جامعة تبوك
University of Tabuk

1445

دليـــل السلامة
في المعامل والمختبرات
جامعة تبوك

بسم الله الرحمن الرحيم

الفهرس

المقدمة 1
قواعد السلامة العامة والمسؤوليات 2
1. معدات الحماية الشخصية (PPE) 3
2. الضوابط الهندسية ومعدات المختبرات 11
3. الرقابة الإدارية 13
4. سلامة الأواني الزجاجية 20
السلامة البيولوجية 25
1. مستويات السلامة البيولوجية 26
2. مزارع الأنسجة وخطوط الخلايا 30
3. أوراق بيانات السلامة للمواد المعدية 31
4. الضوابط الهندسية ومعدات المختبرات 31
5. إزالة التلوث 36
6. غرفة الجل، الغرفة المظلمة، غرفة النظائر المشعة، وغرفة التبريد الآمنة 40
7. حالات الطوارئ والتعرضات والانسكابات 45
8. معدات الحماية الشخصية 54
9. نقل وشحن المواد البيولوجية 56
السلامة الكيميائية 58
1. ورقة بيانات السلامة 59
2. الإجراءات الكيميائية العامة 62
3. مراقبة التعرض للمواد الكيميائية 84
4. تسرب مادة كيميائية 84
5. سلامة الغاز المضغوط 87
6. مواد كيميائية مسرطنة وإنجابية وعالية السمية 95
7. إرشادات تخزين المواد الكيميائية 97
سلامة السوائل المبردة 101
1. تعريفات 102
2. الاحتياطات 103
3. ممارسات السلامة العامة 106
4. إجراءات الطوارئ 107
5. إسعافات أولية 108
السلامة الكهربائية 109
1. المواصفات العامة 110
2. العناية بالأنظمة الكهربائية واستخدامها 111
3. منع المخاطر الكهربائية 111
السلامة الميكانيكية 117
1. قواعد السلامة العامة 118
2. السلامة عند استخدام الأدوات الآلية 119
3. السلامة عند استخدام الأدوات اليدوية والكهربائية 123
4. التعامل مع المواد 126
السلامة من الإشعاع 127
1. أهداف تطبيقات السلامة من الإشعاع (RS) 128
2. إدارة النفايات المشعة 134
3. إجراءات الطوارئ 137
سلامة الليزر 141
1. الغرض والمتطلبات 142
2. المسؤوليات 142
3. المعايير 142
4. التدريب 142
5. أساسيات 143
6. فئات ومخاطر الليزر 143
7. العمل بالليزر 148
سلامة الرنين المغناطيسي النووي 151
1. مغناطيس فائق التوصيل 152
2. سلامة الرنين المغناطيسي النووي 152
3. الإشارات التحذيرية 154
4. التطهير المبرد – الإخماد 155
5. الأخطار الأخرى 155
سلامة المواد النانوية 159
1. تعريف 160
2. توصيات لسلامة المواد النانوية 160
3. التحكم في التعرض الشخصي للمواد النانوية 161
4. إجراءات الطوارئ 164
إدارة النفايات 165
1. الإجراءات العامة لإدارة النفايات وعملية تحديد النفايات 166
2. التخلص من النفايات الكيميائية 168
3. التخلص من النفايات البيولوجية 173
4. التخلص من الزجاج 177
إجراءات الطوارئ 178
1. حالات الانسكاب والإسعافات الأولية ومعدات الطوارئ 179
2. طفايات الحريق، ومحطات غسيل العيون، وحمامات السلامة، واتصال الطوارئ 183
3. تأمين المعدات والإمدادات 186
4. إجراءات الحماية 187
الاستجابة للحوادث 188
1. الحوادث التي تؤدي إلى إصابات شخصية أو تلوث 189
2. الحرائق والانفجارات 191
3. تسرب مادة كيميائية 191
4. الاستجابة للزلزال 196
5. تسرب الغاز أو الروائح الأخرى 197
6. انقطاع المرافق 199
7. فيضانات المختبرات 201
المراجع 202

المقدمة

السلامة في جميع المختبرات ليست "مسؤولية شخص آخر". في الأساس، إنها مسؤولية كل من يدخل المختبر.
يوفر هذا الكتيب سياسات وإرشادات لممارسات العمل الآمنة في المختبرات، وينطبق على جميع المختبرات في جامعة تبوك. يتطلب التعامل الآمن مع النفايات الكيميائية وتخزينها واستخدامها والتخلص منها في المختبر سياسات تتعلق بسلامة المستخدمين والبيئة. يهدف الدليل إلى توفير معلومات السلامة الأساسية فيما يتعلق باستخدام المواد الكيميائية والمواد الحيوية والليزر والمعدات الكهربائية وما إلى ذلك.

يغطي هذا الكتيب تدابير الصحة والسلامة في المختبرات. يجب على جميع الطلاب وزملاء المختبر وأعضاء هيئة التدريس قراءة هذه الوثيقة وأن يكونوا على دراية بإجراءات وقيود السلامة المذكورة في هذا الكتيب. يجب على الطلاب الالتزام بتعليمات السلامة المكتوبة والشفوية طوال الفصل الدراسي.
وتجدر الإشارة هنا إلى أنه، إلى جانب جميع تدابير السلامة والاحتياطات، فإن سلامة الشخص تعتمد في الغالب على نفسه. لقد تم بذل الجهود لمعالجة المواقف التي قد تشكل خطرًا في المختبر، ولكن المعلومات والتعليمات المقدمة لا يمكن اعتبارها شاملة.

يتضمن الكتيب ما يلي:

- مبادئ توجيهية بشأن سلامة المختبرات وإجراءات الطوارئ وإدارة النفايات.
- التعرف على المخاطر المحتملة في منطقة العمل
- اتخاذ التدابير اللازمة ضد الحوادث

الوحدة الأولى

قواعد السلامة العامة والمسؤوليات

1. معدات الحماية الشخصية (PPE)

تهدف معدات الحماية الشخصية إلى حماية مستخدمي المختبر من الإصابات الخطيرة في مكان العمل أو الأمراض الناجمة عن الاتصال بالمخاطر الكيميائية، أو الإشعاعية، أو الفيزيائية، أو الكهربائية، أو الميكانيكية، أو غيرها من المخاطر في مكان العمل.

إلى جانب دروع الوجه، ونظارات السلامة، والخوذات، وأحذية السلامة، تشتمل معدات الوقاية الشخصية على مجموعة متنوعة من الأدوات وقطع الملابس، على سبيل المثال المآزر (معاطف المختبر) والقفازات والسترات وسدادات الأذن وأجهزة التنفس.

عند إجراء أي عمليات أو تجارب، يجب تحديد معدات الوقاية الشخصية المناسبة لارتدائها ويجب دراسة المتغيرات المختلفة، ومنها؛

- طبيعة الخطر والمهمة
- التوافق مع معدات الوقاية الشخصية الأخرى
- المواد الكيميائية المستخدمة، بما في ذلك التركيز والكمية
- المخاطر التي تشكلها المواد الكيميائية
- طرق التعرض للمواد الكيميائية
- المادة التي تصنع منها معدات الوقاية الشخصية
- معدلات التغلغل والتحلل التي ستحدثها مواد كيميائية محددة على المادة
- المدة التي ستظل فيها معدات الوقاية الشخصية على اتصال مع المواد الكيميائية

ينبغي مراعاة راحة وملاءمة معدات الوقاية الشخصية لضمان استخدامها من قبل مستخدمي المختبر. وأن يتم توفيرها للمستخدمين والحفاظ عليها في حالة جيدة وأن يتم تخزينها في منطقة مخصصة ومناسبة، كذلك يتم توفيرها جنبًا إلى جنب مع التعليمات والتدريب المناسبين للمستخدم،

يرجى الاطلاع على الجدول 3.1 للاطلاع على دليل اختيار معدات الوقاية الشخصية حسب المهمة..

الجدول 1.1 دليل اختيار معدات الوقاية الشخصية حسب المهمة

	إذا كانت العمل/التجربة يتضمن:	استخدم معدات الوقاية الشخصية التالية:
المواد الكيميائية	المواد الصلبة ذات السمية المنخفضة أو المتوسطة	• قفازات يمكن التخلص منها
	الحد الأدنى من كميات السوائل (أقل من 0.1 لتر) ذات السمية الحادة أو المزمنة	• نظارات السلامة أو النظارات الواقية • القفازات المناسبة المقاومة للمواد الكيميائية • ملابس تغطي الركبتين
	أكثر من الحد الأدنى من السوائل ذات السمية الحادة أو المزمنة (المواد الكيميائية النقية أو المخاليط أو المحاليل)	• نظارات السلامة أو النظارات الواقية • القفازات المناسبة المقاومة للمواد الكيميائية • معطف المختبر • مئزر مقاوم للأحماض في حالة استخدام أكثر من 4 لترات من المواد الكيميائية شديدة التآكل • يجب مراعاة معطف المختبر المقاوم للهب في حالة استخدام أكثر من 4 لترات من السوائل القابلة للاشتعال
	السوائل المبردة	• نظارات السلامة أو النظارات الواقية • مطلوب درع للوجه في حالة التعامل مع أجهزة التبريد المخزنة في الطور السائل • قفازات مبردة معزولة • يوصى باستخدام معطف المختبر
	مركبات قابلة للانفجار	• نظارات السلامة • درع الوجه • قفازات ثقيلة الوزن • معطف مختبر مقاوم للحريق
	المواد الصلبة أو السوائل القابلة للاشتعال (الهواء المتفاعل).	• نظارات السلامة أو النظارات الواقية • يوصى باستخدام واقي الوجه • قفازات مقاومة للحريق • القفازات المناسبة المقاومة للمواد الكيميائية • معطف مختبر مقاوم للحريق
	المواد الخطرة بشكل خاص بما في ذلك المواد المسرطنة والسموم التناسلية والكواشف ذات السمية الحادة العالية	• نظارات السلامة أو النظارات الواقية • القفازات المناسبة المقاومة للمواد الكيميائية • معطف المختبر • أجهزة التنفس حسب الحاجة
المواد البيولوجية	الكائنات الحية الدقيقة أو الفيروسات BL1	• قفازات يمكن التخلص منها
	الكائنات الحية الدقيقة BL2 أو الفيروسات، أو النواقل الفيروسية أو المواد البشرية.	• قفازات يمكن التخلص منها • معطف المختبر
	الإجراءات خارج خزانة السلامة الحيوية بدون واقي من الرش عند توقع حدوث رذاذ	• نظارات السلامة أو النظارات الواقية • قفازات يمكن التخلص منها • معطف المختبر
الإشعاع	المواد المشعة أو النفايات غير المغلقة	• نظارات السلامة إذا كان هناك احتمال تناثر السوائل • قفازات النتريل أو القفازات المناسبة الأخرى • معطف المختبر
	ليزر فئة B3 أو 4	• حماية مناسبة للعين وفي حالة استخدام الليزر فوق البنفسجي • القفازات

		• معطف المختبر
	الليزر المعدل بواسطة البصريات	• حماية العين المناسبة
	فتح مصدر الضوء فوق البنفسجي وإذا دخل الوجه شعاع الأشعة فوق البنفسجية وإذا دخلت اليد شعاع الأشعة فوق البنفسجية وإذا دخل الجسم شعاع الأشعة فوق البنفسجية	• نظارات السلامة أو النظارات الواقية من الأشعة فوق البنفسجية • درع للوجه من الأشعة فوق البنفسجية • القفازات • معطف المختبر
	المعدات التي تنبعث منها الأشعة تحت الحمراء	• نظارات واقية مظللة بشكل مناسب • معطف المختبر
الأخطار الأخرى	التعامل مع الأسطح والأشياء الساخنة مثل المواد المعقمة والأواني الزجاجية الساخنة	• قفازات مقاومة للحرارة • معطف المختبر
	الأواني الزجاجية تحت الضغط أو الفراغ	• نظارات السلامة أو النظارات الواقية • يوصى باستخدام واقي الوجه • معطف المختبر
	قطع وربط الأنابيب الزجاجية.	• نظارات السلامة أو النظارات الواقية • قفازات مقاومة للقطع
	جهاز الموجات فوق الصوتية أو غيرها من المعدات الصاخبة	• سدادات الأذن

1.1. تقييم الخطر

لتحقيق هدف نهائي محدد لتقييم متطلبات معدات الوقاية الشخصية، يجب مسح منطقة العمل لتحديد مصادر الخطر:

أثناء المسح التفصيلي، يجب على مشرف السلامة بالمختبرات أو عضو هيئة التدريس المسؤول ملاحظة ما يلي:

- مصادر الحركة. على سبيل المثال، الآلات أو الإجراءات التي يمكن أن يوجد فيها أي تطوير للأدوات، أو مكونات الآلة.
- مصادر درجات الحرارة المرتفعة التي يمكن أن تؤدي إلى حروق أو إصابة العين أو اشتعال معدات الحماية.
- أنواع التعرض الكيميائي.
- مصادر الغبار الضار.
- مصادر الإشعاع الضوئي مثل اللحام والنحاس والقطع والمعالجة الحرارية والأفران والأضواء عالية الشدة.
- مصادر سقوط الأجسام أو احتمالية سقوط الأشياء.
- مصادر الأدوات الحادة التي قد تثقب أو تقطع اليدين.
- مصادر التدحرج أو الضغط على الأشياء التي قد تسحق القدمين.

- تخطيط مكان العمل وموقع زملاء العمل.
- أي مخاطر كهربائية.

بعد إكمال المسح التفصيلي، من المهم فرز المعلومات والبيانات الأخرى التي تم الحصول عليها. تقييم المخاطر ليتمكن مستخدم المختبر من اختيار معدات الوقاية الشخصية المناسبة.

1.2. حماية العين والوجه

الجدول 1.2 معدات حماية العين والوجه

نظارات حماية	نظارات سبلاش	نظارات الليزر	دروع الوجه
توفر نظارات الأمان حماية للعين من الصدمات المعتدلة والجسيمات المرتبطة بالطحن، والنشر، والتقشير، والزجاج المكسور، والبقع الكيميائية البسيطة، وما إلى ذلك.	توفر نظارات الحماية من الرش حماية كافية للعين من العديد من المخاطر، بما في ذلك مخاطر رش المواد الكيميائية المحتملة، واستخدام المواد المسببة للتآكل المركزة، ونقل المواد الكيميائية بكميات كبيرة.	عدسة النظارات عبارة عن مرشح/ممتص مصمم لتقليل نفاذية الضوء بطول موجي محدد. يمكن للعدسة تصفية طول موجي معين مع الحفاظ على انتقال الضوء المناسب للأطوال الموجية الأخرى.	توفر دروع الوجه حماية إضافية للعينين والوجه عند استخدامها مع نظارات السلامة أو نظارات الحماية من الرش. تتكون دروع الوجه من غطاء رأس قابل للتعديل ودرع وجه من عدسات ملونة أو شفافة أو شاشة سلكية شبكية.

1.3. حماية اليد

يمكن تصنيف معظم الحوادث التي تنطوي على الأيدي والأذرع تحت أربع فئات رئيسية من المخاطر:

- المواد الكيميائية
- سحجات
- القطع

- الحرارة/البرودة

هناك عدة أنواع من القفازات التي توفر الحماية ضد المواد الكيميائية وتقاوم انتشارها. بالنظر إلى نوع المادة الكيميائية وتركيزها، وخصائص أداء القفازات، وظروف الاستخدام ومدته، والمخاطر الموجودة، ومدة ملامسة المادة الكيميائية للقفاز، يجب استبدال جميع القفازات بشكل دوري.

الجدول 1.3 أنواع القفازات

كفوف مطاطية Latex gloves	قفازات النتريل Nitrile gloves	القفازات المبردة Cryogenic gloves	قفازات بي في ايه PVA Gloves	قفازات مقاومة للقطع Cut-resistant gloves	قفازات مقاومة للحرارة Heat-resistant gloves
مقاوم للكيتونات والكحوليات والمواد الكاوية والأحماض العضوية.	مقاوم للكحوليات والمواد الكاوية والأحماض العضوية وبعض الكيتونات.	تُستخدم القفازات المبردة لحماية الأيدي من درجات الحرارة شديدة البرودة.	مقاوم للمذيبات المكلورة والمذيبات البترولية والعطريات.	القفازات المقاومة للقطع هي قفازات مصممة لحماية يدي مرتديها من الجروح أثناء العمل بأدوات حادة.	يتطلب العمل مع تشكيل المعادن والزجاج والأسطح الساخنة قفازات توفر أعلى مستوى من الحماية ضد المخاطر المتعددة لمكان العمل ذي الحرارة العالية.

1.4. حماية الرأس

تحمي قبعات السلامة الرأس من الصدمات والاختراق والصدمات الكهربائية. تعد حماية الرأس ضرورية إذا كنت تعمل في مكان يوجد فيه خطر الإصابة بسبب تحريك الأجسام أو سقوطها أو طيرانها أو إذا كنت تعمل بالقرب من معدات الجهد العالي.

الشكل 1.1 غطاء الرأس

يجب أن تكون القبعات الصلبة (الشكل 1.1) مقاومة للماء، ومقاومة للهب، وقابلة للتعديل. اتبع هذه الإرشادات لسلامة الرأس:

- افحص هيكل وتعليق أغطية الرأس للتأكد من عدم وجود أي ضرر قبل كل استخدام.
- ابحث عن الشقوق والخدوش والحفر والمظهر الطباشيري وخيوط التعليق الممزقة أو المكسورة.
- تخلص من القبعات التالفة أو استبدل الأجزاء المكسورة ببدائل من الشركة المصنعة الأصلية.

1.5. المعاطف والمآزر

1.5.1. معطف المختبر

ينبغي توفير معاطف المختبر للحماية والراحة. وينبغي ارتداؤها في جميع الأوقات في مناطق المختبر. ونظرًا لاحتمال امتصاص المواد الكيميائية وتراكمها في المادة، لا ينبغي ارتداء معاطف المختبر في غرفة الغداء أو في أي مكان آخر خارج المختبر.

عند استخدامها بشكل صحيح، فإن معاطف المختبر

- توفير الحماية للبشرة والملابس الشخصية من التلامس العرضي والبقع الصغيرة.
- منع انتشار التلوث خارج المعمل (شرط عدم ارتدائها خارج المعمل).
- توفير حاجز قابل للإزالة في حالة وقوع حادث يتضمن انسكاب أو تناثر المواد الخطرة.

1.5.2. مئزر المختبر

وفي حالة بعض الإجراءات في المختبر، مثل غسل الزجاجيات، يتم التعامل مع كميات كبيرة من السوائل المسببة للتآكل في حاويات مفتوحة. في هذه الحالة، يجب ارتداء مآزر بلاستيكية أو مطاطية فوق معطف المختبر.

يجب ارتداء مئزر مختبري مطاطي عالي العنق بطول ربلة الساق أو الكاحل (انظر الشكل 1.2.ب) أو معطف مختبري طويل الأكمام بطول ربلة الساق أو الكاحل ومقاوم للمواد الكيميائية والحريق عند إجراء التجارب.

الشكل 1.2 معطف المختبر (a) والمئزر (b)

1.6. حماية الجهاز التنفسي

جهاز التنفس هو جهاز مصمم لحماية مرتديه من استنشاق المواد الضارة. عند اختيارها بشكل صحيح واستخدامها بشكل صحيح، يمكن لأجهزة التنفس أن تحمي مرتديها من،

- الأبخرة والأدخنة (دخان اللحام)
- الأتربة الضارة (الرصاص والسيليكا والمعادن الثقيلة الأخرى)
- الغازات والأبخرة (التعرضات الكيميائية)
- نقص الأكسجين (الأكسدة والإزاحة والاستهلاك)
- المخاطر البيولوجية (السل، السعال الديكي، فيروسات الأنفلونزا)

الجدول 1.4 أنواع الأقنعة

قناع الغبار	جهاز تنفس نصف الوجه	جهاز تنفس لكامل الوجه
إن استخدام مصطلح قناع "الغبار" للقناع الناعم غير الصلب هو تسمية خاطئة إلى حد ما، حيث يمكن استخدامه، في أشكال معدلة، لتطبيقات أخرى مثل الحماية المحدودة ضد أبخرة الطلاء، ومستويات معتدلة من المواد العضوية، والأبخرة الحمضية والزئبق وما إلى ذلك، على الرغم من أن استخدامها الأكبر هو ضد الغبار المزعج.	جهاز التنفس ذو خرطوشة نصف الوجه هو النوع الأكثر استخدامًا، خاصة في الأجواء التي لا توجد فيها مشكلة تهيج أو امتصاص المواد عبر الجلد.	تتشابه أجهزة التنفس لتنقية الهواء لكامل الوجه في كثير من النواحي مع أجهزة التنفس لنصف الوجه، مع اختلاف واضح في أن القناع يغطي الجزء العلوي من الوجه، ويحمي العينين.

1.7. حماية السمع

اعتمادًا على مستوى التعرض لديك، يمكنك الاختيار من بين الأجهزة التالية (الشكل 1.3):

- سدادات الأذن يمكن التخلص منها
- سدادات الأذن قابلة لإعادة الاستخدام
- مقابس عصابة الرأس
- أغطية للأذنين محكمة الغلق

الشكل 1.3 عصابة الرأس/واقية الأذن وسدادة الأذن

1.8. حماية القدم

ويرجع ذلك إلى احتمال التعرض للمواد الكيميائية السامة والإمكانات المرتبطة بالمخاطر المادية مثل سقوط قطع من المعدات أو وجود الزجاج المكسور. بشكل عام، يجب أن تكون الأحذية مريحة، ويفضل الأحذية الجلدية على الأحذية القماشية، وذلك بسبب مقاومة الجلد للمواد الكيميائية بشكل أفضل مقارنة بالقماش. تميل الأحذية الجلدية أيضًا إلى امتصاص مواد كيميائية أقل من الأحذية القماشية. ومع ذلك، فإن الأحذية الجلدية ليست مصممة للتعرض طويل الأمد للاتصال المباشر بالمواد الكيميائية. في مثل هذه الحالات، تكون الأحذية المطاطية المقاومة للمواد الكيميائية ضرورية.

في بعض الحالات، قد يكون استخدام الأحذية ذات المقدمة الفولاذية (الشكل 3.5) مناسبًا عند استخدام المعدات الثقيلة أو العناصر الأخرى. قد تكون هناك حاجة إلى أحذية أو أغطية أحذية مقاومة للمواد الكيميائية عند العمل بكميات كبيرة من المواد الكيميائية، كما يوجد احتمال لحدوث انسكابات كبيرة.

2. الضوابط الهندسية ومعدات المختبرات

2.1. أغطية الدخان.

تُستخدم أغطية الدخان لمنع إطلاق التعرض للمواد الكيميائية الخطرة والرائحة إلى المختبر ومستخدمي المختبر والمستخدم. سبب جوهري آخر هو الحد من المنطقة المتضررة من الانسكاب داخل الغطاء واستنفاد الهواء المتأثر. يؤدي تدفق الهواء الداخلي عبر الغطاء إلى تقليل تسرب المواد إلى خارج الغطاء.

2.1.1. خزائن السلامة الحيوية وأغطية التدفق الصفحي

تهدف خزانات السلامة الحيوية (BSC) إلى حماية المستخدم من الهباء الجوي الخطير، وهي مجهزة بمرشحات هواء جسيمات عالية الكفاءة (HEPA) تعمل على إعادة تدوير الهواء بشكل متكرر إلى المختبر. إنها غير قادرة على التقاط الغازات

الخطرة كما أن حواجزها وأعمالها الداخلية ليست مقاومة للمواد الكيميائية بشكل عام. إن استخدام BSC مع غاز خطير لا يمكن أن يؤدي إلى تدمير الخزانة فحسب، بل قد يؤدي أيضًا إلى إصابة المستخدم.

2.1.2. صناديق القفازات

صناديق القفازات (أو صناديق القفازات) عبارة عن حاوية محكمة الغلق لحماية المستخدم أو العملية أو كليهما. وهي تشتمل عادةً على زوج واحد على الأقل من القفازات الملحقة بالحاوية. يتعامل المستخدم مع المواد الموجودة بالداخل باستخدام القفازات. عادةً، يحتوي صندوق القفازات على غرفة انتظار تُستخدم لنقل المواد.

2.1.3. دروع السلامة

تم تصميم دروع الأمان، مثل الوشاح المنزلق لغطاء الدخان، لحماية الموظفين من التناثر المفاجئ، أو الانفجار المفاجئ للأحماض، أو القواعد، أو المؤكسدات، أو عوامل الاختزال عالية التركيز: المتطلبات الأساسية للتفاعلات التي يتم إجراؤها في الفراغ أو الضغط العالي هي دروع الأمان. بالإضافة إلى ذلك، ينبغي أيضًا إجراء تغيير في الإجراء التجريبي مثل توسيع نطاق التجربة أو التجربة لأول مرة خلف درع الأمان.

2.1.4. خزانات تخزين مهواة

وهي عبارة عن خزانات (الشكل 2.1) مزودة بتهوية قسرية. قد تكون قائمة بذاتها مع نظام استخراج خاص بها، أو قد تكون موجودة أسفل خزانة الدخان ومتصلة بمجاريها. وهي مصممة لتخزين المواد الكيميائية التي تنبعث منها أبخرة وروائح ضارة بشكل آمن. يتم امتصاص هذه الأبخرة عن طريق التهوية القسرية.

الشكل 1.4 الخزانات المناسبة لتخزين المواد الكيميائية الحمضية أو الصلبة (يسار)
والخزانة المناسبة لتخزين المواد الكيميائية القابلة للاحتراق (يمين)

2.1.5. خزائن الغاز المضغوط

يجب استخدام الغازات شديدة السمية أو ذات الرائحة وتخزينها في خزانات الغاز (الشكل 4.5). في حالة حدوث تسرب أو تمزق، ستمنع خزانة الغاز من تلويث المختبر.

يجب أن يتم توصيل خزانات الغاز بتهوية عادم المختبر باستخدام أنابيب صلبة، بدلاً من الأنابيب الفيلية، حيث أن هذه الأنابيب أكثر عرضة لحدوث تسربات. يجب استخدام الأنابيب المحورية لتوصيل الغاز من الأسطوانة إلى الجهاز. تتكون الأنابيب المحورية من أنبوب داخلي يحتوي على الغاز السام، داخل أنبوب آخر. يوجد بين مجموعتي الأنابيب النيتروجين، والذي يتم الحفاظ عليه عند ضغط أعلى من ضغط توصيل الغاز السام. وهذا يضمن أنه في حالة حدوث تسرب في الأنابيب الداخلية، لن يتسرب الغاز إلى الغرفة.

الشكل 1.5خزانة الغاز المضغوط

3. الرقابة الإدارية

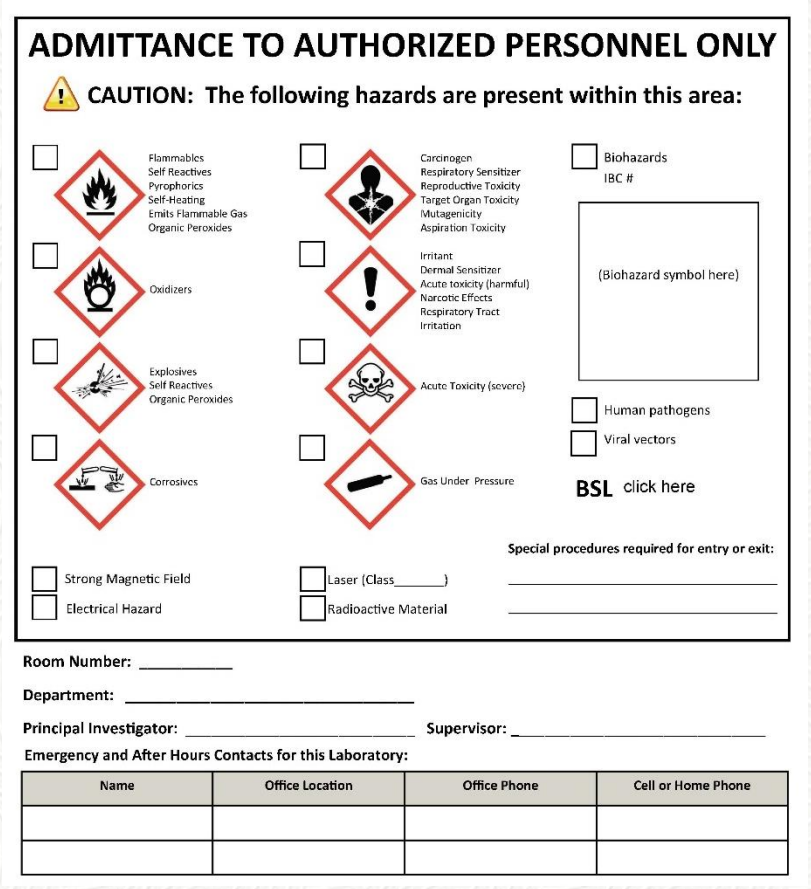
تشمل الضوابط الإدارية السياسات والإجراءات التي تساعد على تطوير ممارسات العمل الآمنة في المختبر. فهو يضع معيارًا للتدابير داخل المختبر. يتم اتخاذ هذه التدابير لمنع الحوادث والمخاطر التي لا تنطوي على ضوابط هندسية أو معدات الوقاية الشخصية. يجب على جميع المستخدمين العاملين في المختبرات الالتزام باللوائح الإدارية التي تطبقها هيئة التدريس. عضو هيئة التدريس المسؤول هو المسؤول عن التأكد من أن مستخدمي المختبر على دراية بجميع المخاطر المحتملة في المختبر، بما في ذلك على سبيل المثال لا الحصر، المخاطر الكيميائية، والبيولوجية، والفيزيائية والكهربائية.

3.1. التوجيه والتدريب

يلتزم جميع الموظفين/الطلاب الوافدين حديثًا بالخضوع للتوجيه الإلزامي الذي يجريه أخصائي المختبر.

3.2. إشارات الأمان

يجب تجهيز جميع المختبرات بلوحة أمان على كل باب مدخل تشير إلى المخاطر داخل المختبر والقواعد العامة ومعدات الحماية الشخصية المطلوبة (الشكل 3.1). علاوة على ذلك، تتم الإشارة إلى مواقع مناطق المخاطر والطوارئ المحددة من خلال لوحات/ملصقات فردية داخل المختبر. ويجب على جميع المستخدمين اتباع القواعد والإجراءات الاحترازية الموضحة في هذه اللافتات.



الشكل 1.6 مثال لوحة إرشادات السلامة

3.3. الضوابط الإجرائية

تعتبر الضوابط الإجرائية مفيدة لإنشاء أفضل الممارسات الإدارية في المختبر. هذه الممارسات مفيدة في الحفاظ على تدابير الصحة والسلامة. بالإضافة إلى ذلك، فهي تساعد على زيادة الإنتاجية في المختبر من خلال زيادة الاستخدام الفعال لمساحة المختبر وموثوقية التجارب (نظرًا لأن خطر التلوث أقل). ومن خلال رفع مستوى الوعي لدى مستخدمي المختبر حول لوائح الصحة والسلامة، يؤدي تنفيذ أفضل ممارسات الإدارة أيضًا إلى انخفاض في عدد الحوادث والإصابات والانسكابات. وبهذه الطريقة، تنخفض أيضًا المسؤولية الشاملة لـ مشرف المختبر او مشرف السلامة في المختبرات وعضو هيئة التدريس المسؤول. باختصار، تعتبر الممارسات التالية أساسية لفرض سلوك عمل آمن والمساعدة في نشر ثقافة السلامة داخل المختبر.

3.4. تدابير النظافة

تضيف ممارسات تدابير النظافة إلى الحالة العامة والمظهر العام للمختبر. وتشمل هذه:

- يجب على مستخدمي المختبر الحفاظ على جميع مناطق المختبر خالية من القمامة والحاويات الكيميائية غير المستخدمة والفوضى والمعدات الدخيلة. تشمل مناطق المختبر المقاعد، والأغطية، والثلاجات، والخزائن، وخزائن تخزين المواد الكيميائية، والمغاسل، وسلال القمامة، وما إلى ذلك.
- عند عدم الاستخدام، يجب إبقاء حاويات المواد الكيميائية مغلقة.
- يجب تنظيف جميع المواد الكيميائية المنسكبة في أسرع وقت ممكن. يجب أيضًا فحص البقع الإضافية الموجودة على المعدات والخزائن والأبواب والمقاعد المحيطة أثناء تنظيف الانسكاب.
- يجب أن تظل المناطق المحيطة بمخارج الطوارئ ومعدات وأجهزة الطوارئ مرتبة دائمًا. تنطبق هذه القاعدة أيضًا على حمامات غسل العين/الطوارئ، وألواح الطاقة الكهربائية، وطفايات الحريق، ومستلزمات تنظيف الانسكابات.
- كما هو مطلوب، يجب أن يكون هناك مسافة لا تقل عن متر واحد بين المقاعد والمعدات. يجب أن تظل مخارج الطوارئ خالية من أي عوائق مثل الزجاجات والصناديق والمعدات والأسلاك الكهربائية وما إلى ذلك. لا تقم مطلقًا بتخزين المواد القابلة للاحتراق في المخارج أو الممرات أو السلالم.
- يجب تخزين المواد الكيميائية الثقيلة والضخمة بالقرب من الأرض. لا ينبغي تغطية الرشات. يجب أن تكون هناك مسافة لا تقل عن 45 سم بين الرش وأي عنصر في المعمل.
- ليس المقصود من الكراسي وأسطح العمل أن تستخدم كسلالم. استخدم دائمًا سلمًا للوصول إلى العناصر العلوية.

3.5. النظافة الشخصية

تتضمن بعض الإرشادات العامة التي يجب اتباعها دائمًا ما يلي:

- لا يجوز الأكل، أو الشرب، أو مضغ العلكة، أو وضع مستحضرات التجميل في المختبر.
- لا يجوز تخزين الأطعمة أو المشروبات في ثلاجات المختبرات المستخدمة لتخزين المواد الكيميائية.
- يمنع منعا باتا سحب العينة عن طريق الفم. وهذا قد يؤدي إلى ابتلاع المواد الكيميائية أو استنشاق بخارها. ينبغي استخدام فقاعة الشفط.
- يجب ربط الشعر طوال الوقت. يفضل ارتداء الملابس الفضفاضة ولا يُسمح بارتداء المجوهرات.
- ارتداء معطف المختبر أثناء العمل مع المواد الكيميائية.
- عدم ارتداء السراويل القصيرة والصنادل في المختبر، خاصة عند استخدام مواد كيميائية مسببة للتآكل. التعرض قد يؤدي إلى تآكل الجلد والحروق. قد تتسبب القطع المتساقطة أو الزجاج المكسور في حدوث إصابات.
- في حالة التلوث الكيميائي، يجب إزالة معاطف المختبر والقفازات ومعدات الحماية الشخصية الأخرى على الفور.
- بمجرد إزالة معدات الوقاية الشخصية الملوثة، يجب غسل المنطقة المصابة بقوة بالماء لمدة 15 دقيقة على الأقل.
- قبل مغادرة المختبر، يجب إزالة معطف المختبر والأقنعة والقفازات ومعدات الحماية الشخصية الأخرى. لا ينبغي ارتداء معدات الوقاية الشخصية خارج منطقة المختبر، وخاصة في الأماكن التي يتم فيها تقديم الطعام والشراب.
- غسل اليدين بعد نزع القفازات وقبل مغادرة المختبر. عدم لمس أشياء أخرى مثل الهاتف، أو مقابض الأبواب، أو استخدام المصعد قبل غسل اليدين.
- لا يجوز تنظيف معاطف المختبر في المنزل.
- يمنع التدخين في جميع مناطق المختبر.

3.6. العمل منفرداً

يحظر العمل منفرداً لأغراض البحث، وخاصة تلك التي تنطوي على مواد كيميائية خطرة وإجراءات تجريبية. بخلاف ذلك، يجب على عضو هيئة التدريس المسؤول إعداد المبادئ التوجيهية وإجراءات التشغيل القياسية التي تسلط الضوء على مبادئ العمل بمفرده، وإجراءات الإخطار والحالات التي يكون فيها العمل منفردا ممنوعًا تماماً.

في الحالات التي يكون فيها العمل منفردا أمرًا ضـــروريًا، يجب أن يوافق عضـــو هيئة التدريس المســـؤول على العمل والإعداد التجريبي. يجب مراقبة الإجراء بأكمله بواسطة نظام المراقبة.

وحده المسموح به منفردا دون قيود يشمل:

- العمل المكتبي
- تجميع أو تعديل أجهزة المختبر. هنا، لا ينبغي أن تكون هناك أي مخاطر كيميائية أو كهربائية أو مادية أخرى.
- وظائف المختبر الروتينية كجزء من إجراءات التشغيل القياسية.

3.7. الهواتف في المختبرات

يُنصح بوضع لافتة توضح موقع أقرب هاتف في حالة عدم توفر هاتف في المختبر.

3.8. العمليات غير المراقبة

ينبغي وضـــع الضـــمانات حول العملية غير المراقبة في المختبر. إذا كان لا مفر من إجراء عملية غير مراقبة، فيُطلب من مســـتخدمي المختبر الالتزام بالإرشادات الموضحة أدناه.

يجب أن تتضمن علامات التحذير للعمليات غير المراقبة معلومات تتعلق بما يلي:

- طبيعة التجربة.
- المواد الكيميائية المستخدمة.
- المخاطر المحتملة (الكهرباء والحرارة وغيرها)
- اسم الشخص الذي يقوم بالتجربة ورقم التواصل معه. يوصى أيضًا باستخدام اسم ثانوي ورقم اتصال.

ومن المهم النظر في المخاطر المحتملة للخطر التي قد تحدث عند ترك التجربة دون مراقبة. بعض الاحتياطات التي يمكن اتخاذها تشمل:

- استخدام الاحتواء الثانوي لمنع الانسكابات.
- استخدام دروع الأمان وإبقاء غطاء المحرك مغلقاً لاحتواء المواد الكيميائية والزجاج في حالة حدوث انفجار.
- إزالة المواد الكيميائية الخاملة أو المعدات أو العناصـــر التي لديها القدرة على التفاعل مع المواد الكيميائية أو المواد الأخرى المستخدمة في التجربة.

- استخدام أجهزة الإغلاق التلقائي لمنع وقوع الحوادث مثل إغلاق درجة الحرارة الزائدة، وما إلى ذلك.
- استخدام منافذ الطاقة في حالات الطوارئ لتلك المعدات التي يمكن أن تتأثر سلباً في حالة انقطاع الخدمة الكهربائية.

3.9. الوصول إلى المختبرات

يقتصر الوصول إلى المختبرات وورش العمل ومناطق العمل الأخرى التي تحتوي على مواد أو آلات خطرة على أعضاء هيئة التدريس، أو الموظفين، أو الطلاب، أو غيرهم من الأشخاص في الأعمال الرسمية.

3.9.1. الزوار والأطفال في المختبرات

لا يُسمح للأشخاص من خارج المختبر، وخاصة الأطفال تحت سن 16 عامًا، بالوصول إلى المختبرات أو أماكن العمل الخطرة الأخرى. بعض الاستثناءات لهذه القاعدة هي الجولات أو الأعمال المتعلقة بالجامعة. وينبغي لعضو هيئة التدريس المسؤول أن يأذن بهذه الحالات. يجب أن يكون جميع الأطفال تحت سن 16 عامًا تحت المراقبة أثناء الزيارات المعملية.

3.9.2. العلماء الزائرون وغيرهم من المستخدمين المماثلين

تشمل بعض المخاطر المحتملة المرتبطة بالعلماء الزائرين واستخدامهم لمنطقة المختبر ومعداته ما يلي:

- تضارب المصالح وحقوق الملكية الفكرية،
- والإصابات الجسدية
- والأضرار غير المقصودة للممتلكات.

يجب تقديم تدريبات في مجال الصحة والسلامة لجميع مستخدمي المختبر بما في ذلك العلماء الزائرين قبل منح حق الوصول إلى المختبرات أو المعدات. يُطلب من العلماء الزائرين حضور هذه الدورات التدريبية حتى يتم توفير إمكانية الوصول إلى المختبر/المعدات.

في حالة وقوع حادث خطر جسدي أو صحي محتمل، يكون رئيس البرنامج وعضو هيئة التدريس المسؤول مسؤولين عن تقييد وصول الزوار أو الأطفال إلى مناطق المختبر.

3.9.3. الحيوانات الأليفة في المختبرات

يحظر تواجد الحيوانات الأليفة في مرافق المختبر.

3.10. شراء المواد الكيميائية

يجب البحث في المخزون الكيميائي واستخدام المواد الكيميائية الموجودة قبل طلب أي مادة كيميائية.

يجب طلب المواد الكيميائية بأصغر حجم ممكن لتنفيذ الإجراء التجريبي. عبارة "قد تكون هناك حاجة إليها في المستقبل" هي طريقة غير صحيحة لطلب المواد الكيميائية. يجب على مستخدمي المختبر طلب الكمية التي يحتاجونها فقط.

3.11. طلب معدات جديدة

يجب على مستخدمي المختبر التواصل مع مشرف المختبر ومشرف السلامة في المختبرات والخدمات التشغيلية والفنية عند شراء وتركيب المعدات الكبيرة، وخاصة تلك التي تستخدم خدمات الكهرباء أو الماء أو الغاز الخاصة بالكلية. يجب على مستخدمي المختبر التواصل مسبقًا مع الوحدات الجامعية المناسبة لتحديد وتوفير الموارد الإضافية والمشكلات المحتملة حتى تصبح البنية التحتية للمبنى جاهزة للتثبيت.

3.12. أوامر العمل وطلبات الصيانة

بالنسبة لصيانة المعدات أو إصلاحها، يجب على المستخدمين استشارة عضو هيئة التدريس المسؤول أو مشرف المختبر ومشرف السلامة في المختبرات. سيهتم هؤلاء الأشخاص المسؤولون بالأعمال الورقية مع الخدمات التشغيلية والفنية وبدء عملية الصيانة/الإصلاح. تمنع قواعد الكلية بشكل صارم مستخدمي المختبر من إصلاح خدمات المرافق (مشكلات الكهرباء أو السباكة أو الغاز) بأنفسهم. يتعامل الموظفون المؤهلون مع الإصلاحات فقط.

يجب إزالة جميع المواد الكيميائية ومعدات المختبرات والأجهزة من الأغطية أثناء الصيانة أو الإصلاح. يجب على مستخدمي المختبر التأكد من أن منطقة العمل نظيفة وخالية من المواد الكيميائية الخطرة. تقع على عاتق مستخدمي المختبر مسؤولية إبلاغ المستخدمين بالمخاطر المحتملة الموجودة حول منطقة عملهم.

3.13. الحفاظ على الطاقة في المختبرات

تتضمن بعض الإجراءات السهلة جدًا التي يمكن اتخاذها للمساعدة في تقليل استهلاك الطاقة في المختبر ما يلي:

- إطفاء الأنوار عند مغادرة المعمل أثناء النهار أو في نهاية كل يوم.
- قبل مغادرة المعمل التأكد من إطفاء جميع الأجهزة الكهربائية إذا كانت خاملة.

- استخدم الموقتات لتشغيل وإيقاف المعدات الأخرى تلقائيًا.
- إيقاف تشغيل شاشة الكمبيوتر عند عدم استخدامها.
- الإبلاغ عن قطرات الماء من صنابير الحوض، وصلات المياه المبردة أو صنابير التناضح العكسي (RO).

3.14. التفتيش على منطقة البحث

الغرض الرئيسي من عمليات التفتيش هذه هو مساعدة أعضاء هيئة التدريس المسؤولين ومشرفي المختبرات على تحديد الامتثال التنظيمي المحتمل أو المشكلات الأخرى التي قد تؤثر على صحة مستخدمي المختبر وسلامتهم. وبهذه الطريقة، يتم أيضًا تحديد المخاطر المحتملة لمخاطر الصحة والسلامة ويتم منع المخاطر غير المعقولة لكل من مستخدمي المختبر وبقية مجتمع الحرم الجامعي.

4. سلامة الأواني الزجاجية

تم تصميم الأواني الزجاجية لغرض محدد. وينبغي أن تستخدم فقط لهذا السبب.

أثناء اختيار الأواني الزجاجية، حدد مدى توافق الزجاج مع المواد الكيميائية أو الإجراء. تتفاعل العديد من المواد الكيميائية مع الزجاج أو تسبب ضررًا (حفر) الزجاج. إذا كان الإجراء الخاص بك يتضمن تغيرات في درجة الحرارة أو الضغط، فتأكد من قدرة الأواني الزجاجية على تحمل التغيرات.

تتمدد المواد المتطايرة عند التسخين وتؤدي إلى الانفجار. يحدث تفاعل طارد للحرارة عند خلط حمض الكبريتيك مع الماء داخل البرميل، مما يؤدي إلى الحرارة الناتجة عن التفاعل لكسر قاعدة الوعاء. لا تخلط حمض الكبريتيك داخل الاسطوانة.

حمض الهيدروفلوريك وحمض الفوسفوريك الساخن والقلويات الساخنة القوية تهاجم الأواني الزجاجية وتحفرها. لا تستخدم الزجاج لتنفيذ هذه العمليات.

4.1. التعامل والتخزين الآمن

التعامل السليم مع الأواني الزجاجية يمكن أن يقلل من خطر الإصابة والحوادث.

- يحظر حمل القارورة من العنق.
- حمل الأواني الزجاجية بكلتا اليدين (دعمها من الأسفل بيد واحدة).
- يجب ارتداء القفازات المناسبة في حالة وجود خطر الكسر.

- عند التعامل مع الأواني الزجاجية الساخنة أو الباردة، يجب ارتداء قفازات مقاومة للحرارة.
- عدم ممارسة الضغط بقوة على الأواني الزجاجية.
- تثبيت الأواني الزجاجية بواسطة المشبك ومنصة لتخفيف الوزن.
- تجنب الشد الزائد والكسر أثناء تثبيت الأواني الزجاجية. استخدم المشابك المطلية لتوقع تلامس الزجاج مع المعدن.
- لا ينبغي استخدام مشابك العنق كدعم أساسي للأوعية التي يزيد حجمها عن 500 مل.
- عدم استخدام القوة الزائدة على المفصل الحر. يمكن أن يجعل الزجاج على وشك الكسر.
- عدم تسخين أو تبريد الأواني الزجاجية إلا إذا كانت مخصصة لتلك الإجراءات.
- تعتبر القوارير ذات القاع الدائري هي الأفضل لغلي السوائل.
- يحظر وضع زجاجًا ساخنًا على سطح بارد.

عند تخزين الأواني الزجاجية، تذكر ما يلي:

- الحفظ بعيدًا عن حواف الرف.
- وضع الأواني الزجاجية في الجزء الخلفي من الأرفف. (تذكر: لا ينبغي استخدام أغطية الدخان وخزائن السلامة الحيوية للتخزين.)
- عدم ترك الأدوات تتدحرج في الأدراج (استخدام وسادات الأدراج).

4.2. العمل باستخدام القضبان الزجاجية أو الأنابيب

بعض النقاط البارزة التي يجب تذكرها عند العمل باستخدام القضبان الزجاجية أو الأنابيب أو الماصات:

- التأكد من أن أعمدة الأواني الزجاجية من المواد الزجاجية المختلفة المتصلة تتناسب مع بعضها البعض.
- عدم استخدام القوة المفرطة على الزجاج لوضعه في مكان ما.
- تشحيم الوصلات. يمكنك استخدام الماء أو الماء والصابون أو الجلسرين كمواد تشحيم. لا ينصح باستخدام الزيت أو الشحوم.
- ارتداء قفازات مقاومة للقطع عندما يكون ذلك ممكناً.

4.3. عمليات الفراغ والضغط

في مثل هذه التطبيقات، يجب أن تكون جدران الحاوية قوية بما يكفي لتحمل التغيرات في الضغط. إذا لم تكن الحاوية قادرة على الصمود، فقد تنكسر الحاوية. ولهذه التطبيقات، يجب استخدام دورق ذو قاع مستدير أو ذو جدران سميكة. الأواني الزجاجية المصممة لعمليات التفريغ أو الضغط قادرة على تحمل حدود ضغط معينة. لا تستخدم الأواني الزجاجية تحت ضغط أكبر مما صممت لتحمله.

يجب عدم استخدام الأواني الزجاجية التي خضعت للإصلاحات أو التي بها عيوب أو أضرار واضحة في تطبيقات أنظمة التفريغ. حيث تكون عرضة لاختراق الصدمة الحرارية. من المهم فحص الأواني الزجاجية بحثًا عن العيوب قبل الاستخدام.

يجب اتخاذ تدابير وقائية عند إنشاء نظام فراغ وتشمل:

- وضع جميع أجهزة التفريغ داخل غطاء الدخان أو خلف درع الانفجار (استخدام غطاء الدخان في أدنى مستوى ممكن من الوشاح).
- إذا أمكن، استخدام الأواني الزجاجية المطلية بالـ PVC. إذا لم يكن الأمر كذلك، فيجب تغطية القوارير، والمجففات بشريط أو شبكة.
- ارتداء معدات الحماية الشخصية المناسبة (نظارات السلامة، ودرع الوجه، والقفازات).

4.4. تدفئة وتبريد الأواني الزجاجية

- مراقبه عملية التبخر. قد تتشقق السفينة بسهولة أثناء التبخر.
- يحظر الأواني الزجاجية الساخنة على الأسطح الباردة أو الرطبة لأنها قد تنكسر بسبب التغير السريع في درجة الحرارة.
- يحظر تسخين الأواني الزجاجية المحفورة، أو المتشققة، أو المخدوشة، أو المتكسرة.
- يحظر تسخين الأواني الزجاجية ذات الجدران السميكة (مثل الزجاجات والجرار) على اللهب المباشر. لا تقم بتسخين الأواني الزجاجية مباشرة على عناصر التسخين الكهربائية.
- عدم محاولة النظر إلى وعاء يتم تسخينه لأن تبخر المواد قد يؤدي إلى تلف عينك/جلدك.
- ما لم يذكر خلاف ذلك، يجب تبريد الأواني الزجاجية ببطء لمنع الكسر.
- الانتباه جيدًا أثناء إخراج الأواني الزجاجية من المجمدات ذات درجة الحرارة المنخفضة (–70 إلى –150 درجة مئوية) لمنع التشقق و/أو الصدمة الحرارية. كطريقة آمنة، وضع الأواني الزجاجية تحت الماء الجاري البارد حتى يحدث الذوبان. لا تنقل من الفريزر مباشرة إلى حمامات الماء الدافئ.

- لهب موقد بنسن يجب أن يلمس الزجاج فقط تحت مستوى السائل. قد يساعد الشاش السلكي الخزفي على توزيع اللهب وبالتالي توفير حرارة أكثر توازناً.
- يجب أن تكون الألواح الساخنة المستخدمة لتسخين الأواني الزجاجية أكبر دائمًا من قاع الوعاء. عدم القيام مطلقًا بتسخين الأواني الزجاجية ذات الجدران السميكة (مثل البرطمانات والزجاجات والأسطوانات وقوارير الترشيح) على ألواح التسخين.
- التأكد من تفعيل الإعداد الضروري فقط عند استخدام ألواح التسخين/التقليب (أي إذا كان العمل لا يتطلب التسخين، فيجب التأكد من إيقاف تشغيل لوح التسخين).

4.5. تنظيف وتجفيف الأواني الزجاجية

- يجب ارتداء معدات الحماية الشخصية، وخاصة نظارات حماية العين والقفازات المقاومة للمواد الكيميائية أثناء الغسيل.
- بعد الاستخدام، يجب غسل الأواني الزجاجية في أسرع وقت ممكن. نظرًا لأن الأواني الزجاجية تُترك دون غسلها لفترة أطول، فإنها تستغرق وقتًا طويلاً للتنظيف. إذا لزم الأمر، استخدم أدوات تنظيف أكثر صلابة واحتفظ بالأواني الزجاجية واتركها في الماء والصابون.
- عدم الافراط في تحميل الأحواض أو غسالات الأطباق أو صناديق النقع.
- إبقاء الأواني الزجاجية بعيدة عن جوانب الحوض.
- عدم استخدام الفرش البالية لأنها قد تخدش الزجاج.
- في حالة الحاجة إلى استخدام مادة كاوية لأغراض التنظيف، يُنصح بطلب المساعدة من أحد مستخدمي المختبر ذوي الخبرة في الاستخدام الآمن لعوامل التنظيف الكاوية، خاصة قبل استخدام الماء الملكي أو حمض الكروميك أو المحاليل التفاعلية الأخرى.
- ترك الأواني الزجاجية تجف على المناشف أو السلة المبطنة أو الفوط المقاومة للانزلاق. وضع الأواني الزجاجية بعيداً عن الحافة. يمكن تعليق الحاويات الكبيرة على أوتاد حتى تجف.
- يمكن تنظيف الماصات والأطراف في أسطوانة أو وعاء طويل من الماء باستخدام مطهر مناسب (على سبيل المثال للأطراف الملوثة بيولوجيًا). لمنع الأطراف من الكسر، يمكنك وضع وسادة من القطن أو الصوف الزجاجي في الأسفل.
- لإزالة أي بقايا أو جزيئات سائبة، يجب غسل الأواني الزجاجية الجديدة قبل الاستخدام.

4.6. التخلص من المواد المنسكبة وتنظيفها

4.6.1. الانسكابات والزجاج المكسور

الزجاج هش وينكسر بسهولة. يجب توخي الحذر لتقليل المخاطر الصحية عند كسر الزجاج.

- إذا سقط شيء ما، دعه يسقط! قد تؤدي محاولة الإمساك به إلى كسر الأواني الزجاجية في يدك.
- أثناء التعامل مع الزجاج المكسور، ارتد قفازات مقاومة للقطع كلما أمكن ذلك. لا ينبغي أبدًا ارتداء قفازات النتريل أو اللاتكس. سوف يقطع الزجاج تلك القفازات.
- عند تنظيف الزجاج المكسور، استخدم الوسائل الميكانيكية لالتقاط القطع.
- لا تلتقط الزجاج المكسور بيدك العارية. استخدم الملقط لجمع قطع الزجاج المكسورة.

4.6.2. التخلص

التخلص السليم من الزجاج المكسور يضمن سلامة الآخرين. في حالة التعامل مع الزجاج المكسور الملوث:

- اجمع الزجاج المكسور في حاوية صلبة مقاومة للثقب (مثل حاوية الأدوات الحادة).
- وضع الزجاج المكسور الملوث بيولوجياً في حاوية مغلقة ومغلقة ووضعه في صندوق النفايات الخطرة بيولوجياً للتخلص منه.
- وضع الزجاج المكسور الملوث كيميائياً في عبوات مغلقة ومحكم الإغلاق.
- تخلص من الزجاج المكسور غير الملوث في صندوق نفايات غير ملوث.

الوحدة الثانية

السلامة البيولوجية

1. مستويات السلامة البيولوجية

مستوى السلامة الحيوية هو مستوى احتياطات الاحتواء الحيوي المطلوبة لعزل العوامل البيولوجية الخطرة في منشأة مغلقة. وتتراوح مستويات الاحتواء من أدنى مستوى للسلامة البيولوجية 1 إلى أعلى مستوى عند المستوى 4.

يستخدم مصطلح "الاحتواء" في وصف الطرق الآمنة لإدارة المواد المعدية في بيئة المختبر حيث يتم التعامل معها أو صيانتها. الغرض من الاحتواء هو تقليل أو القضاء على تعرض مستخدمي المختبر والأشخاص الآخرين والبيئة الخارجية للعوامل التي يحتمل أن تكون خطرة. يمكن تصنيف الاحتواء الحيوي حسب الخطر النسبي على البيئة المحيطة كمستويات السلامة البيولوجية (BSL). وتسمى هذه BSL1 إلى BSL4.

