جامعة طيبة
Taibah University

إرشادات السلامة في مختبرات الأبحاث

إعداد
لجنة سلامة المختبرات البحثية
1438 هـ

الطبعة الأولى

بسم الله الرحمن الرحيم

استهلال

إن عمادة البحث العلمي بجامعة طيبة تقدم هذا الدليل لسلامة المختبرات للموظفين والباحثين والفنيين الذين يعملون في المراكز البحثية في جامعة طيبة .إننا نأمل أن يكون مفيدا لإنشاء بيئة آمنة للبحث العلمي في جامعة طيبة .إن الاستخدام الآمن وتخزين ومعالجة النفايات، وإدارة الطوارئ من المواد الكيميائية، والمواد المشعة ، والمواد البيولوجية في بيئة معملية صحيحة هي الأهداف الرئيسة لهذا الدليل .وترد في الصفحات التالية تفاصيل عن أنواع معينة من المخاطر الكيميائية والبيولوجية، والإشعاع، وكذلك المعدات المستعملة عادة والإجراءات اللازم اتباعها .إن المعلومات الواردة في هذا الدليل تم جمعها من مجموعة متنوعة من المصادر الموثوق بها .ويهدف هذا الدليل للاستخدام من جميع أفراد جامعة طيبة باعتبارها نقطة الانطلاق المناسبة لتطوير ممارسات الإدارة الآمنة والأفضل في مختبرات جامعة طيبة حيث تستخدم المواد الكيميائية الخطرة، الإشعاعات والمواد البيولوجية .المواد الواردة في الدليل صحيحة إلى حد علمنا .ومع ذلك، ليس هناك ضمان في أنه دون أخطاء أو سهو.

محتويات الدليل

المقدمة		
١,١	لجنة سلامة المختبرات	
١,٢	الواجبات والمسؤوليات	
١,٣	الإبلاغ عن الواقعة/الحادث	
١,٤	برنامج السلامة الكيميائية	
١,٥	مرفق الخدمات البيئية	
قواعد السلامة في المختبرات العامة		
٢,١	عادات العمل	
٢,٢	ملابس السلامة	
٢,٣	المرافق و المعدات	
٢,٤	الشراء، الاستخدام، والتخلص من البقايا	
٢,٥	الاستبدالات	
المخاطر الكيميائية ونظام المعلومات عن المواد الخطرة في أماكن العمل		
٣,١	مقدمة	
٣,٢	خلفية	
3.3	الملصقات	
3.4	بطاقة بيانات السلامة	
3.5	تدريب العاملين	
المواد الكيميائية – المخاطر والاستخدام		
4.1	مقدمة	
4.2	الفئة- أ (Class A) الغاز المضغوط	
4.3	الفئة- ب (Class B) المواد القابلة للاشتعال والاحتراق	
4.4	الفئة- ج (Class C) المواد المؤكسدة	
4.5	الفئة- د (Class D) المادة السامة	
4.6	الفئة- هـ (Class E)، المواد الآكلة	
4.7	الفئة- ك (Class F)،المواد الخطرة سريعة التفاعل	
4.8	البيروكسيدات العضوية الخطرة	
التحكم بالمخاطر		
5.1	المقدمة	
5.2	ما يتحكم به المهندس	
5.3	معدات الحماية الشخصية	
تخزين و فصل المواد الكيميائية		
6.1	المخزون	

6.2	قواعد عامة لتخزين آمن	
6.3	فصل المواد الكيميائية للتخزين	
6.4	إرشادات التخزين لفئات خطرة معينة	
استجابة المختبرات الكيميائية للطوارئ		
٧,١	المقدمة	
٧,٢	الإسعافات الأولية	
٧,٣	إجراءات السلامة من الحرائق	
٧,٤	علاج الجروح	
٧,٥	إجراءات تنظيف التسريب	
٧,٦	الأماكن الآمنة لغسل العين والاستحمام	
سلامة المعدات		
تصميم التجارب الآمن		
٩,١	المقدمة	
٩,٢	المسؤولية	
٩,٣	الخطوات	
التفتيش المعملي		
النقل واستلام المواد الخطرة فى الحرم الجامعي		
سلامة اسطوانات الغاز المضغوط		
١٢,١	الصفات العامة	
١٢,٢	الاستخدام والتخزين	
دليل السلامة من مخاطر الكهرباء		
١٣,١	مخاطر الكهرباء وطرق السلامة	
دليل السلامة من مخاطر المجالات المغناطيسية		
١٤,١	التأثيرات البيولوجية للمجالات المغناطيسية	
١٤,٢	حدود التعرض الخطر للمجال المغناطيسي	
١٤,٣	اعتبارات السلامة العامة	
دليل السلامة من مخاطر التبريد الفائق ومعداته		
دليل السلامة من الإشعاع		
١٦,١	مخاطر الإشعاع	
١٦,٢	مسؤوليات لجنة السلامة من الإشعاع	
١٦,٣	قواعد عامة للمستخدمين المرخص لهم بالتعامل مع المواد المشعة أو معدات توليد الإشعاع	
١٦,٤	التصديق على استخدام الإشعاع في البحوث	
١٦,٥	إجراءات طوارئ تسريب لمواد مشعة	
دليل السلامة لليزر		
١٧,١	مخاطر الليزر	
١٧,٢	التعرض الأقصى المسموح به	

١٧,٣	إرشادات عامة للوقاية من الليزر	
١٧,٤	حوادث الليزر	
١٧,٥	مخاطر لا تأتى من الأشعة	
السلامة الأحيائية في المختبر		
١٨,١	المقدمة	
١٨,٢	تقييم المخاطر الميكروبيولوجية	
١٨,٣	المختبرات الأساسية – مستويات الأمان الحيوي ١ و ٢	
١٨,٤	إدارة الأمان الحيوي بالمختبر	
١٨,٥	تصميم ومرافق المختبرات	
١٨,٦	الرعاية الصحية للأفراد العاملين	
١٨,٧	مرافق المختبرات الحيوانية	
١٨,٨	تقييم المخاطر للكائنات الحية المعدلة وراثيا (GMO)	
١٨,٩	كابينات الأمان الحيوي BSCs	
١٨,١٠	اختيار خزانة السلامة البيولوجية	
المراجع		

المقدمة:

١,١ لجنة سلامة المختبرات

لجنة السلامة في المختبرات هي لجنة أنشئت حديثا بجامعة طيبة هي المسؤولة عن:

* • تطوير وصيانة برامج فعالة للوقاية من الحوادث.
* • تزويد مجتمع الجامعة ببرامج التدريب المطلوبة.
* • مساعدة أعضاء الجامعة في الامتثال للصحة والسلامة والأنظمة البيئية.
* • تعزيز الخدمات الإدارية للأقسام.

البرامج الرئيسة للجنة تشمل:

* • السلامة الكيميائية
* • السلامة الإحيائية
* • السلامة من الإشعاع
* • السلامة البيئية

١,٢ الواجبات والمسؤوليات

الجامعة، من خلال رؤساء الوحدات الإدارية المسؤولة عن توفير بيئة عمل آمنة وصحية وآمنة لجميع المتورطين في الأنشطة البحثية للجامعة. أقنعة المدربين والمشرفين على المختبرات المسؤولة عما يلي: تحديد جميع المخاطر؛ تأمين إجراءات سلامة العمل والإجراءات الطارئة المناسبة؛ ضمان أن جميع العاملين والطلاب يعرفون ويتبعون تلك الإجراءات؛ وتصحيح الأوضاع غير الآمنة والممارسات. المشرف هو أي شخص قد تم تفويضه المسؤولية عن غيره من العاملين في المختبرات البحثية في جامعة طيبة. جميع الباحثين وأعضاء هيئة التدريس والموظفين مسئولون عن التعلم واتباع إجراءات سلامة العمل وإجراءات الطوارئ، فضلا عن الإبلاغ عن جميع الظروف غير الآمنة والوقائع أو الحوادث.

١,٣ الإبلاغ عن الواقعة/الحادث

استمارة تقرير الواقعة/الحادث لجامعة طيبة يجب أن تملأ لكل واقعة أو حادث، حتى لو لم تقع أية إصابات. أي حدث ينطوي على ضرر لشخص أو إلحاق أضرار بالممتلكات، أولديه القدرة على القيام بذلك، يجب إبلاغ ذلك إلى "لجنة السلامة في المختبرات" خلال ٢٤ ساعة من حدوثه.

١,٤ برنامج السلامة الكيميائية

ويشجع "برنامج السلامة الكيميائية" المناولة الآمنة والتخزين والتخلص من المواد الكيميائية التي هي متوافقة مع النظام الأساسي وأفضل الممارسات المعترف بها. من خلال هذا البرنامج يتلقى الموظفون التدريب في مجال السلامة الكيميائية، والمشورة والتوجيه.

١,٥ مرفق الخدمات البيئية

مرفق الخدمات البيئية في جامعة طيبة مدعوما بالشركة السعودية الخليجية لحماية البيئة (SEPCO) والغرض من هذا المرفق إدارة النفايات الخطرة المتولدة في جامعة طيبة وفقا للوائح الإقليمية والمحلية والاتحادية بأمان. النفايات الكيميائية التي يتم جمعها بصورة منتظمة وتنقل الى "مرفق الخدمات البيئية" في حرم الجامعة. ويتم الفرز، وتعامل وتعبأ وفقا لنوعها قبل شحنها للتخلص منها. مركبات شديدة التفاعل، مثل حامض البكريك أو الحاويات القديمة من الأثير ثنائي إثيل، يتم انتقاؤها في الموقع على مولد متعهد مرخص للتعامل مع مثل هذه المواد.

