادة تدويرها أو التخلص منها على أنها نفايات بلدية عامة
الأدوات الحادة الملوَّثة (الإبر تحت الجلد، والمشارط، والسكاكين، والزجاج المكسور)	يجب جمعها في حاويات مانعة للثقب مزودة بأغطية، ومعاملتها على أنها معدية
مواد ملوَّثة لإعادة الاستخدام أو إعادة التدوير	يجب أولًا إزالة التلوث (كيميائيًا أو ماديًا)، ثم غسلها؛ ويمكن بعد ذلك معالجتها على أنها مادة غير ملوَّثة (غير معدية)
المواد الملوَّثة للتخلص منها	يجب إزالة التلوث منها في الموقع أو تخزينها بأمان قبل النقل إلى موقع آخر لإزالة التلوث والتخلص منها
المواد الملوَّثة للحرق	يجب حرقها في الموقع أو تخزينها بأمان قبل النقل إلى موقع آخر لحرقها
نفايات سائلة (ومنها سوائل يُحتمَل أن تكون ملوَّثة) للتخلص منها في شبكة الصرف الصحي	يجب إزالة التلوث منها قبل التخلص منها في الصرف الصحي

وستعتمد المعالجة النهائية للنفايات المفصولة على نوع المادة، والعوامل البيولوجية التي يجري التعامل معها، وطرق إزالة التلوث المتاحة محليًا، والبروتوكولات المتاحة محليًا لإزالة التلوث. وقد تكون هناك حاجة إلى مزيد من الاهتمام بالأخطار غير البيولوجية، مثل المواد الكيميائية أو الأدوات الحادة، لضمان تطبيق تدابير ضبط المخاطر لتقليل هذه المخاطر غير البيولوجية إلى أدنى حد ممكن.

وعند تطبيق إزالة التلوث على الأسطح و/أو المواد، يجب أن تكون الطريقة المتَّبعة قد أُجيزت في التعامل مع العوامل البيولوجية المحددة المستخدمة، ويجب أن تكون متوافقة مع المواد والمعدات التي يجري معالجتها لتجنُّب التآكل أو التلف. ويجب أن تكون هناك إمكانية لتقديم دليل على فعالية الطريقة وكفاءتها للتحقق من تطهير النفايات الملوَّثة بشكل فعَّال.

وتصف الأقسام الفرعية التالية بعضًا من أكثر طرق إزالة التلوث شيوعًا التي تستخدمها المختبرات، والمتطلبات الأساسية لضمان استخدامها الفعال لضبط المخاطر البيولوجية. وهي تشمل طرق إزالة التلوث الكيميائية والمادية. وتقدِّم الدراسة الإفرادية «إزالة التلوث وإدارة النفايات» معلومات مفصَّلة في هذا الشأن (٢٢).

٣-٥-١ التطهير الكيميائي

التطهير الكيميائي طريقةٌ لإزالة التلوث تتضمن استخدام مادة كيميائية، أو خليط من المواد الكيميائية، على سطح أو مادة غير حية لتعطيل العوامل البيولوجية القابلة للنمو أو تقليل عددها إلى مستوى آمن. وعادة ما تكون المطهرات الطريقة المفضلة لتطهير الأسطح؛ ومع ذلك، فهي ليست مطلوبة عمومًا في التنظيف المنتظم للأرضيات والجدران والمعدات والأثاث بوصفها متطلبًا أساسيًا للسلامة البيولوجية. فالمطهرات يجب أن تُستخدَم بعد الانسكاب أو عندما يكون التلوث معروفًا أو مشتبهًا في حدوثه. ويجب أيضًا تطهير الأسطح (والمواد عند الاقتضاء) بعد الانتهاء من العمل على المنضدة وبشكل دوري في إطار النظام المتَّبع في التنظيف. ويمكن أيضًا استخدام المطهرات لإزالة التلوث من السوائل الملوَّثة.

ونظرًا لوجود عدد وأنواع متزايدة من منتجات المطهرات التجارية، يجب توخي العناية في اختيار التركيبات لتلبية الاحتياجات المحددة للمختبر، بناءً على فعالية إزالة التلوث والتوافق مع المعدات والمواد.

وقد تتطلب المواد الشديدة الاتساخ تنظيفًا سابقًا (أي إزالة الأوساخ والمواد العضوية والبقع) قبل إزالة التلوث، حيث لا تظهر فعالية العديد من المطهرات إلا على الأشياء التي سبق تنظيفها. ويجب إجراء التنظيف المسبق بعناية لتجنب التعرض للعوامل البيولوجية وزيادة انتشارها.

وعند اختيار المطهر، يجب مراعاة ثلاثة عوامل مهمة لتحقيق الفعالية المثلى ضد المخاطر البيولوجية:

- نطاق النشاط المختبري (مع خصوصية عالية لتطهير العوامل البيولوجية)،
- مجال الاستخدام (مثل: الاستخدام في السوائل أو على الأسطح)،
- ظروف الاستخدام (زمن التلامس، وتركيز المطهر، ودرجة حرارة الاستخدام، وغيرها من العوامل المؤثرة المهمة مثل وجود حِمل عضوي من قبيل المصل أو الدم).

ويجب أيضًا مراعاة الأخطار غير البيولوجية التي تسببها المطهرات الكيميائية، وتطبيق تدابير مناسبة لضبط المخاطر غير البيولوجية. فعلى سبيل المثال، قد يكون العديد من المطهرات الكيميائية ضارًا بالإنسان أو الحيوان أو البيئة أو جميعها، أو ينطوي على مخاطر نشوب حرائق أو وقوع انفجار. ولهذا السبب، يجب اختيار المطهرات الكيميائية وتخزينها ومناولتها واستخدامها والتخلص منها بحذر، مع اتباع إرشادات الشركات المُصنِّعة. وهناك حاجة إلى بذل عناية خاصة في استخدام هذه المواد الكيميائية وتخزينها في المناطق الاستوائية التي قد تنخفض فيها مدة صلاحيتها، بسبب ارتفاع درجات الحرارة المحيطة والتعرض لأشعة الشمس. ويجب استخدام معدات الحماية الشخصية لتقليل احتمالية تعرض الأفراد لكل من الأخطار الكيميائية وأية عوامل بيولوجية موجودة. ويمكن الاطلاع على إرشادات خاصة لمتطلبات معدات الحماية الشخصية في صحائف بيانات السلامة (التي تُسمى أيضًا أوراق بيانات سلامة المواد) التي تقدمها الشركة المصنعة. وتقدِّم الدراسة الإفرادية «إزالة التلوث وإدارة النفايات» معلومات مفصَّلة عن استخدام المطهرات الكيميائية (٢٢).

٣-٥-٢ التعقيم بالأوتوكلاف

يُعد التعقيم بالأوتوكلاف أو البخار المضغوط، عند الاستخدام الصحيح له، أكثر الوسائل فعالية وموثوقية لتعقيم المواد المختبرية وإزالة التلوث من النفايات من خلال إبادة العوامل البيولوجية أو تعطيلها.

ويستخدم التعقيم بالأوتوكلاف درجات حرارة عالية (على سبيل المثال: ١٢١ درجة مئوية، و ١٣٤ درجة مئوية) مستخدَمة في صورة حرارة رطبة (بخار) تحت الضغط لإبادة الكائنات الحية الدقيقة. وتحقيق درجة حرارة عالية بشكل كافٍ أمر مطلوب لأنه على الرغم من إبادة معظم العوامل البيولوجية المعدية بالتسخين عند ١٠٠ درجة مئوية، فإن بعضها مقاوِم للحرارة (مثل الأبواغ)، ولا يمكن إبادتها عند درجة الحرارة هذه. ويسمح التعقيم بالأوتوكلاف بتحقيق درجة حرارة وضغط عاليين والحفاظ على استمرارهما فترة زمنية كافية لتعطيل الأبواغ.

وتتطلب الأنواع المختلفة من مواد النفايات عمومًا دورات تشغيل مختلفة لبلوغ درجات حرارة التعطيل المناسبة. ولذلك، يجب اختيار أجهزة الأوتوكلاف المختبرية، بناءً على معايير محددة مثل الغرض من الاستخدام، ونوع النفايات المراد تطهيرها وكميتها. وينبغي التحقق من فعاليتها للدورات المحددة التي سيجري استخدامها.

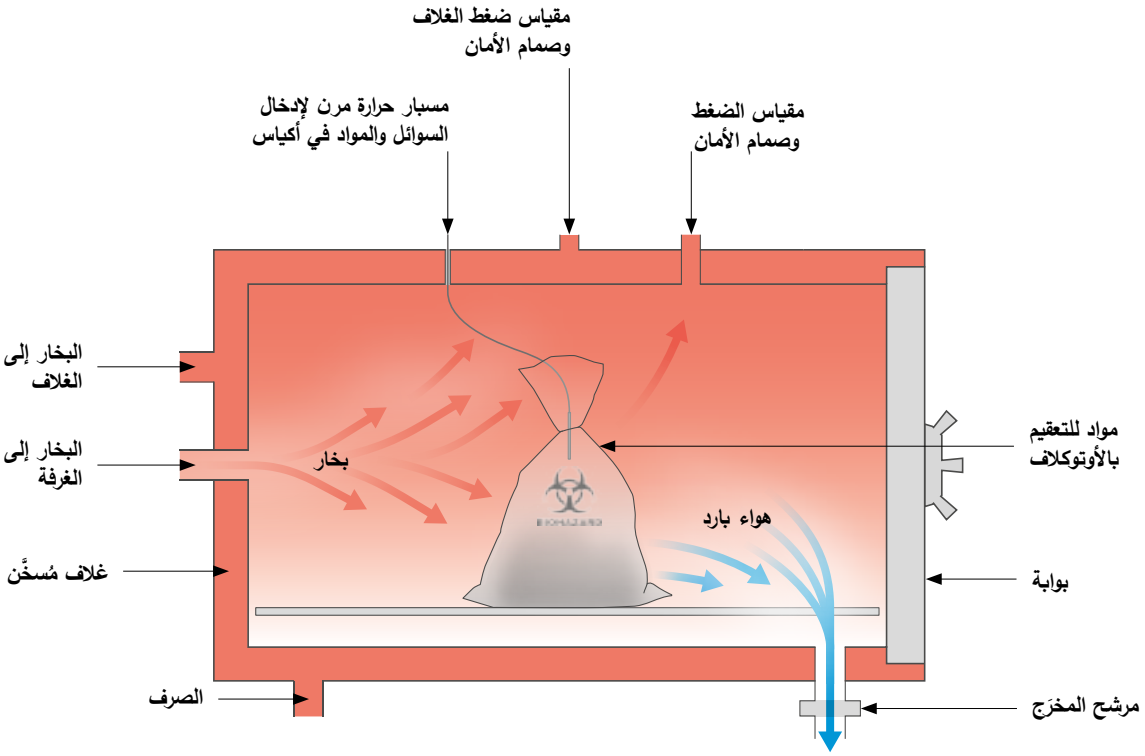
والمكون الرئيسي للأوتوكلاف هو وعاء الضغط (أو حجرة التعقيم)، الذي يمكن إغلاقه بإحكام بغطاء أو بوابة. ويسمح الترتيب الذي تُوضَع فيه الأنابيب والصمامات بإدخال البخار وإخراجه.

وفي الأجهزة البسيطة (الشكل ٣-١)، يُملأ الجزء السفلي من الوعاء بالماء الذي يمكن بعد ذلك تبخيره بسخان كهربائي. ويعمل البخار الناتج في بداية العملية على طرد الهواء في الحجرة، الذي يخرج من خلال صمام العادم.

وتساعد مدة التخزين ودرجة الحرارة والضغط المستخدمة في دورة الأوتوكلاف على تحديد مدى كفاءة التعطيل. ولذلك، يجب أن تكون أجهزة الأوتوكلاف مزوَّدة بنظم للتحقق من هذه البارامترات. وينبغي الاحتفاظ بسجل مكتوب لتسجيل الوقت والتاريخ واسم المشغِّل ونوع النفايات التي عولجت وكميتها التقريبية لكل دورة يجري تنفيذها.

ونظرًا لأن الهواء عازل جيد، فمن الضروري إخراجه بصورة فعالة من الحجرة لضمان عدم تأثر درجات الحرارة. ويمكن دعم وتسريع عملية طرد الهواء وإخراجه من خلال عملية شفط مسبق مع تكرار خطوات الحقن والإفراغ. ويُعد ذلك مهمًّا بشكل خاص في حالة الأحمال المسامية، التي يصعب طرد الهواء منها. ومن الضروري أن تكون المادة مغلفة تغليفًا يسمح بنفاذ الهواء والبخار، وهو ما يتيح الإخراج الكاملة للهواء. وتمنع الجيوب الهوائية المحتجزة داخل المادة التلامس المناسب بالبخار، وتؤدي إلى حدوث نقاط باردة وقد تمنع التعطيل الكامل للعوامل البيولوجية. ولذلك، يجب تحديد معايير تحميل حجرة الأوتوكلاف بدقة لكي نضمن دائمًا الإفراغ الكامل للهواء وتغلغل البخار، حتى في ظل أسوأ الظروف.

ويجب التحقق من التعطيل السليم للنفايات الملوَّثة بانتظام. وبالإضافة إلى درجة الحرارة والضغط والمدة التي يرصدها الأوتوكلاف، يجب أيضًا استخدام مؤشرات بيولوجية بصفة دورية لإثبات التعطيل. ونظرًا لخصائصها المقاوِمة للحرارة، غالبًا ما تُستخدَم جراثيم العصوية الدهنية الأليفة الحرارة Geobacillus sterothermophilus لاختبار الكفاءة. وقد صُمِّمت هذه المؤشرات البيولوجية لإظهار أن الأوتوكلاف قادر على إبادة الكائنات الحية الدقيقة. وبدلًا من ذلك، يمكن أن تكون العوامل البيولوجية المستخدمة في المختبر بمنزلة مؤشرات بيولوجية لتعطيل النفايات. وهناك أيضًا فئات مختلفة من المؤشرات الكيميائية المتاحة، وتتراوح بين مؤشرات بسيطة ومؤشرات متعددة العوامل، وتوفر مراجعات أكثر دقة للوقت ودرجة الحرارة. وعادةً ما تُظهِر شرائط الاختبار تغيرًا مميزًا في اللون يمكن ملاحظته، ولكن هذا لا يثبت بالضرورة أن النفايات قد تعطلت تمامًا. فهو يشير فقط إلى أن المنتج قد خضع لظروف المعالجة المعينة التي تحددها الشركة المُصنِّعة. ويمكن استخدام مؤشر كيميائي بسيط أو شريط الأوتوكلاف بوصفه أحد الضوابط المرئية لتجنب الخلط بين المواد المعالَجة وغير المعالَجة. ومع ذلك، لا تقدم هذه المؤشرات أي معلومات عن مدة الاحتفاظ بدرجة حرارة معينة أو ما إذا كان التعطيل قد تحقق بنجاح. وتقدِّم الدراسة الإفرادية «إزالة التلوث وإدارة النفايات» مزيدًا من المعلومات عن أنواع المؤشرات لاختبار أداء الأوتوكلاف (٢٢).



يُسحَب الهواء البارد من المغرفة عن طريق مضخة شفط أو مدفوعًا بالبخار، ويُمرَّر من خلال مرشح

تشغيل الأوتوكلاف

هناك دورات أوتوكلاف تعمل مقترنة بالشفط (نشطة) أو من دون الشفط (سلبية).

النشطة (مضخة الشفط): تخضع الحجرة لتغيرات ضغط متتابعة لسحب الهواء من الحجرة (شفط – بخار) من خلال مرشح المخرَج (بناءً على تقدير المخاطر).

وهذه الطريقة مطلوبة لأنواع من الأحمال، مثل أكياس النفايات والأواني الزجاجية، وغيرها من المعدات التي لا يمكن إزالة الهواء المحتجز منها بشكل موثوق فيه بالطرق السلبية. وكلما زادت صعوبة إخراج الهواء، زادت الحاجة إلى نبضات الضغط.

السلبية: يدخل البخار الحجرة، ويدفع الهواء البارد إلى الخارج. وهذه هي الطريقة الأبسط، ولكنها غير مناسبة إلا للأحمال التي لا تعيق تعوق إخراج الهواء من الحجرة.

الشكل ٣–١: الأوتوكلاف المختبري البسيط

ويجب اتخاذ احتياطات السلامة العامة الآتية عند استخدام أجهزة الأوتوكلاف.

- يجب إسناد تشغيل أجهزة الأوتوكلاف وصيانتها لأفراد مدربين وأكْفاء.
- يجب أن تتوافر تعليمات تشغيل الأوتوكلاف. ويجب تحديد برامج التعقيم مع مجال الاستخدام (مثل، المواد الصلبة، والسوائل) والبارامترت التي يجب الحفاظ عليها (درجة الحرارة، والضغط، والمدة).
- يجب أن تتوفر أيضًا خطة تحميل (مقترنة بمعلومات عن محتويات المنتَّج الخاضع للتعقيم وعدده وحجمه وكتلته). ويجب تجنُّب المواد الكبيرة والضخمة، وجثث الحيوانات الكبيرة، والحاويات المحكمة الغلق المقاوِمة للحرارة، وغير ذلك من النفايات التي تعوق انتقال الحرارة.

- يجب وضع برنامج للصيانة الوقائية يشمل فحصًا بصريًّا منتظمًا للحجرة وموانع التسرب بالأبواب والمقاييس وأجهزة التحكم. ويجب أن يتولى إجراء ذلك موظفون مؤهلون.

- يجب استخدام مصدر بخار موثوق به لتوفير بخار مشبع بشكل مناسب، أو غير ملوث بقطيرات الماء أو المواد الكيميائية التي تثبط وظيفة الأوتوكلاف، أو قد تلحق الضرر بأنابيب الأوتوكلاف أو حجرته.

- يجب وضع النفايات أو المواد الموضوعة في الأوتوكلاف في حاويات تسمح بإخراج الهواء بسهولة وتتيح التغلغل الجيد للحرارة.

- يجب ألَّا تكون حجرة الأوتوكلاف مكتظة، بحيث يمكن للبخار التغلغل فيها بالتساوي.

- يجب عدم معالجة النفايات الكيميائية الخطرة (مثل، المبيِّض) أو الزئبق أو النفايات المشعة في الأوتوكلاف.

- يجب على المشغلين ارتداء قفازات مناسبة واقية من الحرارة، وملابس واقية، ووسيلة لحماية العين عند فتح الأوتوكلاف، حتى عندما تنخفض درجة الحرارة إلى المستويات المناسبة لفتح الحجرة.

- يجب توخي الحذر لضمان عدم انسداد الصمامات ومصارف أجهزة الأوتوكلاف بالورق أو البلاستيك، أو غيرها من المواد الموجودة في النفايات أو بالمواد الخاضعة لإزالة التلوث.

- لإزالة التلوث من المواد الخطرة المتطايرة (مثل: أبواغ المُمْرِضات)، يجب تزويد صمام تصريف الهواء في الأوتوكلاف بمرشِّح مناسب.

ولمزيد من المعلومات عن الأنواع المختلفة من أجهزة الأوتوكلاف والتحقق منها وصيانتها ومواصفاتها، يرجى الرجوع إلى الدراسة الإفرادية «إزالة التلوث وإدارة النفايات» (٢٢).

٣-٥-٣ الحرق

يمكن استخدام طرق بديلة لإزالة التلوث إذا تعذر تحقيق التطهير أو التحقق منه بسبب كبر الحجم أو زيادة العبء البيولوجي للمواد الملوِّثة. ويأتي الحرق من ضمن طرق التعطيل الشائعة، ويعمل أيضًا آليةً للتخلص من النفايات، ومنها جثث الحيوانات.

ويجب أن يستوفي استخدام الحرق موافقة السلطات المحلية المعنية بالصحة العامة وتلوث الهواء. ويجب أن تكون المحارق ملاءمة للاستخدام مع المواد الجاري حرقها؛ فمثلًا، لا تُعد المحارق التي تُستخدَم عادة لحرق الورق مناسبة لنفايات المختبرات. ويجب أن يكون الحرق كاملًا، أي حتى التحوُّل إلى رماد.

ومن المهم، بشكل خاص، في حالة استخدام حفر الحروق، مثلًا في حالات الطوارئ، تجنب إمكانية العدوى؛ حيث إن انبعاث روائح المواد المتحللة وجذب الحشرات من شأنه أن يُبطِل الغرض من هذه العملية.

٣-٦ معدات الحماية الشخصية

تشير معدات الحماية الشخصية إلى مجموعة من المعدات التي يمكن ارتداؤها و/أو الملابس التي يرتديها الأفراد (مثل: القفازات) لتوفير حاجز إضافي بينهم وبين العوامل البيولوجية التي يجري التعامل معها، والتي تسهم بفعالية في ضبط المخاطر من خلال تقليل احتمالية التعرض للعوامل. وتبيّن الأقسام الفرعية الآتية مجموعة مختارة من معدات الحماية الشخصية الأكثر شيوعًا، والتي يجب استخدامها بوصفها متطلبًا أساسيًّا من متطلبات السلامة البيولوجية.

ويجب ارتداء معدات الحماية الشخصية المستخدمة في المختبرات بشكل سليم، ويجب أن يتلقى الموظفون تدريبًا مناسبًا لضمان استخدامها استخدامًا صحيحًا وفعَّالًا. فالاستخدام غير الصحيح لمعدات الحماية الشخصية، مثل المعاطف المختبرية غير المقفلة، لن توفر مستوى الحماية التي صُمِّمت من أجله. وعند ارتداء مجموعة من معدات الحماية الشخصية معًا، لابد أن تتكامل بعضها مع بعض، وأن يستمر ارتداؤها على النحو الصحيح.

ومن المهم ملاحظة أنه لا يوجد مقاس و/أو نوع و/أو علامة تجارية واحدة تناسب جميع الموظفين. ولذلك، يجب استشارة موظفي المختبرات واختبار مجموعة مختارة من الأصناف من أجل شراء الأصناف الأكثر فعالية. وعمومًا، سوف يتحسن مستوى الامتثال لارتداء معدات الحماية الشخصية عندما يكون للمستخدمين فرصة لإبداء ملاحظاتهم على مدى الراحة والملاءمة.

وتقدِّم الدراسة الإفرادية «معدات الحماية الشخصية» معلومات مفصلَّة عن اختيار معدات الحماية الشخصية والتحقق منها واختبار ملاءمتها وغيرها من الاعتبارات (٢٠).

٣-٦-١ المعاطف المختبرية

يجب استخدام معاطف مختبرية في المختبرات لمنع ارتشاش الملابس الشخصية أو تلوثها بالعوامل البيولوجية. ويجب أن تكون المعاطف المختبرية ذات أكمام طويلة، ويفضل أن تكون بأساور مناسبة، ويجب ارتداؤها مقفلة. ولا ينبغي أبدًا تشمير الأكمام، ويجب أن تكون المعاطف طويلة بما يكفي لتغطية الركبتين، لكن لا ينبغي أن تصل إلى الأرض.

ومتى أمكن، يجب أن يكون نسيج المعطف المختبري مقاوِمًا للارتشاش وأن يتداخل طرفاه من الأمام. ويمكن إعادة استخدام المعاطف المختبرية أو التخلص منها، إلا أنه في حالة استخدام المعاطف القابلة لإعادة الاستعمال، يجب أن يغسلها المختبر أو مقاول متخصص. ويجب أن يكون الغسيل بانتظام، وينبغي النظر في تعقيم أي معاطف يبدو عليها التلوث قبل غسلها.

ويجب ارتداء المعاطف المختبرية في الأماكن المخصصة لهذا الغرض. وعند عدم الاستخدام، يجب تخزينها بشكل مناسب؛ ولا ينبغي تعليقها فوق المعاطف المختبرية الأخرى أو في خزانات أو على خطافات مع متعلقات شخصية. ويجب ألَّا يصطحب الموظفون المعاطف المختبرية إلى منزلهم.

٣-٦-٢ الأحذية

يجب لبس الأحذية في المختبر، ويجب أن تكون مصممة على نحو يقلل من الانزلاق والتعثر، ويمكن أن يقلل من احتمالية الإصابة من جراء الأجسام المتساقطة والتعرض للعوامل البيولوجية. ويجب أن تغطي الأحذية الجزء العلوي من القدم، ويجب أن تكون ذات مقاس ملائم ومريحة للسماح للموظفين بأداء مهامهم دون إجهاد أو تشتت.