1.1. السلامة الحيوية المستوى 1

هذا المستوى مناسب للعمل الذي يتضمن عوامل جيدة التوصيف غير معروفة بأنها تسبب المرض باستمرار لدى البشر البالغين الأصحاء، ولها الحد الأدنى من المخاطر المحتملة على مستخدمي المختبرات والبيئة. وتشمل عدة أنواع من البكتيريا والفيروسات، بالإضافة إلى بعض مزارع الخلايا والبكتيريا غير المعدية. على هذا المستوى، تكون الاحتياطات ضد المواد الخطرة بيولوجيًا في حدها الأدنى، وعلى الأرجح تتضمن القفازات ونوعًا من حماية الوجه. لا يتم بالضرورة فصل المختبر عن أنماط حركة المرور العامة في المبنى. يتم إجراء العمل بشكل عام على أسطح العمل المفتوحة باستخدام الممارسات الميكروبيولوجية القياسية. عادة، يتم ترك المواد الملوثة في أوعية القمامة المفتوحة (ولكن يشار إليها بشكل منفصل). تتشابه إجراءات إزالة التلوث لهذا المستوى في معظم النواحي مع الاحتياطات الحديثة ضد الكائنات الحية الدقيقة اليومية (أي غسل اليدين بالصابون المضاد للبكتيريا، وغسل جميع الأسطح المكشوفة في المختبر بالمطهرات، وما إلى ذلك). في بيئة المختبر، يتم تطهير جميع المواد المستخدمة في مزارع الخلايا و/أو البكتيريا عن طريق الأوتوكلاف.

1.2. السلامة الحيوية المستوى 2

يشبه هذا المستوى مستوى السلامة الحيوية 1 وهو مناسب للعمل الذي يتضمن عوامل ذات مخاطر محتملة متوسطة على الأفراد والبيئة. ويشمل العديد من البكتيريا والفيروسات التي تسبب مرضًا خفيفًا فقط للإنسان، أو يصعب الإصابة بها عن طريق الهباء الجوي في بيئة المختبر. تم أيضًا تصنيف الكائنات المعدلة وراثيًا على أنها كائنات من المستوى الثاني، حتى لو لم تشكل تهديدًا مباشرًا للإنسان. يستخدم هذا التصنيف للحد من إطلاق الكائنات المعدلة في البيئة. يختلف BSL-2 عن BSL-1 فيما يلي:

يحصل مستخدمو المختبر على تدريب محدد في التعامل مع العوامل المسببة للأمراض ويتم توجيههم من قبل علماء ذوي تدريب متقدم.

- يكون الوصول إلى المختبر محدودًا أثناء إجراء العمل.
- يتم اتخاذ الاحتياطات القصوى مع الأدوات الحادة الملوثة.
- يتم إجراء بعض الإجراءات التي يمكن أن تنشأ فيها رذاذ أو رذاذ معدي في خزائن السلامة البيولوجية أو غيرها من معدات الاحتواء المادي.

1.3. السلامة الحيوية المستوى 3

ينطبق هذا المستوى على المرافق السريرية، أو التشخيصية، أو التعليمية، أو البحثية، أو الإنتاجية التي يتم فيها العمل باستخدام عوامل محلية أو غريبة قد تسبب مرضًا خطيرًا أو مميتًا بعد استنشاقها. وهو يشمل العديد من البكتيريا والفيروسات التي يمكن أن تسبب أمراضًا خطيرة إلى مميتة لدى البشر، ولكن لا توجد لقاحات أو علاجات أخرى لها.

ويتلقى مستخدمو المختبرات تدريبًا محددًا في التعامل مع العوامل المسببة للأمراض والقاتلة، ويشرف عليهم علماء أكفاء من ذوي الخبرة في العمل مع هذه العوامل. وتعتبر هذه منطقة محايدة أو دافئة.

تتم جميع الإجراءات التي تنطوي على التعامل مع المواد المعدية داخل خزائن السلامة البيولوجية أو غيرها من أجهزة الاحتواء المادي، أو من قبل أفراد يرتدون ملابس ومعدات الحماية الشخصية المناسبة. يتمتع المختبر بميزات هندسية وتصميمية خاصة.

ومع ذلك، فمن المسلم به أن بعض المرافق القائمة قد لا تحتوي على جميع ميزات المنشأة الموصى بها لمستوى السلامة الأحيائية 3 (أي منطقة الوصول ذات الباب المزدوج والاختراقات المختومة). في هذه الظروف، يمكن تحقيق مستوى مقبول من السلامة لإجراء الإجراءات الروتينية في منشأة من المستوى 2 للسلامة الحيوية، بشرط توفير ما يلي:

- يتم تفريغ هواء العادم المفلتر من غرفة المختبر إلى الخارج،
- تهوية المختبر متوازنة لتوفير تدفق الهواء الاتجاهي إلى الغرفة،
- يتم تقييد الدخول إلى المختبر أثناء سير العمل
- يتم اتباع الممارسات الميكروبيولوجية القياسية الموصى بها، والممارسات الخاصة، ومعدات السلامة للسلامة الحيوية من المستوى 3 بدقة.

1.4.السلامة الحيوية المستوى 4

هذا المستوى مطلوب للعمل مع العوامل الخطرة والغريبة التي تشكل خطرًا فرديًا كبيرًا للإصابة بالعدوى المختبرية المنقولة بالهباء الجوي، والعوامل التي تسبب أمراضًا شديدة إلى مميتة لدى البشر والتي لا تتوفر لها لقاحات أو علاجات أخرى. عند التعامل مع المخاطر البيولوجية على هذا المستوى، يعد استخدام بدلة المواد الخطرة ومصدر الأكسجين المستقل أمرًا إلزاميًا. سيحتوي مدخل ومخرج المختبر البيولوجي من المستوى 4 على حمامات متعددة، وغرفة مفرغة، وغرفة للأشعة فوق البنفسجية، واحتياطات السلامة الأخرى المصممة لتدمير جميع آثار الخطر البيولوجي. يتم استخدام غرف معادلة الضغط المتعددة ويتم تأمينها إلكترونيًا لمنع فتح كلا البابين في نفس الوقت. ستخضع جميع خدمات الهواء والماء القادمة والقادمة من مختبر المستوى 4 للسلامة الحيوية إلى إجراءات إزالة التلوث مماثلة للقضاء على احتمالية الإطلاق العرضي.

تكون المنشأة إما في مبنى منفصل أو في منطقة خاضعة للرقابة داخل المبنى، وهي معزولة تمامًا عن جميع المناطق الأخرى في المبنى. يتم إعداد أو اعتماد دليل عمليات المنشأة المحددة. وكثيراً ما تستخدم بروتوكولات البناء لمنع التلوث مرافق ذات ضغط سلبي، والتي، إذا تم اختراقها، من شأنها أن تمنع بشدة احتواء تفشي مسببات الأمراض الهباء الجوي.

داخل مناطق العمل بالمنشأة، تقتصر جميع الأنشطة على خزائن السلامة البيولوجية من الدرجة الثالثة، أو خزائن السلامة البيولوجية من الدرجة الثانية المستخدمة مع بدلات الموظفين ذات الضغط الإيجابي المكونة من قطعة واحدة والتي يتم تهويتها بواسطة نظام دعم الحياة. يتمتع مختبر السلامة الحيوية من المستوى 4 بميزات هندسية وتصميمية خاصة لمنع انتشار الكائنات الحية الدقيقة في البيئة. يتم الاحتفاظ بالمختبر عند ضغط هواء سلبي، بحيث يتدفق الهواء إلى الغرفة في حالة اختراق الحاجز أو اختراقه. علاوة على ذلك، يتم استخدام غرفة معادلة الضغط أثناء دخول الأفراد وخروجهم. الجدول 2.1. يلخص مستويات السلامة الحيوية.

جدول 2.1. ملخص مستويات السلامة الحيوية

السلامة البيولوجية	1	2	3	4
عوامل معدية	من غير المحتمل أن تسبب المرض لدى العمال الأصحاء أو الحيوانات انخفاض المخاطر الفردية والمجتمعية	يمكن أن يسبب مرضًا للإنسان أو الحيوان، ولكن من غير المرجح أن يشكل خطراً جسيماً مخاطر فردية معتدلة ومخاطر مجتمعية محدودة العلاجات الفعالة متوفرة	تسبب مرضًا خطيرًا للإنسان أو الحيوان، ولكنها لا تنتشر عادةً عن طريق الاتصال العرضي مخاطر فردية عالية، مخاطر مجتمعية منخفضة	تسبب مرضًا خطيرًا جدًا للإنسان أو الحيوان، وغالبًا ما يكون غير قابل للعلاج وينتقل مخاطر فردية عالية، مخاطر مجتمعية عالية
مرافق	مرافق مختبرية وحيوانية تجريبية قياسية جيدة التصميم	المستوى 1 زائد: مختبر منفصل، أسطح الغرفة منيعة وسهلة التنظيف، علامة بيولوجية	المستوى 2 الإضافي: دخول بباب مزدوج ودش للجسم، يجب أن يكون ضغط الهواء سلبيًا في جميع الأوقات، بدون إعادة تدوير، ترشيح HEPA، طاقة احتياطية	وحدة متخصصة وآمنة ومكتفية ذاتيًا تمامًا ومزودة بتهوية متخصصة ومراقبة بالكامل؛ دخول وخروج قفل الهواء،
معدات السلامة	مرافق غسل اليدين، ومعاطف المختبر	المستوى 1 بالإضافة إلى: الأوتوكلاف، وخزانة السلامة البيولوجية فئة I أو II المفلترة HEPA، ومعدات الحماية الشخصية	المستوى 2 بالإضافة إلى: الأوتوكلاف، وخزانة السلامة البيولوجية المفلترة من الفئة الثانية HEPA، ومعدات الحماية الشخصية التي تشمل ملابس المختبر الأمامية الصلبة، وأغطية الرأس، والأحذية المخصصة، والقفازات، وحماية الجهاز التنفسي المناسبة	خزانات السلامة البيولوجية من الدرجة الثالثة، والبدلات ذات التهوية بالضغط الإيجابي
إجراءات	الممارسات المخبرية الآمنة الأساسية	استخدام معدات الحماية الشخصية؛ معطف المختبر الذي يتم ارتداؤه فقط في المختبر، والقفازات، وإزالة التلوث	بروتوكولات مكتوبة ومدربة بالكامل للمستخدمين؛ الاستحمام، والتخلص من النفايات باعتبارها ملوثة، واستخدام خزائن السلامة البيولوجية، وأجهزة الحماية الشخصية	الوصول فقط للموظفين المعتمدين، وإجراءات التعقيم / إزالة التلوث الصارمة

1.5. تقييم المخاطر

بالنسبة للعمليات المختبرية النموذجية، تعتبر تصنيفات مستوى السلامة الحيوية ملائمة. بناءً على الظروف الخاصة بالمختبر، يكون عضو هيئة التدريس المسؤول مسؤولاً عن تنفيذ ممارسات أكثر (أو أقل) صارمة. تحسب قرارات تقييم المخاطر لما يلي:

- القدرة المرضية – قدرة الكائن الحي على التسبب في المرض.
- الفوعة – شدة المرض.

- طريق الانتقال: عن طريق الحقن، أو البلع، أو التعرض للأغشية المخاطية، أو الاستنشاق.
- استقرار العامل – البقاء في البيئة أو البقاء لفترة طويلة (تكوين الجراثيم).
- الجرعة المعدية – الجرعة المطلوبة لإحداث العدوى للإنسان أو الحيوان (يشير الرقم 50 إلى الجرعة اللازمة لإصابة 50% من السكان المعرضين).
- مقاومة المضادات الحيوية.
- استخدام الحمض النووي المؤتلف – ينبغي أخذ أي من عوامل الخطر والتعديلات المذكورة أعلاه بعين الاعتبار.
- جميع العوامل المذكورة أعلاه متأصلة في ميكروب معين؛ تشمل العوامل الخارجية التي يجب أخذها في الاعتبار عند تقييم المخاطر ما يلي:
- العيار/حجم المادة المستخدمة – قد يزيد العيار عدة مرات من حيث الحجم مقارنة بالمستويات الموجودة في العينات السريرية، عند الزراعة.
- توافر العلاج أو اللقاح الفعال.
- طبيعة الأنشطة – على سبيل المثال، إمكانية البقع والحجم المستخدم والمهارات ومستوى تدريب المستخدمين.
- الحالة الصحية لمستخدم المختبر – مثل الحالة المناعية، الحمل، الحالة التطعيمية.

2. مزارع الأنسجة وخطوط الخلايا

قد تصبح خطوط الخلايا التي تم الحصول عليها من مصادر تجارية ملوثة بعوامل عرضية أثناء استخدامها في المختبر.

ينبغي معالجة مزارع الخلايا المعروفة باحتوائها على عامل معدي أو فيروس مسبب للسرطان عند مستوى السلامة الحيوية المناسب للعامل، وعادةً ما يكون BSL-2.

بالنسبة للأنشطة التي تحتوي على مواد ليس من المعروف أنها تحتوي على عوامل معدية، ينطبق تصنيف المخاطر التالي:

يعد BSL-1 مناسبًا للخطوط الراسخة من الخلايا ذات الأصل شبه الرئيسيات إذا كانت لا تحتوي على فيروس رئيسي وتكون خالية من البكتيريا والفطريات والميكوبلازما. ومع ذلك، يوصى بالعمل مع هذه المواد في BSL-2.

BSL-2 مناسب للأنشطة مع: جميع خطوط الخلايا الرئيسية، حتى تلك الراسخة، وجميع الخلايا المشتقة من الأنسجة اللمفاوية أو الورمية الرئيسية؛ جميع أنسجة الرئيسيات. جميع المواد السريرية البشرية؛ الخلايا المزروعة الجديدة في المختبر حتى يتم التأكد من خلوها من الملوثات؛ والخلايا المعرضة أو المتحولة بواسطة فيروس سرطاني رئيسي.

3. أوراق بيانات السلامة للمواد المعدية

تم تنظيم SDS بحيث تحتوي على معلومات المخاطر الصحية مثل الجرعة المعدية، والصلاحية (بما في ذلك إزالة التلوث)، والمعلومات الطبية، والمخاطر المختبرية، والاحتياطات الموصى بها، ومعلومات المناولة وإجراءات الانسكاب. الهدف من هذه الوثائق هو توفير موارد السلامة لمستخدمي المختبرات الذين يعملون مع هذه المواد المعدية. ونظرًا لأن هؤلاء المستخدمين يعملون عادةً في بيئة علمية ومن المحتمل أن يتعرضوا لتركيزات أعلى بكثير من مسببات الأمراض البشرية هذه مقارنة مع عامة الناس، فإن المصطلحات الواردة في معايير بيانات السلامة هذه هي مصطلحات تقنية ومفصلة، وتحتوي على معلومات ذات صلة على وجه التحديد ببيئة المختبر. ومن المأمول، إلى جانب الممارسات المختبرية الجيدة، أن تساعد مخزونات النشر الاستراتيجي هذه في توفير بيئة أكثر أمانًا وصحة لكل من يتعامل مع المواد المعدية.

4. الضوابط الهندسية ومعدات المختبرات

الضوابط الهندسية هي الأجهزة والمعدات التي تعزل المخاطر المحتملة وتعوض أخطاء المستخدم. أنها تعمل مع الحد الأدنى من إدخال المستخدم. وفيما يلي وصف للضوابط الهندسية ومعدات المختبرات ذات الصلة بالسلامة البيولوجية:

4.1. خزائن السلامة البيولوجية (BSCs)

تعتبر خزائن السلامة الحيوية بمثابة التحكم الهندسي الأساسي لتقليل التعرض للمواد التي يحتمل أن تكون معدية.

4.1.1 الدرجة الأولى BSC

يدخل هواء الغرفة من الوجه، ويدور داخل مساحة العمل، ويخرج من خلال مرشح HEPA بعد المرور عبر القاعة الخلفية. هذا النوع من الخزانات يحمي المستخدم والبيئة، لكنه لا يحمي المواد البحثية من التلوث البيئي.

4.1.2 الفئة الثانية، نوع A1 BSC

يسحب هواء الغرفة عبر شبكة الإمداد الموجودة في الجزء الأمامي من منطقة العمل ويدخل إلى القاعة الخلفية، ويمر عبر مروحة. تمر أجزاء من تيار الهواء عبر مرشح العادم أو مرشح الإمداد. الهواء المفلتر بـ HEPA فقط هو الذي يصل إلى منطقة العمل، مما يوفر الحماية من التلوث البيئي للمواد البحثية.

4.1.3 الدرجة الثالثة BSC

غالبًا ما يشار إليها باسم "صناديق القفازات"، وهي عبارة عن خزانات مغلقة تمامًا ومحكم إغلاقها للغاز ومصممة للعمل مع مسببات الأمراض الأكثر خطورة. قبل تفريغه من خلال أنظمة التهوية، تتم تصفية العادم من خزانات الفئة الثالثة.

4.1.4 إجراءات الاستخدام الفعال لـ BSCs

ترتبط الحماية المناسبة للمستخدم ومنع التلوث التي توفرها BSC ارتباطًا مباشرًا بأنشطة المشغل.

يجب أن تكون الخزانات معتمدة وفقًا للشروط التالية:

- سنويا
- بعد النقل (بما في ذلك داخل الغرفة).
- متابعة تغيير فلتر HEPA
- متابعة الخدمة التي قد تؤثر على القدرة على الاحتواء.
- يجب أن تكون مسافة العمل 10–15 سم من مقدمة الخزانة. يجب أن يتم العمل فوق الدرج وليس فوق الشبكة. وينبغي تجنب حركات الذراع السريعة التي يمكن أن تعطل تدفق الهواء.
- من أجل تقليل حركة الذراع داخل وخارج الخزانة، يجب وضع جميع المواد المطلوبة في BSC في بداية الإجراءات وترتيبها بحيث لا تمر العناصر "القذرة" فوق العناصر "النظيفة".
- يجب السماح لمروحة الخزانة بالعمل لمدة 5 دقائق قبل وبعد الانتهاء من العمل ويجب مسح الجزء الداخلي بمادة 70% من الإيثانول قبل وبعد العمل.
- يجب أن تكون مراكز التحكم الحيوية موجودة في المناطق ذات حركة المرور المنخفضة بعيدًا عن شبكات إمداد الهواء والمداخل؛ قد تؤدي المسودات إلى تعطيل تدفق الهواء الوقائي.

- تم تجهيز العديد من BSCs بأضواء الأشعة فوق البنفسجية. يجب إطفاء مصابيح الأشعة فوق البنفسجية عند استخدام الخزانة ومسحها بقطعة قماش مبللة بالكحول أسبوعيًا؛ المصباح المغطى بالغبار غير فعال. يجب التخلص من المصابيح عبر بروتوكول النفايات الخطرة.
- عند العمل في مركز BSC يجب أن يكون الباب مغلقاً، خاصة إذا كان قريباً من باب المختبر.
- تحتوي معظم BSCs على صينية سطح عمل قابلة للإزالة وشبكة أمامية، وتتطلب المساحة الموجودة أسفلها تنظيفًا منتظمًا لتجنب مشاكل التلوث. يوصى بوضع جدول زمني للإزالة المنتظمة لدرج سطح العمل وتطهير المساحة الموجودة أسفله باستخدام مبيض بنسبة 10% يتبعه 70% من الإيثانول.

4.2. مرشحات خط فراغ HEPA

تتطلب خطوط الفراغ صيانة دورية ومن الضروري التأكد من منع التعرض للمواد البحثية. يجب حماية جميع خطوط التفريغ، سواء داخل BSCs أو على أسطح العمل، باستخدام مرشح HEPA ودورق تجميع مملوء بالمطهرات.

4.3. حاويات الأدوات الحادة وأجهزة الإبر الآمنة

4.3.1. حاويات الأدوات الحادة

قد تؤدي الأدوات الحادة أو الأدوات الحادة التي تم التخلص منها بشكل غير صحيح والتي تُركت "مستلقية" إلى حدوث جروح؛ لذلك ينبغي الاحتفاظ بحاوية الأدوات الحادة في أقرب مكان ممكن من مكان استخدام هذه العناصر، وفي متناول اليد إن أمكن.

- يجب استبدال العناصر الزجاجية (الماصات وأنابيب الاختبار) بأخرى بلاستيكية كلما أمكن ذلك. يجب أن يكون استخدام الأدوات الحادة محدودًا إذا كانت هناك طريقة بديلة.
- ينبغي استخدام الإبر غير الحادة، أو الماصات، أو القنيات لشفط السوائل بدلاً من الإبر تحت الجلد؛ وإذا أمكن يجب استبدال البلاستيك بالزجاج.
- يجب استخدام وحدات قفل الإبرة فقط عندما تكون الإبرة جزءًا لا يتجزأ من المحقنة.
- يجب التخلص من جميع الإبر بشكل صحيح في حاوية "الأدوات الحادة" مباشرة بعد الاستخدام.
- يجب التخلص من الإبر غير المستخدمة في حاويات الأدوات الحادة.

- لا ينبغي أبدًا إعادة تغطية الإبر أو قصها أو كسرها أو ثنيها تحت أي ظرف من الظروف. يجب طرد الهواء والفقاعات إلى وسادة مبللة بالمطهر.

4.3.2. أجهزة إبرة آمنة

تشتمل أجهزة الإبر الآمنة على "أنظمة لا تحتاج إلى إبرة" والأدوات الحادة التي تتمتع بميزات الحماية التلقائية. تعمل هذه الأجهزة على القضاء على التعرض للجروح وتقليل مخاطرها. تنطبق بشكل عام على الإعدادات السريرية، ولكن يجب دمجها عندما يكون هناك خطر التعرض للمواد التي تحتوي على الحمض النووي المؤتلف أو الدم البشري أو سوائل الجسم أو الخلايا أو الأنسجة غير المثبتة أو أي مادة أخرى يغطيها معيار مسببات الأمراض المنقولة بالدم.

4.4. سلامة أجهزة الطرد المركزي

قد تؤدي حوادث أجهزة الطرد المركزي إلى إطلاق كميات كبيرة من المواد المعدية المتطايرة.

- يجب دمج سجلات استخدام الدوار ودوارات الخروج من الخدمة وفقًا لتوصيات الشركات المصنعة.
- يجب فحص الدوارات، وخاصة الغرف، بحثًا عن التآكل والنقر.
- يجب استخدام "أكواب الأمان" أو الأغطية (الحاويات ذات الحشيات التي توضع فيها الأنابيب أثناء الطرد المركزي). إذا انكسر الأنبوب، سيتم احتواء المادة. يمكن الحصول على أجهزة السلامة هذه من الشركة المصنعة.
- في حالة عدم توفر كوب الأمان، يجب إغلاق غطاء الدوار أو غطاء الحجرة بإحكام ولا يجوز أبدًا استخدام الدوار غير المكشوف.
- يجب ملء الأنابيب وتحميل/تفريغ الدوارات أو أكواب الأمان داخل BSC للمواد المعدية أو المواد التي تحتوي على الحمض النووي المؤتلف.
- في حالة كسر الأنبوب أثناء الطرد المركزي:
- يجب السماح للأيروسول بالاستقرار لمدة 15 دقيقة قبل فتح الغرفة.
- يجب استخدام معدات الحماية الشخصية كما هو موضح في إجراءات الانسكاب.
- يجب استخدام زجاجة ضغط لوضع المحلول المطهر بعناية على السطح الملوث.

- يجب السماح بمدة تلامس قدرها 20 دقيقة، ويجب إزالة الدلاء والدوارات إلى أقرب BSC، ويجب استنشاق المطهر المتبقي، ويجب مسح جميع الأسطح بالماء النظيف.
- يجب وضع المخلفات في حاويات الأدوات الحادة أو الأكياس الحمراء.
- يجب اتباع تعليمات الشركات المصنعة لاختيار المطهرات المستخدمة في الدوارات والدلاء. هذه العناصر عادة ما تكون حساسة للتآكل.

4.5. الحمامات المائية

في حالة تلوث حمامات الماء بالكائنات المحتضنة فيها أو من خلال تضخيم الكائنات الحية المحمولة في الماء/الهواء، يوصى باستخدام المطهرات المعتمدة على اليود أو الفينول في الحمامات ذات درجة الحرارة المتوسطة. ومن الفعال أيضًا استخدام مبيض منزلي مخفف بنسبة 1000/1. ومع ذلك، فإنه قد يؤدي إلى تآكل مكونات حمام الماء. كما أن وضع بضعة قروش (النحاس) في الحمام سيمنع نمو الميكروبات. يجب عدم استخدام أزيد الصوديوم أبدًا؛ فهو شديد السمية، وقد يؤدي إلى تكوين أزيدات معدنية متفجرة. بالنسبة للمطهر الموصى به، ينبغي استشارة الشركة المصنعة. لا ينبغي ترك حمامات الماء طوال الليل أو عندما تكون دون مراقبة لفترة طويلة من الزمن.

4.6. منظمات التبريد

- يجب أن تتم عملية إزالة التلوث باستخدام جهاز ناظم البرد بشكل منتظم باستخدام مطهر مناسب لمبيدات السل في المستشفى.
- يجب التعامل مع أقسام الأنسجة على أنها شديدة العدوى.
- لا تقم أبدًا بإزالة الحطام من الشفرة بيدك؛ استخدم دائمًا فرشاة مناسبة أو وسائل ميكانيكية أخرى لمنع ملامسة الشفرة.
- عند استبدال الشفرات، استخدم القفازات الواقية والملقط للتعامل مع الشفرات.
- قم بنقع الشفرات مسبقًا في محلول مطهر قبل التنظيف (إزالة الحطام). وهذا سوف يقلل من عدد الكائنات الحية الدقيقة القابلة للحياة.

4.7. الخلاطات، وأجهزة الموجات فوق الصوتية " سونيكاتورز"

تعد الخلاطات وأجهزة الموجات فوق الصوتية مصدرًا لكمية هائلة من الهباء الجوي. هناك نماذج مناسبة متاحة لاحتواء الهباء الجوي.

- يجب تشغيل الأجهزة المذكورة أعلاه داخل BSC مع وضع منشفة مبللة ومطهرة فوقها.
- دع الهباء الجوي يستقر، ثم افتح الجهاز.
- تجنب استخدام الأوعية الزجاجية.
- يمكن إنجاز الصوتنة بشكل آمن عن طريق وضع أنبوب عينة محكم الإغلاق في كوب من الماء ووضع المسبار في الماء، وليس في الأنبوب.

4.8. مجففات بالتجميد

يتم إنتاج مادة صلبة جافة يمكن تشتيتها بسهولة بواسطة المجففات بالتجميد. يُنصح بتركيب مرشح HEPA أو التنفيس إلى BSC عند استخدامه لتجفيف معلقات المواد المعدية.

- يجب فتح المواد الصلبة المجففة بالتجميد فقط في BSC؛
- ضع ضمادة مبللة ومطهرة فوق الخط المسجل، ثم افتح الأمبولة.
- ومن ثم، تطهير منطقة الغرفة وأي مادة تم جمعها في مصيدة البخار.

5. إزالة التلوث

النشاط الذي يقلل من الحمل الميكروبي إلى مستوى يعتبر مناسبًا لتجنب التلوث أو العدوى هو إزالة التلوث.

5.1. تعقيم

يشير التعقيم إلى تطهير جميع أشكال الحياة الميكروبية، بما في ذلك الأبواغ البكتيرية.

5.2. الأوتوكلاف

يتم تقديم الطريقة الأكثر كفاءة وموثوقية للتعقيم في المختبر بواسطة الأوتوكلاف. عوامل العملية الحاسمة هي التعرض ودرجة الحرارة والوقت. يؤثر حجم الحمولة وكثافة التعبئة للغرفة على وقت التعقيم. يجب على جميع المستخدمين مراجعة دليل التشغيل

بشـكل دوري. يجب أن يتم نشـر التعليمات بشـكل بارز. عند إزالة المواد المعالجة، يجب اسـتخدام القفازات المقاومة للحرارة وحماية الوجه. فتح الباب ببطء والانتظار بضع دقائق قبل فتحه بالكامل.

بالنسـبة للأحمال الجافة، من الضـروري إضـافة 250–500 مل من الماء إلى وعاء التحميل للمسـاعدة في توليد البخار. لا تقم بتغطية الزجاجات وأنابيب الاختبار بإحكام. يجب أن تكون أكياس الأوتوكلاف مغلقة بشكل غير محكم للسماح للبخار بالاختراق.

شريط الأوتوكلاف ليس مؤشرًا آمنًا للتعقيم؛ يتحول إلى اللون الأسود بعد التعرض لفترة قصيرة فقط لدرجة حرارة 121 درجة مئوية.

تحتوي بعض أشـرطة الأوتوكلاف على الرصـاص مما يجعل من الضـروري التخلص من هذه الأشـرطة باعتبارها نفايات خطرة. للتخلص بشكل صحيح من تيار النفايات الخطرة هذا، يجب أن تستخدم المختبرات شريط الأوتوكلاف الخالي من الرصاص.

5.3. حرارة جافة

تُستخدم الحرارة الجافة للمواد (بعض الأواني الزجاجية والأدوات والمواد اللامائية) الحساسة للرطوبة أو التآكل الذي قد تسببه. استشر الشـركات المصـنعة لهذه العناصـر للحصـول على توصـيات بشـأن إجراءات التعقيم المناسـبة. تتطلب الحرارة الجافة درجات حرارة أعلى وأوقات تعرض أطول من الأوتوكلاف. هناك حاجة إلى حرارة جافة لمدة 2–4 سـاعات عند 160 درجة مئوية لتعقيم حمولة تتطلب 30 دقيقة عند 121 درجة مئوية في الأوتوكلاف. يمكن أيضًا التحقق من صحة هذه الطريقة باستخدام قوارير البوغ.

5.4. التعقيم الكيميائي

يستخدم التعقيم الكيميائي بشكل رئيسي لأدوات رعاية المرضى الحساسة للحرارة والتي تدخل تجاويف الجسم أو المناطق المعقمة عادة. تتطلب هذه العملية أوقات اتصـال طويلة مع محاليل عالية التركيز نسـبيًا. ونتيجة لذلك، قبل التخفيف، يجب التعامل مع هذه المنتجات السـامة على أنها مواد كيميائية خطرة. اتبع بعناية توجيهات الشـركات المصـنعة فيما يتعلق بالتخفيف ووقت الاتصـال ومعدات الحماية الشخصية. تتطلب بعض المعقمات أنظمة تهوية خاصة لإزالة الغازات والأبخرة الخطرة.

5.5. التطهير

إن القضـاء على جميع الكائنات الحية الدقيقة المسـببة للأمراض الموجودة على الأجسـام غير الحية باسـتثناء أعداد كبيرة من الأبواغ البكتيرية يسمى التطهير.

يجب أن يتم التطهير في حالة تدمير الكائنات الخطرة.

الجدول 2.2. يقدم إطارًا لاختيار المطهر المناسب. عند استخدام أي مطهر:

- يجب اتباع تعليمات الملصق للتخفيف ويجب الاتصال بالوقت اللازم لمستوى التطهير المطلوب.
- يجب معاملة المطهرات التي تحتاج إلى تخفيف قبل الاستخدام على أنها مواد كيميائية خطرة أثناء الخلط.
- ارتداء معطف المختبر المناسب، والنوع الصحيح من القفازات المقاومة للمواد الكيميائية، ونظارات واقية (وليس النظارات).
- تنظيف الأسطح الملوثة التي ربما أصبحت ملوثة في نهاية المهمة.
- اختيار المطهر ذو أقل نسبة سمية ممكنة. اعتبارات اختيار واستخدام المطهرات:
- تتطلب الأسطح الخشنة وقت تلامس أطول من الأسطح الناعمة.
- التوافق السطحي – المبيض سوف يؤدي إلى تآكل العديد من المعادن، بعد الاستخدام قم بشطفه بالماء. وتختلف الأدوات حسب تركيبها في قدرتها على تحمل المطهرات.
- تعمل المركبات العضوية على إبطال مفعول بعض المطهرات؛ قد يكون العلاج الثاني ضروريًا بمجرد إزالة التلوث المرئي (وبالتالي معظم الحطام العضوي). تعد إزالة "التربة" المرئية العامل الأكثر أهمية في ضمان إزالة التلوث بشكل فعال.
- مقاومة الكائنات الحية الدقيقة، على سبيل المثال. الجراثيم الداخلية مقابل البكتيريا النباتية.
- عدد الكائنات الحية الدقيقة الموجودة، المزروعة بين عشية وضحاها مقابل تلك الملقحة حديثا.

يتطلب معيار مسببات الأمراض المنقولة بالدم استخدام المنتجات التي تحمل علامة "مطهر المستشفيات المضاد للسل" على الأسطح والمعدات عندما يكون المعيار ساري المفعول. كما أن المبيض المنزلي، عادة بتخفيف 10/1، يلبي هذا الشرط ويمكن استخدامه في هذه الحالات. تفقد محاليل التبييض فعاليتها بمرور الوقت ويجب تحضيرها طازجة يوميًا. يلخص الجدول 2.2 أنشطة التطهير:

الجدول 2.2 ملخص أنشطة التطهير

مطهر	مستوى التطهير	1	2	3	4	5	تعليقات
الكحوليات (الإيثيل والأيزوبروبيل) 60–85%	متوسط	+	+	-	+/-	+	• ليس مبيدًا للأبواغ. • يتبخر بسرعة بحيث لا يتم تحقيق وقت اتصال مناسب، كما أن التركيزات العالية من المواد العضوية تقلل من فعاليته. • قابل للاشتعال.
الفينول (0.4%–5%)	متوسط	+	+	+/-	+	+	• ليس مبيدًا للأبواغ. • الفينول يخترق قفازات اللاتكس. مهيجة للعين/الجلد. • يبقى نشطًا عند ملامسته للتربة العضوية. • قد يترك بقايا.
جلوتارالدهيد (2–5%)	عالي	+	+	+	+	+	• تستخدم لتعقيم الأدوات الجراحية التي لا يمكن تعقيمها. • رائحة قوية محسس. • استخدامها مع التهوية الكافية. • ليس للاستخدام على الأسطح البيئية.
أمونيوم رباعي (0.5–1.5%)	قليل	+	+	-	-	+/-	• قد يكون غير فعال ضد الزائفة والبكتيريا الجرام الأخرى. • تقتصر التوصية على الصرف الصحي البيئي (الأرضيات والجدران). • رائحة منخفضة، وتهيج.
اليود (30–1000 جزء في المليون من اليود)	متوسط	+	+	+	+/-	+/-	• معطل بواسطة المواد العضوية.
الكلور (100–1000 جزء في المليون)	متوسط	+	+	+	+/-	+	• ليس مبيدًا للأبواغ. • المعطل بواسطة المواد العضوية. • يجب تحضير محاليل جديدة من هيبوكلوريت يوميا؛ • تآكل. • مهيجة للعيون والجلد.

* 1. البكتيريا؛ 2. الفيروسات المحبة للدهون. 3. الفيروسات المحبة للماء. 4. المتفطرة السلية. 5. الفطريات

اعتمد من جامعة كولومبيا، المركز الطبي.

6. غرفة الجل، الغرفة المظلمة، غرفة النظائر المشعة، وغرفة التبريد الآمنة

6.1. سلامة غرفة الجل

الرحلان الكهربائي هو تقنية مختبرية شائعة الاستخدام تستخدم الطاقة الكهربائية لفصل الجزيئات مثل البروتينات أو الأحماض النووية حسب حجمها وبنيتها وشحنتها الكهربائية. يشكل العمل الكهربي مخاطر محتملة على السلامة الكهربائية والكيميائية والحرارية. اتخذ الاحتياطات التالية عند العمل مع معدات الرحلان الكهربائي:

6.1.1. مزودات الطاقة:

- التأكد من أن جميع المفاتيح والمؤشرات في حالة عمل مناسبة وأن أسلاك الطاقة والأسلاك غير تالفة ومعزولة بشكل صحيح.
- ضع علامة على المعدات تحمل التحذير: "خطر كهربائي خطير".
- توصيل المعدات بالمنافذ باستخدام قواطع دائرة الأعطال الأرضية (GFCIs).
- استخدام مصادر الطاقة مع ميزات السلامة التي تكتشف مشاكل الدائرة الكهربائية.
- توصيل الخيوط:
- قم بإيقاف تشغيل مصدر الطاقة الرئيسي قبل توصيل أو فصل الأسلاك الكهربائية.
- باستخدام القفازات الجافة، قم بتوصيل سلك واحد في كل مرة باستخدام يد واحدة فقط.
- تأكد من أن الخيوط/المقابس الموزة مثبتة بالكامل.

6.1.2. استخدام المعدات:

- لا تقم بتشغيل المعدات دون مراقبة.
- احتفظ بالمعدات خالية من نقاط التأريض والموصلات غير المقصودة (مثل الأحواض أو مصادر المياه الأخرى أو الألواح المعدنية أو المجوهرات أو رقائق الألومنيوم أو الأنابيب أو غيرها من المعدات الكهربائية/المعدنية).
- يجب أن تحتوي حجرة الجل على غطاء أو غطاء مزود بأقفال أمان لمنع التلامس العرضي مع الأقطاب الكهربائية النشطة أو المحاليل المنظمة.
- يجب أن يكون الجزء الخارجي من حجرة الجل جافًا دون انسكاب محاليل. تحقق من الغرفة بحثًا عن التسريبات.

- قم بإيقاف تشغيل جميع مصادر الطاقة وافصل الأسلاك قبل فتح غطاء حجرة الهلام أو الوصول إلى داخل حجرة الهلام. لا تعتمد على أقفال السلامة.

قد يتعرض المستخدمون للمخاطر الحرارية عند تسخين محاليل الاغاروز.

غالبًا ما تُستخدم صناديق الضوء فوق البنفسجية والمصابيح المحمولة في تصور المواد الهلامية بروميد الإيثيديوم وتشكل تعرضات محتملة للأشعة فوق البنفسجية.

تشمل المواد الكيميائية الخطرة المستخدمة بشكل شائع مع العمل الكهربائي ما يلي:

- بروميد الإيثيديوم – مطفر ومهيج
- مادة الأكريلاميد – مادة مسرطنة وسمية عصبية ومهيجة
- الفينول – مادة أكالة وسامّة
- الكلوروفورم – مادة مسرطنة وسامّة
- ممارسة العمل العامة:
- قراءة واتباع تعليمات الشركة المصنعة لمعدات الرحلان الكهربائي.
- يجب أن تتضمن التعليمات إجراءات التشغيل المكتوبة من قبل الشركة المصنعة والمختبر، بالإضافة إلى المخاطر المرتبطة بها، ومعدات الحماية الشخصية الصحيحة (مثل معاطف المختبر، والقفازات، وحماية العين)، وإجراءات الطوارئ المعمول بها.
- استخدام القفازات المزدوجة أثناء العمل في غرفة الجل، وإزالة القفازات الملوثة بشكل آمن والتخلص منها قبل مغادرة الغرفة.
- يجب تحديد الأماكن التي يتم فيها استخدام أو تخزين بروميد الإيثيديوم بملصقات تحمل علامة "مطفرة". لا تقم بإزالة الخطر خارج الغرفة.
- يُسمح فقط للمستخدمين المدربين والمؤهلين بتشغيل معدات الفصل الكهربائي للهلام. يتحمل عضو هيئة التدريس المسؤول مسؤولية ضمان تدريب جميع المستخدمين على استخدام المعدات بطريقة آمنة. يجب أن يتضمن التدريب المخاطر الخاصة واحتياطات السلامة.
- قياس وخلط والتعامل مع المواد الكيميائية المسحوقة الخطرة أو مخاليط إعداد الهلام مع المكونات الخطرة (على سبيل المثال، مونومر الأكريلاميد، الفينول، كبريتات الأمونيوم، والفورمالدهيد) في غطاء الدخان.

- قم بشراء المواد الهلامية المعدة مسبقًا أو محاليل الأكريلاميد وبروميد الإيثيديوم الممزوجة مسبقًا بدلاً من صنع المحاليل الخاصة بك.
- النظر في استخدام بدائل بروميد الإيثيديوم.
- توخي الحذر عند استخدام الميكروويف لإذابة حلول الاغاروز؛ لا تستخدم عبوات محكمة الغلق، واحذر من السوائل شديدة السخونة التي قد تغلي فجأة وبشكل غير متوقع. دع حلول الاغاروز الساخنة تبرد إلى 50–60 درجة مئوية قبل إضافة بروميد إثيديوم أو صبها في الصواني. ارتد قفازات عازلة ووجه القارورة المفتوحة بعيدًا عنك.
- أثناء الاستخدام العادي، قد تحدث انسكابات صغيرة وقد تتراكم المخلفات على المعدات وأسطح المختبرات الأخرى. يوصى باستخدام محلول من الماء والصابون لتنظيف الانسكابات الصغيرة وإزالة المخلفات الموجودة على المعدات وأسطح المختبرات.

يتم جمع نفايات بروميد الإيثيديوم في شكلها المركز أو الصلب كنفايات خطرة ويجب عدم التخلص منها في البالوعة أو التخلص منها في سلة المهملات. يمكن بسهولة إزالة البقع من المواد الهلامية التي تحتوي على بروميد الإيثيديوم في المختبر ببساطة عن طريق وضع المواد الهلامية في حمام مائي لمدة 15 دقيقة وتحريكها بلطف أو معالجتها لمدة 15 دقيقة تحت ضوء الأشعة فوق البنفسجية. وهذا يلغي الحاجة إلى جمع المواد الهلامية كنفايات خطرة. للحصول على معلومات حول التخلص من المواد الخطرة الأخرى، يرجى مراجعة قسم إدارة النفايات.

6.2. الغرفة المظلمة وغرفة النظائر المشعة

فيما يلي وصف للإرشادات العامة المرتبطة بالعمل في المنشأة.

6.2.1. الغرفة المظلمة

من المهم جدًا الحفاظ على نظافة الغرفة المظلمة في جميع الأوقات. يجب تخزين جميع المواد الكيميائية ووضع العلامات عليها بشكل مناسب. يجب وضع الحاويات الثانوية تحت جميع المواد الكيميائية المخزنة. تعتبر الغرفة المظلمة بيئة عمل منخفضة الإضاءة وحتى لا تحتوي على إضاءة. تأكد من أن:

- لا توجد عوائق متبقية يمكن التعثر فيها.
- التحقق من الملصقات الخاصة بالمواد الكيميائية قبل إطفاء الأضواء البيضاء الرئيسية.
- تأكد من أن المعدات التي تحتاجها في متناول اليد. استخدم معدات الوقاية الشخصية الضرورية:

- يجب استخدام نظارات السلامة المضادة للرذاذ والقفازات المناسبة في جميع الأوقات.
- تخلص من القفازات الملوثة قبل مغادرة منطقة العمل.
- كما هو الحال في أي منطقة كيميائية، يجب أن توفر الملابس في الغرفة المظلمة الحماية من البقع والانسكابات. يجب أن تكون الملابس قابلة للإزالة بسهولة في حالة وقوع حادث.
- التخلص من جميع المواد الكيميائية من خلال إجراء النفايات الخطرة. اعتني بأي انسكابات على الفور.
- لا تقم تحت أي ظرف من الظروف بإغلاق مدخل غرفة النظائر المشعة.

6.2.2. غرفة النظائر المشعة

تُستخدم المواد المشعة في الجامعة بشكل أساسي في أبحاث الطب الحيوي في غرفة النظائر المشعة وفي برنامج الفيزياء. ومن الممكن مقاطعة مثل هذه الأبحاث أو إيقافها تمامًا دون استخدام المواد المشعة.

ممارسات السلامة العامة

سلامة منطقة العمل

- يجب أن تبقى جميع النظائر المشعة مغلقة. يمكن للأشخاص المصرح لهم فقط العمل معهم.
- يجب أن يقتصر العمل على منطقة في المختبر ذات حركة مرورية قليلة.
- يجب أن يتم وضع علامات تحذيرية على جميع مناطق استخدام النظائر المشعة بشكل صحيح.
- لا ينبغي حفظ النفايات المشعة دون الحماية والاحتواء المناسبين، حيث أن المستخدمين العاملين في هذه المنطقة قد يتعرضون للإشعاع.
- يجب استخدام مواد ماصة يمكن التخلص منها لتغطية منطقة العمل، وفي حالة الانسكاب يجب إخلاء هذه المنطقة على الفور.
- يجب أن تكون مناطق عمل النظائر المشعة خالية من العوائق. على سبيل المثال، يجب حفظ السجلات والكتب المخبرية بعيدًا عن التلوث المحتمل.

- إذا كان هناك احتمال لتطاير المادة المشعة، فإن العمل تحت غطاء الدخان أمر ضروري. يجب استخدام الصندوق الجاف أو غطاء النقل للعمل مع المواد المشعة المترية. بالإضافة إلى ذلك، يجب ارتداء القفازات والنظارات الواقية، وإذا لزم الأمر، أقنعة الوجه أو أجهزة التنفس.
- يجب عدم استخدام أغطية الدخان لتخزين المواد التي قد تعطل تدفق الهواء.
- يجب ارتداء مقياس الجرعات الإشعاعية (الجسم كله) في جميع الأوقات وفقًا لتصريح النظائر المشعة المحدد. كما يعد ارتداء مقياس الجرعات القصوى (شارة الحلقة) في حالة وجود نظائر مشعة معينة أمرًا ضروريًا.
- خلال سبعة أيام من استخدام النظائر المشعة، يجب إجراء فحوصات المراقبة ومكافحة التلوث.
- يمنع منعا باتا الأكل والشرب واستخدام مستحضرات التجميل أو غيرها من المواد التي تتلامس مع الجلد في المختبر. لا يجوز تخزين حاويات المواد الغذائية في مختبر النظائر المشعة أو في الثلاجة المستخدمة لتخزين النظائر المشعة.
- قبل التعامل مع المواد المشعة، يجب حماية أي جرح في الجلد بشكل صحيح بواسطة غطاء مقاوم للماء.
- يجب أن تحمل جميع المعدات المستخدمة أثناء إجراء النظائر المشعة ملصقات تحذيرية مناسبة من الإشعاع. إذا أمكن، يجب أن تظل هذه المعدات منفصلة عن منطقة المختبر العامة. إذا تم تطهير أحد العناصر، قم بإزالة ملصقات التحذير.
- يجب وضع علامة على المحاليل المشعة بشريط تحذيري من الإشعاع يتضمن المعلومات ذات الصلة مثل النشاط ونظائره المشعة. يجب وضع العلامات على جميع الحاويات الملوثة بالمواد المشعة وتغطيتها وتخزينها بشكل صحيح.
- تخصيص الأواني الزجاجية المناسبة لعمل النظائر المشعة. اغسلها بشكل منفصل باستخدام منظف مصمم خصيصًا لعمل النظائر المشعة. قم بتخزين هذه الأواني الزجاجية في منطقة منفصلة مميزة. يجب أن يتم تطهير هذه الأواني الزجاجية المكشوفة بشكل صحيح قبل إعادتها للاستخدام العام.
- استخدم حوضًا واحدًا فقط لتنظيف الأواني الزجاجية والمعدات الملوثة. قم بتسمية هذا الحوض بعلامات التحذير المناسبة من الإشعاع.
- من أجل منع انتشار الانسكابات الإشعاعية، قم بتغطيتها بمواد ماصة. يجب وضع علامة على منطقة الانسكاب لتحذير الآخرين. في هذه الحالة، ابدأ عملية تطهير المنطقة في أسرع وقت ممكن.

- عادة، يمكن غسل المعدات بمنظف مختبري مناسب. استخدم عامل خالب أو التنظيف بالموجات فوق الصوتية إذا لزم الأمر. يجب تخزين المعدات التي تم تطهيرها بشكل غير مرض بشكل منفصل حتى يتحلل الإشعاع بدرجة كافية أو يجب التخلص منها كنفايات مشعة.
- لتشجيع مستخدمي المختبر على إزالة الملابس الملوثة قبل مغادرة المختبر، يجب تركيب خطافات المعاطف بالقرب من باب الخروج.
- قبل البدء بالصيانة في مختبر النظائر المشعة، قم بتطهير منطقة العمل محلياً.
- يجب على جميع المستخدمين غسل أيديهم بعد استخدام مختبر النظائر المشعة.

7. حالات الطوارئ والتعرضات والانسكابات

7.1. أنواع الطوارئ

هناك ثلاثة أنواع من حالات الطوارئ:

- الكوارث الناجمة عن الحرائق والفيضانات والزلازل
- الانسكابات الحيوية
- الانسكابات التي تنطوي على مخاطر متعددة

إجراءات الطوارئ العامة

- تنبيه الآخرين
- حصر المشكلة (إن أمكن دون مخاطرة لا داعي لها)
- إطفاء مصادر الإشعال
- ترك التهوية قيد التشغيل
- الإخلاء إذا لزم الأمر
- إغلاق الأبواب
- الاتصال من منطقة آمنة
- إعطاء الاسم ورقم الهاتف والموقع ونوع حالة الطوارئ

- البقاء بالقرب من الهاتف لمساعدة المستجيبين

7.2. التعرضات والإصابات

تشـبه الإجراءات والأنشـطة ومواقف الموظفين والمعدات التي تخلق الظروف المواتية للعدوى المخبرية المهنية تلك التي تؤدي إلى وقوع حوادث من النوع الصناعي.

العنصر الإضافي هو وجود عوامل بيولوجية خطرة قادرة على التسبب في العدوى البشرية.

يمكن تصنيف الأحداث المختبرية التي قد تؤدي إلى مخاطر أو تعرضات أو حوادث تتطلب الإبلاغ عنها إلى فئتين:

- الأحداث التي تحدث أثناء العمل باستخدام مواد خطرة بيولوجيًا أو في منطقة خطرة بيولوجيًا والتي يمكن أن تؤدي إلى إصابة جسدية أو جروح أو حروق أو سحجات أو كسور.
- الأحداث التي تحدث أثناء التعامل مع العوامل الخطرة بيولوجيًا أو العينات المصابة أو الحيوانات التي قد تسمح بإطلاق العامل إلى البيئة أو نقله غير المرغوب فيه إلى الموظفين أو الحيوانات أو المزارع.

في الفئة الأولى، يمكن أن يكون موقع الإصابة ملوثًا بالعامل الخطر بيولوجيًا المستخدم. في الفئة الثانية، يمكن أن يحدث المرض أو التلوث المتبادل غير المرغوب فيه دون إصابة جسدية.

آليات العدوى النموذجية للفئة الثانية هي تناول السوائل الملوثة، والتعرض للهباء الجوي، واختراق العوامل من خلال الجلد السليم.

لذلك، لغرض السيطرة على المخاطر البيولوجية، يجب تحديد جميع الحوادث وحالات التعرض المعروفة والمخاطر المحتملة والإبلاغ عنها.

7.2.1. ملامسة الجلد والعين

من خلال الاتصال المباشر بالجلد أو العينين، يمكن للمواد الكيميائية أن تدخل الجسم بسهولة مما يؤدي إلى تفاعل موضعي، مثل الحروق أو الطفح الجلدي، أو الامتصاص في مجرى الدم. إذا حدث امتصاص في مجرى الدم، فقد تسبب المادة الكيميائية تأثيرات سامة على أجزاء أخرى من الجسم. تتضمن صحيفة بيانات السلامة (SDS) عادةً معلومات تتعلق بما إذا كان امتصاص الجلد وسيلة مهمة للتعرض.

صحة الجلد وخصائص المادة الكيميائية تؤثر على امتصاص المادة الكيميائية من خلال الجلد. مقاومة الجلد الجاف أو المتشقق تكون منخفضة. يمكن للمذيبات العضوية أن تخترق الجلد بسهولة مما يغير مقاومة الجلد للمواد الأخرى.

يجب ارتداء القفازات والملابس الواقية الأخرى لتقليل تعرض الجلد. يُظهر تعرض الجلد أعراضًا مثل جفاف الجلد وتبييضه والاحمرار والتورم والطفح الجلدي أو البثور والحكة. في حالة حدوث تلامس كيميائي مع الجلد، يجب إزالة الملابس وشطف المنطقة المصابة بالماء. إذا استمرت الأعراض، ينبغي اتخاذ الرعاية الطبية.

إذا تعرضت العين لمواد كيميائية، فقد تظهر إصابة مؤلمة أو فقدان البصر. يجب دائمًا ارتداء نظارات السلامة أو درع الوجه لتقليل خطر ملامسة العين. يجب شطف العيون التي تعرضت لمواد كيميائية على الفور باستخدام مادة ديفوتيرين أو الماء بشكل مستمر لمدة 15 دقيقة على الأقل ويجب إزالة العدسات اللاصقة أثناء الشطف. إذا استمرت الأعراض، ينبغي اتخاذ الرعاية الطبية.

7.2.2. استنشاق

يمكن للغازات والأبخرة والجسيمات والهباء الجوي (الدخان والضباب والأبخرة) أن تخترق الجهاز التنفسي بسهولة ويمكن أن تنتقل إلى الرئتين أو يتم امتصاصها في مجرى الدم. إن ضغط بخار المادة، والذوبان، وحجم الجسيمات، وتركيزها في الهواء المستنشق، والخواص الكيميائية للمادة تؤثر على امتصاص هذه المواد إلى الجهاز التنفسي. إذا كان ضغط البخار مرتفعًا، فهذا يعني أن المادة يمكن أن تتبخر بسرعة في الهواء ويمكن أن يزيد تركيزها في الهواء. التركيزات الأعلى في الهواء تسبب تعرضًا أكبر في الرئتين وامتصاصًا أكبر في مجرى الدم. وبما أن معظم المواد الكيميائية لها رائحة، فلا توجد علاقة بين الرائحة والسمية. هناك تباين فردي كبير في إدراك الرائحة. قد تبدو الرائحة وكأنها تختفي حيث قد يحدث التعب عندما يتعرض مستخدم المختبر لتركيزات عالية من المواد الكيميائية؛ ولكن خطر الإفراط في التعرض لا يزال قائما. يتم تضمين الصداع وزيادة إنتاج المخاط وتهيج العين والأنف والحنجرة في أعراض التعرض المفرط. بالإضافة إلى ذلك، قد تسبب العديد من المذيبات تأثيرات مخدرة، بما في ذلك الارتباك، أو الدوخة، أو النعاس، أو الانهيار. ويجب إغلاق الحاويات وزيادة التهوية في حالة التعرض لها. إذا استمرت الأعراض، ينبغي اتخاذ الرعاية الطبية.

لتقليل قدرة التعرض، يجب استخدام المواد الخطرة المتطايرة في منطقة جيدة التهوية، بدلاً من غطاء الدخان. يجب أيضًا استخدام أجهزة التنفس في حالة عدم كفاية التهوية وأغطية الدخان السيئة.

7.2.3. الابتلاع

يمكن أن تخترق المواد السامة أيضًا من الجهاز الهضمي. قد لا يكون الابتلاع المباشر للمواد الكيميائية ممكنًا، لكن مستخدم المختبر قد يتعرض للمواد الكيميائية عن طريق تناول أطعمة أو مشروبات ملوثة، أو لمس الفم بأصابع ملوثة، أو ابتلاع جزيئات

مستنشقة. لذلك، لتقليل احتمالية هذا النوع من التعرض، يجب على المستخدمين عدم تناول الطعام، أو الشراب، أو التدخين أو تخزين الطعام في منطقة العمل ويجب غسل اليدين دائمًا بعد العمل بالمواد الكيميائية، حتى عند ارتداء القفازات.

في حالة الابتلاع العرضي، اذهب فورًا إلى المركز الصحي أو اتصل بـ مشرف المختبرS للحصول على التعليمات. لا تتقيأ إلا إذا طلب منك مقدم الرعاية الصحية القيام بذلك.