٢. قواعد السلامة في المختبرات العامة

٢,١ عادات العمل

- لا تقم بتخزين الأغذية أو المشروبات في بيئة المختبر على الإطلاق لا الأغذية والمشروبات والعلكة أو التدخين مسموح في المختبر.
- لا تضع أي شيء في فمك مثل أقلام الرصاص، أقلام، أوراق تسميات، الأصابع، إلخ.
- عدم استخدام الماصة عن طريق الفم.
- لا تشم أو تتذوق أي سوائل/المواد الكيميائية.
- لا تتخلص من المواد الكيميائية هباء في الصرف. التخلص من المواد الكيميائية والانسكابات والزجاج المكسور وغيرها من النفايات في حاويات أعدت على وجه التحديد لهذا الاستخدام. تعلم كيفية التخلص من المواد بأمان وفق القانون.
- لا تستخدم المعدات التالفة.
- لا تقم بتخزين الوقود والمواد الكيميائية قرب مصدر للحرارة أو المواد الأخرى التي قد تتفاعل معها.
- الحماية ينبغي أن تقدم لعامل المختبر وزملاء العمل.
- دائماً يتم إبلاغ زملاء العمل عن أي خطط للقيام بأعمال خطرة قبل البدء.

- ينصح بتدريب لجميع العاملين في المعمل على الإسعافات الأولية
- استعراض جميع الإجراءات قبل الشروع في أي عمل.
- لا تحمل المواد بين المختبرات والمخزن باليد، ولكن باستخدام حاملات النقل الملائمة والصواني والرفوف والعربات.
- لا تقم بتخزين الوقود والمواد القابلة للاحتراق والسامة والمشعة في أماكن غير معتمدة، غير متوافقة، أو حاويات غير آمنة. احتفظ بها في منطقة تحمل علامات واضحة وبها تهوية.
- لا تحتفظ بالمواد الكيميائية التي لم تعد مطلوبة. الحفاظ على مساحة العمل الخاصة بك خالية من جميع المواد غير الضرورية.
- لا تترك معدات أو تجربة غير مراقبه وهى قيد التشغيل.
- لا تتسكع في المختبر. القيام بأعمال المختبر فقط في منطقة المعمل المعينة.
- لا تترك المختبرات دون أن تكون نظيفة ومرتبة.
- اغسل يديك دائماً قبل وبعد العمل في المختبر، وبعد عمليات تنظيف الانسكابات.
- تقييد (مثل ملابس فضفاضة الأكمام، البلوزات بلا أكمام ، وربطات العنق إلخ)، الشعر الطويل وتدلى المجوهرات. دائماً ارتداء ملابس واقية كاملة الطول.
- الحماية ينبغي أن تقدم لمستخدمي المختبر وزملاء العمل.
- دائماً أبلغ زملاء العمل بخطط القيام بأعمال خطرة قبل البدء.
- لا تعمل وحدك أبدا.
- يوصي بالتدريب على المساعدة و الإسعافات الأولية لجميع العاملين في المعمل.
- استعراض جميع الإجراءات قبل الشروع في أي عمل.

٢,٢ ملابس السلامة

- معاطف المختبر يجب أن ترتديها في جميع الأوقات في المختبر.
- يجب ارتداء أحذية مغلقة وسروال طويل في المعمل.
- ارتداء القفازات مقاومة الاحتراق بالمواد الكيميائية التي يجري التعامل معها والتي تم فحصها للتأكد من خلوها من الثقوب أو التمزق.
- دائماً ارتداء حماية العين أو الوجه المعتمدة عند العمل مع المواد الكيميائية في المختبر.
- غير مسموح بالعدسات اللاصقة
- استخدام حماية الجهاز التنفسي (قناع الغبار أو جهاز تنفس اصطناعي) عندما يكون

هناك حاجةً.

٢,٣ المرافق و المعدات

- جميع المشغلين على أي من معدات المختبرات في جامعة طيبة يجب أن يحصلوا على تعليمات كافية وتدريب على استخدام آمن عند استخدام المعدات والأجهزة.
- جميع الأحزمة والبكرات المتحركة يجب أن يكون لها صمام أمان.
- الاحتفاظ بأرقام هواتف الطوارئ محدثة بجوار الهاتف.
- لا بد من وجود المعدات المناسبة والمواد المتاحة لمكافحة التسرب والاستبدال عند الضرورة.
- دائماً مواكبة الاحتياطات المنزلية في المختبر (الأرضية يجب أن تكون جافة في كل الأوقات).
- الأرضيات والقاعات والممرات، والسلالم يجب أن تبقى نظيفة في جميع الأوقات لتجنب أخطار الانزلاق والتعثر.
- الوصول إلى الطرق المؤدية إلى أدوات و معدات الطوارئ (استحمام الطوارئ وغسل العين، طفايات الحريق، ومجموعات الإسعافات الأولية) يجب أن تظل واضحة خالية من العراقيل. يجب أن تصاحب جميع معدات المختبرات إجراءات التشغيل الآمنة.

٢,٤ الشراء، الاستخدام، والتخلص من البقايا

- قم بتسمية جميع المواد الكيميائية بدقة مع تاريخ الاستلام، أو الإعداد، والتوقيع بالأحرف الأولى بالشخص المسؤول. إضافة المعلومات الوقائية ذات الصلة للتعامل.
- لا تبدأ بفتح حاوية كاشف حتى يتم قراءة التسمية و فهمها تماما
- ويجب تحديد الزجاجات غير المسماة (مشكلة خاصة) إلى حد أنها يمكن تصنيفها على أنها إما خطرة أو نفايات غير خطرة.
- يتم فصل النفايات الخطرة بشكل صحيح في حاويات تحمل بوضوح علامة الملصقة مع تسميات مكان العمل.
- التخلص من المواد المذيبة بطريقة توافق جميع اللوائح البلدية والمقاطعات الاتحادية.
- فقط اطلب ما تحتاج إليه.

٢,٥ الاستبدالات

- حيثما أمكن، تقليل المخاطر باستخدام مواد مخففة بدلاً من استخدام مركزات.
- استخدام تقنيات مايكرو/شبه الصغيرة بدلاً من الماكرو—تقنيات الكبيرة.

- استخدام الأفلام وشرائط الفيديو، والأساليب الأخرى بدلاً من التجارب التي تنطوي على مواد خطرة.
- تقييم جميع التبديلات قبل تغيير الإجراءات.
- دائماً استبدل بأقل المواد السمية عند الإمكان.

٣ . المخاطر الكيميائية ونظام المعلومات عن المواد الخطرة في أماكن العمل

3.1 مقدمة

يمكن الحصول على المعلومات التي تتعلق بالسلامة والمخاطر الصحية للمواد في أماكن العمل من نظام المعلومات عن المواد الخطرة في أماكن العمل. هذا النظام يطلب من الموردين أن يمدوا المستهلك بمعلومات السلامة عن مادتهم وعلى الجامعة أن تعنى بتدريب وإرشاد الذين يتعرضون لمخاطرها.

هذا الباب يتطرق للمعلومات الأساسية عن العناصر المهمة في نظام المعلومات عن المواد الخطرة في أماكن العمل وهي:

- **الملصقات**

ملصق العبوة يوضح تفاصيل عن مواصفات المادة والمحاذير والمخاطر المحتملة في حالة التعرض لها وإرشادات الوقاية عند الاستخدام

- **بطاقة (وثائق) بيانات السلامة**

يرمز لبطاقة بيانات السلامة بالرمز المختصر (MSDS)، هي عبارة عن تقرير تقني يحتوي على معلومات دقيقة ومفصلة عن المحاذير والمخاطر المحتملة عند التعرض للمادة أثناء الاستخدام وإرشادات الوقاية عند الاستخدام والإسعافات الأولية في حالة الطوارىء

- **التدريب والتثقيف والإرشادات للعاملين**

٣,٢ خلفية

الهدف من نظام المعلومات عن المواد الخطرة في أماكن العمل هو المساعدة في تقليل الأمراض والإصابات التي قد تحدث في أماكن العمل. لقد تم تطويرها من خلال جهد مشترك للعمال والصناعة والتوجيهات الصادرة من الهيئات التنظيمية الاتحادية والمقاطعات والأقاليم (٣)

أعلنت التشريعات الإقليمية من خلال إدخال تعديلات على أنظمة السلامة والصحة المهنية، مسؤولية صاحب العمل عن توفير:

- وضع ملصقات وتوضيحات في مكان العمل
- بطاقة بيانات السلامة لاستخدام المادة
- تعليم العامل كيفية مراقبة المادة

٣,٣ الملصقات:

يجب أن تحتوي المواد على ملصقات وفقا لـ (WHMIS). يجب استبدال هذه الملصقات في حالة تعرضها للتلف وكانت غير مقروءة لكي لا تخلق مشاكل عند التعامل في حالة الإسعافات الأولية أو التخلص من المادة.

هنالك نوعان من الملصقات مطلوبة حسب نظام المعلومات عن المواد الخطرة في أماكن العمل:

- ملصقات المادة أو المورد. يزود بها مورد المادة
- ملصقات مكان العمل. يزود بها صاحب العمل للاستخدام في أماكن العمل

ملصقات المورد

ملصقات المورد تحتوي على بعض مواصفات المادة التي ينبغي معرفتها من قبل المستخدم مثل المحاذير والمخاطر المحتملة عند استخدام المادة والإسعافات الأولية في حالة الطوارىء. المعلومات في هذه الحالة عادة ما تكون غير كافية [1]

يجب تضمين ستة أنواع من المعلومات لتمييز المواد

١. تعريف بالمادة - الاسم الكيميائي، الاسم الشائع، الاسم التجاري، الاسم العام، اسم الماركة التجاري، اسم الشفرة ورقم الشفرة.
٢. علامات التحذير. واحد أو أكثر من علامات (WHMIS) التي تدل على أنواع التحذيرات والمخاطر للمادة.
٣. إشارة تدل على وجود بطاقة بيانات السلامة (MSDS)
٤. معلومات عن المورد: اسم وعنوان ورقم هاتف المورد والمصنع والموزع
٥. وصف المخاطر: جمل قصيرة توضح مدى خطورة المادة
٦. بيانات تحذيرية: البيانات التي تصف الاحتياطات الضرورية التي يجب اتخاذها عند استخدام وتخزين والتخلص من المواد[1]

الملصقات الكيميائية في مكان العمل

- اذا تم نقل المادة الكيميائية من العبوة الأصلية لتستخدم في المعمل أو إذا كانت هناك عينة من مادة كيميائية بغرض تحليلها في المعمل فإن صاحب العمل يجب عليه التأكد من أن المحتويات مكتوبة بوضوح على ملصق العبوة.
- في حالة عدم استخدام المواد الكيميائية في المعمل، يجب على أصحاب العمل التأكد من أن ملصقات العمل وتطبيقها على النحو المطلوب معمول به في مكان العمل حسب قوانين ولوائح جامعة طيبة.
- إذا تم نقل المادة الكيميائية من عبوتها الأصلية إلى حاوية أخرى أوتم خلطها مع مادة كيميائية أخرى لإنتاج مادة جديدة فإنه يجب وضع ملصق جديد على الحاوية الجديدة . كذلك يجب وضع لاصق على الحاويات التي تحتوي على الرجيع والمخلفات الكيميائية المراد التخلص منها.[2].