٣-٦-٣ القفازات

يجب ارتداء القفازات المناسبة الوحيدة الاستعمال أثناء أداء جميع الإجراءات التي قد تنطوي على لمس الدم وسوائل الجسم والمواد الأخرى التي يحتمل أن تكون معدية، سواء كان ذلك مخططًا له أم من دون قصد. ويجب عدم تطهيرها أو إعادة استخدامها، لأن تعرُّض القفازات للمطهرات والتآكل المطول سوف يقلل من سلامتها، ويضعف حمايتها للمستخدم. ويجب دائمًا فحص القفازات قبل الاستخدام للتأكد سلامتها.

وقد يتطلب الأمر أنواعًا مختلفة من القفازات للأعمال المختلفة أو عند التعامل مع أخطار مهنية أخرى، مثل القفازات التي تحمي من الحرارة أو الأدوات الحادة أو المواد الكيميائية. وينبغي أن تتوفر مقاسات مختلفة للتأكد من أن ملاءمة القفازات للمستخدم جيدة بما يسمح له بمستوى الحركة والبراعة المطلوبين لأداء الإجراءات المنفَّذة. وغالبًا ما تستخدم قفازات النتريل والفينيل واللاتكس للحماية من العوامل البيولوجية. وتجدر الإشارة إلى أن بروتين اللاتكس يمكن أن يسبب الحساسية بمرور الوقت، غير أن هناك خيارات منخفضة البروتين وخالية من المسحوق متاحة للحد من حدوث الحساسية.

٣-٦-٤ حماية العينين

يجب ارتداء نظارات الأمان، أو النظارات الجاحظة الواقية، أو واقيات الوجه (أقنعة واقية) أو غيرها من المعدات الواقية متى اقتضت الضرورة حماية العينين والوجه من الارتشاشات والأجسام الطائرة والأشعة فوق البنفسجية الاصطناعية. ويجب تنظيف واقي العينين بعد كل استخدام. وفي حالة الارتشاش، يجب إزالة التلوث عن الواقي بمطهر مناسب.

ويجب ألَّا تُستخدَم النظارات الطبية الشخصية بوصفها أحد أشكال حماية العينين، لأنها لا تغطي ما يكفي من الوجه حول العينين، وخاصة حول جانبي الرأس. ويجب شراء نظارات أمان طبية متخصصة للأفراد الذين يحتاجون إليها. وهناك بعض النظارات الجاحظة التي تحتوي على تجاويف تُمكِّن المستخدم من ارتداء النظارات الطبية تحتها.

٣-٦-٥ حماية الجهاز التنفسي

وسائل حماية الجهاز التنفسي ليست مطلوبة عامةً للحماية من العوامل البيولوجية في إطار المتطلبات الأساسية. وعندما يشير تقدير المخاطر إلى ضرورة استخدام وسيلة حماية للجهاز التنفسي، فإن ذلك يُعتبَر أحد تدابير الضبط المشددة. ومع ذلك، قد تكون هناك ظروف تتطلب حماية الجهاز التنفسي لأسباب أخرى بناءً على تقدير المخاطر غير البيولوجية مثل المواد الكيميائية أو المواد المسببة للحساسية.

٣-٧ المعدات المختبرية

عند الاستخدام الفعَّال للمعدات المختبرية إلى جانب الممارسات والإجراءات الميكروبيولوجية الجيدة، فسوف تساعد على تقليل احتمالية تعرض الأفراد للعوامل البيولوجية عند مناولتها أو التعامل معها.

ولكي تكون المعدات فعَّالة في خفض المخاطر، يجب أن تتأكد إدارة المختبر من توفير مساحة كافية لاستخدامها. ويجب أن تتوفر ميزانية مناسبة لتشغيل المعدات وصيانتها، ومنها المعدات المدمجة في تصميم المرفق، التي يجب أن تكون مصحوبة بمواصفات تحدد خصائص الأمان الخاصة بها. ويجب أن يكون جميع الموظفين المسؤولين عن تشغيل إحدى المعدات أو صيانتها حاصلين على تدريب جيد، أو قادرين على إثبات القدر المطلوب من الكفاءة.

ويجب الاحتفاظ بسجلات توضح بالتفصيل استخدام المعدَّة وأي صيانة تُجرَى لها، واتخاذ أي من إجراءات التثبُّت/المعايرة، ونتائجها. وينبغي أيضًا، عند الاقتضاء، الاحتفاظ بالسجلات التالية:

- قوائم جرد المعدات (التي قد تشمل أيضًا تفاصيل عن العمر والحالة والأداء)؛
- طلبات شراء المعدات؛
- معلومات الاتصال الخاصة بالأشخاص المصرح لهم بشراء المعدات، وتركيبها ومعايرتها والتثبُّت منها، واعتمادها، وتشغيلها، وصيانتها؛
- الصيانة أو الأحداث غير المجدولة؛
- تدريب الموظفين المصرح لهم باستخدام المعدات ومدى كفاءتهم.

ويجب تصميم المعدات المختارة وتصنيعها وتركيبها على نحو يسهِّل التشغيل البسيط لها، ويسمح بإجراء الصيانة والتنظيف وإزالة التلوث عنها واعتمادها بطريقة تحول دون لمس المشغلين للعوامل البيولوجية أو تقييده متى أمكن. ويجب أن تكون المعدات مصنوعة من مواد غير مُنفِذة للسوائل (ومنها المواد الكيميائية المستخدمة في إزالة التلوث)، ومقاوِمة للتآكل، وتقي

بالمتطلبات البنيوية للمهام المطلوبة. ويجب أن تكون خالية من الحواف الحادة والأجزاء المتحركة غير المحمية للوقاية من الأخطار المهنية على الموظفين. ويجب وضع المعدات المختبرية الكبيرة، بحيث لا تعوق سير عمل موظفي المختبر وحركة العينات والنفايات. ويجب أيضًا وضعها بحيث لا يتأثر أداؤها؛ فمثلًا، يجب وضع أجهزة الأوتوكلاف في مكان جيد التهوية بسبب إنتاجها للحرارة. ويجب وضع المعدات المختبرية الأكثر استخدامًا مثل الحاضنات والثلاجات والمُجمِّدات وأجهزة الطرد المركزي في مكان مريح لموظفي المختبرات، بحيث يسهل الوصول إليها لتجنُّب مد اليدين بعيدًا، و/أو إتاحة استمرار العمل من دون اكتظاظ، وهي أمور قد تزيد خطرَ الإصابات العضلية الهيكلية.

ويجب البت في ملاءمة المعدات للغرض منها قبل استخدامها الذي تحدده عادةً تعليمات الشركة المُصنِّعة. ويجب دائمًا اتباع تعليمات الشركة المصنعة، ما لم تشر إجراءات التشغيل الموحدة الخاصة بالمختبر إلى خلاف ذلك.

ويجب فحص جميع المعدات بانتظام للتأكد من سلامتها وتحديد الأعطال المحتملة. ويجب الإبلاغ عن أي أخطاء على الفور واتخاذ الإجراءات التصحيحية حيالها قبل استخدام المعدَّة مرة أخرى. ويجب إجراء التحقق من الأداء على فترات منتظمة، بين الصيانة الوقائية المجدولة وأعمال الإصلاح، لضمان عمل المعدات على النحو المتوقع.

٣-٧-١ المعدات المختبرية المتخصصة

تقتضي الحاجة تنفيذ أفضل الممارسات عند استخدام بعض المعدات المختبرية الأكثر شيوعًا من أجل تقليل المخاطر البيولوجية بفعالية. وتبيِّن الأقسام الفرعية الآتية هذه الأنواع من المعدات.

الماصات

لمنع تولُّد الرذاذ، يجب عدم استخدام الماصات في نفخ الهواء أو استعمال القوة في طرد السوائل/المحاليل التي تحتوي على عوامل بيولوجية. ويجب أن تحتوي جميع الماصات و/أو أطراف الماصة على سدادات قطنية لتقليل تلوث معدات المص.

ويجب تدريب جميع الأفراد تدريبًا كافيًا على الاستخدام الصحيح للماصات لتقليل مخاطر التلوث الناجم عن توليد الرذاذ والارتشاش، ومن ثم تحسين السلامة والجودة، بوصف ذلك جزءًا مهمًّا من الممارسات والإجراءات الميكروبيولوجية الجيدة.

ولتجنُّب زيادة تناثر أي عوامل بيولوجية قد تسقط من طرف الماصة، يمكن وضع مادة ماصة على السطح المخصص للعمل والتخلص منها بوصفها نفايات معدية بعد الاستخدام. ويمكن غمر الماصات أو أطرافها الملوثة بالكامل في مطهر مناسب في حاوية غير قابلة للكسر. وفي حالة تطهير الماصات كيميائيًّا، يجب تركها في المطهر مدة زمنية مناسبة قبل إزالتها أو غسلها. وعادةً ما تُعقَّم أطراف الماصات في الأوتوكلاف، ولكن من غير المحتمل أن تتحمل الماصات عملية التعقيم بالأوتوكلاف.

أجهزة الطرد المركزي

يجب تشغيل جميع أجهزة الطرد المركزي وصيانتها وفقًا لتعليمات الشركات المُصنِّعة، وأن يتولى صيانتها موظفون مؤهلون تأهيلًا مناسبًا. ويجب استخدام دلاء الأمان لأجهزة الطرد المركزي في حالة توفرها. ويجب فحص حلقات الإغلاق الخاصة بالدلاء بانتظام للتأكد من سلامتها واستبدالها في حالة ظهور تشققات بها.

وعند استخدام أجهزة الطرد المركزي، يجب ملء محتويات أنابيب جهاز الطرد المركزي بالمستوى نفسه، ووضعها في الجهاز في مواضع متقابلة لضمان توازن الجهاز أثناء التشغيل. ويجب تنظيف أجهزة الطرد المركزي وتطهيرها بانتظام، أو إزالة التلوث منها فورًا بعد الانسكاب بمطهر مناسب.

الثلاجات والمُجمِّدات

يجب أن تكون الثلاجات والمُجمِّدات مانعة للشرر، إذا كانت ستُخزَّن بها محاليل قابلة للاشتعال. ويجب وضع إشعارات بهذا المعنى على الجانب الخارجي من الأبواب. ويجب ارتداء معدات الحماية الشخصية المناسبة عند التعامل مع العينات من التخزين المبرِّد، مثل المئزر والقفازات الواقية من الحرارة، وكذلك حماية الوجه والعينين عند وضع العينات في النيتروجين السائل أو إزالتها

منه. ويجب وضع علامات على جميع الحاويات المخزَّنة داخل الثلاجات والمُجمِّدات حتى يمكن التعرف عليها بسهولة. ويجب الاحتفاظ بجرد لمحتوياتها والتحكم فيه دوريًّا. ويجب افتراض أن المواد غير الموسومة معدية ويجب تطهيرها والتخلص منها بالقنوات المناسبة للتعامل مع النفايات. وينبغي أيضًا الإبلاغ عن العناصر غير الموسومة على أنها أخطار وشيكة الوقوع؛ فذلك يشير إلى إخفاق إجراءات التشغيل الموحدة وتقدير المخاطر.

٣-٨ الاستجابة للطوارئ/الأحداث

هناك دائما إمكانية لوقوع الأحداث، حتى عند أداء أعمال منخفضة المخاطر، واتباع جميع المتطلبات الأساسية للسلامة البيولوجية. ولتقليل احتمالية التعرض لعامل بيولوجي/إطلاقه أو لتقليل عواقب مثل هذه الأحداث، يجب وضع خطة طوارئ توفر إجراءات تشغيل موحدة يجب اتباعها في سيناريوهات الطوارئ المحتملة التي تنطبق على العمل والبيئة المحلية. ويجب تدريب الموظفين على هذه الإجراءات، إلى جانب إعطائهم تدريبًا تنشيطيًّا دوريًّا من أجل الحفاظ على كفاءتهم.

ويمكن أن تشمل حالات الطوارئ تلك الحالات المتعلقة بالحوادث الكيميائية أو الحرائق أو الأعطال الكهربائية أو أحداث الإشعاع أو الإصابة بالآفات أو الفيضانات أو المشكلات الصحية الشخصية للأفراد (مثل: النوبة القلبية أو الانهيار). ويجب أن يكون لدى جميع المرافق المختبرية معايير سلامة جيدة للتعامل مع جميع هذه المخاطر غير البيولوجية، للتأكد من وجود ما يلزم من تدابير لضبط المخاطر غير البيولوجية أيضًا (مثل: أجهزة إنذار الحريق، وطفايات الحريق، ووحدات الاستحمام بعد التعرض لأخطار كيميائية). وينبغي استشارة السلطات المختصة عند الضرورة.

ولا بد من توافر حقائب الإسعافات الأولية، مشتملة على المستلزمات الطبية مثل غسول العين المعبأ والضمادات، وأن تكون في متناول الموظفين. ويجب فحصها روتينيًّا، للتأكد من أن المنتجات ما تزال ضمن فترة الصلاحية، وأنها متوفرة بكميات كافية. وفي حالة استخدام محطات غسل العين المزودة بمياه منقولة بالأنابيب، يجب أيضًا فحصها بانتظام، للتأكد من أنها تعمل بشكل صحيح.

ويجب الإبلاغ عن جميع الأحداث للموظفين المعنيين، عادةً مشرف المختبر، في الوقت المناسب. ويجب الاحتفاظ بسجل مكتوب للحوادث والأحداث، بما يتماشى مع اللوائح الوطنية حيثما ينطبق ذلك. ويجب الإبلاغ عن أي حدث يقع، وإجراء تحقيق بشأنه في الوقت المناسب. ويجب الاستفادة من نتائج التحقيق في الحدث في تحديث إجراءات المختبر والاستجابة للطوارئ. ولمزيد من المعلومات عن الإبلاغ عن الأحداث والتحقيق فيها، يرجى الرجوع إلى القسم السابع «إدارة برامج السلامة البيولوجية» والدراسة الإفرادية «إدارة برامج السلامة البيولوجية» *(١٧)*.

١-٨-٣ التصدي للانسكابات البيولوجية

يجب أن تكون مجموعات أدوات مواجهة الانسكاب، المشتملة على المطهرات، في متناول الموظفين بسهولة. واعتمادًا على حجم الانسكاب وموقعه وتركيزه و/أو كميته، قد يكون من الضروري توافر بروتوكولات مختلفة. ويجب إعداد إجراءات مكتوبة للمختبر بشأن تنظيف الانسكابات وتطهيرها، على أن يتبعها الموظفون المدرَّبون تدريبًا مناسبًا.

وإذا حدث انسكاب مقترنًا بمخاطر أولية عالية (بسبب تكوُّن كمية كبيرة من الرذاذ، و/أو كمية كبيرة/تركيز عالٍ من السائل المنسكب، و/أو زيادة قدرة العامل البيولوجي المعني على التسبب في المرض)، فيجب اتباع البروتوكول الآتي:

- يجب على الموظفين إخلاء المنطقة المتضررة فورًا.
- يجب إحالة الأشخاص المعرضين فورًا للتقييم الطبي.
- لا ينبغي دخول الغرفة التي تحتوي على الانسكاب مدةً زمنيةً تسمح بانحسار الرذاذ وترسب الجسيمات الثقيلة. وإذا كان المختبر لا يحتوي على منظومة طرد مركزية لطرد عادم الهواء، فيجب تأخير الدخول مدةً أطول.
- يجب وضع لافتات تشير إلى حظر الدخول.

- يجب إبلاغ مشرف المختبر ومسؤول السلامة البيولوجية في أقرب وقت ممكن بعد وقوع الحدث.
- بعد انقضاء المدة الزمنية اللازمة، يجب الشروع في إزالة التلوث؛ واعتمادًا على حجم الانسكاب، قد يتطلب الأمر المساعدة أو الإشراف، مثلًا، من مسؤول السلامة البيولوجية.
- قد تكون هناك حاجة إلى ملابس واقية مناسبة ووسائل لحماية الجهاز التنفسي عند تنظيف آثار الانسكاب.

وتقدِّم الدراسة الإفرادية «إزالة التلوث وإدارة النفايات» مزيدًا من المعلومات عن التعامل مع الانسكابات *(٢٢)*.

٣-٩ الصحة المهنية

يجب أن تتحمل هيئة التوظيف، من خلال مدير المختبر، المسؤولية عن ضمان مراقبة صحة موظفي المختبر والإبلاغ عنها بشكل مناسب. والهدف من ذلك هو توفير بيئة عمل آمنة، تراعي من بين جملة أمور التدابير الوقائية (مثل التطعيم) ومتابعة صحة الموظفين، لإتاحة اتخاذ التدابير المناسبة في حالة التعرض أو المرض المرتبط بالعمل المهني، أو أي جانب آخر من جوانب العمل التي تؤثر على سلامة الموظفين وصحتهم وعافيتهم.

وقد تكون هناك حاجة للفحص الطبي أو توافر معلومات عن الحالة الصحية لموظفي المختبر، للتأكد من مأمونية عملهم في المختبر. ويجب الحفاظ على سرية جميع جوانب الحالة الصحية للموظف. ويمكن الاطلاع على أمثلة على الأنشطة المتَّبعة في تحقيق هذه الأهداف في الدراسة الإفرادية «إدارة برنامج السلامة البيولوجية» *(١٧)*.

القسم الرابع

تدابير الضبط المشددة

بالنسبة لمعظم الإجراءات، ستكون المتطلبات الأساسية كافية للحفاظ على مستوى المخاطر المقبولة. ومع ذلك، وأثناء تقدير المخاطر، يمكن تحديد موقف تتطلب فيه المخاطر الأولية استخدام واحد أو أكثر من تدابير الضبط المشددة، إلى جانب تلك المحددة في المتطلبات الأساسية، لخفض المخاطر إلى مستوى المخاطر المقبولة.

وهناك العديد من تدابير ضبط المخاطر المختلفة المتاحة للتعامل مع نوع واحد من المخاطر، وسيعتمد اختيار التدبير الأكثر ملاءمةً وفعالية على الظروف المحلية. وفي حالة وجود لوائح وطنية، قد تكون هناك قوائم إلزامية ومحددة سلفًا لتدابير ضبط المخاطر يمكن استخدامها. وعلاوة على ذلك، يجب تبرير مدى ملاءمة أي من تدابير ضبط المخاطر من خلال تقدير المخاطر؛ فمثلًا، الإجراء الذي تتزايد فيه احتمالية التعرض بسبب استخدام إجراء مولِّد للرذاذ سوف يتطلب تدابير ضبط مخاطر تقوم على الحد من تكوين و/أو التقاط الرذاذ. ويجب تحديد فعالية تدبير ضبط المخاطر، أو قدرته على تقليل المخاطر المتبقية، من خلال النظر في الموارد المتاحة (لشراء تدبير ضبط المخاطر وتركيبه وصيانته)، وكفاءة الموظفين، والمتطلبات العملية للتنفيذ.

وتعيد الأقسام الفرعية التالية النظر في كل عنصر من العناصر الأساسية لتشغيل المختبرات الموضحة في القسم الثالث «المتطلبات الأساسية». وهي تحدد الإجراءات والسمات الإضافية وتدابير ضبط المخاطر والمعدات والاعتبارات التي قد تكون مطلوبة في هذه المجالات، بالإضافة إلى المتطلبات الأساسية. وتجدر الإشارة، برغم ذلك، إلى أنه على عكس المتطلبات الأساسية، قد لا تنطبق تدابير ضبط المخاطر والاعتبارات الخاصة بكل عنصر على كل مختبر، ويجب اختيار استخدامها بعناية بناءً على نتائج تقدير المخاطر المحلي.

٤-١ ممارسات وإجراءات العمل التشغيلية

بصرف النظر عن تطبيق أي تدابير ضبط مشددة إضافية، ستكون الممارسات والإجراءات الميكروبيولوجية الجيدة دائمًا الأساس الذي يُنفَّذ على أساسه جميع الأعمال. ومع ذلك، يمكن النظر في الممارسات الإضافية التالية، اعتمادًا على المخاطر المحددة.

- البروتوكولات المصاحبة التي أُعِدت بهدف أن يكون الدخول مقتصرًا على الموظفين المدربين و/أو مجموعة معينة من الموظفين في تلك المنطقة.
- يمكن تطبيق شروط دخول خاصة على بعض الموظفين، تُعتبر شرطًا أساسيًّا لدخول المختبر، مثل الحصول على تطعيمات معينة.
- قد يلزم إجراء معالجات واضحة للعوامل البيولوجية باستخدام جهاز احتواء أولي مثل خزانة السلامة البيولوجية و/أو قد يلزم استخدام وسيلة لحماية الجهاز التنفسي.

٤–٢ كفاءة الموظفين وتدريبهم

ستكون هناك حاجة لتدريب إضافي على أي إجراءات أو عوامل بيولوجية أو نظم أو معدات تتطلب تدابير ضبط مشددة.

ويجب أن يشمل التدريب كُلًّا من الكفاءة في البروتوكولات ذات الصلة (بما في ذلك أي صيانة، إذا لزم الأمر) وعمليات الطوارئ في حالة وقوع حدث أو إخفاق تدبير ضبط المخاطر.

ويُوصَى بفترة إرشاد إلزامية عند استخدام تدبير الضبط المشددة والإجراءات المرتبطة به إلى أن يُعتبَر الموظفون مؤهلين. ويجب تقييم الكفاءة في الإجراء ذي الصلة وتوثيقها، قبل الشروع في العمل غير الخاضع للإشراف. ويجب مراجعة الكفاءة بانتظام لضمان الحفاظ على أفضل الممارسات.

٤–٣ تصميم المرافق

ينبغي للمرفق المختبري، في بعض الحالات، استيعاب تدابير ضبط مشددة إضافية (ضوابط هندسية) و/أو يكون مصممًا بحيث يمكِّن دمج تدابير الضبط المشددة، ويسهِّل تشغيلها الآمن، فضلًا عن البروتوكولات المرتبطة بها. ويمكن أن تشتمل تدابير الضبط المشددة المرتبطة بتصميم المرافق، استنادًا إلى نتيجة تقدير المخاطر، على ما يأتي:

- فصل غرفة/مساحات المختبر فعليًّا عن المناطق المفتوحة أمام الحركة غير المقيد داخل المبنى، ومن ثَم، تقليل مخاطر تعرُّض الأفراد العابرين غير المشاركين مباشرةً في العمل المختبري.
- يمكن تحقيق الفصل الفعلي بين المختبر والمبنى المحيط بإنشاء غرفة استقبال، أو عن طريق بناء المختبر في نهاية أحد الممرات. وفي بعض الحالات، سوف تنطوي إجراءات الضبط المشددة على تخصيص مبنى منفصل للمختبر.
- غلق النوافذ وإحكامها.
- عند اختيار التطهير الغازي بوصفه تدبير ضبط مشدَّد لإزالة التلوث وإدارة النفايات، سوف يلزم تعزيز عدم نفاذية الهواء في غرفة أو مساحة المختبر. ويتحقق ذلك عن طريق إحكام غلق جميع الأسطح و/أو نقاط الاختراق في المختبر لمنع تسرب الغازات الخطرة.
- تهيئة تيار هواء العادم المختبري، بحيث يجري تصريفه بطريقة تقلل من احتمالية تعرض أي أشخاص و/أو حيوانات و/أو البيئة الخارجية لهواء العادم، كأن تصرف العوادم، مثلًا، بعيدًا عن فتحات إدخال الهواء. وبدلًا من ذلك (أو علاوة على ذلك)، يمكن ترشيح هواء العادم قبل تصريفه.
- تخصيص مساحة لمعالجة نفايات المختبر في الموقع، أو توفير مكان للتخزين الآمِن لنفايات المختبر، حتى يمكن نقلها خارج الموقع لإزالة التلوث منها.

وقد تكون هناك حاجة لمعايير إضافية لتصميم المرافق المختبرية لاستيعاب تدابير ضبط المخاطر التي تتناول مخاطر الأمن البيولوجي. وللتعرف على هذه التدابير، يرجى الرجوع إلى الدراسة الإفرادية «تصميم المختبرات وصيانتها» *(٢١)*.

٤–٤ استلام العينات وتخزينها

تشمل تدابير الضبط المشددة، التي قد تكون مطلوبة لاستلام العينات وتخزينها، ما يأتي:

- فتح العينات (من حاويات النقل أو التوصيل) داخل جهاز احتواء أولي و/أو أثناء ارتداء معدات الحماية الشخصية الإضافية.
- تطبيق بروتوكولات الدخول المقيد الأكثر صرامة إلى مناطق التخزين.
- إنشاء آليات إضافية للنقل الداخلي والتوصيل.

٤–٥ إزالة التلوث وإدارة النفايات

يفضل أن تجري إزالة التلوث من النفايات الناتجة عن الإجراءات التي تستخدم تدابير الضبط المشددة في الموقع أو بالقرب من المختبر، وذلك لتقليل مخاطر التعرض أو الإطلاق أثناء توصيل النفايات.