7.2.4. الحقن

الحقن هو الطريقة الأخيرة الممكنة للتعرض للمواد الكيميائية. قد تتسبب إبر الحقنة أو التعامل مع الحيوانات، أو حوادث الماصات، أو الأواني الزجاجية المكسورة أو غيرها من الأشياء الحادة الملوثة بمواد سامة في حدوث الحقن. يتم توفير الوصول المباشر إلى مجرى الدم، وبالتالي، إلى أجهزة الأعضاء الداخلية عن طريق الحقن.

في حالة الحقن، يجب غسل المنطقة بالماء والصابون وإذا أمكن، يجب الاتصال بالمركز الصحي. الاستخدام الحذر لأي أداة حادة مهم دائمًا. لتوفير الحماية من الحقن، يجب استبدال القنيات بالحقن ويجب ارتداء القفازات.

7.3. انسكابات المواد البيولوجية

يوصى بشدة باستخدام مجموعة أدوات الانسكاب المصممة جيدًا. يمكن أن يوفر الإصابة والوقت والموارد. بالنسبة لمجموعة الانسكابات البيولوجية، تعتبر العناصر التالية ضرورية للغاية:

- مطهر كيميائي. بشكل عام، يكون محلول التبييض المنزلي بتركيز 10% مناسبًا، ويجب أخذ الحقيقة التالية في الاعتبار: سوف يؤدي المبيض إلى تآكل الفولاذ المقاوم للصدأ إذا ترك على اتصال به لمدة 30 دقيقة أو أكثر. بالنسبة للدم البشري وسوائل الجسم، فإن اليودوفور أو الكحول 70٪ مناسب.
- المواد الماصة للسوائل بعد التطهير. تعتبر المناشف الورقية أو وسادات المختبر الماصة أو المواد الخاصة المصممة لامتصاص كميات كبيرة من السوائل مناسبة.
- معدات الحماية الشخصية المناسبة؛ قفازات ومعطف أو أثواب مختبرية ذات أكمام طويلة، كما تعد حماية الوجه ضرورية أثناء إجراء التنظيف. تعد معدات الحماية الشخصية الإضافية ضرورية عند العمل مع وكلاء الفئة 3.
- وسيلة ميكانيكية للتعامل مع الزجاج المكسور. من الضروري استخدام الملقط أو الملقط أو المجارف الصغيرة والإسفنجات التي يمكن التخلص منها أو مقالي الغبار القابلة للتعقيم أو أي طريقة أخرى تمنع الاتصال المباشر بالزجاج المكسور.

- أكياس المخاطر البيولوجية، وأكياس الأدوات الحادة القابلة للتعقيم، و/أو الحاويات الأخرى لوضع المواد فيها لمزيد من المعالجة والتخلص منها.

7.3.1. مستوى السلامة الحيوية 1 انسكاب الكائنات الحية

العوامل المعدية من مجموعة المخاطر 1 هي عوامل بيولوجية من غير المرجح أن تسبب المرض لدى العمال الأصحاء أو الحيوانات (خطر منخفض على الأفراد والمجتمع).

- ارتداء قفازات يمكن التخلص منها.
- نقع المناشف الورقية في المطهر ووضعها فوق البقعة.
- وضع المناشف في كيس من البلاستيك للتخلص منها.
- تنظيف منطقة الانسكاب باستخدام مناشف جديدة مبللة بالمطهر.

7.3.2. مستوى السلامة الحيوية 2 انسكاب الكائنات الحية (عوامل خطر متوسطة)

العوامل المعدية من مجموعة المخاطر 2 هي مسببات الأمراض التي يمكن أن تسبب أمراضًا للإنسان أو الحيوان، ولكن في ظل الظروف العادية، من غير المرجح أن تشكل خطرًا جسيمًا على مستخدمي المختبرات أو المجتمع أو الماشية أو البيئة (خطر فردي معتدل، خطر مجتمعي محدود). نادراً ما تسبب التعرضات المختبرية عدوى تؤدي إلى مرض خطير؛ العلاج الفعال والتدابير الوقائية متاحة وخطر الانتشار محدود.

- تنبيه الأشخاص في المنطقة المباشرة للتسرب.
- ارتداء معدات الحماية. قد يشمل ذلك معطفًا مختبريًا بأكمام طويلة، أو ثوبًا أو بذلة مثبتة بالظهر، أو قفازات يمكن التخلص منها، أو أغطية أحذية يمكن التخلص منها، أو نظارات أمان، أو قناعًا أو درعًا لكامل الوجه.
- قم بتغطية الانسكاب بالمناشف الورقية أو غيرها من المواد الماصة.
- قم بصب محلول مخفف طازج من 1 إلى 10 من المبيض المنزلي بعناية حول حواف الانسكاب ثم داخل الانسكاب. تجنب الرش.
- السماح بفترة اتصال مدتها 20 دقيقة.
- بعد أن يتم امتصاص الانسكاب، قم بتنظيف منطقة الانسكاب باستخدام مناشف جديدة مبللة بالمطهر.
- وضع المناشف في كيس من البلاستيك وتطهيرها في الأوتوكلاف.

7.3.3. مستوى السلامة الحيوية 3 انسكاب الكائنات الحية

العوامل المعدية من مجموعة المخاطر 3 هي مسببات الأمراض التي عادة ما تسبب أمراضًا خطيرة للإنسان أو الحيوان، أو يمكن أن تؤدي إلى عواقب اقتصادية خطيرة، ولكنها لا تنتشر عادةً عن طريق الاتصال العرضي من فرد إلى آخر (خطر فردي مرتفع، خطر مجتمعي منخفض)، أو يمكن علاجها عن طريق العوامل المضادة للميكروبات أو الطفيليات.

- لا تتنفس. غادر الغرفة على الفور وأغلق الباب.
- إخطار الآخرين في الغرفة بالإخلاء فورًا، ومساعدة الآخرين إذا لزم الأمر.
- قم بإزالة معدات الحماية الشخصية الموجودة في غرفة معادلة الضغط أو منطقة الوصول، واقلب الملابس التي يحتمل أن تكون ملوثة إلى الخارج، وقم بإزالة القفازات أخيرًا، واغسل أي مناطق جلدية مكشوفة بالصابون المطهر والماء الدافئ.
- تحذير الآخرين من الدخول إلى المنطقة الملوثة. ضع علامة مناسبة على الباب.
- انتظر لمدة 30 دقيقة على الأقل للسماح بتبديد الهباء الجوي الناتج عن الانسكاب.
- ارتدِ ثوبًا طويل الأكمام، وقفازات، وجهاز تنفس مناسبًا، وأحذية مطاطية، إذا لزم الأمر، قبل العودة إلى الغرفة.
- قم بتغطية المنطقة المنسكبة بالمناشف الورقية أو المناشف الورقية المنقوعة في المطهر.
- صب ببطء محلول التطهير المناسب حول الانسكاب واتركه يتدفق إلى الانسكاب. تجنب الرش أو إنشاء الهباء الجوي خلال هذه الخطوة.
- اتركه لمدة 15 – 20 دقيقة على الأقل لإتاحة وقت اتصال مناسب.
- باستخدام وعاء غبار وممسحة مطاطية قابلة للتعقيم، انقل جميع المواد الملوثة (المناشف الورقية، والزجاج، والسوائل، والقفازات، وما إلى ذلك) إلى وعاء تعقيم عميق، وقم بتعقيمها على الفور.
- كرر إجراءات التطهير.
- يجب وضع وعاء الغبار والممسحة المطاطية في كيس الأوتوكلاف وتعقيمهما أيضًا.

7.3.4. الانسكاب الذي يشمل دم الإنسان وسوائل الجسم

- تنبيه الناس في المنطقة المباشرة للتسرب.
- يجب على أي موظف يتعرض لدم الإنسان وسوائل الجسم أن يقوم بتطهير المناطق المصابة في أسرع وقت ممكن:

- ملامسة الجلد/الجروح/الجروح الوخزية: اغسلها بالماء والصابون، ثم صب 3٪ بيروكسيد الهيدروجين على القطع/الآفة أو اغسلها إما بالكلورهيكسيدين أو اليودوفور.
- العيون: تغمر بالماء
- الفم: اشطفه جيداً ببيروكسيد الهيدروجين 3% ثم الماء.
- إبلاغ عضو هيئة التدريس المسؤول في حالة التعرض.
- يجب على الموظف المدرب تدريبًا مناسبًا أن يتابع عملية تنظيف وتطهير منطقة الانسكاب.
- ارتدِ معدات الحماية (درع الوجه الكامل أو القناع ونظارات/نظارات السلامة، وقفازات اللاتكس، ومعطف المختبر).
- قم بإزالة أي أدوات حادة باستخدام الملقط أو الوسائل الميكانيكية الأخرى وقم بتغطية المواد الماصة للانسكابات مثل المناشف الورقية.
- صب بعناية 10/1 من المخفف الطازج من المبيض المنزلي حول حواف الانسكاب ثم في الانسكاب. تجنب الرش.
- السماح بفترة اتصال مدتها 20 دقيقة.
- استخدم المناشف الورقية لمسح الانسكاب، بدءًا من الحواف وحتى المنتصف.
- نظف منطقة الانسكاب باستخدام مناشف ورقية جديدة مبللة بمحلول مبيض.
- وضع المناشف في كيس أحمر للتخلص منها.
- إزالة معدات الحماية وغسل اليدين جيداً.

7.3.5. الانسكابات داخل خزانة السلامة البيولوجية

- اترك التهوية مفتوحة.
- يجب تطهير جميع العناصر الموجودة داخل الخزانة (مسح الجدران والأسطح، مسح المعدات و/أو تعقيمها).
- قم بتغطية منطقة الانسكاب بمنشفة ورقية أو مادة ماصة.
- انقع منطقة الانسكاب بمطهر مناسب (أي مبيض بنسبة 10%). صب المطهر من السطح الخارجي للمادة الماصة باتجاه الداخل.

- يترك لمدة 20 إلى 30 دقيقة.
- الالتقاط بمادة ماصة.
- يجب تعقيم جميع النفايات.
- يجب أن تستمر التهوية لمدة 10–15 دقيقة.
- إذا تجاوز الانسكاب الجزء الداخلي من BSC، فاتصل بـ مشرف المختبر أو الخدمة الفنية حيث قد تكون هناك حاجة إلى عملية إزالة تلوث أكثر شمولاً.

7.3.6. الانسكابات داخل جهاز الطرد المركزي

- اترك الغطاء مغلقًا واترك الهباء الجوي يستقر لمدة ساعة على الأقل (تأكد من إيقاف تشغيل جهاز الطرد المركزي).
- إخطار الآخرين في المختبر بعدم استخدام جهاز الطرد المركزي (مع تضمين اللافتات) وإبلاغ مشرف المختبر.
- إن أمكن، قم بنقل جهاز الطرد المركزي أو على الأقل الدوارات والدلاء إلى مركز BSC.
- قم بتطهير جهاز الطرد المركزي أو الدوارات والدلاء بمطهر مناسب، واترك ما لا يقل عن 20 إلى 30 دقيقة من وقت الاتصال.
- استخرج بعناية أي زجاج مكسور من داخل جهاز الطرد المركزي باستخدام الملقط وضعه في حاوية الأدوات الحادة.
- استنزاف المطهر.
- قم بمسح الجزء الداخلي لجهاز الطرد المركزي وجميع أجزائه بما في ذلك الغطاء باستخدام مناشف ورقية مبللة بالمطهر.
- اشطف الدوارات والجزء الداخلي من جهاز الطرد المركزي بالماء في حالة استخدام مادة التبييض.
- يجب تعقيم جميع النفايات.

7.3.7. الانسكابات خارج الخزانة البيولوجية في المختبر

ستؤدي الانسكابات البيولوجية خارج خزانات السلامة البيولوجية إلى توليد رذاذ يمكن أن ينتشر في الهواء في جميع أنحاء المختبر. تعتبر هذه الانسكابات خطيرة جدًا إذا كانت تتضمن كائنات دقيقة تتطلب الاحتواء من مستوى السلامة الحيوية (BSL) 3، نظرًا لأن معظم هذه العوامل لديها القدرة على نقل الأمراض عن طريق الهباء الجوي المُعدي.

- إعلام الآخرين.
- في حالة ظهور رذاذ (أو وجود خطر)، احبس أنفاسك وغادر المختبر بسرعة. أغلق الباب وألصق علامة تحذير. قم بإخلاء المنطقة لمدة 30 دقيقة على الأقل للسماح للهباء الجوي بالاستقرار.
- إزالة أي ملابس ملوثة. لمزيد من المواد الخطرة، ضع الملابس الملوثة في كيس مناسب للتعقيم.
- غسل الجلد المكشوف جيداً بالماء والصابون.
- تجميع لوازم التنظيف ومعدات الوقاية الشخصية.
- قم بتغطية منطقة الانسكاب بمنشفة ورقية أو مادة ماصة.
- استخدام مطهر مركز مناسب لتغطية منطقة الانسكاب. صب المطهر من الخارج باتجاه داخل مكان الانسكاب.
- التقط أي زجاج مكسور بالملقط وضعه في حاوية الأدوات الحادة.
- تغطية بمادة ماصة. لمزيد من المواد الخطرة، اترك المطهر يعمل لمدة 20 دقيقة.
- يجب أيضًا تطهير أو مسح جميع المناطق المجاورة.
- يجب تعقيم جميع النفايات.

7.3.8. الانسكابات خارج المختبر (أثناء النقل)

إذا انسكب عامل خطر بيولوجي أثناء النقل خارج المختبر، فإن الاختلاف الرئيسي عن الإجراء الأول هو بدء عملية التنظيف على الفور. خلاف ذلك، استخدم تلك الإجراءات.

نظرًا لأن الوقت قد فات بالفعل لمنع الهباء الجوي في هذه الحالة، فمن الأفضل التركيز بشكل إضافي على منع الانسكابات أثناء النقل:

- وضع إجراء لإزالة المواد الخطرة بيولوجياً للحضانة أو التبريد أو لأي سبب آخر من المختبر وفرض الالتزام به.
- وضع جميع هذه المواد في حاوية غير قابلة للكسر تمنع تسرب السائل أو الهباء الجوي في حالة سقوطها. تعتبر دلاء الطلاء سعة 2 – 4 لتر من الأمثلة الجيدة على الحاويات المقبولة.
- قم بتسمية الحاوية برمز الخطر البيولوجي لضمان عدم حدوث أي خطأ فيما يتعلق بالمحتويات

- يجب على الكائنات الحية أن لا تخرج من المختبر إلا في حاوية أولية (داخلية) وثانوية (خارجية) محكمة الغلق وقابلة للإغلاق. من غير المقبول وجود حامل أنابيب اختبار داخل الدرج.
- يجب مسح الجزء الخارجي من الحاوية الثانوية بمطهر قبل مغادرة المختبر حتى يمكن نقلها دون ارتداء القفازات.
- احمل المناشف الورقية وإذا حدث انسكاب استخدم المناشف لتغطية الانسكاب ولكن لا تحاول التنظيف دون استخدام المطهر المناسب ومعدات الحماية الشخصية.
- إخطار الأشخاص في المنطقة المجاورة وجمع مواد التنظيف والمضي قدماً في عملية التنظيف.

8. معدات الحماية الشخصية

للحد من التعرض للمواد التي يحتمل أن تكون معدية، يجب استخدام معدات الحماية الشخصية (PPE) بشكل صحيح. عندما لا توفر الضوابط الهندسية وممارسات العمل الحماية الكافية، يجب اعتبار معدات الوقاية الشخصية "خط الدفاع الأخير". هنا، يتم تلخيص معدات الوقاية الشخصية اللازمة للسلامة البيولوجية.

8.1. قفازات

العمل مع المواد المعدية يتطلب ارتداء القفازات. نظرًا لحقيقة أن المستخدمين قد يكون لديهم حساسية تجاه قفازات اللاتكس، يجب استخدام قفازات النتريل أو الفينيل بدلاً من اللاتكس. يجب على أولئك الذين يفضلون اللاتكس استخدام القفازات الخالية من البودرة فقط.

قد تخترق المواد المسببة للتآكل والمذيبات العضوية القفازات أو تقلل من قدرتها الوقائية؛ لذلك يجب تخزين أنواع مختلفة من القفازات في المختبر.

عند استخدام أي قفاز:

- التحقق من وجود تمزقات مرئية وغيرها من العيوب.
- قم بإزالة الخواتم والمجوهرات الأخرى إذا كانت قادرة على تمزيق القفازات.
- قم بتغيير القفازات بانتظام أو في أسرع وقت ممكن إذا كانت ملوثة بشكل واضح.
- غسل اليدين مباشرة بعد نزع القفازات.
- إزالة القفازات عند مغادرة المختبر. حتى لو كانت "نظيفة".

8.2. حماية العين

وينبغي القيام بما يلي لتوفير حماية العين.

- تعتبر نظارات السلامة ذات الدروع الجانبية ضرورية والتي توفر الحد الأدنى من الحماية للتعامل مع أي مواد خطرة.
- عند القيام بأنشطة تنطوي على خطر رذاذ صغير أو العمل مع الكائنات الحية التي تنتقل من خلال التعرض للأغشية المخاطية، فمن الضروري ارتداء نظارات واقية، والتي تناسب بشكل محكم جميع أنحاء العينين.
- يجب استخدام دروع الوجه مع النظارات الواقية عندما يكون هناك خطر كبير لتناثر كميات كبيرة أو إذا كان المستخدم يعمل مع مواد شديدة السمية أو التآكل أو العدوى. يجب أيضًا استخدام دروع الوجه للحماية من الأشعة فوق البنفسجية (تأكد من أن درع الوجه يحمل شهادة الشركة المصنعة للحماية من الأشعة فوق البنفسجية) وعند التعامل مع النيتروجين السائل.

8.3. معطف المختبر

يجب ارتداء معاطف المختبر المقاومة لاختراق السوائل للأنشطة التي تنطوي على احتمالية تناثر السوائل أو استخدام مئزر بلاستيكي. يجب عدم ارتداء معاطف المختبر خارج المختبر إذا تم استخدامها أثناء العمل مع المواد المعدية. بالنسبة للأنشطة عالية المخاطر، يجب ارتداء معطف المختبر ذو التثبيت الخلفي. تقع مسؤولية توفير معاطف المختبر وغسلها واستبدالها على عاتق مشرف المختبر؛ يجب على مستخدمي المختبر عدم غسل معاطف المختبر الملوثة في منازلهم.

8.4. أقنعة جراحية

سوف تساعد الأقنعة على منع البلغ وحماية الأغشية المخاطية للأنف والفم. وهي لا توفر حماية كافية ضد العدوى من الكائنات الحية التي تنتقل عن طريق الاستنشاق، على سبيل المثال، المتفطرة السلية.

8.5. أجهزة التنفس

تُستخدم أجهزة التنفس عندما يكون هناك خطر التعرض المحمول جواً للكائنات الحية المنقولة عن طريق الاستنشاق وتكون أجهزة الاحتواء غير متوفرة أو غير قادرة على توفير الحماية الكافية. يجب أن يسبق استخدام جهاز التنفس الحصول على تصريح طبي وتدريب.

9. نقل وشحن المواد البيولوجية

يجب احتواء المواد البيولوجية التي ينقلها مستخدمو المختبر داخل المختبر أو بين المباني بطريقة تمنع تسربها إلى البيئة في حالة وقوع حادث وذلك باتباع الإجراء الموضح أدناه:

- يجب وضع العينات البيولوجية في حاوية أو وعاء أولي يكون عبارة عن أنبوب أو قارورة أو أمبولة مغلقة بشكل آمن ومانعة للتسرب (أو حلقة على شكل حرف O)، ثم يتم وضعها بعد ذلك في حاوية ثانوية غير قابلة للكسر ومغطاة ومانعة للماء.
- في حالة الاشتباه في تلوث الجزء الخارجي من الحاوية أو الوعاء الرئيسي، يجب تطهيره قبل وضعه في الحاوية الثانوية باستخدام محلول مبيض بنسبة 10% أو مطهر مناسب للمادة البيولوجية المستخدمة.
- يجب أن تكون جميع المخاطر البيولوجية موسومة برمز المخاطر البيولوجية الدولي الموجود على الجزء الخارجي من الحاوية الثانوية.
- عند نقل السوائل في قوارير / حاويات زجاجية، ضع ما يكفي من المواد الماصة، مثل المناشف الورقية، في المساحة الموجودة في الأعلى والأسفل والجوانب بين الحاويات الأولية والثانوية لامتصاص محتويات الحاوية (الحاويات) الأولية بالكامل. حالة الكسر أو التسرب.
- يجب أن يكون الجزء الخارجي للحاوية الثانوية خاليًا من أي مواد خطرة بيولوجيًا بحيث يمكن حمل العبوة بأمان بين المباني دون ارتداء قفازات أو معاطف المختبر في الخارج.
- يجب أن يتم نقل الطرد مباشرة إلى المكان المقصود.
- في حالة حدوث انسكاب أثناء النقل، لا تحاول تنظيفه بدون مواد الاستجابة للانسكاب ومعدات الحماية الشخصية المناسبة. أبقِ الأشخاص الآخرين بعيدًا عن الانسكاب.

9.1. تعبئة المواد البيولوجية غير المنظمة

يجب تعبئة جميع المواد البيولوجية وفق نظام التعبئة الثلاثي. المكونات الثلاثة لنظام التغليف الثلاثي هي:

- الوعاء الأساسي
- حاوية ثانوية مانعة للتسرب
- حاوية خارجية صلبة

يحتوي الوعاء الأساسي على المادة البيولوجية ويجب أن يكون مانعًا للتسرب ومقاومًا للماء. ويتم تعبئتها في الحاوية الثانوية بحيث لا تنكسر أو تُثقب أو تتسرب محتوياتها إلى الحاوية الثانوية في ظل ظروف النقل العادية. إذا كان الوعاء الأساسي هشًا، فيجب تغليفه بشكل فردي أو فصله لمنع الاتصال بين الأوعية الأولية المتعددة.

الحاوية الثانوية عبارة عن حاوية متينة مانعة للماء ومانعة للتسرب وتحيط بالأوعية (الأوعية) الأولية وتحميها. ويمكن وضع عدة أوعية أولية مبطنة في حاوية ثانوية واحدة. إذا كان الوعاء الأولي يحتوي على أي سائل، فيجب أن تحتوي الحاوية الثانوية على مادة ماصة كافية لامتصاص كل السائل من الوعاء (الأوعية) الأولية في حالة الكسر.

الحاوية الخارجية عبارة عن حاوية صلبة ومتينة ذات جانب واحد لا يقل عن 10 سم × 10 سم يحتوي على الحاوية الثانوية. يجب أن يتم وضع علامة على العبوة الخارجية وتصنيفها بشكل صحيح. وينبغي أن تكون قادرة على تحمل التأثيرات الخارجية مثل الأضرار المادية أثناء النقل. يجب تضمين قائمة مفصلة بمحتويات العبوة بين الحاوية الخارجية والثانوية.

الوحدة الثالثة

السلامة الكيميائية

1. ورقة بيانات السلامة

تحتوي صحيفة بيانات السلامة (SDS) على بيانات مهمة حول الخواص الفيزيائية والكيميائية لمادة معينة إلى جانب تدابير الصحة والسلامة. وهو يزود مستخدمي المختبر وموظفي الطوارئ بإجراءات التعامل الآمن والعمل مع المواد الكيميائية خاصة فيما يتعلق بالتخزين والتخلص منها ومعدات الحماية الضرورية ومعالجة الانسكابات، ويتضمن المعلومات ذات الصلة بالبيانات المادية مثل نقطة الانصهار ونقطة الغليان ونقطة الاشتعال إلى جانب التدابير الصحية بما في ذلك السمية، الآثار الصحية، الإسعافات الأولية، التفاعل. قد لا تكون صحيفة بيانات السلامة دائمًا المصدر الوحيد لاختيار احتياطات السلامة المناسبة في المختبر.

SDS هي وثيقة مكتوبة تنتجها الشركة المصنعة للمواد الكيميائية أو المستورد والتي تتضمن الإبلاغ عن المخاطر والمعلومات الاحترازية بما في ذلك:

- تحديد المادة/الخليط والشركة/الموزع
- تحديد المخاطر
- معلومات عن التكوين/المكونات
- تدابير الإسعافات الأولية
- تدابير مكافحة الحرائق
- تدابير الإطلاق العرضي
- التخزين والتعامل
- ضوابط التعرض/ الحماية الشخصية
- الخصائص الفيزيائية والكيميائية
- الاستقرار والتفاعل
- المعلومات السمية
- المعلومات البيئية
- معلومات التخلص
- معلومات النقل
- المعلومات التنظيمية

- أخرى

1.1. ما هي المواد التي لا تتطلب SDS؟

العناصر أو المواد الكيميائية التالية لا تتطلب SDS:

- المواد الكيميائية التي لا تعتبر "خطرة" من قبل إدارة السلامة والصحة المهنية
- المبيدات الحشرية
- تعريف المواد الكيميائية المخبرية في "التعرض المهني للمواد الكيميائية الخطرة في المختبرات". (ملاحظة: إذا كنت تعمل في أحد المختبرات واستلمت SDS عندما يتم شحن مادة كيميائية إليك، فيجب عليك الاحتفاظ بـ SDS وإتاحتها لمستخدمي المختبر.)
- الجسيمات المزعجة التي لا تشكل أي خطر جسدي أو صحي
- الإشعاعات المؤينة وغير المؤينة
- المخاطر البيولوجية
- الأدوية في شكلها الصلب والنهائي للإعطاء المباشر للمريض (على سبيل المثال، الأقراص، الحبوب، والكبسولات).
- الأدوية التي يتم تعبئتها من قبل الشركة المصنعة للمواد الكيميائية لبيعها للمستهلكين في مؤسسات البيع بالتجزئة أو تلك المخصصة للاستهلاك الشخصي مثل الموجودة في خزائن الإسعافات الأولية

1.2. تطبيقات العمل الآمن

1.2.1. اللائحة العامة

- يحظر تناول الطعام او المشروبات او التدخين أثناء العمل في المختبر.
- الملابس: عند التعامل مع المواد الخطرة، يجب ارتداء القفازات والمعاطف المختبرية ودرع الأمان أو النظارات. يحظر ارتداء السراويل القصيرة والصنادل في المختبر في أي وقت.
- استخدم معدات الحماية الشخصية (مثل القفازات، والنظارات الواقية، وقناع الغبار، وما إلى ذلك) على النحو الموصى به في صحيفة بيانات السلامة.
- تأكد من أن صحيفة بيانات السلامة (SDS) للمواد التي تعمل بها يمكن الوصول إليها بسهولة وحديثة.

- يجب أن يتلقى مستخدمو المختبر التدريب على الاستخدام الآمن للمواد الكيميائية والمنتجات الخطرة والتعامل معها والتخلص منها وتنظيفها.
- ممارسة التنظيف والنظافة الشخصية وصيانة المعدات.

1.2.2. تخزين المواد الكيميائية

- تخزين المواد الكيميائية والمنتجات في منطقة معينة.
- عند تخزين المواد الكيميائية جنبًا إلى جنب تأكد من أنها متوافقة ولن تتفاعل لإنتاج تفاعل كيميائي خطير.
- تأكد من أن الحاويات المحمولة مُلصقة بشكل صحيح بملصق مكان العمل عندما يتم صب المنتج الخاضع للرقابة من الحاوية الأصلية للمورد.
- استبدال ملصقات الموردين أو أماكن العمل المشوهة أو التي تمت إزالتها عن طريق الخطأ.
- أغلق الأغطية بإحكام قبل تخزين أي حاوية.
- قم بتخزين المنتجات التي تحتاجها والكميات التي تحتاجها فقط.
- الحد من الوصول إلى مناطق التخزين وخزانة الحراسة.

1.2.3. التعامل مع المواد الكيميائية

- التعامل مع الحاويات بشكل آمن لتجنب إتلافها.
- لا تخلط المواد الكيميائية ومنتجات التنظيف إلا بعد استشارة SDS والتأكد من أنها آمنة (على سبيل المثال، سيؤدي خلط الأمونيا والمبيض إلى إنتاج غاز شديد السمية).
- لا تستخدم محتويات العبوات غير الملصقة عليها.
- لا تترك حاويات مفتوحة من المنتجات القابلة للاشتعال مثل منظف فرشاة الرسم والورنيش وغيرها.
- عدم رمي المواد القابلة للاشتعال في سلة المهملات.
- لا تدخن أو تأكل أو تشرب أثناء استخدام المواد الكيميائية.
- لا تعيد استخدام الحاويات الفارغة؛ قد تكون البقايا خطرة.

- لا تفتح الحاوية التي تبدو منتفخة.
- ينبغي التخلص من المنتجات الخاضعة للرقابة منتهية الصلاحية في الوقت المناسب وبطريقة مناسبة.

1.2.4. الطوارئ

- معرفة كيفية التعامل مع حالات الطوارئ (مثل الحريق، والتسرب، والإصابة الشخصية، وما إلى ذلك) وإجراءات الإسعافات الأولية المناسبة (مثل الاتصال بالعين، وملامسة الجلد، والابتلاع، والاستنشاق، وما إلى ذلك).
- تعرف على أقرب محطة لغسل العين/الوجه و/أو دش الظهور وكيفية استخدامها. يجب فحص واختبار معدات الطوارئ بشكل منتظم.
- كن على دراية بالمخاطر المحتملة (مثل الحريق/الانفجار، والصحة، والتفاعل الكيميائي، وما إلى ذلك) للمواد التي تعمل بها.
- الإبلاغ عن كافة الحوادث/الحوادث والانسكابات الكيميائية إلى المشرف الخاص بك، مشرف المختبر او مشرف السلامة في المختبرات.
- اتبع إجراءات التنظيف الموصى بها في حالة حدوث انسكاب.

2. الإجراءات الكيميائية العامة

يغطي هذا القسم المواد الكيميائية شديدة الخطورة المستخدمة بشكل متكرر ويقدم معلومات مفصلة عن التعامل معها وتخزينها والتخلص منها.

2.1. كلوريد الألومنيوم (لا مائي)

2.1.1. ملخص

كلوريد الألومنيوم اللامائي (ثلاثي كلوريد الألومنيوم، $AlCl_3$) هو مادة صلبة بلورية بيضاء أو صفراء عديمة الرائحة. تفاعل $AlCl_3$ مع الماء يحرر غاز كلوريد الهيدروجين (HCl) بعنف. يتسامى $AlCl_3$ بسهولة لينتج $HCl(g)$ عند 178 درجة مئوية. تعتبر المنتجات الثانوية الصلبة والغازية شديدة التآكل للعيون والجلد والأغشية المخاطية. يعتبر $AlCl_3$ غير قابل للاحتراق؛ ومع ذلك، يُنصح بشدة بعدم استخدام طفايات الحريق من النوع ABC أو BC.

2.1.2. معالجة

عند العمل مع AlCl3، ارتدِ نظارات السلامة والقفازات غير المنفذة ومعطفًا مختبريًا مقاومًا للحريق. أبقِ مصادر الإشعال تحت السيطرة وحاول تجنب تكون الغبار. تجنب ملامسة الماء أو الرطوبة. احتفظ دائمًا بالرمل الجاف في منطقة العمل وتأكد من وجود مطفأة من الفئة D في مكان قريب. عندما يتم استخدام كميات كبيرة من AlCl3، تأكد من العمل على مقعد جاف، ويفضل أن يكون ذلك في غطاء الدخان أو صندوق القفازات. تجنب ملامسة الماء والرطوبة.

AlCl3 غير متوافق مع المؤكسدات القوية والمواد الكاوية، والكواشف المائية، والكحولات، وأكسيد الصوديوم، وأكسيد الإيثيلين، والنيتروميثان ومجموعة واسعة من المواد الأخرى. يؤدي AlCl3 إلى تآكل المعادن الانتقالية.

قم دائمًا بتسخين AlCl3 في حاوية مناسبة لحمض الهيدروكلوريك (g) المتولد. تؤدي معالجة AlCl3 بالماء أو الحرارة إلى تفاعل طارد للحرارة حيث يتم إطلاق غاز كلوريد الهيدروجين.

2.1.3. تخزين

تغلق حاويات تخزين AlCl3 بإحكام وتحفظ في مكان بارد وجاف معزولاً عن المواد الأخرى القابلة للاحتراق. قد تتعرض حاويات التخزين للضغط عند تلوث المياه.

2.1.4. التخلص

تخزين النفايات في حاويات محكمة الغلق. التخلص منها كنفايات خطرة.

2.2. أكوا ريجيا

2.2.1. ملخص

أكوا ريجيا (لاتينية تعني "المياه الملكية") عبارة عن محلول حمض الهيدروكلوريك المنترت. ويتم تحضيره عن طريق خلط حمض الهيدروكلوريك وحمض النيتريك بنسبة 3:1 على التوالي. يتم استخدامه بشكل عام لإزالة المعادن مثل الذهب والبلاتين والبلاديوم من الركائز؛ ولذلك فهو يستخدم على نطاق واسع في مختبرات التصنيع الدقيق والالكترونيات الدقيقة. كما أنه يساعد على إزالة المركبات العضوية بكميات ضئيلة من الزجاج. تعتبر محاليل الماء الملكي أكالة للغاية وقد تؤدي إلى انفجار أو حروق جلدية إذا لم يتم التعامل معها بحذر شديد.

2.2.2. معالجة

- يذيب الماء الملكي المواد البلاستيكية ويؤدي إلى تآكل معظم المعادن. استخدم دائمًا الأوعية الزجاجية (يفضل البيركس).
- لا تقم بتخزين المحاليل المائية. قم بخلط الكمية التي تحتاجها فقط، ثم تخلص منها مباشرة بعد الاستخدام.
- تحضير المحلول في غطاء محرك السيارة وخفض الوشاح قدر الإمكان. ارتدِ معدات الوقاية الشخصية مثل النظارات الواقية من رش المواد الكيميائية، ودرع الوجه، ومعطف المختبر، والقفازات المناسبة.
- قم دائمًا بإضافة حمض النيتريك إلى حمض الهيدروكلوريك ببطء.
- أثناء العمل مع الماء الملكي، استخدم دائمًا غطاء الدخان لأن إذابة المعادن في الماء الملكي يؤدي إلى إطلاق غازات سامة.
- محلول أكوا ريجيا نشيط للغاية وينطوي على خطر الانفجار. ومن المحتمل جدًا أن تصل درجة الحرارة إلى أكثر من 100 درجة مئوية. كن حذرا أثناء التعامل.
- يحدث تفاعل طارد للحرارة عند إضافة الأحماض أو القواعد إلى الماء الملكي، أو رش الماء عليه.
- اترك محلول الماء الملكي الساخن يبرد في وعاء مفتوح ولا تقم بإزالته/استبداله حتى يبرد.
- لا تقم بتخزين الماء الملكي في حاوية مغلقة لأنه يتأكسد مع مرور الوقت لتكوين غازات سامة مثل كلوريد النتروسيل وثاني أكسيد النيتروجين والكلور. ولذلك، تتعرض الحاوية للضغط، مما قد يتسبب في حدوث انفجار.
- انتبه إلى خطورة أن خلط الماء الملكي مع المركبات العضوية قد يسبب تفاعلاً حيوياً، أي انفجار.

2.2.3. تخزين

لا تقم بتخزين الماء الملكي لأن مكوناته التفاعلية تتأكسد بسهولة وتفقد فعاليتها. قم بإعداد محلول جديد قبل كل استخدام. قم بتحييد المحلول الزائد باستخدام بيكربونات الصوديوم ثم قم بتصريفه عن طريق غسله بكمية كبيرة من الماء.

2.2.4. التخلص

يتم التخلص من الماء الملكي عن طريق الصرف عن طريق الغسل بكميات وفيرة من الماء بمجرد تبريد المادة وتحييدها باستخدام بيكربونات الصوديوم. من ناحية أخرى، إذا كان هناك تلوث بالمعادن الثقيلة (مثل الفضة والكروم) في الماء الملكي، فيجب جمع المحلول المعادل كنفايات خطرة.

2.3. حمض الهيدروفلوريك

حمض الهيدروفلوريك مادة أكالة للغاية لدرجة أنه على عكس الأحماض المعدنية الأخرى، فإنه يهاجم الزجاج والخرسانة والمطاط والكوارتز والسبائك التي تحتوي على السيليكا.

لماذا خطير جدا؟

حمض الهيدروفلوريك لا يسبب إصابات موضعية فحسب، بل لا يتوقف عند هذا الحد. يمتص الجلد بسرعة أنيون الفلورايد الحر وينتشر الضرر إلى الداخل، ويتغلغل في أنسجة الجسم غير السطحية، مما يؤدي إلى إصابة جهازية.

بالإضافة إلى ألفة أنيون الفلورايد ضد المعادن الأساسية لصحة الجسم؛ الكالسيوم والمغنيسيوم. يرتبط الفلورايد بسهولة بالكالسيوم في الدم، ويستهلك احتياطيات الجسم من هذا المعدن. كما أنه يهاجم بنية العظام ويشكل أملاح فلوريد الكالسيوم. حالة تسمى نقص كلس الدم، أي فشل الأعضاء يحدث بسبب استنفاد مستويات الكالسيوم في الدم. وبالتالي، تتعطل وظائف القلب ويفشل القلب في النهاية، مما يؤدي إلى الوفاة.

حروق الجلد المحلية الناجمة عن كاتيون الهيدروجين قد لا تكون مؤلمة مثل الأحماض الأخرى، مما يجعل الشعور بالتعرض أكثر صعوبة قد لا يشعر الشخص بأي أعراض لمدة 1 إلى 8 ساعات بعد ملامسة الجلد لنطاق تركيز يتراوح من 20% إلى 50% من حمض الهيدروفلوريك. ستمتد فترة الكمون هذه إلى 24 ساعة حيث ينخفض التركيز إلى أقل من 20%. بدون رعاية طبية، يؤدي ملامسة 10% من إجمالي الجسم لحمض الهيدروفلوريك بنسبة 1–2% إلى الوفاة،

علامات وأعراض التعرض

التعرض للجلد – تسبب التركيزات العالية من HF، وخاصة اللامائية، حروقًا شديدة وألمًا فوريًا ويحدث لون أبيض مرئي حول منطقة التلامس، مما يؤدي في النهاية إلى ظهور بثور. تؤدي المحاليل المخففة لـ HF إلى ظهور أعراض الاحمرار والتورم والتقرحات يليها ألم خفقان حاد.

ملامسة العين – يسبب HF حروقًا شديدة في العين مما يؤدي إلى عتامة، وحتى تدمير القرنية. وهذا قد يؤدي إلى العمى إذا لم يتم علاجه.

الاستنشاق – قد يسبب استنشاق العديد من الأعراض الحادة بما في ذلك السعال والاختناق وضيق الصدر والقشعريرة والحمى والزراق (الشفاه الزرقاء والجلد). في حالة الشك في التعرض لـ HF عن طريق الاستنشاق، اطلب العناية الطبية في أسرع وقت ممكن ولاحظ المزيد من التأثيرات الرئوية من قبل الأطباء.

الابتلاع – يؤدي تناول كمية صغيرة جدًا من HF المخفف إلى الوفاة بسبب حروق شديدة في الفم والمريء والمعدة.

ماذا تفعل إذا تعرضت لـ HF

ملامسة الجلد

1. من الأهمية بمكان غسل الحمض بسرعة وبشكل كامل. حتى قبل خلع الملابس الملوثة، ابدأ على الفور في غسلها تحت الدش الآمن.
2. يجب شطف المنطقة المصابة بكمية كبيرة من الماء لمدة 5 دقائق.
3. ضع جل موضعي 2.5% جلوكونات الكالسيوم على منطقة الجلد المصابة وقم بالتدليك. تجدر الإشارة إلى أنه يجب على الشخص الذي يستخدم جل غلوكونات الكالسيوم ارتداء القفازات لمنع التعرض الثانوي لـ HF.
4. ضع محلول مثلج من كلوريد البنزالكونيوم 0.13% (Zephiran®) منقوعًا أو كمادات.
5. اطلب الرعاية الطبية المتخصصة مباشرة بعد الإسعافات الأولية.

ملامسة العين

1. اغسل العينين بكمية وفيرة من الماء المتدفق بخفة ثم استخدم سداسي الفلور.
2. وضع كمادات الماء المثلج أثناء النقل إلى المستشفى.

استنشاق

1. انقل المصاب فورًا إلى الهواء النقي واتصل بالمركز الصحي.

ابتلاع

1. شرب كميات كبيرة من الماء في أسرع وقت ممكن لتخفيف الحمض. لا تقم بتحريض القيء. لا تعطي المقيئات أو صودا الخبز. يحظر إعطاء أي شيء عن طريق الفم لشخص فاقد الوعي.
2. اشـرب عدة أكواب من الحليب أو حليب المغنيسـيا أو Mylanta® أو Maalox® أو ما إلى ذلك أو قم بطحن وتناول ما يصـل إلى 30 قرصًا من أقراص Tums™ أو Caltrate™ أو أي أقراص أخرى مضادة للحموضة مع الماء.

معدات الحماية الشخصية

عند العمل مع HF، يجب ارتداء معدات الحماية الشخصية التالية في معظم الحالات (وليس كلها):

- القفازات – خاصـة قفازات البولي فينيل كلورايد (PVC) أو النيوبرين. ويجب اختيار الحجم المناسـب لكل فرد. في حالة العمل بكميات كبيرة أو إذا كان هناك خطر غمر اليدين، يُنصح بارتداء قفازات القفاز.
- الأحذية – مقدمة مغلقة، ويفضـل أن تكون مصـنوعة من الجلد أو من مادة متينة غير مسـامية. يجب ارتداء الأحذية المطاطية أو الأحذية الطويلة عند العمل بكميات كبيرة.
- معطف المختبر – يفضل أن يكون من المطاط أو مادة غير نفاذة، ويجب أن يكون بطول الذراع بالكامل. يرجى استشارة مشرف المختبر او مشرف السلامة في المختبرات للحصول على معدات الوقاية الشخصية اللازمة.
- النظارات – ينبغي ارتداء نظارات واقية من رش المواد الكيميائية في جميع الأوقات.
- التهوية – استخدام غطاء الدخان إلزامي.

التخزين والاستخدام والتخلص

يهاجم حمض الهيدروفلوريك بسـرعة المواد التي تحتوي على السـيليكا، بما في ذلك الزجاج. من الأفضـل تخزينها في حاويات مصـنوعة من البولي إيثيلين. يتطلب تخزين HF زجاجات وأغطية محكمة الغلق توفر ختمًا محكمًا للغاز لمنع تسـرب غاز HF. لا يتم التخلص من حمض الهيدروفلوريك أبدًا عن طريق التصريف على الرغم من تحييده. في حالة التعادل، لا ينصح بالتخلص من الصرف، حتى لو كان المحلول الناتج عند درجة حموضـة محايدة (7.0). وبما أن تحييد HF ينتج أملاح فلوريد معدنية سـامة، فيجب دائمًا جمعها كنفايات خطرة وحفظها في زجاجات بلاستيكية. يمكن استخدام مادة ماصة عامة، مثل وسائد الانسكابات، لامتصاص الانسكابات الصغيرة من حمض الهيدروفلوريك (<100 مل). بالنسبة للانسكابات الكبيرة لحمض الهيدروفلوريك (100 مل إلى 4 لتر)،

يجب استخدام مواد انسكاب مقاومة للتردد العالي لامتصاصها نظرًا لأن وسائد الانسكاب قد تتحلل بسهولة. تأكد من أنك ترتدي معدات ومعدات الحماية الشخصية المناسبة وأن لديك غلوكونات الكالسيوم عند تنظيف انسكاب HF.

إلى جانب منطقة الانسكاب، تشكل جميع المعدات الملوثة بحمض الهيدروفلوريك خطرًا كبيرًا ويجب التخلص منها مع النفايات الخطرة الأخرى. وتشمل هذه المعدات أدوات البحث، والحاويات الفارغة التي كانت تحتوي في السابق على فلوريد الهيدروجين، وحطام الانسكاب، ومعدات الحماية الشخصية البالية.

2.4. ليثيوم هيدريد الألومنيوم

2.4.1. ملخص

هيدريد ألومنيوم الليثيوم (LAH) هو مادة كيميائية تتفاعل بسرعة مع الماء والأحماض والمركبات المحتوية على الأكسجين. وهي مادة صلبة عديمة الرائحة يمكن أن تشتعل في الهواء الرطب بسبب الاحتكاك أو الشرر الساكن. لا ينبغي أبدًا استخدام طفايات الحريق التقليدية ABC وBC لمكافحة حرائق LAH لأنها قد تزيد من حدة الحريق. LAH مادة أكالة وقد تسبب مضاعفات في العين والجلد والأغشية المخاطية.

2.4.2. معالجة

يجب دائمًا ارتداء نظارات السلامة والقفازات غير المنفذة والمعاطف المخبرية المقاومة للحريق أثناء التعامل مع LAH. يجب أن تظل مصادر الإشعال تحت السيطرة دائمًا لمنع نشوب حريق. وينبغي أيضا تجنب الاتصال بالماء. يُنصح بإبقاء الرمل الجاف وطفاية حريق من الفئة D متاحة على الفور أثناء العمل مع LAH.

يجب ضمان جو غاز خامل، مثل الأرجون أو النيتروجين، أثناء العمل بكمية كبيرة من LAH في شكل مسحوق. كإجراء للسلامة الشخصية، ينبغي للمرء أن يعمل مع LAH تحت غطاء الدخان أو صندوق القفازات.

لا يتوافق LAH مع العديد من المواد الكيميائية بما في ذلك الكحول، وأملاح المعادن الانتقالية، والعوامل المؤكسدة، ومجموعة واسعة من المواد الأخرى. من ناحية أخرى، يتفاعل LAH بعنف عند ملامسته للمؤكسدات القوية.

لا تطحن لاه ولا تسخنه أبدًا. يطلق LAH غاز الهيدروجين عبر تفاعل طارد للحرارة عند ملامسته للماء أو الأحماض أو عند تسخينه.

2.4.3. تخزين

يجب فصل LAH عن المواد القابلة للاحتراق وتخزينها في حاويات محكمة الإغلاق.

2.4.4. التخلص

يجب تخزين نفايات LAH في حاويات مغلقة والتخلص منها كنفايات خطرة.

2.5. الفينول

2.5.1. ملخص

وبما أن الفينول يخترق الجلد بسهولة، فيجب الحرص على عدم المشي في مناطق الانسكاب.

2.5.2. معالجة

في حالة وجود خطر تناثر السوائل، قم بارتداء نظارات واقية من رش المواد الكيميائية و/أو درع للوجه. قم بارتداء معدات الحماية الشخصية مثل الملابس غير النفاذة بما في ذلك الأحذية ذات الأصابع المغلقة ومعطف المختبر أو المئزر وقفازات مطاط البوتيل أو النيوبرين. بما أن الفينول السائل الساخن يهاجم الألومنيوم والرصاص والزنك والمغنيسيوم، تجنب مصادر الحرارة واللهب والاشتعال.

2.5.3. تخزين

يجب عزل الفينول عن مصادر الحرارة أو الاشتعال وتخزينه في مكان بارد وجاف وجيد التهوية. ويجب أيضًا فصلها عن المواد القابلة للاحتراق أو التفاعلية والحفاظ عليها في مأمن من أشعة الشمس المباشرة.

2.5.4. التخلص

يجب التخلص من جميع المواد الملوثة بالفينول والفينول باعتبارها نفايات خطرة.

2.6.الفوسفور

2.6.1. ملخص

لا يعتبر الفوسفور غير المتبلور (الأحمر) سامًا في شكله النقي. وهو مسحوق بنفسجي محمر ومستقر في الغالب في الظروف العادية. ومع ذلك، قد يشتعل بسهولة عند تعرضه لصدمة أو احتكاك مفرط.

يعتبر الفسفور الأصفر، الذي يعتبر ملونًا في الفسفور الأحمر، شكلاً أكثر خطورة من المادة. وهو في الواقع متآصل للفوسفور وهو شديد السمية مع جرعة مميتة تقدر بـ 50–100 ملغ. الفسفور الأصفر قابل للاشتعال تلقائياً عند تعرضه للهواء؛ لذلك يجب تخزينه تحت الماء. يُنصح بشدة باتخاذ الاحتياطات اللازمة ضد مخاطر الفسفور الأصفر أثناء التعامل مع الفوسفور غير المتبلور أو العمل معه.

2.6.2. معالجة

يجب دائمًا ارتداء نظارات السلامة والقفازات غير النفاذة ومعطف المختبر المقاوم للحريق أثناء العمل مع الفوسفور.

يجب ارتداء نظارات السلامة والقفازات غير النفاذة ومعطف المختبر المقاوم للحريق طوال الوقت. ويجب إبقاء مصادر الإشعال تحت السيطرة وتجنب تكون الغبار والحرارة والصدمات والاحتكاك. يُنصح بإبقاء الرمل الجاف وطفاية الماء/الرغوة الرطبة من الفئة (أ) متاحة على الفور أثناء العمل.

في حالة استخدام كمية كبيرة من الفوسفور، يُنصح بشدة بالعمل في جو خامل، خاصة في صندوق القفازات.

يشكل المتآصلان للفوسفور غاز الفوسفين السام عند التعرض للقلويات. وهي غير متوافقة مع الهالوجينات والهاليدات والكبريت والمواد المؤكسدة أيضًا.

2.6.3. تخزين

احتفظ بالفوسفور الأحمر منفصلاً عن المواد غير المتوافقة المذكورة أعلاه وقم بتخزينه في مكان بارد وجاف في حاويات محكمة الغلق. ويجب إبقاء الفوسفور الأصفر، إلى جانب الفوسفور الأحمر الملوث، تحت الماء وإغلاقهما لتجنب تعرضهما للهواء.

2.6.4. التخلص

تخزين النفايات (تحت طبقة من الماء) في حاويات محكمة الغلق. التخلص منها كنفايات خطرة.

2.7. ثلاثي كلوريد الفوسفور

2.7.1. ملخص

ثلاثي كلوريد الفوسفور (كلوريد الفوسفور، PCl_3) هو سائل مدخن عديم اللون يتفاعل بسهولة مع معظم المركبات العضوية. كما أنه يتفاعل بسرعة مع الماء وينتج حمض الفوسفوريك وغاز كلوريد الهيدروجين (HCl). وهو مؤكسد قوي وشديد التآكل للعيون والجلد والأغشية المخاطية بالإضافة إلى منتجاته الثانوية.

2.7.2. معالجة

يعطي PCl_3 تفاعلًا طاردًا للحرارة مع الماء، مما يؤدي إلى إطلاق الغازات الحمضية. يجب ارتداء معدات الحماية الشخصية التي تتضمن نظارات السلامة والقفازات غير النفاذة ومعطف المختبر المقاوم للحريق أثناء العمل/المناولة. يجب أن تظل مصادر الإشعال تحت السيطرة ويجب تجنب ملامسة الماء. يُنصح بشدة بالاحتفاظ بمخزون من الرمال الجافة ومطفأة من الفئة D في جميع أنحاء منطقة العمل.

بيئة جافة، ويفضل استخدام صندوق القفازات أثناء العمل بكميات كبيرة من PCl_3. يجب تجنب البيئات التي تحتوي على الماء أو الرطبة. يتسبب PCl_3 في تآكل معظم الفلزات الانتقالية خاصة في البيئة الرطبة. تتضمن قائمة عدم توافق PCl_3 معظم المواد العضوية والفلور وأكسيد الرصاص بالإضافة إلى العديد من المواد الأخرى.

لا ينبغي تسخين PCl_3 بدون حاوية مناسبة مخصصة للأحماض ومتينة، وخاصة حمض الهيدروكلوريك وحمض الفوسفوريك. قد يطلق الفوسفين الغازي والديفوسفين في التحلل الحراري.

2.7.3. تخزين

احتفظ بـ PCl_3 منفصلاً عن المواد القابلة للاحتراق وقم بتخزينه في مكان بارد وجاف في حاويات محكمة الغلق. وينصح باستخدام العبوات المضغوطة في حالة تلوث المياه.

2.7.4. التخلص

تخزين النفايات في حاويات محكمة الغلق. التخلص منها كنفايات خطرة.

2.8. البوتاسيوم

2.8.1. ملخص

البوتاسيوم معدن فضي اللون عديم الرائحة ومسبب للتآكل الشديد للعيون والجلد والأغشية المخاطية. قد تتشكل بيروكسيدات غير مستقرة للغاية إذا تم تخزين البوتاسيوم لفترة طويلة. يتفاعل بسرعة مع الماء والأحماض والمركبات المؤكسجة وقد يشتعل في الهواء الرطب أو بسبب الاحتكاك أو الشرارة الساكنة. لا ينبغي أبدًا استخدام الماء وطفايات الحريق التقليدية ABC لأنها قد تزيد من حدة الحريق.

2.8.2. معالجة

يجب ارتداء نظارات السلامة والقفازات غير النفاذة ومعطف المختبر المقاوم للحريق طوال الوقت أثناء العمل مع البوتاسيوم.

يجب تجنب أي اتصال بالماء أو الرطوبة. يُنصح بشدة بالاحتفاظ بالرمال الجافة وطفاية الحريق من النوع D عند العمل مع البوتاسيوم.

يجب الحفاظ على وسط خامل مثل الأرجون أو النيتروجين عند استخدام كميات كبيرة من البوتاسيوم.

البوتاسيوم غير متوافق مع الكحوليات والعوامل المؤكسدة والأملاح المائية والأحماض والعديد من المواد الكيميائية الأخرى، لذلك يجب تخزينه بشكل منفصل عن هذه المواد الكيميائية. كما أنه يتأكسد بسرعة.

لا ينبغي طحن البوتاسيوم أو تسخينه. أي اتصال مع الماء والمواد الكيميائية غير المتوافقة يؤدي إلى تفاعل طارد للحرارة حيث يتم إطلاق غاز الهيدروجين شديد الاشتعال. بالإضافة إلى ذلك، يشكل البوتاسيوم المؤكسد خطر الانفجار عند التعامل معه.

2.8.3. تخزين

يجب حفظ البوتاسيوم في التولوين الجاف والكيروسين و/أو تحت جو خامل من النيتروجين أو الأرجون. يتطلب التخزين حاويات محكمة الإغلاق وبيئة باردة وجافة، وفصلها جيدًا عن المواد القابلة للاحتراق. لا ينبغي تخزين البوتاسيوم غير المستخدم أكثر من سنة واحدة في أي حالة.

2.8.4. التخلص

يجب تخزين نفايات البوتاسيوم في التولوين أو الكيروسين عن طريق إغلاق الحاوية بإحكام. وينبغي التخلص منها باعتبارها النفايات الخطرة. لا ينبغي أبدًا التعامل مع مشتقات الأكسيد الفائق أو البيروكسيد. ويحدد الراسب الأبيض تلوث تلك المواد.

2.9. صوديوم

2.9.1. ملخص

الصوديوم معدن فضي اللون أبيض اللون وهو شديد التآكل للعيون والجلد والأغشية المخاطية. يتفاعل بسرعة مع الماء والأحماض والمركبات المؤكسجة ويمكن أن يشتعل بسهولة في الهواء الرطب أو الجاف فوق 115 درجة مئوية. لا ينبغي أبدًا استخدام الماء وطفايات الحريق التقليدية ABC لأنها قد تزيد من حدة الحريق.

2.9.2. معالجة

يجب ارتداء نظارات السلامة والقفازات غير المنفذة ومعطف المختبر المقاوم للحريق طوال الوقت أثناء العمل مع الصوديوم.

يجب أن تظل مصادر الإشعال تحت السيطرة ويجب تجنب تكون الغبار. يجب تجنب أي اتصال بالماء أو الرطوبة. يُنصح بشدة بالاحتفاظ بالرمال الجافة وطفاية الحريق من النوع D عند العمل مع الصوديوم.

يجب الحفاظ على جو خامل مثل الأرجون أو النيتروجين في غطاء الدخان عند استخدام كميات كبيرة من الصوديوم.