يجب أن تتضمن الملصقات في مكان العمل :

- تعريفا بالمادة
- معلومات عن طرق الاستخدام الآمن
- استبدال الملصقات التالفة بالرجوع إلى معلومات بطاقة بيانات السلامة

تعريفات أخرى مطلوبة

التعريف بنوع الثلاجات والفريزرات هل هي مقاومة للانفجار أم لا؟ وكذلك التعريف بمحتوياتها
التعريف بمحتويات الخزانات الكيميائية ومعلومات عن خطورتها وفقا لنظام علامات درجة الخطورة
التعريف بالأسماء الكيميائية لأحواض الغسيل والمواسير

3.4 بطاقة بيانات السلامة (MSDS)

هي عبارة عن تقرير تقني يحتوي على معلومات دقيقة ومفصلة عن المحاذير والمخاطر المحتملة عن التعرض للمادة أثناء الاستخدام وإرشادات الوقاية عند الاستخدام والإسعافات الأولية في حالة الطوارىء. نظام المعلومات عن المحاذير للمواد يعطي أقل قدر من البيانات: [3]

- معلومات المادة
- مكونات الخطر

- البيانات الفيزيائية
- محاذير الحريق والانفجار
- بيانات التفاعل
- الخصائص السمية
- احتياطات الوقاية
- احتياطات الإسعافات الأولية

تجهيز معلومات المادة وتأريخ تحضيرها واسم وعنوان ورقم هاتف الشخص أو الشركة أو القسم للتواصل لمعرفة المزيد من المعلومات

الموردون

يجب على الموردين إصدار بطاقة بيانات السلامة MSDS لأي مادة للبيع والتصدير. هذه البيانات أو المعلومات يجب أن تكون محدثة بحيث لا تتعدى ثلاث سنوات قبل البيع أو التصدير. لا بد من إرسال نسخة من بطاقة بيانات السلامة MSDS للمشتري. قد يطلب المشتري بيانات المادة بأكثر من لغة.

٣,٥ تدريب العاملين

المطلوب من أي شخص يقوم بأحد الأعمال التالية معرفة نظام المعلومات عن المواد الخطرة في أماكن العمل:

- التخزين، الاستخدام والتخلص من المواد أو الإشراف على القائمين بذلك
- يعمل كمسؤول للطوارىء
- يعمل في الصيانة أو النظافة بالقرب من المواد والتي قد يتعرض لانسكاباتها أو أبخرتها
- العمل بالثرب من المواد الخطرة عند التخزين، الاستخدام، التخلص منها أثناء عمليات الصيانة أوفي حالات الطوارىء حيث تتعرض صحته وسلامته للخطر.

أنشأت جامعة طيبة برامج تدريبية وإرشادية للعاملين تتلخص في الآتي:

- كيفية تطبيق نظام المعلومات عن المواد الخطرة في مكان العمل
- خطورة المواد
- طرق التخزين الآمن، الاستخدام والتخلص من المواد
- خطط الطوارىء للتعامل مع انسكابات وتدفق المواد

يجب أن يستوفي التدريب تمكين العاملين من تطبيق الإرشادات والمحاذير لحماية صحتهم

وسلامتهم

يجب مراجعة برامج التدريب والإرشاد كل سنة على الأقل لتحديث التغيرات التي قد تطرأ على بيئة العمل أوفى خطورة المادة

٤. المواد الكيميائية – المخاطر والاستخدام

٤,١ مقدمة

تم تصنيف المخاطر الكيميائية وفقا لنظام المعلومات عن المواد الخطرة في أماكن العمل إلى ست فئات[4] :

أ- الغازات المضغوطة

ب- المواد القابلة للاشتعال

ج- المواد المؤكسدة

د- المواد السامة

ه- المواد الآكلة

هـ- المواد الخطرة شديدة التفاعل

جدول رقم-١: تصنيفات المخاطر

رمز(علامة) وتعريف الخطر	الأخطار المصاحبة	إرشادات الاستخدام
الفئة- أ (Class A) الغاز المضغوط	• انفجار الأسطوانة التي بها غاز مضغوط • تنفجر الأسطوانة إذا تم تسخينها على النار • تنفجر الأسطوانة إذا سقطت	• لا ترمي الأسطوانة • وضع أسطوانات الغاز بعيدا عن مصادر الاشتعال • حفظ أسطوانات الغاز في أماكن ملائمة مخصصة • احفظ الأسطوانات في وضع رأسي
الفئة- ب (Class B) المواد القابلة للاشتعال والاحتراق	• المادة قابلة للاحتراق أو تمثل مصدر حريق • قد تحترق في درجة حرارة منخفضة.. المواد	• احفظها بعيد عن مصادر الحرارة والمواد المؤكسدة • ممنوع التدخين بالقرب

	القابلة للاشتعال تحترق في درجة حرارة أقل من القابلة للاحتراق • قد تتصدع تلقائيا عند تعرضها للهب أوقد تتصاعد منها غازات مشتعلة عند ملامستها الماء • قد تحدث حريقا عند تعرضها للحرارة، الاحتكاك، اللهب أو الشرارات الكهربية	منها • تحفظ في مكان بارد وضد الحريق
الفئة- ج (**Class C**) المواد المؤكسدة 	• تمثل مصدر خطر احتراق أو انفجار بوجود المواد من الفئة- ب • قد تحدث حريقا أو انفجارا أو تتفاعل بعنف في وجود المواد الحارقة كالصوف أو المذيبات • قد تتفاعل بعنف مع المواد المختزلة • قد تحدث حروقا عند ملامستها للجلد أو العيون	• تحفظ بعيدا من المواد في الفئة- ب • تحفظ في أماكن مخصصة • تحفظ بعيدا عن مصادر الاشتعال • ممنوع التدخين بالقرب منها • لبس مستلزمات الحماية الشخصية للعين والوجه والأيدي والملابس الواقية
الفئة- د- ١ (**Class D- 1**) المواد السامة والمواد المعدية التي تتسبب في سمية خطيرة حالا	• مواد مميتة محتملة • مواد يمكن أن تتسبب في الوفاة أوفي أذى خطير أو تضر بصحة الإنسان	• تعامل معها بحذر شديد • لبس مستلزمات الحماية الشخصية للعين والوجه والأيدي والملابس الواقية

	عند ابتلاعها أ واستنشاقها أو تلامسها مع الجلد • قد تحدث حروقا عند ملامستها للجلد أو العيون	• تجنب الاستنشاق. العمل في مكان جيد التهوية ولبس الكمامات الواقية • الغسيل والاستحمام بعد الاستخدام • تخزن في أماكن مناسبة
الفئة- د- ٢ (**Class D- 2**) المواد التي تتسبب في آثار سمية أخرى 	• ليست لها آثار ضارة في الحال • يمكن أن تتسبب في الوفاة أوفي أذى خطير نتيجة لتكرار التعرض لها • قد تسبب حساسية الجلد والعين • قد تسبب السرطان • قد تتسبب في تأثيرات متكررة	• تجنب ملامسة العين والوجه والأيدي ولبس مستلزمات الحماية الشخصية • تجنب الاستنشاق. العمل في مكان جيد التهوية ولبس الكمامات الواقية • تخزن في أماكن مناسبة
الفئة–د-٣ (**Class D-3**) المواد ذات المخاطر البيولوجية والمعدية 	• قد تتسبب في أمراض خطيرة تؤدي إلى الوفاة	• تجنب التلوث واتخاذ الاحتياطات اللازمة • لا تستخدمها إلا بعد لبس مستلزمات الحماية المناسبة • لا تستخدم إلا في أماكن ذات تحكم هندسي مناسب
الفئة- هـ (**Class E**) المواد الآكلة	• تتسبب في أضرار بالغة عند تلامسها مع الجلد أو العين • تتسبب في أضرار بالغة	• أغلق الحاويات بإحكام • تجنب ملامسة العين والوجه والأيدي ولبس مستلزمات الحماية

	للأنسجة الحية التي تلمسها • ضارة عند الاستنشاق • مدمرة للفلزات	الشخصية • تجنب الاستنشاق. العمل في مكان جيد التهوية ولبس الكمامات الواقية
الفئة- ك (**Class F**) المواد الخطرة سريعة التفاعل 	• غير ثابتة. قد تتفاعل مع الماء وتطلق غازات سامة أو قابلة للاشتعال • قد تنفجر نتيجة للاحتكاك أو الارتفاع في درجة الحرارة • قد تتبلمر بعنف	• تحفظ بعيدا عن مصادر الحرارة • تجنب سقوط العبوات ويجب فتحها بحذر • تحفظ في مكان بارد وضد الحريق

٤,٢ الفئة- أ (Class A) الغاز المضغوط

تعريف:

الفئة- أ (Class A) تشمل الغاز المضغوط، الغاز المذاب، الغاز المسال والغاز السائل المبرد. الغازات السائلة المبردة المادة بالضغط أو التبريد تحتوي على سوائل كريوجينية في درجات حرارة بالمئات تحت الصفر المئوي، لذلك تمثل خطرا باردا للغأية. توجد أربعة مجموعات فرعية للغازات المضغوطة هي: الغاز المضغوط (الأكسجين، الهيليوم، الأرجون)، الغاز المذاب في سائل (الأستلين مذاب في الأستون)، الغاز المسال المضغوط (الكلور، ثاني أكسيد الكربون)، الغاز السائل المبرد(الأكسجين، النيتروجين). [4]

المخاطر

تمثل الغازات المضغوطة خطرا طبيعيا ينتج لتسربها المفاجيء غير المسيطر عليه من الحاويات التي تكون فيها. هذا التسرب مرتبط بانطلاق طاقة هائلة نتيجة للتمدد الكبير للمادة الخارجة من الأسطوانة تشبه انطلاق الصاروخ. الانتشار السريع للغازات المضغوطة يساهم في زيادة المحيط المعرض للخطر الذي يزيد من احتمال حدة الخراب (الغازات السامة والغازات الآكلة). تسرب الغازات قد يؤدي أيضا للاختناقات بسبب إحلال الأكسجين الجوي .