وفي حالة عدم إمكانية إزالة التلوث في الموقع، يجب تعبئة النفايات الصلبة وتخزينها بشكل مناسب (إذا لزم الأمر)، ونقلها في أقرب وقت ممكن إلى مرفق آخر يمتلك القدرات اللازمة لإزالة التلوث. ويجب أن تمتثل النفايات المعدية أولًا لأي لوائح توصيل سارية في حالة إخراجها من المختبر بغرض إزالة التلوث والتخلص منها. ويجب مراعاة توصيل النفايات في حاويات محكمة الغلق ومانعة للتسرب.

وتقدِّم الدراسة الإفرادية «إزالة التلوث وإدارة النفايات» معلومات مفصَّلة عن إدارة النفايات *(٢٢)*. ولمزيد من المعلومات عن توصيل المواد المعدية، يرجى الرجوع إلى القسم السادس «النقل والتوصيل».

٤–٦ معدات الحماية الشخصية

قد تشمل تدابير الضبط المشددة معدات الحماية الشخصية المتخصصة و/أو البروتوكولات المتخصصة إلى جانب معدات الحماية الشخصية الخاصة بالمتطلبات الأساسية التي تساعد على تقليل المخاطر المحددة بقدر أكبر.

٤–٦–١ المعاطف/الملابس المختبرية

تُلبَس المعاطف المختبرية في إطار المتطلبات الأساسية؛ ومع ذلك، ينبغي النظر في الإضافات الآتية:

- ويمكن ارتداء المعاطف المختبرية التي يتداخل طرفاها الأماميان لتوفير حماية إضافية ضد الارتشاشات والانسكابات.
- يمكن استخدام الملابس الواقية البديلة مثل العباءات والأثواب الجراحية، والمعاطف الواقية.
- يمكن ارتداء مئزر إضافي مقاوِم للسوائل و/أو معطف مختبري و/أو أكمام وحيدة الاستعمال للإجراءات التي لا يمكن فيها التقليل من احتمالية حدوث ارتشاشات كبيرة.

- يمكن أن تخضع الملابس القابلة لإعادة الاستعمال لإجراءات إزالة التلوث المناسبة (مثل التعقيم بالأوتوكلاف) قبل الغسيل.
- يمكن ارتداء الأثواب الجراحية أو غيرها من الملابس المختبرية الواقية المخصصة للحيلولة دون تلوث الملابس الشخصية.

٤-٦-٢ الأحذية

قد يلزم تغيير الأحذية و/أو تغطيتها قبل الدخول إلى المختبر في حالة اشتراط ذلك للحيلولة دون حدوث التلوث المتبادل.

٤-٦-٣ القفازات

قد تكون هناك حاجة لقفازات إضافية لبعض الأنشطة (ومنها، مثلاً، القفازات المزدوجة، والقفازات المعزولة للتعامل مع الأشياء الساخنة جدًّا أو الباردة جدًّا، أو القفازات المقاومة للعضّ للتعامل مع الحيوانات، أو القفازات المقاومة للمواد الكيميائية للتعامل مع مواد كيميائية خطرة معينة). وقد يشمل ذلك التعامل مع الحيوانات، أو التعامل مع نفايات المواد السائلة المركزة أو في حالة استخدام عملية إزالة التلوث من خطوتين.

ويجب توافر مجموعة مناسبة من المقاسات لضمان ملاءمة هذه الطبقات المتعددة. ومن المهم ملاحظة أن ارتداء عدة طبقات من القفازات يمكن أن يقلل من درجة البراعة، ومن ثم، يزيد احتمالية التعرض بسبب عدم القدرة على التعامل مع العينات على النحو المناسب. ويجب أخذ ذلك في الاعتبار أثناء عملية تقدير المخاطر وإدراجه في التدريب.

٤-٦-٤ حماية العينين

هناك حاجة لوسائل حماية العينين في الظروف نفسها على النحو المبين في المتطلبات الأساسية. ومع ذلك، يجب أن تكون هذه الوسائل، في حالة ارتدائها، متوافقة مع معدات حماية الجهاز التنفسي.

٤-٦-٥ حماية الجهاز التنفسي

معدات حماية الجهاز التنفسي شكلٌ من أشكال معدات الحماية الشخصية المصممة لحماية مرتديها من استنشاق الجسيمات التي تحتوي على عوامل بيولوجية، و/أو غيرها من الأخطار التنفسية التي قد تكون موجودة في الهواء المحيط. ويمكن استخدام معدات حماية الجهاز التنفسي لحماية الموظفين من الرذاذ بوصفها بديلًا لأداء العمل في خزانة السلامة البيولوجية أو إلى جانبه. ومع ذلك، لا يجب تنفيذ ذلك إلا من خلال دراسة متأنية للمخاطر التي تُستخدَم هذه المعدات لمعالجتها، نظرًا لأنها لا تحمي سوى مرتديها. ولذلك، قد تكون هناك حاجة لتدابير أخرى لضمان حماية موظفي المختبر الآخرين الذين يواجهون خطر التعرض و/أو البيئة المحلية التي تواجه الخطر نفسه.

وتتوفر أنواع وفئات مختلفة من معدات حماية الجهاز التنفسي، وسيعتمد اختيارها على العمل الذي يجري تنفيذه، وموظفي المختبر الذين قد يتعين عليهم ارتداء هذه المعدات (انظر الأقسام الفرعية اللاحقة). ومن المهم اختيار معدات حماية الجهاز التنفسي بعناية وفقًا لنتائج تقدير المخاطر. ويجب ألّا يستخدمها سوى الموظفين المدربين للتأكد من ملاءمتها واستخدامها بشكل صحيح. وعند استخدام معدات حماية الجهاز التنفسي، يجب مراعاة العوامل التالية.

- يجب أن يكون مستوى الحماية مناسبًا للمخاطر المحددة، ويجب أن يقلل استخدامها على نحو كافٍ من التعرض (عن طريق ترشيح الجسيمات المعدية) إلى المستوى المطلوب لحماية صحة مرتديها.

- ويجب أن يكون مرتدي معدات حماية الجهاز التنفسي قادرًا على العمل بحرية، وبدون مخاطر إضافية أثناء ارتدائها.

- ويجب ارتداؤها بشكل صحيح ووفقًا لتعليمات الشركة المُصنِّعة.

- ويجب أن تكون مُحكَمة ومناسبة للشخص الذي يرتديها، الأمر الذي قد يتطلب شراء أنواع وطُرُز مختلفة من معدات حماية الجهاز التنفسي لمختلف موظفي المختبر و/أو الإجراءات.

- وعند استخدام معدات حماية الجهاز التنفسي القابلة لإعادة الاستعمال، يجب تطهيرها بشكل مناسب بعد الاستخدام، وتخزينها والحفاظ عليها بشكل صحيح.

- ويجب أن تتكامل مع أي معدات حماية شخصية أخرى يرتديها الشخص. وهو أمر مهم خاصةً مع استخدام وسائل حماية العينين.

أقنعة التنفس

أقنعة التنفس هي أجهزة ترشيح تزيل الملوِّثات من الهواء المستنشق. ومن المهم ملاحظة أنه لكي يوفر قناع التنفس الحماية من العوامل البيولوجية المتطايرة، فإنه يحتاج إلى مرشح جسيمات؛ فأقنعة التنفس المزودة بمرشحات الغاز لن تحمي بالضرورة من العوامل البيولوجية.

وتوفر أقنعة التنفس المختلفة مستويات مختلفة من الحماية. وعامل الحماية المعيَّن هو تصنيف رقمي يشير إلى مقدار الحماية التي يوفرها قناع التنفس. فعلى سبيل المثال، جهاز التنفس الصناعي ذو عامل الحماية المعيَّن ١٠ سيقلل من تعرض مرتديه بمقدار المعامل ١٠ على الأقل، إذا استُخدِم على النحو الصحيح.

وتعتمد عوامل الحماية المعيَّنة على نوع قناع التنفس وكفاءة مادة الترشيح ومدى إحكامه. ويمكن أن تختلف من بلد لآخر اعتمادًا على كيفية اختبارها.

واختبار الملاءمة هو المصطلح الذي يُطلق على طريقة التحقق من تطابق غطاء الوجه مع ملامح وجه مرتديها. ونظرًا لأن أقنعة تنفُّس عديدة تعتمد على وجود سدادة فعالة بين غطاء الوجه ووجه الشخص، يجب إجراء اختبار الملاءمة متى أمكن. ويمكن أن يشمل اختبار الملاءمة التأكد من أن قناع التنفس يُغلَق بشكل مناسب على وجه المستخدم، باستخدام أجهزة عد الجسيمات الكمي أو البخاخات النوعية للمواد الكيميائية المُرة والحلوة. ويساعد الاختبار كذلك في تحديد أغطية الوجه غير المناسبة التي لا ينبغي استخدامها.

وإذا لم يكن قناع التنفس محكمًا بالشكل الصحيح، فلن يوفر مستوى الحماية المطلوب لمرتديه. ويجب فحص أقنعة التنفس بمرور الوقت للتأكد من أن تعدد الاستخدام لم يضعف درجة الإحكام على الوجه بسبب فقدان الشكل و/أو انسداد المرشحات. وستوفر أقنعة التنفس حماية فعالة فقط إذا كان الشخص لا يرتدي مجوهرات عند سدادة الوجه. ويمكن توفير تصميمات بديلة لمعدات حماية الجهاز التنفسي التي لا تعتمد على سدادة الوجه. ومع ذلك، سوف تتطلب هذه المعدات استخدام مصدر هواء لتوفير ضغط إيجابي، ومن ثَم، يكون شراؤها وصيانتها أكثر تكلفة. ولمزيد من المعلومات عن اختبار الإحكام، يرجى الرجوع إلى الدراسة الإفرادية «معدات الحماية الشخصية» *(٢٠)*.

الكمامات الجراحية

الغرض الرئيسي من استخدام الكمامات الجراحية هو حماية المرضى والمناطق السريرية من العوامل البيولوجية الموجودة في أنف وفم الشخص الذي يرتدي الكمامة. وعند ارتدائها، توفر لمرتديها حماية محدودة من الارتشاشات والقطيرات. وعلى هذا النحو، فالكمامات الجراحية لا تُصنَّف ضمن معدات حماية الجهاز التنفسي. وينبغي النظر في استخدام معدات حماية الجهاز التنفسي المناسبة، إذا اقتضى تقدير المخاطر ذلك.

ولمزيد من المعلومات عن أقنعة التنفس والأشكال الأخرى من معدات حماية الجهاز التنفسي، يرجى الرجوع إلى الدراسة الإفرادية «معدات الحماية الشخصية» *(٢٠)*.

٤–٧ المعدات المختبرية

قد يلزم إيلاء اعتبار خاص للمعدات المستخدمة أثناء الإجراءات ذات المخاطر العالية. ومن بينها:

- تركيب ملحقات احتواء إضافية في المعدات المستخدمة، مثل، دلاء الأمان أو دوارات الاحتواء في أجهزة الطرد المركزي؛
- تخصيص المعدات الحالية للاستخدام فقط في المهام العالية الخطورة لتجنب حدوث التلوث المتبادل؛
- استخدام معدات أمان إضافية مخصصة للحماية من الرذاذ المعدي.

وأكثر المعدات شيوعًا لضبط أي مخاطر عالية للرذاذ هي أجهزة الاحتواء الأولي، مثل خزانة السلامة البيولوجية. فبالإضافة إلى تقليل التعرض للرذاذ، يمكن لهذه الأجهزة أن تعمل أيضًا على عزل الأعمال أو المعدات ذات المخاطر العالية أو المولدة للرذاذ عن مناطق أخرى من المختبر.

وهناك عدة أنواع مختلفة من خزائن السلامة البيولوجية. وهناك أيضًا تصميمات أخرى غير قياسية لأجهزة الاحتواء الأولي التي دخلت حيز الاستخدام لعدد من الأسباب، منها تكلفتها وإمكانية حملها ومتطلبات التصميم الخاص. ويقدم الجدول ٤–١ نظرة عامة أساسية على بعض الأنواع الشائعة لأجهزة الاحتواء الأولي. ولمزيد من المعلومات عن أنواع خزائن السلامة البيولوجية ومعدات الاحتواء الأخرى ووظائفها واستخداماتها، يرجى الرجوع إلى الدراسة الإفرادية «خزائن السلامة البيولوجية وأجهزة الاحتواء الأولي الأخرى» *(١٩)*.

٤–٨ الاستجابة للطوارئ/الأحداث

قد يلزم النظر فيما الأمور التالية التي تنطوي على مخاطر أعلى لوقوع حدث أو التعرض لعوامل بيولوجية.

- التخطيط للعلاج الوقائي والعلاجات التي قد تكون ضرورية بعد التعرض، وتحديد مصادرها.
- الاستحمام الطارئ. فبرغم أن الهدف منه في المقام الأول هو التعامل مع التعرض للأخطار الكيميائية، فقد يُستخدَم للمساعدة في تطهير الأفراد الذين ربما تعرضوا لكمية كبيرة من العوامل البيولوجية، مثلًا، أثناء التعامل مع الحيوانات.
- الإشراف على العمل المختبري خارج ساعات العمل المعتادة. وتشمل الأساليب المتَّبعة نظام المرافقة أو أجهزة خاصة يمكن استخدامها لتنبيه أفراد معينين (مثل موظفي الأمن)، إذا اكتشف الجهاز أن المُشغِّل قد سقط أو ظل ساكنًا مدةً زمنية محددة.

٤–٩ الصحة المهنية

بالإضافة إلى التدابير الموضحة في المتطلبات الأساسية، قد تكون هناك حاجة لتدابير الضبط المشدَّدة التالية لضمان صحة الموظفين وسلامتهم.

الفحص الطبي لجميع موظفي المختبر الذين يعملون وفق تدابير ضبط مشدَّدة لتحديد أن صحتهم ليست في خطر أثناء أداء العمل. ويجب أن يشمل ذلك سجلًا طبيًا مفصَّلًا وفحصًا مهنيًا، وينبغي تسجيلهما.

- أن يقدِّم الطبيب بطاقة اتصال طبية تبيّن نقطة اتصال للطوارئ المُجازة طبيًّا في حالة حدوث اعتلال مفاجئ خارج ساعات العمل.

الجدول ٤–١: أنواع أجهزة الاحتواء الأولي وخصائصها

نوع جهاز الاحتواء الأولي	أهم الخصائص
خزائن السلامة البيولوجية – الفئة الأولى	▪ خزائن ذات واجهات مفتوحة مع تدفق هواء نحو الداخل مصمم لحماية المُشغِّل والبيئة من الرذاذ المعدي المتولدة. ▪ يسمح تصميم تدفق الهواء البسيط بالحفاظ على الأداء في معظم المواقف المختبرية. وفي حالة اقترانها بمعدلات تدفق أعلى، فقد يكون أداؤها أفضل من أداء أنواع أخرى من خزانة السلامة البيولوجية في ظل ظروف معينة. ▪ يمكن تمرير الهواء المفرَّغ من خلال مرشح مناسب (مثل: مرشح هواء للجسيمات العالي الكفاءة) قبل تصريفه أو إعادة تدويره في المختبر.
خزائن السلامة البيولوجية – الفئة الثانية	▪ يوجد العديد من خزائن السلامة البيولوجية المختلفة من الفئة الثانية، ولكل منها ترتيبات و/أو آليات تدفق هواء مختلفة قليلًا. وتقدِّم الدراسة الإفرادية "خزائن السلامة البيولوجية وأجهزة الاحتواء الأولي الأخرى" لمحة موجزة عن هذه الخزائن. ▪ واحدة من خزائن السلامة البيولوجية الأكثر استخدامًا في المرافق المختبرية هي الفئة الثانية من النوع أ–٢ أو أي نوع قياسي أوروبي مكافئ (CEN12469). وتتميز هذه الخزائن ذات الفتحة الأمامية بنمط معقد لتدفق الهواء، يمزج بين تدفق الهواء للداخل والهواء المتدفق إلى أسفل المرشح داخليًا. ويوفر ذلك الحماية لمواد سطح العمل، مثل المزارع الخلوية، إلى جانب المستخدمين والبيئة. ▪ يعني تدفق الهواء المعقد لخزائن السلامة البيولوجية من الفئة الثانية أن أداءها يمكن أن يتأثر بسهولة بعوامل مثل وضع الخزانة ومعدلات تهوية الغرفة وفروق الضغط. ولهذا السبب، قد تكون خزائن السلامة البيولوجية من الفئة الأولى خيارًا أكثر استدامة بسبب تصميمها الأبسط وقوة حمايتها للمشغِّل، عندما لا تكون حماية المنتَج أحد الاعتبارات الرئيسية. ▪ يُمرَّر الهواء من حيز العمل من خلال مرشح مناسب قبل التفريغ. ويمكن إعادة تدوير هذا الهواء في الغرفة، أو تصريفه إلى خارج المبنى من خلال وصلة الأنبوب الكشتباني/غطاء المظلة إلى مجرى مخصص، أو إخراجه من خلال نظام تدفئة وتهوية وتكييف الهواء للمبنى.

الجدول ٤–١: أنواع أجهزة الاحتواء الأولي وخصائصها (تكملة)

نوع جهاز الاحتواء الأولي	أهم الخصائص
خزائن السلامة البيولوجية – الفئة الثالثة	▪ خزانة السلامة البيولوجية من الفئة الثالثة عبارة عن تصميم ذي واجهة مغلقة، يوفر فصلًا كاملًا بين المواد التي يجري التعامل معها والمُشغِّل/البيئة. ويكون الوصول إلى سطح العمل باستخدام قفازات مطاطية قوية متصلة بمنافذ في الخزانة. ▪ خزانات الفئة الثالثة المحكمة الإغلاق، ويُرشَّح كل من هواء الإمداد والعادم (باستخدام مرشح هواء للجسيمات عالي الكفاءة أو ما يعادله)، ويتم الحفاظ على معدلات عالية لتغيير الهواء داخل الخزانة. يجري الحفاظ على تدفق الهواء من خلال نظام عادم مخصص خارج الخزانة، وهو ما يبقي الجزء الداخلي من الخزانة تحت ضغط سلبي مقارنة بالمساحة المحيطة. ▪ يمكن استخدام ميزات إضافية، مثل صناديق المرور أو خزانات الغمر أو أجهزة الأوتوكلاف، لإحضار المواد إلى الخزانة و/أو تطهيرها قبل إخراجها من الخزانة بعد الاستخدام.
العوازل	▪ عازل الغشاء المرن ذو الضغط السلبي عبارة عن جهاز احتواء أولي ذاتي الاحتواء، يوفر درجة عالية من الحماية للمستخدم من المواد البيولوجية الخطرة. وبالنظر إلى مرونتها وتصميمها المخصص، فإن العوازل يمكن أن تكون مناسبة للغرض المتوخى منها. فهي غالبًا ما تُستخدَم لإيواء الحيوانات المصابة. وتُستخدم أيضًا نُظُم عوازل ذات الجداران الصلبة على نطاق واسع، برغم أنها أكثر تأثرًا بتغيرات الضغط. ▪ وتكون مساحة العمل عبارة عن غلاف شفاف مغلق تمامًا معلق من إطار. وقد يكون الوصول إلى مساحة العمل من خلال قفازات مدمجة من النوع ذي الأكمام أو «نصف بزة» داخلية، وكلاهما يكون الوصول إليه من الخارج. ويُحتفَظ بالعازل عند ضغط داخلي أقل من الضغط الجوي. ▪ ويُمرَّر الهواء الداخل من خلال مرشح واحد، ويُمرَّر الهواء الخارج من خلال مرشح واحد أو اثنين، وبذلك يجري تجنُّب الحاجة إلى إخراج هواء العادم خارج المبنى. ▪ ويتطلب الأمر توافر أجهزة مراقبة الضغط الفعالة لضمان التشغيل الصحيح. ويمكن أيضًا استخدام صناديق المرور أو خزانات الغمر أو منافذ النقل السريع لإدخال مواد العمل وإخراجها وتطهيرها.
تهوية العادم الداخلية	▪ بالنسبة لبعض العمليات، ستكون محطة العمل الجيدة التهوية كافية للتحكم في أي رذاذ يولِّده إجراء ما. ويمكن إنشاء محطة العمل هذه عن طريق توصيل صندوق مفتوح الجبهة بمرشح هواء للجسيمات عالي الكفاءة، متصل بمروحة لتوفير تدفق هواء داخلي. ومع ذلك، فما لم تكن محطة العمل مصممة خصيصًا لأعمال الاحتواء البيولوجي، فقد لا يكون الأداء بنفس فعالية خزائن السلامة البيولوجية.

القسم الخامس

تدابير الاحتواء القصوى

سوف يُنفَّذ معظم العمل المختبري باستخدام المتطلبات الأساسية أو تدابير الضبط المشدَّدة. ومع ذلك، وفي ظروف استثنائية، قد يستلزم تقدير المخاطر الاستعانة بمرفق يستخدم تدابير احتواء قصوى لضبط المخاطر العالية جدًّا على الموظفين والمجتمع. ولن تكون هناك حاجة لمثل هذا المرفق إلا في حالة استخدام العوامل البيولوجية ذات العواقب الأشد في العمل الذي يقترن باحتمالية عالية للتعرض. ويشمل ذلك التعامل مع العوامل البيولوجية التي تشكل خطرًا صحيًّا شديدًا على الأفراد أو المجتمع في حالة إطلاقها، مثل العوامل ذات القدرة العالية على الانتقال التي تسبب مرضًا لا تتوافر له تدابير مضادة، أو تلك العوامل التي يوجد دليل على احتمال تسببها في جائحة.

والمختبرات التي تستخدم تدابير الاحتواء القصوى، التي وُصِفت آنفًا على أنها مختبرات احتواء من مستوى السلامة البيولوجية الرابع *(٣)*، هي تلك التي توفر أعلى مستوى من الحماية لموظفي المختبرات والمجتمع والبيئة. ولا يوجد سوى عدد قليل من هذه المختبرات في العالم نظرًا لارتفاع تكلفة بنائها وتشغيلها وصيانتها، إضافة إلى كونها غير مطلوبة لمعظم الأعمال. وعادة، يجب أن تمتثل هذه المختبرات للتشريعات والإرشادات الوطنية الشديدة التفصيل، حتى قبل منحها الإذن بالعمل، وقد تخضع للعديد من عمليات التفتيش التنظيمية بانتظام. ويقتصر هذا القسم على عرض مقدمة أولية عن هذه المرافق. وتقدِّم الدراسة الإفرادية «تصميم المختبرات وصيانتها» مزيدًا من المعلومات *(٢١)*. ومع ذلك، فليس من السهل على وثيقة توجيهية واحدة أن تعرض تفصيلًا مدى تعقيد مثل هذه المختبرات وتنوعها. ويمكن الرجوع إلى وثائق التوجيه الوطنية ذات الصلة، إن وُجدت.

ويمكن استخدام تصميمين مختبريين للمختبرات التي تستخدم تدابير الاحتواء القصوى. الأول هو مرفق خط الخزائن، حيث تُنفَّذ الأعمال جميعها في نظام مغلق من خزائن السلامة البيولوجية من الفئة الثالثة، داخل مختبر ذي ضغط سلبي. والثاني هو مرفق حيث يعمل المُشغِّلون في بِزَّات مغلفة ذات ضغط إيجابي في خزائن السلامة البيولوجية ذات الفتحة الأمامية، وأيضًا في مختبر ذي ضغط سلبي.

٥-١ ممارسات وإجراءات العمل التشغيلية

يجب تطبيق الممارسات والإجراءات الموضحة في المتطلبات الأساسية و/أو تدابير الضبط المشدَّدة أيضًا على تدابير الاحتواء القصوى مع المتطلبات الإضافية التالية:

- يجب تغيير الملابس والأحذية بالكامل قبل دخول المختبر وعند مغادرته.
- يجب تدريب الموظفين على إجراءات الإخراج الطارئ في حالة إصابة أحد الموظفين أو مرضه.
- لا يُسمَح بعمل أي موظف منفردًا.
- يجب إنشاء طريقة للتواصل من أجل الاتصالات الروتينية والطارئة بين الموظفين في مختبر تدابير الاحتواء القصوى وموظفي الدعم خارج المختبر.
- يجب تنفيذ طريقة للرصد البصري وتسجيل أنشطة الموظفين داخل المختبر.