لاحظ أن الصوديوم غير متوافق مع الأكسجين وثاني أكسيد الكربون والهالوجينات والمذيبات المهلجنة والكحولات والعوامل المؤكسدة والأملاح المائية والأحماض والعديد من المواد الكيميائية الأخرى، لذلك يجب تخزينه بشكل منفصل عن هذه المواد الكيميائية. كما أنه يتأكسد بسرعة عند ملامسته للمؤكسدات و/أو الماء.

لا ينبغي طحن الصوديوم أو تسخينه. أي اتصال مع أحماض الماء أو الكحوليات يؤدي إلى تفاعل طارد للحرارة حيث يتم إطلاق غاز الهيدروجين شديد الاشتعال. وينطلق غاز الهيدروجين أيضًا في وجود هواء جاف تزيد درجة حرارته عن 115 درجة مئوية.

2.9.3. تخزين

يجب حفظ البوتاسيوم في التولوين الجاف والكيروسين و/أو تحت جو خامل من النيتروجين أو الأرجون. يتطلب التخزين حاويات محكمة الإغلاق وبيئة باردة وجافة، وفصلها جيدًا عن المواد القابلة للاحتراق.

2.9.4. التخلص

يجب تخزين نفايات الصوديوم في حاويات محكمة الغلق تحت التولوين أو الكيروسين. التصرف كما النفايات الخطرة.

2.10. أميد الصوديوم

2.10.1. ملخص

أميد الصوديوم ($NaNH_2$) عبارة عن مسحوق أبيض رمادي اللون يسبب تآكلًا شديدًا للعينين والجلد والأغشية المخاطية. لها رائحة طفيفة من الأمونيا. يتفاعل بسرعة مع الماء والأحماض والمركبات المهلجنة ويمكن أن يشتعل بسهولة في الهواء الرطب أو الجاف فوق 450 درجة مئوية. لا ينبغي أبدًا استخدام الماء وطفايات الحريق التقليدية ABC لأنها قد تزيد من حدة الحريق.

يشكل أميد الصوديوم بيروكسيدات حساسة للصدمات. تشكل هذه البيروكسيدات خطرًا كبيرًا للانفجار عند ملامستها للهواء أو الحرارة أو في حالة تخزينها لفترة طويلة. وينبغي التخلص من أميد الصوديوم المتبقي على الفور.

2.10.2. معالجة

يجب ارتداء نظارات السلامة والقفازات غير المنفذة ومعطف المختبر المقاوم للحريق طوال الوقت أثناء العمل مع الصوديوم. يجب أن تظل مصادر الإشعال تحت السيطرة ويجب تجنب تكون الغبار. يجب تجنب أي اتصال بالماء أو الرطوبة. يُنصح بشدة بالاحتفاظ بالرمال الجافة وطفاية الحريق من النوع D عند العمل مع أميد الصوديوم.

يجب الحفاظ على جو خامل مثل الأرجون أو النيتروجين في غطاء الدخان أو صندوق القفازات عند استخدام كميات كبيرة من أميد الصوديوم.

لاحظ أن أميد الصوديوم غير متوافق مع الأكسجين وثاني أكسيد الكربون والهالوجينات والمذيبات المهلجنة والكحولات والعوامل المؤكسدة والأملاح المائية والأحماض والعديد من المواد الكيميائية الأخرى، لذلك يجب تخزينه بشكل منفصل عن هذه المواد الكيميائية. كما أنه يتأكسد بسرعة عند ملامسته للمؤكسدات و/أو الماء.

لا ينبغي طحن أو تسخين أميد الصوديوم. أي اتصال مع أحماض الماء أو الكحوليات يؤدي إلى تفاعل طارد للحرارة حيث يتم إطلاق غاز الهيدروجين شديد الاشتعال. يمكن أن تنفجر مشتقات البيروكسيد بسهولة عند التعامل معها.

2.10.3. تخزين

يجب حفظ البوتاسيوم تحت جو خامل من النيتروجين أو الأرجون. يتطلب التخزين حاويات محكمة الإغلاق وبيئة باردة وجافة، وفصلها جيدًا عن المواد القابلة للاحتراق. لا ينبغي تخزين أميد الصوديوم غير المستخدم لأكثر من سنة واحدة.

2.10.4. التخلص

يجب تخزين نفايات أميد الصوديوم في حاويات محكمة الغلق تحت جو خامل جاف. يمكن تنفيذ عملية إبطال مفعول المواد المستخدمة في ظل بيئة يتم التحكم فيها بشكل جيد. التخلص منها كنفايات خطرة. لا ينبغي أبدًا التعامل مع حاويات مشتقات البيروكسيد. تحدد المواد الصلبة الصفراء أو البنية تلوث هذه المواد.

2.11. المتفجرات

2.11.1. ملخص

يتم تعريف المتفجرات على أنها مادة كيميائية تخضع لتحول كيميائي سريع عند تعرضها للحرارة أو التأثير أو الاحتكاك أو التفجير أو أي بدء مناسب آخر، مما يؤدي إلى ظهور كمية كبيرة من الغازات نتيجة لذلك وتمارس ضغطًا كبيرًا على البيئة المحيطة. يمكن العثور عليه إما في شكل مركب كيميائي أو خليط ميكانيكي. ينطبق مصطلح المتفجرات أيضًا على المواد التي تنفجر أو تحترق.

2.11.2. معالجة

يجب توخي الحذر الشديد عند التعامل مع المتفجرات، وخاصة صانعي البيروكسيد. يجب فحص زجاجات الحاوية بصريًا بحثًا عن أي بلورات بيروكسيد متبقية.

- حجم العمل أمر بالغ الأهمية. يجب استخدام/التعامل مع المتفجرات على أصغر نطاق ممكن (على سبيل المثال، مليمول) ويجب الاهتمام بتوسيع نطاقها فقط بتصريح من المشرف.
- التخلص من مصادر الحبس في حالة العمل بمواد قابلة للاشتعال بسهولة.
- يجب ألا تكون هناك مواد كيميائية إضافية حول منطقة العمل أثناء العمل بالمتفجرات.

- يجب التخلص من مصادر التفريغ الساكنة لأنها قد تسبب نوعاً معيناً من المتفجرات. لاحظ أن انخفاض نسبة الرطوبة في الهواء يزيد من خطر التفريغ الساكن. ويجب استخدام مناديل وفرش غير ثابتة. إذا لم يكن الأمر كذلك، فيجب اختيار طرق التنظيف الرطبة المناسبة.
- يجب إجراء جميع عمليات النقل باستخدام معدات متوافقة. لاحظ أن بعض المتفجرات قد تشكل مركبات أكثر حساسية عند ملامستها للمعادن.
- يجب أن تظل منطقة العمل، بالإضافة إلى جميع المعدات والأدوات المستخدمة، نظيفة دائمًا. لا يجوز كشط المتفجرات من أي سطح.
- لا تقم أبدًا بسحق أو طحن أو تفجير أو الضغط.

2.11.3. تخزين

يجب تخزين المتفجرات في خزائن مخصصة. يجب تخزين المواد القابلة للاشتعال في خزائن أو ثلاجات مخصصة لتخزين المواد القابلة للاشتعال.

يجب أن يتم وضع علامة على حاويات المتفجرات التي وصلت حديثا مع تاريخ الاستلام. لا يمكن استخدام المواد التفاعلية بعد تاريخ انتهاء صلاحيتها.

2.11.4. التخلص

يجب جمع النفايات المتفجرة كنفايات خطرة. تكون المركبات المتفجرة أكثر استقرارًا عند تخفيفها. لذلك، يتم تخفيفها باستخدام مذيب آمن إن أمكن. ويجب فصل النفايات المتفجرة عن النفايات الأخرى.

2.12. المواد القابلة للاشتعال

2.12.1. ملخص

- تعرف السوائل القابلة للاشتعال بأنها السوائل التي لها نقطة وميض أقل من 38 درجة مئوية.
- تعرف السوائل القابلة للاحتراق بأنها السوائل التي لها نقطة وميض تبلغ أو تزيد عن 38 درجة مئوية ولا تزيد عن 93 درجة مئوية.

- نقطة الوميض هي أدنى درجة حرارة تتشكل عندها أبخرة على سطح المادة بكمية كافية للاشتعال عند تعرضها لمصدر اشتعال.
- نقطة الحريق هي أدنى درجة حرارة يحدث عندها احتراق ذاتي للمادة عند أو بعد التعرض لمصدر الإشعال.
- نقطة الغليان هي درجة الحرارة التي يتساوى عندها ضغط بخار السائل مع الضغط الجوي ويتحول السائل إلى بخار.
- يتم تعريف درجة حرارة الاشتعال الذاتي على أنها الحد الأدنى لدرجة الحرارة التي سيحدث عندها احتراق ذاتي في حالة عدم وجود مصدر اشتعال.
- يشير الحد الأدنى للانفجار (LEL) إلى أدنى تركيز (نسبة مئوية) للغاز أو البخار في الهواء القادر على إنتاج وميض نار في وجود مصدر اشتعال (قوس، لهب، حرارة).
- يشير الحد الأعلى للانفجار (UEL) إلى أعلى تركيز (نسبة مئوية) للغاز أو البخار في الهواء القادر على إنتاج وميض نار في وجود مصدر اشتعال (القوس واللهب والحرارة).

2.12.2. معالجة

- يجب تخزين السوائل القابلة للاشتعال في منطقة مخصصة مثل خزانة تخزين قابلة للاشتعال.
- لا يسمح بتخزين كميات كبيرة من السوائل القابلة للاشتعال (أكثر من 37 لتراً) خارج الخزانة القابلة للاشتعال.
- لا ينبغي الإفراط في شراء المواد القابلة للاشتعال. يجب على المرء فقط شراء المبلغ الذي يمكن تخزينه بأمان فيما يتعلق بسعة المنشأة.
- يجب تجنب أي ملامسة للجلد والعينين والاستنشاق.
- يجب إبعاد المواد القابلة للاشتعال عن مصادر الاشتعال.
- يجب أن تبقى الحاويات مغلقة بإحكام. يتطلب التخزين منطقة باردة وجافة وجيدة التهوية بعيدًا عن المواد غير المتوافقة مثل المؤكسدات.
- يجب استخدامها بأقل كميات ممكنة للتجربة التي يتم إجراؤها.
- يجب أن يتم العمل في غطاء أبخرة كيميائي إذا كان من الممكن إنشاء تركيزات هواء أعلى من 10% من الحد الأدنى للانفجار، وإذا كانت المادة الكيميائية مهيجة للعينين أو الجهاز التنفسي، و/أو سامة عن طريق الاستنشاق.

- عند عدم الاستخدام، يجب أن تظل الحاويات مغلقة دائمًا. هذا هو الإجراء الاحتياط الرئيسي لمنع إطلاق بخار قابل للاشتعال و/أو الاشتعال غير المقصود.
- يجب أن يتم وضع العلامات على الحاويات بشكل صحيح.
- في حالة عدم استخدامها، يجب تخزينها في خزائن تخزين مخصصة قابلة للاشتعال.
- يجب أن تكون حاويات المواد القابلة للاشتعال متوافقة مع المادة المخزنة بداخلها.
- يجب تجنب استخدام مصادر الإشعال (محارق اللهب أو أي مصدر لهب مفتوح، ألواح التسخين، المعدات الكهربائية ذات الأسلاك المهترئة أو المتشققة، وما إلى ذلك) و/أو توليد كهرباء ساكنة حول المواد الكيميائية القابلة للاشتعال/القابلة للاحتراق.
- يجب تأريض الحاويات وربطها عند نقل كميات كبيرة (أكثر من 4 لتر) من السوائل القابلة للاشتعال/الاحتراق.
- يجب نقل جميع السوائل القابلة للاشتعال/الاحتراق في حاوية ثانوية، مثل البولي إيثيلين أو غيرها من حاملات زجاجات الأحماض/المذيبات غير التفاعلية.
- يجب فصل السوائل القابلة للاشتعال/الاحتراق عن المواد غير المتوافقة مثل المؤكسدات (مثل بيروكسيد الهيدروجين وحمض النيتريك).
- في حالة تخزين السوائل القابلة للاشتعال في الثلاجات أو المجمدات، يجب تعديلها أو تخصيصها خصيصًا للثلاجات والمجمدات "القابلة للاشتعال" والتي لا تشكل خطر الاشتعال بسبب الضوء الداخلي أو دائرة الحرارة.

2.13. تفاعلات الماء

2.13.1. ملخص

يمكن للمواد المتفاعلة مع الماء أن تتفاعل بعنف مع الماء أو الرطوبة الجوية لإنتاج الغاز والحرارة. تعتمد المخاطر المرتبطة بمادة كيميائية معينة على تفاعلها وطبيعة المنتج الغازي (قابل للاشتعال أو سام أو كليهما). يمكن أن يؤدي الإنتاج المتبادل للغاز القابل للاشتعال والحرارة إلى اشتعال أو انفجار تلقائي. الغازات النموذجية المنتجة هي: H_2، CH_4، H_2S، NH_3، PH_3، HCN، HF، HCl، HI، SO2، وSO_3. قبل العمل مع أي مواد كيميائية متفاعلة مع الماء، يجب عليك تحديد الغاز الذي قد يتشكل في حالة التعرض للماء ومعرفة المخاطر المرتبطة بهذا الغاز.

يعتمد معدل تفاعل المادة الصلبة (وبالتالي توليد الحرارة والغاز) على مساحة سطح المادة. ولذلك فإن حجم الجسيمات الأصغر يزيد من المخاطر المرتبطة بهذه المواد.

2.13.2. معالجة

- ما لم يعرف خلاف ذلك، افترض أن المادة قابلة للاشتعال.
- أن يتم التعامل معه دائمًا في صندوق القفازات أو في جو خامل.
- تصميم نظام التبريد للمواد المتبقية قبل استخدام المواد المتفاعلة مع الماء.
- لا تستخدم الماء أبدًا لإخماد المادة نفسها أو التفاعل الذي يتم فيه استخدام كاشف متفاعل مع الماء.
- ابدأ التسقية باستخدام عامل تبريد منخفض التفاعل وأضف المزيد من عوامل التبريد التفاعلية ببطء. على سبيل المثال، قم أولاً بإخماد معدن الصوديوم المتبقي باستخدام الأيزوبروبانول ثم قم بإضافة الإيثانول إلى الخليط.
- صمم تجربتك بحيث تستخدم أقل قدر ممكن من المواد لتحقيق النتيجة المرجوة.
- من الأفضل إجراء عمليات نقل متعددة لأحجام صغيرة بدلاً من محاولة التعامل مع كميات أكبر. قبل النقل، تأكد من أن المادة في درجة حرارة الغرفة.
- تجنب تشكل الغبار والهباء الجوي.
- توفير تهوية مناسبة للعادم في الأماكن التي يتشكل فيها الغبار.
- اتخاذ التدابير اللازمة لمنع تراكم الشحنات الكهربائية الساكنة.
- الابتعاد عن مصادر الاشتعال – اللهب المكشوف (مثل موقد بنسن).
- إزالة أو استبدال مادة أقل خطورة عندما يكون ذلك ممكنا.
- التحقق من الإعداد التجريبي والإجراءات الخاصة بك قبل الاستخدام.
- إبلاغ الزملاء بأنه سيتم استخدام هذه المادة وأين. قم بتسمية منطقة العمل بعلامة
- استخدم فقط إذا كانت المنطقة مجهزة بشكل صحيح بغسول عيون/دش آمن معتمد خلال عشر ثوانٍ من السفر.
- لا تستخدم الماء أبداً في إطفاء الحرائق الناجمة عن المواد المتفاعلة مع الماء.

2.13.3. تخزين

- لا تسمح أبدًا بملامسة الماء.
- التعامل دائمًا داخل صندوق القفازات.
- مع مرور الوقت، قد يزيد الضـغط مما يؤدي إلى انفجار الحاويات. تُحفظ العبوة مغلقة بإحكام في مكان بارد وجاف وجيد التهوية ومحمي من أشعة الشمس.
- التخزين والتعامل تحت الغاز الخامل (الغازات الخاملة مثل النيتروجين والأرجون وما إلى ذلك)
- يحفظ في مكان جاف (مثل المجفف أو الصندوق الجاف أو صندوق القفازات) خالي من الرطوبة.
- يخزن بعيداً عن مصادر الحرارة وفي منطقة مقاومة للاشتعال.
- لا تترك الحاوية بالقرب من حوض المختبر أو غسل العين في حالات الطوارئ أو دش الأمان.
- يخزن في مكان منفصل عن الأحماض والمواد المؤكسدة وغيرها من المواد غير المتوافقة.
- استخدام/شراء المبلغ المطلوب فقط في فترة زمنية معقولة. استخدم كميات صغيرة كلما أمكن ذلك.
- قم بالتخزين في حاوية ثانوية منفصلة وقم بتسمية المادة بوضوح.
- التقليل من توليد وتراكم الغبار.
- يجب أن يكون ملصق الإبلاغ عن المخاطر الموجود على الحاوية مكتوبًا عليه "المياه المتفاعلة".
- لا تسمح أبدًا بتلامس المنتج مع الماء أو المركبات ذات الأساس المائي أثناء التخزين.
- لا تترك الحاوية على المنضدة – ولو للحظات.
- اتبع أي إرشادات تخزين خاصة بمادة معينة متوفرة في وثائق ورقة بيانات السلامة.
- مراقبة المخزون الخاص بك عن كثب للتأكد من أن لديك سيطرة مشددة على المواد الخاصة بك.
- غسل اليدين والذراعين بالماء والصابون بعد المناولة.
- التقليل من توليد وتراكم الغبار.
- في نهاية كل مشروع، قم بفحص المنطقة بحثًا عن المواد التفاعلية المتبقية بدقة.

2.14. المؤكسدات

2.14.1. ملخص

المواد الكيميائية المؤكسدة هي مواد تنتج الأكسجين تلقائيًا في درجة حرارة الغرفة أو مع تسخين طفيف أو تعزز الاحتراق. تشمل هذه الفئة من المواد الكيميائية البيروكسيدات والكلورات والبيركلورات والنترات والبرمنجنات. المؤكسدات القوية قادرة على تكوين مخاليط متفجرة عند مزجها بمواد قابلة للاحتراق أو عضوية أو قابلة للأكسدة بسهولة.

2.14.2. معالجة

- لا تخزن مع مواد غير متوافقة.
- لا تخزن مع المواد القابلة للاشتعال أو القابلة للاحتراق.
- مراجعة SDS لظروف تخزين محددة.
- لا يجوز التخلص من المواد الكيميائية إلا بعد الحصول على موافقة مسبقة من مشرف المختبر/Sمشرف المختبر.
- يجب وضع المؤكسدات الزائدة وجميع النفايات التي تحتوي على مؤكسدات في حاوية مكتوب عليها "مؤكسدات النفايات الخطرة" التالية والاسم الكيميائي الكامل.

2.14.3. تخزين

يجب تخزين المؤكسدات في مكان بارد وجاف. إبقاء المؤكسدات منفصلة عن جميع المواد الكيميائية الأخرى في المختبر. التقليل من كميات المؤكسدات القوية المخزنة في المعمل. لا تقم أبدًا بإعادة المواد الكيميائية الزائدة إلى الحاوية الأصلية. قد تدخل كميات صغيرة من الشوائب إلى الحاوية، مما قد يتسبب في نشوب حريق أو انفجار.

2.14.4. التخلص

تشكل جميع المواد الملوثة بالمواد الكيميائية المؤكسدة خطر الحريق ويجب التخلص منها كنفايات خطرة. لا تدع النفايات الملوثة تبقى في المختبر طوال الليل ما لم يتم توفير الحاويات المناسبة.

2.15. مركبات تشكيل البيروكسيد

2.15.1. ملخص

البيروكسيدات العضوية هي فئة خاصة من المركبات التي لديها مشاكل غير عادية في الاستقرار، مما يجعلها من بين المواد الأكثر خطورة التي يتم التعامل معها عادة في المختبرات. بالإضافة إلى ذلك، يمكن لبعض المواد الكيميائية المخبرية أن تتفاعل مع الأكسجين الموجود في الهواء لتكوين البيروكسيدات. قد يستمر البعض في بناء البيروكسيدات إلى مستويات يحتمل أن تكون خطرة، في حين أن البعض الآخر يراكم تركيزًا منخفضًا نسبيًا من البيروكسيدات، والذي يصبح خطيرًا فقط بعد تركيزه عن طريق التبخر أو التقطير. يصبح البيروكسيد مركزًا لأنه أقل تطايرًا من المادة الكيميائية الأصلية. في بعض الأحيان يتم إضافة المثبتات أو المثبطات إلى السائل لإطالة عمر تخزينه، ولكن التقطير سيزيل المثبط.

2.15.2. معالجة

- تجنب الاحتكاك والطحن وجميع أشكال التأثير بالقرب من البيروكسيدات، وخاصة البيروكسيدات الصلبة. لا تستخدم العبوات الزجاجية ذات الأغطية اللولبية أو السدادات الزجاجية. يمكن استخدام حاويات البولي إيثيلين ذات الأسطح اللولبية.
- تخزين البيروكسيدات في أدنى درجة حرارة ممكنة تتوافق مع ذوبانها أو نقطة التجمد لتقليل معدل التحلل. لا تقم بتخزينها عند أو أقل من درجة الحرارة التي يتجمد فيها البيروكسيد أو يترسب لأن البيروكسيدات في هذه الأشكال حساسة للغاية للصدمة والحرارة.
- تخزين جميع المركبات القابلة للأكسدة في أوعية مغلقة بإحكام وغير منفذة للهواء ومقاومة للضوء، بعيداً عن الضوء والحرارة وأشعة الشمس المباشرة ومصادر الاشتعال والمؤكسدات والعوامل المؤكسدة. قد يكون من المستحسن التخزين تحت النيتروجين في بعض الحالات.
- لا تستخدم الملاعق المعدنية للتعامل مع البيروكسيدات لأن التلوث المعدني يمكن أن يؤدي إلى تحلل متفجر. يمكن لقضبان التحريك المغناطيسية إدخال الحديد عن غير قصد، مما قد يؤدي إلى تفاعل انفجاري للبيروكسيدات. يمكن استخدام ملاعق التفلون أو السيراميك أو الخشب وشفرات التحريك إذا كان من المعروف أن المادة ليست حساسة للصدمات.
- لا تسمح لهذه المركبات بالتبخر إلى ما يقرب من الجفاف ما لم يتم إثبات عدم وجود البيروكسيدات.

- شراء صانعات البيروكسيد مع المثبطات المضافة من قبل الشركة المصنعة عندما يكون ذلك ممكنا.
- بالنسبة لمركبات تكوين البيروكسيد، قم بوضع علامة على تاريخ الاستلام والفتح على الحاوية وتخلص منها خلال الإطار الزمني المدرج في الجدول أعلاه (أو حسب تاريخ انتهاء الصلاحية الخاص بالشركة المصنعة، إذا كان مدرجًا على الحاوية).

2.15.3. التخلص

يجب جمع الأكاسيد الفوقية العضوية أو مركبات تكوين البيروكسيد كنفايات خطرة.

2.16. مركبات الاشتعال

2.16.1. ملخص

المركبات القابلة للاشتعال هي مواد كيميائية، حتى بكميات صغيرة، تكون عرضة للاشتعال في غضون خمس دقائق بعد ملامستها للهواء.

2.16.2. تخزين

ينبغي تخزين المواد الكيميائية القابلة للاشتعال تحت جو من الغاز الخامل أو تحت الكيروسين حسب الاقتضاء. لا تقم بتخزين المواد الكيميائية القابلة للاشتعال مع مواد قابلة للاشتعال أو في خزانة تخزين السوائل القابلة للاشتعال. قم بتخزين هذه المواد بعيدًا عن مصادر الاشتعال. التقليل من كميات المواد الكيميائية القابلة للاشتعال المخزنة في المختبر.

لا تقم أبدًا بإعادة المواد الكيميائية الزائدة إلى الحاوية الأصلية. قد تدخل كميات صغيرة من الشوائب إلى الحاوية، مما قد يتسبب في نشوب حريق أو انفجار.

2.16.3. التخلص

لا تقم أبدًا بإعادة المواد الكيميائية الزائدة إلى الحاوية الأصلية. قد تدخل كميات صغيرة من الشوائب إلى الحاوية، مما قد يتسبب في نشوب حريق أو انفجار. لا ينبغي أبدًا فتح الحاوية التي تحتوي على أي مادة متبقية في الجو. حاول استخدام الكاشف بأكمله في تفاعلك الكيميائي. إذا كانت هناك مواد غير مستخدمة وغير مرغوب فيها متبقية، ضع الزجاجة في حاوية ثانوية

الحاوية (ويفضل أن تكون الأصلية المقدمة من قبل الشركة المصنعة) في منطقة تراكم الأقمار الصناعية للتخلص منها من قبل مقاول مرخص وإخطار مشرف المختبرS للتخلص منها.

3. مراقبة التعرض للمواد الكيميائية

يمكن لمستخدمي المختبر استخدام مواد متنوعة يحتمل أن تكون خطرة على أساس يومي. وينبغي تطبيق تدابير الصحة والسلامة المخبرية المناسبة والضوابط الهندسية من أجل الاستخدام الآمن لهذه المواد. وفي بعض الحالات، يلزم التحقق من فعالية ممارسات العمل والضوابط الهندسية في الحد من التعرض للمواد الكيميائية الخطرة.

مراقبة التعرض هي تحديد تركيز المواد الخطرة المحمولة جواً في بيئة العمل. تتم مقارنة بيانات مراقبة التعرض مع إرشادات التعرض للمعايير الدولية الحالية وغالبًا ما تُستخدم لتقديم توصيات بشأن الضوابط الهندسية وممارسات العمل ومعدات الحماية الشخصية.

4. تسرب مادة كيميائية

يجب أن يتمكن كل مختبر من الوصول إلى مواد التحكم في انسكاب المواد الكيميائية المستخدمة في مختبره. يمكن العثور على مجموعات أدوات الانسكاب الكيميائي للاستخدام العام المجهزة بوسادات الانسكابات وأكياس النفايات والمواد الماصة السائبة ومعدات الحماية الشخصية في مجموعات أدوات الانسكاب الكيميائي.

إذا كان مختبرك يستخدم حمض الهيدروفلوريك (HF)، فاحتفظ بمخزون من مواد التحكم في الانسكاب المصممة خصيصًا لحمض الهيدروفلوريك.

إذا كان مختبرك يستخدم الزئبق أو معدات تحتوي على الزئبق، فاحتفظ ببعض المساحيق أو الإسفنجات التي تمتص الزئبق أو المواد المماثلة في متناول اليد. النظر في استبدال المعدات المحتوية على الزئبق ببدائل خالية من الزئبق.

الوقاية

يمكن أن تساعد الممارسات التالية في منع الانسكابات أو تقليل انتشار الانسكابات:

- ضع حاويات المواد الكيميائية الخطرة في حاوية ثانوية مثل صينية أو دلو أو حوض أو حوض بلاستيكي.
- قم بتبطين أسطح العمل بورق ماص.

- نقل المواد الكيميائية عبر المبنى على عربات ذات شفاه لمنع الحاوية من الانزلاق.
- استخدم الناقلات الكيميائية عند حمل المواد الكيميائية عبر الممرات.

4.1. إجراءات تنظيف الانسكاب

الاستجابة للانسكاب وإجراءات التنظيف

في حالة حدوث انسكاب مادة كيميائية، يكون الشخص (الأفراد) الذي تسبب في الانسكاب مسؤولاً عن التنظيف الفوري والسليم. وتقع على عاتقهم أيضًا مسؤولية توفير معدات التحكم في الانسكابات والحماية الشخصية المناسبة للمواد الكيميائية التي يتم التعامل معها بسهولة.

فيما يلي إرشادات عامة يجب اتباعها عند حدوث انسكاب كيميائي.

- تنبيه شاغلي المنطقة والمشرف على الفور، وإخلاء المنطقة، إذا لزم الأمر.
- إذا كان هناك حريق أو كانت هناك حاجة إلى رعاية طبية، اتصل بـ مشرف المختبر.
- الاهتمام بأي شخص قد يكون ملوثًا. ويجب خلع الملابس الملوثة فوراً وشطف الجلد بالماء لمدة لا تقل عن خمس عشرة دقيقة. يجب غسل الملابس قبل إعادة استخدامها.
- في حالة انسكاب مادة متطايرة وقابلة للاشتعال يجب إنذار الجميع فوراً والسيطرة على مصادر الاشتعال وتهوية المنطقة.
- استخدام معدات الحماية الشخصية بما يتناسب مع المخاطر. ارجع إلى SDS أو المراجع الأخرى للحصول على معلومات.
- النظر في الحاجة إلى حماية الجهاز التنفسي. يتطلب استخدام جهاز التنفس الصناعي أو جهاز التنفس المستقل تدريبًا متخصصًا ومراقبة طبية. لا تدخل أبدًا إلى أجواء ملوثة دون حماية أو تستخدم جهاز التنفس الصناعي دون تدريب. إذا كانت هناك حاجة إلى حماية الجهاز التنفسي وعدم توفر موظفين مدربين، فاتصل بـ مشرف المختبر. في حالة استخدام حماية الجهاز التنفسي، تأكد من وجود شخص آخر خارج منطقة الانسكاب في حالة الاتصال، في حالة الطوارئ. إذا لم يكن هناك أحد، اتصل بـ مشرف المختبرS.
- باستخدام الرسم البياني أدناه، حدد مدى ونوع الانسكاب. إذا كان الانسكاب كبيرًا، أو إذا كان هناك تسرب إلى البيئة، أو إذا لم يكن هناك أحد على دراية بتنظيف الانسكاب، فاتصل بـ مشرف المختبر.
- حماية مصارف الأرضيات أو غيرها من وسائل الإطلاق البيئي. يمكن وضع الجوارب المسكوبة والمواد الماصة حول المصارف، حسب الحاجة.

- احتواء الانسكاب وتنظيفه وفقًا للجدول 8.2 أدناه. ينبغي توزيع مواد التحكم في الانسكاب السائبة على منطقة الانسكاب بأكملها، بحيث تعمل من الخارج، وتدور بشكل دائري إلى الداخل. وهذا يقلل من فرصة تناثر المادة الكيميائية المنسكبة أو انتشارها. لا تعمل المواد الماصة السائبة والعديد من وسائد الانسكاب مع حمض الهيدروفلوريك. تحتوي العديد من معادلات الأحماض أو القواعد على مؤشر تغير اللون ليظهر عند اكتمال المعادلة.
- عندما يتم امتصاص المواد المنسكبة، استخدم فرشاة ومغرفة لوضع المواد في حاوية مناسبة. يمكن استخدام أكياس البولي إيثيلين في الانسكابات الصغيرة. قد تكون دلاء سعة 20 لترًا أو براميل سعة 75 لترًا مع بطانات البولي إيثيلين مناسبة للكميات الأكبر.
- أكمل ملصق النفايات الخطرة، مع تحديد المادة ولصقها على الحاوية. ربما يلزم التخلص من مواد التحكم في الانسكاب باعتبارها نفايات خطرة. اتصل بـ مشرف المختبر للحصول على المشورة بشأن التخزين والتعبئة للتخلص منها.
- قم بتطهير السطح الذي حدث فيه الانسكاب باستخدام منظف معتدل وماء، عند الاقتضاء.
- الإبلاغ عن جميع الانسكابات إلى المشرف.

الجدول 3.1 احتواء الانسكابات والتنظيف

الفئة	الكمية	الاستجابة	مواد المعالجة
صغير	ما يصل إلى 300 مل	المعالجة الكيميائية / الامتصاص	مجموعة انسكابات المعادلة أو الامتصاص
وسط	300 مل – 2.5 لتر	استيعاب	مجموعة انسكاب الامتصاص
كبير	أكثر من 2.5 لتر	الاتصال بـ	مساعدة خارجية

* هذا الجدول بمثابة توجيه عام فقط. يجب أن تتم عمليات انسكاب المواد شديدة الخطورة أو غير المعروفة فقط من قبل مستخدمين مدربين، ويجب اتباع توجيهات SDS.

4.2. تطوير خطة الاستجابة للانسكاب

ينبغي لإجراءات الاستجابة الفعالة للتسرب أن تأخذ في الاعتبار جميع العناصر المذكورة أدناه. وبطبيعة الحال، سيعتمد مدى تعقيد الخطة وتفاصيلها على الخصائص الفيزيائية وحجم المواد التي يتم التعامل معها، وسميتها المحتملة، واحتمال إطلاقها في البيئة.

- مراجعة قواعد بيانات السلامة (SDS) أو المراجع الأخرى للطرق والمواد الموصى بها لتنظيف الانسكابات، والحاجة إلى معدات الحماية الشخصية (مثل جهاز التنفس الصناعي والقفازات والملابس الواقية، وما إلى ذلك)
- الحصول على كميات وأنواع كافية من مواد التحكم في الانسكابات المناسبة لاحتواء أي انسكابات يمكن توقعها بشكل معقول. وينبغي أيضًا مراجعة الحاجة إلى معدات لتفريق وجمع واحتواء مواد التحكم في الانسكاب (مثل الفرش والمجارف والحاويات القابلة للغلق وما إلى ذلك).
- الحصول على معدات الحماية الشخصية الموصى بها والتدريب على استخدامها السليم.
- وضع مواد التحكم في الانسكاب ومعدات الحماية في مكان يسهل الوصول إليه داخل المختبر أو بالقرب منه مباشرة.

تطوير خطة الاستجابة للتسرب والتي تشمل:

- أسماء وأرقام هواتف الأفراد الذين سيتم الاتصال بهم في حالة حدوث تسرب.
- خطط الإخلاء للغرفة أو المبنى حسب الاقتضاء.
- تعليمات لاحتواء المواد المنسكبة، بما في ذلك الإطلاقات المحتملة إلى البيئة (على سبيل المثال، حماية المصارف الأرضية).
- جرد مواد التحكم في الانسكاب ومعدات الحماية الشخصية.
- وسائل التخلص السليم من مواد التنظيف (في معظم الحالات، كنفايات خطرة) بما في ذلك الأدوات والملابس الملوثة.
- تطهير المنطقة بعد التنظيف.
- مناقشة خطط الاستجابة للتسرب مع جميع الموظفين في المنطقة.

5. سلامة الغاز المضغوط

5.1. لغازات المضغوطة

يمكن أن تكون الغازات المضغوطة سامة، وقابلة للاشتعال، ومؤكسدة، ومسببة للتآكل، وخاملة، أو قد تحتوي على مزيج من هذه المخاطر. إلى جانب مخاطرها الكيميائية، فإن الغازات المضغوطة تكون مضغوطة إلى حد ما. إن كمية الطاقة الموجودة في أسطوانة الغاز المضغوطة تجعلها صاروخًا محتملًا. من الأهمية بمكان التعامل مع أسطوانات الغاز المضغوط واستخدامها بشكل مناسب.

5.2. المخاطر

يجب مراعاة المخاطر التالية أثناء التعامل مع الغازات المضغوطة والعمل معها:

- الاختناق: وهو من أهم المخاطر المرتبطة بالغازات الخاملة. قد تتسرب هذه الغازات بسهولة إلى الغلاف الجوي وتقلل بسرعة كمية الأكسجين إلى أقل من الحد الأدنى لتركيز الأكسجين اللازم للتنفس البشري. نظرًا لأنها عديمة اللون والرائحة، فمن الصعب اكتشاف التسرب. يجب دائمًا حمل معدات مراقبة مستوى الأكسجين أثناء العمل بالغازات الخاملة في المناطق المغلقة.
- الحريق والانفجار: وهذا هو أهم المخاطر المرتبطة بالغازات القابلة للاشتعال مثل الأكسجين والمؤكسدات. يمكن للكهرباء الساكنة أو مصدر الحرارة مثل اللهب أو الجسم الساخن أن يشعل الغازات القابلة للاشتعال. على الرغم من أن الأكسجين أو العامل المؤكسد لا يحترق، إلا أنهما يبدءان تفاعل الاحتراق مع المواد العضوية. ويتعزز معدل تفاعل الاحتراق هذا مع زيادة كمية المؤكسدات في وسط التفاعل. بالإضافة إلى ذلك، قد تحترق المواد غير القابلة للاشتعال أيضًا في وسط غني بالأكسجين.
- الحروق الكيميائية: يمكن للغازات المسببة للتآكل أن تهاجم مواد مختلفة كيميائيًا، بما في ذلك الملابس المقاومة للحريق. وقد تدمر بسرعة أنسجة الجلد والعين. قد تصبح بعض المواد الغازية التي تكون عادةً غير قابلة للتآكل خطيرة للغاية في وجود الرطوبة، حتى ولو بكمية صغيرة جدًا.
- التسمم الكيميائي: وهو من أهم المخاطر المرتبطة بالغازات السامة. إن التعرض لهذه الغازات لفترة قصيرة قد يؤدي إلى إصابات خطيرة بالتسمم، حتى ولو بتركيزات صغيرة جدًا. قد لا تكون أعراض التعرض حادة، ومن المرجح أن تظهر الأعراض المتأخرة.
- الضغط العالي: بما أن حاويات/أسطوانات الغازات المضغوطة تكون في مستويات ضغط عالية، فمن المحتمل أن تكون خطرة. قد يؤدي الإطلاق المفاجئ للغاز المضغوط، عن طريق دفع أسطوانة أو ضرب خط، إلى حدوث عدة إصابات.
- وزن الأسطوانة: قد يزيد وزن الأسطوانة كاملة الحجم عن 58 كجم. قد تؤدي الحركة اليدوية للأسطوانة، بما في ذلك السقوط والسحب، إلى حدوث إصابات في الظهر أو الحبل الشوكي أو العضلات.

5.3. احتياطات التعامل

- لا تقم بإسقاط أو سحب أو تحريك الأسطوانات. وحتى بالنسبة للمسافات القصيرة، يجب استخدام شاحنة يدوية مناسبة أو عربة مجهزة بسلسلة ويجب ربط الأسطوانات بالحزام لتثبيت الأسطوانة بالعربة.
- لا تسمح للأسطوانات أن تضرب بعضها البعض بعنف. ليس المقصود من الأسطوانات أن تستخدم كبكرات لنقل المواد أو المعدات الأخرى.
- تعمل أغطية الأسطوانات على حماية الصمام الموجود أعلى الأسطوانة من التلف، لذا يجب الاحتفاظ بها على الأسطوانة حتى يتم تأمينها وتركيب المنظم. يمكن أن يتم التثبيت على الحائط أو المقعد أو عن طريق وضعه في حامل أسطوانة.
- عدم العبث بأجهزة تخفيف الضغط في الصمامات أو الأسطوانات.
- يجب استخدام المفاتيح أو الأدوات المقدمة من مورد الأسطوانة فقط لإزالة غطاء الأسطوانة أو لفتح الصمام. لا تستخدم مفك البراغي أو كماشة.
- في حالة عدم استخدام الأسطوانة، أبق صمام الأسطوانة مغلقًا طوال الوقت.
- ضع الأسطوانات في وضع يسهل الوصول إلى صمام الأسطوانة.
- يجب استخدام الغازات المضغوطة فقط في المناطق جيدة التهوية. يجب الاحتفاظ بالغازات السامة والقابلة للاشتعال والمسببة للتآكل في غطاء المحرك أو خزانة الغاز والتعامل معها بعناية. يجب أن تكون أنظمة الاحتواء مناسبة للاستخدام ويجب الاحتفاظ بالكمية الضرورية فقط من هذه المنتجات في منطقة العمل.
- يجب استخدام مصيدة أو صمام فحص مناسب عند تفريغ الغاز في السائل لمنع السائل من الهروب مرة أخرى إلى الأسطوانة أو المنظم.
- قم بتسمية خطوط الغاز في حالة استخدام أكثر من نوع واحد من الغاز. وهذا مهم بشكل خاص عندما لا يكون مصدر الغاز في نفس الغرفة أو المنطقة التي تتم فيها العملية باستخدام الغازات.
- لا تستخدم صمام الأسطوانة نفسه للتحكم في التدفق عن طريق ضبط الضغط.

5.4. تخزين اسطوانات الغاز المضغوط

- قم بتثبيت جميع الأسطوانات على الحائط أو المقعد أو الدعم الثابت عبر سلسلة أو حزام يوضع على مسافة 3/2 من الطريق للأعلى. كبديل للأشرطة، يمكن استخدام حوامل الأسطوانة.

- إبقاء الاسطوانات مربوطة بشكل فردي.
- لا يجوز تخزين الأسطوانات الممتلئة والفارغة معًا.
- تخزين المؤكسدات والغازات القابلة للاشتعال في مناطق منفصلة لا تقل عن 6 م. بواسطة جدار غير قابل للاشتعال.
- لا تقم بتخزين الأسطوانات بالقرب من مصادر الحرارة بما في ذلك المشعاعات. حماية الأسطوانات من التغيرات الجوية إذا قمت بتخزين الأسطوانات في الخارج وعلى أرض رطبة لمنع التآكل.
- يجب عدم تعريض الأسطوانات لدرجات حرارة أعلى من 51 درجة مئوية. لا تسمح أبدا للهب
- تتلامس مع أي جزء من أسطوانة الغاز المضغوط.
- لا يجوز وضع الأسطوانات في مكان قد تصبح فيه جزءاً من الدائرة الكهربائية.
- يجب الاحتفاظ بالحد الأدنى لعدد الأسطوانات في المختبر لتقليل مخاطر الحريق ومخاطر السمية.
- يجب وضع علامة واضحة على محتويات الأسطوانة بشكل صحيح وبارز.
- لا تضع أسطوانات الأسيتيلين على جانبها أبدًا.

5.5. استخدام اسطوانات الغاز المضغوط

يجب قراءة SDSs، بالإضافة إلى معلومات الملصق، الخاصة بالغاز المستخدم بعناية قبل الاستخدام. تهدف وصلات مخرج صمام الأسطوانة إلى منع اختلاط الغازات غير المتوافقة. تختلف خيوط المخرج في القطر، أي أن بعضها داخلي وبعضها خارجي وبعضها أيمن وبعضها أعسر. تستخدم الخيوط اليمنى بشكل عام لغازات الوقود. اتبع الخطوات أدناه لإعداد الأسطوانة واستخدامها:

- يجب ربط منظمات مغلقة بالأسطوانات. لا تفتح صمام الأسطوانة ما لم يكن المنظم مغلقًا تمامًا. لاحظ أن الهيئات التنظيمية خاصة بالغاز؛ ولذلك يتم ربطها بسهولة بأسطوانات الغاز المناسبة. لا تجبر الخيوط على ربط المنظم بالأسطوانة. لا تجبر المنظم على التثبيت إذا كان مدخله لا يتناسب مع مخرج الأسطوانة. إذا كان الملاءمة سيئة، فهذا يشير إلى أن المنظم غير مخصص لتركيب أسطوانة الغاز.
- تحويل ضغط التسليم عن طريق ضبط المسمار عكس اتجاه عقارب الساعة حتى يدور بحرية يمنع تدفق الغاز غير المقصود إلى المنظم.
- افتح الأسطوانة ببطء حتى يسجل مقياس الدخول الموجود على المنظم ضغط الأسطوانة. قد يتسرب صمام الأسطوانة إذا كانت قراءة الضغط أقل من المتوقع.

- أدر برغي ضبط ضغط التسليم في اتجاه عقارب الساعة حتى يتم الوصول إلى ضغط التوصيل المطلوب أثناء إغلاق صمام التحكم في التدفق عند مخرج المنظم.
- استخدم محلول سنوب أو صابون لاكتشاف التسرب. بدلاً من الصابون، يجب استخدام خليط من الجلسرين والماء، مثل سنوب، للتحقق من التسربات عند درجة حرارة التجمد أو أقل منها. لا تستخدم اللهب المكشوف للتحقق من التسرب.
- أغلق صمام الأسطوانة وحرر ضغط المنظم عند الانتهاء من استخدام حاويات الغاز المضغوط.

5.6. تجميع المعدات والأنابيب

- لا ينبغي أبدًا فرض الخيوط إذا لم تكن مناسبة تمامًا.
- يجب استخدام شريط تفلون أو مادة تشحيم خيطية للتجميع. استخدم شريط التيفلون فقط لخيوط الأنابيب المدببة، فهو غير مخصص للاستخدام في الخطوط المستقيمة أو الاتصالات من المعدن إلى المعدن.
- بما أن النحاس يتصلب ويتشقق مع الثني المتكرر، فلا تقم بثني الأنابيب النحاسية بشكل حاد.
- فحص الأنابيب بشكل متكرر واستبدالها عند الضرورة.
- نظرًا لأن أنابيب Tygon والأنابيب البلاستيكية قد تفشل بسهولة تحت الضغط أو الإجهاد الحراري، فهي غير مناسبة لمعظم أعمال الضغط.
- يجب أن تكون العلامات التجارية وأنواع تجهيزات الأنابيب هي نفسها. أجزاء البناء عادة ما تكون غير قابلة للتبديل؛ لذلك لا تخلط بين العلامات التجارية والأنواع المختلفة.
- لا تستخدم أبدًا الزيوت أو مواد التشحيم على المعدات المستخدمة مع الأكسجين.
- لا تستخدم أبدًا الأنابيب النحاسية للأسيتيلين.
- لا تستخدم أبدًا أنابيب الحديد الزهر لنقل الكلور.

5.7. تسرب الاسطوانات

يحدث التسرب عادةً في الصمام المتصل بالأسطوانة وقد ينشأ عادةً من فشل خيوط الصمام، أو جذع الصمام، أو مخرج الصمام، أو أجهزة تخفيف الضغط. اتصل بمشرف المختبر او مشرف السلامة في المختبرات في حالة ضرورة إصلاح الأسطوانة المتسربة.

يمكن اتخاذ الإجراء التالي إذا لم يكن هناك خطر التعرض الخطير لمستخدمي المختبر:

- انقل الأسطوانة إلى منطقة معزولة جيدة التهوية (بعيداً عن المواد القابلة للاحتراق خاصة إذا كانت الأسطوانة تحتوي على غاز قابل للاشتعال أو مؤكسد).
- الاتصال بـ مشرف المختبر او مشرف السلامة في المختبرات.
- قم بإخلاء المنطقة واتصل بالأمن على الفور إذا كان هناك تسرب كبير أو لا يمكن السيطرة عليه

5.8. الاسطوانات الفارغة

- عند إفراغ الأسطوانة، يجب إزالة المنظم واستبدال غطاء الأسطوانة.
- يجب وضع ملصق على الأسطوانة الفارغة وتخزينها في منطقة مخصصة لإعادتها إلى المورد.
- لا يجوز تخزين الأسطوانات الممتلئة والفارغة معًا.
- قد يحدث تدفق عكسي عند توصيل أسطوانة فارغة بنظام مضغوط. لذلك، لا ينبغي توصيل الأسطوانات الممتلئة والفارغة بنفس المشعب.
- لا ينبغي ملء الاسطوانات الفارغة. إن مورد الأسطوانة هو المسؤول الوحيد عن إعادة تعبئة الغازات.
- لا ينبغي أبدًا تفريغ أسطوانات الغاز المضغوط إلى ضغط أقل من 25 رطل لكل بوصة مربعة (172 كيلو باسكال). قد تصبح المحتويات المتبقية ملوثة بالهواء.
- يجب دائمًا إعادة زجاجات المحاضرات إلى الموزع أو الشركة المصنعة على الفور عندما لا تكون هناك حاجة إليها. لا تشتري زجاجات المحاضرات التي لا يمكن إرجاعها.

5.9. الغازات القابلة للاشتعال

- يجب إبعاد أي مصدر محتمل للإشعال عن الأسطوانات.
- تخزين المؤكسدات والغازات القابلة للاشتعال في مناطق منفصلة بمسافة لا تقل عن 6 أمتار بجدار غير قابل للاشتعال.
- يجب ربط جميع الأسطوانات والخطوط والمعدات المستخدمة مع الغازات المضغوطة القابلة للاشتعال وتأريضها.

5.10. غازات شديدة السمية

تمتلك الغازات شديدة السمية مخاطر جسيمة ومخاطر صحية في حالة حدوث تسرب. يجب اتخاذ الاحتياطات الإضافية التالية عند التعامل مع الغازات شديدة السمية أو التعامل معها:

- يجب تخزين الغازات شديدة السمية واستخدامها فقط في خزانة غاز جيدة التهوية أو في غطاء الدخان.
- استخدام الأنابيب المحورية (مزدوجة الجدران) مع النيتروجين بين الجدران لخطوط التغذية التي تعمل فوق الضغط الجوي.
- لتجنب فقدان الضغط المفاجئ في خط الإمداد، يجب أن تكون المنظمات مجهزة بإغلاق تلقائي لإيقاف إمداد الغاز.
- لإجراء فحص روتيني للتسربات، يجب تركيب نظام إنذار ذو خصائص تحذيرية مناسبة ويجب ضبط مستوى الإنذار على مستوى أقل من أو يساوي حدود التعرض المسموح بها للغاز.
- لتركيب أو تغيير الغازات شديدة السمية، قد يكون من الضروري وجود جهاز تنفس مستقل (SCBA).
- تسمية منطقة التخزين والاستخدام بأنها "منطقة مخصصة للغازات شديدة السمية".

5.11. الغازات التي تتطلب معالجة خاصة

تمثل الغازات التالية مخاطر خاصة إما بسبب سميتها أو خصائصها الفيزيائية.

5.11.1. نظرة عامة على الأسيتيلين

الأسيتيلين المضغوط شديد الاشتعال وقد يتعرض للاحتراق التلقائي عند ملامسته للهواء عند مستويات ضغط أعلى من 15 رطل لكل بوصة مربعة. إذا تم إطلاق الأسيتيلين في الهواء في منطقة محصورة، فقد يسبب الاختناق. تحتوي أسطوانات الأسيتيلين على الأسيتون، لأن الأسيتيلين حساس للصدمات وينفجر بسرعة أعلى من 30 رطل لكل بوصة مربعة. وبما أن الأسيتون والمواد الرابطة قد يتم إزاحتها، فلا ينبغي أبدًا وضع أسطوانات الأسيتيلين على جوانبها. قد يؤدي هذا إلى تفاعل بلمرة بالداخل وقد يتم أيضًا إطلاق الأسيتون إلى المنظم.

- إجراءات الطوارئ

في حالة ملامسة الجلد: من غير المحتمل حدوث تأثيرات جلدية. قد يحدث تهيج عند ملامسة الأسيتيلين السائل عند التعرض المتكرر. يجب غسل المنطقة (المناطق) المتضررة بالصابون والماء الدافئ. وينبغي للمرء أن يطلب الرعاية الطبية في حالة حدوث تهيج.

في حالة ملامسة العين: نظرًا لأن الأسيتيلين يكون غازيًا في درجة حرارة الغرفة، فإن هذا التأثير ليس طريقًا محتملاً للتعرض. قد يؤدي ملامسة الأسيتيلين السائل للعين إلى تهيج مؤقت. وفي هذه الحالة يجب غسل العيون بالماء لمدة 15 دقيقة على الأقل. قد يتم طلب العناية الطبية إذا لزم الأمر.

في حالة الاستنشاق: يسبب الأسيتيلين اختناقاً، وفي التراكيز العالية قد يسبب آثاراً مخدرة. وينبغي مساعدة الضحايا في منطقة غير ملوثة بالهواء النقي.

في حالة الابتلاع: نظرًا لأن الأسيتيلين يكون غازيًا في درجة حرارة الغرفة، فإن هذا التأثير ليس طريقًا محتملاً للتعرض.

- معالجة

يتم شحن الأسيتيلين في أسطوانة معبأة بمادة مسامية ومذيب مثل الأسيتون. عند فتح صمام أسطوانة الأسيتيلين المشحونة، يخرج الأسيتيلين من المحلول ويمر في الحالة الغازية. يعد فحص قوابس المصهر في الجزء العلوي والسفلي من أسطوانة الأسيتيلين للكشف عن فقدان المذيب أمرًا في غاية الأهمية عند التعامل معه. يجب أن يبقى أي مصدر اشتعال بعيدا عن منطقة التخزين. انقل الأسطوانة إلى مكان مفتوح وابتعد عن مصادر الخطر إذا حدث التسرب بسبب التعامل غير الصحيح أو أي أحداث أخرى. وفي هذه الحالة، ينبغي أيضًا وضع علامة على الأسطوانة بأنها "تسرب غاز قابل للاشتعال".

- تخزين

لا ينبغي أبدًا وضع أسطوانات الأسيتيلين على جانبها. ضع الأسطوانة في وضع مستقيم بعناية إذا انقلبت أسطوانة الأسيتيلين وتم تخزينها على جانبها ولا تستخدمها حتى يستقر السائل في القاع. القاعدة الأساسية هي عدم استخدام الأسطوانة لمدة تصل إلى 24 ساعة مثل وضعها أفقيًا.

- التخلص

يجب إعادة أسطوانات الأسيتيلين إلى موزع الغاز المضغوط عند إفراغها أو عدم استخدامها.

5.11.2. نظرة عامة على الأكسجين

الأكسجين هو مؤكسد قوي ويسرع بسرعة الاحتراق التلقائي للعديد من المواد العضوية. نظرًا لوجود خطر حدوث انفجار خطير عند ملامسة الأكسجين عالي الضغط مع الزيت، يجب التعامل مع أسطوانات الأكسجين بحذر شديد. لا ينبغي أبدًا استخدام الزيت أو الشحوم في التوصيلات بأسطوانة الأكسجين أو خط الغاز الذي يحمل الأكسجين. يجب تخزين الأكسجين بشكل منفصل عن كافة المواد القابلة للاشتعال لعدم توافقه معها.

- إجراءات الطوارئ

غاز الأكسجين المخصص للاستخدام المختبري غير سام. من ناحية أخرى، الأكسجين السائل مبرد وقد يسبب تلف الأنسجة عند تعرضه للجلد.

- معالجة

لا ينبغي أبدًا السماح للزيوت والشحوم وغيرها من المواد القابلة للاشتعال بالتلامس مع أي جزء من حاويات الأكسجين؛ الأسطوانات، والصمامات، والمنظمين والتجهيزات. نظرًا لأن المعدات الهوائية تحتوي عادةً على مواد تشحيم قابلة للاشتعال، فلا ينبغي استخدام الأكسجين كبديل للهواء المضغوط في المعدات الهوائية. هناك خطر الانفجار عند ملامسة الأكسجين السائل للعديد من المواد العضوية.

- تخزين

يجب الحفاظ على مسافة 6 أمتار أو جدار غير قابل للاشتعال مع مقاومة للحريق لمدة ساعة على الأقل بين أسطوانة الأكسجين والغازات القابلة للاشتعال أو أي مادة قابلة للاشتعال.

- التخلص

عند إفراغ أسطوانات الأكسجين أو عدم استخدامها، يجب إرجاعها إلى موزع الغاز المضغوط.

6. مواد كيميائية مسرطنة وإنجابية وعالية السمية

6.1. السموم الإنجابية والمواد الكيميائية شديدة السمية

يتم تعريف المواد المسرطنة على أنها سموم تناسلية ومواد ذات سمية حادة عالية كمواد خطرة بشكل خاص (PHS). يحتاج مستخدمو المختبر الذين يتعاملون مع المواد المسرطنة ويعملون معها إلى اتخاذ احتياطات إضافية إلى جانب التعامل مع المواد السامة. تختلف المواد المسرطنة في متطلبات الجرعة لإنتاج ورم في حيوانات المختبر. بالإضافة إلى ذلك، هناك معيار محدود لمقارنة التأثير المسرطن بين الإنسان والحيوان. ومع ذلك، يجب اعتبار أي مادة كيميائية تؤدي إلى ورم خبيث في حيوانات المختبر بمثابة خطر محتمل على صحة الإنسان ويتم التعامل معها وفقًا لذلك. يجب على جميع مستخدمي المختبر الذين هم على اتصال بهذا النوع من المواد الكيميائية أن يكونوا على دراية بالمخاطر إلى أقصى حد.