الغازات المضغوطة قد تكون قابلة للاشتعال، سامة، مؤكسدة، آكلة أو سريعة التفاعل.[4] .

السوائل المبردة

معظم السوائل المبردة كالنيتروجين السائل قد يتسبب في لسعة باردة على الجلد. بعضها، مثل الهيدروجين، البروبان، الغاز الطبيعي السائل، قابلة للاشتعال. يجب استخدام وسائل السلامة كقفازات الأيدي ونظارات الأعين عند الاستخدام للوقاية من تأثير البرودة والخطر الكيميائي. [4]

الاستخدام

الاحتياطات المطلوب الأخذ بها عند استخدام أسطوانات الغاز المضغوط هي:

- ربط الأسطوانات في وضع رأسي
- وضع الأغطية الخاصة بأسطوانات الغاز عند نقلها
- تنقل أسطوانات الغازات على عربات نقلها الخاصة المزودة بسلاسل
- لا تفرغ كل الغاز. (ليس أقل من ٣٠ رطل/بوصة ٢)
- إغلاق المحابس في حالة عدم الاستخدام

٤,٣ الفئة- ب (Class B) المواد القابلة للاشتعال والاحتراق

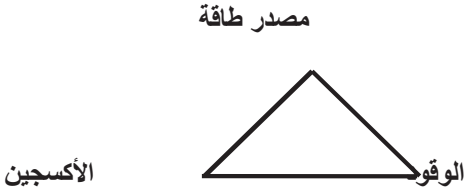
تعريف:

الفئة- ب من المواد القابلة للاشتعال والاحتراق هي عبارة عن مواد تنطلق منها أبخرة قابلة للاحتراق أو الانفجار. الضغط البخاري هو الضغط الذي ينشأ عن بخار مشبع فوق سطح سائل في وعاء مغلق. وحدة القياس هي مليمتر زئبق ويعتمد على درجة الحرارة. [4]

أمثلة للمواد القابلة للاشتعال والاحتراق:

- الغازات القابلة للاشتعال
- السوائل القابلة للاشتعال
- المواد الصلبة القابلة للاشتعال
- السوائل القابلة للاحتراق
- الرذاذ القابل للاشتعال
- نشطة وقابلة للاشتعال (تحترق تلقائيا في الهواء أو تنطلق منها غازات مشتعلة عندما تتفاعل مع الماء

يجب أن تتوفر ثلاثة عناصر، الأكسجين، الوقود، مصدر اشتعال (مثلث الحريق) حتى يحدث الحريق. غياب أي من هذه العناصر الثلاث يؤدي إلى انطفاء الحريق



المخاطر

الفئة- ب قابلة للانفجار أو الاحتراق عند وجودها بالقرب من مصدر حراري، لهب أو شرارة كهربية. تنطلق من السوائل القابلة للاشتعال أبخرة أثقل من الهواء الجوي قد تسري لمسافات بعيدة لتصل إلى أي من مصادر الاشتعال الثلاثة لتتسبب في حريق أو انفجار. هذه الأبخرة قد تكون مسرطنة أو ضارة بالصحة، لذلك يجب استخدام دولاب الأبخرة عند التعامل مع السوائل القابلة للاشتعال.

السوائل القابلة للاشتعال قد تتسبب في مشاكل خطيرة وكارثية، لذلك يجب التعامل بحذر وتجنب الانسكابات التي تزيد مساحة وسرعة الاشتعال

الاستخدام

تحفظ بعيدا من أي مصدر حراري، لهب أو شرارة كهربية. تخزين كميات قليلة في مكان العمل بعيدا عن المواد المؤكسدة. وضع ملصق (قابل للاشتعال) على العبوة. التأكد من توفر وصلاحية طفايات الحريق. اتباع ارشادات السلامة عند استخدام أو نقل السوائل القابلة للاشتعال. تأريض الحاويات التي تستخدم لنقل السوائل المشتعلة لتجنب تأثير الكهربية الساكنة

٤,٤ الفئة- ج (Class C) المواد المؤكسدة

تعريف

المواد المؤكسدة هي تلك المواد التي تزود التفاعلات الكيميائية بغاز الأكسجين وتسبب أو تساعد

في احتراق المواد العضوية. من المواد المؤكسدة، حمض الكروميك والكرومات، حمض النتريك والنترات، البرمنجنات، البيروكسيدات. لا تتوافق المواد المؤكسدة مع المواد المختزلة مثل الهيدريدات والثيوكبريتات، ومع المواد المشتعلة كالمذيبات، مذيب فارسول Varsol وحمض الخل.[5]

حمض النتريك وحمض البيركلوريك من المواد المؤكسدة القوية. تؤثر على الجلد وقد تحدث انفجارات مع المركبات العضوية والمواد المختزلة

المخاطر

المواد المؤكسدة قد تسبب حريقا عندما تختلط مع المواد المشتعلة والمواد القابلة للحريق. أيضا قد تساعد في ازدياد كثافة وسرعة الحريق وتتسبب في زيادة سرعة احتراق المواد غير القابلة للاحتراق. قد تتفاعل المواد المؤكسدة مع بعض الكيماويات وتنتج منها غازات سامة

الاستخدام

يجب استخدام المواد المؤكسدة في أماكن خالية من المواد المختزلة أو المواد القابلة للاحتراق أو الاشتعال. يجب وضع ملصقات على العبوات التي بها مواد مؤكسدة تحتوي على البيروكسيدات وتحليلها دوريا للتأكد من عدم ازدياد تراكم البيروكسيدات.[4]

٤,٥ الفئة- د (Class D) المادة السامة

تعريف

المادة السامة هي مادة يمكن أن تتسبب في الوفاة أوفي أذى خطير أوأن تضر بصحة الإنسان في حالة ابتلاعها أو استنشاقها أو تلامسها مع الجلد.

الفئة- د -: المواد السامة والمواد المعدية تتشكل من ثلاثة أقسام فرعية:

- الفئة- د- ١ (**Class D-1**) المواد السامة والمواد المعدية التي تسبب آثارا سمية خطيرة في الحال كالإغماء والموت
- الفئة- د- ٢ (**Class D-2**) المواد التي تتسبب في آثار سمية على المدى البعيد. هذه المواد قد تكون مسرطنة، مسببة لأمراض الجهاز التنفسي، مسببة للحساسية، وتكون أمراضا مزمنة
- الفئة – د-٣ (**Class D-3**) المواد ذات المخاطر البيولوجية والمعدية [4]

المداخل إلى الجسم

الجلد والعيون

أ- التفاعلات والتداخلات

- يمثل الجلد عائقا
- التفاعل مع الكيماويات قد يسبب تهيجات داخلية أوتحطيم للأنسجة
- قد تنفذ المادة الكيميائية من خلال الجلد وتتفاعل مع بروتين الأنسجة لتسبب الحساسية
- قد تنفذ المادة الكيميائية من خلال الجلد إلى الدورة الدموية خاصة عندما توجد تشققات بالجلد
- تخترق الدهون الذائبة الجلد في الحال
- العيون عادة ما تكون عرضة للكيماويات

ب- الأعراض

- جفاف وبياض الجلد
- الاحمرار والتورم
- طفح جلدي، تقرحات وبثور، حكة

ج- الوقاية

- حماية الأيدي من الجروح
- لبس القفازات الواقية المناسبة، ونزعها قبل ملامسة الأسطح غير الملوثة
- لبس النظارات الواقية للعيون

<u>الجهاز التنفسي</u>

أ- التفاعلات

- مدخل للغازات، الأبخرة، الأجزاء الدقيقة
- يعتمد امتصاص الغازات والأبخرة في الجهاز التنفسي على:
- الضغط البخاري للمادة
- درجة التركيز في الهواء المستنشق
- الخواص الكيميائية

ب- الأعراض

- الصداع
- آلام في العين والأنف والحنجرة
- ازدياد المخاط في الأنف والحنجرة
- أعراض النعاس (الصداع، عدم التركيز، النعاس، الانهيار)
- الاختناقات نتيجة لنفاذ الأكسجين أو إحلاله الجزئي بغاز أول أكسيد الكربون وكبريتيد

الهيدروجين

ج- الوقاية

- التحكم الهندسي- استخدام دواليب الغازات، أدوات السلامة البيولوجية، شفاطات الغاز
- تستخدم الكمامات الواقية من الأبخرة والغازات في عدم وجود التحكم الهندسي

<u>الجهاز الهضمي</u>

أ- التفاعلات

- ابتلاع المواد السامة قد يحدث نتيجة للممارسات الصحية الخاطئة أو نتيجة لاستخدام الزجاج المعملي الملوث لأغراض الأكل والشرب