٥–٢ كفاءة الموظفين وتدريبهم

نظرًا للمخاطر الأولية للتعامل مع عوامل بيولوجية عالية العواقب في مثل هذا المرفق، ينبغي أن يُسمح لموظفي المختبرات المتخصصين والمدربين تدريبًا عاليًا فقط بالعمل في إطار تدابير الاحتواء القصوى. ويجب أن يتمتع الموظفون بمستوى مناسب من الخبرة المختبرية، ويجب أن يكون هناك برنامج تدريب متخصص ومفصَّل قبل الخدمة. ويجب تطبيق إشراف وتوجيه صارمين قبل اعتبار الموظفين الجدد مؤهلين تأهيلًا مناسبًا، أو اعتبار الموظفين الحاليين قد اكتسبوا الكفاءة المناسبة في أداء أي عمليات وإجراءات جديدة يجري إدخالها. ويجب أن يشمل التدريب الاستجابة للطوارئ القائمة على سيناريوهات وتدريبًا تنشيطيًّا دوريًّا.

٥–٣ تصميم المرافق

تشتمل خصائص تصميم المختبر الذي يستخدم تدابير الاحتواء القصوى على نظام احتواء أولي فعَّال (الجدول ٥–١)، وخصائص دخول ووصول محددة (الجدول ٥–٢) ونظام تدفئة وتهوية وتكييف مخصص (الجدول ٥–٣)؛ وهي خصائص تُطبَّق أو لا تُطبَّق اعتمادًا على تقدير المخاطر.

ويوصَى أيضًا بأن يكون المختبر الذي يستخدم تدابير الاحتواء القصوى موجودًا في مبنى منفصل، أو على الأقل في منطقة محددة بوضوح داخل مبنى مؤمَّن.

الجدول ٥–١: خصائص ترتيبات الاحتواء الأولي في المختبرات ذات تدابير الاحتواء القصوى

خط خزائن من الفئة الثالثة أو مختبر عوازل سلبي الضغط	مختبر البزات
▪ يحتوي ذلك على نظام حاجز للخزائن مغلق تمامًا يعمل في ظل ضغط سلبي، ويعزل المواد البيولوجية عن بيئة المختبر المحيطة. ▪ وتكون الخزانة/ العازل مزوَّدة بمرشحات للهواء الداخل والعادم، ومنافذ الدخول مثل الأوتوكلاف ذي الباب المزدوج، وغرف التبخير، و/أو خزائن الغمر. ▪ ولمزيد من المعلومات، يرجى الرجوع إلى الدراسة الإفرادية «خزائن السلامة البيولوجية وأجهزة الاحتواء الأولي الأخرى».	▪ يتطلب ذلك عددًا من البزات ذات الضغط الإيجابي المزودة بهواء التنفس الخارجي، الذي يشكل الحاجز بين المُشغِّل والمواد البيولوجية. ▪ يجري تنفيذ العمل في خزانة سلامة بيولوجية من الفئة الأولى أو الثانية. ويمكن استخدام أجهزة الاحتواء الأولي للحيوانات الصغيرة؛ وإذا تعذَّر ذلك (مثلًا: إذا استُخدِمت حيوانات كبيرة)، فيجب أن يشكِّل المختبر الاحتواء الأولي. ▪ وتقدِّم الدراسة الإفرادية «تصميم المختبرات وصيانتها» مزيدًا من المعلومات.
يجب أن يكون المختبر قادرًا على إجراء إزالة التلوث الغازي (مثل التبخير) من أجل السماح بالخدمة والصيانة الدورية للمختبر وأي معدات متخصصة.	

الجدول ٥–٢: خصائص الدخول والوصول في المختبرات ذات تدابير الاحتواء القصوى

خط خزائن من الفئة الثالثة أو مختبر عوازل سلبي الضغط	مختبر البزات
▪ عند الدخول إلى مرفق خط الخزائن، يجب على الموظفين خلع جميع الملابس الشخصية وارتداء ملابس المختبر المخصصة (مثل: الأثواب الجراحية، والمعاطف الواقية)، وكذلك معدات الحماية الشخصية المخصصة.	▪ يجب خلع جميع الملابس الشخصية قبل ارتداء ملابس المختبر المخصصة (مثل الأثواب الجراحية) والبزة الإيجابية الضغط. ▪ عادة ما يدخل المُشغِّل إلى المختبر من خلال حجرة الاستحمام الكيميائية، التي ستعمل على تطهير بزة المُشغِّل عند الخروج.
يجب أن يكون دخول الأفراد والإمدادات وخروجهم عن طريق حجرة ضغط مضبوط، أو نظام يمرون من خلاله. ويجب توفير منافذ الدخول، مثل خزانات الغمر التي تحتوي على مطهر مُجاز، وصناديق المرور ذات الأبواب التي تغلق بالتبادل ونظام للتطهير أو غرف التبخير، لنقل العينات أو المواد أو الحيوانات إلى داخل مختبر الاحتواء الأولي أو خارجه. **ويجب على الموظفين الاستحمام قبل ارتداء ملابسهم مرة أخرى والمغادرة.**	

الجدول ٥–٣: ترتيبات التدفئة والتهوية وتكييف الهواء في المختبرات ذات تدابير الاحتواء القصوى

خط خزائن من الفئة الثالثة أو مختبر عوازل سلبي الضغط	مختبر البزات
▪ يجب أن توجد نظم مخصصة لإمدادات هواء الغرفة والعادم، وأن تخضع للمراقبة باستمرار من خلال نظام إدارة المبنى أو ما يعادله. ▪ يجب تصميم إمداد الهواء إلى مرفق المختبر (بما في ذلك خزائن السلامة البيولوجية من الفئة الثالثة أو العوازل السلبية الضغط)، لمنع إطلاق العوامل البيولوجية بسبب التدفق العكسي المحتمل للهواء. ▪ يجب أن يمر هواء العادم من خزانة السلامة البيولوجية من الفئة الثالثة أو العازل السلبي الضغط من خلال زوج من مرشحات هواء للجسيمات عالية الكفاءة مستقلين ومصفوفين على التوالي قبل إطلاقه في الهواء الخارجي. وبالتالي يمكن أن يكون المُرشِّح الثاني احتياطيًّا في حالة إخفاق المُرشِّح الأساسي. ▪ يجب تشغيل الخزانة أو العازل تحت ضغط سلبي بالنسبة للمختبر المحيط في جميع الأوقات. وينبغي أن تنبِّه أجهزة الإنذار المناسبة موظفي المختبر في حالة حدوث أعطال في النظام.	▪ يجب أن توجد نُظم مخصصة لإمدادات هواء الغرفة والعادم، وأن تخضع للمراقبة باستمرار من خلال نظام إدارة المبنى أو ما يعادله. ▪ يجب تصميم نُظم التهوية بحيث تحافظ على فروق الضغط الخاضعة للسيطرة. ويجب استخدام الضوابط المناسبة لمنع تكييف ضغط المختبر، وضمان بقاء المرفق تحت ضغط سلبي. ▪ يجب مراقبة فروق الضغط داخل مختبر البزات، وبين مختبر البزات والمناطق المجاورة. ▪ يجب توفير الهواء النظيف، عندما يرتدي الشخص بزة، وأن يكون متصلًا بمصدر هواء. ▪ قد يكون ترشيح هواء التنفس بمرشح هواء للجسيمات عالي الكفاءة ضروريًّا، اعتمادًا على النظام المستخدم، ويجب مراقبته. ▪ قبل إطلاق هواء العادم من مختبر البزات إلى الهواء الخارجي، يجب أن يمر من خلال زوج من مرشحات هواء للجسيمات عالية الكفاءة مستقلين ومصفوفين على التوالي. ومن ثَم، يمكن أن يكون المُرشِّح الثاني احتياطيًّا في حالة إخفاق المُرشِّح الأساسي.
▪ **إذا لزم الأمر، يجب تصميم فروق الضغط الخاضعة للسيطرة من المنطقة الأقل تلوثًا إلى المنطقة الأكثر تلوثًا.** ▪ **يمكن إعادة تدوير هواء العادم داخل مختبر خط الخزائن أو مختبر البزات اعتمادًا على تقدير المخاطر (مثل: عدم وجود حيوانات، أو عدم وجود مواد كيميائية خطرة).** ▪ **يجب اختبار جميع مرشحات الهواء للجسيمات العالية الكفاءة واعتمادها سنويًّا على الأقل. ويجب استبدال المرشحات غير المصممة للمسح (اختبار وظيفي لتحديد التسرب) على فترات منتظمة. ويجب أن تستند جميع القرارات المتعلقة بالفترات بين اختبار المرشحات أو استبدالها إلى تقدير المخاطر، ويجب توثيقها في إجراءات التشغيل الموحدة. ويجب تصميم غلاف مرشح الهواء للجسيمات العالي الكفاءة للسماح بالتطهير في الموقع قبل إزالة المرشح. وبدلًا من ذلك، يمكن إزالة المرشِّح في حاوية أولية محكمة الغلق وغير منفِذة للغازات، من أجل التطهير اللاحق و/أو التدمير عن طريق الحرق.** ▪ **يجب توفير مصدر طاقة طارئ ومخصص لجميع معدات السلامة البيولوجية (التي يجب أن تستمر في العمل للحفاظ على السلامة).** ▪ **يجب إعلام موظفي المختبر، عن طريق أجهزة الإنذار المناسبة، في حالة حدوث أعطال في التهوية.**	

٥–٤ استلام العينات وتخزينها

يجب نقل العينات التي تغادر المرفق أو تصل إليه وفقًا للوائح الوطنية والدولية. وعند استلام العينات، يجب أن يفتح العينات ويتعامل معها داخل المختبر موظفون حاصلون على تدريب خاص بهذه المهمة. ويجب تخزين العينات تخزينًا آمنًا في ثلاجات مخصصة ومُجمِّدات وتخزين النيتروجين السائل، بحيث يقتصر الوصول إليها على الموظفين المعتمدين. ويجب الاحتفاظ بسجلات جرد دقيقة للمخزونات وحركة العينات.

٥–٥ إزالة التلوث وإدارة النفايات

يجب معالجة جميع النفايات التي تغادر المختبر، بحيث يجري إزالة التلوث منها تمامًا، ولا تُشكِّل أي خطر مُعدٍ. ويجب التحقق من صحة طرق تطهير المواد التي تغادر المختبر، وإزالة التلوث منها في كل مرة تُستخدَم، وذلك للتثبُّت من فعاليتها.

ويجب إزالة التلوث من جميع النفايات السائلة من منطقة البزات، وغرفة إزالة التلوث، ومكان الاستحمام، وخط الخزائن (خزائن السلامة البيولوجية أو العوازل) قبل التفريغ النهائي باستخدام المعالجة الحرارية أو الكيميائية. وقد تتطلب النفايات السائلة أيضًا تصحيحًا لاحقًا للوصول إلى درجة حموضة محايدة ودرجة حرارة مناسبة قبل التفريغ.

ويجب أن يتوفر الأوتوكلاف ذو الباب المزدوج الذي تمر المواد من خلاله في منطقة المختبر. ويجب أن تتوفر طرق أخرى لإزالة التلوث للمعدات والأغراض التي لا يمكنها تحمُّل التعقيم بالبخار، مثل غرفة التبخير وحجرة الضغط المضبوط.

ويجب تركيب مصرف (مصارف) الاحتواء فقط إذا تبين أن ذلك مطلوب من خلال تقدير المخاطر، مثل مرافق الحيوانات الكبيرة.

وتقدِّم الدراسة الإفرادية «إزالة التلوث وإدارة النفايات» مزيدًا من المعلومات عن أفضل الممارسات لإزالة التلوث (٢٢).

٥–٦ معدات الحماية الشخصية

في نظام مختبر البزات، يجب تصميم البزة بحيث تتحمل التلامس مع المعدات والمواد الكيميائية والمواد الأخرى المستخدمة في مختبر البزات، وللسماح بتنفيذ المهام ومخالطة أي حيوانات بأمان. ويجب وضع إجراءات تشغيل موحدة مفصَّلة بشأن الاستخدام الآمن للبزة، مع تلقي الموظفين الممارسات العملية والتدريب على كيفية تنفيذ إجراءات التشغيل الموحدة بشكل صحيح.

ويجب أن يكون هناك نظام صيانة فعَّال يغطي تنظيف البزات وتطهيرها وفحصها واستبدالها وإصلاحها واختبارها. ويجب تحديد عدد مرات الاختبار من خلال تقدير المخاطر. وقبل استخدام البزة، يجب إجراء فحوصات بصرية واختبارات الضغط لضمان سلامة البزة.

٥–٧ المعدات المختبرية

يجب استخدام المعدات المختبرية المخصصة فقط للمهام العالية الخطورة التي تتطلب تدابير الاحتواء القصوى. ويجب أن تكون المعدات قادرة على تحمُّل التبخير، أو أن يمكن تعبئتها أو نقلها إلى منطقة غير مُنفِذة للغازات وخالية من التبخير داخل المختبر أثناء التبخير الروتيني للمختبر.

ويجب تجنُّب استخدام الأدوات الحادة قدر الإمكان. وإذا كان لا بد من استخدامها، فيجب وضع وتنفيذ إجراءات تشغيل موحدة محدَّدة ومفصَّلة، أيضًا يلزم توفير تدريب مكثف على استخدام الأدوات الحادة في نظام الاحتواء.

٥-٨ الاستجابة للطوارئ/الأحداث

نظرًا لتعقيد هندسة المرافق التي تستخدم تدابير الاحتواء القصوى، وتصميمها وبنائها، سواء في سياق الخزائن أو البزات، يجب إعداد دليل عمل مفصَّل مستقل واختباره في الأنشطة التدريبية.

وكما هو الحال مع كل من المتطلبات الأساسية وتدابير الضبط المشددة، يجب وضع برنامج للطوارئ؛ وسيكون هذا البرنامج أكثر تعقيدًا بالنسبة لمرفق يعتمد تدابير الاحتواء القصوى. ويجب أن تتعاون السلطات الصحية الوطنية والمحلية بفعالية في إعداد هذا البرنامج. ويجب أيضًا إشراك خدمات الطوارئ الأخرى، مثل الإطفاء والشرطة ومستشفيات الاستقبال المعيَّنة.

٥-٩ الصحة المهنية

بالإضافة إلى تدابير ضبط المخاطر الموضحة في المتطلبات الأساسية وإجراءات الضبط المشدَّدة، يجب أن يكون هناك نظام لتقديم المساعدة على مدار ٢٤ ساعة في حالة الطوارئ.

ويجب أن تضمن سياسات العمل الحفاظ على عدد ساعات العمل في المختبر في مناسبة واحدة عند الحد الأدنى لمنع الإرهاق البدني و/أو الذهني. فالإصابات، وخصوصًا الإصابات الجلدية مثل الوخز بالإبرة أو عضات الحيوانات المصابة، التي تحدث في المختبر تحمل مخاطر عالية من جراء عواقب أي عدوى لاحقة، بسبب طبيعة العوامل البيولوجية التي يجري التعامل معها. ويجب الإبلاغ عن مثل هذه الأحداث على الفور، واتخاذ الاحتياطات اللازمة للإسعافات الأولية و/أو العلاج الوقائي حسب الاقتضاء. واعتمادًا على طبيعة الحدث، يجب على الموظفين رصد وتسجيل درجة حرارة الجسم وأي أعراض، مثل الصداع والحمى والإحساس العام بالمرض، مدةً زمنيةً متفقًا عليها. فإذا زادت درجة حرارة الجسم أو لوحظت أعراض خاصة بمرض معين، فيجب اتخاذ الترتيبات اللازمة للحصول على المشورة والدعم الطبيين، وللنقل إلى مرفق رعاية صحية مناسب للعزل والرعاية الطبية الملائمة.

القسم السادس

النقل والتوصيل

غالبًا ما يكون من الضروري نقل العينات أو المواد البيولوجية أو النفايات، التي من المعروف، أو من المتوقع، أنها تحتوي على عوامل بيولوجية بين الغرف أو المختبرات أو المرافق. وفي بعض الحالات، قد يلزم نقل المادة إلى مختبرات في مدن أو مناطق، أو حتى بلدان أخرى، لإجراء مزيد من الاختبارات أو المعالجة أو التخزين. ولأغراض النقل، تُعرَف مواد المختبر التي قد تحتوي على عوامل بيولوجية أنها مواد معدية؛ وهي تشمل المزارع وعينات المرضى أو الحيوانات وأجزاء الجسم أو الأعضاء المصابة والمنتجات البيولوجية، مثل اللقاحات الحية المضعَّفة، أو المنتجات العلاجية المماثلة. وتأتي الكائنات الحية المعدَّلة وراثيًّا، إذا كانت قادرة على التسبب في إصابة البشر أو الحيوانات، أيضًا ضمن هذه الفئة.

وقد يخضع نقل المواد المعدية لمجموعة متنوعة من اللوائح الوطنية و/أو الدولية، اعتمادًا على المنشأ و/أو الوجهة و/أو وسيلة النقل المستخدمة. وقد يطلب المُشغِّلون المستقلون المشاركون في العملية (مثل شركات النقل أو شركات الطيران أو الخدمات اللوجستية) أيضًا بروتوكولات إضافية. وبغضِّ النظر عن اللوائح المطبقة، فإن الهدف دائمًا هو تقليل احتمالية التعرض و/أو إطلاق المادة المعدية، بما يكفل حماية الأفراد و/أو المجتمع و/أو البيئة المحيطة.

ويجب أن يُنفَّذ نقل المواد المعدية أو توصيلها، سواء داخل المختبرات أو فيما بينها، بطريقة تقلل من احتمالية السقوط أو الانسكاب أو الاصطدام أو الأحداث المماثلة. وتقدم الأقسام الفرعية التالية لمحة عامة عن القضايا الرئيسية التي يجب مراعاتها عند نقل المواد المعدية أو توصيلها.

٦-١ النقل داخل المختبر

يجب أن تُنقَل المواد المعدية داخل المختبر، مثلًا من إحدى خزائن السلامة البيولوجية إلى حاضنة، وفقًا للممارسات والإجراءات الميكروبيولوجية الجيدة، لتجنُّب وقوع أحداث التلوث المتبادل والانسكاب غير المقصود. وتشمل التدابير الإضافية التي يجب مراعاتها ما يأتي:

- استخدم حاويات محكمة الغلق، مثل الأنابيب ذات الغطاء الحلزوني. ويجب تجنُّب الأغطية القابلة للنزع لأنها أقل أمانًا.
- استخدم صوانٍ أو صناديق ذات جوانب عميقة ومانعة للتسرب، مصنوعة من مادة ناعمة غير منفذة (مثل البلاستيك أو المعدن)، التي يمكن تنظيفها وتطهيرها بشكل فعال. ومن بين الخيارات المتاحة غلق الحاويات البلاستيكية وحاويات التخزين.
- في حالة استخدام حوامل أو قوارير أو أنابيب، يمكن استخدام العربات من أجل نقل أكثر استقرارًا، حيث تقل احتمالية تسببها في انسكابات متعددة في حالة تعثر العامل أو سقوطه.
- في حالة استخدام العربات، تأكد من تحميلها بطريقة لا تسمح بسقوط المواد، مثلًا، عن طريق تثبيت الحمولة، أو استخدام شكل من أشكال السياج الواقي أو الجوانب المرتفعة.
- التأكد من أن مجموعات أدوات مواجهة الانسكاب متاحة للاستخدام في حالة الانسكاب أثناء النقل، وأن الأفراد المتاحين مدربون على استخدامها.

٦–٢ النقل داخل المبنى

بالإضافة إلى الاعتبارات المذكورة آنفًا، فإن نقل المواد المعدية بين الغرف أو الأقسام أو المختبرات في المبنى نفسه يجب أن يُخطَّط ويُنظَّم ويُنفَّذ بطريقة تقلل من العبور عبر الأماكن والطرقات العامة.

ويجب وسم حاويات النقل بشكل مناسب للتعريف بمحتوياتها، ويجب إزالة التلوث عن الأسطح قبل مغادرة المختبر. ويجب استخدام رموز الأخطار البيولوجية (٣١) على الحاويات بوصف ذلك أحد تدابير الضبط المشدَّدة، إذا كان العامل البيولوجي الذي يجري التعامل معه مرتبطًا باحتمالية أعلى للعدوى.

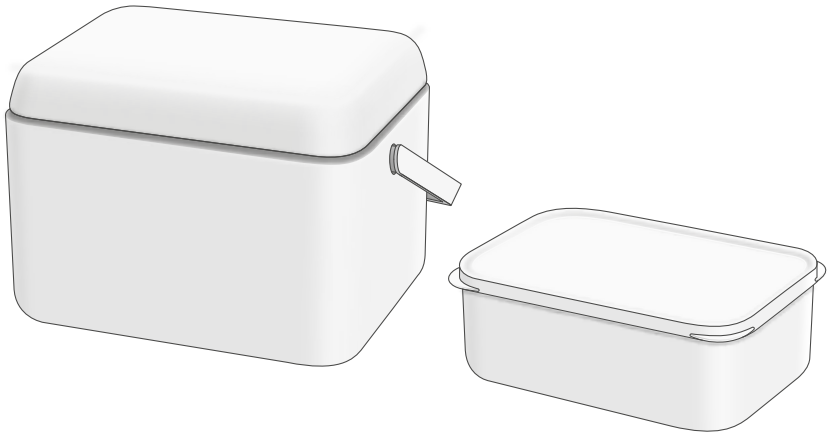
٦–٣–١ شبكات أنابيب الهواء العاملة بالهواء المضغوط

شبكة النقل بأنابيب الهواء العاملة بالهواء المضغوط عبارة عن شبكة من الأنابيب تسمح بحركة الحاويات الأسطوانية حول المبنى أو الموقع باستخدام الهواء المضغوط. ويمكنها أن توفر وسيلة آمنة وفعالة وسريعة لنقل العينات التي تحتوي على مواد معدية حول الموقع. ويجب أن يكون الأفراد الذين يستخدمون النظام في نقاط الإرسال والاستقبال مدربين تدريبًا مناسبًا على استخدامه، وينبغي إبلاغهم بأي مخاطر مرتبطة به. ويجب أن يكون موظفو الإرسال قادرين على تحديد أن العينة مناسبة للنقل بهذه الطريقة، بما في ذلك الحجم والوزن والشكل المناسب للتنقل داخل الشبكة، وأنها تُعبَّأ/تُحتوَى بشكل مناسب، لمنع أي تعرُّض للمادة المعدية أو إطلاقها أثناء عملية النقل.

٦–٣ النقل بين المباني في الموقع نفسه

تَرِد فيما يلي المسائل التي يجب أخذها في الاعتبار بالنسبة للحاويات وطبقات التعبئة الخارجية، لتقليل مخاطر التسرب أثناء نقل المواد المعدية بين المباني.

- يمكن استخدام الأكياس البلاستيكية القابلة للإغلاق والأنابيب البلاستيكية ذات الغطاء الحلزوني، والحاويات البلاستيكية المقفلة في نقل المواد المعدية بين المباني.
- يبيّن الشكل ٦–١ أمثلة على الأصناف التي يمكن استخدامها للاحتواء أثناء النقل.
- يجب مراعاة طبقات التعبئة المكررة على النحو المبيَّن في القسم الفرعي ٦–٤–٣.
- يجب استخدام المواد الماصة بين طبقات التعبئة لامتصاص جميع المواد المعدية في حالة حدوث تسرب.
- يجب أن تكون حاوية النقل الخارجية صلبة. ويمكن أن تختلف اختلافًا كبيرًا حسب الموارد المتاحة. ويعتبر الصندوق البلاستيكي أو صندوق الثلج البلاستيكي الصغير (الشكل ٦–١) أحد الخيارات لنقل المواد المعدية بين المباني في الموقع نفسه، حيث إنها آمنة ويسهل إزالة التلوث منها.
- يجب وسم العبوة بطريقة يمكن من خلالها تحديد هُوية المرسل والمستلم ومحتويات العبوة بوضوح. ويجب أن يتضمن الوسم رموزًا بيولوجية عند الاقتضاء.
- يجب تزويد الموظفين المشاركين في النقل بتدريب توعوي مناسب بشأن المخاطر الموجودة أثناء عملية النقل، وكيفية الحد منها بأمان.



الشكل ٦–١: حاويات لنقل المواد بين المباني في الموقع نفسه

- يجب أن تكون مجموعات أدوات مواجهة الانسكاب متاحة بسهولة، وأن يكون الموظفون المناسبون مدربين على استخدامها.
- يجب إخطار المستلمين مسبقًا بحدوث النقل.