قامت الوكالة الدولية لأبحاث السرطان التابعة لمنظمة الصحة العالمية (WHO-IARC) بتصنيف المواد المسرطنة إلى ثلاث مجموعات على النحو التالي:

1. الفئة 1 المواد المسرطنة البشرية. وتوجد أدلة كافية لإقامة علاقة سببية بين تعرض الإنسان لهذه العوامل وتطور الأورام.

2. الفئة 2 المواد المسـرطنة البشـرية المحتملة. تشـير الأدلة، المرتبطة عادةً بالدراسـات طويلة المدى على الحيوانات، إلى أن تعرض الإنسان قد يؤدي إلى تطور الأورام.
3. الفئة 3 المواد التي يشـتبه في أن لها قدرة مسـرطنة لدى البشـر. في هذه الحالات، هناك أدلة محدودة من الدراسـات الحيوانية والوبائية تشير إلى وجود خطر.

التعرض للمواد الكيميائية المسببة للسرطان يمكن أن ينتج عن ما يلي:

- قد يتم امتصاص المواد المسرطنة من خلال الجهاز التنفسي عن طريق استنشاق الغبار أو البخار أو كليهما.
- قد يتم امتصـاص المواد المسـرطنة من خلال ملامسـة الجلد للانسـكابات أو الرذاذ، أو من خلال ملامسـة الملابس والمقاعد والأجهزة والأرضيات الملوثة.
- قد يتم امتصاص المواد المسرطنة عن طريق تناول الأطعمة الملوثة. لا يتم الماصة عن طريق الفم أبدًا.
- قد يتم امتصاص المواد المسرطنة من خلال أغشية العين عند ملامستها للغبار أو البخار أو الرذاذ.

يجب أن تكون هناك منطقة مخصصة في المختبر للعمل بالمواد المسرطنة. ويجب غسل اليدين جيداً قبل وبعد الاستخدام. في هذه المنطقة المعينة، يجب اتخاذ العديد من الاحتياطات الإضافية:

- العمل دائمًا تحت غطاء الدخان. يجب أن يكون تدفق الهواء لغطاء الدخان هذا 0.60 م/ث على الأقل. لا ينبغي إرجاع عادم غطاء الدخان إلى المختبر. يجب أيضًا تفريغ العادم بشكل منفصل عن الآخرين لأنه قد يخلق مخاطر إضافية.
- يجب أن يكون سطح طاولة العمل الخاصة بالمواد المسرطنة غير ماص بحيث يمكن تنظيف أي انسكاب بسهولة.
- قم دائمًا بارتداء الملابس الواقية الكاملة بما في ذلك؛
- مطاط، PVC أو قفازات البوليثين القابل للتصرف.
- معاطف المختبر ذات الأزرار أو يفضل أن تكون ملفوفة حول العباءات، والتي يتم ربطها من الخلف.
- نظارات السلامة المعملية، أو درع الأمان لكامل الوجه في حالة وجود احتمالية حدوث رذاذ.
- جهاز تنفس معتمد مزود بخرطوشة بخار جسيمية مناسبة.

6.2. العلاج

في حالة ملامسة العين أو الجلد لمادة كيميائية مسرطنة، يجب غسل الجزء المصاب من الجسم فوراً بالماء البارد لمدة 15 دقيقة على الأقل. يعمل الماء الساخن على تسريع عملية الامتصاص، وقد يتسبب بخار الماء في استنشاق جزيئات كيميائية من خلال الجهاز التنفسي. يجب أن يستمر الغسيل حتى تتم إزالة جميع الأدلة المرئية على المادة الكيميائية. يجب استخدام دش الأمان إذا كانت منطقة الاحتواء كبيرة، ويجب تغيير جميع الملابس وغسلها بشكل منفصل عن أجهزة المختبر الأخرى.

يجب وضع علامات مناسبة على المواد المسرطنة وتخزينها في حاويات ذات غطاء لولبي مغلق. وينبغي فصلها عن المواد الكيميائية الأخرى. وينصح بشدة بإنشاء سجل لتسجيل استخدامها.

6.3. تدمير والتخلص من النفايات المسببة للسرطان

محلول ثاني كرومات الصوديوم في حامض الكبريتيك القوي (أي محلول حمض الكروميك) يدمر المركبات العضوية. يستغرق تنظيف جميع المركبات العضوية المتبقية من المواد يومًا أو يومين إذا كان المحلول محضرًا حديثًا. يمكن التخلص من حمض الكروميك المتبقي عن طريق الصرف عن طريق شطف كمية كبيرة من الماء.

يضاف محلول برمنجنات البوتاسيوم في الأسيتون إلى المواد المسرطنة التي تتأكسد بسهولة لإبطال مفعولها. وكبديل، يمكن استخدام هيبوكلوريت الصوديوم المائي المركز أو 50%.

يمكن تدمير النيوكليوفيلات مثل الماء وأيونات الهيدروكسيل والأمونيا والثيول والثيوكبريتات التي تعمل على تعطيل عوامل الألكلة أو الأريلات أو الأسيلات. يكون تفاعل الاستبدال النووي هذا أسهل إذا حدث في الإيثانول.

ينبغي إذابة الأفلوتوكسينات في الأسيتون وإضافتها إلى محلول هيبوكلوريت لتدمير أي 2،3– ثنائي كلوروأفلوتوكسين ب1.

محلول هيدروكسيد البوتاسيوم في الميثانول يعطل سيكلوفوسفاميد.

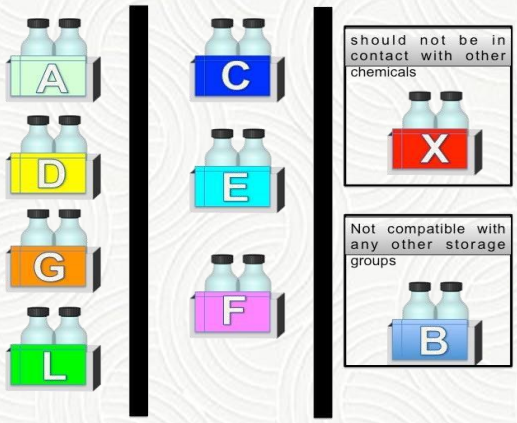
يمكن أكسدة الهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات بسهولة في خليط ثنائي كرومات الصوديوم وحمض الكبريتيك.

7. إرشادات تخزين المواد الكيميائية

- التأكد من أن جميع حاويات المواد الكيميائية الخطرة تحمل علامة صحيحة مع هوية المادة الكيميائية (المواد الكيميائية) الخطرة والتحذيرات المناسبة من المخاطر.

- فصل جميع المواد الكيميائية غير المتوافقة للتخزين السليم للمواد الكيميائية حسب فئة المخاطر. بمعنى آخر، قم بتخزين المواد الكيميائية معًا وبعيدًا عن مجموعات المواد الكيميائية الأخرى التي قد تسبب تفاعلات إذا تم خلطها.
- لا تقم بتخزين المواد الكيميائية حسب الترتيب الأبجدي إلا ضمن مجموعة من المواد الكيميائية المتوافقة.
- يجب تخزين المواد القابلة للاشتعال في خزانة أو غرفة تخزين مخصصة للمواد القابلة للاشتعال إذا تجاوز حجمها عشرة جالونات. أبقِ أبواب الخزانة مغلقة.
- يجب تخزين المواد الكيميائية في مستوى لا يتجاوز مستوى العين وألا تكون على الرف العلوي لوحدة التخزين. لا تفرط في الرفوف. يجب أن يكون لكل رف شفة مضادة للالتفاف.
- تجنب تخزين المواد الكيميائية على الأرض (ولو بشكل مؤقت) أو تمتد إلى ممرات المرور.
- يجب تخزين السوائل (الشكل 8.5) في عبوات غير قابلة للكسر أو ذات حاوية مزدوجة، أو يجب أن تتمتع خزانة التخزين بالقدرة على الاحتفاظ بالمحتويات في حالة انكسار الحاوية.
- قم بتخزين الأحماض في خزانة مخصصة للأحماض. ويمكن تخزين حمض النيتريك هناك أيضًا، ولكن فقط إذا تم عزله عن جميع الأحماض الأخرى.
- قم بتخزين المواد شديدة السمية أو الخاضعة للرقابة في خزانة سموم مغلقة ومخصصة.
- يجب تخزين المواد الكيميائية المتطايرة أو شديدة الرائحة في خزانة جيدة التهوية. لا يجوز استخدام أغطية الأبخرة الكيميائية للتخزين لأن الحاويات تمنع تدفق الهواء المناسب في الغطاء وتقلل من مساحة العمل المتاحة.
- يجب وضع ملصق على جميع المواد الكيميائية وتاريخها عند استلامها في المختبر وعند فتحها. وهذا مهم بشكل خاص للمواد الكيميائية المكونة للبيروكسيد مثل الإيثرات والديوكسان والأيزوبروبانول ورباعي هيدروفوران. يجب أن يتم تسمية الحلول وتاريخها عند إعدادها.
- ابحث عن الظروف غير العادية في مناطق تخزين المواد الكيميائية، مثل:
- الحاويات المتسربة أو المتدهورة
- التخزين غير السليم للمواد الكيميائية
- المواد الكيميائية المسكوبة
- درجات الحرارة القصوى (ساخنة جدًا أو باردة جدًا في منطقة التخزين)

- قلة أو انخفاض مستويات الإضاءة
- انسداد المخارج أو الممرات
- الأبواب مسدودة أو مفتوحة، وانعدام الأمن
- تراكم القمامة
- فتح الأضواء أو أعواد الثقاب
- معدات الحريق مسدودة أو مكسورة أو مفقودة
- نقص المعلومات أو العلامات التحذيرية ("السوائل القابلة للاشتعال"، "الأحماض"، "المواد المسببة للتآكل"، "السموم"، إلخ)
- ينبغي أن تكون لوازم الإسعافات الأولية، وأرقام هواتف الطوارئ، ومعدات غسل العين والاستحمام في حالات الطوارئ، وطفايات الحريق، ولوازم تنظيف الانسكابات، ومعدات الحماية الشخصية متاحة بسهولة وأن يتم تدريب الموظفين على استخدامها.
- يجب أن تكون المواد الكيميائية المخزنة في الثلاجات أو غرف التبريد المقاومة للانفجار محكمة الغلق وملصق عليها اسم الشخص الذي قام بتخزين المادة بالإضافة إلى جميع تحذيرات المخاطر الأخرى المطلوبة.
- يجب الاحتفاظ فقط بأسطوانات الغاز المضغوط المستخدمة والمثبتة في مكانها في المختبر. يجب إرسال جميع الأجزاء الأخرى، بما في ذلك الفوارغ، إلى منطقة تخزين أسطوانات الغاز المضغوط الخاصة بالمنشأة المحددة.
- إبقاء جميع المواد الكيميائية المخزنة، وخاصة السوائل القابلة للاشتعال، بعيدا عن الحرارة وأشعة الشمس المباشرة.



الشكل 3.2 مجموعات التخزين

A القواعد العضوية المتوافقة

B المواد المتفاعلة مع الاشتعال والماء المتوافقة

C القواعد غير العضوية المتوافقة

D الأحماض العضوية المتوافقة

E. المؤكسدات المتوافقة بما في ذلك البيروكسيدات

F. الأحماض غير العضوية المتوافقة باستثناء المؤكسدات أو المواد القابلة للاحتراق

G غير متفاعل بطبيعته أو قابل للاشتعال أو قابل للاشتعال

J*. الغاز المضغوط السام

K*. المتفجرات المتوافقة أو غيرها من المواد غير المستقرة إلى حد كبير

L. غير تفاعلية وقابلة للاحتراق وقابلة للاشتعال، بما في ذلك المذيبات

X*. غير متوافق مع كافة مجموعات التخزين الأخرى

تتطلب المجموعات J وK وX تخزينًا محددًا. لمزيد من المعلومات، قم باستشارة المنتج SDS.

إلى جانب المواد الكيميائية المشتراة، يجب أيضًا تخزين العينات التي أعدها مستخدمو المختبر لأغراض البحث وفقًا لإرشادات تخزين المواد الكيميائية المذكورة هنا.

الوحدة الرابعة

سلامة السوائل المبردة

سلامة السوائل المبردة

يوفر هذا القسم معلومات السلامة والاحتياطات المتعلقة بالسوائل المبردة ويحدد المخاطر المرتبطة باستخدامها.

1. تعريفات

يُعرّف السائل المبرد بأنه سائل ذو درجة غليان عادية أقل من –150 درجة مئوية.

تتسرب السوائل المبردة من حاويات التخزين الخاصة بها عن طريق التبخر كجزء من عملها الطبيعي. تظهر خصائص السوائل المبردة في الجدول 9.1. يفقد الخزان سعة 160 لترًا كمية غاز تعادل 2 لترًا من السائل يوميًا، وذلك حسب نوع مادة الديوار المستخدمة. لتقليل فقدان الحرارة، تكون حاويات السوائل المبردة عادة في تصميم مغلف بالتفريغ. يعد التنفيس المفرط و/أو تراكم الجليد الجزئي على جدران الوعاء علامة على وجود مشكلة في السلامة في الوعاء أو في خط المعالجة. لا ينبغي استخدام الحاوية المتسربة ونقلها إلى منطقة جيدة التهوية.

الجدول 4.1 خصائص السوائل المبردة

Gas	Boiling Point (°C)	Boiling Point (K)	Volume Expansion to Gas
Helium-3	-269.9	3.2	**757 to 1**
Helium-4	-268.9	4.2	**757 to 1**
Hydrogen	-252.7	20.4	**851 to 1**
Deuterium	-249.5	23.6	**...**
Tritium	-248.0	25.1	**...**
Neon	-245.9	27.2	**1438 to 1**
Nitrogen	-195.8	77.3	**696 to 1**
Carbon monoxide	-192.0	81.1	**...**
Fluorine	-187.0	86.0	**888 to 1**
Argon	-185.7	87.4	**847 to 1**

Oxygen	-183.0	90.1	**860 to 1**
Methane	-161.4	111.7	**578 to 1**
Krypton	-151.8	121.3	**700 to 1**
Tetrafluoromethane	-128	145	**. . .**
Ozone	-111.9	161.3	**. . .**
Xenon	-109.1	164.0	**573 to 1**
Ethylene	-103.8	169.3	**. . .**
Boron trifluoride	-100.3	172.7	**. . .**
Nitrous oxide	-89.5	183.6	**666 to 1**
Ethane	-88.3	184.8	**...**
Hydrogen chloride	-85.0	188.0	**...**
Acetylene	-84.0	189.1	**...**
Fluoroform	-84.0	189.1	**...**
1,1-Difluoroethylene	-83.0	190.0	**...**
Chlorotrifluoromethane	-81.4	191.6	**. . .**
Carbon dioxide	**-78.5**	**194.6**	**553 to 1**

تم اعتمادها من المركز الكندي للصحة والسلامة المهنية، صحائف حقائق إجابات الصحة والسلامة المهنية.

2. الاحتياطات

بسبب درجة الحرارة المنخفضة للغاية وارتفاع معدل تسرب الغاز، يجب تطبيق عدد من تدابير الاحتياط والسلامة أثناء العمل مع السوائل المبردة.

2.1. خطر البرد الشديد

جميع السوائل المبردة شديدة البرودة، ويمكنها، إلى جانب أبخرتها، تجميد الأنسجة البشرية بسرعة.

عندما يتجمد النسيج، قد لا يشعر الشخص بالألم في البداية. الشعور بألم شديد عند الذوبان. إذا كان الجلد غير محمي، فمن الممكن أن يلتصق بحاويات معدنية للسوائل المبردة. وقد يتمزق بعد ذلك عند سحبه بعيدًا. حتى المواد غير المعدنية تشكل خطورة عند لمسها عند درجة حرارة منخفضة.

إن استنشاق الهواء شديد البرودة لفترات طويلة من الزمن قد يؤدي إلى تلف الرئتين.

بسبب انخفاض درجة الحرارة، قد تصبح العديد من المواد الشائعة مثل الفولاذ الكربوني والمطاط والبلاستيك هشة عند ملامستها للسوائل المبردة وتنكسر بسهولة تحت الضغط.

2.2. خطر الاختناق

عادة، 21٪ من الهواء يتكون من الأكسجين. تظهر أعراض الاختناق عندما تنخفض نسبة الأكسجين في الهواء إلى 15–16%. وعند نسبة 12% من الأكسجين يفقد الفرد وعيه دون سابق إنذار وقد لا يكون على علم بأي خطر. تنتج السوائل المبردة كمية كبيرة من الغاز عند التبخير. يتبخر حجم واحد من النيتروجين السائل لينتج 694 حجمًا متساويًا من غاز النيتروجين في الظروف القياسية. إذا لم يتم تنظيم مستوى الأكسجين، فقد يؤدي الاختناق بسرعة إلى الوفاة. المنتج الغازي الناتج عن تبخر السائل المبرد بارد جدًا وأثقل من الهواء. ولا يتوزع هذا الغاز في الهواء، بل يتراكم بالقرب من الأرض. وعلى الرغم من أن هذا الغاز غير سام، إلا أنه يحل محل الهواء. وبالتالي فإن نقص الأكسجين يصبح خطرا جسيما في الأماكن المغلقة. لذلك، يجب استخدام السوائل المبردة وتخزينها فقط في مناطق جيدة التهوية.

تشمل أعراض الاختناق الدوخة والارتباك العقلي وفقدان الحكم وفقدان التنسيق والضعف والغثيان والإغماء ويؤدي إلى الوفاة. إن بضعة أنفاس من الهواء الناقص الأكسجين تكفي لخفض مستوى الأكسجين المذاب في الدم. بمجرد انخفاض مستوى الأكسجين في الدم، يتبعه الفشل العقلي والغيبوبة بسرعة كبيرة. قد لا تتم ملاحظة أعراض الاختناق دائمًا، على الرغم من حدوثها، إلا أن فقدان القدرات العقلية والتنسيق قد يجعل من المستحيل على الأشخاص طلب المساعدة.

المنتجات الغازية لمعظم الكريوجينات عديمة الرائحة وعديمة اللون والمذاق. بالإضافة إلى ذلك، فإن معظم السوائل المبردة عديمة اللون، باستثناء الأكسجين (اللون الأزرق الفاتح). الخاصية التحذيرية الأكثر أهمية للسوائل المنخفضة للغاية وأبخرتها هي أنها تميل إلى تكوين ضباب مرئي عن طريق تكثيف الرطوبة حولها. بمعنى آخر، لا تحدد سحابة الضباب سحابة البخار، ولكنها تحدد المنطقة التي لا يزال فيها البخار باردًا بدرجة كافية لتكثيف الرطوبة في الهواء. على الرغم من أن سحابة الضباب هي دليل مهم على تسرب الغاز المبرد، فمن المحتمل جدًا أن يمتد التسرب إلى ما بعد سحابة الضباب. لذلك، يجب عدم استخدام سحابة الضباب مطلقًا لتحديد منطقة التسرب، ويجب عدم دخولها من قبل أي شخص.

باختصار، الأبخرة المبردة لا يمكن اكتشافها بواسطة الجهاز الحسي البشري. لذلك، لا ينبغي للمرء الدخول إلى منطقة من المحتمل أن تنحرف فيها الأكسجين دون ارتداء مصدر هواء خارجي للتنفس ودون حمل ومراقبة جوية. ويُنصح بشدة بالتحقق من مستوى الأكسجين الآمن قبل الدخول إلى هذه المناطق.

2.3. الهواء الغني بالأكسجين

يتبخر الأكسجين السائل الموجود في منطقة مغلقة لزيادة كمية الأكسجين في الهواء وتشبع المواد القابلة للاحتراق، مثل الملابس. قد يؤدي ذلك إلى نشوب حريق بسهولة في حالة وجود مصدر إشعال. الأكسجين غير قابل للاشتعال، لكنه يبدأ ويسرع تفاعلات الاحتراق.

قد يؤدي إطلاق السوائل تحت درجة غليان الهواء إلى تكثيف الهواء المحيط مما يؤدي إلى تكوين جو محلي غني بالأكسجين. علاوة على ذلك، فإن المبردات شديدة البرودة، مثل الهيليوم، قد تؤدي إلى تجميد الهواء المحيط.

2.4. انفجار بسبب التوسع السريع

إذا تبخر السائل المبرد أكثر من المتوقع في حاوية مغلقة، فإنه يزيد من الضغط الداخلي للحاوية، مما قد يؤدي إلى تمزق الحاوية. لذلك، تم تصميم الحاويات المبردة المضغوطة في أجهزة حماية متعددة لمنع الضغط الزائد. يجب تركيب جهاز تخفيف الضغط لمنع احتجاز السوائل. يجب توخي المزيد من الحذر أثناء استخدام الحاويات المضغوطة. يرجى التأكد من إغلاق الصمام بالكامل بعد الاستخدام.

2.5. احتياطات الهيليوم الخاصة

إن أهم مخاوف السلامة عند التعامل مع الهيليوم السائل هي درجة حرارته المنخفضة للغاية. الهيليوم بارد جدًا لدرجة أنه بمجرد إطلاقه فإنه يجمد جميع الغازات المحيطة به. وهذا لا يشمل الماء فحسب، بل يشمل أيضًا النيتروجين والأكسجين؛ يؤدي تجميد هذه الغازات داخل الديوار أو خط الأنابيب إلى حدوث سدادة "ثلجية" مما قد يؤدي إلى إغلاق الرقبة وتكوين قنبلة. ولذلك، فمن الأهمية بمكان وضع إجراء لاستخدام الهيليوم ومتابعته بدقة. وهذا يساعد على منع الغازات الأخرى، بما في ذلك الهواء، من دخول خطوط توصيل الهيليوم السائل. إذا كنت تشك في وجود انسداد، فقم بإزالة Dewar إلى مكان آمن واتصل بالبائع على الفور. إذا تم نقل الهيليوم عبر

نظام أنابيب بدون سترة مفرغة، فقد يسيل الهواء المحيط بالأنبوب. بعد التكثيف، يتبخر النيتروجين أولاً، تاركًا هواءً غنيًا بالأكسجين حول الأنبوب. يجب أن تكون هذه المنطقة، حيث يتم جمع السائل، معزولة ومتوافقة مع الأكسجين.

3. ممارسات السلامة العامة

التخزين والاستخدام

يجب تخزين جميع السوائل المبردة واستخدامها في منطقة جيدة التهوية.

Dewars : ينبغي اختيار Dewars كحاويات غير مضغوطة، ذات جدران مفرغة. وينبغي أن تكون مجهزة بغطاء فضفاض أو مفتوح من الأعلى ويجب تخزين كميات صغيرة فقط من السوائل.

- أسطوانات السوائل المبردة: عبارة عن حاويات محكمة الغلق ذات جدران مفرغة من الهواء، وتحتوي على ضغط يصل إلى 350 رطل لكل بوصة مربعة. ويمكن أيضًا استخلاص السوائل المبردة من هذه الحاويات.
- صهاريج التخزين المبردة: تتراوح أحجام هذه الخزانات من 1900 إلى 4.5 × 105 لتر وتكون دائمًا مثبتة على الوسادة. ويمكن استخراج السائل والغاز من هذه الحاويات.

السلامة الشخصية

لاحظ أن العيون هي الجزء الأكثر حساسية في الجسم ضد السوائل والأبخرة شديدة البرودة.

للتعامل مع المبردات، يوصى باستخدام معدات الحماية الشخصية (PPE) بما في ذلك درع الوجه الكامل فوق نظارات السلامة، والقفازات الجلدية أو العازلة للحرارة الفضفاضة، والقمصان والسراويل ذات الأكمام الطويلة بدون أصفاد. للسماح بالإزالة السريعة في حالة الانسكاب، يجب أن تكون القفازات فضفاضة. لاحظ أن القفازات المبردة لا تسمح لك بغمر يدك داخل سائل مبرد، فهي مصممة فقط وتوفر حماية قصيرة المدى، خاصة في حالات التلامس العرضي. أثناء نقل السوائل المبردة، يجب عليك عدم ارتداء المجوهرات والخواتم والساعات وما إلى ذلك.

ممارسات السلامة

يجب التعامل مع السوائل المبردة وتخزينها واستخدامها فقط في حاويات أو أنظمة مصممة وفقًا للمعايير أو الإجراءات المعمول بها أو الممارسات الآمنة المثبتة.

- لتحمل درجات الحرارة المنخفضة للغاية، يجب أن تكون جميع المكونات بما في ذلك الأنابيب والصمامات وما إلى ذلك مصنوعة من مواد مناسبة تتحمل درجات الحرارة المنخفضة.
- لمنع الضغط الزائد، يجب استخدام أنظمة تخفيف الضغط في الأنابيب.
- يجب أن تكون الحاويات المبردة أو أي جزء من هذه الأنظمة التي يمكن فصلها بصمامات، مجهزة بصمام تخفيف الضغط. وينبغي وضع هذه الصمامات لمواجهة الأمام.
- أثناء عمليات النقل بما في ذلك فتح الحاويات المبردة، يجب ارتداء جميع معدات الحماية الشخصية المطلوبة. يجب أن يتحرك الأشخاص ببطء أثناء النقل. لاحظ أنه يجب توخي الحذر الشديد حتى لا تلامس الأنابيب غير المعزولة والمكونات الأخرى.
- لا يُسمح بالانتقالات المفتوحة إلا في المناطق جيدة التهوية.
- لا تستخدم أبدًا قمعًا أثناء نقل السوائل المبردة.
- يجب استخدام الملقط أو الأجهزة المماثلة الأخرى لغمر وإزالة الأشياء من السوائل المبردة.
- مراجعات المخاطر مطلوبة على جميع الأدوات المشتراة حديثًا أو المبنية أو المعدلة باستخدام المواد المبردة.

4. إجراءات الطوارئ

- لاحظ أنه لا توجد أدلة مرئية على وجود أجواء تعاني من نقص الأكسجين. ليس لديهم
- خصائص التحذير.
- احمل دائمًا مصدرًا للهواء أثناء الدخول إلى منطقة يشتبه في نقص الأكسجين فيها. حمل أجهزة مراقبة الهواء لقياس مستويات الأكسجين في الموقع.
- عندما يكون من الضروري العمل في منطقة تعاني من نقص الأكسجين، يجب توفير الهواء المزود.
- في حالة استمرار تنفيس سائل ديوار من السائل المبرد، اتصل بـ مشرف المختبر/مشرف المختبرS على الفور. لمزيد من المعلومات يرجى مراجعة قسم إجراءات الطوارئ.

5. إسعافات أولية

قضمة الصقيع

في حالة ملامسة الجلد للسائل المبرد، يجب إزالة جميع الملابس التي قد تعيق الدورة الدموية من المنطقة المصابة. لا ينبغي أبدًا فرك المنطقة المتجمدة لأنها قد تؤدي إلى تلف الأنسجة. إذا كان ذلك ممكنًا، يجب وضع المنطقة المصابة في حمام مائي بدرجة حرارة لا تزيد عن 40 درجة مئوية. لا ينبغي أبدا استخدام السخانات الجافة لقضمة الصقيع. اتصل بالمركز الصحي (1600) في أسرع وقت ممكن. الأنسجة المجمدة عادة ما تكون خالية من الألم. أعراض التجمد هي مظهر شمعي واحتمال اللون الأصفر. بمجرد إذابته، يصبح عرضة للتورم والألم والعدوى. إذا بدأ ذوبان الجليد، قم بتغطية المنطقة المصابة بضمادة معقمة واطلب الرعاية الطبية. إذا كان التعرض كبيرا، فيجب خلع ملابس المصاب أثناء الاستحمام بالماء الدافئ. اتصل بالمركز الصحي (1600) فوراً. في حالة تعرض العين لمواد التبريد الشديد، قم بتدفئة منطقة قضمة الصقيع فورًا بالماء بدرجة حرارة لا تتجاوز 40 درجة مئوية. التماس العناية الطبية. في حالة انخفاض درجة حرارة الجسم، قم بتدفئة المصاب ببطء وتدريجي. كن على دراية بمخاطر الصدمة عند تصحيح انخفاض حرارة الجسم. قد يترافق عدم انتظام ضربات القلب مع انخفاض حرارة الجسم الشديد.

الاختناق

يجب على الضحايا الذين يتعرضون للهواء الذي يعاني من نقص الأكسجين أن يتحركوا على الفور إلى جو طبيعي. يجب إجراء التنفس الصناعي إذا لم يستنشق المصاب. إذا كان متاحًا، قم بإعطاء الأكسجين الإضافي باستخدام جهاز التنفس الصناعي.

الوحدة الخامسة

السلامة الكهربائية

1. المواصفات العامة

في مناطق المختبرات هناك العديد من الأجهزة التي تعمل بالكهرباء بدءًا من الألواح الساخنة وحتى أجهزة الليزر. وتعتبر معظم هذه الأجهزة عناصر أساسية للعديد من المختبرات. يؤدي سوء التعامل مع هذه الأجهزة أو عدم صيانتها إلى نشوء حالة عمل غير آمنة أو مخاطر على صحة مستخدمي المختبر.

بالإضافة إلى ذلك، تعمل العديد من المعدات تحت جهد كهربائي أو تيار أو خصائص أخرى مختلفة. يمكن أن تشكل عناصر تخزين الطاقة الكهربائية، مثل المكثفات، صدمة مميتة، حتى لو تم فصلها.

1.1. الأنظمة الكهربائية

المختبرات لديها متطلبات كهربائية أساسية نسبيا. يجب فحصه بشكل صحيح قبل وضعه في الخدمة. يجب أن تتمتع الدوائر ذات الصلة بالقدرة على توفير منافذ كافية لجميع المعدات الموجودة في المختبر.

يجب حماية المقابس الأنثوية باستخدام قواطع للخطأ الأرضي كإجراء إضافي للحماية. في حالة تحويل التيار عن طريق تماس كهربائي أو شخص ما، فسوف يقطع الدائرة الكهربية خلال أجزاء قليلة جدًا من الثانية، حتى لا يؤذي أحدًا.

يجب أن تكون الدوائر محمية بواسطة قواطع دوائر حتى يتم حمل الحد الأقصى للتيار بواسطة الدائرة.

يجب وصف جميع الدوائر بوضوح، سواء داخل المنشأة أو على لوحة الكسارة، بحيث يمكن قطع مصدر الطاقة عن دائرة معينة بسرعة وسهولة عند الحاجة.

يجب أن يكون موقع الدوائر الكهربائية والمعدات التي تعمل بالكهرباء في الغرفة بحيث لا يحتمل أن تصبح مبللة، ويجب ألا تكون في منطقة معرضة للتكثيف أو حيث قد يكون المستخدم على اتصال بالرطوبة.

في بعض المعدات، مثل الثلاجات والمجمدات وأجهزة إزالة الرطوبة ووحدات تكييف الهواء، من المحتمل أن تكون الرطوبة موجودة بسبب التكثيف، ويجب أن تكون هذه العناصر من المعدات مؤرضة بشكل جيد.

1.2. الجهد العالي والتيار

يجب أن يتم إصلاح المعدات ذات الجهد العالي أو التيار العالي فقط بواسطة كهربائيين مدربين.

يجب على مستخدمي المختبرات الذين لديهم خبرة في مثل هذه المهام ويرغبون في أداء هذا العمل على معدات المختبرات الخاصة بهم أن يتلقوا أولاً تدريبًا متخصصًا على ممارسات العمل المتعلقة بالسلامة الكهربائية.

1.3. تغيير بناء الأسلاك والمرافق

يجب إكمال أي تعديلات على الخدمة الكهربائية الموجودة في المختبر أو المبنى أو الموافقة عليها من قبل قسم التشغيل والخدمات الفنية. يجب أن تستوفي جميع التعديلات معايير السلامة.

2. العناية بالأنظمة الكهربائية واستخدامها

2.1. استخدام أسلاك التمديد

بشكل عام، أسلاك التمديد ليست مناسبة عندما يتوفر حل دائم للأسلاك، بغض النظر عن مدى ملاءمتها. يجب استخدام أسلاك التمديد فقط لأغراض مؤقتة. عند استخدام أسلاك التمديد، تنطبق القيود التالية:

- استخدم فقط أسلاك التمديد التي تم تصنيفها بشكل مناسب للاستخدام المقصود والبيئة. يجب الإشارة إلى التصنيف ليس فقط على العبوة الأصلية، ولكن أيضًا طباعته على الغلاف العازل لسلك التمديد. قم بمراجعة سعة سلك التمديد للتأكد من بقائك ضمن تصنيف طاقة السلك.
- لا يجوز تمرير أسلاك التمديد عبر الأبواب أو النوافذ أو الجدران أو الأسقف ولا يجوز ربطها بأسطح المبنى (أي الجدران أو الأسقف) بواسطة دبابيس أو وسائل أخرى.
- يجب حماية أسلاك التمديد من التلف ولا يجوز وضعها بطريقة تؤدي إلى خطر التعثر. لا تقم بتشغيل أسلاك التمديد تحت السجاد أو أي أرضيات أخرى للحماية التي لم يتم تصميمها لهذا الغرض.
- لا يجوز توصيل أسلاك التمديد من طرف إلى طرف أو "بسلسلة تعاقبية". يجب فحص أسلاك التمديد بانتظام بحثًا عن التآكل، حيث من المحتمل بشكل خاص أن تكون حول القابس. يجب إزالة الأسلاك البالية أو المتآكلة من الخدمة واستبدالها. يجب عدم إصلاح الشقوق في أسلاك التمديد بشريط كهربائي.

3. منع المخاطر الكهربائية

3.1. المخاطر الكهربائية الشائعة والخطوات التي يمكن الوقاية منها

المخاطر الرئيسية المرتبطة بالكهرباء هي الصدمات الكهربائية والحرائق. تحدث الصدمة الكهربائية عندما يصبح الجسم جزءًا من الدائرة الكهربائية، إما عندما يتلامس الفرد مع سلكي الدائرة الكهربائية، أو سلك واحد من دائرة مفعلة والأرض، أو جزء معدني تم تنشيطه عن طريق ملامسة سلك كهربائي. موصل كهربائي.

تعتمد شدة الصدمة الكهربائية وآثارها على عدد من العوامل، مثل المسار عبر الجسم، وكمية التيار، وطول فترة التعرض، وما إذا كان الجلد رطبًا أم جافًا. يعتبر الماء موصلًا رائعًا للكهرباء، مما يسمح للتيار بالتدفق بسهولة أكبر في الظروف الرطبة ومن خلال الجلد المبلل. قد يتراوح تأثير الصدمة من الوخز الخفيف إلى الحروق الشديدة إلى السكتة القلبية. يوضح الجدول 5.1 العلاقة العامة بين درجة الإصابة وكمية التيار لمسار مدته 60 دورة من اليد إلى القدم لمدة ثانية واحدة من الصدمة. أثناء قراءة هذا المخطط، ضع في اعتبارك أن معظم الدوائر الكهربائية يمكن أن توفر، في الظروف العادية، ما يصل إلى 20000 مللي أمبير من تدفق التيار.

الجدول 5.1 تفاعلات الجسم تحت تأثير التيار الكهربائي

التيار (ملي أمبير).	رد الفعل
1	مستوى الإدراك
5	شعور بصدمة طفيفة. ليست مؤلمة، ولكنها مزعجة
30–6	صدمة مؤلمة. نطاق "الترك"
150–50	ألم شديد، توقف التنفس، انقباض عضلي شديد
4,300–1000	الرجفان البطيني
+10.000	سكتة قلبية وحروق شديدة واحتمال الموت

تم اعتماده من دليل الصحة والسلامة البيئية بجامعة برينستون.

بالإضافة إلى مخاطر الصدمات الكهربائية، يمكن أن يكون الشرر الناتج عن المعدات الكهربائية بمثابة مصدر اشتعال للأبخرة القابلة للاشتعال أو الانفجار أو المواد القابلة للاحتراق.

يمكن أن يؤدي فقدان الطاقة الكهربائية إلى خلق مواقف خطيرة. قد يتم إطلاق أبخرة قابلة للاشتعال أو سامة عندما تسخن المادة الكيميائية عند تعطل الثلاجة أو الفريزر. قد تتوقف أغطية الدخان عن العمل، مما يسمح بإطلاق الأبخرة إلى المختبر. إذا فشلت أدوات التحريك المغناطيسية أو الميكانيكية في العمل، فقد يتعرض الخلط الآمن للكواشف للخطر.

3.1.1. صدمة كهربائية

تعتبر الصدمة الكهربائية خطرًا آخر شائعًا في العديد من معدات المختبرات. يجب استخدام أي عنصر يعمل بالكهرباء من معدات المختبرات والذي يكون عرضة لانسكاب المواد الكيميائية أو الماء، أو تظهر عليه علامات التآكل المفرط، بعناية.

تحدث الصـدمات الكهربائية عندما تكتمل الدائرة الكهربائية بجزء من جسـم الإنسـان. إحدى الطرق التي يمكن أن يحدث بها ذلك هي عن طريق ملامسـة جزء معدني من قطعة من المعدات التي تم تنشـيطها عن طريق الاتصـال بموصـل كهربائي. تعتمد شدة الصدمة الكهربائية على ما يلي:

- مقدار التيار (كما هو موضح في القائمة أعلاه)
- المسار عبر الجسم
- مدة التعرض
- سواء كان الجلد رطباً أو جافاً
- بعد فصل التيار الكهربائي، قم بإجراء الإسعافات الأولية و/أو اتصل بالمركز الصحي.

3.1.2. تسخين مقاوم

حتى لو نجا الفرد من نوبة الصدمة، فقد يكون هناك ضرر فوري وطويل الأمد على الأنسجة والأعصاب والعضلات بسبب الحرارة الناتجة عن التيار المتدفق عبر الجسـم. الحرارة المتولدة هي في الأسـاس تسـخين مقاوم مثل تلك التي سـيتم توليدها في ملفات التسخين في سخان مساحة صغيرة.

عادةً ما يكون نطاق آثار الحروق الكهربائية الخارجية واضحًا على الفور، لكن التأثير الإجمالي للحروق الداخلية قد يصبح واضحًا لاحقًا من خلال فقدان وظائف الجسم المهمة بسبب تدمير الأعضاء الداخلية المهمة، بما في ذلك أجزاء من الجهاز العصبي، وهو عرضة للخطر بشكل خاص.

إذا كان المصاب يعاني من حروق حرارية مقاومة؛ يجب عليك تطبيق "أداة الحرق"، ثم الاتصال بالمركز الصحي.

3.1.3. مصادر اشتعال الشرارة

يجب اسـتخدام المحركات الحثية في معظم التطبيقات المعملية بدلاً من المحركات الكهربائية ذات الملفات المتسـلسـلة، والتي تولد شـرارات من ملامسـات فرش الكربون. من الضـروري اسـتخدام محركات غير مشـتعلة في قطع المعدات التي تنتج كميات كبيرة من البخار، مثل الخلاطات أو المبخرات أو أدوات التحريك. المعدات العادية المكافئة أو العناصـر الأخرى مثل المكانس الكهربائية، أو المثاقب أو المناشـير الدوارة أو معدات الطاقة الأخرى ليسـت مناسـبة للاسـتخدام في المختبرات التي تسـتخدم فيها المذيبات. يجب أن تحتوي المنافيخ المسـتخدمة في أنظمة عادم الدخان على الأقل على شـفرات مروحة لا

تسبب شرارة، ولكن في المواقف الحرجة مع استنفاد الأبخرة سهلة الاشتعال، قد يكون الأمر يستحق التكلفة الإضافية لوحدة منفاخ مقاومة للانفجار تمامًا.

أي جهاز يتم فيه عمل دائرة كهربائية حية أو انقطاعها، كما هو الحال في منظم الحرارة، أو مفتاح التشغيل والإيقاف، أو آلية التحكم الأخرى، هو مصدر محتمل لإشعال الغازات أو الأبخرة القابلة للاشتعال. ويجب توخي الحذر بشكل خاص للتخلص من مصادر الإشعال هذه في المعدات التي قد تصبح الأبخرة محصورة فيها، كما تمت مناقشته بالفعل بالنسبة للثلاجات والمجمدات. من الممكن أيضًا استخدام معدات أخرى مثل الخلاطات، والخلاطات، والأفران، ويجب عدم السماح باستخدام هذه الأجهزة مع أو بالقرب من المواد التي تنبعث منها أبخرة قابلة للاشتعال.

3.2. الخطوات الوقائية والعمل الآمن

3.2.1. خطوات وقائية

هناك طرق مختلفة لحماية الناس من المخاطر الناجمة عن الكهرباء، بما في ذلك العزل والحراسة والتأريض وأجهزة الحماية الكهربائية. يمكن لمستخدمي المختبر تقليل المخاطر الكهربائية بشكل كبير عن طريق اتباع بعض الاحتياطات الأساسية:

- فحص أسلاك المعدات قبل كل استخدام. استبدل الأسلاك الكهربائية التالفة أو البالية على الفور.
- استخدم ممارسات العمل الآمنة في كل مرة يتم فيها استخدام المعدات الكهربائية.
- معرفة الموقع وكيفية تشغيل مفاتيح الإغلاق و/أو لوحات قواطع الدائرة. استخدم هذه الأجهزة لإيقاف تشغيل المعدات في حالة نشوب حريق أو حدوث صعقة كهربائية.
- الحد من استخدام أسلاك التمديد. استخدم فقط للعمليات المؤقتة وبعد ذلك لفترات قصيرة فقط. وفي جميع الحالات الأخرى، اطلب تركيب مأخذ كهربائي جديد.
- يجب أن تحتوي المحولات متعددة المقابس على قواطع دوائر أو صمامات.
- ضع الموصلات الكهربائية المكشوفة (مثل تلك المستخدمة أحيانًا مع أجهزة الفصل الكهربائي) خلف الدروع.
- التقليل من احتمالية انسكاب الماء أو المواد الكيميائية على المعدات الكهربائية أو بالقرب منها.
- يجب أن تتمتع جميع الأسلاك الكهربائية بالعزل الكافي لمنع الاتصال المباشر بالأسلاك. في المختبر، من المهم بشكل خاص فحص جميع الأسلاك قبل كل استخدام، لأن المواد الكيميائية أو المذيبات المسببة للتآكل قد تؤدي إلى تآكل العزل.

- يجب إصلاح الأسلاك التالفة أو إخراجها من الخدمة على الفور، خاصة في البيئات الرطبة مثل غرف التبريد وبالقرب من حمامات المياه.
- تتطلب أي من الظروف التالية قيام المستخدم بإخراج الجهاز من الخدمة على الفور:
- التعرض للصدمات، حتى الصدمات الخفيفة، عند الاتصال
- توليد حرارة غير طبيعية
- الانحناء أو الشرر أو التدخين من المعدات
- يجب على مستخدمي المختبر وضع علامة "لا تستخدم" على المعدات ويجب عليهم اتخاذ الترتيبات اللازمة لإصلاح المعدات
- إما من خلال الشركة المصنعة للمعدات أو من خلال دعم القسم الخاص بهم حسب الاقتضاء.

الحراسة

يجب حماية الأجزاء الحية من المعدات الكهربائية التي تعمل بجهد 50 فولت أو أكثر (مثل أجهزة الرحلان الكهربائي) من الاتصال العرضي. يمكن استخدام دروع زجاجي للحماية من الأجزاء الحية المكشوفة.

التأريض

يجب استخدام المعدات ذات المقابس ذات الشقين فقط في المختبر. يوفر الشقان طريقًا إلى الأرض للدوائر الكهربائية القصيرة الداخلية، وبالتالي حماية المستخدم من الصدمات الكهربائية المحتملة.

أجهزة حماية الدائرة

تم تصميم أجهزة حماية الدائرة للحد من تدفق الكهرباء أو إيقافه تلقائيًا في حالة حدوث عطل أرضي أو حمل زائد أو ماس كهربائي في نظام الأسلاك. تمنع الصمامات وقواطع الدائرة السخونة الزائدة للأسلاك والمكونات التي قد تؤدي إلى مخاطر نشوب حريق.

في المختبرات التي تستخدم فيها مواد متطايرة قابلة للاشتعال، يجب أن تكون المعدات الكهربائية التي تعمل بمحركات مجهزة بمحركات تحريضية غير شرارة أو محركات هوائية. على الرغم من أن بعض العناصر الجديدة من المعدات تحتوي على محركات تحريضية خالية من الشرر، إلا أن مفاتيح التشغيل والإيقاف وأجهزة التحكم في السرعة قد تكون قادرة على إنتاج شرارة عند ضبطها

لأنها تحتوي على نقاط اتصال مكشوفة. أحد الحلول هو إزالة أي مفاتيح موجودة على الجهاز وإدخال مفتاح على السلك بالقرب من نهاية القابس.

3.2.2. تطبيقات العمل الآمن

قد تقلل الممارسات التالية من خطر الإصابة أو الحريق عند العمل بالمعدات الكهربائية:

- الابتعاد عن الدوائر المغذية أو المحملة.
- يجب حراسة مصادر الكهرباء والدوائر المكشوفة.
- فصل الجهاز عن المصدر أثناء فترة خدمة أو صيانة الجهاز.
- افصل مصدر الطاقة قبل صيانة أو إصلاح المعدات الكهربائية.
- التعامل مع المعدات الموصولة، إذا لزم الأمر، يجب أن تكون الأيدي أو الأجزاء الملامسة جافة، وارتداء قفازات غير موصلة للكهرباء وأحذية ذات نعال معزولة.
- إذا كان من الآمن العمل بيد واحدة فقط، فاحفظ اليد الأخرى بعيدًا عن جميع المواد الموصلة. تعمل هذه الخطوة على تقليل الحوادث التي تؤدي إلى مرور التيار عبر التجويف الصدري.
- يجب التقليل من استخدام المعدات الكهربائية في غرف التبريد بسبب مشاكل التكثيف. إذا كان من الضروري استخدام مثل هذه المناطق، فيجب تثبيت المعدات على الحائط أو اللوحة الرأسية.
- إذا تفاعل الجهاز مع الماء أو المواد الكيميائية السائلة الأخرى، فيجب إيقاف تشغيل المعدات من المفتاح الرئيسي أو قاطع الدائرة الكهربائية وفصلها.
- إذا لامس شخص ما تيارًا كهربائيًا مباشرًا، فلا تلمس الجهاز أو المصدر أو السلك أو الفرد. افصل مصدر الطاقة عن قاطع الدائرة أو اسحب القابس باستخدام حزام جلدي.

الوحدة السادسة

السلامة الميكانيكية

1. قواعد السلامة العامة

فيما يلي قواعد السلامة العامة للأشخاص الذين يعملون مع الأجهزة الميكانيكية.

- معظم آلات الورشة مزودة بجهاز أمان ويجب عدم إزالته إلا تحت الإشراف المباشر لمشرف المختبر بالورشة. تقع مسؤولية التحكم في معدات السلامة ومواقعها على عاتق المشغلين قبل استخدام الآلات. في حالة حدوث عطل في المعدات أثناء التشغيل، يجب إيقاف تشغيل الماكينة وإبلاغ مشرف المختبر الخاص بالورشة.
- يجب الحفاظ على جميع ورش العمل في حالة صحية ويجب على جميع مستخدمي الورش المساعدة من خلال إعادة الأدوات والمعدات مباشرة بعد الاستخدام.
- لا يجوز تخزين الأدوات على أسِرَّة الآلة أثناء تشغيل الآلة. لا ينبغي تخزين أي شيء على الأرض حيث قد ينشأ خطر التعثر ويجب تنظيف أي انسكابات على الفور. يتم توفير صناديق النفايات المعدنية للرقائق والخردة.
- يجب الإبلاغ عن جميع المخاطر المهنية المحتملة، على سبيل المثال. يجب الإبلاغ عن كسر الأدوات والآلات، والأسلاك المعيبة، والمعدات البالية أو المعيبة وترتيبات التخزين غير المرضية، والحوادث أو الحوادث المحتملة إلى مشرف المختبر في ورشة العمل.
- معدات الحماية الشخصية على سبيل المثال. يجب استخدام جميع أدوات العين والأذن والتنفس والملابس والقفازات المتوفرة عند الاقتضاء.
- يتم توفير مرافق الأرفف المناسبة لتخزين المواد الصفائحية والقضبان والقضبان. يمكن أن يكون الأرفف الرأسي خطيراً ما لم يتم استخدام سلسلة أو قضيب أمان، وفي الأرفف الأفقية يجب تقليل فرصة التلامس العرضي مع الطرف البارز للقضبان والزوايا الحادة للمواد الصفائحية.
- يجب فحص المعدات الكهربائية المحمولة (مثل المثاقب) بصريًا بانتظام واختبارها كهربائيًا وفقًا لقواعد الممارسة الكهربائية. يجب ألا تكون كابلات الأجهزة المحمولة فضفاضة على الأرض قدر الإمكان وبالتأكيد خارج مناطق التوزيع. يجب إيقاف تشغيل الأجهزة المحمولة والآلات الثقيلة عند عدم استخدامها.
- لا يجوز مطلقًا استخدام الهواء المضغوط في نفخ الغبار أو إزالة الملابس أو الجلد أو الآلات. قد يؤدي الاستخدام غير الصحيح للهواء المضغوط إلى حدوث انسداد أو عمى أو صمم للموظفين وتلف الآلات القريبة.
- يجب على الأشخاص الذين سيستخدمون الآلات في المختبرات الميكانيكية أن يحصلوا على تدريب على تشغيل الأدوات الآلية.

- يجب ارتداء حماية مناسبة للعين (نظارات أو نظارات واقية أو قناع للوجه) عندما يكون هناك خطر من الأجسام الطائرة أو الجزيئات الصغيرة أو الغبار الناتج عن استخدام الآلات. عند استخدام زيوت القطع والسوائل المماثلة، يمثل التهاب الجلد خطرًا حقيقيًا. يجب حماية الجلد المكشوف بالقفازات والكريمات العازلة وممارسات النظافة الجيدة (بعد تقييم المخاطر المناسب). يجب أن تكون أدوات حماية السمع (سدادات الأذن) متاحة بسهولة لمستخدمي المتاجر.
- يجب تجنب الملابس الفضفاضة، وربطات العنق، والقفازات، والخواتم وغيرها من المجوهرات، والشعر الطويل (ما لم يتم ربطه للخلف و/أو تغطيته) ، وضمادات الإسعافات الأولية المصنوعة من القماش والضمادات وأي مواد أخرى من المحتمل أن تتشابك مع الآلات. يجب ارتداء ملابس ضيقة بدون جيوب خارجية.
- يمكن تجنب العديد من الحوادث من خلال ارتداء الأحذية الطويلة أو الأحذية ذات مقدمة فولاذية مدمجة ونعل مقوى غير قابل للانزلاق، خاصة في المناطق التي يوجد بها النفط أو يتم نقل المعدات الثقيلة. ولذلك ينبغي تشجيع مستخدمي ورشة العمل ومشغلي المصانع على استخدام أحذية السلامة المعتمدة.
- لا ينبغي لأي شخص أن يعمل بمفرده. في بعض المواقف، قد يقوم الأشخاص بإنشاء نظام أصدقاء حيث يكون الأشخاص الموجودون في أجزاء أخرى من المبنى مسؤولين عن التحقق للتأكد من أن مستخدم المتجر آمن في جميع الأوقات. قد يتضمن التنفيذ المحتمل الاتصال بالهواتف المحمولة. ويمكن لـ "الصديق" بعد ذلك الاتصال بالمستخدم كل 15 دقيقة أو نحو ذلك للاطمئنان على سلامته. إذا لم يحصل "الصديق" على رد، فسوف يذهب فورًا إلى منطقة المتجر للتحقق من مستخدم المتجر.

2. السلامة عند استخدام الأدوات الآلية

تنقسم الأدوات الآلية الموجودة في Machine Shop إلى مجموعتين: اليدوية (التقليدية) وآلات CNC. لا يتم تغطية الأدوات الآلية اليدوية بالكامل بحافظة واقية. من ناحية أخرى، فإن أدوات آلة CNC مغطاة بالكامل، ولكن يمكن أن تصل إلى سرعات دوران ومعدلات تغذية عالية جدًا. لذلك، عند استخدام كلا النوعين من الأدوات الآلية، يجب على الأشخاص توخي الحذر الشديد والدفاع عند اتخاذ الإجراءات.

من الضروري أن يتلقى الأشخاص / الطلاب / مشغلو الآلات تعليمات الجودة والعمل قبل محاولة استخدام أي معدات CNC التحذيرات التفصيلية عند استخدام رسوم الآلات هذه موضحة أدناه:

2.1. أداة آلة الحفر

- يجب أن يتم الحفر بالسرعة الصحيحة طبقاً لقطر لقمة الحفر والمادة.
- يجب تثبيت العينة أو ربطها بطاولة الحفر والتحكم فيها عدة مرات.
- استخدام المثقاب الصحيح للمادة التي يتم حفرها. يمكن لموظفي ورشة الماكينات المساعدة في اختيار نوع المثقاب الصحيح.
- يجب اختيار سائل القطع المناسب للمادة. اسأل موظفي ورشة الآلات عن السائل المناسب للمادة التي تقوم بتصنيعها.
- يجب إزالة الرقائق بالفرشاة وليس باليد.
- قم بتخفيف ضغط الحفر عندما يبدأ المثقاب في اختراق الجزء السفلي من المادة
- لا تستخدم مثقاب مهترئ أو متشقق. افحص المثقاب قبل الاستخدام.
- يجب أن تكون المادة مدعومة بلوحة دعم أو على التوازي عند الحفر في المادة.
- قم دائمًا بتنظيف ساق المثقاب و/أو جلبة المثقاب وفتحة المغزل قبل التركيب.
- يجب فك المثقاب عند انقطاع التيار الكهربائي.
- يجب خفض عمود المثقاب بالقرب من الطاولة عند تحرير ظرف المثقاب أو المثقاب المستدق لتقليل احتمال حدوث ضرر عند سقوطه على الطاولة.
- قم دائمًا بتنظيف الجهاز في وضع إيقاف التشغيل.
- إذا كان المثقاب ملتصقًا في ثقب، فأوقف الماكينة وأدر المغزل للخلف يدويًا لتحرير لقمة الحفر.
- عند حفر حفرة عميقة، اسحب لقمة الحفر بشكل متكرر لإزالة الرقائق وتشحيم لقمة الحفر.
- قم دائمًا بإزالة مفتاح ظرف المثقاب أو انجراف المثقاب من المغزل مباشرة بعد استخدامه.
- دع المغزل يتوقف من تلقاء نفسه بعد انقطاع التيار الكهربائي. لا تحاول أبدًا إيقاف المغزل بيدك.
- قد يكون من الصعب حفر زجاج شبكي ومواد بلاستيكية هشة أخرى. اطلب من ورشة الآلات مشرف المختبر النصيحة بشأن اختيار المثقاب وسائل التبريد عند حفر هذه المواد.
- ارتداء النظارات الواقية عند الحفر.

2.2. أدوات آلة الطحن

- يجب تثبيت قطعة العمل بشكل آمن في الملزمة وتثبيت الملزمة بإحكام على الطاولة، أو يجب تثبيت قطعة العمل بشكل آمن على الطاولة.
- تأكد من أن القاطع يدور في الاتجاه الصحيح قبل قطع المواد.
- يجب اختيار سائل القطع المناسب للمادة. اسأل ورشة الآلات مشرف المختبر عن السائل المناسب للمادة التي تقوم بطحنها.
- يجب أن يتم تشغيل الطحن بالسرعة الصحيحة وفقًا لقطر لقمة الطحن والمادة.
- لا تقترب من الأجزاء المتحركة لآلة الطحن أثناء التشغيل.
- لا تلمس الأداة أو حامل الأداة عند التدوير. وإلا، فقد يتم سحب المستخدم بواسطة الآلة الدوارة، مما قد يؤدي إلى إصابات خطيرة أو حوادث.
- يجب استخدام قواطع حادة وبحالة جيدة.
- لا تضع أي شيء على طاولة آلة الطحن مثل الشدات أو المطارق أو الأدوات.
- يجب تحديد سرعة التغذية والوزن.
- قم بإزالة مفتاح ربط الكوليه مباشرة بعد استخدامه.
- استخدم فرامل مغزل آلة الطحن لإيقاف المغزل بعد انقطاع التيار الكهربائي.
- قبل تنظيف الطاحونة قم بإزالة أدوات القطع من المغزل لتجنب قطع نفسك.
- ارتداء نظارات السلامة الواقية عند تشغيل أداة آلة الطحن.