ب- الأعراض

- آلام الفم والحلق
- آلام المعدة
- الإغماء، الموت

ج- الوقاية

- عدم استخدام الفم لسحب السوائل بالماصة
- عدم حفظ الأطعمة في زجاجيات المعمل أو ثلاجات المعمل
- عدم الأكل والشرب في المعمل
- غسل الأيدي بعد استخدام الكيماويات، قبل الخروج من المعمل، وقبل الأكل

<u>الحقن</u>

أ- التفاعلات

- تحدث خلال التعرض للإصابة تحت الجلد بواسطة الحقن أو الزجاج المكسور

ب- الأعراض

- قد تكون موضعية أو عامة

ج- الوقاية

- البس القفازات الواقية
- استخدم مقابض أو مكانس لتجميع الزجاج المكسور

الجرعة

الجرعة هي كمية المادة الكيميائية التي دخلت الجسم. يمكن تحديد الجرعة من تركيز المادة وعدد مرات التعرض لها.[6]

مدة التعرض للمادة

التعرض الحاد

- التعرض لفترة واحدة قصيرة
- السمية الحادة التي تنتج من كيميائية تسبب الضرر بعد التعرض لها مرة واحدة، قصيرة
- تظهر التاثيرات بسرعة
- غالبا ما تكون التأثيرات عكسية

التعرض المزمن

- التعرض المتكرر
- السمية المزمنة والتي تنتج من تكرار التعرض للكيماويات الخطرة لأشهر أو سنوات
- تظهر التأثيرات بعد مدة من الوقت
- التأثيرات لا رجعة فيها
- الزئبق ورابع كلوريد الكربون من السموم المتراكمة تتطلب طرقا خاصة وإجراءات التطهير للتخلص منهما

تأثيرات المواد الكيميائية السامة

تأثيرات موضعية

- الأجزاء التي تلامس المادة الكيميائية(مثال: الحروق بالأحماض والقواعد)

تأثيرات على أجهزة الجسم

- التأثير على الأنسجة والأعضاء البعيدة من مكان التلامس
- انتشار المادة الكيميائية في الدم بعد دخولها الجسم(مثال: استنشاق اليثانول يتسبب في تلف العين الدائم)

قابلية الفرد

- تشمل الصحة العامة، الوراثة، الغذاء، العمر، النوع و يجب معرفة خصائص المواد الكيميائية قبل البدء في استخدامها

أي مادة كيميائية لها القابلية أن تكون سامة وذلك يعتمد على:

- مقدار الجرعة
- زمن التعرض
- طريقة دخولها الجسم
- مناعة الجسم [6]

مدة التعرض للمادة

تعريف

- "فترة الـ ٨ ساعات TWA" يعني الوقت المتوسط المسموح به للتعرض لتركيز المادة في الهواء لا يتجاوز فترة العمل العادية ٨ ساعات.
- megdgans "ACGIH" إصدارات المؤتمر الأمريكي لعلماء الصحة الصناعية الحكوميين المنشور بعنوان القيم الحدية ومؤشرات التعرض البيولوجي بصيغته المعدلة من وقت لآخر
- "STEL" الحد الأدنى المسموح به للتعرض لا يزيد عن ١٥ دقيقة "حد التعرض على المدى القصير " أو"STEL" يعني الوقت المتوسط المسموح به للتعرض (TWA) لتركيز المادة في الهواء والتي قد لا يمكن تجاوزه في أي فترة ١٥ دقيقة، ولا يزيد على ٤ فترات خلال فترة العمل العادية ٨ ساعات. تفصل بين كل فترتي تعرض متعاقبتين من الأربعة فترات ساعة واحدة على الأقل.
- "Ceiling limit- تركيز المادة في الهواء التي لا يمكن تجاوزها في أي وقت خلال فترة العمل.
- Lis— -ACGIH L endnote – ينبغي أن يكون مستوى التعرض المسموح به عبر كل المداخل للجسم أقل ما يمكن، ومن أمثلة هذه المواد شديدة السمية بنزو (أ) بيرينbenzo(a)pyrene، المواد الناتجة من تحلل تترافلوروأيثيلين polytetrafluoroethylene decomposition products ، و المواد الناتجة من التحلل الحراري للحام rosin core solder thermal decomposition products [٩]

يجب أن لا يتعرض العمال لنسبة زيادة عن الحد الأعلى المسموح به من تراكيز المواد السامة، والحد من التعرض على المدى القصير، أوحد الـ ٨ ساعات TWA المنصوص عليها بـ ACGIH.

إذا كانTWA، STEL أو غيرها من الحد المسموح به للتعرض غير متوفر، تستخدم مقاييس أخرى للسمية مثل:

- متوسط الجرعة المميتة LD50: يعرف بأنه هو المتوسط الإحصائي لقتل نصف حيوانات التجارب، وتقاس السمية بوحدات (mg/kg) وكلما قل LD50 أي الجرعة القاتلة للنصف، كلما كانت المادة أكثر سمية كما يلي:

- أقصى درجة سمية – ١ أو أقل (نقطة)
- عالي السمية- ١-٥٠ (٤ مل)
- متوسط السمية ٥٠ – ٥٠٠ (٣٠ مل)
- قليل السمية- ٥٠٠ – ٥٠٠٠ (٦٠٠ مل)
- يعتبر غير سام عمليا- أعلى من ٥٠٠٠

- LC50 – وهو عبارة عن الجرعة اللازمة لإحداث أي تأثيرات ملحوظة على نصف حيوانات التجارب في زمن محدد عادة ٤ ساعات وتقاس بوحدات (ppm)
- أقصى درجة سمية – ١٠ أو أقل
- عالي السمية- ١٠ - ١٠٠
- متوسط السمية ١٠٠ - ١٠٠٠
- قليل السمية- ١٠٠٠ - ١٠٠٠٠
- يعتبر غير سام عمليا- أعلى من ١٠٠٠٠ [7]

التأثيرات المتأخرة (اللاحقة)

إذا كانت المادة ضمن التصنيفات التالية فإنه يجب استبدالها بمادة أقل خطورة :

أ- **ACGIH A1-** مادة مسرطنة(مؤكدة) للإنسان **ACGIH A2-**مادة مسرطنة(مشكوك فيها) للإنسان **IARC 1-** ,مادة مسرطنة للإنسان **IARC 2A-** ,مادة مسرطنة(محتملة) للإنسان - **IARC 2B**مادة مسرطنة(متوقعة) للإنسان **NTP-** ,مادة مسرطنة (معروفة) للإنسان

ب- **ACGIH-** السمية والإنجاب: هي عبارة عن مواد سامة لها تأثيرات سالبة على عملية

الإنجاب في الذكور والإناث. هذه المواد تؤثر على أعضاء الإنجاب، الأنسجة أو الخلايا. كذلك تؤثر على الخصوبة والجنين. تأثيرات قد تتسبب في التشوهات الخلقية للمولود والإصابة بالسرطان

ج- **ACGIH**-مسببات الحساسية: تسبب هذه المواد أمراض الحساسية بالنسبة للإنسان والحيوان. أمراض الحساسية تعتمد على نوع المادة وطريقة التأثير عن طريق الجهاز التنفسي، الجلد أو العيون. الحساسية تعتمد على استجابة جهاز المناعة في الجسم. قد لا تحدث استجابة أو تكون درجة الاستجابة ضعيفة في بداية الأمر، ولكن إذا حدثت استجابة، فإن الشخص إذا تعرض لاحقا لهذه المادة ولو لتراكيز ضعيفة فستكون هنالك تأثيرات خطيرة جدا.[1]

IARC- International Agency for Research on Cancer

الوكالة العالمية لأبحاث السرطان

ACGIH- American Conference of Governmental Industrial Hygienists

المؤتمر الأمريكي لأطباء الصحة للصناعات الحكومية

NTP- National Toxicology Program

البرنامج القومي للسموم

٤,٦ الفئة- هـ (Class E)، المواد الآكلة

تعريف

المواد الآكلة، هي مواد تسبب بفعلها الكيميائي أضرارا بالغة للأنسجة الحية التي تلمسها، أو يمكنها أن تسبب إذا تسربت من عبوتها ضررا بالغا أو تدميرا للبضائع المنقولة الأخرى أو لمركبات النقل أوأماكن التخزين. العيون أكثر أعضاء الجسم حساسية تجاه المواد الآكلة وعادة ما تصاب بتلف دائم.

المخاطر

تستخدم كميات كبيرة من المواد الآكلة في الصناعة والمعامل. معظم الكيماويات التي تستخدم لأغراض المنازل مواد آكلة في طبيعتها، لذلك يجب التعامل معها بحذر

الأحماض والقواعد من المواد الآكلة. تحدد الحمضية والقاعدية لأي مادة عن طريق قياس الرقم الهيدروجيني pH. يكون مادة متعادلة إذا كانت قيمة الرقم الهيدروجين تساوي ٧ وتعتبر غير آكلة. أقل من ٧ حمضية وأعلى من ٧ قاعدية. عندما تبتعد القيمة بعيدا عن البعة سلبا أو إيجابا تكون المادة أكثر آكلة

الاستخدام

تتفاعل الأحماض والقواعد بعنف فيما يعرف بتفاعل التعادل وهو تفاعل طارد للحرارة(تنتج منه حرارة). يجب استخدام المواد الآكلة بحذر ولبس مستلزمات الحماية الشخصية. تسبب المواد الآكلة حروقا وأضرارا بالغة على العين والجلد والرئة عند **التلامس أو الاستنشاق.**

يجب غسل الجزء الذي يتأثر بالحامض أو القواعد بسرعة وبكميات كثيرة من الماء. حمض الكبريتيك وهيدروكسيد الصوديوم لها طبيعة زيتية لذلك يجب إزالة المادة الزيتية بقطعة قماش والغسيل بكميات كثيرة من الماء.