٦–٤ نقل المواد المعدية خارج الموقع

يجب، في بعض الحالات، توصيل المواد المعدية خارج الموقع لمزيد من المعالجة أو التخزين، أو التخلص منها. ويشمل ذلك التوصيل بين مواقع المنظمة نفسها ومن منظمة إلى أخرى. والأشخاص المعرضون للخطر أثناء التوصيل خارج الموقع ليسوا فقط من يشاركون في عملية التوصيل، ولكن أيضًا الجمهور الذي قد تمر بهم عملية النقل. ولهذا السبب، قد يكون ضمان احتواء المواد المعدية والتعامل معها بأمان أمرًا مهمًا للسلطات المحلية أو الوطنية أو الدولية أو جميعها. وقد وُضِعت لوائح وطنية ودولية مختلفة معنية بالتوصيل لتنظيم تعبئة المواد المعدية وتوسيمها وتمييزها وتوثيقها لتقليل احتمالية التعرض و/أو الإطلاق أثناء العبور. ويجري اقتباس معظم اللوائح الوطنية من التوصيات النموذجية للأمم المتحدة بشأن نقل البضائع الخطرة *(٣٢)* وتشرف عليها منظمات مستقلة معنية بالامتثال أو سلطات وطنية.

ولأغراض النقل، تصنف هذه اللوائح المواد التي (قد) تحتوي على عوامل بيولوجية على أنها بضائع خطرة تحت فئة «المواد السامة والمعدية». وتُصنَّف المواد المعدية بعد ذلك، استنادًا إلى تقدير مخاطر المُمْرِضات، ضمن مجموعات فرعية يُحدَّد لها إجراءات مختلفة.

وقد تنطبق لوائح أخرى أيضًا على الشحنة اعتمادًا على طريقة التوصيل المستخدمة، وفي حالة وجود بضائع خطرة أخرى أيضًا، وما إذا كانت هناك أي لوائح وطنية منصوص عليها في بلد المنشأ و/أو البلد المتلقي للشحنة، بما في ذلك تراخيص الاستيراد أو التصدير حسب الاقتضاء.

وتوفر الأقسام الفرعية الآتية مقدمة موجزة عن اللوائح والتصنيفات، وضوابط السلامة التي يمكن تطبيقها على توصيل المواد المعدية خارج الموقع. ولمزيد من المعلومات التفصيلية، يرجى الرجوع إلى الوثائق المدرجة في قسم المراجع.

٦–٤–١ تنظيم نقل المواد المعدية خارج الموقع

يستند معظم اللوائح الخاصة بنقل المواد المعدية إلى اللوائح النموذجية للأمم المتحدة *(٣٢)*. ويجب الرجوع إلى هذه اللوائح، التي تخضع للمراجعة كل عامين بانتظام، للتأكد من أن بروتوكولات المختبر الخاصة بتعبئة المواد المعدية ووسمها وتمييزها ونقلها تتوافق مع اللوائح الحالية. ومع ذلك، نظرًا لأن هذه اللوائح لا يُقصَد منها أن تحل محل أي متطلبات محلية أو وطنية، ومن المحتمل وجود بعض الاختلافات في اللوائح الوطنية، فيجب دائمًا الرجوع إلى اللوائح الوطنية المعنية بالنقل أولاً.

وتشمل اللوائح الدولية الأخرى لنقل المواد المعدية اتفاقيات النقل النموذجية، مع وجود اختلافات في النقل الجوي *(٣٣، ٣٤)* والبحري *(٣٥)* والبري *(٣٦، ٣٧)*. وفي حالة عدم وجود متطلبات وطنية، يجب اتباع هذه الاتفاقات النموذجية. وعند وجود لوائح متعددة، يجب تطبيق أكثرها صرامة. وقد تنطبق أيضًا لوائح أو متطلبات أخرى على المواد المعدية إذا نُقِلت مع بضائع خطرة أخرى، ومنها مواد التبريد مثل الثلج الجاف أو النيتروجين السائل. وينبغي أيضًا مراعاة متطلبات الاستيراد والتصدير، وكذلك تطبيق الاتفاقات الدولية الأخرى، مثل اتفاقيات نقل المواد، عند الاقتضاء *(٣٨)*.

وفي نهاية المطاف، تقع على عاتق الأفراد الذين يرسلون المواد المعدية (يشار إليها غالبًا باسم «المُرسِل») مسؤولية التأكد من درايتهم بجميع اللوائح و/أو الاختلافات المطبَّقة التي تنطبق على شحنتهم وامتثالهم لها. ويجب على المُرسِل استشارة السلطات المختصة لتحديد ما إذا كان قادرًا على الامتثال لهذه المتطلبات قبل بدء عملية الشحن.

ويجب أن يحصل جميع الأفراد المشاركين في أي جزء من عملية توصيل سلعة خطرة، بما في ذلك المواد المعدية، على تدريب على اللوائح المعمول بها ليصلوا إلى مستوى الكفاءة المناسب للاضطلاع بمسؤوليات وظيفتهم.

وقد يشمل ذلك التعريف العام والتدريب التوعوي والتدريب الوظيفي على التعبئة، والوسم والتوثيق، والتدريب على السلامة، بما في ذلك أفضل الممارسات للتعامل مع السلع الخطرة لتجنب الحوادث، بالإضافة إلى معلومات الاستجابة للطوارئ/ الأحداث. ولأنواع معينة من المواد المعدية، قد تتطلب القوانين شهادة رسمية لإثبات الكفاءة في هذه المجالات.

٦–٤–٢ تصنيف المواد المعدية

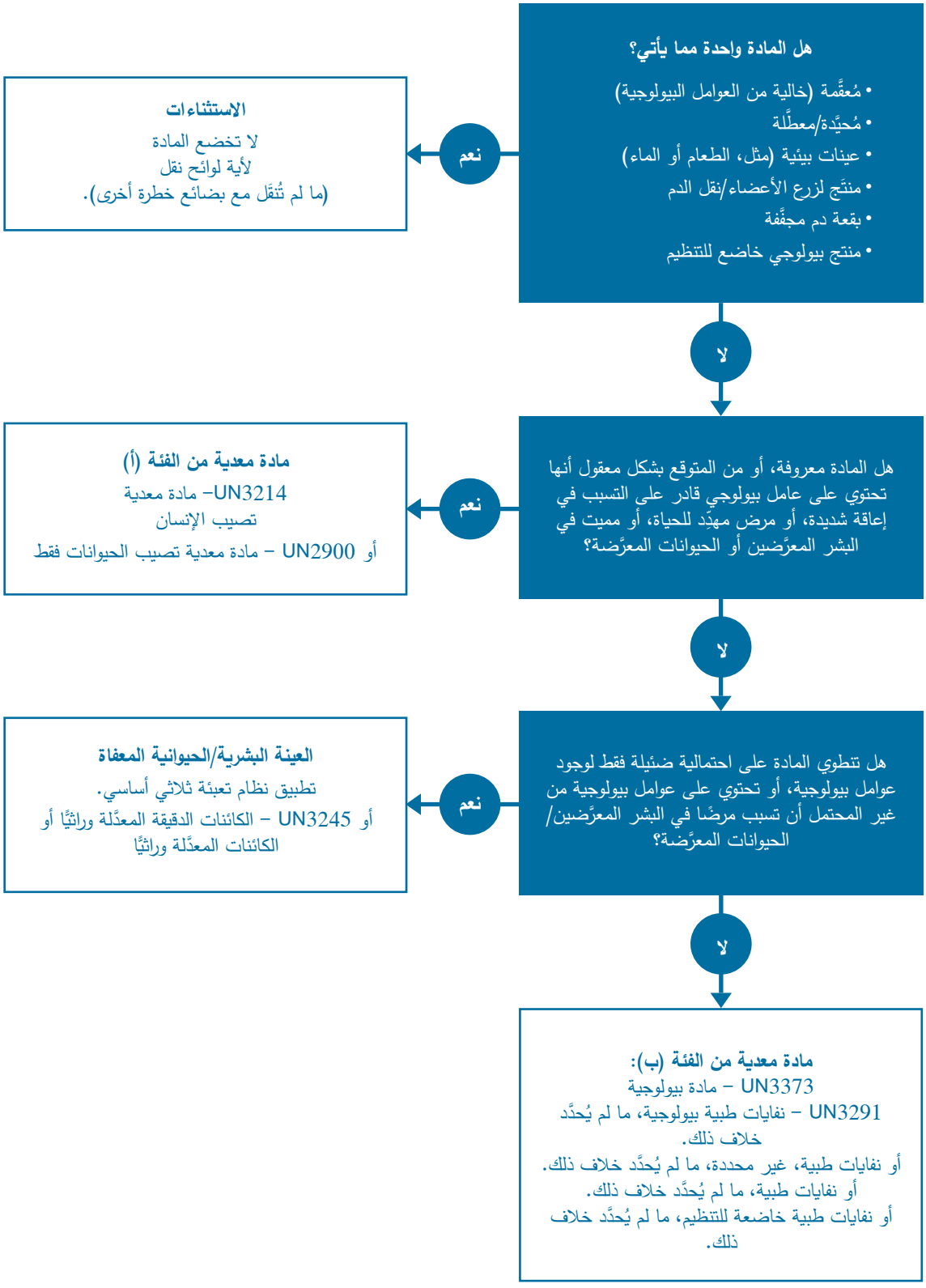
لأغراض النقل، يمكن إضافة إلى ما تقدَّم تصنيف المواد المعدية (المزارع، أو العينات البشرية أو الحيوانية، أو المنتجات البيولوجية مثل اللقاحات الحية المضعَّفة، أو الكائنات المعدية المعدَّلة وراثيًّا أو النفايات الطبية/السريرية) ضمن الفئات الآتية استنادًا إلى قدرة العامل البيولوجي الذي تحتوي عليه هذه المواد (أو يُشتبه في احتوائها عليه) على التسبب في المرض: الفئة (أ)، والفئة (ب)، والعينات البشرية/الحيوانية المعفاة، ويُسنَد إلى كل فئة محددات هوية تتضمن اسمًا مناسبًا للشحن و/أو رقم تعريف الأمم المتحدة الفريد المؤلف من رمز الأمم المتحدة UN وأربعة أرقام *(٣٢)*، وهي التي يمكن استخدامها لتحديد تركيبة المادة والطبيعة الخطرة للعامل البيولوجي بوضوح، والإشارة إلى متطلبات النقل المحددة المقرر تطبيقها.

وفيما يلي مقدمة موجزة لفئات تصنيف المواد المعدية، وملخص لتدابير ضبط المخاطر المادية والإجرائية التي قد تُطبَّق. ويوضح الشكل ٦–٢ أيضًا مخططًا يلخص التصنيفات المختلفة وخصائصها. ويتوافر المزيد من المعلومات المحددة عن متطلبات النقل في إرشادات منظمة الصحة العالمية بشأن شحن المواد المعدية *(٣٩)*، أو ينبغي الحصول على المعلومات من اللوائح والاتفاقيات المعمول بها، اعتمادًا على ظروف النقل.

مواد معدية من الفئتين (أ) و(ب)

الفئتان (أ) و(ب) للمواد المعدية هما أهم تصنيفين مستخدمين عند نقل العوامل البيولوجية (أو المواد التي تحتوي على عوامل بيولوجية) إلى خارج موقع المختبر. ويتمثل الاختلاف الرئيسي بين التصنيفين في عواقب (شدة نتائج) العدوى بالعامل البيولوجي الذي يجري نقله في حالة وقوع حدث أثناء العبور.

وتُعرَّف المواد المعدية من الفئة (أ) على أنها أي مادة (مواد) من المعروف، أو من المتوقع، بشكل معقول احتوائها على عوامل بيولوجية قادرة على التسبب في إعاقة دائمة أو أمراض مهددة للحياة أو مميت في البشر الأصحاء أو الحيوانات الصِحاح.



الشكل ٦–٢: تصنيف المواد المعدية من أجل النقل

ولأغراض النقل، تنطوي هذه المواد على المخاطر الأشد فيما يتعلق بالسلامة البيولوجية والأمن البيولوجي، ومن ثَم، فهي تخضع لأكبر عدد من تدابير ضبط المخاطر، ومنها التعبئة الثلاثية للمواد الخاضع للتنظيم، ومعايير الوسم الصارمة، وعمليات التوثيق التفصيلية. ويجب أن يكون جميع الأشخاص المشاركين في شحن المواد المعدية من الفئة (أ) معتمدين رسميًّا من قبل سلطة مناسبة، وفقًا لما تحدده اللوائح ذات الصلة.

يمكن الاطلاع على قائمة إرشادية بالعوامل البيولوجية المدرجة في الفئة (أ) في اللوائح ذات الصلة بشأن نقل المواد المعدية *(٣٢–٣٧)*، وفي وثيقة منظمة الصحة العالمية الإرشادية بشأن هذا الموضوع *(٣٩)*.

ومع ذلك، فإن القائمة الإرشادية للعوامل البيولوجية ليست شاملة، ولا تشمل المُمْرِضات الجديدة أو الناشئة التي لا تُعرَف خصائصها. وفي هذه الحالة، يجب أن يستند التصنيف إلى البيّنات السريرية المتاحة، والظروف المحلية المتوطنة، ومصدر المادة المعدية والحكم الطبي السليم. وإذا كان هناك أي شك فيما إذا كانت مادة ما تلبي المعايير، فيجب اعتبارها من الفئة (أ) لأغراض النقل.

وتُعرَّف المواد المعدية من الفئة (ب) على أنها أي مادة (مواد) تحتوي على عوامل بيولوجية قادرة على التسبب في إصابة البشر أو الحيوانات بالعدوى، ولكنها لا تفي بمعايير الإدراج في الفئة (أ). وتخضع هذه المواد أيضًا لتنظيم صارم، بما في ذلك التعبئة الثلاثية والوسم بعلامات خاصة والتوثيق. إلا أن التنظيم يكون عمومًا أقل صرامة من ذلك المتبع مع المواد المعدية من الفئة (أ)، اعتمادًا على اللوائح الوطنية المعمول بها.

ويقدم الجدول ٦–١ ملخصًا للمتطلبات الرئيسية للتصنيف والتعريف والتعبئة والتوسيم والتوثيق عند نقل المواد المعدية من الفئتين (أ) و(ب).

الجدول ٦–١ ملخص تصنيف المواد المعدية وتوثيقها وتعبئتها ووسمها بغرض النقل

	الفئة (أ)	الفئة (ب)
التعريف	يحتوي على عامل بيولوجي يُعرَف، أو يُتوقَّع بشكل معقول، أنه يسبب إعاقة دائمة أو مرضًا مهددًا للحياة أو مميتًا	يحتوي على عامل بيولوجي قادر على التسبب في إصابة البشر المعرَّضين أو الحيوانات المعرَّضة بالعدوى، ولكنه لا يفي بمعايير الإدراج في الفئة (أ)
محددات الهوية (رقم الأمم المتحدة واسم الشحن الصحيح)	▪ UN2814: المواد المعدية من الفئة (أ) (التي تصيب الإنسان أو المواد المعدية الحيوانية المنشأ) ▪ UN2900: المواد المعدية من الفئة (أ) (تصيب الحيوانات فقط) ▪ UN3549: النفايات الطبية الصلبة من الفئة (أ)	▪ UN3291: النفايات الطبية أو السريرية من الفئة (ب) ▪ UN3373: المواد المعدية من الفئة (ب) (لجميع المواد الأخرى، ومنها المواد البشرية أو الحيوانية والمزارع والمنتجات البيولوجية)
الوثائق	▪ قائمة محتويات مفصَّلة (موضوعة بين العبوة الثانوية والعبوة الخارجية) ▪ أسماء وعناوين المُرسِل والمتلقي ▪ وثيقة نقل سلع خطرة (بيان السلع الخطرة). ▪ قد تكون هناك حاجة لمزيد من التوثيق اعتمادًا على المتطلبات النموذجية (مثل بوليصة الشحن الجوي للشحنات الجوية) أو اللوائح الوطنية (مثل تصاريح الاستيراد/التصدير)	▪ قائمة محتويات مفصَّلة (موضوعة بين العبوة الثانوية والعبوة الخارجية) ▪ أسماء وعناوين المُرسِل والمتلقي ▪ قد تكون هناك حاجة لمزيد من التوثيق اعتمادًا على المتطلبات النموذجية (مثل بوليصة الشحن الجوي للشحنات الجوية) و/أو اللوائح الوطنية الأخرى (مثل تصاريح الاستيراد/التصدير)
التعبئة	▪ هناك حاجة لتعبئة ثلاثية من أجل الامتثال إلى توجيهات التعبئة الصادرة عن الأمم المتحدة P620 ▪ يجب أن تبيّن العبوة علامة مواصفات الأمم المتحدة، التي تشير إلى الامتثال لمتطلبات اختبار عبوات المواد المعدية من الفئة (أ)	▪ UN3291: عبوة مفردة مقبولة بشرط: وجود مادة ماصة كافية لامتصاص كمية السائل بالكامل، وأن تكون العبوة مانعة للتسرب، و/أو وضع أي أدوات حادة في عبوة مقاومة للثقب ▪ UN3373: هناك حاجة لتعبئة ثلاثية (للنقل الجوي، ويجب أن تكون العبوة الثانوية أو الخارجية صلبة)، تمتثل إلى توجيهات التعبئة الخاصة بالأمم المتحدة P650 وتُعبأ وفقًا لها.

العينة البشرية (أو الحيوانية) المعفاة

تُعرَّف المواد المستخلصة من بشر مرضى أو حيوانات مريضة (أي عينات سريرية)، التي توجد بشأنها احتمالية ضئيلة لوجود عوامل بيولوجية معدية، على أنها عينات بشرية أو حيوانية معفاة. ويعني ذلك أنها معفاة من العديد من المعايير الصارمة المطبقة على المواد المعدية من الفئتين (أ) و(ب)، وخاصة فيما يتعلق بالتمييز والوسم والتوثيق. ومع ذلك، لا يزال يتعين تعبئة العينات المعفاة باستخدام طبقات إضافية من العبوات في نظام ثلاثي الطبقات، يتضمن عبوات أولية وثانوية وخارجية ذات متانة كافية لاحتواء المادة التي يجري نقلها.

ويجب أن تكون التعبئة الثلاثية للعينات المعفاة قادرة على منع تسرب أيٍّ من المواد السائلة المحفوظة بداخلها أو جميعها، ويجب تمييزها بوضوح من الخارج بأنها إما عينة بشرية معفاة، أو عينة حيوانية معفاة حسب الحالة. وإذا نُقِلت العينات المعفاة مع مواد أخرى تستوفي معايير الإدراج في فئة أخرى للسلع الخطرة، مثل الثلج الجاف أو مواد معدية أخرى، فيجب اتباع اللوائح المعنية بتلك المواد.

الاستثناءات

تُعرَف بعض المواد البيولوجية التي تُنقَل إلى خارج موقع المختبر بأنها خالية من أي عوامل بيولوجية، أو من غير المحتمل للغاية أن تحتوي عليها. وتُستثنى هذه المواد من أي لوائح خاصة بالتعبئة أو التمييز أو الوسم أو التوثيق. وتشمل هذه الاستثناءات ما يأتي:

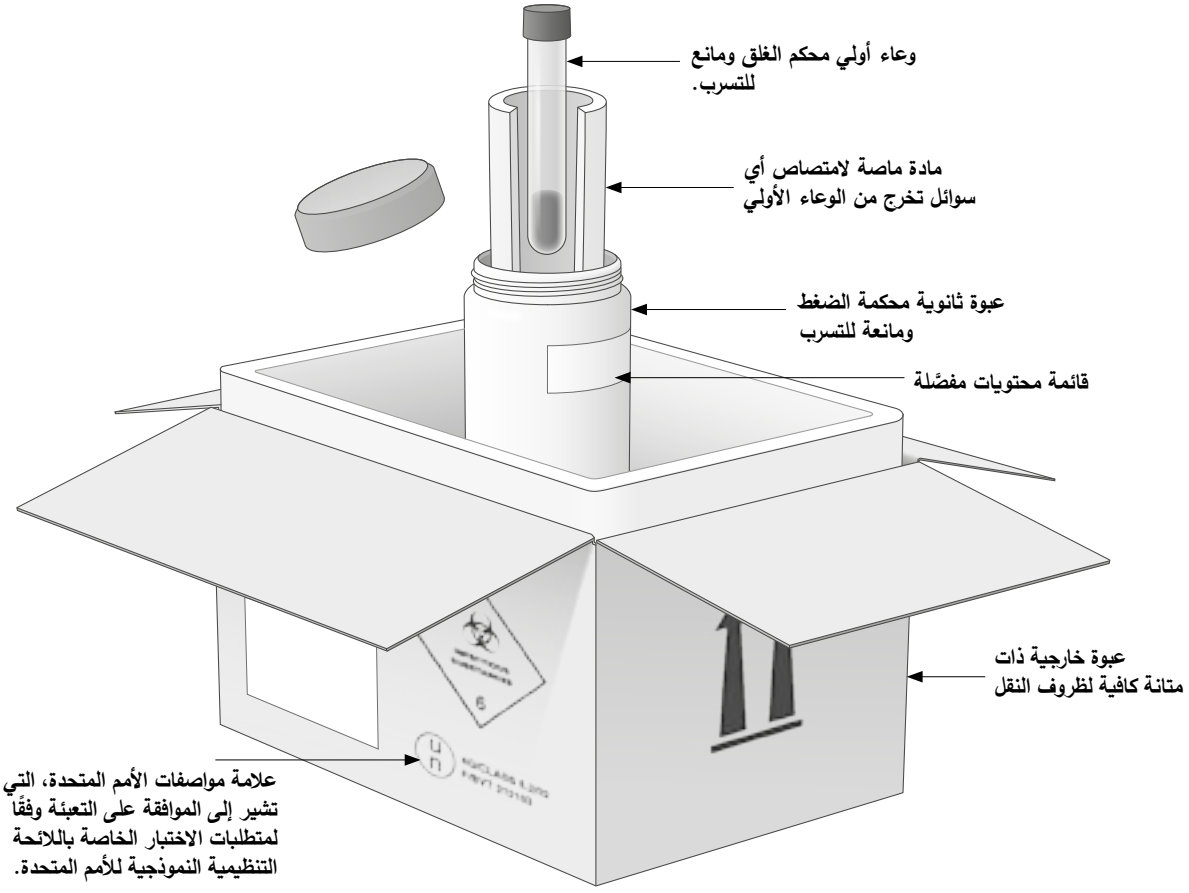
- المواد المعروفة بأنها خالية من المواد المعدية؛
- العوامل البيولوجية في المواد التي جرى تعطيلها أو تدميرها؛
- العوامل البيولوجية في المواد التي لا تسبب الأمراض للبشر أو الحيوانات؛
- عينات بقع الدم المجفَّفة أو الدم الخفي في البراز التي تُنقَل من أجل تحليلها؛
- العينات البيئية التي لا تُعتبر خطرًا كبيرًا على الصحة؛
- منتجات زرع الأعضاء أو نقل الدم.

الشكل ٦-٣: مثال على التعبئة الثلاثية للمواد المعدية

٦-٤-٣ التعبئة الثلاثية للمواد المعدية

يُعد استخدام طبقات إضافية من العبوات طريقة شائعة لمواجهة أي تسرب أو خرق لاحتواء مادة معدية بهدف تقليل احتمالية التعرض و/أو الإطلاق أثناء النقل. ويوصَى عمومًا باستخدام نظام تعبئة ثلاثية، يعدُّ شرطًا بموجب اللوائح لجميع الفئات الثلاث للمواد المعدية الموضحة في الأقسام السابقة.