2.3. المخرطة

- تأكد من أن ظرف الظرف أو لوحة القيادة أو اللوحة الأمامية مثبتة بإحكام على عمود دوران المخرطة.
- يجب أن تكون الآلة في وضع إيقاف التشغيل، عند إزالة/تركيب ظرف الظرف أو لوحة القيادة أو اللوحة الأمامية.
- قم بتحريك لقمة الأداة لمسافة آمنة من الطوق أو ظرف الظرف عند إدخال العمل أو إزالته.
- يجب تشغيل الماكينة بسرعة قطع مناسبة وفقًا لقطر لقمة الطحن والمادة.

- أثناء إعداد حامل الأداة، ضعه على الجانب الأيسر من الشريحة المركبة لمنع الشريحة المركبة من الوقوع في ظرف الظرف أو ملحقات المغزل.
- قم دائمًا بتثبيت مجموعة الأدوات بأقصر ما يمكن في حامل الأدوات لمنعها من الانكسار أو الاهتزاز.
- تأكد دائمًا من أن لقمة الأدوات حادة ولها الخلوص المناسب. اطلب المساعدة في إجراء التعديلات.
- إذا تم إجراء أي حفظ على عمل يدور في المخرطة، قم بالبرد باليد اليسرى لمنع الانزلاق إلى ظرف الظرف. لا تستخدم أبدًا ملفًا بدون مقبض.
- إذا تم نقل العمل بين المراكز، فتأكد من إجراء الضبط المناسب بين المراكز ومن تثبيت غراب الذيل في مكانه.
- إذا كان العمل ينقلب بين المراكز ويتمدد بسبب الحرارة المتولدة من القطع، فاقرأ المراكز فقط لتجنب الاحتكاك الزائد.
- لا تمسك أو تلمس الرقائق أو الخراطة بأصابعك، بل تخلص منها باستخدام أداة غير حادة. من الآمن إيقاف تشغيل المخرطة قبل إزالة الرقائق ثم تركها قيد التشغيل.
- قم بتعيين مجموعة الأدوات على الخط المركزي لعملك لمنع العمل من التسلق فوق الأداة أو القطع فوق المركز والسحب.
- لا تقطع العمل بشكل كامل عند التنقل بين المراكز.
- قم بإزالة مفتاح الظرف من الظرف مباشرة بعد الاستخدام.
- قم بتدوير ظرف الظرف أو اللوحة الأمامية يدويًا قبل تشغيل الطاقة للتأكد من عدم وجود مشكلة في الربط أو التخليص.
- أوقف الآلة قبل أخذ القياسات.
- قبل تنظيف المخرطة قم بإزالة الأدوات من عمود الأداة وغراب الذيل.

2.4. المنشار

- يجب وضع الدليل العلوي والواقي في أقرب مكان ممكن من قطعة العمل.
- في حالة انقطاع الحزام يجب قطع التيار الكهربائي والوقوف خالياً حتى تتوقف الآلة.
- يجب فحص الشفرة قبل التركيب لمعرفة ما إذا كانت متشققة أم لا، ويجب عدم تركيب الشفرة المتشققة.

- يجب استخدام شفرات ذات ميل مناسب لسمك المادة المراد قطعها. يجب أن يكون هناك سنان على الأقل في المادة عند قطع الألومنيوم وثلاثة أسنان عند قطع الفولاذ. تحقق من جدول السرعة للمواد التي تقوم بقطعها. لا تقم بتشغيل المنشار الشريطي بسرعة كبيرة وإلا ستتآكل الشفرة بسرعة.
- إذا توقف المنشار في حالة قطع، يجب قطع التيار الكهربائي ويجب عكس الشفرة يدويًا لتحريرها.
- ارتداء نظارات السلامة الواقية عند تشغيل المنشار.

2.5. أداة آلة الطحن

- مطلوب تدريب خاص قبل استخدام أداة آلة CNC لطحن السطح.
- لا يجوز تشغيل آلات العجلات الكاشطة دون وجود وسائل الحماية المناسبة.
- لا تستخدم أبدًا عجلة سقطت أو تعرضت لضربة قوية، حتى لو لم يكن هناك ضرر واضح. قد تكون هذه العجلات ضعيفة أو غير متوازنة بدرجة كافية لتتفكك عند بدء التشغيل.
- لا تقم بالطحن على جانب العجلة إلا إذا كانت العجلة مصممة خصيصًا لهذا الاستخدام.
- يجب الإبلاغ عن أي عجلات متشققة أو مكسورة أو معيبة إلى مشرف المختبر/مشرف المختبرS على الفور.
- يجب تركيب العجلات الجديدة وموازنتها من قبل المشرف.
- أمسك العمل بشكل آمن أثناء الطحن، واستخدم مسند الأداة لدعم العمل عند الطحن بعيدًا عن اليد على الطاولة أو المطاحن ذات القاعدة.
- عند طحن الألومنيوم يجب اتخاذ احتياطات إضافية لأن غبار الألومنيوم قابل للانفجار. يجب تحديد معلمات الطحن والقطع المناسبة.
- في حالة استخدام ظرف مغناطيسي على المطحنة السطحية، تأكد من تثبيت العمل بشكل آمن قبل البدء في الطحن.

3. السلامة عند استخدام الأدوات اليدوية والكهربائية

تُستخدم أدوات قياس الأبعاد والخشونة الموجودة في مختبر أبحاث التصنيع والمختبرات الأخرى لقياس الأبعاد الدقيقة. ولذلك، فهي تتمتع بدقة عالية وسوء الاستخدام يؤدي إلى فقدان الأداة لوظيفتها. كما أن الاستخدام غير السليم لهذه الأدوات قد يشكل خطورة

على المستخدم. على الرغم من أنها أكثر أمانًا من أي معدات أخرى في المختبر، إلا أنه إذا اتبع المستخدمون القواعد الواردة أدناه فلن يواجهوا أي ظروف قد تؤدي إلى وقوع حادث.

3.1. آلة قياس الإحداثيات

- نظرًا لأن أجهزة CMM الموجودة في MRL تتمتع بدقة عالية وواجهة مستخدم معقدة، فيجب على مستخدمي المختبر غير المدربين عدم استخدامها.
- يجب تغيير المجسات أثناء إيقاف تشغيل الجهاز.
- المجسات ضعيفة للغاية، لذلك أثناء حمل المجسات أو تغييرها، يجب على الأشخاص إيلاء المزيد من الاهتمام.
- يتأكد المستخدم من عدم وجود أي عائق على الطاولة وأن الطاولة نظيفة قبل البدء بالقياس.
- أثناء القياس لا تلمس المحور أو المسبار بجسمك.
- بعد ذلك يجب تنظيف جدول القياس ونزع المجسات.

3.2. أدوات قياس الدقة

- الفرجار له أطراف حادة. يجب على المستخدمين عدم استخدام أطراف الفرجار إلا للقياس.
- أجهزة قياس جونسون دقيقة للغاية ولها حواف حادة. عند حمل واستخدام أجهزة القياس يجب على الناس توخي الحذر.
- الميكروميتر عبارة عن أدوات قياس عالية الدقة ويجب استخدامها فقط لقياس قطع العمل.
- مجسات اللمس الخاصة بخشونة السطح لها شكل هندسي يشبه الإبرة. يجب استخدام هذه الأجهزة فقط لقياس خشونة السطح. لا يجوز أبداً نزع إبر اللمس من غلافها.
- تتميز الكاميرات الرقمية Nanofocus وDyno بعدسات دقيقة. عند التركيز يجب على المستخدم الانتباه إلى عدم كسرها.
- جميع أدوات القياس الدقيقة لها مساحة تخزين وغطاء خاصين بها. يجب على الأشخاص إعادة الأجهزة بمجرد الانتهاء من القياسات.

3.3. أدوات يدوية

- استخدم فقط الأدوات التي تكون في حالة جيدة. إذا كانت الأداة في حالة سيئة، قم بتسليمها إلى عضو هيئة التدريس المسؤول أو فني المختبر.
- يجب استبدال مقابض الأدوات الخشنة أو المكسورة أو السائبة قبل استخدامها.
- لا ينبغي استخدام الشدات ذات الفك المنتشر أو المنتشر.
- تأكد من ضبط فكي الشدات بحيث تتناسب بإحكام مع الصامولة أو الترباس أو الأنبوب قبل الضغط على مفتاح الربط. اسحب دائمًا مفتاح الربط إن أمكن.
- يجب استخدام مطارق البوليمر فقط لضرب الأدوات أو أسطح الآلات الصلبة.
- لا يجوز استخدام المفكات البالية ذات النقاط المستديرة أو المكسورة.
- عند استخدام مفك البراغي، ضع قطعة الشغل على مقعد أو جسم صلب. لا تحمل الجزء في يدك أبدًا.
- يجب استخدام الأدوات بشكل صحيح. لا تستخدم مفكات البراغي كقضبان نقب أو أزاميل. لا تستخدم الشدات كمطارق.
- يجب حماية أو تغطية الحواف الحادة للأدوات ذات الدرع عند حملها.

3.4. أدوات كهربائية

الأدوات الكهربائية المحمولة لها مخاطر مماثلة للأدوات الآلية الثابتة. هناك مخاطر إضافية مرتبطة بالتعامل مع الأداة. تشمل الإصابات والمخاطر النموذجية الناجمة عن الأدوات اليدوية المحمولة الحروق والجروح والإجهاد. وتشمل المصادر الأخرى للإصابة الصدمات الكهربائية والجسيمات في العين والحرائق والسقوط والانفجارات والأدوات المتساقطة.

- يجب عدم ترك الحبال أو الخراطيم ملقاة على الأرض حيث قد تشكل خطر التعثر.
- لا يجوز تعليق الحبال، أو الخراطيم بالمسامير ،أو البراغي أو الأدوات الحادة.
- يجب إبعاد الأسلاك والخراطيم عن الزيوت والأسطح الساخنة والمواد الكيميائية.
- ارتداء نظارات السلامة الواقية عند تشغيل أداة يدوية كهربائية محمولة.
- يجب استخدام جهاز تنفس مناسب عندما يؤدي استخدام أداة كهربائية إلى توليد غبار ومساحيق وما إلى ذلك منقول بالهواء.

- لا تقم أبدًا بتشغيل أداة كهربائية في وجود مواد أو سوائل قابلة للاشتعال. يمكن أن يؤدي الشرر الناتج عن الأداة نفسها، أو من ملامسة الأداة النشطة للعمل أو المنطقة المحيطة بها إلى إشعال المواد القابلة للاحتراق بسهولة.
- لا يجوز استخدام الأدوات التي تولد غبارًا أو حطامًا زائدًا في منطقة ورشة الآلات.

4. التعامل مع المواد

تعتبر السلالات والالتواءات والكسور والكدمات من الإصابات الشائعة المرتبطة بالتعامل مع المواد. تحدث هذه الحالات في المقام الأول بسبب تقنيات الرفع غير الصحيحة، وحمل حمولة ثقيلة جدًا، والقبضة غير الصحيحة، وعدم مراعاة ترك مسافة بين القدمين واليدين، وعدم ارتداء معدات الحماية.

- فحص المواد بحثًا عن الشظايا والنتوءات والحواف الخشنة أو الحادة.
- حافظ على يديك خاليتين من الزيوت أو الشحوم، وامسح أي شحوم أو أشياء زلقة قبل تحريكها.
- أمسك الشيء المراد تحريكه بقوة.
- إذا كان هناك شيء ثقيل أو أخرق اطلب المساعدة في رفعه. ناقش مسبقًا كيفية نقل الكائن ووضعه جانبًا.
- تأكد من أن المسار الذي سيتم نقل الجسم من خلاله خالي من العوائق قبل البدء.
- ارفع دائمًا برجليك وليس ظهرك.
- راقب نقاط الضغط، خاصة عند وضع الجسم لأسفل.

الوحدة السابعة

السلامة من الإشعاع

1. أهداف تطبيقات السلامة من الإشعاع (RS)

تهدف تطبيقات السلامة الإشعاعية إلى تقليل المخاطر المحتملة الناجمة عن استخدام المواد المشعة والأجهزة المؤينة التي ينبعث منها الإشعاع.

- الحد من التعرض للإشعاع وتقليله لمستخدمي المختبر ومنطقة العمل والبيئة
- الوقاية من التلوث الإشعاعي
- تلبية متطلبات الدولة واللوائح المتعلقة باستخدام والتخلص من النظائر المشعة ومصادر الإشعاع المؤينة الخارجية. تضمن الكلية الامتثال التنظيمي والسلامة في استخدام الإشعاع والمواد المشعة. تشمل الوظائف المحددة لـ LSS/LS، على سبيل المثال لا الحصر، ما يلي:
- مراقبة مستويات التعرض للإشعاع
- التحقيق في حوادث الإشعاعات المؤينة
- الاستشارة في مسائل السلامة
- توفير التدريب والخدمات في مجال السلامة الإشعاعية
- إدارة النفايات المشعة

1.1. المعايير الأساسية للسلامة الإشعاعية

يتم تنظيم المبادئ والتدابير المتعلقة بالسلامة الإشعاعية وفقًا للمعايير الأساسية للحماية من الإشعاع الواردة أدناه.

- يجب ألا تتجاوز جرعة الجسم الكاملة الناجمة عن المصادر الداخلية والخارجية للأشخاص الذين يعملون مع مصادر الإشعاع ويتعرضون للإشعاع 5 ريم سنوياً.
- يجب ألا تتجاوز الجرعة الإجمالية الناجمة عن المصادر الداخلية والخارجية للفرد والأشخاص الذين لا يعتبرون من مستخدمي الإشعاع، لكامل الجسم، 0.5 ريم سنوياً
- حدود السن: لا يمكن للأشخاص الذين تقل أعمارهم عن 18 عامًا العمل في الأنشطة.

1.2. حدود الجرعة

فيما يلي المفاهيم ذات الصلة بقيود الجرعة المستخدمة في الحماية من الإشعاع:

- الحدود الأولية: حدود "الجرعة المكافئة" السنوية أو "الجرعة الفعالة" أو "الجرعة المكافئة الملتزم بها" أو "الجرعة الفعالة الملتزم بها" أو "الجرعة الفعالة الجماعية" لمجموعة أفراد محددة يمكن أن يتلقاها مستخدمو الإشعاع أو أفراد المجتمع..
- الحدود الثانوية: حدود الجرعة عندما لا يمكن تطبيق حدود الجرعة الأولية مباشرة. في حالة التعرض الخارجي تتم الإشارة إلى الحدود الثانوية بواسطة "مؤشر الجرعة المكافئة" وفي حالة التعرض الداخلي تتم الإشارة إليها بواسطة "حدود التناول السنوية" (ALI).
- الحدود المشتقة: تشتق الحدود من الحدود الأولية وفق نموذج معين وإذا تم الالتزام بهذه الحالة يتم قبولها على أنها ملتزمة بالحدود الأولية.
- الحدود المسموح بها: الحدود التي تحددها الهيئة وعادة ما تكون أقل من الحدود الأولية والثانوية.
- حدود التشغيل: الحدود التي يحددها صاحب الترخيص على ألا تتجاوز الحدود الأولية والثانوية التي تحددها الهيئة لكامل مصادر الإشعاع مهما كان نوعها.

1.3. المستويات المرجعية

يتم تحديد المستويات لبدء تطبيق خاص لأي حجم يستخدم في برامج الحماية من الإشعاع. وترد أدناه المستويات المرجعية التي تحددها الهيئة.

- مستوى السجل: يجب أخذ سجلات الجرعة المكافئة أو الجرعة الفعالة أو الكميات التي يتناولها الجسم والاحتفاظ بها من أجل توفير الحماية من الإشعاع. ينبغي الاحتفاظ بسجلات حدود الجرعة السنوية إذا تجاوزت حدود الجرعة السنوية 0.2 ملي سيفرت لمستخدمي الإشعاع، و0.01 ملي سيفرت للعامة.
- مستوى الفحص: يجب فحص الجرعة المكافئة أو الجرعة الفعالة أو الكمية المتناولة بشكل أكبر. لمدة شهر واحد، هذا المستوى هو 10/1 من الجرعة السنوية.
- مستوى التدخل: القيم التي تحددها الهيئة مسبقاً والتي تشير إلى الجرعة المكافئة أو الجرعة الفعالة أو كميات التناول يجب أخذها بعين الاعتبار عند تجاوزها. كما أنها حالة يتم فيها تحديد حد الجرعة المكافئة السنوية التي تم تناولها في وقت واحد وتجاوزها في نفس العام. مستويات التدخل؛

- مستوى العمل: معدل الجرعة المكافئة ومستوى تركيز النشاط الإشعاعي الذي يتطلب إجراءات علاجية ووقائية في حالة التشعيع المستمر أو الخطر.
- المستوى الإرشادي: هو مستوى الجرعة الذي قد يتطلب اتخاذ تدابير في حالة تجاوزه.

يتم تحديد حدود الجرعات السنوية بشكل منفصل لمستخدمي الإشعاع والأفراد العامين وفقًا للمعايير الدولية دون أي ضرر على الصحة. الجرعة الإجمالية السنوية هي مجموع الجرعات المتلقاة من الإشعاعات الداخلية والخارجية. لا يُسمح بالتعرض لجرعات إشعاعية تتجاوز تلك القيود بسبب المصادر الخاضعة للتحكم والتطبيقات، ويتم استبعاد التعرض الطبي وجرعات الإشعاع الطبيعي من هذه القيود.

- لا يجوز أن تتجاوز الجرعة الفعالة لمستخدمي الإشعاع 20 ملي سيفرت لمدة خمس سنوات متتالية و50 ملي سيفرت لمدة سنة واحدة. الحد الأقصى للجرعة المكافئة لليد والقدم أو الجلد هو 500 ملي سيفرت، وللعدسة 150 ملي سيفرت. يتم قبول الجرعة المكافئة لمنطقة 1 سم2 المعرضة لأعلى جرعة إشعاعية على الجلد كجرعة مكافئة متوسطة للبشرة بغض النظر عن الجرعة التي تتلقاها المناطق الأخرى.
- لا يجوز أن تتجاوز الجرعة الفعالة لأفراد المجتمع 1 ملي سيفرت. لظروف خاصة يمكن السماح بـ 5 ملي سيفرت في السنة على ألا يتجاوز متوسطها 1 ملي سيفرت لمدة خمس سنوات متتالية. الحد السنوي للجرعة المكافئة للبشرة هو 50 ملي سيفرت، وللعدسة 15 ملي سيفرت.
- لا يجوز للأشخاص الذين تقل أعمارهم عن 18 عامًا العمل في الأعمال الإشعاعية وفقًا للجرعة الفعالة للطلاب والمتدربين الذين تتراوح أعمارهم بين 16 و18 عامًا والذين يحتاجون إلى تثقيف حول مصادر الإشعاع (لا يمكن أن تتجاوز 6 ملي سيفرت في أي عام). ومع ذلك، الحد الأقصى للجرعة المكافئة لليد أو القدم أو الجلد هو 150 ملي سيفرت، وللعدسة 50 ملي سيفرت.

1.4. ظروف العمل

تصنف ظروف عمل الأشخاص المعرضين للإشعاع أثناء أداء الواجب على النحو التالي:

حالة العمل أ: حالة صالحة للعمل مع إمكانية التعرض لجرعة فعالة تزيد عن 6 ملي سيفرت سنويًا أو تعريض أكثر من 10/3 من حدود الجرعة السنوية المكافئة للعدسة والجلد والقدمين.

حالة العمل ب: حالة العمل مع إمكانية تعريض جرعات إشعاعية لن تتجاوز القيم الواردة في حالة العمل أ.

1.5. مقياس الجرعات الشخصية إلزامية

الأشخاص الذين يعملون في حالة صالحة للعمل (أ) ملزمون باستخدام مقياس الجرعات الشخصي. يتم توفير خدمة قياس الجرعات من قبل الهيئة والمنظمات. يتم تسجيل نتائج تقييمات قياس الجرعات في نظام تسجيل الجرعات المركزي. وتحدد الهيئة معايير الأهلية وإجراءات التشغيل والمبادئ الخاصة بالمنظمات التي تقدم خدمة قياس الجرعات.

1.6. مسؤوليات المستخدم

المستخدمون هم الأشخاص الذين يتعاملون مع المواد المشعة أو يستخدمون آلات إنتاج الإشعاع (RPMs). يجب إدراج اسم كل مستخدم في قسم الموظفين الخاص بترخيص استخدام الإشعاع. المستخدمون مسؤولون عن سلامتهم وسلامة من حولهم؛ وعلى وجه التحديد، يجب عليهم:

- اتبع الإجراءات والبروتوكولات واعرف أين يمكن العثور على RS عبر الإنترنت وكيفية طلب المساعدة من مشرف المختبر او مشرف السلامة في المختبرات.
- التأكد من أن معدات التدريب والسلامة كافية.
- ارتداء معدات الحماية الشخصية المطلوبة.
- ارتداء قياس الجرعات و/أو المشاركة في برنامج الاختبار الحيوي إذا لزم الأمر.
- إبلاغ مشرف المختبر او مشرف السلامة في المختبرات بأي ظروف غير آمنة.
- احتفظ بالأشياء الشخصية بعيدًا عن المختبر أو مناطق الاستخدام.
- لا تأكل أو تشرب أو تدخن أو تضع مستحضرات التجميل في المختبر.
- وضع النفايات في حاويات مناسبة وموسومة.
- تسمية مناطق العمل والمواد و/أو الحاويات كما هو مطلوب.
- الحفاظ على الأمن المناسب للمواد المشعة والآلات المنتجة للإشعاع.
- في حالة الاشتباه في حدوث تلوث، قم بالتحقق باستخدام مقياس مسح مناسب أو عن طريق "مسح المنطقة" وقم بالتطهير إذا لزم الأمر.
- غسل اليدين والتحقق من التلوث قبل مغادرة المختبر باستخدام جهاز قياس المسح المناسب.

- الإبلاغ فورًا عن الانسكابات أو تلوث الأفراد أو حالات الطوارئ الأخرى المتعلقة بالسلامة الإشعاعية إلى مشرف المختبر او مشرف السلامة في المختبرات.

1.7. التقنيات العامة للتحكم في الإشعاع

فيما يلي الإجراءات العامة للتحكم في الإشعاع في مختبر النويدات المشعة:

- عدم إحضار متعلقات شخصية غير تلك اللازمة للعمل إلى المختبر.
- فصل مناطق العمل والتخزين الإشعاعي عن أماكن الموظفين العامة. قم بتخزين معطف المختبر الخاص بك بعيدًا عن ملابسك الشخصية.
- لا تأكل أو تشرب أو تدخن أو تضع مستحضرات التجميل في المختبر حيث تكون المواد المشعة غير مختومة
- المواد موجودة ما لم يتم إنشاء "منطقة نظيفة" محددة.
- قم بتغطية مناطق العمل بورق ماص للحماية من الانسكابات. استخدم صينية الانسكاب عند العمل بكميات كبيرة من السوائل.
- استخدام التدريع المناسب.
- وضع النفايات في الحاويات المناسبة وحفظ النفايات السائلة في الاحتواء الثانوي.
- الحفاظ على التدبير المنزلي الجيد في المختبر.
- تقييد وصول الجمهور والتحكم بشكل صحيح في وصول القاصرين.
- استخدام الإشارات المناسبة.
- ارتداء القفازات غير النفاذة واستخدام الملقط.
- استخدام تقنيات السحب الميكانيكية (عن بعد).
- لا تعمل بالمواد المشعة إذا كان لديك جرح مفتوح في الجلد.
- ارتداء معدات الوقاية الشخصية المناسبة فوق ملابس الشوارع (على سبيل المثال، الملابس المقاومة للحريق في حالة العمل بمواد قابلة للاشتعال).
- وضع علامة واضحة على الأواني الزجاجية أو المعدات الملوثة حتى يتم تطهيرها.
- استخدام أغطية الدخان عند العمل مع المواد المتطايرة.

- تسمية مناطق العمل والمواد و/أو الحاويات كما هو مطلوب.
- استخدام معدات الكشف عن الإشعاع أثناء التعامل مع النويدات المشعة غير المختومة للكشف عن التلوث ومنع انتشاره.
- افحص القفازات والساعدين ومعدات الحماية الشخصية الأخرى بشكل متكرر للتأكد من عدم تلوثها.
- في حالة الاشتباه في حدوث تلوث أثناء العمل، قم بمراقبة المنطقة باستخدام جهاز قياس مسح مناسب أو مسح المنطقة، وقم بتطهيرها إذا لزم الأمر.
- اغسل يديك وافحصهما بجهاز قياس المسح المناسب قبل مغادرة المختبر.

1.8. إجراءات العمل مع الآلات المنتجة للإشعاع

يستخدم حرم جامعة سابانجي مجموعة واسعة من آلات إنتاج الإشعاع المؤين (RPMs). ويتم تصنيفها على النحو التالي:

- فئة 1– المجاهر الإلكترونية أو غيرها من الأجهزة منخفضة الخطورة
- الفئة 2– أجهزة الأشعة السينية ذات الخزانات، أو آلات تحليل حيود الأشعة السينية والتألق، أو آلات XRF، أو آلات الأشعة السينية المحمولة، أو آلات الأشعة السينية التشخيصية، أو غيرها من آلات الخطر المتوسط.

أجهزة سلامة آلات إنتاج الإشعاع

تتطلب اللوائح المذكورة أعلاه الخاصة بآلات إنتاج الإشعاع أن تكون مجهزة بأجهزة أمان معينة. تتضمن هذه عادةً ضوء تحذير آمن من الفشل، وأقفال تعشيق آمنة من الفشل، ومرفقات شعاع، ودرع. وبالإضافة إلى ذلك، قد تكون هناك حاجة إلى جهاز قياس المسح الإشعاعي.

تنطبق الإجراءات التالية على كافة الآلات المنتجة للإشعاع:

- يجب تفعيل أجهزة السلامة والاحتياطات قبل تشغيل الآلة.
- يجوز للموظفين المصرح لهم فقط تشغيل آلة إنتاج الإشعاع دون استخدام الاحتياطات المذكورة سابقًا واللوائح التنظيمية للصيانة ولأسباب أخرى.
- يجب إبلاغ مشرف المختبر او مشرف السلامة في المختبرات بالتعديلات المحتملة على أجهزة السلامة. يجب أن تتم الموافقة على هذه التعديلات والتعديلات من خلال اللائحة وLS/SS قبل العملية.

- جميع الأجهزة مفتوحة للتعطل أو التعطيل. تعتمد آليات قفل خزانة الأشعة السينية على إغلاق الشعاع تلقائيًا عندما يكون مفتوحًا أو تحت تأثيرات مفاجئة. يجب إجراء المسح الإشعاعي للتشابك عند كل منعطف للتحقق من عدم وجود إشعاع قبل وضع الجسم في المكان الذي قد يحدث فيه مسار الشعاع المشع.
- في جميع الظروف (حتى لو أصبح تشغيل RPMs غير مريح أو مستحيل) ، يجب أن تكون أجهزة السلامة نشطة وقابلة للتشغيل حتى يتم تطوير جهاز أو طريقة أمان وقائية بديلة ومتساوية واعتمادها من قبل مشرف المختبر او مشرف السلامة في المختبرات.
- إذا فشلت احتياطات السلامة، حاول عدم تشغيل آلة إنتاج الإشعاع حتى يتم إصلاح الوحدة وفحصها بواسطة مشرف المختبر او مشرف السلامة في المختبرات.
- في حالة التعرض للإشعاع غير المتوقع أو الاشتباه في التعرض، يجب إخطار مشرف المختبر او مشرف السلامة في المختبرات على الفور. تعتبر المواد مثل مقاييس الجرعات المخصصة أو غيرها من المواد التي تتداخل مع الأشعة السينية بمثابة دليل/دليل على التعرض.

2. إدارة النفايات المشعة

يهدف هذا الجزء إلى تحديد شروط تصريف النفايات الناتجة عن استخدام المواد المشعة إلى البيئة، بحيث لا تلحق الضرر بالجمهور والمستخدمين والبيئة.

تغطي المسائل المذكورة في هذه اللائحة القيود والشروط ذات الصلة بتصريف النفايات الناتجة عن استخدام النظائر المشعة التي يقل عمرها النصفي عن 100 يوم والمواد المشعة التي تحتوي على C-14 وH-3، في مجالات مثل الطب والصناعة والأبحاث إلى البيئة بعد أن قام المستخدم بتجميعها والاحتفاظ بها إذا لزم الأمر.

المصادر المشعة المختومة، والنظائر المشعة التي يبلغ نصف عمرها أكثر من 100 يوم، والنفايات الناتجة عن الأنشطة التي تنطوي على دورة الوقود النووي، تقع خارج نطاق هذه اللائحة.

تم إعداد هذا الجزء على أساس أحكام قانون مؤسسة الطاقة الذرية التركية برقم. 2690 وقانون السلامة من الإشعاع.

2.1. القيود المفروضة على تصريف النفايات الناتجة عن استخدام المواد المشعة إلى البيئة

2.1.1. القيود المفروضة على تصريف النفايات السائلة إلى نظام الصرف الصحي

لا يمكن تسليم النفايات السائلة إلى نظام الصرف الصحي إلا في الحدود الواردة أدناه، وتحت مسؤولية صاحب الترخيص، بشرط استيفاء الأحكام المنصوص عليها في قانون الهيئة واتباع قيم التركيز المقبولة بعد تقييم الهيئة للمعلومات ذات الصلة مع نظام نفايات الجسم الذي توفره المنظمة.

- الكمية الإجمالية للنشاط الإشعاعي في النفايات التي يمكن تصريفها إلى نظام الصرف الصحي من قبل منظمة واحدة في وقت واحد لا يمكن أن تزيد عن 2.5 مرة من قيمة الحد الأدنى لـ ALI الواردة في الجدول 7.1 ولا يمكن أن تتجاوز 100 ميجابايت كيو.
- لا يمكن أن تحتوي مذيبات التلألؤ الخاصة بالمختبرات والنفايات السائلة التي تحتوي على محتوى مماثل من المذيبات العضوية على نشاط إشعاعي ألفا. تركيز المذيبات ذات المحتوى الإشعاعي بيتا وغاما لا يتجاوز 3.7 بيكريل بالملليمتر، ولا يتجاوز تركيز النشاط الإشعاعي للمذيبات التي تحتوي على محتوى H-3 وC-14 قيمة 37 بيكريل بالملليمتر. أما النفايات التي تتجاوز تلك القيم فتطبق عليها أحكام الفقرة (أ) من المادة السابعة من هذا النظام.
- لا يمكن أن تزيد كمية النشاط الإشعاعي التي يمكن تصريفها إلى نظام الصرف الصحي خلال شهر واحد لمنظمة واحدة عن 25 مرة من قيمة الحد الأدنى لـ ALI الواردة في الجدول 7.1. وتخضع النفايات التي تتجاوز تلك القيم للفقرة (أ) من المادة السابعة من هذا النظام.
- إذا كانت النفايات تحتوي على أكثر من نظير مشع، يتم حساب نسبة نشاط كل نظير مشع إلى القيمة الدنيا لـ ALI الخاصة به، ثم يتم أخذ مجموع تلك النسب. ومن أجل تصريف تلك النفايات إلى نظام الصرف الصحي، لا يمكن أن يزيد هذا المبلغ عن 2.5 لكل تصريف ولا يمكن أن يزيد عن 25 لإجمالي التصريف الشهري.
- يجب توصيل النفايات السائلة مع بول وبراز المرضى الذين يخضعون للعلاج I-131، بشبكة الصرف الصحي خارج المستشفى في نقطة واحدة، ويجب وضع علامة تحذير من الإشعاع وإجراء قياسات منتظمة. عند هذه النقطة، لا يمكن أن تتجاوز قيمة تركيز I-131 قيمة 10 بكريل.

2.1.2. القيود المفروضة على تصريف النفايات الصلبة إلى البيئة

يتم تصنيف المعدات الملوثة أثناء استخدام المواد المشعة والمواد المشعة الصلبة التي لا يمكن استخدامها على أنها نفايات ويمكن تصريفها إلى البيئة تحت مسؤولية صاحب الترخيص ضمن القيود الواردة أدناه.

أ) يجب ألا يتجاوز معدل الجرعة الإشعاعية على سطح أكياس النفايات المشعة التي سيتم إرسالها إلى مرافق التخلص من النفايات الطبية 1 ميكروسيفرت/ساعة بأي حال من الأحوال. ويجب إجراء القياسات بواسطة جهاز كشف مناسب يمكنه قياس انبعاث الإشعاع من المادة المشعة.

ب) لا يمكن تصريف النفايات الصلبة التي تطلق ألفا إلى البيئة. بالنسبة لتلك النفايات يجب تقديم طلب إلى الهيئة.

2.1.3. القيود المفروضة على تصريف نفايات الغاز إلى الغلاف الجوي

ويتم تصريف النفايات الغازية إلى الغلاف الجوي تحت مسؤولية صاحب الترخيص وفقاً للشروط المحددة في مرحلة الترخيص ومشروع إنشاء المنشأة.

الجدول 7.1 النظائر المشعة المستخدمة بشكل متكرر

Radio- Isotope	Half Life	ALImin (Bq) (ICRP-61)	Radio- Isotope	Half-Life	ALImin (Bq) (ICRP-61)
H-3	12.15 years	1×10^{9}	Sr-35	64.84 days	$\mathbf{1\times10^{7}}$
C-14	5730 years	4×10^{7}	Sr-89	50.55 days	$\mathbf{6\times10^{4}}$
F-18	109.74 minutes	4×10^{8}	Y-90	64.1 hours	$\mathbf{5\times10^{6}}$
Na-24	15 hours	5×10^{7}	Zr-95	64.02 days	$\mathbf{3\times10^{6}}$
P-32	14.29 days	5×10^{6}	Nb-95	35.06 days	$\mathbf{1\times10^{7}}$
P-33	25.4 days	3×10^{7}	Mo-99	66.02 hours	$\mathbf{1\times10^{7}}$
S-35	87.44 days	3×10^{7}	Tc-99m	6.02 hours	$\mathbf{1\times10^{9}}$
Cl-38	37.21 minutes	2×10^{8}	Ru-103	39.35 days	$\mathbf{8\times10^{6}}$
K-42	12.36 hours	5×10^{7}	In-111	2.83 days	$\mathbf{5\times10^{7}}$
K-43	22.6 hours	9×10^{7}	In-113m	1.685 hours	$\mathbf{9\times10^{8}}$
Ca-47	4.536 days	1×10^{7}	Cd-115	53.42 hours	$\mathbf{1\times10^{7}}$
Sc-46	83.8 days	3×10^{6}	Sb-124	60.2 days	$\mathbf{3\times10^{6}}$
Cr-51	27.704 days	2×10^{8}	I-123	13.13 hours	$\mathbf{9\times10^{7}}$
Mn-52	5.591 days	1×10^{7}	I-125	60.14 days	$\mathbf{1\times10^{6}}$
Mn-56	2.5785 hours	9×10^{7}	I-130	12.36 hours	$\mathbf{1\times10^{7}}$
Fe-52	8.275 hours	1×10^{7}	I-131	8.04 days	$\mathbf{8\times10^{5}}$
Fe-59	44.63 days	5×10^{6}	I-132	2.3 hours	$\mathbf{7\times10^{7}}$
Co-56	78.76 days	2×10^{6}	Ba-140	12.789 days	$\mathbf{6\times10^{6}}$
Co-58	70.8 days	7×10^{6}	La-140	40.22 hours	$\mathbf{8\times10^{6}}$

Cu-64	12.701 hours	2×10^8	Ce-141	32.5 days	**8×10^6**
Cu-67	61.88 days	5×10^7	Dy-165	2.334 hours	**2×10^8**
Zn-62	9.26 hours	2×10^7	Yb-169	31.97 days	**9×10^6**
Ga-67	3.261 days	8×10^7	W-185	75.1 days	**3×10^7**
Ga-68	68 minutes	2×10^8	Ir-192	74.02 days	**3×10^6**
As-73	80.3 days	2×10^7	Au-198	2.696 hours	**1×10^7**
As-74	17.77 days	9×10^6	Hg-197	64.14 hours	**6×10^7**
Br-77	57.04 hours	2×10^8	Tl-201	73.06 hours	**3×10^8**
Br-82	35.3 hours	4×10^7	Hg-203	46.6 days	**1×10^7**
Rb-86	18.66 days	8×10^6			
Rb-88	17.8 minutes	2×10^8			
Rb-89	**15.44 minutes**	**4×10^8**			

3. إجراءات الطوارئ

في البيئة الأكاديمية، تكون كميات وأنواع الإشعاع المستخدمة بشكل عام عند مستويات منخفضة بدرجة كافية بحيث يتمكن موظفو الإطفاء والاستجابة الطبية من التعامل مع التهديدات الشديدة للحياة و/أو الصحة و/أو الممتلكات دون الاهتمام بالمواد المشعة والإشعاع الموجود.

ومع ذلك، يجب على المستجيبين استخدام معدات الحماية الشخصية المعتادة (PPE)، ومراقبة التلوث بالمواد المشعة، وتطهيرهم (حسب الضرورة) بعد معالجة المشكلة المطروحة وقبل مغادرة مكان الحادث.

يجب الإبلاغ فورًا عن أي من الحالات التالية إلى مشرف المختبر او مشرف السلامة في المختبرات:

- عندما يتلوث جلدك بالنظائر المشعة أو الانبعاثات المشعة
- عند تناول مادة مشعة
- التعرض للإشعاع غير المتوقع للموظفين
- التلوث الشديد للمعدات أو المناطق
- انتشار التلوث، أو صعوبة تنظيف المنطقة الملوثة

- عند ضياع أو سرقة المواد المشعة أو الآلات المنتجة للإشعاع. عندما تكون في شك، اتصل بالرقم 7444، مشرف المختبر او مشرف السلامة في المختبرات.
- يجب السيطرة على انسكاب المواد المشعة أو الإطلاق غير المتوقع على الفور وإبلاغ مشرف المختبر او مشرف السلامة في المختبرات على الفور.

3.1. تلوث مستخدم المختبر

اتصل فورًا بالرقم 7444 أو اطلب من شخص ما الاتصال بـ مشرف المختبر او مشرف السلامة في المختبرات عند حدوث تلوث إشعاعي أو الاشتباه في حدوث تلوث.

في حالة وقوع حادث إشعاعي؛ خطة العمل الواردة بالترتيب أدناه:

- معالجة المشكلات الطبية أولاً وتطبيق الإسعافات الأولية حسب الاقتضاء. نداء للحصول على المساعدة إذا كان أي شخص في مكان قريب. عادة يمكن تأجيل عملية إزالة التلوث حتى تصبح المصاب في حالة مستقرة.
- خلع الملابس الملوثة على الفور وغسل الجلد بالماء. بالنسبة لتلوث الجلد، اتبع إجراءات التطهير الواردة أدناه:
- يجب غسل السطح الملوث باستخدام الماء والصابون المعتدل. لا تستخدم الماء الساخن أو تقشر أو تهيج الجلد. لا تستخدم الفرش التي يمكن أن تسبب تآكل/تهيج الجلد.
- إذا انتشر التلوث على نطاق واسع، فإن الاستحمام بالصابون المعتدل والماء الدافئ سوف يزيل معظم التلوث. بعد الاستحمام، قم بفحص الشخص للتحكم في إجراءات إزالة التلوث وتحديد موقع أي بقايا تلوث.
- قد توصي مشرف المختبر او مشرف السلامة في المختبرات بمعالجة إضافية أو متخصصة لإزالة التلوث إذا كان من الضروري إجراء المزيد من إزالة التلوث.
- يجب تسليم الملابس والمواد الملوثة إلى مشرف المختبر او مشرف السلامة في المختبرات. سيتم تقديم المزيد من التفاصيل حول إزالة التلوث أو التخلص منه من قبل مشرف المختبر او مشرف السلامة في المختبرات.

3.2. إجراءات الانسكابات الكبرى

يجب على جميع الأشخاص غير المتورطين في الحادث مغادرة المنطقة على الفور، ولكن التجمع في مكان قريب. اتصل بالرقم 7444 أو اطلب من شخص ما الاتصال بـ مشرف المختبر او مشرف السلامة في المختبرات لطلب المساعدة في مجال السلامة من الإشعاع.

- قم بتقييم كل من يمكن أن يكون ملوثًا.
- بمجرد فحص الموظفين المحتمل تلوثهم والتحقق من مستوى التلوث، قم بتسجيل أسمائهم ثم أطلق سراحهم. عندما يكون ذلك ممكنًا، يجب أن يقتصر مستوى التلوث على الحد الأدنى.
- منع الدخول غير المقصود أو العودة إلى المنطقة الملوثة. ضع علامة (علامات) على جميع مداخل الغرفة أو المنطقة تحذر الآخرين من حدوث تسرب للمواد المشعة. ضع لافتات مماثلة في المنطقة العامة تشير إلى موقع التسرب.
- انتظر اتجاه LSS قبل اتخاذ أي إجراء آخر. اتبع تعليمات مشرف المختبر او مشرف السلامة في المختبرات فيما يتعلق بتقنيات إزالة التلوث، والمسوحات، وتوفير عينات الاختبار الحيوي، والوثائق المطلوبة، وما إلى ذلك.
- لا تسمح باستئناف العمل في المنطقة حتى تتم الموافقة عليها من قبل مشرف المختبر او مشرف السلامة في المختبرات.
- وضع الملابس والمواد الملوثة في أكياس مكتوب عليها المحتويات والنظائر المشعة والتاريخ.

3.3. إجراءات الانسكابات الطفيفة

- عند وقوع حادث تسرب، يجب إخطار الأشخاص الموجودين في المبنى/المنشأة.
- يجب السماح فقط للأفراد المدربين والمجهزين بدخول المنطقة.
- يجب ارتداء معدات الوقاية الشخصية في حالة الضرورة.
- اتصل فورًا بالرقم 7444 أو اطلب من شخص ما الاتصال بـ مشرف المختبر او مشرف السلامة في المختبرات.
- يجب تغطية التلوث بورق ماص إذا كان سائلاً. في حالة التلوث الصلب، يجب ترطيب الورق. يمكن تنظيف الانسكاب بواسطة الورق الماص. تعتبر هذه التقنية وسيلة فعالة للوقاية من الانتشار.
- يجب إجراء عمليات التفتيش بالمعدات المناسبة بشكل دوري بعد عملية إزالة التلوث. سيحدد هذا الإجراء أيضًا كفاءة عملية إزالة التلوث.
- يجب طي الأوراق الماصة والقفازات وأي مواد أخرى مستخدمة أثناء وبعد عملية إزالة التلوث وإغلاقها ووضع علامة عليها في كيس مناسب.
- يجب فحص المنطقة المطهرة وما حولها باستخدام التقنية المناسبة في حالة وجود بقايا وتلوث ثابت.
- يجب أيضًا فحص الأشخاص المشاركين في عملية التطهير من خلال فحص ملابسهم وأيديهم. سيتم تسجيل وإطلاق سراح الأشخاص الذين أصيبوا بالتلوث.

- في حالة اكتشاف تلوث شخصي، يجب تنفيذ إجراء "تلوث المستخدم في المختبر".

3.4. إجراءات حوادث آلات إنتاج الإشعاع (RPM).

- يجب إيقاف تشغيل الجهاز. إذا أمكن، قم بقطع الدائرة.
- اتصل بالرقم 7444 أو اطلب من شخص ما الاتصال بـ مشرف المختبر او مشرف السلامة في المختبرات على الفور.
- يجب معالجة المشكلات الطبية وإدارة الإسعافات الأولية على الفور. علاج الإصابات له الأولوية على التعرض للإشعاع والاشتباه في الإشعاع.
- يجب إبلاغ مشرف المختبر او مشرف السلامة في المختبرات والمسؤولين الآخرين في المنطقة على الفور.
- ينبغي إعلام جميع المواد ذات الصلة بالحادث، بما في ذلك جهد التشغيل والتيار، ووقت التعرض، والمسافة من مصدر الإشعاع. يجب تقديم كل هذه المواد والبيانات إلى مشرف المختبر او مشرف السلامة في المختبرات.

ملاحظة: لا يتم ملاحظة التأثيرات البيولوجية للتعرض للإشعاع القادم من أجهزة الأشعة السينية على الفور. يجب إبلاغ مشرف المختبر او مشرف السلامة في المختبرات ويجب استشارة الموظفين المعرضين من قبل الفريق الطبي والممثلين المتخصصين لتقييم الجرعة وتأكيد العلاج الأساسي.

الوحدة الثامنة

سلامة الليزر

1. الغرض والمتطلبات

يقدم هذا الدليل ملخصًا لأساسيات سلامة الليزر والتأثيرات البيولوجية وحدود التعرض المستخدمة في جامعة تبوك. ينطبق هذا الدليل على جميع فئات الليزر (من 1 إلى 4). ستعمل بعض التوصيات على تحسين سلامة الليزر في المختبر. نظرًا للتنوع الكبير في استخدامات الليزر واستخداماته الممكنة، يوفر هذا الدليل أهدافًا قائمة على الأداء بدلاً من المتطلبات التوجيهية.

2. المسؤوليات

كل مستخدم ليزر مسؤول عن السلامة التشغيلية للجهاز. يتضمن ذلك التوصيات القابلة للتطبيق بشأن موضع وإنهاء جميع الحزم والانعكاسات، باستخدام ضوابط الدخول المناسبة، واستخدام حماية العين المناسبة. لا يجوز لمستخدمي الليزر تجاوز أو التغلب على ميزات سلامة المدخل أو الحواجز أو الأقفال المتشابكة. يعد القيام بذلك انتهاكًا خطيرًا للسلامة وقد يؤدي إلى فقدان امتيازات استخدام الليزر.

3. المعايير

فيما يلي الموارد الدولية والوطنية لتطبيقات الليزر وسلامته:

- معايير ANSI Z136 (معهد الليزر الأمريكي)

4. التدريب

يجب أن يكون مستوى التدريب مناسبًا لمستوى خطر الليزر المستخدم. توفر الجامعة تدريبًا عامًا على السلامة من الليزر والذي يتم استكماله بتدريب محدد داخل المختبر بواسطة عضو هيئة التدريس المسؤول أو مستخدم ذي خبرة يعينه عضو هيئة التدريس المسؤول لتوفير التدريب.

- الفئة 1 و 2 – التدريب غير مطلوب

- الفئة M1 وM2 – تعتمد على التطبيق، اتصل بـ LSS
- الفئة a3 وR3 – التدريب غير مطلوب
- الفئتان 3ب و4 – التدريب مطلوب. التدريب التنشيطي مطلوب كل عامين.

5. أساسيات

ستقتصر كلمة الليزر على الأجهزة التي ينبعث منها الإشعاع الكهرومغناطيسي باستخدام تضخيم الضوء عن طريق انبعاث الإشعاع المحفز بأطوال موجية من 180 نانومتر (نانومتر) إلى 1 ملم (مم). يشمل الطيف الكهرومغناطيسي طاقة تتراوح من أشعة جاما إلى الترددات الراديوية. يوضح الشكل 14.1 إجمالي الطيف الكهرومغناطيسي والأطوال الموجية للمناطق المختلفة.

تشمل أجهزة الليزر مناطق الطيف فوق البنفسجية والمرئية والأشعة تحت الحمراء. تتكون الأشعة فوق البنفسجية لليزر من أطوال موجية تتراوح بين 180 و400 نانومتر. تتكون المنطقة المرئية من إشعاعات ذات أطوال موجية تتراوح بين 400 و700 نانومتر. هذا هو الجزء الذي نسميه الضوء المرئي. تتكون منطقة الأشعة تحت الحمراء من الطيف من إشعاعات ذات أطوال موجية تتراوح بين 700 نانومتر و1 ملم.

6. فئات ومخاطر الليزر

فيما يلي ملخص لتصنيف الليزر مأخوذ من ANSI Z136.1.

6.1. درجات الليزر

6.1.1. ليزر من الدرجة الأولى

يعتبر الليزر من الفئة 1 غير قادر على إنتاج مستويات إشعاع ضارة، وبالتالي يعتبر آمنًا في ظل ظروف العمل العادية. هذه الليزرات معفاة من معظم تدابير الرقابة. العديد من أجهزة الليزر في هذه الفئة عبارة عن أشعة ليزر مدمجة في حاوية تمنع أو تحد من الوصول إلى إشعاع الليزر.

6.1.2. ليزر من الدرجة الثانية

الليزر من الفئة 2 عبارة عن ليزر منخفض الطاقة ينبعث منه إشعاع مرئي، ولكن لا يتجاوز خرج الطاقة 1 ميجاوات. بالنسبة لفئة الليزر هذه، فإن الاستجابة الطبيعية للنفور البشري البالغة (0.25 ثانية) لمصادر الإشعاع الساطعة توفر حماية للعين إذا تم عرض الشعاع مباشرة. يوجد احتمال تعرض العين للخطر إذا تم التغلب على هذه الحركة المنعكسة الطبيعية وكان وقت التعرض أكبر من 0.25 ثانية.

6.1.3. ليزر فئة M1

يعتبر الليزر من الفئة M1 غير قادر على إنتاج ظروف تعرض خطيرة أثناء التشغيل العادي ما لم تتم رؤية الشعاع باستخدام أداة بصرية مثل عدسة العين أو التلسكوب.

6.1.4. ليزر فئة M2

يصدر الليزر من الفئة M2 إشعاعًا مرئيًا (400 إلى 700 نانومتر) مع خرج طاقة أقل من 1 ميجاوات. مثل منتجات الليزر من الفئة 2، تشكل أجهزة الليزر من الفئة M2 مخاطر بصرية على العين المجردة، ولكنها قد تكون خطرة عند النظر إليها باستخدام المساعدات البصرية.

6.1.5. ليزر من الدرجة R3

من المحتمل أن تكون أشعة الليزر من الفئة R3 خطرة في ظل بعض ظروف عرض الانعكاس المباشر والمرآوي، ولكن احتمال حدوث إصابة صغير. لا تشكل أشعة الليزر من الفئة R3 خطر الحريق أو خطر الانعكاس المنتشر. تتراوح طاقة الخرج لليزر من الفئة R3 بين 1 و5 أضعاف حد الطاقة من الفئة 1 للأطوال الموجية الأقصر من 400 نانومتر (ليزر الأشعة فوق البنفسجية) أو أطول من 700 نانومتر أو طاقة الخرج البالغة 5 ميجاوات للأطوال الموجية من 400 نانومتر إلى 700 نانومتر (المرئية الليزر).

6.1.6. ليزر من الدرجة B3

الليزر من الفئة B3 عبارة عن ليزرات متوسطة الطاقة ذات طاقة خرج تتراوح من 5 ميجاوات إلى 500 ميجاوات. يعد عرض هذه الليزرات تحت الشعاع المباشر وظروف الانعكاس المرآوي أمرًا خطيرًا. لا يشكل الانعكاس المنتشر خطرًا عادةً باستثناء أجهزة الليزر ذات الطاقة العالية من الفئة B3. لا يشكل الليزر من الفئة B3 عادةً خطراً للحريق.

6.1.7. ليزر من الدرجة الرابعة

الليزر من الفئة 4 عبارة عن ليزر عالي الطاقة مع خرج طاقة يزيد عن 500 ميجاوات. إن التعرض للأشعة المباشرة أو الانعكاسات المرآوية أو الانعكاسات المنتشرة يمثل خطراً على العين والجلد. قد يكون الليزر من الفئة 4 خطراً على الحريق (الطاقة الإشعاعية > 2 وات/سم2 تشكل خطراً على الاشتعال). بالإضافة إلى ذلك، يمكن أن تنتج أجهزة الليزر هذه ملوثات خطيرة محمولة بالهواء ولها مصدر طاقة عالي الجهد قد يكون مميتًا. قم دائمًا بتطويق مسار شعاع الليزر بالكامل، إن أمكن، أو قم بتطويق معظم مسار الشعاع لتقليل المخاطر المحتملة.

6.2. المخاطر

المخاطر المحتملة وفقًا لفئات الليزر موضحة في الجدول 8.1.

تنتج التأثيرات الحرارية عن ارتفاع درجة الحرارة بعد امتصاص طاقة الليزر. تعتمد شدة الضرر على عدة عوامل، بما في ذلك مدة التعرض، والطول الموجي للحزمة، وطاقة الحزمة، ومنطقة ونوع الأنسجة المعرضة للحزمة.

الجدول 8.1 فئات الليزر ومخاطره

الفئة	خطر	بيان تحذير
الفئة 1	آمن في ظل ظروف متوقعة بشكل معقول (ملاحظة: تشتمل أجهزة الليزر من الفئة 1 على طاقة عالية ومحاطة بالكامل، بحيث لا يمكن الوصول إلى الإشعاع الذي يحتمل أن يكون خطيرًا أثناء الاستخدام).	
فئة M1	آمن للعين المجردة، إلا في حالة استخدام العدسات المكبرة.	لا تحدق مباشرة بالأدوات البصرية.
الفئة 2	آمن للتعرض القصير (أقل من 0.25 ثانية). العين محمية بواسطة منعكس الرمش.	لا تحدق في الشعاع.
فئة M2	آمن عند التعرض للسراويل القصيرة (أقل من 0.25 ثانية). تتم حماية العين بواسطة منعكس الرمش إلا في حالة استخدام البصريات المكبرة.	لا تحدق في الشعاع أو تنظر مباشرة باستخدام الأجهزة البصرية
الفئة R3	آمن إذا تم التعامل معه بحذر، وقد يكون خطيرًا إذا أسيء التعامل معه. يقتصر الخطر على منعكس الرمش والاستجابة الطبيعية لتسخين القرنية للأشعة تحت الحمراء.	تجنب التعرض المباشر للعين.
الفئة B3	المشاهدة المباشرة خطرة. النظارات الواقية ضرورية في حالة الوصول إلى الشعاع. يلزم وجود أقفال أمان لمنع الوصول إلى إشعاع الليزر الخطير.	
الفئة 4	يمكن أن يحرق الجلد ويسبب ضررا دائما للعين. يمكن أن تشكل أشعة الليزر من الفئة 4 أيضًا خطر الحريق. يلزم وجود أقفال أمان مع إعادة ضبط يدوية لمنع الوصول إلى إشعاع الليزر الخطير.	تجنب تعرض العين أو الجلد للإشعاع المباشر أو المتفرق.