يجب استخدام دولاب الأبخرة عند التعامل مع المواد الآكلة التي تنطلق منها أبخرة، مثل هيدروكسيد الأمونيوم وحمض الهيدروكلوريك. ويجب كذلك لبس مستلزمات الحماية الشخصية، نظارات واقية للعيون، قفازات مطاطية، معطف وأحذية واقية.

الأحماض

الأحماض غير العضوية المعروفة هي حمض الهيدروكلوريك، النتريك، الكبريتيك، والفسفوريك. الفينول والهلوجينات، كالكتور والبروم ذات طبيعة حمضية أيضا. كل هاليدات الهيدروجين عبارة عن أحماض لها تأثير خطير على الجهاز التنفسي والجلد.

حمض الكبريتيك هو حمض مجفف قوي. يجب إضافة الحمض المركز ببطء للماء عندما يتم

تحضير تراكيز مختلفة منها. التفاعل بين الأحماض المركزة والماء طارد للحرارة ويؤدى إلى ارتفاع سريع في درجة الحرارة. التحريك المستمر أثناء تخفيف الأحماض المركزة بالماء وكذلك التبريد بالثلج مهم جدا لتبديد الحرارة الناتجة

فلوريد الهايدروجين يتميز بسميته العالية جدا سواء كان في الحالة السائلة أو الغازية، ويعد خطرا جدا لأنه يخترق الأنسجة والعظام بعمق. الأعراض التي يسببها (حمض الهيدروفلوريك) قد تظهر مؤخرا وينجم عنها حروق .خطيرة.

في حالة تعرض الجلد لفلوريد الهايدروجين، يجب غسله جيدا بالماء لمدة ١٥ دقيقة ثم إضافة gluconate gel وطلب الاستشارة الطبية في الحال.

القواعد

معظم القواعد المعروفة هي هيدزوكسيدات الفلزات القلوية، هيدروكسيد الأمونيوم والأمينات العضوية. هيدروكسيدات الفلزات القلوية قوية الضرر على الجلد وتغير من طبيعته ويكون ملمسه زالقا. من المهم غسل الجلد لمدة ١٥ دقيقة. الأبخرة التي تنطلق من هيدروكسيد الأمونيوم لها آثار خطيرة على الجهاز التنفسي

٤,٧ الفئة- ك (Class F)،المواد الخطرة سريعة التفاعل

تعريف

المواد الخطرة سريعة التفاعل:

أ- تتحلل، تتكثف، أو تتحول بشدة الى بوليمرات

ب- تكون قابلة للتفاعل تلقائيا إذا زاد الضغط أو درجة الحرارة

ج- تتفاعل بشدة مع الماء وتطلق غازات سامة

د- تحترق تلقائيا في الهواء

المخاطر والاستخدام

أ- يجب أن تكون كميات المواد المتفجرة أو سريعة الاشتعال بالقدر الذي يكفي للاستخدام اليومي فقط

ب- إذا توقع حدوث انفجار نتيجة لطبيعة العمل في المعمل فإنه يجب حماية الأجهزة المستخدمة وأن يستخدم المشغل أدوات الحماية المناسبة

ج- يجب فصل مكان العمل بمسافة كافية من أماكن العمل الأخرى بالنسبة للكيماويات التي يجب ألا تلمس أو تختلط أو تخزن بالقرب من بعضها كالأمثلة التالية:.

هاليدات الأحماض، مثل كلوريد الأسيتأيل acetyl chloride وكلوريد الفسفورأيل phosphoryl chloride تتفاعل بشدة مع الماء. Lithium aluminum hydride و

butyl lithium تحترق تلقائيا في الهواء، بعض المونومرات العضوية كالبيوتاداين butadiene تتحول لحالها في الهواء إلى بوليمرات

اقرأ المعلومات المكتوبة على العبوة وبطاقة بيانات السلامة جيدا لمعرفة خصائص التفاعل وعدم التوافق للمواد الكيميائية المستخدمة.

المواد القابلة للانفجار- تنطلق منها كميات حرارة عالية عندما تسقط أو تصطدم أو تتعرض لدرجة حرارة عالية. هذه الحرارة العالية والضغط المرتفع يتسببان في الانفجار الذي يترتب عليه حدوث إصابات وأضرار بالمنطقة المحيطة، كالعاملين بالمعامل وفرق الطواريء.

معظم المواد الكيميائية المستخدمة في العملية التدريسية أو لأغراض البحث العلمي ثابتة كيميائيا وغير متفجرة. بمرور الوقت قد تتأكسد ،تتلوث، تجف، أو تكون غير مستقرة وبالتالي تتحول إلى مواد كيميائية متفجرة –أمثلة لذلك (isopropyl ether, sodium amide, and picric acid [8]

٤,٨ البيروكسيدات العضوية الخطرة

تعريف

البيروكسيدات العضوية (Organic peroxides)، هي مجموعة من المواد المؤكسدة بطبيعتها غير مستقرة كيميائيا. تصنف ضمن المواد الكيميائية عالية الخطورة في المعمل. تنفجر عندما تصطدم أو تتعرض للحرارة. تنتج من أكسدة مجموعة من المركبات العضوية في درجة حرارة الغرفة مثل الأثيرات، الكحولات، الألكينات .عندما تجف البيروكسيدات العضوية تكون خطرة.

تضاف إليها مثبطات البيروكسيد للتقليل من خطورتها. يجب وضع ملصقات على عبوات مركبات البيروكسيدات وتحديثها كل ٣-١٢ شهرا حسب نوع المادة الكيميائية.[9]

تحذيرات

لا تستخدم الحاوية التي حصل فيها ether peroxidation، ويعرف ذلك بتكون طبقة لزجة في قاع الحاوية التي بها أو بلورات على الغطاء.

لا تفتح الحاوية التي حصل فيها ether peroxidation، إذا كانت مخزنة أكثر من سنتين ولم تفتح خلال سنة سابقة

طرق تحليل البيروكسيدات

بعض الإثيرات، مثل di-isopropyl ether تكون بيروكسيدات بسرعة مقارنة ببقية الأثيرات الأخرى، لذلك يجب استخدامها بحذر .يجب عدم شراء كميات كبيرة أو تخزينها لفترات طويلة.

توجد عدة طرق للكشف عن البيروكسيدات نشرح منها اثنين فيما يلي:

التحليل بشرائط الاختبار

هي طريقة بسيطة للكشف عن وجود البيروكسيدات في المواد الكيميائية، باستخدام شرائط اختبار بيروكسيد المتاحة من المنازل العرض المختبرات المحلية (مثل E M Quant from Anachemia Scientific).

التحليل الكيميائي

لتحليل تكون بيروكسيد الأيثير، أضف ١٠٠ ملغم من (يوديدبوتاسيوم في ١ مل حمض الأستيك) الى ١ مل من الأيثير. إذا تكون لون أصفر باهت دلالة على تكون تركيز منخفض من البيروكسيد (0.0005 % -0.001) ، وإذا كان اللون أصفر غامقا أو بنيا يدل على تركيز عال (0.1% <). يعتبر التحليل الكيميائي أكثر دقة وحساسية من طريقة تحليل الشريط ويمكن أن يكشف حتى dialkyl peroxides و .hydroperoxides. [9]

تصلح طرق التحليل عن البيروكسيدات المذكورة أعلاه في حالة المواد الكيميائية البسيطة. قد تعمل المركبات العضوية المعقدة كمواد مؤكسدة أيضا وتعطي نتيجة تحليل إيجابية كبيروكسيدات. لا توجد طرق للكشف عن بيروكسيدات فلز البوتاسيوم

استخدام البيروكسيدات وطرق التخلص منها

إذا تم اكتشاف تكون البيروكسيدات، فإنه يجب معالجة المذيب قبل استخدامه أو التخلص منه

حمض البكريك- Picric Acid

حمض البكريك الجاف من المواد شديدة الانفجار. يجب تخزين حمض البكريك الجاف في درجة رطوبة لا تقل عن ١٠% كما يجب المتابعة الدورية للتأكد من المحافظة على مستوى هذه الرطوبة .يجب أن لا تترك محاليل حمض البكريك لتتركز حول غطاء العبوة. من المهم التخلص من المخزون القديم، طلب كميات قليلة، والتحليل الدوري للتأكد من عدم جفاف المواد الصلبة.[9]

حمض البيركلوريك-Perchloric Acid

توجد قوانين خاصة تتعلق باستخدام حمض البيركلوريك. يجب استخدام حمض البيركلوريك في دواليب غازات مصنوعة من مواد غير قابلة للحريق وبها مغسلة. يجب عدم تخزين مواد قابلة للاحتراق في دواليب الأبخرة التي يستخدم فيها حمض البيركلوريك. لا تخزن كمية أكثر من٦,٤ كجم من حمض البيركلوريك في المعمل. يجب تحليل حمض البيركلوريك المخزن شهريا وكذلك التخلص منه في الحال بطريقة آمنة إذا لوحظ تغير في اللون. لا يستخدم حمض البيركلوريك اللامائي إلا إذا كان محضرا حديثا، وأي كميات لم تستخدم منه بعد نهاية العمل ولا تخزن أكثر من يوم واحد.[10]

٥. التحكم بالمخاطر

١,٥. المقدمة

في جامعة طيبة هناك أنواع عديدة من المختبرات، ولكل منها مخاطر مختلفة، ولكن تدابير الرقابة المشتركة يمكن تنفيذها لمنع وقوع الحوادث والإصابات والأمراض. الممارسة المخبرية الآمنة هي الموقف، والمعرفة، والوعي من المخاطر المحتملة. السلامة هي مسؤولية مشتركة وتتطلب التعاون الكامل من الجميع في المختبر. وهذا يعني أن على الجميع في المختبر مراعاة احتياطات وإجراءات السلامة والقيام بما يلي:

- اتبع جميع التعليمات بدقة
- عرف نفسك على الموقع والاستخدام السليم لمرافق السلامة مثل طفايات الحريق، والحمامات، ومحطات غسل العين ومستلزمات الإسعافات الأولية، ومخارج الأمان
- تعرف على جميع احتياطات السلامة وإجراءات الطوارئ قبل إجراء أي عمل في المختبر
- تعرف على طريقة العمل وجميع الأخطار المحتملة قبل بدء التجربة
- تعرف على مبادئ التخلص من النفايات في جامعة طيبة، وغيرها من البرامج التي وضعتها الصحة البيئية والسلامة
- العملية التالية يمكن استخدامها لمعالجة مخاطر الصحة والسلامة في المختبر:(١٢)

١,١,٥ تحديد وتعيين المخاطر

يتعين على المشرفين تحديد المخاطر وإجراء تقييم لمخاطر المعدات والآلات قبل البدء بأي عمل. وتشمل المخاطر المحتملة التعرض للمواد الكيميائية والحرارة والضوضاء والاهتزاز، والعنف، والمشاكل المريحة. وينبغي أن يتم تقييم المخاطر بالتشاور مع عضو لجنة الصحة والسلامة، وفي حال عدم توفر عضو لجنة، فإن الشخص المسؤول هومن يكون على دراية كاملة بطريقة العمل.(١٢)

٢,١,٥ تنفيذ تدابير الرقابة

عند التعرف على المخاطر وتقييمها، من الضروري السيطرة على هذه الأخطار الكيميائية المستخدمة في المختبر و هناك أربعة أنواع من الضوابط للتقليل أو القضاء على المخاطر:

- الاستبدال بمواد أقل خطورة

- الضوابط الهندسية
- الضوابط الإدارية
- معدات الحماية الشخصية

القضاء على المنتجات الخطرة أو استبدالها بمنتجات أقل خطرا يعتبر الحل الأفضل. الضوابط الهندسية هي أفضل خيار مقبل لمراقبة المواد الخطرة. كونها لا تتطلب مراقبة مستمرة والمتوقع استخدامها أكثر. ومع ذلك، فإنها لا تحتاج إلى صيانة منتظمة ولكن تكلفة تنفيذها كثيرة. النوع القادم من الرقابة هو إداري ويشتمل على الإجراءات المكتوبة والتدريب والإشراف وجدولة الأنشطة. استخدام معدات الوقاية الشخصية يمثل أقل نوع فعال للرقابة. تقتصر فعاليته على الممارسات الفردية و الشخصية (١٢)

5.2. ما يتحكم به المهندس

5.2.1 خزانة شفط الأبخرة

خزانة شفط الدخان تحمي العمال من التعرض لأبخرة المواد الخطرة العالقة من خلال التقاط الدخان والغبار و الأبخرة والغازات المتولدة داخل غطاء الشفط و التخلص منها بشكل آمن. (١٣)

ممارسات العمل

- إجراء جميع التجارب التي تولد الملوثات المنقولة بالهواء، داخل غطاء الدخان
- ارتداء الواقي المناسب لحماية العين ومعطف المختبر دائما عند العمل بالقرب من غطاء الدخان
- إذا تم استخدام غطاء الأبخرة لتجارب طويلة الأجل فيجب إضافة اسم ورقم هاتف الشخص المسؤول بالإضافة إلى عنوان التجربة والمخاطر المحتملة منها
- حافظ على رأسك بعيدا و خارج غطاء الأبخرة
- حافظ على وجهك بعيدا عن جهاز شفط الأبخرة ما لا يقل عن ١٥ سم للتقليل من التلوث عند مدخل الشفاط الناتج عن تجمع الملوثات والتفافها حول الشفاط
- تجنب إغلاق فتحة التهوية الخلفية لغطاء الأبخرة ، وتخزين المواد يجب أن يكون في الجزء الخلفي من الجهاز وعلى رف مرتفع بحيث لا يتم إعاقة تدفق الهواء
- تجنب تخزين المواد الكيميائية أو أسطوانات الغاز داخل غطاء الأبخرة و يجب أن يتم تخزين المواد الكيميائية الخطرة في خزانات السلامة المعتمدة

- لا تضع الأدوات الكهربائية أو أي مصادر أخرى مشتعلة داخل غطاء الأبخرة في حال وجود مواد سائلة أو غازية قابلة للاشتعال .لا يسمح بأي أوعية الكهربائية الدائمة في غطاء محرك السيارة (معايير التصميم الحالي).
- التقليل من حركة الأشخاص أمام الجهاز ووضع النوافذ التي توفر مخارج للهواء مباشرة بعيدا عن جهاز شفط الأبخرة.
- لا ترفع الغطاء أعلى من الارتفاع المحدد ، لأن هذا سوف يقلل من كفاءة جهاز شفط الأبخرة
- اترك غطاء الجهاز منخفضا عند عدم وجود تجربة
- حافظ على نظافة الجهاز
- الفشل في استجابة جهاز الشفط لتدفق الهواء

خسارة مفاجئة وكاملة من تدفق الهواء إلى مختبر غطاء الشفط قد ينتج عنه مخاطر كبيرة أو التسبب في إصابة الصيانة وموظفي المختبر. والغرض من هذا الإجراء هو التأكد من أن المخاطر المرتبطة بفشل نظام غطاء الشفط في أدنى حد ممكن (١٣)

مستخدمو جهاز غطاء الشفط يحتاجون إلى تطوير خطة عمل لمتابعة الجهاز إذا تعطل. وينبغي أن يشمل هذا الإجراء المخطط الخطوات التالية:

إذا توقف تدفق الهواء في الجهاز

- ملاحظة قراءة قياس الضغط ، إذا تم توفير واحدة
- إغلاق التجارب، أيقاف الحرارة، وتخفيف ضغط النظام
- إزالة اسطوانات الغاز المضغوط من غطاء محرك الشفط
- تأكد من إخراج أي معدات مختبر أخرى في غطاء محرك الشفط
- وضع إشارة- لا تستخدم الجهاز- على غطاء الشفاط
- أينما يتم استخدام النظائر المشعة، اتصل بمسؤول الإشعاع

صيانة غطاء الشفط

صيانة غطاء الشفط هو إجراء سنوي مخطط مسبقا. اعتمادا على طبيعة العمل المعنية (على سبيل المثال ما إذا كان يتضمن خزانة الدخان الفعلية أو ما إذا كان النظام له تسريبات أولا، هناك إجراءات قياسية يجب تنفيذها من قبل المستخدمين لغطاء الدخان قبل استدعاء عمال الصيانة(١٣)

هناك ثلاثة مستويات لصيانة غطاء الدخان. وهي تختلف فيما يتعلق بنوع العمل أو الصيانة وبالتالي فيما يتعلق بالأنشطة التي يقوم بها مستخدم جهاز غطاء الدخان. لإغلاق غطاء الدخان، مطلوب ما يلي:

- قفل العبوات وإزالة أسطوانات الغاز
- إغلاق مصادر الحرارة
- مراقبة النشاط الإشعاعي للجهاز وإزالة التلوث على النحو المطلوب
- •لا توضع المعدات في غطاء جهاز الشفط
- ويلخص الجدول ٢ الاختلافات الرئيسة بين المستوى الثاني والثالث:

الجدول ٢. الاختلافات الرئيسة بين المستوى الثاني و الثالث

نوع العمل أو الصيانة	مسؤولية المستخدم
الثاني: العمل المنجز خارج الجهاز، ولكن داخل مجاري الهواء	إزالة جميع المواد الكيميائية من غطاء الشفط
الثالث: العمل المنجز داخل الجهاز	إزالة جميع المواد من غطاء الشفط

5.3. معدات الحماية الشخصية

معدات الحماية الشخصية هي وسيلة الأفراد في حماية أنفسهم من المخاطر في المختبر. حيثما كان ذلك ممكنا، يجب تثبيت الضوابط الهندسية لجعل مكان العمل آمنا.

تحديد واختيار معدات الوقاية الشخصية يجب أن يكون بناء على المخاطر المتوقعة، تدابير الرقابة المتاحة و توفير حماية فعالة و الحاجة إلى مزيد من الضوابط. يجب اختيار معدات الوقاية الشخصية واستخدامها وفقا للمعايير المعترف بها، وتوفير حماية فعالة. يجب توفير معدات الوقاية الشخصية من قبل صاحب العمل إذا كان ذلك مطلوبا لتنفيذ العملية بأمان. يجب تقييم المخاطر قبل اختيار معدات الوقاية الشخصية المناسبة.

معدات الوقاية الشخصية الأساسية التي تستخدم في المختبرات التي تحتوي على المواد

الكيميائية تتكون من:

مريول المختبر، نظارات الأمان، القفازات المناسبة، سروال طويل، أحذية غير مفتوحة.

نوع معدات الوقاية الشخصية المطلوب يعتمد على نوع الخطر الناتج من المواد، المعدات ومن الإجراءات المتبعة في التجربة ويمكن أن تشمل: قبعة سلامة، حماية للعين والوجه، حماية للجسم و غطاء للقدمين. بالإضافة إلى وقاية الجهاز التنفسي في حال وجود أبخرة تفوق الحد المسموح، وقاية للأذن في حال تعدى الإزعاج المستوى المسموح به .

5.3.1. حماية العين

نوع حماية العين المطلوب في المختبر يعتمد على المواد والتجارب المستخدمة، وسيلة حماية العين المناسبة تتضمن النظارات الواقية وغطاء الوجه الواقي. وقاية العين مطلوبة عندما يكون هناك خطر متوقع من :

الجزيئات المتطايرة (الغبار)

المواد الكيميائية السائلة (الأحماض)

الأضواء (الأشعة فوق البنفسجية وتحت الحمراء)

القواعد التالية يجب أن تعتمد عند تحديد نوع حماية العين المطلوب ، ونفس القواعد تطبق على الأشخاص الذين يعملون في نفس المنطقة.

١. العدسات اللاصقة غير مرغوبة عند العمل مع مواد كيميائية متطايرة ويجب أن تستخدم مع وجود نظارات الحماية.

٢. النظارات الطبية لا توفر حماية كافية من المواد المتطايرة. النظارات المزودة بحواف إضافية من الأعلى والجوانب يجب استخدامها في حال التعامل مع مواد سامة، حارقة أو سوائل مهيجة للعين.