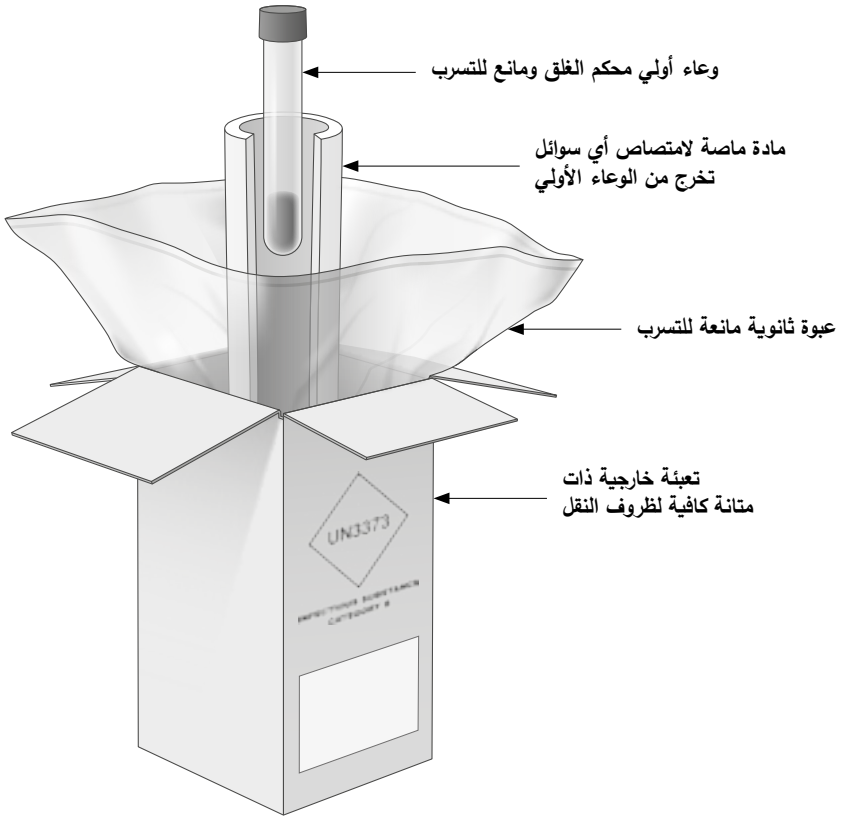
وتتألف التعبئة الثلاثية من ثلاث طبقات (انظر المثال في الشكل ٦-٣). ويجب أن يكون الوعاء الأولي الذي يحتوي المادة المعدية مقاوِمًا للماء، ومانعًا للتسرب، وموسومًا بشكل مناسب وفقًا لمحتوياته. ويجب تغليف الوعاء الأولي بمادة ماصة كافية لامتصاص محتوياته في حالة حدوث انسكاب. وفي حالة تعبئة عدة أوعية أولية معًا، فيجب استخدام مادة توسيد بينها لمنع الاحتكاك فيما بينها.



الشكل ٦-٤: مثال على مواد التعبئة الثلاثية المناسبة للمواد المعدية من الفئة (أ)

وتُستخدم عبوات ثانوية مقاوِمة للماء ومانعة للتسرب لتغليف الوعاء الأولي (الأوعية الأولية) وحمايته. ويمكن وضع عدة أوعية أولية مغلفة في عبوة ثانوية واحدة. وقد تشترط بعض اللوائح حدودًا لحجم و/أو وزن المواد المعدية المعبأة.

وتعمل الطبقة الثالثة على حماية العبوة الثانوية من التلف المادي أثناء النقل. ويكون الحيز الواقع بين الطبقتين الثانية والثالثة الخارجية هو المخصص لاستخدام مواد التبريد، مثل الثلج الجاف أو النيتروجين السائل، إذا لزم الأمر. وتُصنَّف مواد التبريد أيضًا على أنها سلع خطرة، ومن ثَم، قد تخضع لمتطلبات إضافية بحد ذاتها، على النحو المبين في اللوائح المعمول بها. فمثلًا، عند استخدام الثلج الجاف، يجب أن تكون الطبقة الثالثة قادرة على إطلاق غاز ثاني أكسيد الكربون لتجنب الانفجار. ويجب أيضًا أن تتوفر نماذج بيانات العينة والخطابات وأنواع المعلومات الأخرى، التي تحدد أو تصف المادة المعدية، وتحدد المُرسِل والمتلقي، وأي وثائق أخرى مطلوبة، وفقًا للوائح المعمول بها حاليًا.



الشكل ٦–٥: مثال على مواد التعبئة الثلاثية المناسبة للمواد المعدية من الفئة (ب)

ويجب أيضًا تمييز **الطبقة الخارجية** من التعبئة الثلاثية ووسمها بشكل مناسب لتوفير المعلومات الصحيحة عن أخطار المحتويات المعبأة لكل من المادة المعدية، وأي سلع خطرة أخرى قد تكون موجودة، مثل الثلج الجاف. وقد تكون هناك حاجة أيضًا إلى معلومات الشحن العامة، مثل مُرسِل المادة المعدية ومتلقِّيها، ومعلومات المناولة، مثل أسهم التوجيه الموجودة على الصندوق. ونظرًا لأن المتطلبات الدقيقة لتكوين التعبئة الثلاثية قد تختلف اعتمادًا على تصنيف المادة وطريقة النقل المستخدمة، يجب دائمًا الرجوع إلى اللوائح المعمول بها لضمان استخدام المواد المناسبة.

وتتوفر معلومات أكثر تفصيلًا عن متطلبات النقل المحددة للمواد المعدية من الفئتين (أ) و(ب) في اللائحة التنظيمية النموذجية للأمم المتحدة *(٣٢)* على هيئة إرشادات معروفة باسم «تعليمات التعبئة». وتصف هذه الإرشادات مكونات التعبئة التي يجب استخدامها لمختلف فئات السلع الخطرة، بالإضافة إلى المعايير التي يجب أن تفي بها المواد حتى تنال الموافقة على استخدامها. وهناك اثنان من التوجيهات المختلفة للتعبئة متعلقان بالمواد المعدية. إذ ينطبق التوجيه P620 على جميع شحنات الفئة (أ) (كل من UN2814 و UN2900). ويوفر متطلبات إضافية لنظام التعبئة الثلاثية الأساسي. ويشمل ذلك معايير للامتثال لاختبار التعبئة الصارم الذي يوضح القدرة على تحمل الضغوط الداخلية دون تسرب، وتحمل السقوط والتكديس وحتى التكيف (مع المياه ودرجات الحرارة القصوى على سبيل المثال). ويصف التوجيه P620 أيضًا متطلبات التعبئة الإضافية للشحنات التي تشمل الثلج الجاف. ويوضح الشكل ٦–٤ مثالًا على مواد التعبئة الثلاثية المناسبة للمواد المعدية من الفئة (أ).

وهناك نظام أبسط للتغليف الثلاثي، وهو التوجيه P650، الذي ينطبق على نقل فئات المواد المعدية الأخرى – الفئة (ب) (الشكل ٦–٥) أو العينات البشرية والحيوانية المعفاة. ويجب أن تخضع التعبئة المتوافقة مع التوجيه P650 أيضًا لاختبار السقوط واختبار الضغط الداخلي في بعض الحالات، إلا أنه يكون أقل صرامة من ذلك المطلوب لتعبئة المواد المعدية من الفئة (أ).

القسم السابع

إدارة برامج السلامة البيولوجية

تكون الإدارة الفعالة للمخاطر البيولوجية مدعومة بتدابير راسخة على المستويين الوطني والمؤسسي. ومثلما يتوجب على الحكومات والسلطات الوطنية تقدير المخاطر البيولوجية وتطبيق الأطر التنظيمية على مستوى البلد لضبطها، فإن المؤسسات التي يجري فيها التعامل مع العوامل البيولوجية عليها التزام بتقدير المخاطر البيولوجية الموجودة في مرافقها، وتطبيق تدابير مناسبة لضبط المخاطر لحماية موظفيها ومجتمعها والبيئة المحيطة بها.

وسوف يسهم وجود نظام رقابة لإدارة المخاطر البيولوجية مُنفَّذ على المستوى الوطني (مثل إطار تنظيمي) في إثراء وتوجيه الآليات التي يمكن للمنظمات من خلالها الوفاء بالتزاماتها ذات الصلة. ويمكن لأعمال تقدير المخاطر الخاصة بالمؤسسة أيضًا أن توجِّه اختيار وتنفيذ التدابير المناسبة لضبط المخاطر واستراتيجيات تخفيف الأثر التي تخفِّض المخاطر إلى مستوى المخاطر المقبولة. وتتطلب إدارة هذه العملية من المؤسسة وضع برنامج للسلامة البيولوجية: مجموعة من الأدوات والمعلومات والإجراءات ذات الصلة التي تشرف عليها الإدارة العليا للمؤسسة وتعمل على تحسينها باستمرار.

وتضمن الإدارة الفعَّالة لبرنامج السلامة البيولوجية المنظَّم تنفيذ الأنشطة الآتية:

- ثمة التزام من الإدارة العليا لمعالجة المخاطر المرتبطة بالعوامل البيولوجية التي يجري التعامل معها وإدارتها بشكل مناسب.
- جرى تحديد جميع المخاطر المرتبطة بأنشطة العمل وفهمها وضبطها وصولًا إلى مستوى مقبول وعملي.
- وُضِعت الممارسات والإجراءات اللازمة لضبط المخاطر، ويجري رصدها بانتظام لضمان الفعالية والملاءمة المستمرتين.
- وُضِع إطار للتدريب الملائم للموظفين على ممارسات السلامة البيولوجية والوعي بالأمن البيولوجي.
- حُدِّدت أدوار جميع الموظفين ومسؤولياتهم وفُهِمت بوضوح.
- تتماشى الأنشطة المتعلقة بالسلامة البيولوجية في المختبرات، والسياسات والإجراءات المرتبطة بها، مع المبادئ التوجيهية واللوائح الوطنية والدولية.

وغالبًا ما يكون برنامج السلامة البيولوجية أحد مكونات برنامج السلامة الشامل على المستوى المؤسسي (وهو البرنامج الذي يقدِّر جميع أنواع مخاطر الصحة والسلامة داخل المؤسسة، ويتعامل معها معاملةً شاملةً).

ومع ذلك، فإن استقلال برنامج السلامة البيولوجية وإدارته من جانب هيكل الإدارة التنظيمية سيعتمد على حجم المرفق ومدى تعقيده. فعلى سبيل المثال، قد يكون من الضروري توفُّر برنامج مستقل للسلامة البيولوجية عند وجود مخاطر عالية، أو عند إجراء أنواع معقدة أو واسعة النطاق من الأنشطة التي تتضمن مواد بيولوجية.

ويلقي هذا القسم نظرة عامة على العناصر الأساسية لبرنامج السلامة البيولوجية، وكيف يمكن إدارتها على المستوى المؤسسي. وفي حين أن حجم المؤسسة ومدى تعقيدها يحددان خصائص برنامج السلامة البيولوجية، فإن هذه العناصر الأساسية، عندما تستند إلى ثقافة راسخة للسلامة البيولوجية، توفر إطارًا متينًا لبرنامج السلامة البيولوجية الأكثر فعالية.

وتقدِّم الدراسة الإفرادية «إدارة برامج السلامة البيولوجية» معلومات وإرشادات إضافية عن كيفية التنفيذ والإدارة الناجحتين لبرنامج السلامة البيولوجية *(١٧)*.

٧–١ ثقافة السلامة البيولوجية

ثقافة السلامة البيولوجية هي مجموعة القيم والمعتقدات وأنماط السلوك التي يغرسها الأفراد عبر المؤسسة، ويقومون على إتاحتها في بيئة منفتحة وآمنة، ويعمل هؤلاء الأفراد معًا في سبيل دعم أفضل ممارسات السلامة البيولوجية في المختبرات أو تحسينها. وتعدُّ هذه الثقافة ضرورية لنجاح برنامج السلامة البيولوجية، وهي مبنية على الثقة المتبادلة والمشاركة الفعالة لجميع الموظفين في جميع أقسام المؤسسة، مع التزام واضح من إدارة المؤسسة. ويوفر إرساء ثقافة السلامة البيولوجية والحفاظ عليها الأساس الذي يمكن أن يقوم عليه تطوير برنامج ناجح للسلامة البيولوجية.

٧–٢ سياسة السلامة البيولوجية

السياسة المؤسسية للسلامة البيولوجية هي وثيقة تبيّن نطاق برنامج السلامة البيولوجية والغرض منه والأهداف التي يتوخاها. وتوفُّر سياسةٍ للسلامة البيولوجية إنما هو دليل على أهمية السلامة البيولوجية ومدى الالتزام بها داخل المؤسسة.

٧–٣ الأدوار والمسؤوليات المحددة

على الرغم من أن مسؤولية إنشاء برنامج السلامة البيولوجية وإدارته، بما في ذلك تحديد الأدوار والمسؤوليات وإسنادها، تقع على عاتق الإدارة العليا للمؤسسة، فإن جميع موظفي المرفق الذين قد يتعاملون مع العوامل البيولوجية مسؤولون عن المشاركة الفعالة في برنامج السلامة البيولوجية. ويجب أن يكون هناك نظام مطبَّق لتعاقُب موظفي الإدارة والموظفين العلميين والتقنيين والإداريين، لضمان أن المعارف المهمة التي يتطلبها التشغيل السليم والآمِن للمرفق ليست حكرًا على فرد واحد بعينه، تحسبًا لعدم إتاحته أو مغادرته المرفق.

وتوضح الأقسام الفرعية الآتية مختلف الأدوار والمسؤوليات التي ينبغي إسنادها للموظفين، من أجل إدارة ناجحة لبرنامج السلامة البيولوجية.

٧–٣–١ الإدارة العليا

الإدارة العليا هي المسؤولة عن وضع السياسات والمبادئ التوجيهية، إلى جانب الدعم المستمر لبرنامج السلامة البيولوجية. وهي المسؤولة عن ضمان التمويل لدعم البرنامج، والإشراف على التنفيذ والمراجعة المستمرة لمكونات البرنامج.

٧–٣–٢ لجنة السلامة البيولوجية

لجنة السلامة البيولوجية هي لجنة مؤسسية تعمل بوصفها فريق مستقل للمراجعة معني بقضايا السلامة البيولوجية؛ وترفع تقاريرها إلى الإدارة العليا. ويجب أن تعكس عضوية لجنة السلامة البيولوجية المجالات المهنية المختلفة للمؤسسة بالإضافة إلى خبرتها العلمية.

٧–٣–٣ مسؤول السلامة البيولوجية

يجب تعيين مسؤول للسلامة البيولوجية لتقديم المشورة والتوجيه للموظفين والإدارة بشأن قضايا السلامة البيولوجية. والدور المنوط بمسؤول السلامة البيولوجية، وما يتمتع به من معارف أمر بالغ الأهمية في وضع برنامج السلامة البيولوجية والأمن البيولوجي وتنفيذه والحفاظ عليه وتحسينه باستمرار. وينبغي أن يكون لدى مسؤولي السلامة البيولوجية القدر الكافي من التدريب والخبرة،

لكي يكونوا مؤهلين للاضطلاع بأدوارهم، ويجب تخصيص الوقت والموارد الكافية لهم حتى يتمكنوا من أداء عملهم بفعالية. ومع ذلك، وبناءً على حجم المختبر وطبيعته، يمكن أن يكون مسؤول السلامة البيولوجية متعاقدًا خارجيًّا، أو يمكنه أداء واجباته بدوام جزئي.

٧–٣–٤ موظفو المختبر وموظفو الدعم

يضطلع جميع الموظفين داخل المؤسسة، الذين يمكنهم الدخول إلى المختبر أو الوصول إلى العوامل البيولوجية في المرفق، بمسؤولية دعم برنامج السلامة البيولوجية والمساهمة فيه. ويُعَدُّ مدير المختبر مسؤولًا عن تنفيذ السلامة البيولوجية وتعزيزها، لضمان سلامة جميع الموظفين والمتعاقدين وزوار المرفق، وحماية الجمهور والبيئة من الأخطار الناشئة عن العمل المنفَّذ في المختبر. ويكون موظفو المختبر وموظفو الدعم مسؤولين عن تطبيق السلامة البيولوجية فيما يمارسونه من أنشطة يومية.

٧–٤ دليل السلامة البيولوجية

دليل السلامة البيولوجية هو مجموعة إلزامية من جميع الوثائق الخاصة بالمؤسسة تصف العناصر الأساسية لبرنامج السلامة البيولوجية. وقد تشمل هذه الوثائق السياسات والمعلومات بشأن البرامج والخطط الداعمة وإجراءات التشغيل الموحدة الخاصة بالمؤسسة.

٧–٥ تقدير مخاطر السلامة البيولوجية والأمن البيولوجي

الهدف الرئيسي لبرنامج السلامة البيولوجية هو الإدارة الفعالة للمخاطر البيولوجية ومخاطر الأمن البيولوجي. وأحد الأنشطة الأساسية لبلوغ هذا الهدف هو إجراء تقدير للمخاطر. وتقدير مخاطر السلامة البيولوجية أو الأمن البيولوجي هو عملية منهجية لجمع المعلومات وتقييمها، بغية تحديد الأخطار والوقوف على المخاطر المرتبطة بها، ووضع استراتيجيات مناسبة لضبط المخاطر التي تخفِّض، عند تنفيذها، المخاطر إلى مستوى المخاطر المقبولة.

ولمزيد من المعلومات المحددة عن كيفية إجراء تقدير المخاطر، يرجى الرجوع إلى القسم الثاني «تقدير المخاطر». وتقدِّم الدراستان الإفراديتان «تقدير المخاطر» و«إدارة برامج السلامة البيولوجية» نماذج وإرشادات إضافية *(١٧)*.

٧–٦ البرامج والخطط الداعمة

سوف تفيد نتائج تقدير مخاطر السلامة البيولوجية والأمن البيولوجي في اختيار تدابير ضبط المخاطر اللازمة لمعالجة المخاطر المحددة. ويجب بعد ذلك إدارة التنفيذ الصحيح لهذه التدابير، من خلال وضع العديد من البرامج أو النظم الداعمة وإدارتها. ويجب أن تكون تفاصيل هذه البرامج والخطط في متناول الموظفين من خلال دليل السلامة البيولوجية، وقد تشمل:

- خطة الأمن البيولوجي ونظام دخول المختبر؛
- برنامج الصحة المهنية؛
- برنامج إدارة شؤون الموظفين والتدريب؛
- إعداد إجراءات تشغيل موحدة؛

- مخططات تصميم المرفق؛
- مخطط شراء معدات المختبر وتركيبها وصيانتها؛
- نظام إزالة التلوث وإدارة النفايات؛
- الاستجابة للطوارئ أو الأحداث؛
- نظام إدارة السجلات والوثائق؛
- خطة مراقبة المخزون؛
- خطة التواصل.

وتتولى الإدارة العليا وضع هذه البرامج والخطط الداعمة واعتمادها، بدعم من الخبرات ذات الصلة (مثل مسؤول السلامة البيولوجية، ولجنة السلامة البيولوجية، والمهندسين، وإدارة المرفق).

ويمكن الاطلاع على الأوصاف والاعتبارات الرئيسية لدليل السلامة البيولوجية، وكلٍّ من البرامج والخطط الداعمة في الدراسة الإفرادية «إدارة برامج السلامة البيولوجية» *(١٧)*. وتبيّن الأقسام الثالث «المتطلبات الأساسية»، والرابع «تدابير الضبط المشددة»، والخامس «تدابير الاحتواء القصوى»، استراتيجيات ضبط المخاطر الرئيسية التي يجب تضمينها في هذه الخطط.

٧–٧ التقارير والمراجعات

برامج السلامة البيولوجية هي برامج ديناميكية، وتتطلب تقديرًا منتظمًا واستراتيجيات مرِنة لضمان التحسين المستمر والمستدام. ويجب مراجعة برنامج السلامة البيولوجية دوريًّا لضمان استمرار ملاءمته وكفايته وفعاليته. وحتى يتسنى فِعل ذلك، فمن الضروري أن تمتلك المؤسسات نُظمًا لحفظ السجلات والمراجعة التي يجب أن تتضمن البنود الموضَّحة في الأقسام الفرعية الآتية.

١–٧–٧ الإبلاغ عن الأحداث والتحقيق فيها

توفر أعمال التقدير الخاصة بنوع الأحداث وشدتها، بما في ذلك الأحداث التي لا تؤدي إلى التعرض أو الإطلاق (الحوادث الوشيكة)، التي قد تقع في المختبر، معلومات أساسية لتوجيه طبيعة ونطاق الاستجابات والتأهب في المستقبل.

ويُعَدُّ إجراء مراجعة شاملة لجميع تقارير الأحداث جزءًا مهمًّا من إدارة برنامج السلامة البيولوجية، إذ إنه يوفر معلومات عن التدابير التي حققت المراد منها، وتلك التي لم يُكتَب لها النجاح. وتوفر المراجعة أيضًا فرصة لإجراء تحليل الأسباب الجذرية لتحديد أي العوامل الكامنة التي قد تزيد احتماليةَ وقوع الحدث (أو الحادثة الوشيكة). وينبغي الاستفادة من نتائج التحقيقات بشأن الأحداث في تحديث الاستجابة للطوارئ وتحسينها، فضلًا عن كونها فرصة للتدريب على الدروس المستفادة لمنع تكرارها في المستقبل.

٢–٧–٧ أعمال التدقيق والتفتيش (الداخلية والخارجية)

ينفذ العديد من المختبرات برنامج تفتيش تعاوني، حيث يكون موظفو المختبر مسؤولين مباشرةً عن أعمال التدقيق الذاتي الدورية (التقييمات الذاتية)، إلى جانب تقييم يجري بوتيرة أقل، ولكنه أكثر تعمقًا، مع مسؤول السلامة البيولوجية و/أو أعضاء لجنة السلامة البيولوجية. وفي بعض الحالات، قد تجري المختبرات أيضًا أعمالَ تدقيقٍ و/أو تفتيشٍ خارجية، مثلًا، ضمن إطار إحدى

عمليات الإشهاد بموجب الإطار التنظيمي الوطني أو تحت مظلة برنامج إرشاد دولي. وأعمال التقدير هذه من شأنها أن توفر معلومات عن فعالية برنامج السلامة البيولوجية، ويمكن تحليل نتائجها لتحديد نقاط الضعف التي قد يجب التصدي لها.

٧-٧-٣ التقارير الأخرى

بالإضافة إلى تقارير الأحداث والتقديرات المختبرية، قد يسجِّل برنامج السلامة البيولوجية أيضًا ويراجع معلومات أخرى، مثل نتائج الأنشطة التدريبية والتمارين واستطلاعات آراء الموظفين، من أجل تحديد مزيد من الفرص لتحسين السلامة البيولوجية.

وتقدِّم الدراسة الإفرادية «إدارة برامج السلامة البيولوجية» مزيدًا من الإرشادات والنماذج المفيدة في تحسين برنامج السلامة البيولوجية ومراجعته *(١٧)*.

القسم الثامن

الأمن البيولوجي في المختبرات

يشير الأمن البيولوجي في المختبرات إلى التدابير الأمنية المؤسسية والمتعلقة بالموظفين، المصممة لمنع فقدان العوامل البيولوجية التي يجري التعامل معها في المختبر، أو سرقتها أو إساءة استخدامها أو تغيير الغرض منها أو إطلاقها عمدًا. وتأتي معالجة مخاطر الأمن البيولوجي في المختبرات من نواحٍ كثيرة، بالتوازي مع إدارة مخاطر السلامة البيولوجية ومكمِّلةً لها. وتُعدُّ ممارسات السلامة البيولوجية الفعَّالة الأساس الذي يقوم عليه الأمن البيولوجي في المختبرات، ويجب تنفيذ تدابير ضبط مخاطر الأمن البيولوجي بوصفها جزءًا لا يتجزأ من إدارة برنامج السلامة البيولوجية للمؤسسة.

وهناك العديد من التحديات والمحاذير المرتبطة بتنفيذ سياسات الأمن البيولوجي وإجراءاته. فمثلًا، يمكن العثور على العديد من العوامل البيولوجية التي يجب الحماية منها في بيئتها الطبيعية. وبالإضافة إلى ذلك، يمكن أن تُستخدَم العوامل البيولوجية محل الاهتمام بكميات صغيرة جدًّا، أو قد تكون قادرة على التكاثر الذاتي، وهو ما يجعل من الصعب اكتشافها أو قياس كميتها بشكل موثوق فيه. وفي بعض الحالات، قد تؤدي عملية القياس الكمي في حد ذاتها إلى مخاطر تتعلق بالسلامة البيولوجية والأمن البيولوجي. وعلاوة على ذلك، وفي حين أنه من المحتمل وجود سوء نية في استخدام هذه العوامل البيولوجية، يكون استخدامها مفيدًا للعديد من التطبيقات التشخيصية والتجارية والطبية والبحثية المشروعة والحسنة النيَّة. ولهذا السبب، فمن الضروري إجراء تقدير سليم لمخاطر الأمن البيولوجي المحتملة، ووضع تدابير مناسبة لضبط المخاطر من شأنها أن تخفض المخاطر دون إعاقة العمليات العلمية والتقدُّم المُحرَز. ويجب أن تمتثل هذه التدابير إلى المعايير الوطنية والإجراءات التنظيمية، وأن تكون متناسبة مع المخاطر المقدرة.

ولتحقيق ذلك، ينبغي اتباع نهج مشابه لإطار تقدير مخاطر السلامة البيولوجية، مع التركيز تركيزًا خاصًّا على الأمن البيولوجي، لتحديد ما إذا كانت المؤسسة تمتلك عوامل بيولوجية قد تجذب أولئك الذين قد يرغبون في استخدامها استخدامًا ضارًّا. ويجب أن يكون عمق تقدير مخاطر الأمن البيولوجي متناسبًا مع المخاطر المحددة. ولمعظم المختبرات، يمكن في كثير من الأحيان دمج تقدير مخاطر الأمن البيولوجي مع تقدير مخاطر السلامة البيولوجية، بدلًا من أن يكون نشاطًا قائمًا بذاته.