تصاحب بيانات التحذير العنوان: "إشعاع الليزر" وبيان نوع منتج الليزر على الليزر

أشعة الليزر بيان تحذير فئة × ليزر

قد تكون هناك حاجة أيضًا إلى وضع علامات إضافية اعتمادًا على فئة الليزر وإمكانية الوصول إلى الشعاع

الجدول 8.2 ملخص التأثيرات البيولوجية لليزر

المجال الطيفي الضوئي	عين	جلد
الأشعة فوق البنفسجية ج (200 نانومتر – 280 نانومتر)	التهاب القرنية الضوئية	الحمامي (حروق الشمس)، سرطان الجلد تسارع شيخوخة الجلد
الأشعة فوق البنفسجية ب (280 نانومتر – 315 نانومتر)	التهاب القرنية الضوئية	زيادة التصبغ
الأشعة فوق البنفسجية أ (315 نانومتر – 400 نانومتر)	إعتام عدسة العين الكيميائي الضوئي	تصبغ اسود حرق الجلد
مرئية (400 نانومتر – 780 نانومتر)	إصابة الشبكية الكيميائية الضوئية والحرارية	تصبغ اسود. تفاعلات حساسة للضوء حرق الجلد
الأشعة تحت الحمراء أ (780 نانومتر – 1400 نانومتر)	إعتام عدسة العين وحروق الشبكية	حرق الجلد
الأشعة تحت الحمراء ب (1.4 ميكرومتر – 3.0 ميكرومتر)	حرق القرنية،توهج مائي	حرق الجلد
الأشعة تحت الحمراء C (3.0 ميكرومتر – 1000 مم)	حرق القرنية فقط	حرق الجلد

6.2.1. المخاطر الكهربائية

- يمكن أن يشكل استخدام الليزر أو أنظمة الليزر خطر حدوث صدمة كهربائية. قد يحدث هذا نتيجة الاتصال باستخدام طاقة المرافق المكشوفة، والتحكم في الجهاز، وموصلات إمداد الطاقة التي تعمل بقدرات 50 فولت أو أكثر. يمكن أن تحدث حالات التعرض هذه أثناء إعداد الليزر أو تركيبه أو صيانته أو خدمته، حيث غالبًا ما تتم إزالة الأغطية الواقية للمعدات للسماح بالوصول إلى المكونات النشطة كما هو مطلوب لتلك الأنشطة. يمكن أن يتراوح التأثير من ارتعاش بسيط إلى إصابة شخصية خطيرة أو الوفاة. الحماية ضد التلامس العرضي مع الموصلات النشطة عن طريق نظام حاجز هي المنهجية الأساسية لمنع الصدمات الكهربائية.
- هناك خطر خاص آخر يتمثل في أن الإمدادات الكهربائية ذات الجهد العالي ومكثفات الليزر غالبًا ما تكون موجودة بالقرب من مضخات مياه التبريد والخطوط والمرشحات وما إلى ذلك. في حالة حدوث انسكاب أو تمزق الخرطوم، قد يحدث موقف خطير للغاية. خلال أوقات الرطوبة العالية، يمكن أن يؤدي التبريد الزائد إلى التكثيف الذي يمكن أن يكون له تأثيرات مماثلة.

6.2.2. الإشعاع الجانبي والبلازما

قد يتم إنتاج الإشعاع الجانبي، أي الإشعاع غير المرتبط بحزمة الليزر الأولية، بواسطة مكونات النظام مثل مصادر الطاقة ومصابيح التفريغ وأنابيب البلازما. قد تأخذ هذه الإشعاعات شكل الأشعة السينية، والأشعة فوق البنفسجية، والأشعة تحت الحمراء، والأشعة تحت الحمراء، والموجات الدقيقة، وإشعاع الترددات الراديوية. بالإضافة إلى ذلك، عندما يتم تركيز أشعة الليزر النبضية عالية الطاقة على الهدف، يتم توليد البلازما التي قد تنبعث منها أيضًا إشعاعات جانبية. يمكن توليد الأشعة السينية بواسطة المكونات الإلكترونية لنظام الليزر ومن البلازما المستحثة.

6.2.3. مخاطر الحريق

تمثل أنظمة الليزر من الفئة 4 خطر الحريق. يمكن أن يؤدي تطويق أشعة الليزر من الفئة 3 إلى مخاطر نشوب حريق محتملة إذا كان من المحتمل أن تتعرض مواد التضمين لإشعاعات تتجاوز 10 وات/سم2. يتم تشجيع استخدام المواد المثبطة للهب.

يمكن استخدام حواجز الليزر غير الشفافة (على سبيل المثال، الستائر) لمنع شعاع الليزر من الخروج من منطقة العمل أثناء عمليات معينة (يرجى الاطلاع على قسم معدات الوقاية الشخصية والملحق 14.1) على الرغم من أنه يمكن تصميم هذه الحواجز لتوفير نطاق من الحماية، إلا أنها عادة لا يمكنها الصمود مستويات إشعاع عالية لأكثر من بضع ثوانٍ دون حدوث بعض الأضرار، بما في ذلك إنتاج الدخان أو النار المفتوحة أو الاختراق. يجب على مستخدمي حواجز الليزر المتوفرة تجاريًا الحصول على المعلومات المناسبة للوقاية من الحرائق من الشركة المصنعة.

يجب أن يكون مشغل الليزر من الفئة 4 على دراية بقدرة عزل الأسلاك غير المحمية والأنابيب البلاستيكية على الاشتعال من الحزم المنعكسة أو المتناثرة الشديدة، خاصة من الليزر الذي يعمل بأطوال موجية غير مرئية.

6.2.4. الغازات المضغوطة

يتم استخدام العديد من الغازات الخطرة في تطبيقات الليزر، بما في ذلك الكلور والفلور وكلوريد الهيدروجين وفلوريد الهيدروجين.

يجب تأمين أسطوانات الغاز المضغوط من الانقلاب. مشاكل السلامة النموذجية الأخرى التي تنشأ عند استخدام الغازات المضغوطة هي:

- العمل بأسطوانات قائمة بذاتها وغير معزولة عن مستخدمي المختبر

- ينقطع اتصال المنظم، مما يؤدي إلى إطلاق محتوياته في الغلاف الجوي
- عدم إزالة صمام الإغلاق أو أحكام تطهير الغاز قبل فصله أو إعادة توصيله
- عدم حفظ أسطوانات الغاز الخطرة في العبوات المناسبة
- الغازات من فئات مختلفة (السموم، والمواد المسببة للتآكل، والقابلة للاشتعال، والمؤكسدات، والخاملة، والضغط العالي والمبردة) لا يتم تخزينها بشكل منفصل

6.2.5. صبغات الليزر

أصباغ الليزر عبارة عن مركبات عضوية فلورية معقدة تشكل، عند محلولها مع مذيبات معينة، وسطًا ليزريًا لأشعة الليزر الصبغية. بعض الأصباغ شديدة السمية أو مسرطنة. وبما أن هذه الأصباغ تحتاج في كثير من الأحيان إلى التغيير، فيجب اتخاذ رعاية خاصة عند التعامل مع المحاليل وإعدادها وتشغيل أشعة الليزر الصبغية. ينبغي أن تكون بيانات بيانات السلامة الخاصة بمركبات الصبغة متاحة ومراجعة من قبل جميع المستخدمين المناسبين.

يجب التوقف عن استخدام ثنائي ميثيل سلفوكسيد (DMSO) كمذيب لأصباغ السيانيد في أشعة الليزر الصبغية، إن أمكن. يساعد DMSO في نقل الأصباغ إلى الجلد. إذا لم يتم العثور على مذيب آخر، فيجب على المستخدمين ارتداء قفازات منخفضة النفاذية في أي وقت ينشأ فيه موقف قد يحدث فيه اتصال بالمذيب.

وينبغي إجراء إعداد حلول الصبغة في غطاء الدخان. معدات الحماية الشخصية، مثل معاطف المختبر، والقفازات المناسبة، وحماية العين ضرورية عند إعداد الحلول.

7. العمل بالليزر

7.1. قبل ان تبدأ

- قم بإبلاغ مستخدمي المختبر بأنواع الأنشطة التي ستشارك فيها وأي احتياطات يجب اتخاذها، على سبيل المثال، إزالة الحواجز، والحاجة إلى نظارات واقية، وتهوية الغرفة، واستخدام المبردات، وما إلى ذلك.
- قم بإزالة كافة الساعات والخواتم والأساور والأقراط وشارات الهوية. يمكن أن تعكس هذه العناصر الضوء، الأمر الذي قد يكون خطيرًا. إذا لم يكن من الممكن إزالة هذه العناصر (أي حلقة)، فقم بتغطيتها بشريط لاصق، مما سيؤدي إلى انعكاس منتشر.

- يجب ألا يكون هناك خط رؤية بين مدخل الغرفة والبصريات على الطاولة (الطاولات) البصرية. بالإضافة إلى احتياطات السلامة الفعلية، من المهم أيضًا تقليل التصور بأن المارة معرضون للخطر. كما أن حراس المحيط، والمرفقات حول الطاولة، والستارة عند الباب تقلل أيضًا من إدراك المخاطر لدى الزوار غير المطلعين.
- يعد الزجاج الموجود في المختبر وحتى الملصقات المصفحة من مخاطر الانعكاس المحتملة. يمكنهم إرسال أفكار إلى مناطق غير متوقعة على الإطلاق. احتواء الشعاع على الطاولة البصرية لتجنب هذا الخطر.
- يعتبر تطويق معدات الليزر أو مسار الشعاع هو الطريقة المفضلة للتحكم، حيث إن التطويق سوف يعزل أو يقلل من المخاطر. عندما لا توفر الضوابط الهندسية وسائل كافية لمنع الوصول إلى الحزم المباشرة أو المنعكسة عند مستويات أعلى من الحد الأقصى المسموح به للتعرض (MPE)، فقد يكون من الضروري استخدام معدات الحماية الشخصية. لاحظ أن استخدام معدات الحماية الشخصية قد يكون له قيود خطيرة عند استخدامها كإجراء التحكم الوحيد مع أجهزة الليزر أو أنظمة الليزر من الفئة 4 ذات الطاقة الأعلى. قد لا تقلل معدات الحماية من المخاطر أو تزيلها بشكل كافٍ وقد تتضرر بسبب إشعاع الليزر الساقط.

الجدول 8.3 مخطط اختيار النظارات

طريقة مبسطة لاختيار حماية العين بالليزر لبث الشعاع الداخلي للأطوال الموجية بين 400 و1400 نانومتر

ليزر Q-Switched (من 1 نانو ثانية إلى 0.1 مللي ثانية)		الليزر غير المزود بتقنية Q-Switched (0.4 مللي ثانية إلى 10 نانوثانية)		الليزر المستمر اللحظي (0.25 إلى 10 ثوانٍ)		الليزر المستمر التحديق طويل الأمد أكثر من 3 ساعات		التوهين	
الحد الأقصى لطاقة الإخراج (J)	الحد الأقصى للتعرض للشعاع المشع (J-cm-2)	الحد الأقصى لطاقة مخرجات الليزر (J)	الحد الأقصى للتعرض للشعاع المشع (J-cm-2)	الطاقة القصوى لإنتاج الطاقة (وات)	الحد الأقصى لإشعاع الشعاع (W-cm-2)	الطاقة القصوى لإنتاج الطاقة (وات)	الحد الأقصى لإشعاع الشعاع (W-cm-2)	عامل التوهين	OD
10	20	100	200	NR	NR	NR	NR	1×10^8	8
1.0	2.0	10	20	NR	NR	NR	NR	1×10^7	7
10^{-1}	2×10^{-1}	1.0	2	NR	NR	1.0	2	1×10^6	6
10^{-2}	2×10^{-2}	10^{-1}	2×10^{-1}	NR	NR	10^{-1}	2×10^{-1}	1×10^5	5
10^{-3}	2×10^{-3}	10^{-2}	2×10^{-2}	10	20	10^{-2}	2×10^{-2}	1×10^4	4
10^{-4}	2×10^{-4}	10^{-3}	2×10^{-3}	1.0	2	10^{-3}	2×10^{-3}	1×10^3	3
10^{-5}	2×10^{-5}	10^{-4}	2×10^{-4}	10^{-1}	2×10^{-1}	10^{-4}	2×10^{-4}	1×10^2	2
10^{-6}	2×10^{-6}	10^{-5}	2×10^{-5}	10^{-2}	2×10^{-2}	10^{-5}	2×10^{-5}	10	1

NR= Not Recommended

تعتبر النظارات الواقية ضرورية لاستخدام الليزر من الدرجة 3 و 4 حيث يكون تشعيع العين ممكنًا. يجب استخدام حماية العين هذه فقط عند الطول الموجي والطاقة/الطاقة المخصصة لها (الجدول 14.4). قد تشمل حماية العين النظارات الواقية أو دروع الوجه أو النظارات أو النظارات الطبية باستخدام مواد ترشيح خاصة أو طبقات عاكسة (أو مزيج من الاثنين معًا) لتقليل التعرض تحت MPE. المعلومات التالية مطلوبة لاختيار نظارات السلامة المناسبة لليزر:

- الطول الموجي (الأطوال الموجية)
- طريقة التشغيل (موجة مستمرة أو نبضية)
- الحد الأقصى لمدة التعرض (افترض السيناريو الأسوأ)
- الحد الأقصى للإشعاع (W/cm2) أو التعرض للإشعاع (J/cm2)
- الحد الأقصى للتعرض المسموح به (MPE)
- يمكن حساب الكثافة الضوئية (OD) بسهولة (https://www.lia.org/evaluator/od.php)

الوحدة التاسعة

سلامة الرنين المغناطيسي النووي

1. مغناطيس فائق التوصيل

المغناطيس فائق التوصيل هو مغناطيس كهربائي يتم تصنيعه باستخدام ملفات فائقة التوصيل.

يتكون نظام المغناطيس الخاص بنا بتردد 500 ميجا هرتز من مغناطيس تسلا 11.74 ثابت تمامًا وهو مغمور في حمام من الهيليوم السائل (–269 درجة مئوية) حيث تكون درجة الحرارة التي تكون فيها مقاومة الملف صفرًا؛ بمجرد تنشيط المغناطيس يمكن أن يعمل بشكل مستمر.

تحذير

قد يؤدي التعرض للمجالات المغناطيسية القوية إلى حدوث إصابات خطيرة أو الوفاة وإلحاق أضرار جسيمة بالممتلكات الشخصية والمعدات والبيانات.

2. سلامة الرنين المغناطيسي النووي

- ينبغي مراعاة محيط 5 غاوس من قبل الأفراد الذين لديهم أجهزة طبية (مثل أجهزة تنظيم ضربات القلب والأطراف الاصطناعية المعدنية). يجب على الأشخاص الذين يستخدمون أجهزة ضبط نبضات القلب والأجزاء الاصطناعية ومشابك الأوعية الدموية المعدنية الاتصال بأطبائهم بشأن المخاطر الصحية المحتملة قبل دخول غرفة الرنين المغناطيسي النووي نظرًا لأن مطياف الرنين المغناطيسي النووي يولد مجالات مغناطيسية قوية.
- يمكن أن تؤدي المجالات المغناطيسية القوية المحيطة بمطياف الرنين المغناطيسي النووي إلى إتلاف الأقراص المرنة والأشرطة والبطاقات ذات الشرائط المغناطيسية والهواتف الخلوية وأجهزة الكمبيوتر المحمولة والساعات الميكانيكية، لذا يجب أن تظل خارج محيط 5 غاوس.
- تجذب المجالات المغناطيسية القوية الأجسام التي تحتوي على الفولاذ والحديد والمواد المغناطيسية الأخرى (مثل المعدات الإلكترونية وأسطوانات الغاز المضغوط والكراسي الفولاذية وعربات الفولاذ) ، لذا يجب أن تظل خارج محيط 5 غاوس. قد تحدث إصابة شخصية وأضرار جسيمة للمسبار والديوار والملف اللولبي فائق التوصيل لأن هذه الأشياء يمكن أن تطير باتجاه المغناطيس. يُسمح فقط باستخدام المواد غير المغناطيسية بالقرب من الأجهزة.

- يتمتع المغناطيس/الديوار بمركز ثقل مرتفع وقد ينهار في حالة حدوث زلزال أو في حالة اصطدامه بجسم كبير. قد يواجه الأشخاص القريبين من المغناطيس إصابات خطيرة وسيؤدي الإطلاق المفاجئ لغازات النيتروجين والهيليوم من ديوار إلى إزاحة الأكسجين القابل للتنفس في الغرفة. الأدوات مدعومة بأرجل مضادة للاهتزاز مثبتة على الأرض.
- في حالة "إخماد المغناطيس" (الانطلاق المفاجئ للغازات من الديوار)، غادر الغرفة فورًا واتصل بـــ NMR LS. يمكن أن يؤدي التمدد السريع لغاز الهيليوم السائل أو غاز النيتروجين إلى إزاحة الأكسجين القابل للتنفس في الغرفة مما يؤدي إلى احتمال الاختناق. لا تدخل الغرفة مرة أخرى حتى يعود مستوى الأكسجين إلى وضعه الطبيعي. راجع تعليمات "التطهير المبرد – الإخماد" المحددة.
- يعد التعامل مع المواد المبردة أمرًا خطيرًا ويمكن أن يسبب حروقًا خطيرة. لذلك، يجب فقط على الأفراد الذين تلقوا تدريبًا خاصًا ويرتدون نظارات السلامة والقفازات والأحذية المغلقة نقل الهيليوم السائل والنيتروجين إلى الأدوات.
- إذا كنت تجري تجربة تغير درجة الحرارة، فارتدي دائمًا نظارات السلامة بالقرب من المغناطيس. يمكن أن تؤدي العينة التي تتعرض لتغير في درجة الحرارة إلى تراكم ضغط زائد مما قد يؤدي إلى كسر أنبوب العينة ويمكن أن يتسبب الزجاج المكسور والمواد الكيميائية الساخنة أو السامة في حدوث إصابة. لتجنب هذا الخطر، حدد نقطتي التجمد والغليان للعينة ولا تقم مطلقًا بتسخين العينة أو تبريدها بسرعة.
- ينبغي توخي المزيد من الحذر بشأن أنابيب العينات لأنها هشة وسهلة الكسر. عند إزالة المسبار، قد ينكسر الجزء العلوي من أنبوب العينة. يجب إخراج العينة قبل إزالة المسبار من المغناطيس. توخ الحذر الشديد عند إزالة المسبار إذا تعذر إخراج العينة.
- في حالة وجود غازات أو أبخرة قابلة للاشتعال، لا ينبغي تشغيل مقاييس طيف الرنين المغناطيسي النووي حيث يوجد خطر الإصابة أو الوفاة نتيجة الاستنشاق والحرائق والانفجار الناتج عن الغازات أو الأبخرة القابلة للاشتعال.
- إذا كان المسبار في مكانه، فيجب تجنب النظر إلى أسفل ماسورة مطياف الرنين المغناطيسي النووي. قد يؤدي إخراج عينة من المسبار بالهواء المضغوط إلى حدوث إصابة.

3. الإشارات التحذيرية

يتم عرض العلامات التحذيرية (الشـكل 9.1) والأشـرطة الملونة في المناطق التي يتجاوز فيها المجال 5 غاوس؛ يقع موقع منطقة 10 جاوس قليلاً داخل منطقة 5 جاوس:

تحذير غاوس 10 – بين النطاق الأحمر والبرتقالي (الشكل 15.2) مجال مغناطيسي قوي

الشكل 9.1 علامة التحذير

منظم ضربات القلب، خطر زرع المعادن

يمكن أن تسبب المجالات المغناطيسية والترددات اللاسلكية القوية إصابات خطيرة قد تؤدي إلى وفاة الأشخاص الذين لديهم أجهزة طبية مزروعة أو متصلة بها، مثل أجهزة تنظيم ضربات القلب والأجزاء الاصطناعية. يجب ألا يقترب هؤلاء الأشخاص من المغناطيس أكثر من هذه العلامة حتى يتم تحديد السلامة على مسافة أقرب من قبل الطبيب أو الشركة المصنعة للجهاز.

الوسائط المغناطيسية وأجهزة الصراف الآلي/بطاقات الائتمان

توجد مجالات مغناطيسـية وترددات لاسـلكية قوية يمكنها مسـح الوسـائط المغناطيسـية وتعطيل أجهزة الصـراف الآلي وبطاقات الائتمان وإتلاف بعض الساعات. لا تأخذ مثل هذه الأشياء أقرب إلى المغناطيس من هذه العلامة.

الادوات والمعدات

توجد مجالات ترددات مغناطيسية ولاسلكية قوية يمكن أن تتسبب في تطاير العناصر المغناطيسية فجأة نحو المغناطيس، مما قد يتسـبب في إصـابة شـخصـية أو أضـرار جسـيمة. لا تأخذ أدوات أو معدات أو أغراض شـخصـية تحتوي على الفولاذ أو الحديد أو أي مواد مغناطيسية أخرى أقرب إلى المغناطيس من هذه العلامة.

4. التطهير المبرد – الإخماد

إن المواد المبردة المستخدمة في منشأة الرنين المغناطيسي النووي هي النيتروجين السائل والهيليوم السائل.

تقوم أجهزة التبريد المغناطيسية بطرد كمية صغيرة من غازي He وN2 في الهواء بشكل مستمر. وهذا لا يشكل خطرًا حيث يتم تغيير الهواء باستمرار في غرفة الرنين المغناطيسي النووي بواسطة نظام تكييف الهواء أثناء الاستخدام اليومي.

أثناء التبريد، يتبخر الهيليوم والنيتروجين فجأة ويتوسع حجمهما دون ترك أي هواء في الغرفة. وهذه حالة خطيرة للغاية لأن التعرض لأجواء تحتوي على 8–10% أو أقل من الأكسجين سيؤدي إلى فقدان الوعي دون سابق إنذار وبسرعة كبيرة بحيث لا يتمكن الأفراد من مساعدتهم أو حمايتهم. لذلك، من الضروري أنه في حالة التهدئة (وهو أمر واضح تمامًا بسبب ضجيج الغازات المتسربة وسحب البخار) يجب على جميع مستخدمي المختبر إخلاء المنطقة على الفور. وبما أن الهيليوم أقل كثافة من الهواء، فمن المستحسن الخروج من المختبر عن طريق الزحف على الأرض. ينبغي ترك أبواب المختبر مفتوحة للمساعدة في تشتيت غازات الهيليوم والنيتروجين.

ستكون الغرفة آمنة بعد بضع دقائق.

- التأكد من تواجد جميع مستخدمي المختبر في منطقة التجمع في الردهة خارج المختبر.
- لا تدخل المختبر مرة أخرى أو تسمح لأي شخص آخر بالدخول إلى المختبر حتى تتوقف عملية التطهير ويتم إدخال الهواء النقي إلى المختبر.
- ولا يجوز تحت أي ظرف من الظروف أن يعود المستخدمون إلى المختبر حتى تكتمل عملية التطهير ويتم توفير الهواء النقي. يعد استمرار وجود جو يعاني من نقص الأكسجين في المختبر حالة تهدد الحياة

5. الأخطار الأخرى

5.1. المخاطر الكهربائية

يعمل مطياف الرنين المغناطيسي النووي الموجود في المختبر إما بجهد 240 فولت ويحتوي على العديد من مكونات التيار المستمر ذات الجهد العالي، والتي يمكن أن تكون جميعها خطرة أو مميتة في حالة حدوث صعق كهربائي عرضي. لمنع وقوع الحوادث، يجب تطبيق الاحتياطات والمحظورات التالية على جميع مستخدمي الرنين المغناطيسي النووي وزوار مختبر الرنين المغناطيسي النووي:

- لا يجوز لأي شخص الوصول إلى الأدوات دون التدريب المناسب والترخيص من مدير منشأة الرنين المغناطيسي النووي.

- يجب توخي الحذر الشديد عندما يتم ضبط الأدوات أو استخدامها بطريقة تجعل من الضروري أن تكون بالقرب من وحدة التحكم أو المغناطيس.
- لا يجوز لأي مستخدم الوصول إلى لوحات الأجهزة أو وحدات تحكم المطياف إلا تحت مراقبة وتوجيه LSS وNMR LS.
- يجب الإبلاغ عن أي تراكم للمياه حول الأجهزة أو بالقرب منها إلى LSS وNMR LS ويجب تجنب المناطق الرطبة لمنع حدوث الصعق الكهربائي.
- يجب الإبلاغ عن أي تعرض عرضي للكهرباء إلى LSS وNMR LS. لمزيد من المعلومات حول المخاطر الكهربائية، راجع قسم السلامة الكهربائية.

5.2. السوائل المبردة

يتم استخدام النيتروجين السائل والهيليوم السائل في مختبر الرنين المغناطيسي النووي وكلاهما خطير للغاية. من أجل منع التعرض العرضي لمركبات التبريد السائلة، وتجنب الاختناق في حالة الإخماد المغناطيسي، يجب أن تنطبق الاحتياطات والمحظورات التالية على جميع مستخدمي الرنين المغناطيسي النووي وزوار مختبر الرنين المغناطيسي النووي:

- لا ينبغي استخدام السوائل المبردة في مختبر الرنين المغناطيسي النووي دون تدريب.
- يجب إخطار LSS وNMR LS قبل استخدام السوائل المبردة في مختبر الرنين المغناطيسي النووي.
- يجب على الأفراد الذين يتعاملون مع السوائل المبردة في مختبر الرنين المغناطيسي النووي والأشخاص الموجودين في المنطقة المجاورة ارتداء ملابس واقية بما في ذلك معاطف المختبر والقفازات وحماية العين.
- يجب إخلاء مختبر الرنين المغناطيسي النووي على الفور في حالة الإخماد المغناطيسي (أي التبخر المفاجئ للسوائل المبردة في المغناطيس. راجع تعليمات قسم التطهير المبرد – الإخماد).
- يجب الإبلاغ عن أي تعرض عرضي للسوائل المبردة إلى LSS وNMR LS.

5.3. نقل المبردة

عند نقل النتروجين السائل أو الهيليوم يجب مراعاة الخطوات التالية لتجنب الحوادث:

- يجب ارتداء القفازات وحماية العين والأحذية المغلقة.

- يجب أن تكون الأبواب مفتوحة لزيادة التهوية.
- يجب أن يتم خنق الخزانات ذات العجلات أو الإمساك بها من قبل شخص آخر.
- يجب أن تتم عملية النقل بشكل مستمر ويجب أن تتم عمليات النقل بالهيليوم في أزواج من الأصدقاء.
- نظرًا لأن احتمالية إخماد الهيليوم أعلى عند ملء المغناطيس، وبما أن النقل يتضمن عمليات يدوية، فهناك احتمال بعيد بأن يصبح المشغل فاقدًا للوعي في وقت الإخماد. يجب أن تتم عمليات التعبئة من قبل اثنين فقط من المشغلين خاصة إذا تم تنفيذ عملية التعبئة بالهيليوم.

5.4. الاشعاع الكهرومغناطيسي

توجد مجالات مغناطيسية قوية والعديد من مصادر الإشعاع الكهرومغناطيسي في مختبر الرنين المغناطيسي النووي والتي قد تشكل مخاطر فريدة للأفراد. تنطبق الاحتياطات والمحظورات التالية على جميع مستخدمي الرنين المغناطيسي النووي وزوار مختبر الرنين المغناطيسي النووي:

- يخضع المستخدمون في مختبر الرنين المغناطيسي النووي لحدود التعرض للمجالات المغناطيسية الثابتة مثل تلك الموجودة في مختبر الرنين المغناطيسي النووي.
- يجب على الأشخاص الذين يستخدمون أجهزة تنظيم ضربات القلب أو أجهزة إزالة الرجفان أو الغرسات الجراحية المعدنية أو الأطراف الاصطناعية البقاء على بعد 120 سم على الأقل من المغناطيس في جميع الأوقات.
- يجب إبعاد الأغراض الشخصية مثل دبابيس الشعر أو المجوهرات عن المغناطيس في جميع الأوقات.
- يجب إبعاد الأدوات المعدنية والعربات وأسطوانات الغاز عن المغناطيس في جميع الأوقات.

5.5. الأنابيب الزجاجية وأدراج التخزين المفرغة

تنطبق الاحتياطات والمحظورات التالية على جميع مستخدمي الرنين المغناطيسي النووي وزوار مختبر الرنين المغناطيسي النووي:

- يجب التعامل مع أنابيب الرنين المغناطيسي النووي بحذر شديد. فهي مصنوعة من الزجاج ذي الجدران الرقيقة ويمكن أن تسبب جروحًا خطيرة. لا تقم مطلقًا بإدخال أنبوب الرنين المغناطيسي النووي (NMR) في حامل الجزء الدوار للرنين المغناطيسي النووي (NMR) ولا تقم مطلقًا بإدخال الغطاء على أنبوب الرنين المغناطيسي النووي (NMR) أو إيقافه.

- يجب تنظيف الزجاج المكسور تحت إشراف LSS وNMR LS، ويجب التخلص منه في حاويات النفايات الزجاجية المعتمدة.
- يجب الإبلاغ عن جميع الإصابات المتعلقة بالزجاج المكسور إلى LSS وNMR LS.

5.6. المخاطر الكيميائية

تنطبق الاحتياطات والمحظورات التالية على جميع مستخدمي الرنين المغناطيسي النووي وزوار مختبر الرنين المغناطيسي النووي:

- يجب التعامل مع مذيبات الرنين المغناطيسي النووي كما هو محدد في قسم السلامة الكيميائية. نظرًا لعدم وجود أغطية دخان في مختبر الرنين المغناطيسي النووي، يجب إعداد العينات التي تتطلب غطاءًا للمعالجة الآمنة خارج مختبر الرنين المغناطيسي النووي.
- يجب الإبلاغ عن الانسكابات الكيميائية أو التعرض العرضي لمذيبات الرنين المغناطيسي النووي إلى LSS وNMR LS (انظر السلامة الكيميائية، إجراءات تنظيف الانسكابات).

5.7. الأخطار المادية

تنطبق الاحتياطات والمحظورات التالية على جميع مستخدمي الرنين المغناطيسي النووي وزوار مختبر الرنين المغناطيسي النووي:

- يمكن أيضًا قلب ديوار التخزين المبرد بسهولة تامة. لا ينبغي أبدًا سحبها من الأعلى، بل من المقابض المتوفرة.
- يجب الإبلاغ عن جميع الإصابات المتعلقة بالمخاطر الجسدية في مختبر الرنين المغناطيسي النووي إلى LSS وNMR LS.

الوحدة العاشرة

سلامة المواد النانوية

1. تعريف

تقنية النانو هي هندسة ومعالجة الهياكل ذات الأبعاد التي تتراوح من 1 إلى 999 نانومتر. وغالبًا ما يتم دمجها في مصفوفة أكبر تُعرف باسم المواد النانوية. في كثير من الحالات، وجد أن الجسيمات التي تم إنشاؤها على مقياس النانو لها خصائص كيميائية وفيزيائية مختلفة عن الجسيمات الأكبر من نفس المادة. وتعرف هذه المواد النانوية المصنعة أيضًا باسم المواد النانوية الهندسية.

2. توصيات لسلامة المواد النانوية

المعلومات الواردة أدناه هي ملخص لمنشور NIOSH رقم 2012–147: الممارسات الآمنة العامة للعمل مع المواد النانوية الهندسية في مختبرات الأبحاث: مخاطر الجسيمات النانوية.

يمثل توصيف المادة النانوية وإمكانية إطلاقها تحديًا. تجري NIOSH أبحاثًا خاصة بها وتلخص نتائج الدراسات لتحديد متى من المحتمل أن تشكل المواد النانوية تهديدًا للسلامة والصحة للمستخدمين المعرضين وعامة الناس والبيئة. يتم تصنيع أو استخدام أنواع مختلفة من المواد النانوية في عمليات مختلفة. ولتحديد ما إذا كانت هذه المواد النانوية تشكل خطراً، يجب على العلماء معرفة ما يلي:

- هوية المكونات الكيميائية،
- شكل المواد النانوية،
- الخواص الفيزيائية والكيميائية الناتجة للمواد النانوية
- تركيزات المواد النانوية في البيئة. وبناءً على هذه الاعتبارات، فإن الاهتمامات الأساسية المتعلقة بالصحة والسلامة هي: سلامة المواد النانوية

تعد الحرائق والانفجارات وغيرها من التفاعلات غير المتوقعة التي تنطوي على مواد متناهية الصغر من المخاطر الرئيسية التي تهدد السلامة. قد تصبح المواد بمقياس النانومتر بشكل غير متوقع محفزات كيميائية وتؤدي إلى تفاعلات غير متوقعة.

صحة

وقد أظهرت الدراسات المختبرية على الحيوانات أنه عند استنشاق بعض أنواع الجسيمات النانوية، فإنها قد تصل إلى الدم والدماغ والأعضاء الأخرى لحيوانات المختبر. وقد أظهرت بعض الدراسات تأثيرات ضارة مثل الالتهاب والتليف في الرئتين والأعضاء الأخرى. هذه الدراسات مستمرة لتحديد التأثيرات الصحية للمواد النانوية بشكل أفضل.

بيئة

هناك العديد من الدراسات الجارية حول تأثير إطلاقات المواد النانوية في البيئة العامة، سواء عن طريق الهواء أو مياه الصرف الصحي أو في التعامل مع النفايات الخطرة. ولم تتقدم هذه الأمور إلى حد كافٍ حتى تتمكن أي هيئة تنظيمية من وضع حدود لهذه الانبعاثات. ولهذا السبب يوصى بأن يتم التخلص من جميع المواد النانوية من خلال برنامج النفايات الخطرة.

سلامة المختبر

تتطلب عمليات إنتاج المواد النانوية استخدام مجموعة متنوعة من المواد شديدة التفاعل مثل الأحماض المعدنية المركزة والمذيبات العضوية والمؤكسدات القوية. يجب أن تكون الإدارة الدقيقة لهذه المواد الكيميائية أحد الاعتبارات المهمة باستخدام الممارسات المخبرية الحكيمة.

على الرغم من أن هناك حاجة إلى مزيد من الأبحاث للتنبؤ بآثار التعرض للمواد النانوية على البشر، إلا أن المعلومات الكافية متاحة لتقديم توصيات وإرشادات مؤقتة حول التعرض المهني. يوصي NIOSH باتباع نهج حكيم لتصنيع واستخدام المواد النانوية في الصناعة. وينبغي اتخاذ خطوات لتقليل التعرضات حتى يتوفر المزيد من المعلومات.

3. التحكم في التعرض الشخصي للمواد النانوية

هناك عدة عوامل تؤثر على التعرض للمواد النانوية:

بالإضافة إلى ذلك، فإن قدرة الجسيمات النانوية على الانتشار بسهولة على شكل غبار (مثل مسحوق) أو رذاذ أو قطرات محمولة بالهواء ستؤثر على تعرض المستخدمين.

إن استخدام تدابير الحماية مثل الضوابط الهندسية (مثل أغطية الدخان) ومعدات الحماية الشخصية (مثل القفازات) يمكن أن يقلل من تعرض المستخدم.

إن التعامل النشط مع المواد النانوية كمساحيق على سطح الطاولة يشكل أكبر خطر للتعرض للاستنشاق؛ يوصي NIOSH باستخدام مرشحات HEPA، سواء في أجهزة التنفس أو معدات التهوية المحلية للتحكم في هذه المساحيق

إن المهام التي تولد الهباء الجوي للمواد النانوية من الملاط أو المعلقات أو المحاليل تشكل احتمالاً للاستنشاق والتعرض عن طريق الجلد. وفي بعض الحالات، وجد أن المواد النانوية قد اخترقت القفازات والجلد.

قد يؤدي تنظيف المواد النانوية والتخلص من النفايات إلى التعرض لها إذا لم يتم التعامل معها بشكل صحيح. قد تؤدي صيانة وتنظيف أنظمة الإنتاج أو أنظمة جمع الغبار إلى التعرض في حالة إزعاج الجسيمات النانوية المترسبة.

قد تؤدي الآلات، أو الصنفرة أو الحفر أو غيرها من الاضطرابات الميكانيكية للمواد التي تحتوي على مواد نانوية إلى الهباء الجوي.

3.1. قياس المواد النانوية

تم استخدام طرق أخذ عينات النظافة الصناعية التقليدية مثل قياسات الغبار المحمول جواً لقياس المواد النانوية المحمولة جواً. ومع ذلك، فإن هذه الأساليب تتطلب تفسيرا دقيقا. يقوم العلماء بتطوير تقنيات أخذ عينات أكثر حساسية وتحديدًا لتقييم التعرض المهني. يجب أن يتضمن أخذ العينات في مكان العمل قياسات وقياسات أساسية قبل وأثناء وبعد إنتاج هذه المواد أو التعامل معها. يمكن لهذه القياسات تحديد ما إذا كانت هناك انبعاثات وحالات تعرض محتملة.

3.2. ضوابط التعرض

يمكن تقليل تعرض المستخدم للمواد النانوية عن طريق الضوابط الهندسية مثل غلاف المصدر (عزل مصدر التوليد عن المستخدم) وأنظمة تهوية العادم المحلية. تعتبر أنظمة تهوية العادم التي تستخدم مرشحات هواء الجسيمات عالية الكفاءة (HEPA) فعالة جدًا في إزالة المواد النانوية. في الجدول 16.1 (المقدم من NIOSH)، يتم تقديم توصيات بشأن تثبيت تدابير التحكم اعتمادًا على المواد النانوية المستخدمة في أنشطة محددة.

ومن خلال الضوابط الهندسية، فإن الإجراءات التشغيلية، مثل تقليل الوقت الذي يتعامل فيه الموظف مع المادة، وممارسات العمل الجيدة الأخرى، وتدريب الموظفين، وتنفيذ وضع العلامات المناسبة وتخزين المواد، تحد من التعرض للمواد النانوية.

إذا لم تتمكن الضوابط الهندسية والإدارية من السيطرة على التعرضات، فيجب النظر في معدات الحماية الشخصية، مثل أجهزة التنفس والقفازات والمآزر المناسبة.

إجراءات السلامة الموصى بها للتعامل مع المواد النانوية:

- استخدم ممارسات السلامة العامة الجيدة في المختبرات كما هو موجود في أقسام السلامة الكيميائية والبيولوجية في هذا الكتيب وإجراءات تشغيل المختبرات الفردية. ارتدِ القفازات، ومعاطف المختبر، ونظارات السلامة، ودروع الوجه، والأحذية المغلقة. تجنب دخول الجسيمات النانوية إلى العيون أو الأغشية المخاطية أو الجلد أو الجهاز التنفسي.
- اغسل يديك قبل مغادرة المختبر.

- تأكد من مراعاة مخاطر المواد الأولية عند تقييم مخاطر العملية. (على سبيل المثال، تكون بعض المساحيق أكثر خطورة حتى يتم خلطها في محلول، حيث تصبح أكثر أمانًا في التعامل معها وتقل احتمالية استنشاق الجزيئات العائمة).
- تجنب ملامسة الجلد للجسيمات النانوية أو المحاليل التي تحتوي على الجسيمات النانوية باستخدام معدات الحماية الشخصية المناسبة. لا تتعامل مع الجسيمات النانوية بجلدك العاري.
- التعامل مع الجسيمات النانوية فقط داخل غطاء التدفق الصفحي للعادم الكهربائي المفلتر بواسطة HEPA، وارتداء حماية الجهاز التنفسي المناسبة. إذا لم يكن ذلك ممكنًا، فاستشر مع LSS بشأن الحصول على حماية الجهاز التنفسي.
- استخدم أغطية الدخان لطرد الأبخرة من الأفران الأنبوبية أو أوعية التفاعل الكيميائي.
- ضع النفايات التي تحتوي على جسيمات نانوية في حاويات قابلة للغلق ومضادة للثقب، أو في كيس مزدوج من البلاستيك سعة 6 مل، ثم ضع علامة واضحة على محتوياتها وتخلص منها من خلال قنوات النفايات الخطرة.
- قم بتنظيف الجسيمات النانوية المنسكبة باستخدام المكنسة الكهربائية المفلترة HEPA أو اتصل بـ LSS.
- التعرف على SDS المرتبطة بالمادة الأساسية؛ الحذر من ظهور أية أعراض مصاحبة للآثار المزمنة لهذه المواد.

لن تغطي أي مجموعة معينة من القواعد جميع المواقف.

ونظرًا لاختلاف الأساليب الاصطناعية والأهداف التجريبية، لا يمكن تقديم أي توصية شاملة فيما يتعلق بضوابط انبعاثات الهباء الجوي. وينبغي تقييم ذلك على أساس كل حالة على حدة.

وينبغي النظر في التفاعلية العالية لبعض مواد المساحيق النانوية فيما يتعلق بمخاطر الحرائق والانفجارات المحتملة (الجدول 16.1).

الجدول 16.1 معايير التعرض المحتمل والحد الأدنى الموصى به من الضوابط

حالة المواد النانوية	نشاط الموظف	مصدر التعرض المحتمل	الضوابط الهندسية الموصى بها
الهياكل النانوية المقيدة أو الثابتة (مصفوفة البوليمر)	الطحن الميكانيكي، صناعة السبائك، النقش، الطباعة الحجرية، التآكل، التآكل الميكانيكي، الطحن، الصنفرة، الحفر، التدفئة، التبريد	قد يتم إطلاق المواد النانوية أثناء الطحن والحفر والصنفرة. قد يؤدي التسخين أو التبريد إلى إتلاف المصفوفة، مما يسمح بإطلاق المواد النانوية.	تهوية العادم المحلية غطاء كيميائي للمختبر مع عادم مفلتر بـ HEPA العلبة المنهكة المفلترة بـــ HEPA (صندوق القفازات) خزانة السلامة البيولوجية من الدرجة الثانية النوع A1، A2، يتم تهويته عبر وصلة كشتبان، أو B1 أو B2

تعليق السائل، تشتت السائل	طرق التوليف: الترسيب الكيميائي، الترسيب الكيميائي، البلورة الغروية، الترسيب الكهربائي، الاستئصال بالليزر (في السائل) صب وخلط السائل الذي يحتوي على صوتنة المواد النانوية، الرش والتجفيف بالرش	قد تنجم التعرضات عن هباء الجسيمات النانوية أثناء الصوتنة أو الرش، أو تنظيف المعدات وصيانتها، أو الانسكابات، أو استعادة المنتج (المساحيق الجافة).	غطاء المختبر الكيميائي (مع عادم مفلتر بـ HEPA) العلبة المنهكة المفلترة بـــ HEPA (صندوق القفازات) خزانة السلامة البيولوجية من الدرجة الثانية، النوع A1، A2، يتم تهويتها عبر وصلة كشتبان، أو B1 أو B2
المواد الجافة والتكتلات النانوية القابلة للتشتت	جمع المواد (بعد التركيب)، نقل المواد، وزن المساحيق الجافة، خلط المساحيق الجافة	قد تحدث حالات التعرض أثناء أي نشاط مناولة المسحوق الجاف أو استعادة المنتج.	غطاء كيميائي مختبري مع عادم مُفلتر بـ HEPA العلبة المنهكة المفلترة بـــ HEPA (صندوق القفازات) خزانة السلامة البيولوجية من الدرجة الثانية أو B1 أو B2
الهباء الجوي النانوي وتخليق الطور الغازي (على الركيزة)	ترسيب البخار، أو تكثيف البخار، أو التصلب السريع، أو تقنيات الهباء الجوي، أو تكتل الطور الغازي، أو تكثيف الغاز الخامل (التحلل الحراري للهب، أو التبخر بدرجة حرارة عالية)، أو الرش	قد تحدث التعرضات مع التسرب المباشر من المفاعل، واسترداد المنتج، ومعالجة وتعبئة المسحوق الجاف، وتنظيف المعدات، والصيانة.	صندوق القفازات أو أي حاوية مغلقة أخرى مع عادم مرشح HEPA المعدات المناسبة لرصد الغازات السامة (مثل ثاني أكسيد الكربون)

مُعتمد من جامعة نورث كارولينا في تشابل هيل، قسم الصحة والسلامة البيئية.

4. إجراءات الطوارئ

بسبب الاعتبارات الموضحة أعلاه، توصي NIOSH بمجموعة أدوات انسكاب محددة للاستجابة لانسكابات المواد النانوية. يجب على المختبرات التي تعمل مع هذه المواد مراجعة إرشادات NIOSH لإدارة الانسكابات ووضع إجراءات محددة لإدارة هذه الأحداث.

المعلومات الواردة أعلاه مبنية على منشور NIOSH رقم 2012–147: الممارسات الآمنة العامة للعمل مع المواد النانوية الهندسية في مختبرات الأبحاث.

الوحدة الحادية عشرة

إدارة النفايات

1. الإجراءات العامة لإدارة النفايات وعملية تحديد النفايات

تقع على عاتق كل فرد مسؤولية معرفة المخاطر المحتملة المرتبطة بأي مادة يتم استخدامها أو إنتاجها، ومعرفة كيفية التعامل مع المواد والتخلص منها قبل بدء المشروع. يوضح الرسم التخطيطي أدناه عملية إدارة النفايات (الشكل أ.1):

الشكل 11.1عملية إدارة النفايات

1.1. المواد التي يكون برنامج إدارة النفايات مسؤولاً عنها:

- النفايات الكيميائية
- مواد شديدة السمية ومن الأمثلة على ذلك السيانيد غير العضوي، والمبيدات الحشرية، ومركبات الزرنيخ
- الزيوت المستعملة
- النفايات البيولوجية/المعدية
- البطاريات
- النفايات المشعة (يرجى مراجعة قسم السلامة من الإشعاع)
- الحادة
- الزجاج المكسور
- خزانات الغاز المضغوط الفارغة والحاويات المضغوطة

- النفايات الإلكترونية، والتي تشمل أجهزة الكمبيوتر والشاشات وأجهزة التلفزيون والمعدات الصوتية والطابعات وأجهزة الكمبيوتر المحمولة وأجهزة الفاكس والهواتف وغيرها من المعدات الإلكترونية غير المرغوب فيها. عندما تتعطل المعدات الإلكترونية أو تصبح قديمة، يجب التخلص منها بشكل صحيح أو إعادة تدويرها.

1.2. النفايات الخطرة

- النفايات الملوثة
- القفازات وأجهزة التنفس والمرشحات ومعاطف المختبر والمواد المستخدمة في المختبر
- النفايات الملوثة – تعقيمها
- البكتيريا والخميرة وغيرها النفايات الميكروبيولوجية ونفايات الأنسجة الحية / الميتة
- العبوات الملوثة
- مذيب الصدأ وعلب الرش الكيميائي
- العبوات الفارغة المضغوطة
- مذيب الصدأ، صناديق الرش الكيميائي، خزانات الغاز المضغوط
- المواد الكيميائية المخبرية
- المعادن الدهنية اكسلسيور
- نفايات زيوت المحركات
- الحادة
- الزجاج المكسور

1.3. النفايات غير الخطرة

نفايات العبوات

1.4. تسميات الحاويات

يجب أن تحمل جميع النفايات الكيميائية/الملوثة/الإلكترونية وما إلى ذلك ملصقًا يحدد محتواها.

1.5. التقليل من النفايات

يجب شـراء كمية المواد التي سـيتم اسـتخدامها بالكامل خلال فترة زمنية معقولة فقط. إذا تم تخزين المنتجات لاسـتخدامها في المستقبل، فسيتم استخدام مساحة قيمة دون داع ويصبح التخلص من المواد الكيميائية الخطرة أكثر صعوبة عند عدم استخدامها.

- تحديد الكمية المطلوبة. مراجعة المخزون والاحتياجات الكيميائية قبل الطلب.
- لا تقم بتخزين المواد الكيميائية.
- تجنب الازدواجية – تحقق من مخزونك لتجنب طلب المواد الكيميائية الموجودة بالفعل في المخزون. إبقاء المخزونات حتى الآن.
- تدوير المخزون الكيميائي لاستخدام المواد الكيميائية قبل انتهاء مدة صلاحيتها.

المبادئ التوجيهية التالية هي قائمة مرجعية لتحقيق الحد من النفايات – وليس المقصود منها تقييد الأنشطة:

- قبل البدء بالمشروع، حدد المخاطر المرتبطة بالمادة. حيثما أمكن، استبدل المواد الأقل خطورة.
- استخدم تفاعلات دفعة صغيرة أو تفاعلات على المستوى الجزئي حيثما أمكن ذلك.
- ترتيب والحفاظ على الحد الأدنى من كميات المواد الكيميائية.

من الصعب و/أو المكلف التخلص من بعض المواد الكيميائية ويجب إيلاؤها اهتمامًا خاصًا. بعض الأنواع هي:

- المعادن الثقيلة، مثل الزئبق والباريوم والكادميوم والكروم والبريليوم والفضة والسيلينيوم والتيلوريوم، سواء كانت عنصرية أو في مركبات.
- الكلوروفينول والديوكسينات والسيانيد.
- الغازات المضغوطة (وتشمل زجاجات المحاضرات) أو العبوات التي تحتوي على سوائل تحت الضغط (خاصة إذا كانت المادة سامة). حيثما أمكن، قم بالترتيب مع المورد لقبول إعادة الحاويات المستخدمة.

2. التخلص من النفايات الكيميائية

قبل توليد النفايات الكيميائية، يجب تصنيفها من خلال تحديد خصائصها الخطرة. من خلال القيام بذلك أولاً، ستتمكن من اختيار حاوية متوافقة لجمع النفايات، ومعرفة كيفية وضع علامة على الحاوية والبقاء ضمن الحدود الزمنية للتراكم.

قابلة للاشتعال / قابلة للاشتعال.

(1) السوائل (التي تحتوي على أقل من 50% ماء من الوزن) ذات نقطة وميض أقل من 60 درجة مئوية (مثل البنزين والبنزين والكحوليات والأسيتون والإيثرات)؛

(2) المواد الصلبة التي يمكن أن تسبب حريقًا من خلال الاحتكاك أو امتصاص الرطوبة أو التغيرات الكيميائية التلقائية، وعند اشتعالها تحترق بقوة واستمرار بحيث تشكل خطرًا؛ و

(3) الغازات المضغوطة القابلة للاشتعال.

تآكل.

(1) السوائل ذات الرقم الهيدروجيني أقل من 2 (على سبيل المثال، حمض الكبريتيك)؛

(2) السوائل ذات الرقم الهيدروجيني ≥ 12.5 (مثل هيدروكسيد البوتاسيوم)؛

(3) المواد الصلبة، التي عند خلطها مع وزن مكافئ من الماء، تنتج محلولاً ذو درجة حموضة ≤ 2 أو ≥ 12.5 (على سبيل المثال، الجير المطفأ، الأسيتاميد، بروميد النحاسيك).

رد الفعل.

(1) السوائل أو المواد الصلبة التي تكون عادة غير مستقرة وتتغير بسهولة دون انفجار، أو تتفاعل بعنف مع الماء، أو تولد غازات أو أبخرة سامة عند خلطها بالماء؛

(2) المواد الكيميائية التي تحتوي على السيانيد أو الكبريت والتي تولد غازات سامة عند تعرضها لظروف درجة الحموضة بين 2 و12.5؛

(3) المواد الكيميائية القادرة على الانفجار إذا تعرضت لمصدر تفجير قوي، أو تم تسخينها تحت الحجر؛ أو

(4) مواد كيميائية قادرة على الانفجار عند درجة حرارة وضغط قياسيين. أمثلة: السوائل الاشتعال، سيانيد الصوديوم، كبريتيد البوتاسيوم، معدن البوتاسيوم، حمض البكريك الجاف.

سامة.

هذه هي خاصية النفايات الخطرة الافتراضية للنفايات الكيميائية غير القابلة للاشتعال أو التآكل أو التفاعل. ما لم يكن لديك وثائق، مثل تقييم السمية أو اختبار التحليل الحيوي، الذي يوضح بوضوح أن النفايات غير سامة، قم بتسمية نفاياتك على أنها سامة.

مؤكسد.

المؤكسد هو خاصية خطرة ثانوية. وضح على ملصق النفايات الخطر الرئيسي للمادة المؤكسدة بالإضافة إلى "المؤكسد" (على سبيل المثال، نفايات سمكة البيرانا عبارة عن حمض مسبب للتآكل ومؤكسد). تتسبب المؤكسدات في احتراق مواد أخرى أو تزيد من احتراقها، كما أنها تشكل خطرًا على نشوب حريق إذا تم تخزينها أو نقلها بشكل غير صحيح.

2.1. برنامج إدارة النفايات

المبادئ التوجيهية العامة للتخلص من النفايات الكيميائية:

- تخلص من الحاجة للتخلص من المواد الكيميائية غير المستخدمة من خلال عدم شراء أكثر من كمية المواد الكيميائية اللازمة لتجاربك.
- حاول استخدام المواد الكيميائية غير الخطرة بدلاً من المواد الكيميائية الخطرة كلما أمكن ذلك.
- لا تتخلص من المواد القابلة للاشتعال أو المذيبات العضوية أو المواد السامة أو المواد المسببة للتآكل أو المواد المتفاعلة أو المواد الكيميائية ذات الرائحة أو المواد غير القابلة للذوبان في الماء في المصارف.
- التخلص من بروميد الإيثيديوم كنفايات كيميائية خطرة (يرجى مراجعة القسم أ.3.5).
- التخلص من نفايات بروميد الإيثيديوم).
- وضع جميع حاويات النفايات الخطرة في حاوية ثانوية.
- فصل النفايات الكيميائية غير المتوافقة.
- يجب أن تبقى الحاويات مغلقة بشكل صحيح وآمن.
- قم بإرفاق بطاقة النفايات الخطرة بكل حاوية نفايات. استكمال كافة المعلومات المطلوبة.

2.2. حاويات النفايات الكيميائية

يجب أن تكون جميع حاويات النفايات مكتوب عليها عبارة "نفايات خطرة" التركيب الكيميائي للنفايات ومخاطرها وتاريخ بدء التراكم (تاريخ إنتاج النفايات لأول مرة).

يجب إكمال "علامة النفايات الخطرة" ووضعها على الحاوية عندما يتم تصنيفها لأول مرة كنفايات.

متطلبات الحاويات والتغليف:

- يجب تجميع النفايات في حاويات بحالة جيدة ومتوافقة مع الحاوية المخزنة فيها.
- يجب أن تظل الحاوية مغلقة إلا عند إضافة النفايات إليها أو إزالتها منها.
- يجب جمع السوائل في حاويات ذات أسطح لولبية أو أغطية محكمة الغلق.
- لا تملأ الحاوية بالكامل. اترك الحاوية ممتلئة بنسبة تقل عن 75%.
- يجب تعبئة النفايات الجافة في أكياس مزدوجة في أكياس بلاستيكية شفافة.
- لا تعتبر المناشف الورقية نفايات خطرة إلا إذا انسكبت مواد كيميائية خطرة على المنشفة.
- يجب فصل السوائل عن المواد الصلبة.
- يجب جمع الزئبق في زجاجة ذات غطاء لولبي. قم بوضع أكياس مزدوجة من المواد الملوثة بالزئبق ومقاييس الحرارة المكسورة في أكياس بلاستيكية شفافة (استخدم مجموعة أدوات انسكاب الزئبق وكن على دراية بالمخاطر). يرجى مراجعة قسم إجراءات الطوارئ.

حدود كمية تخزين النفايات: الحد الأقصى لكمية النفايات المسموح بتخزينها في المختبر هو:

- 1 لتر من النفايات الحادة / شديدة الخطورة
- الحد الأقصى لكمية المذيب المسموح بتخزينها في المعمل هي 50 لتراً شاملة مخلفات المذيبات.

2.3. إجراءات التقاط النفايات الكيميائية

يجب على كل مختبر تعبئة نفاياته ووضع علامات عليها وتسليمها في الوقت المحدد.

فصل المواد الكيميائية غير المتوافقة أثناء النقل والتخزين. تخزين ونقل المواد الكيميائية حسب فئات المخاطر:

- مادة صلبة قابلة للاشتعال
- سائل/مذيب قابل للاشتعال أو قابل للاشتعال
- غير مهلجنة، مهلجنة
- المواد المسببة للتآكل

- الأحماض – تفصل أيضًا بين المواد العضوية وغير العضوية والنيتريك
- القواعد
- المؤكسدات
- السموم أو السامة
- المواد المسرطنة، المطفرة، المهيجات، الفورمالديهايد
- المتفجرات/حساسة للصدمات
- تفاعلات الماء
- البيروكسيدات العضوية
- المعادن الثقيلة

لن يتم قبول هذه العناصر عند جمع النفايات الكيميائية:

- الحاويات المتسربة
- الحاويات التي بها تلوث كيميائي خارجي
- النفايات المشعة
- أكياس تحتوي على زجاج بارز وأدوات حادة أخرى مثل الإبر أو الشفرات أو الماصات الزجاجية

2.4. النفايات الكيميائية الخطرة، مجهولة

النفايات شديدة الخطورة:

لا تقم بنقل النفايات شديدة الخطورة أو غير المعروفة والتي تكون حساسة للصدمات أو التي تتسرب حاوياتها بسبب التآكل أو التي لا تحمل ملصقات.

المواد الكيميائية المكونة للبيروكسيد (PFCs):

بمجرد فتح المادة الكيميائية المكونة للبيروكسيد، يكون لدى المختبر سنة واحدة لاستخدامها. وبعد عام واحد، يجب التخلص منها باعتبارها نفايات خطرة. عادةً لن تبدأ مركبات الكربون الكلورية فلورية في تكوين بيروكسيدات متفجرة إذا لم تنته صلاحيتها.

2.5. الاسطوانات الفارغة

إذا كان خزان الغاز المضغوط فارغًا، فيرجى اتباع اللوائح الموضحة أدناه.

- قم بإزالة المنظم واستبدال غطاء الأسطوانة.
- وضع علامة على الأسطوانة على أنها فارغة وتخزينها في منطقة مخصصة لإعادتها إلى المورد.
- لا تقم بتخزين الأسطوانات الممتلئة والفارغة معًا.
- عدم توصيل أسطوانات مملوءة وفارغة بنفس المشعب. يمكن أن يحدث التدفق العكسي عند توصيل أسطوانة فارغة بنظام مضغوط.
- لا تقم بإعادة ملء الأسطوانات الفارغة. يجب على مورد الأسطوانة فقط إعادة تعبئة الغازات.
- لا تقم بتفريغ الأسطوانات عند ضغط أقل من 25 رطل لكل بوصة مربعة (172 كيلو باسكال). قد تصبح المحتويات المتبقية ملوثة بالهواء.

3. التخلص من النفايات البيولوجية

3.1. حقيبة المخاطر البيولوجية

ينبغي وضع النفايات الخطرة بيولوجياً في "أكياس بيضاء عليها علامة الأوتوكلاف".

3.2. الحاويات الحادة

يجب أن تكون جميع الحاويات الحادة صلبة ومقاومة للثقب والتسرب. الورق المقوى لا يلبي هذه المتطلبات.

يجب أن تكون الحاويات الحادة مُلصق عليها عبارة "مخلفات الأدوات الحادة".

3.3. استخدام الأكياس والحاويات

إذا كانت الحاوية فارغة أو لم تكن قيد الاستخدام، فيجب إبقاء الأغطية على الحاويات. يجب وضع الأدوات الحادة بالكامل داخل حاوية الأدوات الحادة.

لا ينبغي استخدام الأكياس لنقل العناصر غير الخطرة بيولوجيًا، أو لتغطية المعدات مثل المجاهر.

لا ينبغي إزالة النفايات الخطرة بيولوجيًا من الكيس بمجرد وضعها في الكيس. لا ينبغي وضع العناصر التي يمكن أن تخترق الحقيبة.

3.4. الأنسجة البشرية والحيوانات الخطرة بيولوجيا

يجب وضع الأنسجة البشرية والحيوانات ذات الخطر البيولوجي في أكياس بيولوجية حمراء يجب وضعها داخل حاوية مقاومة للتسرب ومكتوب عليها عبارة "نفايات طبية".

يجب أن تكون الأكياس مُعلَّمة بالتاريخ ووصف المحتويات عند تخزين الأنسجة البشرية أو الحيوانات الخطرة بيولوجيًا التي يتم التخلص منها في الثلاجة.

3.5. التخلص من نفايات بروميد الإيثيديوم

بروميد الإيثيديوم (EtBr) هو مادة مهيجة ومطفرة ومغيرة لتحول الإطار، والتي تقوم بإدخال الحمض النووي الريبي النووي (DNA) المزدوج تقطعت بهم السبل والحمض النووي الريبي (RNA) مما يؤدي إلى تثبيط تخليق الحمض النووي. قد يكون ضارًا عن طريق الاستنشاق أو الابتلاع أو امتصاص الجلد. قد تتهيج هذه المادة العيون والجلد والأغشية المخاطية والجهاز التنفسي العلوي. وتشمل الآثار المزمنة التغيير المحتمل للمادة الوراثية.

وإذا أمكن، ينبغي استخدام مواد أقل خطورة أو تقنيات دقيقة أو شبه دقيقة لتقليل توليد النفايات الخطرة.

ينبغي التعامل مع بلورات أو مسحوق بروميد الإيثيديوم، ومحاليل المخزون، والمواد الهلامية، والمخازن المؤقتة الجارية وأدوات المختبرات الملوثة (أنابيب microfuge، ونصائح الماصة،، والقفازات، وما إلى ذلك) كنفايات خطرة. يمكن إلغاء تنشيط المحاليل المخففة لبروميد الإيثيديوم (أقل من 0.01 ملغم/لتر) في المختبر عن طريق صب المحلول المخفف من خلال خرطوشة مرشح متاحة تجاريًا مصممة لعزل EtBr والتخلص من السائل المرشح في المصرف. وينبغي أيضًا التعامل مع الخراطيش المستعملة باعتبارها نفايات خطرة.

تنطبق الإجراءات التالية فقط على النفايات الكيميائية، وليس النفايات الطبية أو المشعة.

التحضير لجمع النفايات وتخزين المواد الهلامية:

- اجمع المواد الهلامية في حاويات شفافة يمكن إغلاقها أو في أكياس شفافة متينة (> سماكة 4 مم). كيس مزدوج من المواد الهلامية.
- أغلق الأكياس أو أغلق الحاويات بأغطية محكمة الغلق.
- قم بتسمية الحاوية أو الكيس الخارجي بعلامة "النفايات الخطرة" وقم بتخزينها في حاوية ثانوية.

البلورات والمساحيق والمحاليل المخزونة:

- قم بتسمية الحاوية الأصلية أو حاوية محلول المخزون بعلامة "النفايات الخطرة" وقم بتخزينها في حاوية ثانوية.

أدوات المختبرات الملوثة (النفايات الجافة):

- ضع أدوات المختبرات الملوثة في كيس شفاف قوي (> سماكة 4 مم). كيس مزدوج للنفايات الجافة.
- لن يتم قبول الأكياس البيولوجية الحمراء التي تحتوي على نفايات EtBr الجافة.
- يجب وضع الأدوات الحادة في حاوية معتمدة للأدوات الحادة قبل وضعها في كيس شفاف.
- قم بإغلاق الأكياس ولصق على الكيس الخارجي "علامة النفايات الخطرة" المكتملة.
- يجب أن يذكر الوصف "النفايات الجافة لبروميد الإيثيديوم".

3.6. النقل والتخزين

- قم بربط أكياس النفايات المملوءة بإحكام قبل نقلها.
- يجب نقل جميع الأكياس المغلقة والمملوءة داخل حاوية أكياس صلبة ويمكن وضعها على عربة.
- لا يجوز نقل الحقيبة نفسها في وعاء الأوتوكلاف أو صندوق من الورق المقوى أو على عربة. ولا يجوز حملها باليد.
- لا تقم بوضع أو تخزين أكياس كاملة على الأرض، في وعاء الأوتوكلاف أو صندوق من الورق المقوى.
- يجب أن تكون داخل حاوية الأكياس في جميع الأوقات باستثناء عندما تكون داخل الأوتوكلاف.
- قم بتخزين حاويات النفايات في منطقة آمنة مثل المختبر أو غرفة الأوتوكلاف.
- لا تقم بتعيينها أو تخزينها في الردهة.
- لا تقم بتخزين النفايات لأكثر من 7 أيام في درجة حرارة أعلى من درجة التجمد. تخلص من الأكياس في أسرع وقت ممكن.
- لا تقم بتخزين حاويات الأدوات الحادة الكاملة لأكثر من 7 أيام في درجة حرارة أعلى من درجة التجمد. تخلص من حاويات الأدوات الحادة الممتلئة في أسرع وقت ممكن.
- لا تقم بتخزين النفايات أو حاويات الأدوات الحادة الممتلئة أو الأنسجة البشرية والحيوانات التي تبقى نفايات لأكثر من 90 يومًا في الثلاجة.

- لا تقم بضغط أكياس النفايات عند وضعها في حاوية التخزين.

3.7. التخلص

- لا ينبغي ملء الحاوية بشكل زائد. يجب أن يتناسب الغطاء بإحكام مع الحاوية.
- يجب استخدام أكياس "النفايات الملوثة" للنفايات الخطرة بيولوجيًا التي تم تعقيمها من قبل.
- يجب تعقيم حاويات النفايات الخطرة بيولوجيًا عند اتساخها بالنفايات.
- يجب تعقيمها عن طريق تعريضها للماء الساخن عند درجة حرارة 180 درجة مئوية لمدة 15 ثانية أو التعرض لمدة 3 دقائق لأي من المطهرات التالية:
  - محلول هيبوكلوريت (أي مبيض) (500 جزء في المليون من الكلور المتوفر)،
  - محلول الفينول (100 جزء في المليون عامل نشط)، محلول اليودوفورم (100 جزء في المليون من اليود)
  - أو محلول الأمونيوم الرباعي (400 جزء في المليون عامل نشط).
- يجب التخلص من النفايات أو النفايات الحادة المقترنة بالنفايات الكيميائية الخطرة باعتبارها نفايات كيميائية خطرة.
- يجب خلط النفايات السائلة مع مواد التبييض المنزلية للحصول على محلول مبيض بنسبة 10%. وبعد 30 دقيقة من وقت التلامس،
- يجب التخلص من النفايات في حوض المختبر، مع غسلها بالماء البارد.

3.8. التخلص من نفايات الأدوات الحادة غير الخطرة بيولوجيًا

ما هي الأدوات الحادة؟

- الإبر مع أو بدون حقنة أو أنابيب مرفقة
- الشفرات والمشارط وشفرات الحلاقة
- الزجاج: ماصات مكسورة، ماصات باستور كاملة أو مكسورة، قوارير مكسورة.

إجراءات التخلص

- لا تتخلص من الأدوات الحادة في سلة المهملات العادية. يمكن أن يتسببوا في إصابة الحراس.
- لا تقم بتلخيص الإبر أو قصها.

عند استخدام الأدوات الحادة أو إنتاجها،

- ضعها في حاوية الأدوات الحادة. حاوية الأدوات الحادة هي "حاوية صلبة مقاومة للثقب، وتكون مقاومة للتسرب عند إغلاقها، ولا يمكن إعادة فتحها دون صعوبة كبيرة".
- لا تستخدم حاويات الأدوات الحادة من الورق المقوى لأنها تتسرب. استخدم البلاستيك أو أي نوع آخر من الحاويات المانعة للتسرب.
- ضع الأدوات الحادة في حاوية الأدوات الحادة. ليس من الضروري أن يتم تصنيف هذه الحاويات بطريقة محددة. عندما تكون الحاوية ممتلئة تقريبًا،
- أغلقها وتخلص من الحاوية المغلقة بالزجاج المكسور.

4. التخلص من الزجاج

- لا تخلط الزجاج المكسور أو غير المكسور مع القمامة العادية. قد يتسبب الزجاج المختلط بالقمامة العادية في إصابة حارسك.
- التخلص من العبوات الزجاجية الكبيرة مثل زجاجات المذيبات في صناديق القمامة الموجودة في منطقة رصيف التحميل. شطف وتجفيف العبوات الزجاجية قبل التخلص منها.
- تخلص من الزجاج المكسور في حاوية قمامة منفصلة مخصصة ومكتوب عليها "الزجاج المكسور".

الوحدة الثانية عشرة

إجراءات الطوارئ

1. حالات الانسكاب والإسعافات الأولية ومعدات الطوارئ

يجب الاحتفاظ بمجموعات الاستجابة في المختبرات للاستخدام المحتمل. يجب أن يتم فحص هذه المجموعات بواسطة مشرف المختبر أو مشرف السلامة في المختبرات بشكل روتيني. (أي بشكل نصف سنوي وبعد الاستخدام) للتأكد من أنها متاحة وجاهزة للاستخدام. ينبغي تخصيص شخص محدد (أو أشخاص مدرجين في القائمة) لفحص المجموعات بشكل دوري.

1.1. مجموعات تنظيف الانسكابات الكيميائية

قد يختلف محتوى مجموعة أدوات الانسكاب الكيميائي باختلاف المواد الكيميائية الموجودة في احتياجات المختبر. محتويات المجموعة مدرجة في الجدول 12.1.

a b

الشكل 12.1 طقم الانسكابات (a) ومجموعة الانسكابات المعادلة لحمض الهيدروفلوريك (b)

الجدول 12.1محتوى مجموعة أدوات الانسكاب

محتوى مجموعة الانسكاب	الكمية
جورب ماص كيميائي مقاس 3 × 46 بوصة (CR124)	5
15 بوصة عرض × 60 بوصة طول في صندوق موزع	1
8 بوصة عرض × 8 بوصة طول × 1 بوصة ارتفاع وسادة الكيميائية الماصة في صندوق توزيع	4
معجون إيبوكسي متعدد الأغراض مقاس 7 بوصات	1
أكياس التخلص من البولي إيثيلين مقاس 18 بوصة عرض × 30 بوصة ارتفاع "تحذير – تعامل بعناية" (BAG201-S)	5
التعليمات	1

مجموعة انسكابات حمض الهيدروفلوريك

يجب توفير مجموعة أدوات الانسكاب (الشكل 12.1 b). محتوى مجموعة أدوات الانسكاب موضح أدناه في الجدول 12.2:

الجدول 12.2 محتوى طقم الانسكابات المعادل لحمض الهيدروفلوريك

محتوى مجموعة الانسكاب	الكمية
PIG® المواد الماصة السائبة لحمض الهيدروفلوريك	2
وسادة حصيرة HazMat مقاس 15 بوصة عرض × 20 بوصة طول	10
أكياس التخلص من البولي إيثيلين مقاس 18 بوصة عرض × 30 بوصة ارتفاع	5
النظارات الاقتصادية	1
قفازات النيوبرين مقاس 13 بوصة (GLV213-XL)	2
التعليمات	1

1.2. حقائب الاسعافات الاولية

يجب أن تكون مجموعة أدوات الإسعافات الأولية والإمدادات متاحة لجميع المستخدمين في حالة الطوارئ. قد تختلف مجموعات الإسعافات الأولية من حيث الحجم والمحتوى حسب عدد الأشخاص وحالات المختبر المحددة.

يجب على كل مختبر أيضًا وضع إجراءات للتأكد من أن مخزون الإمدادات في مجموعات الإسعافات الأولية هو المستوى المطلوب.

يوضح الجدول ب.3 محتويات مجموعة الإسعافات الأولية، ويسرد محتويات مجموعة الإسعافات الأولية النموذجية.

- شاش ماص
- مقص وملاقط
- ضمادة
- ضمادات لاصقة
- ضمادات مثلثة
- شريط لاصق
- ضغط الضمادة
- صابون/وسادات مطهرة
- تضميد الصدمات المتعددة

1.3. مجموعات حرق

1.3.1. محطة ديفوتيرين المثبتة على الحائط

محلول ثنائي الفوترين هو محلول شطف طارئ لرذاذ المنتجات الكيميائية. ويهدف استخدامه السريع في حالة ملامسة الجلد أو العين ومنتج كيميائي إلى التخلص بسرعة من المنتج الكيميائي المتبقي على الجلد أو في العين. وهذا يجعل من

الممكن الحد من مدى الحروق والآفات الناجمة. يسهل الديفوتيرين العلاج الثانوي لإصابات الحروق عن طريق تقييد مدى وشدة الآفات.

كيفية استخدام ديفوتيرين

- تطبيق محلول ديفوتيرين خلال الدقيقة الأولى بعد الحادث.
- قم بفك غطاء زجاجة ديفوتيرين سعة 500 مل ووضعها على العين المصابة. استخدم محتويات الزجاجة بالكامل على العين المصابة.
- في حالة وجود بقع على الجلد قم بفك غطاء 200 مل من بخاخ ديفوتيرين واستخدم محتوياته بالكامل على الجلد المصاب (الوجه أو الذراع).
- زجاجة سعة 200 مل من Afterwash II تعيد التوازن الفسيولوجي للعين، وتقلل من الأحاسيس غير السارة الناجمة عن رذاذ المواد الكيميائية. استخدم المحتويات الكاملة على العين المصابة.
- بعد وقوع الحادث التماس العناية الطبية المتخصصة.

1.3.2. محطة سداسي فلورين مثبتة على الحائط

محلول سداسي فلورين هو منتج علاجي خاص للطوارئ يعمل بشكل فعال على غسل وتطهير رذاذ حمض الهيدروفلوريك في العين والجلد. وقد تم تطويره خصيصًا للقضاء على الأخطار والمخاطر المرتبطة باستخدام حمض الهيدروفلوريك.

كيفية استخدام سداسي فلورين

- تطبيق مادة سداسي الفلور خلال الدقيقة الأولى بعد وقوع الحادث.
- افتح غطاء زجاجة سداسي الفلور سعة 500 مل. يجب استخدام محتويات الزجاجة بالكامل على العين المصابة.
- في حالة وجود بقع على الجلد، قم بفك غطاء 50 مل من جل غلوكونات الكالسيوم واستخدم المحتويات الكاملة على الجلد المصاب (الوجه أو الذراع).
- بعد وقوع الحادث اطلب العناية الطبية المتخصصة.

1.3.3. مجموعة جل الماء

مجموعة الحرق بالهلام المائي عبارة عن جل مائي خاص يسحب الحرارة من الحرق. فهو يقلل الألم ويبرد الجلد ويمنع العدوى المنقولة بالهواء. يمنع تعميق الحرق عند تطبيقه بسرعة كافية. يستخدم لجميع أنواع الحروق (الحرارة، البخار، الكهرباء، الاحتراق، الانفجار، الإشعاع).

كيفية استخدام جل الماء

- في حالة وقوع حادث، افتح عدة الحروق الحرارية.
- اختيار ضمادة تتناسب مع حجم الحرق.
- قم بفتح حزمة ورق القصدير وإزالة الضمادة.
- قم بفتح الضمادة ووضعها على الفور على منطقة الحرق ثم صب الجل الزائد المتبقي في العبوة فوق الضمادة وأي حطام أو ملابس ملتصقة بالحرق.
- اترك الضمادة في مكانها. اطلب العناية الطبية المتخصصة.
- تعليمات استخدام البورنجيل
- يستخدم للحروق البسيطة.
- تطبيق الجل على منطقة الحرق.
- اترك الجل على منطقة الحرق للتطبيق. 45 دقيقة.

الشكل 12.2 أدوات الحروق الكيميائية والحرارية؛ ثنائي الفوترين (a)، سداسي الفلورين (b)، هلام الماء (c)

2. طفايات الحريق، ومحطات غسيل العيون، وحمامات السلامة، واتصال الطوارئ

2.1. طفايات الحريق

يتم توفير طفايات الحريق المحمولة وهي متاحة للمستخدمين المدربين. تعتمد هذه الأنواع من الطفايات على أنواع المواد القابلة للاحتراق والمواد القابلة للاشتعال الموجودة في المختبر (انظر الجدول12.3). قد يحاول الأشخاص الذين تم تدريبهم على استخدام طفاية الحريق والمخاطر التي تنطوي عليها إطفاء الحرائق الصغيرة والمبكرة إذا كان هناك طريق للهروب. يجب على الأشخاص غير المدربين على الاستخدام السليم لطفايات الحريق عدم استخدامها أثناء الحريق.

الجدول 12.3فئات الحرائق وطفايات الحريق المناسبة

فئة الحريق	وصف	الطفاية المناسبة	
A	المواد العادية القابلة للاحتراق مثل الخشب والقماش والورق.	المواد الكيميائية الجافة (ABC) أو الماء	
B	السوائل القابلة للاشتعال مثل البنزين والزيت والطلاء الزيتي.	ثاني أكسيد الكربون (BC) أو جاف الكيميائية (ABC)	

C	المعدات الكهربائية النشطة بما في ذلك الأسلاك وصناديق الصمامات، وقواطع الدائرة، والآلات، والأجهزة.	ثاني أكسيد الكربون (BC) أو المواد الكيميائية الجافة (ABC)	
D	المعادن القابلة للاحتراق مثل الألومنيوم والمغنيسيوم والصوديوم	طفاية خاصة (D)	

لا يجوز استخدام خراطيم الحريق إلا من قبل رجال الإطفاء. لا يُنصح باستخدام بطانيات الحريق في المختبر لأنها قد تحبس الحرارة عندما يكون لدى المصاب ملابس محترقة وتتسبب في إصابة أكثر مما قد يحدث.

2.2. محطات غسل العين

إذا كانت المواد الكيميائية المستخدمة يمكن أن تسبب تلف العين أو تهيجها أو تناثرها، فيجب استخدام محطة غسيل العين (الشكل 12.3).

يجب على الأشخاص العاملين في المختبرات معرفة موقع وكيفية تشغيل محطات غسل العين في منطقتهم. يوصى الناس بممارسة محطات غسل العين مع إبقاء أعينهم مغلقة. يجب أن يظل الطريق المؤدي إلى محطة غسل العين خاليًا. يجب اختبار غسول العين في فترة محددة لمراقبة جودة التشغيل.

كيفية استخدام محطة غسل العين

- اضغط على الزر الأحمر وسيبدأ سائل الشطف بالتدفق من الرأس المخروطي.
- ضع عينيك مباشرة في مجرى سائل التنظيف.
- أبقِ عينيك مفتوحتين عن طريق مباعدة جفونك بأصابعك.

- قم بتحريك عينيك بلطف من اليسار إلى اليمين ومن أعلى إلى أسفل للتأكد من أن السائل يتدفق إلى جميع مناطق عينك.
- استمر في شطف عينيك لمدة 15 دقيقة كاملة. هذا مهم لأنك تريد تخفيف المادة الكيميائية بالكامل وغسلها من عينيك. أي وقت أقل من 15 دقيقة ليس وقتًا كافيًا لإنجاز ذلك.
- إذا كان لديك عدسات لاصقة في عينيك، فيمكنك ذلك
- أخرجهم بلطف أثناء التنظيف. لا تؤخر عملية الغسل لإخراج عدساتك، ولكن تأكد من إخراجها لأنها قد تحبس المادة الكيميائية في عينيك.

الشكل 12.3 محطة غسيل العين

2.3. الاستحمام في حالات الطوارئ

يجب أن يعرف مستخدمو المختبر موقع وكيفية استخدام حمامات الطوارئ (الشكل 12.4) في موقعهم.

كيفية استخدام دش الطوارئ

- اتصل بزملاء العمل أو مشرف المختبر او مشرف السلامة في المختبراتأو الطلاب الآخرين للحصول على المساعدة فورًا بعد التعرض لعامل ضار.
- توجه إلى حمام الطوارئ بسرعة. يجب أن يرشدك شخص آخر إلى الحمام إذا كنت لا تستطيع الرؤية.
- اسحب المقبض أو الرافعة لأسفل بمجرد دخولك أسفل الفوهة.
- قم بخلع ملابسك وأي أشياء أخرى قد تكون ملوثة مثل النظارات أو المجوهرات.
- الوقوف تحت الدش لمدة لا تقل عن 15 إلى 20 دقيقة، حتى لو كان الماء باردًا جدًا. يجب أن تبقي جفونك مفتوحة طوال الوقت لشطف عينيك.

الشكل 12.4 دش الطوارئ

2.4. نموذج معلومات الاتصال في حالات الطوارئ

يجب أن يكون لدى كل غرفة مختبر معلومات الاتصال في حالات الطوارئ معلقة على الباب. في حالة الطوارئ، مثل نشوب حريق أو انسكاب خطير، سيحتاج "فريق الاستجابة" إلى الاتصال بالمسؤولين عن المختبر. يجب أن تتضمن اللافتة أسماء مشرف المختبر او مشرف السلامة في المختبرات وعضو هيئة التدريس المسؤول وجهات الاتصال بالطلاب. ينبغي توفير أرقام هواتف المكتب والهواتف المحمولة و/أو معلومات الاتصال الأخرى على اللافتة.

3. تأمين المعدات والإمدادات

3.1. ربط المعدات بالجدران أو الدعامات

يجب تثبيت العناصر الثقيلة أو الخطرة التي يمكن أن تنهار وتشكل خطرًا أو تسد مخارج الطوارئ على الجدران أو الأرضية بواسطة وحدة العمليات والخدمات الفنية. تشمل هذه العناصر وحدات الرفوف، ورفوف المعدات، وخزائن الملفات الطويلة، ووحدات التقطير، وأسطوانات الغاز (يتم تثبيتها على ارتفاعين، حوالي ثلث وثلثي ارتفاع الأسطوانة)، والديوار المبردة التي يزيد طولها عن مرتين ونصف أقطار القاعدة.

ينبغي بناء أي جهاز جديد بقوة وتأمينه على التركيبات الداعمة. إذا كنت بحاجة إلى توجيه خطوط الغاز بين الأجهزة المثبتة على دعامات مختلفة، فيجب أن تكون الخطوط إما مصنوعة من مادة متوافقة ومرنة، أو بها وصلات مرنة إذا كانت مصنوعة من خطوط صلبة.

3.2. تعديل الرفوف والخزائن

يجب أن تحتوي الأرفف التي تحتوي على حاويات كيميائية على إجراءات تقييدية وقائية لمنع تهرب الحاويات الكيميائية من الرف.

يجب أن تحتوي الخزانات المستخدمة لتخزين الحاويات الكيميائية على جهاز إغلاق لمنع اهتزاز الباب.

4. إجراءات الحماية

يجب أن يكون المستخدمون:

- التأكد من وجود وصول واضح إلى المخارج، وطفايات الحريق، ومحطات غسل العين، والاستحمام الآمن.
- إغلاق الحاويات في حالة عدم استخدامها.
- إغلاق أوشحة غطاء الدخان في حالة عدم استخدامه.
- المحافظة على حسن نظافة المنزل، بما في ذلك عدم وضع العبوات الكيميائية على الأرض.
- عدم تخزين الصناديق أو الأغراض الكبيرة على مسافة 40 سم من السقف إذا كانت الغرفة بها رشاشات حريق.

الوحدة الثالثة عشرة

الاستجابة للحوادث

1. الحوادث التي تؤدي إلى إصابات شخصية أو تلوث

1.1. التلوث البشري بحمض الهيدروفلوريك

تعرض الجلد:

- اغسل المناطق المصابة فورًا بالمياه الجارية الباردة (قم بالاستحمام إذا كان ذلك متاحًا). أثناء التنظيف، قم بإزالة جميع الملابس الملوثة وكذلك المجوهرات التي يمكن أن تحبس HF. اغسل المنطقة الملوثة بكميات وفيرة من الماء الجاري لمدة 5 دقائق. السرعة والدقة في غسل الحمض أمر ضروري. إذا لم يتوفر جل غلوكونات الكالسيوم (2.5%)، استمر في التنظيف بالماء لمدة 15 دقيقة على الأقل أو حتى يتم تقديم العلاج الطبي.
- أثناء غسل المصاب بالماء يجب الاتصال بالرقم 1600
- ارتدِ زوجًا جديدًا من القفازات المقاومة للمواد الكيميائية (لمنع حروق التردد الثانوية المحتملة) وقم بتدليك جل غلوكونات الكالسيوم (2.5٪) بحرية فوق الموقع المصاب. ضعي الجل بمجرد الانتهاء من الغسيل. لا تحتاج المنطقة المصابة إلى التجفيف أولاً. يتحول لون الجل إلى اللون الأبيض (ترسب CaF2) عند التفاعل مع الحمض.
- انقع المنطقة المصابة في محلول زيفيران المثلج أو ضع كمادات منه (محلول مائي 0.13% من كلوريد البنزالكونيوم).
- بعد بدء هذه الإجراءات، أعد فحص المصاب للتأكد من عدم إغفال أي مواقع تعرض/حرق.
- يجب إعادة وضع جل غلوكونات الكالسيوم (2.5%)، أو تكرار نقع زيفيران، كل 10–15 دقيقة حتى وصول سيارة الإسعاف أو قيام الطبيب/فريق الطوارئ بتقديم العلاج الطبي.
- تقديم المعلومات التالية للطاقم الطبي:
- تركيز حمض الهيدروفلوريك وSDS الخاص به.
- تاريخ ووقت التعرض ومدة التعرض وكيفية حدوث التعرض.
- أجزاء الجسم المتضررة أو المكشوفة، ونسبة مساحة سطح الجسم المتضررة.
- ملخص لإجراءات الإسعافات الأولية المقدمة، بما في ذلك وقت تطبيق جل غلوكونات الكالسيوم أو زيفيران لأول مرة، ومناطق الجسم التي تم تطبيق العلاج عليها، وعدد مرات تطبيق العلاج بشكل إجمالي.

تعرض العين:

- اغسل العينين على الفور باستخدام سداسي الفلورين أو الماء المتدفق البارد، ويفضل أن يكون ذلك في محطة غسيل العين. أبقِ الجفون مفتوحة وبعيدًا عن العين أثناء الري للسماح بغسل العينين بشكل كامل. إذا كان محلول غلوكونات الكالسيوم المعقم 1% متاحًا، فابدأ في استخدامه خلال الدقائق الخمس الأولى (عن طريق التنقيط المستمر في العين)، واستمر في استخدامه (لا تستخدم جل غلوكونات الكالسيوم 2.5% للعيون). إذا لم يتوفر محلول غلوكونات الكالسيوم المعقم 1%، اغسله بكميات وفيرة من الماء لمدة 15 دقيقة مع إبقاء الجفون متباعدة.
- أثناء غسل العين، اطلب من شخص ما الاتصال بالرقم 1600 للحصول على المساعدة الطبية الطارئة، ويجب استخدام محلول غلوكونات الكالسيوم (1%)، أو غسل العين، أو الماء النظيف، أو كمادات الماء المثلج لمواصلة ري العين (العينين) أثناء نقل المصاب.

استنشاق الأبخرة:

- انقل المصاب فورًا إلى الهواء الطلق واتصل بالرقم 1600 للحصول على المساعدة الطبية.
- إبقاء المصاب دافئة ومريحة وهادئة.
- ينبغي إعطاء الأكسجين بنسبة 100% (معدل تدفق 10 إلى 12 لتر/دقيقة) في أسرع وقت ممكن من قبل فرد مدرب.
- يمكن إعطاء محلول رذاذي مكون من 2.5% جلوكونات الكالسيوم مع الأكسجين عن طريق الاستنشاق.
- عدم إعطاء المنشطات إلا إذا طلب منك ذلك الطاقم الطبي.
- يجب فحص المصاب من قبل الطبيب وإبقائه تحت الملاحظة لمدة 24 ساعة على الأقل. والسبب هو أن استنشاق أبخرة HF قد يسبب تورمًا في الجهاز التنفسي لمدة تصل إلى 24 ساعة بعد التعرض. قد يحتاج الشخص الذي استنشق أبخرة HF إلى علاج بالأكسجين الوقائي. يمكن أن يؤدي التعرض للبخار إلى حروق الجلد والأغشية المخاطية وتلف الأنسجة الرئوية. يتم التعامل مع حروق البخار على الجلد بنفس الطريقة التي يتم بها علاج حروق HF السائلة.

ابتلاع:

- لا تسبب القيء. يحظر إعطاء أي شيء عن طريق الفم لشخص فاقد الوعي.
- اطلب من المصاب شرب كميات كبيرة من الماء بدرجة حرارة الغرفة بأسرع ما يمكن لتخفيف الحمض.
- اتصل بالرقم 1600 للحصول على المساعدة الطبية.
- اطلب من المصاب شرب عدة أكواب من الحليب أو عدة أوقيات من حليب المغنيسيا أو ميلانتا أو مالوكس أو منتجات مماثلة، أو تناول ما يصل إلى 30 تومس أو كالتريت أو أقراص أخرى مضادة للحموضة. قد يكون الكالسيوم أو المغنيسيوم الموجود في هذه المواد بمثابة ترياق. تجنب إعطاء البيكربونات بأي ثمن، فقد يؤدي ثاني أكسيد الكربون الناتج إلى إصابة المصاب بشدة.

2. الحرائق والانفجارات

- عندما تسمع إنذار الحريق/الطوارئ، قم بإخلاء المبنى عن طريق أقرب درج. لا تستخدم المصاعد. غادر المبنى دائمًا عندما تسمع الإنذار، حتى لو كنت تعتقد أنه قد يكون إنذارًا كاذبًا أو نتيجة اختبار.
- إذا اشتعلت النيران في شعر شخص ما أو ملابسه، قم بإخماد النيران باستخدام معطف أو عن طريق جعل الشخص يتدحرج على الأرض. مساعدة المصاب على العلاج الطبي. مساعدة الآخرين على الإخلاء حسب الحاجة. ابق في مكان معروف لمستجيبي الطوارئ في مكان الحادث لتقديم أي تفاصيل قد يحتاجون إليها.
- الإبلاغ عن جميع الحرائق والانفجارات على الفور. حتى لو كان الحريق صغيرًا وتم احتواؤه وإطفاؤه بسهولة من قبل مستخدمي المختبر، ولم تتصل بالرقم 998، قم بإبلاغ الحادث على الفور إلى مشرف المختبر او مشرف السلامة في المختبرات.
- تقديم تقرير عن الحادث إلى مشرف المختبر او مشرف السلامة في المختبرات.

3. تسرب مادة كيميائية

عند انسكاب مادة كيميائية، يجب عليك أن تقرر ما إذا كان الانسكاب ينطوي على مخاطر ثانوية أو كبيرة (الشكل 13.1) أو مخاطر شخصية عليك وعلى الآخرين.

الشكل 13.1 الانسكابات الطفيفة والانسكابات الكبرى

يجب التعامل مع المواد الكيميائية الخطرة أو انسكاب المواد غير المعروفة فقط من قبل المستخدمين المدربين. في حالة حدوث أي تسرب كيميائي، يجب معالجة SDS واتباع الإجراءات المناسبة. في حين أنه يمكن تقسيم الانسكابات إلى فئات مخاطر عامة (كما هو موضح أدناه)، إلا أنه من المناسب اتخاذ خيار مدروس للعمل لأي تسرب محدد. يعمم المخطط الانسيابي أدناه (الشكل 13.2) عملية اتخاذ القرار التي سيتم تطبيقها أثناء التعامل مع الانسكاب.

الشكل 13.2 مسار العمل المطلوب في حالة الانسكابات

3.1. مخاطر طفيفة

- يمكن تنظيف الانسكابات المستقرة والمحتوية والمعزولة عن المناطق العامة والتي لا تشكل تهديداً مباشراً على الصحة أو البيئة من قبل مستخدمي المختبر الذين تم تدريبهم وتجهيزهم بشكل مناسب للتعامل مع الموقف.
- عندما تلاحظ انسكاباً، إذا كنت تعتقد أنه قد يكون من الصعب العثور عليه مرة أخرى إذا كنت تريد المغادرة لإحضار مجموعة أدوات تنظيف الانسكاب، فيجب وضع أي منشفة ماصة أو معطف مختبر فوق الانسكاب ويجب عدم وضعه حول الانسكاب. أو للتعرف على مكانه.
- من المحتمل أن تتفاعل المادة الكيميائية المنسكبة مع المنشفة أو المعطف. اترك علامة تحذير أو أخبر زملائك في العمل بالتسرب قبل المغادرة.
- إذا أدى الانسكاب إلى إصابة شخص ما أو تلف المعدات أو المرافق، فقم بتقديم تقرير حادث على الرقم 7444 والإبلاغ عن مشرف المختبر او مشرف السلامة في المختبرات.

3.2. المخاطر الكبرى

بالنسبة للانسكابات التي تمثل خطرًا ماديًا، أو صحيًا، أو بيئيًا فوريًا، أو كبيرًا، قم بما يلي:

- إخلاء كافة مستخدمي المعمل من المنطقة. إذا كان هناك خطر على المعامل المحيطة، فاضغط على إنذار الحريق لإخلاء المنطقة. قم بحضور مستخدمي المختبر المصابين بأفضل ما لديك من تدريب وخبرة.
- عند إجراء مكالمة طوارئ، قم بتقديم المعلومات التالية:
- قم بالإبلاغ عن الحادث مشرف المختبر او مشرف السلامة في المختبرات مع اسمك وموقع الغرفة والغرفة ورقم الهاتف الخليوي ووصف موجز للإصابة/الطوارئ.
- البقاء في مكان آمن في المنطقة لمساعدة المستجيبين للطوارئ. لا تتوقف حتى يوجهك للقيام بذلك.
- سوف يساعد مشرف المختبر او مشرف السلامة في المختبرات ويقدم المشورة للإدارات بشأن التنظيف المناسب والتعبئة وإزالة أي نفايات خطرة متبقية. بالنسبة لبعض الانسكابات، قد يحتاج أعضاء هيئة التدريس إلى تحمل تكلفة التنظيف من قبل مقاول خارجي.
- تقديم تقرير حادث على مشرف المختبر او مشرف السلامة في المختبرات.

3.3. انسكابات الزئبق

- تتعلق المناقشة التالية في المقام الأول بالزئبق المعدني (كما هو الحال في مقياس الحرارة الزئبقي). يمكن امتصاص الزئبق بسهولة من خلال الجلد. ومع ذلك، يجب تجنب ملامسة الجلد أثناء عملية التنظيف.
- يعد الاستنشاق أيضًا الطريقة الأكثر خطورة للتعرض للزئبق، إذا كان النظام يتضمن الحرارة. ونظرًا لأن الزئبق المعدني يتبخر ببطء شديد في درجة حرارة الغرفة، فمن المحتمل ألا يشكل التعرض للزئبق مصدر قلق صحي طالما تم تنظيف الزئبق بالكامل.
- يجب تدريب المستخدمين على تنظيف الانسكابات واستخدام التقنيات والمواد المناسبة. وينبغي للمختبرات التي تستخدم الزئبق أو المعدات المحتوية على الزئبق أن تتوافر لديها على الفور مجموعة أدوات تنظيف الزئبق. يجب على المستخدمين إخلاء المنطقة ولا ينبغي إجراء العمليات الروتينية إلا بعد التأكد من نظافة المنطقة.
- قد تتسبب انسكابات الزئبق عند درجات حرارة مرتفعة في التعرض بشكل كبير وتتطلب اتخاذ إجراءات فورية لإيقاف عناصر التسخين وإخلاء الغرفة حتى تبرد الأسطح المتأثرة بالانسكاب.
- يجب تقديم تقرير الحادث إلى مشرف المختبر او مشرف السلامة في المختبرات.

3.4. انسكاب نفايات التنظيف

يجب وضع النفايات الناتجة عن تنظيف الانسكابات في حاوية ذات قفل علوي ملولب أو في كيس مزدوج مع إجراء النفايات. قم بإرفاق ملصق النفايات الكيميائية مع صناديق النفايات الثانوية.

3.5. تسرب حمض الهيدروفلوريك

في حالة حدوث انسكاب كبير لـ HF، اتبع سياسة الانسكاب:

- تنبيه المستخدمين القريبين والإخلاء إلى مسافة آمنة.
- في حالة وجود خطر حريق أو انفجار أو سمية، قم بسحب إنذار الحريق واتبع إجراءات إخلاء المبنى، وقم بتوفير SDS ذات الصلة.
- إذا لم تقم بسحب إنذار الحريق، أغلق أبواب المناطق المتضررة وامنع الدخول مرة أخرى. ضع
- علامات "ممنوع الدخول" أو الشريط العازل.
- اتصل بالرقم 7444 مشرف المختبر او مشرف السلامة في المختبرات لإبلاغهم بالموقف.

- لا تعد الدخول إلى المنطقة حتى يُطلب منك ذلك من قبل مشرف المختبر او مشرف السلامة في المختبرات.
- في حالة حدوث انسكاب بسيط وشعرت أنك وزملائك في المختبر قادرون على معالجة الانسكاب، اتبع بروتوكول الانسكاب البسيط مع التعديلات التالية:
- إخطار مشرف المختبر او مشرف السلامة في المختبرات.
- يمكن لـ مشرف المختبر او مشرف السلامة في المختبرات المساعدة في عملية التنظيف.
- احصل على مجموعة أدوات انسكاب التردد العالي من مختبرك واستخدم مُعادل التردد العالي الموجود بها. يجب استخدام المواد الماصة الخاصة بـ HF فقط لمعالجة انسكاب HF. إذا لم تكن هذه المواد الماصة متوفرة، يمكن استخدام فائض كبير من هيدروكسيد الكالسيوم أو المغنيسيوم المائي المخفف. يجب أن يتم التحييد ببطء لتجنب حدوث تفاعل طارد للحرارة (سوف تبخر الحرارة HF وتزيد من خطر التعرض).
- لا تحاول تحييد HF بما يلي:
- كربونات الصوديوم أو البوتاسيوم ("رماد الصودا"، "الصودا الكاوية"): تفاعل Na2CO3 أو K2CO3 مع HF يولد ثنائي فلوريد هيدروجين الصوديوم أو البوتاسيوم (NaHF2 أو KHF2) كمواد وسيطة، والتي تطلق HF الغازي عند تعرضها للحرارة.
- هيدروكسيد البوتاسيوم أو الصوديوم (الموجود في العديد من مجموعات تحييد الأحماض): إن تحييد HF باستخدام هيدروكسيد البوتاسيوم أو الصوديوم أكثر طاردة للحرارة من كربونات الصوديوم أو البوتاسيوم ويولد أيضًا ثنائي فلوريد البوتاسيوم أو هيدروجين الصوديوم (NaHF2 أو KHF2) كمواد وسيطة، والتي إطلاق غاز HF عند تعرضه للحرارة.
- تتفاعل المواد الماصة القائمة على السيليكون (الشائعة في معظم مجموعات انسكاب المذيبات) مع HF لتوليد رباعي فلوريد السيليكون، وهو غاز سام ومسبب للتآكل.

4. الاستجابة للزلزال

بعد ذلك، إذا كان القيام بذلك آمنًا، قم بإغلاق أي إجراءات قد تكون جارية وقم بتغطية أي حاويات مفتوحة. إسعاف المصابين إذا كنت قادرا. تحديد ما إذا كنت بحاجة إلى إخلاء منطقة العمل. عند الإخلاء، خذ المفاتيح وأدوات الطوارئ وما إلى ذلك لأنه قد لا يُسمح لك بالدخول مرة أخرى حتى يتم تقييم المبنى من حيث المخاطر. حاول ملاحظة مدى الضرر الذي لحق بالمبنى أثناء الإخلاء. التجمع في

نقطة التجمع في حالات الطوارئ. في انتظار المزيد من التعليمات. لا تعد الدخول إلى المبنى إلا بعد أن يتم تقييم الأضـرار الهيكلية من قبل مستخدمين مدربين ويتم التصريح بإعادة الدخول من قبل مسؤولي الجامعة.

5. تسرب الغاز أو الروائح الأخرى

5.1. تسربات الغاز الطبيعي

- يمكن أن يسـبب تسـرب الغاز الطبيعي انفجارات بسـبب طبيعته الانفجارية. يحتوي الغاز الطبيعي على رائحة يمكن اكتشـافها بسهولة عن طريق الرائحة. في حالة ظهور رائحة ضعيفة داخل المبنى:
- فحص منافذ الغاز بالمعمل للتأكد من عدم فتح الصمامات.
- اتصل بالرقم 998 مشرف المختبر او مشرف السلامة في المختبرات لتحديد موقع تسرب الغاز.
- للرائحة القوية والمنتشرة (في العديد من الغرف) و/أو التي تتفاقم بسرعة:
- سحب إنذار الطوارئ.
- أغلق صمام غاز الطوارئ الخاص بأرضيتك أو منطقتك إن وجد.
- قم بإخلاء المبنى فورًا، وفقًا لخطة إخلاء المبنى الخاصة بك.
- إذا كانت منطقة التجمع الخاصة بك في اتجاه الريح من المبنى، فانتقل إلى منطقة التجمع الثانية.
- لا تعود إلى المبنى الذي تم إخلاؤه إلا إذا طلبت منك السـلطة الموجودة في مكان الحادث (إدارة الإطفاء أو قسـم الشـرطة أو مستخدمين آخرين) القيام بذلك.
- تقديم تقرير حادث على مشرف المختبر او مشرف السلامة في المختبرات.

5.2. تسرب اسطوانات الغاز

لا تبالغ في تشـديد الصـمام في محاولة لوقف التسـرب. إذا اسـتمر الصـمام في التسـرب، فكر فيما إذا كان إخلاء الغرفة وإخلاء المبنى ضروريًا. اتخذ الإجراءات التالية:

الغازات القابلة للاشتعال أو المؤكسدة أو الخاملة:

- إذا لزم الأمر، يجب تجهيز معدات الوقاية الشخصية.

- إذا كان ذلك ممكنًا، اسمح للأسطوانة بالخروج إلى منطقة جيدة التهوية (مثل غطاء الدخان) مع وجود مواد ماصة قليلة أو معدومة في المنطقة (مثل الورق المقوى).
- وضع علامة تحذيرية من تسرب الاسطوانة. تجنب الشرر واللهب المكشوف.

الغازات السامة أو المسببة للتآكل:

- إذا لزم الأمر، يجب تجهيز معدات الوقاية الشخصية.
- قم بتحويل أسطوانة العادم إلى مادة ماصة أو معادلة إن أمكن.
- في حالة عدم توفر نظام ماص أو معادلة، قم بإخراج الأسطوانة إلى غطاء الدخان التشغيلي.
- وضع علامة تحذيرية من تسرب الاسطوانة.

5.3. روائح غير معروفة

- تحقق مع المستخدمين لتحديد ما إذا كانوا يفعلون شيئًا ما ينتج عنه رائحة.
- إذا لم يكن الأمر كذلك، فتحقق من المعامل المجاورة لتحديد ما إذا كانت الرائحة منتشرة على نطاق واسع أو إذا كان المصدر واضحًا.
- حاول ربط الرائحة بأسباب محتملة – مثل ما إذا كانت رائحتها تشبه رائحة المجاري، أو الطعام المتعفن، أو ارتفاع درجة حرارة الأجهزة الإلكترونية، أو مادة كيميائية مميزة.
- إذا كان المصدر واضحًا، اتخذ إجراءً إن أمكن للقضاء على السبب أو السيطرة على الرائحة، مثل إزالة التفاعل الكيميائي من على سطح الطاولة ووضعه في غطاء الدخان العامل.

إذا لم يتم العثور على الرائحة على الفور، ولكن يبدو أنها أقوى بشكل ملحوظ في مكان واحد، فمن المحتمل أن يكون هناك مصدر قريب، والذي يمكن أن يكون مصرف حوض جاف أو مصرف أرضي (إذا كانت رائحة تشبه المجاري أو تشبه رائحة المواد الكيميائية)، أو مادة كيميائية. حدث خطأ في العملية (في حالة وجود رائحة كيميائية متعفنة أو غير معروفة)، أو ارتفاع درجة حرارة الأجهزة الإلكترونية (في حالة ارتفاع درجة حرارة الأجهزة)، أو تسرب مادة كيميائية أو عملية تسريب (إذا كانت هناك مادة كيميائية مميزة). هناك عدد غير محدود من المصادر المحتملة، ولكن الإلمام بأنشطة المختبر من شأنه أن يساعد في تضييق الاحتمالات.

6. انقطاع المرافق

يجب أن تفكر في سلامتك الشخصية وسلامة الآخرين الذين يعملون في نفس المجال. في ظل هذه الظروف؛ يجب على الناس التزام الهدوء وتقييم الوضع. إذا تصاعد الوضع خارج نطاق السيطرة أو أصبح خطيرًا، فيجب إخلاء المنطقة ومساعدة الآخرين على الإخلاء. بمجرد إخلاء المنطقة، لا تدخل المبنى مرة أخرى إلا بعد أن تقرر السلطة المختصة أن القيام بذلك آمن.

إذا لم تتمكن من القيام بالعمل، ولكن يمكن أن يتأخر خروجك بأمان، قم بإخطار عضو هيئة التدريس المسؤول وأوقف العمل الجاري الذي قد يسبب مخاطر، وأغلق الحاويات، وأغلق غطاء الدخان/أوشحة خزانة السلامة الحيوية، وأعد حاويات المواد الخطرة إلى مكانها الصحيح مواقع التخزين. قد يكون لبعض حالات فشل المرافق تأثير ضئيل على عملياتك، ويمكنك مواصلة العمل بأمان على النحو الذي تحدده مشرف المختبر او مشرف السلامة في المختبرات.

إذا بدا من المحتمل أن يستمر الفشل لفترة طويلة، وتوجيهات مشرف المختبر او مشرف السلامة في المختبرات. أبقِ أبواب الثلاجة والفريزر مغلقة لأطول فترة ممكنة وقم بتنفيذ إجراءات النسخ الاحتياطي حسب الضرورة، مثل الحصول على الثلج الجاف للحفاظ على برودة ثلاجات العينات. عندما تعود الأنظمة إلى التشغيل الطبيعي، قم على الفور بتقييم منطقة العمل (حتى في عطلات نهاية الأسبوع إذا كان ذلك هو الوقت الذي تتم فيه استعادة الخدمة) بحثًا عن أي مخاطر قد تكون موجودة، مثل الأجهزة الكهربائية (السخانات والأفران وأجهزة الطرد المركزي، وما إلى ذلك) التي تُركت قيد التشغيل عندما يتم تشغيلها. حدث انقطاع.

6.1. عطل كهربائي

- تقييم مدى الانقطاع في منطقتك.
- الإبلاغ عن انقطاع التشغيل والخدمات الفنية ومشرف المختبر.
- مساعدة المستخدمين الآخرين في مناطق العمل المظلمة على الانتقال إلى مواقع آمنة.
- تنفيذ إجراءات الاستجابة المخططة مسبقاً، حسب الضرورة. لا تتعامل مع انقطاع التيار الكهربائي على أنه "عمل كالمعتاد".
- إذا كان ذلك عمليًا، قم بتأمين العمل التجريبي الحالي، ثم انقله إلى مكان آمن.
- إغلاق أي حاويات مفتوحة للمواد الخطرة.
- إغلاق الزنانير على أغطية الدخان وخزائن السلامة البيولوجية.
- إذا قمت بنقل مواد كيميائية على عربات بين الطوابق، فاحصل على المساعدة. تشكل الانسكابات الخطرة خطرًا كبيرًا أثناء النقل.

- إبقاء ثلاجات أو مجمدات المختبر مغلقة طوال فترة انقطاعها.
- افصل أجهزة الكمبيوتر الشخصية، والمعدات الكهربائية غير الضرورية، والأجهزة.
- فتح النوافذ لمزيد من الضوء والتهوية (أثناء الطقس المعتدل).
- إذا طلب منك إخلاء المبنى الخاص بك، قم بتأمين أي أعمال تتعلق بالمواد الخطرة وغادر المبنى.
- قم بتحرير المستخدمين أثناء انقطاع ممتد إذا تم توجيههم للقيام بذلك بواسطة LS.
- عند اســتعادة الطاقة، قم على الفور بتقييم المنطقة المتضــررة بحثًا عن المواقف الخطرة المحتملة، مثل ترك الأجهزة في وضع التشغيل. وهذا مطلوب أيضًا إذا تمت استعادة الطاقة في وقت تكون فيه المنشأة شاغرة في العادة.

6.2. فشل مروحة التدفئة والتهوية وتكييف الهواء/غطاء الدخان

- إخطار الشاغلين الآخرين بالموقف.
- إذا لزم الأمر؛ إخلاء المنطقة (وإطلاق إنذار الحريق إذا كان الوضع واسع الانتشار)
- إخطار LS وعضو هيئة التدريس المسؤول.
- قم بإيقاف العمل الجاري إذا كان القيام بذلك آمنًا؛
- إغلاق المعدات والغازات والسوائل الموردة.
- إغلاق الحاويات المفتوحة.
- إغلاق الزنانير على أغطية الدخان، وخزائن السلامة البيولوجية، وما إلى ذلك.
- لاحظ خطوة العملية عند توقف العمل.
- إعادة العينات إلى الفريزر، وحاويات التخزين، الخ.
- فتح النوافذ إذا أراد المستخدمون البقاء في مكان العمل.
- إذا بقي المستخدمون في مكان العمل، تحقق بشكل دوري من سلامتهم وقم بالإخلاء إذا تأثر أي شخص سلبًا.
- قبل إعادة بدء العمل في المنطقة، قم بمراجعة العمل لتحديد المخاطر المحتملة.
- إذا تسبب الانقطاع في حدوث ضرر، قم بإرسال تقرير بالحادث إلى مشرف المختبر او مشرف السلامة في المختبرات.

7. فيضانات المختبرات

إذا تأثر مختبرك بالفيضانات:

- البحث عن مصدر المياه. إذا كان آمنًا، أغلق الماء.
- إذا كان من الآمن إغلاق أي معدات يمكن أن تسبب حالة كهربائية خطيرة أثناء الفيضان واستخدام فيلم بلاستيكي لتغطية المعدات والمكاتب إذا كانت المياه أو مياه الصرف الصحي تتساقط عليها.
- احصل على المساعدة بسرعة. خلال ساعات العمل، اتصل بـ LS. قم بإخطار المستخدمين، عضو هيئة التدريس المسؤول عن مختبر الفيضانات في أقرب وقت ممكن. وسيتولى المسؤولية بمجرد وصوله.
- إذا تسببت مواد غريبة مثل مياه الصرف الصحي أو بلاط السقف أو المواد الكيميائية المتسربة في تلويث مياه الفيضانات، فيجب تقييم الوضع من قبل موظفي المواد الخطرة الذين يمكن الاتصال بهم من خلال خدمات التشغيل والخدمات الفنية. أفضل طريقة لتنظيف المياه غير الملوثة هي استخدام فراغ مائي واحد في مكان الفيضان وآخر على المنطقة المتضررة أدناه.
- بعد التنظيف، قم بإرسال تقرير عن الحادث إلى مشرف المختبر او مشرف السلامة في المختبرات.

المراجع

1. Furr, A. K. (2000). CRC Handbook of Laboratory Safety. (5th ed.). United States of America: CRC Press LLC.
2. Georgia Institute of Technology Laboratory Safety Manual. (2013, April). Retrieved from https://www.ehs.gatech.edu/sites/default/files/aaa_lab_safety_manual_april_29_2013.pdf
3. Cornell University Laboratory Safety Manual and Chemical Hygiene Plan. (2006, January). Retrieved from http://www.ehs.cornell.edu/NYSAES/CHP_January2006.pdf
4. Lab Coat Selection, Use, and Care at MIT. (2013, September). Retrieved from https://labcoats.mit.edu/guidance
5. Harvard University PPE Selection Guide. (2015, April). Retrieved from https://www.ehs.harvard.edu/sites/ehs.harvard.edu/files/ppe_selection_guide_by_task.pdf
6. Stanford University Respiratory Protection Program. (2015, March). Retrieved from https://web.stanford.edu/dept/EHS/prod/mainrencon/occhealth/RPP_FAQs.pdf
7. Texas A&M University Laboratory Safety Manual. (2009, February). Retrieved from https://ehsd.tamu.edu/EHS%20Helpful%20Docs/Laboratory%20Safety%20Manual.pdf
8. University College London Personal Protective Equipment Policy & Guidance. (2015, March). Retrieved from http://www.ucl.ac.uk/medicalschool/msa/safety/docs/personalprotectiveequipment.pdf
9. United States Department of Labor, Occupational Safety & Health Administration, Standards. (2015, March). Retrieved from https://www.osha.gov/pls/oshaweb/owastand.display_standard_group?p_toc_level=1&p_part_number=1910
10. University of Bristol Health and Safety Office (July 2012). University of Bristol Health and Safety Office Fume Cupboard Guidance (2015, March). Retrieved from http://www.bristol.ac.uk/safety/media/gn/fume-cupboards-gn.pdf
11. Jürgen Liebsch – Waldner Labor. EN 14175 – Requirements for Fume Cupboards (2015, March). Retrieved from http://www.strumelab.com/all-prodotti/LE CAPPE WALDNER EN- 14175.pdf

حقوق الطبع محفوظة ...