وكما هو الحال مع السلامة البيولوجية، تتضمن عملية تقدير مخاطر الأمن البيولوجي أيضًا وضع استراتيجية لإدارة مخاطر الأمن البيولوجي، من خلال اختيار تدابير ضبط مخاطر الأمن البيولوجي وتنفيذها. ويلزم وجود برنامج للأمن البيولوجي في المختبرات لإعداد هذه العمليات وتنفيذها والإشراف عليها ومراجعتها، وفقًا لمتطلبات المرفق. ويمكن، في كثير من الحالات، دمج هذا البرنامج مع إدارة برنامج السلامة البيولوجية، على الرغم من أنه قد يحتاج إلى أن يكون برنامجًا قائمًا بذاته، عندما تكون مخاطر الأمن البيولوجي التي حُدِّدت شديدة و/أو متعددة.

ويصف القسم الفرعي التالي بإيجاز بعض العناصر الرئيسية لبرنامج الأمن البيولوجي في المختبرات، بما في ذلك إطار تقدير المخاطر الخاص به. وتقدِّم الدراسة الإفرادية «تقدير المخاطر» معلومات مفصَّلة عن إجراء تقدير المخاطر *(١٨)*. وللحصول على تفاصيل عن الأمن البيولوجي في المختبرات، يرجى الرجوع إلى منشور منظمة الصحة العالمية: إدارة المخاطر البيولوجية. إرشادات بشأن الأمن البيولوجي في المختبرات *(٤٠)*.

٨–١ تقدير مخاطر الأمن البيولوجي

تتبع أعمال تقدير مخاطر الأمن البيولوجي الإطار نفسه الموضح سابقًا، فيما يتعلق بالسلامة البيولوجية.

٨–١–١ جمع المعلومات

جمع المعلومات عن: نوع العوامل البيولوجية المتاحة، وموقعها المادي، والموظفين المطلوب دخولهم إلى مباني المختبر، إما للتعامل مع العوامل، وإما لأسباب أخرى مثل الخدمة والصيانة، والمسؤولين أيضًا عن العوامل البيولوجية.

٨–١–٢ تقييم المخاطر

تقدير كيفية ارتباط المعلومات التي سبق جمعها باحتمالية وصول شخص ما إلى العوامل البيولوجية المحددة، وعواقب الإطلاق المتعمَّد لهذه العوامل. ولابد من مقارنة هذين العاملين لتحديد المخاطر الكلية/الأولية.

٨–١–٣ وضع استراتيجية لضبط المخاطر

تحديد الحد الأدنى من معايير الأمن المطلوبة للسماح بمواصلة التعامل مع العوامل البيولوجية المحددة (أي المخاطر المقبولة).

٨–١–٤ اختيار تدابير ضبط المخاطر وتنفيذها

يمكن أن تشمل تدابير ضبط مخاطر الأمن البيولوجي كلًّا من نُظم الأمن الإجرائية والمادية. ويجب أن يتضمن تقدير المخاطر تعريفًا واضحًا للتهديدات التي صُمِّمت تدابير ضبط المخاطر للحماية منها، وأن يوضِّح متطلبات الأداء لأي نظم أمن مادية. ويأتي بيان تدابير ضبط مخاطر الأمن البيولوجي بمزيد من التفصيل لاحقًا في هذا القسم.

ويُعَد تقييم مدى ملاءمة الموظفين، والتدريب الخاص بالأمن، والالتزام الصارم بإجراءات الحماية من المُمْرِضات، طرقًا لتعزيز الأمن البيولوجي في المختبرات.

٨–١–٥ مراجعة المخاطر وتدابير ضبطها

يجب التحقق من التشغيل الناجح لبرنامج الأمن البيولوجي من خلال إجراء التدريبات والتمارين الدورية. وبالمثل، ينبغي وضع بروتوكول مؤسسي للأمن البيولوجي في المختبر، لتحديد الخروقات في الأمن البيولوجي والإبلاغ عنها والتحقيق فيها ومعالجتها. ويجب أن يُحدَّد بوضوح حجم مشاركة سلطات الصحة العامة والأمن وأدوارها ومسؤولياتها في حالة حدوث خرق أمني.

ويجب تحديد كل هذه الجهود والحفاظ على استمراريتها، من خلال التقييمات المنتظمة لمواطن الضعف والتهديدات ومخاطر الأمن البيولوجي، والمراجعة المنتظمة للإجراءات وتحديثها. ويجب دمج عمليات التحقق من الامتثال لهذه الإجراءات، مع توجيهات واضحة بشأن الأدوار والمسؤوليات والإجراءات التصحيحية، في برنامج الأمن البيولوجي في المختبرات.

٨–٢ مراقبة المخزون

من الضروري وجود برنامج شامل للمساءلة من أجل إرساء المراقبة الملائمة للعوامل البيولوجية المعرضة للخطر، ومنع السرقة و/أو إساءة الاستخدام. وتشمل الإجراءات التي يمكن استخدامها لتحقيق ذلك إجراءَ جردٍ مفصَّل، يشتمل على وصف العوامل البيولوجية وكمياتها وموقع تخزينها واستخدامها والشخص المسؤول عنها، وتوثيق عمليات النقل الداخلية والخارجية، وتعطيل المواد و/أو التخلص منها. ويُوصَى بإجراء مراجعات دورية، إلى جانب التحقيق في أي تناقضات، ووضع حلول لها.

يجب أن تكون قائمة جرد العوامل البيولوجية محدَّثة وكاملة ودقيقة، مع تحديثها بانتظام لضمان المراقبة والمساءلة الملائمتين.

٨–٣ مراقبة المعلومات

يجب أيضًا استخدام عمليات وإجراءات لحماية سرية وسلامة المعلومات الحساسة الموجودة في المختبر، التي يمكن استخدامها بسوء نية. ومن المهم، في نطاق برنامج الأمن البيولوجي، تحديد المعلومات الحساسة ووسمها وحمايتها من أن يصل إليها أي شخص من دون تصريح. وتتضمن المعلومات الحساسة بيانات البحث ونتائج التشخيص ومعلومات عن التجارب على الحيوانات وقوائم الموظفين الرئيسيين (مثل بيانات الاتصال الخاصة بموظفي تكنولوجيا المعلومات والسلامة البيولوجية)، وخُطط الأمان ورموز الدخول وكلمات المرور، ومواقع التخزين وقوائم جرد العوامل البيولوجية. ويجب حظر تقاسم المعلومات الحساسة مع الأفراد غير المصرح لهم تمامًا.

المعلومات السرية: المعلومات المشمولة بالحماية أو التقييد من الوصول و/أو النشر غير المصرح به أو العرضي.

٨–٤ إدارة الموظفين

تتحدد فعالية أي ضوابط إجرائية للأمن البيولوجي في نهاية المطاف من خلال مدى تدريب الموظفين وقدرتهم وموثوقيتهم ونزاهتهم. ولذلك، فإن الإدارة السليمة للموظفين أمر ضروري لتشغيل أي مختبر، إذ إنها تضمن أداء ممارسات وإجراءات العمل اليومية من قِبَل موظفين مناسبين يتصرفون على نحو يُعتمَد عليه وجدير بالثقة. وبالإضافة إلى موظفي المختبر، يجب إرساء إجراءات تنظيم طلبات دخول الزوار وسائر الموظفين الخارجيين إلى المختبر والموافقة عليها، من أجل ضمان وجود سبب مشروع للدخول واتباع إجراءات الفحص والمرافقة المناسبة.

ويجب توفير التدريب على الأمن البيولوجي في المختبرات، بالإضافة إلى التدريب على السلامة البيولوجية لجميع الموظفين وفقًا لنتائج تقدير المخاطر. ويجب أن يساعد هذا التدريب الأفراد على فهم الحاجة إلى حماية العوامل البيولوجية والأسباب المنطقية لتدابير الأمن البيولوجي المحددة التي وُضِعت. وكذلك، يجب أن يتضمن التدريب مراجعة المعايير الوطنية ذات الصلة والإجراءات الخاصة بالمؤسسة. وينبغي أيضًا تحديد الأدوار والمسؤوليات المتعلقة بالأمن للموظفين في السيناريوهات اليومية والطارئة. فالوظائف المختلفة ليس لديها المستوى نفسه من مخاطر الأمن البيولوجي، ويجب أن يتناسب التدريب والمتطلبات مع تلك المخاطر. ويجب أن يكون هناك نظام مطبَّق لتعاقُب موظفي الإدارة والموظفين العلميين والتقنيين والإداريين، لضمان ألَّا تكون المعارف المهمة، التي يتطلبها التشغيل السليم والآمن للمرفق، حكرًا على فرد واحد بعينه تحسبًا لعدم إتاحته أو مغادرته المرفق. ويجب وضع إجراءات موثَّقة للذين أُنهيت خدمتهم أو المغادرين (مثل نقل المساءلة عن قوائم الجرد والمعدات، واسترداد الممتلكات الخاصة بالمختبر، وإلغاء إذن الدخول). وتشمل الإجراءات التي يجب إدراجها عند تنفيذ برامج إدارة شؤون الموظفين ما يأتي: وضع مواصفات لتقييم الملاءمة قبل التوظيف، ووضع إجراءات لضمان أن الأفراد المعتمدين فقط هم القادرون على الوصول إلى العوامل البيولوجية المعرضة للخطر، وتنظيم تبادل المفاتيح أو الرموز أو بطاقات الفتح أو كلمات المرور.

٨–٥ مراقبة الأمن المادي

تُستخدَم الإجراءات المضادة المتعلقة بالأمن المادي لمنع الوصول غير المصرح به للأطراف الخارجية (أي أولئك الذين لا يتمتعون بوجود مشروع في المرفق، ويضمرون نوايا سيئة، مثل المجرمين والإرهابيين والمتطرفين أو النشطاء)، وأيضًا لتقليل التهديد من الأطراف الداخلية (أي أولئك الذين لديهم وجود شرعي في المرفق، مثل الموظفين والزوار المعتمدين)، ممن لا يحتاجون إلى الحصول على إذن للوصول إلى أصول معينة. ولا تعزز نظم الأمن المادي أهداف الأمن البيولوجي فحسب، بل تدعم أيضًا السلامة البيولوجية مباشرةً، عن طريق الحد من الوصول إلى المختبر والمناطق الأخرى التي يُحتمل أن تكون خطرة.

ويشتمل نظام الأمن المادي الفعَّال على مجموعة متنوعة من العناصر لتعزيز قدرة المرفق على منع وقوع حدث أمني، واكتشافه، وتقييمه، وتأخير حدوثه، والتصدي له، والتعافي منه.

وتتضمن هذه العناصر الحدود، وضوابط الدخول، وكشف التسلل، وتقييم الإنذار والاستجابة، وعادة ما تكون متدرجة. ويعمل نظام الحماية المتدرج على زيادة الأمن تدريجيًّا، ويشكِّل طبقات حماية قائمة على المخاطر حول أصول المرفق. ويجب منح أعلى مستوى من الحماية لتلك الأصول التي سيكون لفقدها و/أو سرقتها و/أو تعرضها للخطر و/أو استخدامها غير المصرح به أكبر تأثير ضار على الأمن الوطني وربما الدولي، و/أو صحة الموظفين والجمهور وسلامتهم، و/أو البيئة. وبالإضافة إلى ذلك، يجب اختيار هذه العناصر وتنفيذها بعد تقدير مخاطر الأمن البيولوجي الخاص بالموقع، للتأكد من أنها عملية ومستدامة، وتتناسب مع المخاطر المحددة.

٨–٦ مراقبة النقل

يجب أن يتوافق نقل العوامل البيولوجية مع القواعد الوطنية والدولية الخاصة بالتعبئة والتمييز والتوسيم والتوثيق، على النحو المبين في القسم السادس «النقل والتوصيل». ويجب التحكم في هذه العملية إلى مستوى يتناسب مع مخاطر الأمن البيولوجي المقدرة للعامل البيولوجي الذي يجري نقله لضمان المراقبة المناسبة داخل برنامج الأمن البيولوجي.

وقد تشمل الإجراءات ضمان طلب العوامل البيولوجية من موردين مشرعين، ووصولها الوجهة المقصودة عن طريق ناقلين معتمدين. ويجب كتابة الإجراءات الخاصة بمسؤوليات المرسل والناقل والمتلقي، لضمان ضبط مخاطر الأمن البيولوجي، واتباعها حسب الاقتضاء. وتوجد الثغرات منذ لحظة إخراج العناصر من المناطق الآمنة، إذ يستطيع عدد متزايد من الأشخاص من الوصول إليها عندئذٍ.

ويجب أن ترتب الأطراف المسؤولة عمليات النقل والموافقة عليها مسبقًا، التي تستخدم وثائق سلسلة العهدة (أو ما يعادلها) لحفظ السجلات المناسبة إذا لزم الأمر، بناءً على نتائج تقدير مخاطر الأمن البيولوجي. ويجب تحديث قوائم الجرد لتعكس العينات الواردة والصادرة، بما في ذلك التحويلات الداخلية والخارجية.

٨–٧ الاستجابة للطوارئ/ الأحداث

حتى أكثر المختبرات استعدادًا قد تواجه حوادث أو حالات طوارئ غير مقصودة أو مقصودة، على الرغم من تدابير الوقاية أو ضبط المخاطر القائمة. وتكون الاستجابة الفعالة للحوادث عبارة عن استراتيجية لضبط المخاطر، يمكن أن تقلل عواقب هذه الأحداث غير المعروفة، من خلال التخطيط والاستعداد للحوادث المحتملة (مثل التناقضات الموجودة في قوائم الجرد، أو العوامل البيولوجية المفقودة، أو الأشخاص غير المصرح لهم في المختبر)، وقد تساعد في الكشف عن الأحداث الفعلية، والإبلاغ عنها وتقييمها والاستجابة لها والتعافي منها. ويجب كتابة بروتوكول الاستجابة للأحداث واتباعه لضمان الإبلاغ المناسب، وتسهيل التحقيقات، وتحليل الأسباب الجذرية، والإجراءات التصحيحية، وتحسين العمليات.

ويمكن أيضًا استخدام التدريبات في مرحلتي التخطيط، والإعداد لاختبار الاستجابات للحوادث أو حالات الطوارئ التي جرت محاكاتها. ويمكن للتدريبات المساعدة في تحديد الثغرات وفرص التحسين الأخرى. ويجب مراجعة الخطط وتحديثها سنويًّا على الأقل، ويجب استخدام المعلومات التي يجري الحصول عليها من خلال التدريبات وتقارير الحوادث والتحقيقات لإجراء التعديلات والتحسينات اللازمة.

٨-٨ المخاطر البيولوجية الناشئة

تشمل المخاطر البيولوجية الناشئة الكائنات الحية الدقيقة المعدلة وراثيًّا، والبيولوجيا الاصطناعية، وبحوث الكسب الوظيفي، وبحوث الخلايا الجذعية، والتعديل الجيني، ومحركات الجينات. ويرتبط التقدم في بحوث علوم الحياة ارتباطًا وثيقًا بالتحسينات في صحة الإنسان والنبات والحيوان. ويمكن أن يؤدي الترويج لبحوث علوم الحياة العالية الجودة، التي تُجرَى بمسؤولية وأمن وأمانٍ، إلى تحسين الأمن الصحي العالمي، والمساهمة في التنمية الاقتصادية، وصُنع السياسات المستنيرة بالبيّنات، وثقة الجمهور في العلم. ومع ذلك، يجب على البلدان والمختبرات والعلماء أيضًا النظر في المخاطر التي تشكلها الحوادث، و/أو سوء الاستخدام المتعمد المحتمل لبحوث علوم الحياة واختيار تدابير مناسبة لضبط المخاطر لتقليل هذه المخاطر، من أجل إجراء البحوث الضرورية والمفيدة في علوم الحياة.

وعند النظر في القضايا الأخلاقية المتعلقة بعلوم الحياة في تقدير المخاطر، لا يوجد حل واحد أو نظام واحد يناسب جميع البلدان أو المؤسسات أو المختبرات، إذ إن كل بلد أو مؤسسة بصدد تقييم ما لديه من نظم وممارسات للتعامل مع المخاطر التي تشكلها الحوادث أو سوء الاستخدام المتعمد المحتمل لبحوث علوم الحياة، يحتاج إلى تحديد التدابير الأكثر ملاءمة وأهمية وفقًا لظروفه وسياقاته الوطنية.

لا تركز على مسألة أو تقنية معينة (الكائنات الحية الدقيقة المعدَّلة وراثيًّا، والبحوث ذات الاستخدام المزدوج التي تثير القلق، والبيولوجيا الاصطناعية، وبحوث الكسب الوظيفي، والخلايا الجذعية، وتعديل الجينات، ومحركات الجينات)، ولكن بدلًا من ذلك، استخدم إطارًا واحدًا يمكن في مقابله تقدير المخاطر وإدارتها، بغضِّ النظر عن التقنية المستخدمة.

وعند إجراء بحوث باستخدام تقنيات ناشئة، توجد معلومات محدودة عنها حاليًّا، يجب على المجتمع العلمي ما يأتي:

- تنشر ثقافة النزاهة والتميز التي تتسم بالانفتاح والصدق والمساءلة والمسؤولية؛ وهذه الثقافة هي أفضل حماية ضد احتمال وقوع الحوادث وسوء الاستخدام المتعمد، وأفضل ضمان للتقدم العلمي والتطور؛
- توجيه مراقبة السلامة البيولوجية/الأمن البيولوجي وعملية تقدير المخاطر للتقنيات الناشئة في علوم الحياة؛ ومع الحصول على معلومات إضافية بمرور الوقت، ينبغي أن يساهم المجتمع العلمي في فهم أفضل لمخاطر هذه التقنيات واحتياجات السلامة البيولوجية/الأمن البيولوجي؛
- رصد وتقييم الآثار العلمية والأخلاقية والاجتماعية لبعض التقنيات البيولوجية، وعند الاقتضاء، رصد تطوير تلك التقنيات ودمجها في الممارسة العلمية والسريرية.

٨–٩ البحوث ذات الاستخدام المزدوج المثيرة للقلق

البحوث ذات الاستخدام المزدوج التي تثير القلق هي بحوث علوم الحياة التي لديها، بناءً على الفهم الحالي، القدرةُ على توفير المعارف أو المعلومات أو المنتجات أو التقنيات، التي يمكن أن يساء استخدامها مباشرةً، لخلق تهديد كبير له عواقب محتملة على الصحة العامة والسلامة والأنواع الزراعية وسائر النباتات والحيوانات والبيئة.

ويجب أيضًا مراعاة الوعي بالاستخدام المزدوج للعوامل والمعدات والتقنيات عند وضع برامج الأمن البيولوجي للمختبرات عند الاقتضاء. ويجب أن تتحمل المختبرات المسؤولية عن طبيعة الاستخدام المزدوج لهذه العوامل والتجارب، مثل التعديل الوراثي، واتباع الإرشادات الوطنية من أجل البت في اعتماد تدابير الأمن البيولوجي المناسبة، لحمايتها من الوصول غير المصرح به أو الفقدان أو السرقة أو سوء الاستخدام، أو تغيير الغرض منها أو الإطلاق المتعمد. ويُعد سوء الاستخدام المحتمل للعلوم الحيوية تهديدًا عالميًّا يتطلب نهجًا متوازنًا للأمن البيولوجي في المختبرات، بحيث نضمن الحفاظ على الوصول المشروع إلى البحوث والمواد السريرية المهمة.

القسم التاسع

المراقبة الوطنية والدولية للسلامة البيولوجية

تُعتبر السلامة البيولوجية والأمن البيولوجي عنصرين أساسيين في الحماية العالمية لصحة الإنسان من العوامل البيولوجية الخطرة. وهما يرتبطان ارتباطًا وثيقًا بصحة الحيوان وحماية البيئة والضمانات ضد إساءة استخدام العوامل البيولوجية. والسلامة البيولوجية مصطلحٌ يُستخدَم لوصف مجموعة الممارسات والتقنيات ومبادئ الاحتواء التي تحول دون التعرض غير المقصود للعوامل البيولوجية أو إطلاقها، وتزداد أهميتها نتيجةً للعولمة والتقدم التكنولوجي والزيادة السريعة في الاتصالات والنقل والتجارة. وتؤكد المخاطر المتعلقة بفاشيات الأمراض الناشئة والمعدية بشدة في سياق دولي على الحاجة إلى اتخاذ تدابير فعالة للوقاية من الفاشيات ومخاطر الصحة العامة الأخرى، والكشف عنها والاستجابة لها على النحو المحدد في اللوائح الصحية الدولية *(١٣)*. ويمكن الحصول على مزيد من المعلومات عن السلامة البيولوجية في الفاشيات في الدراسة الإفرادية: التأهب للفاشيات والقدرة على الصمود *(٢٣)*.

وفي هذا السياق، تلعب المختبرات الطبية البيولوجية دورًا رئيسيًّا في ضمان تحديد العوامل البيولوجية وتخزينها بأمان والتحكم فيها في مرافق مجهزة تجهيزًا مناسبًا وفقًا لأفضل الممارسات. وغالبًا ما تكون لهذه المختبرات أيضًا وظيفة مركزية في بناء القدرات المتعلقة بالمخاطر البيولوجية، وتعزيز ثقافة المسؤولية، وحماية الصحة لجميع أصحاب المصلحة المعنيين. ولهذا السبب، فإن ضبط المخاطر البيولوجية على نحو فعال يبدأ في أغلب الأحيان على المستوى الوطني.

ففي كثير من الأحيان، تضع السلطات الوطنية سياسات وتشريعات ولوائح و/أو وثائق إرشادية تحدد نوع تدابير ضبط المخاطر التي يجب أن ينفذها المختبر لكي يُصرَح له بالعمل. وفي هذه الحالة، يوضع نظام رقابة بشكل عام لضمان الامتثال للوائح. ومن المهم أن تحقق هذه اللوائح توازنًا بين ضمان تخفيف المخاطر على الصعيد الوطني، والسماح للمختبرات بالمرونة الكافية للعمل المستدام، في حدود إمكاناتها، ومواصلة عملها لصالح المجتمعات التي تخدمها. وتُعَدُّ وسائل التشخيص السريع والعلاجات المبتكرة والمعارف الجديدة عن العوامل البيولوجية أنشطةً أساسية لتحسين الرعاية الصحية المحلية والعالمية، ويجب دائمًا إعطاؤها الأولوية.

وتبدأ عملية وضع اللوائح الوطنية للسلامة البيولوجية بتقدير المخاطر – وهي عملية منهجية لجمع المعلومات وتقييمها لدعم وضع إطار تنظيمي قائم على المخاطر ومستند إلى البيّنات. وتتشابه الخطوات المتبعة في إجراء تقدير وطني للمخاطر مع الخطوات الموضحة لاحقًا في هذا الدليل، لإجراء تقدير للمخاطر المختبرية لاختيار تدابير مناسبة ومتناسبة لضبط المخاطر البيولوجية المحددة المرتبطة بالعمل قيد التنفيذ.

ومع ذلك، فإن الطريقة المتبعة في تقييم المخاطر المحددة وتحديد أولوياتها على المستوى الوطني قد تكون مختلفة نظرًا، لاتساع نطاق العوامل التي يجب أن تنظر فيها الحكومات. وقد تشمل هذه العوامل التأثير المحتمل على الصحة العامة، وحجم البلد، والموقع، والموارد، وحتى المخاطر المقبولة لدى عامة الناس.

يأخذ تقدير المخاطر على المستوى الوطني في الاعتبار احتمالية أن يتسبب عامل بيولوجي في حدوث عدوى و/أو فاشية بين البشر أو الحيوانات، والعواقب الاجتماعية أو الاقتصادية أو الصحية التي يمكن أن تحدثها مثل هذه العدوى.

ويمكن رصد قيام أصحاب المصلحة المعنيين بالتنفيذ ومدى امتثالهم، من خلال آليات الرقابة التي تقدمها السلطات المعينة على المستوى الوطني. وتشكِّل هذه الأدوات والعمليات مجتمعة إطارًا تنظيميًّا وطنيًّا للسلامة البيولوجية، وكذلك الأمن البيولوجي في معظم الحالات. وقد يكون هذا الإطار مقتصرًا على السلامة البيولوجية والأمن البيولوجي فقط، ولكنه غالبًا ما يكون جزءًا من إطار عمل أكبر للصحة العامة للسكان، والصحة الواحدة، والصحة والسلامة المهنية أو الأمن، من بين جملة أمور أخرى.

وتختلف طريقة تطبيق الأُطر التنظيمية على العمليات المختبرية اختلافًا كبيرًا بين البلدان. وفي حين أن بعض البلدان تخضع للتنظيم الشديد ولديها تشريعات مفصَّلة بشأن السلامة البيولوجية والأمن البيولوجي، تشمل شبكات راسخة من أصحاب المصلحة ذوي المسؤوليات والعمليات المحددة جيدًا، فإن ثمة بلدانًا أخرى تفتقر إلى الإرشادات التنظيمية بشأن السلامة البيولوجية والأمن البيولوجي في المختبرات. وبالنظر إلى التحديات التي قد تواجهها البلدان بسبب محدودية الموارد من ناحية والأمراض الناشئة واستخدامه (أو سوء استخدام) التقنيات المتقدمة من ناحية أخرى، فإن ضبط المخاطر البيولوجية على المستوى الوطني قد يتطلب دراسة خاصة بالسياق لوضع النهج الأنسب للبلد. ويوجد العديد من المبادرات والمجموعات والوثائق الإرشادية الدولية، برغم كونها خارج نطاق هذا الدليل، وهي تهدف إلى مساعدة البلدان في وضع الإطار الأكثر ملاءمةً وفعالية لضبط مخاطر السلامة البيولوجية والأمن البيولوجي لديها *(٤١، ٤٢)*.

وعمومًا، هناك ثلاثة نُهُج مشتركة يمكن أن تستخدمها السلطات الوطنية لتقدير المخاطر وتطبيق الأطر التنظيمية. ويستخدم كل نهج نظام تصنيف، إما لتجميع العامل البيولوجي، أو العمل الذي يُنفَّذ بشأنه في فئات يمكن أن تُطبَّق عليها لوائح مختلفة. ويستخدم العديد من البلدان مزيجًا من هذه النُّهُج من أجل معالجة المخاطر المحددة على الصعيد الوطني بشكل مناسب، وتغطية الأنشطة المختلفة التي يمكن فيها التعامل مع العوامل البيولوجية في قطاعات مختلفة قد تتجاوز الصحة العامة إلى قطاعات أخرى. ويرد ملخص لهذه النُّهُج الثلاثة في الجدول ٩–١.

الجدول ٩–١: نُهُج لوضع لوائح وطنية بشأن السلامة البيولوجية ضمن إطار تشريعي وطني للسلامة البيولوجية

النهج	الطريقة
قائم على الأنشطة	إعداد اللوائح التي تُطبَّق على أنماط العمل الجاري على العامل البيولوجي، (وليس العامل البيولوجي نفسه). فعلى سبيل المثال، وُضِعت لوائح لجميع الأعمال التي تنطوي على حامض الدنا المأشوب.
مستند إلى القوائم	إعداد مجموعة واحدة أو أكثر من اللوائح الوطنية، وقائمة مصاحبة بجميع العوامل البيولوجية التي تنطبق عليها تلك اللوائح.
مجموعة المخاطر أو الأخطار	تُصنَّف العوامل البيولوجية إلى «مخاطر» أو «مجموعات أخطار»، بناءً على خصائص كل عامل ومرتسمه الوبائي. وكلما زادت مجموعة المخاطر أو الأخطار، زادت احتمالية أن يتسبب العامل في العدوى، وينشرها بين البشر أو الحيوانات في البلد، و/أو كانت عواقب تلك العدوى أكثر خطورة على الصحة الفردية والعامة في حالة حدوثها. وتوضَع بعد ذلك اللوائح التي تنطبق على كل مجموعة من مجموعات المخاطر أو الأخطار. ويمكن الاطلاع على التعاريف التقليدية لمجموعات المخاطر في الحاشية السفلى رقم ١.

١ مجموعة المخاطر الأولى (لا توجد مخاطر فردية أو مجتمعية، أو تكون منخفضة): كائن حي دقيق من غير المحتمل أن يسبب مرضًا للإنسان أو الحيوان. ومجموعة المخاطر الثانية (مخاطر فردية متوسطة، ومخاطر مجتمعية منخفضة): عامل مُمْرِض يمكن أن يسبب مرضًا للإنسان أو الحيوان، ولكن من غير المحتمل أن يُشكِّل خطرًا جسيمًا على موظفي المختبرات أو المجتمع أو الماشية أو البيئة. وقد يتسبب التعرض في المختبر في حدوث عدوى خطيرة، ولكن يكون العلاج الفعال والتدابير الوقائية متاحة، ويكون خطر انتشار العدوى محدودًا. ومجموعة المخاطر الثالثة (مخاطر فردية عالية، ومخاطر مجتمعية منخفضة): عامل مُمْرِض يسبب عادةً مرضًا خطيرًا للإنسان أو الحيوان، ولكنه لا ينتقل عادةً من شخص مصاب إلى آخر. ويكون العلاج الفعال والتدابير الوقائية متاحة. ومجموعة المخاطر الرابعة (مخاطر فردية ومجتمعية عالية): عامل مُمْرِض يسبب عادةً مرضًا خطيرًا للإنسان أو الحيوان، ويمكن أن ينتقل بسهولة من فرد إلى آخر، انتقالًا مباشرًا أو غير مباشر. ولا يتوافر العلاج الفعال أو التدابير الوقائية. المصدر: دليل السلامة البيولوجية في المختبرات لمنظمة الصحة العالمية *(٢٠٠٤)*.

وبغضّ النظر عن النهج المستخدم، لا ينبغي اعتبار تصنيف العوامل البيولوجية و/أو العمل الجاري بشأنها أمرًا ثابتًا، ولا ينبغي تطبيقه على نحو شامل في مختلف المناطق. فالتصنيف قد يتباين وفقًا لعوامل السياق (مثل الجغرافيا والوقت والعملية المتَّبعَة)، ولذلك يجب تجنُّب تطبيق نظام تصنيف بلد ما على بلد آخر، لأنه قد يؤدي إلى حدوث ارتباك، وتنتج عنه تدابير غير كافية أو مفرطة في ضبط المخاطر.

وعلاوة على ذلك، فإذا كان من الضروري الحفاظ على مرونة الأطر التنظيمية الوطنية لتعكس المعارف المتغيرة بشأن المُمْرِضات الخاضعة للتنظيم و/أو الأنشطة والتطورات في التقنيات، يجب إجراء مراجعة دورية وتحديث لنظم التصنيف، وأن ينعكس ذلك في أدوات الرقابة المحدَّثة (مثل اللوائح والسياسات والمعايير والمبادئ التوجيهية).

وبينما يركز هذا الدليل في المقام الأول على الجوانب التقنية والطبية أو العلمية للسلامة البيولوجية على المستوى المؤسسي، فمن المهم أن نبدأ بالاعتراف بأن الرقابة الوطنية والدولية على السلامة البيولوجية قد يكون لها دور مهم في التأثير على ممارسات السلامة البيولوجية على مستوى المختبرات. ويجب أن تكون إدارة المختبر على دراية بأي شروط تنظيمية تنطبق على عملها، وأن تمتثل لها.

ومن المهم بالقدر نفسه أن تفهم السلطات التي تتولى إعداد أو مراجعة الأطر التنظيمية الوطنية للسلامة البيولوجية تمامًا تأثيرات الأطر التي تضعها على العمل المنفذ على مستوى المختبر. ولهذا السبب، فإن التواصل بين أصحاب المصلحة على المستوى الوطني ومستوى المختبر أمر أساسي، من أجل ضمان الفهم الجيد لأهمية التعامل مع العوامل البيولوجية ومخاطره، وتطبيق تدابير مناسبة ومتناسبة لضبط المخاطر، والامتثال للالتزامات الوطنية أو الدولية *(٤٣، ٤٤)*، وإرساء ثقافة السلامة المبنية على الالتزام الوطني بالسلامة البيولوجية *(٤٥)*.

المراجع

١- منظمة الصحة العالمية. دليل السلامة البيولوجية في المختبرات. الطبعة الأولى. جنيف: منظمة الصحة العالمية؛ ١٩٨٣.

٢- منظمة الصحة العالمية. دليل السلامة البيولوجية في المختبرات. الطبعة الثانية. جنيف: منظمة الصحة العالمية؛ ١٩٩٣.

٣- منظمة الصحة العالمية. دليل السلامة البيولوجية في المختبرات. الطبعة الثالثة. جنيف: منظمة الصحة العالمية؛ ٢٠٠٤.

٤- Wurtz N, Papa A, Hukic M, Di Caro A, Leparc-Goffart I, Leroy E, et al. Survey of laboratory-acquired infections around the world in biosafety level 3 and 4 laboratories. Eur J Clin Microbiol Infect Dis. 2016 Aug;35(8):1247-58. doi: 10.1007/s10096-016-2657-1

٥- Choucrallah D, Sarmiento L, Ettles S, Tanguay F, Heisz M, Falardeau E. Surveillance of laboratory exposures to human pathogens and toxins: Canada 2018. Can Commun Dis Rep. 2019 Sep 5;45(9):244-51. doi: 10.14745/ccdr.v45i09a04

٦- Sejvar JJ, Johnson D, Popovic T, Miller JM, Downes F, Somsel P, et al. Assessing the risk of laboratory-acquired meningococcal disease J Clin Microbiol. 2005 Sep;43(9):4811-4. doi: 10.1128/JCM.43.9.4811-4814.2005

٧- Barry M, Russi M, Armstrong L, Geller D, Tesh R, Dembry L, et al. Brief report: treatment of a laboratory-acquired Sabiá virus infection. N Engl J Med. 1995 Aug3;333(5):294-6. doi: 10.1056/NEJM199508033330505

٨- Bouza E, Sanchez-Carrillo C, Hernangomez S, Gonzalez MJ. Laboratory-acquired brucellosis: a Spanish national survey. J Hosp Infect. 2005 Sep;61(1):80-3. doi: 10.1016/j.jhin.2005.02.018

٩- Ergonul O, Celikbaş A, Tezeren D, Guvener E, Dokuzoğuz B. Analysis of risk factors for laboratory-acquired brucella infections. J Hosp Infect. 2004 Mar;56(3):223-7. doi: 10.1016/j.jhin.2003.12.020

١٠- Hsu CH, Farland J, Winters T, Gunn J, Caron D, Evans J. Laboratory-acquired vaccinia virus infection in a recently immunized person--Massachusetts, 2013. MMWR Morb Mortal Wkly Rep. 2015 May 1;64(16):435-8.

١١- Kortepeter MG, Martin JW, Rusnak JM, Cieslak TJ, Warfield KL, Anderson EL, et al. Managing potential laboratory exposure to ebola virus by using a patient biocontainment care unit. Emerg Infect Dis. 2008 Jun;14(6):881-7. doi: 10.3201/eid1406.071489

١٢- Lim PL, Kurup A, Gopalakrishna G, Chan KP, Wong CW, Ng LC, et al. Laboratory-acquired severe acute respiratory syndrome. N Engl J Med. 2004 Apr 22;350(17): 1740-5. doi: 10.1056/NEJMoa032565

١٣- اللوائح الصحية الدولية (٢٠٠٥). الطبعة الثالثة. جنيف. منظمة الصحة العالمية؛ ٢٠١٦ [بالإنكليزية] (https://apps.who.int/iris/handle/10665/246107، تم الاطلاع في ٦ كانون الأول/ديسمبر ٢٠١٩).

١٤- Biosafety and biosecurity: standard for managing biological risk in the veterinary laboratory and animal facilities. In: Manual of diagnostic tests and vaccines for terrestrial animals, 8th edition. Paris: World Organisation for Animal Health (OIE); 2018 (https://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Health_standards/tahm/1.01.04_BIOSAFETY_BIOSECURITY.pdf, accessed 6 December 2019).

١٥- إدارة المخاطر البيولوجية. إرشادات بشأن الأمن البيولوجي في المختبرات. جنيف: منظمة الصحة العالمية؛ ٢٠٠٦ [بالإنكليزية] https://iris.who.int/handle/10665/69390، تم الاطلاع في ٦ كانون الأول/ديسمبر ٢٠١٩).

١٦- خطة عمل منظمة الصحة العالمية بشأن صحة العاملين (٢٠٠٨-٢٠١٧): أساس التنفيذ. جنيف: منظمة الصحة العالمية؛ ٢٠٠٧ [بالإنكليزية] https://iris.who.int/handle/10665/341021، تم الاطلاع في ٦ كانون الأول/ديسمبر ٢٠١٩).

١٧- إدارة برامج السلامة البيولوجية. جنيف. منظمة الصحة العالمية؛ ٢٠٢٣ (دليل السلامة البيولوجية في المختبرات، الطبعة الرابعة، والدراسات الإفرادية المصاحبة له).

١٨- تقدير المخاطر. جنيف. منظمة الصحة العالمية؛ ٢٠٢٣ (دليل السلامة البيولوجية في المختبرات، الطبعة الرابعة، والدراسات الإفرادية المصاحبة له).

١٩- خزائن السلامة البيولوجية وأجهزة الاحتواء الأولي الأخرى. جنيف. منظمة الصحة العالمية؛ ٢٠٢٣ (دليل السلامة البيولوجية في المختبرات، الطبعة الرابعة، والدراسات الإفرادية المصاحبة له).

٢٠- معدات الحماية الشخصية. جنيف. منظمة الصحة العالمية؛ ٢٠٢٣ (دليل السلامة البيولوجية في المختبرات، الطبعة الرابعة، والدراسات الإفرادية المصاحبة له).

٢١- تصميم المختبرات وصيانتها. جنيف. منظمة الصحة العالمية؛ ٢٠٢٣ (دليل السلامة البيولوجية في المختبرات، الطبعة الرابعة، والدراسات الإفرادية المصاحبة له).

٢٢- إزالة التلوث وإدارة النفايات. جنيف. منظمة الصحة العالمية؛ ٢٠٢٣ (دليل السلامة البيولوجية في المختبرات، الطبعة الرابعة، والدراسات الإفرادية المصاحبة له).

٢٣- التأهب للفاشيات والقدرة على الصمود. جنيف. منظمة الصحة العالمية؛ ٢٠٢٣ (دليل السلامة البيولوجية في المختبرات، الطبعة الرابعة، والدراسات الإفرادية المصاحبة له).

٢٤- The International Federation of Biosafety Associations Laboratory biosafety and biosecurity risk assessment technical guidance document. Albuquerque: Sandia National Laboratories; 2014 (https://www.biosecuritycentral.org/resource/training-materials/biorisk-assessment-technical-guidance/, accessed 6 December 2019).

٢٥- Responsible life sciences research for global health security. Geneva: World Health Organization; 2010 (https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/70507/WHO_HSE_GAR_BDP_2010.2_eng.pdf?sequence=1, accessed 6 December 2019).

٢٦- Renn O. White Paper on risk governance: toward an integrative framework. In: Renn O, Walker KD, editors. Global risk governance. Dordrecht: International Risk Governance Council; 2008. doi:10.1007/978-1-4020-6799-0_1.

٢٧- Laboratory safety guidance. Washington, DC: Occupational Safety and Health Administration, US Department of Labor; 2011 (https://www.osha.gov/sites/default/files/publications/OSHA3404laboratory-safety-guidance.pdf, accessed 6 December 2019).

٢٨- Pedrosa BS, Cardoso, TA. Viral infections in workers in hospital and research laboratory settings: a comparative review of infection modes and respective biosafety aspects. Int J Infect Dis. 2011 Jun;15(6):e366-76. doi: 10.1016/j.ijid.2011.03.005

٢٩- Siengsanan-Lamont J, Blacksell SD. A review of laboratory-acquired infections in the asia-pacific: understanding risk and the need for improved biosafety for veterinary and zoonotic diseases. Trop Med Infect Dis. 2018 Mar 26;3(2):36. doi: 10.3390/tropicalmed3020036

٣٠- Kimman TG, Smit E, Klein, MR. Evidence-based biosafety: a review of the principles and effectiveness of microbiological containment measures. Clin Microbiol Rev. 2008 Jul;21(3):403-25. doi: 10.1128/CMR.00014-08

٣١- Baldwin CL, Runkle RS. Biohazards symbol: development of a biological hazards warning signal. Science. 1967 Oct 13;158(3798):264-5. doi: 10.1126 science. 158.3798.264

٣٢- United Nations. Recommendations on the transport of dangerous goods: model regulations, 21st revised edition. New York, Geneva: United Nations; 2019 (https://www.unece.org/trans/danger/publi/unrec/rev21/21files_e.html, accessed 13 November 2020).

٣٣- Technical instructions for the safe transport of dangerous goods by air (Doc 9284), 2017-2018 edition. Montreal: International Civil Aviation Organization; 2017 (https://www.icao.int/safety/DangerousGoods/AddendumCorrigendum%20to%20the%20Technical%20Instructions/Doc%209284-2017-2018.AddendumNo2.en.pdf, accessed 6 December 2019).

٣٤- Infectious substances shipping guidelines, 15th edition (2019/2020). Montreal, International Air Transport Association; 2019

٣٥- IMDG code. International maritime dangerous goods code: incorporating amendment 39-18. 2018 edition. London: International Maritime Organization; 2018 (https://www.imo.org/en/publications/Pages/IMDG%20Code.aspx, accessed 6 December 2019).

٣٦- ADR, applicable as from 1 January 2019. European agreement concerning the international carriage of dangerous goods by road, Volumes I and II. New York and Geneva: United Nations; 2019. (http://www.unece.org/trans/danger/publi/adr/adr2019/19contentse.html, accessed 6 December 2019).

٣٧- Regulation concerning the international carriage of dangerous goods by rail (RID). Berne: Intergovernmental Organisation for International Carriage by Rail; 2019. (https://otif.org/en/?page_id=1105, accessed 6 December 2019).

٣٨- Nagoya protocol on access to genetic resources and the fair and equitable sharing of benefits arising from their utilization to the convention on biological diversity. Montreal: Secretariat of the Convention on Biological Diversity; 2014 https://www.cbd.int/abs/doc/protocol/nagoya-protocol-ar.pdf, accessed 10 November 2023).

٣٩- Guidance on regulations for the transport of infectious substances 2021-2022. Geneva: World Health Organization; 2021 (WHO/WHE/CPI/2019.20) (https://iris.who.int/handle/10665/339825?search-result=true&query=Guidance+on+regulations+for+the+transport+of+infectious+substances+2019+%E2%80%93+2020&scope=&rpp=10&sort_by=score&order=desc, accessed 10 November 2023).

٤٠- إدارة المخاطر البيولوجية. إرشادات بشأن الأمن البيولوجي في المختبرات. جنيف: منظمة الصحة العالمية؛ ٢٠٠٦ [بالإنكليزية] https://iris.who.int/handle/10665/69390، تم الاطلاع في ٦ كانون الأول/ديسمبر ٢٠١٩).

٤١- إرشادات منظمة الصحة العالمية بشأن تنفيذ المتطلبات التنظيمية للسلامة البيولوجية والأمن البيولوجي في مختبرات الطب البيولوجي – نهج تدريجي. جنيف: منظمة الصحة العالمية؛ ٢٠٢٠ [بالإنكليزية] https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/332244/9789241516266-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y، تم الاطلاع في ١٥ حزيران/يونيو ٢٠٢٠).

٤٢- An analytical approach: biosafety and biosecurity oversight framework [e-learning course]. Government of Canada; 2020 (https://www.canada.ca/en/public-health/services/laboratory-biosafety-biosecurity/analytical-approach.html, accessed 20 April 2020 [subscription required])

٤٣- The Biological Weapons Convention. Convention on the Prohibition of the Development, Production and Stockpiling of Bacteriological (Biological) and Toxin Weapons and on their Destruction. United Nations; 1975 (https://front.un-arm.org/wp-content/uploads/2020/12/BWC-text-Arabic.pdf, accessed 11 December 2022).

٤٤- International Organization for Standardization (ISO) [website] (https://www.iso.org/home.html, accessed 6 December 2019).

٤٥- Biosafety in microbiological and biomedical laboratories, 6th edition. Washington, DC: US Department of Health and Human Services; 2020 (https://www.cdc.gov/labs/pdf/SF__19_308133-A_BMBL6_00-BOOK-WEB-final-3.pdf, accessed 10 November 2023).

معلومات إضافية

خزائن السلامة البيولوجية ١: مقدمة [سلسلة فيديوهات السلامة البيولوجية]. جنيف: منظمة الصحة العالمية؛ ٢٠١٩ [بالإنكليزية] https://www.youtube.com/watch?v=KHCT9OJqxPo، تم الاطلاع في ٦ كانون الأول/ديسمبر ٢٠١٩).

خزائن السلامة البيولوجية ٢: الخطوات التحضيرية [سلسلة فيديوهات السلامة البيولوجية]؛ جنيف: منظمة الصحة العالمية؛ ٢٠١٩ [بالإنكليزية] https://www.youtube.com/watch?v=4DoHJS8JL4U، تم الاطلاع في ٦ كانون الأول/ ديسمبر ٢٠١٩).

خزائن السلامة البيولوجية ٣: أفضل الممارسات للاستخدام الآمن [سلسلة فيديوهات السلامة البيولوجية]، جنيف: منظمة الصحة العالمية؛ ٢٠١٩ [بالإنكليزية] https://www.youtube.com/watch?v=18QEJUA9XBs، تم الاطلاع في ٦ كانون الأول/ديسمبر ٢٠١٩).

خزائن السلامة البيولوجية ٤: إدارة الحوادث [سلسلة فيديوهات السلامة البيولوجية]، جنيف: منظمة الصحة العالمية؛ ٢٠١٩ [بالإنكليزية] https://www.youtube.com/watch?v=aS_TCZTCcsI، تم الاطلاع في ٦ كانون الأول/ديسمبر ٢٠١٩).

الممارسات والإجراءات الميكروبيولوجية الجيدة ١: معدات الحماية الشخصية [سلسلة فيديوهات السلامة البيولوجية]، جنيف: منظمة الصحة العالمية؛ ٢٠١٩ [بالإنكليزية] https://www.youtube.com/watch?v=Cuw8fqhwDZA، تم الاطلاع في ٦ كانون الأول/ديسمبر ٢٠١٩).

الممارسات والإجراءات الميكروبيولوجية الجيدة ٢: الماصات [سلسلة فيديوهات السلامة البيولوجية]، جنيف: منظمة الصحة العالمية؛ ٢٠١٩ [بالإنكليزية] https://www.youtube.com/watch?v=-zeCI8ESrpU، تم الاطلاع في ٦ كانون الأول/ديسمبر ٢٠١٩).

الممارسات والإجراءات الميكروبيولوجية الجيدة ٣: الأدوات الحادة [سلسلة فيديوهات السلامة البيولوجية]، جنيف: منظمة الصحة العالمية؛ ٢٠١٩ [بالإنكليزية] https://www.youtube.com/watch?v=yqX8hhzX7xU، تم الاطلاع في ٦ كانون الأول/ديسمبر ٢٠١٩).

الممارسات والإجراءات الميكروبيولوجية الجيدة ٤: إزالة التلوث عن الأسطح [سلسلة فيديوهات السلامة البيولوجية]، جنيف: منظمة الصحة العالمية؛ ٢٠١٩ [بالإنكليزية] https://www.youtube.com/watch?v=b0PtPEnNakc، تم الاطلاع في ٦ كانون الأول/ديسمبر ٢٠١٩).

الممارسات والإجراءات الميكروبيولوجية الجيدة ٥: أجهزة الأوتوكلاف [سلسلة فيديوهات السلامة البيولوجية]، جنيف: منظمة الصحة العالمية؛ ٢٠١٩ [بالإنكليزية] https://www.youtube.com/watch?v=Yfc1yjEuuhE، تم الاطلاع في ٦ كانون الأول/ديسمبر ٢٠١٩).

الممارسات والإجراءات الميكروبيولوجية الجيدة ٦: سير العمل [سلسلة فيديوهات السلامة البيولوجية]، جنيف: منظمة الصحة العالمية؛ ٢٠١٩ [بالإنكليزية] https://www.youtube.com/watch?v=TeYA2KqIU5k، تم الاطلاع في ٦ كانون الأول/ديسمبر ٢٠١٩).

الممارسات والإجراءات الميكروبيولوجية الجيدة ٧: النقل [سلسلة فيديوهات السلامة البيولوجية]، جنيف: منظمة الصحة العالمية؛ ٢٠١٩ [بالإنكليزية] https://www.youtube.com/watch?v=RC9QHf2wdX0، تم الاطلاع في ٦ كانون الأول/ ديسمبر ٢٠١٩).

9789240059221
9 789240 059221

منظمة
الصحة العالمية