٣. غطاء الوجه يجب أن يستخدم عند الضرورة، مثل استخدامه في حال خطر وقوع انفجار أو تطاير مواد، أو احتراق مع حرارة عالية أو منخفضة، أو خلال تفاعلات الضغط.

٥,٣,٢ القفازات

هناك أنواع مختلفة من القفازات المتوفرة واختيارها يعتمد على طبيعة المواد المستخدمة. حماية اليدين مطلوبة عندما يكون هناك احتمال حدوث خطر مثل الحروق الكيميائية، امتصاص الجلد للمواد الخطرة . وعندما يشتمل العمل على: أدوات حادة ، أدوات قطع، أو حرارة مرتفعة.

ليس هناك نوع واحد فقط من القفازات قادر على حماية الأيدي من جميع المواد الكيميائية . لكل نوع من المواد الكيمائية نوع معين من القفازات يمكن استخدامه، لذلك من المهم أن نربط بين نوع القفازات و المواد المستخدمة. قفازات المطاط (لاتكس) الطبيعية مناسبة للاستخدام مع المحاليل السائلة المخففة، ومع ذلك، الزيوت، المواد الدهنية، والكثير من المذيبات العضوية سوف تتغلغل بسهولة خلال مادة اللاتكس. قفازات النايترأيل ممكن أن تستخدم للمواد الزيتية و الدهنية ولكنها بالعموم غير ناجعه للاستخدام مع المذيبات العطرية والمهلجنة

هناك إرشادات عامة لاختيار القفازات المقاومة للمواد الكيميائية ستذكر لاحقا. بسبب الاختلاف بين المصنعين للقفازات، الاختيار يجب أن يعتمد على صفات وطلبات محددة.

قفازات الجلد، القماش، الشبك المعدني – القفازات القوية تصنع من المعدن ،قفازات الجلد أو القماش تزود الحماية ضد القطع و الحروق و تحمي من الحرارة أيضا.

قفازات النسيج تعطي حماية ضد الأتربة والشظايا والسجحات. إنها لا توفر الحماية الكافية للاستخدام مع المواد الخام الحادة أو الثقيلة. عملية إضافة طلاء من البلاستيك تعمل على تعزيز بعض قفازات النسيج.

القفازات المقاومة للسوائل و المواد الكيميائية

هي قفازات مصنوعة من أنواع مختلفة من المطاط: الطبيعي، بيوتل ،نيوبرين،نيترأيل و فلوروكربون. أو أنواع مختلفة من البلاستيك: بولي فينيل كلورأيد.

بولي فينل الكحول و البولي أيثيلين هي مواد يمكن أن تضاف إلى المواد الأخرى في القفازات لتصبح نوعية أفضل. كقاعدة عامة: القفازات الأسمك لها مقاومة للمواد الكيميائية أفضل.

أمثلة على بعض القفازات المقاومة للمواد الكيميائية:

قفازات البيوتيل: مصنوعة من المطاط الصناعي وتحمي ضد مجموعة واسعه من المواد الكيميائية مثل البيروكسيد، الأحماض الحارقة (حمض النيتريك، حمض السلفريك، حمض الهيدروفلوريك و حمض النيتريك ريد فومنغ)، القواعد القوية، الكحول، الدهيدات، الكيتون،

الأيستر و مركبات النيترو. قفازات البيوتيل أيضا مقاومة للاكسدة ، حروق الأوزون و التآكل، وتبقى مرنة عند درجة حرارة منخفضة. مطاط البيوتيل لا يعتبر جيدا للاستخدام مع المذيبات الهالوجينية و الهيدروكربونية و العطرية.

قفازات المطاط الطبيعي (لاتكس):

مريحة في الارتداء مما يجعلها الاكثر شيوعا للاستخدام، قوية للشد و مرنة و مقاومة للحرارة، بالإضافة إلى مقاومتها للتآكل الذي ينتج من الطحن و التلميع، هذه القفازات تحمي أيدي المستخدم من معظم محاليل الماء الحمضية والقاعدية و الأملاح والكيتون. قفازات اللاتكس تسبب حساسية عند بعض الأشخاص ويمكن أن تكون غير مناسبة للجميع. وكبديل يمكن استخدام القفازات التي لا تسبب التحسس والخالية من البودرة.

قفازات النيوبرين:

تتكون من المطاط الصناعي وذات مرونة عالية ، ذات كثافة عالية و مقاومة للقطع. تحمي من السوائل الهيدروليك، الجازولين، الكحول، الأحماض العضوية و القواعد. عموما هذه القفازات ذات خصائص أفضل من القفازات المصنوعة من المطاط الطبيعي.

قفازات النيتريل:

مصنوعة من البوليمرات وتعطي الحماية من المذيبات التي تحتوي على الكلور مثل: كلورو ايثلين الثلاثي و بيركلورو أيثيلين. وينصح به للأعمال التي تحتاج مرونة وحساسية، يستخدم للحماية أثناء التعامل مع المواد الزيتية، الدهنية، الأحماض، الكحول و المواد الحارقة ولكنها بشكل عام غير مفضلة للاستخدام مع المواد عالية الأكسدة، المذيبات العطرية و الكيتون.

يجب أن تفحص القفازات بالعين على أنتكون غير مقطوعة أو مثقوبة ، و يجب أن لا تظهر عليها تصبغات ألوان قد تنتج من التعرض الزائد للمواد الكيميائية.

أي قفازات مع حماية ضعيفة يجب التخلص منها واستبدالها. إعادة استخدام القفازات مرة أخرى يجب أن يكون بحذر ويأخذ بعين الاعتبار قدرتها على الامتصاص . القرار باستخدام القفازات المعرضة للمادة الكيميائية يجب أن يؤخذ بعين الاعتبار من حيث سمية المواد و المدة المعرضة لها والتخزين والحرارة.

٥,٣,٣ الملابس الواقية

يجب ارتداء معطف المختبر في جميع الأوقات اثناء التواجد في المختبر. المريول يستخدم أيضا كحماية إضافية خصوصا عند استخدام أي مادة حارقة،سامة أومؤذية. ومن الضروري اختيار الرداء المناسب لطبيعة العمل. معطف المختبر يجب أن يكون مصنوعا من مادة قماش مقاومة للحرق وأن يكون طويلا لحماية الأقدام. المريول يجب أن يكون مقاوما للمواد الكيميائية، مقاوما

للنار ويمكن غسله. ابتعد عن الملابس القابلة للاشتعال مثل البوليستر. الأقدام المكشوفة غير مسموحة عند التعامل مع مادة خطرة.

٥,٣,٤ الحذاء

يجب ارتداء الحذاء في المختبر، ويجب أن تغطي كامل القدم وأن تكون مصنوعة من مادة مناسبة مثل الجلد. الأحذية المفتوحة والصندل لا يمكن ارتداؤها في المختبر اثناء استخدام المواد الكيميائية أو بجانبها. الأشخاص الذين يعملون في نقل اسطوانات الغاز يتعرضون لخطر وقوع الاسطوانات على القدم لذلك يجب ارتداء حذاء صلب من الأمام للحماية.

٥,٣,٥ حماية الجهاز التنفسي

ليس من الضروري لعامل المختبر أن يرتدي شيئا لحماية الجهاز التنفسي ولكن بشكل عام يجب على العمال أن يعرفوا القيود المفروضة على جهاز التنفس الصناعي وأن يتم اختباره بشكل صحيح من أجل الاستفادة منه. وينبغي النظر في استخدام أجهزة التنفس للسيطرة على التعرض فقط بعد النظر في الضوابط الهندسية والإدارية. وتشمل هذه الأنواع من الضوابط: التهوية (مثل أغطية الدخان)، أرفق هذه العملية، واستبدال المنتجات الأقل خطورة، وإعادة جدولة إجراءات العمل، الخ. [٤]

برنامج جهاز التنفس

هو مطلوب للتأكد من أن جهاز التنفس الذي يستخدم من قبل العاملين يقدم أفضل حماية من ملوثات الجو. ويجب أن يعرف كل من صاحب العمل و المدير و الموظف بالترتيب مسؤوليته في هذا الموضوع.

٦. تخزين و فصل المواد الكيميائية

٦,١ المخزون

المخزون السنوي من المواد الخطرة يطلب سنويا. المخزون يجب أن يحدد حيث يبين كمية المواد الخطرة في مكان العمل التي يمكن أن تشكل خطرا على العاملين وتشمل على مواد مثل المبيدات الحشرية ،المواد المتفجرة، المواد النشيطة إشعاعيا، المخلفات الخطرة و المواد المستهلكة. المخزون يبين طبيعة، موقع، و الكمية التقريبية لجميع المواد.

المخزون السنوي يساعدك في:

- فحص المواد الكيميائية ذات مدة صلاحية محددة
- التخلص من المواد الكيميائية القديمة
- تصحيح المخزون غير المناسب
- معرفة ما هو موجود
- تنظيف الأوعية و الرفوف

إنشاء نظام لترتيب المواد الكيميائية وإيجاد معلومات عنها بسهولة مثل:

- قاعدة بيانات الكمبيوتر
- نظام الكاردكس

النظام الجيد يجب أن:

- يوجهك بسرعة للمادة الكيميائية المطلوبة
- يكون بسيطا للاستخدام
- يكون بسيطا للتحديد
- ويتم تحديثه سنويا

٦,٢ قواعد عامة لتخزين آمن

تخزين المواد الكيميائية إما في المختبر أو غرفة التخزين الرئيسة، يجب أن يكون تحت إشراف شخص متخصص، غرف التخزين يجب أن تحتوي على أجهزة أمان كافية. خزانات خاصة يجب أن تستخدم لمجموعات معينة من المواد.

- لا تراكم المواد على الرفوف
- تخزين المذيبات في خزانة مناسبة للسوائل المشتعلة وترك الباب مغلقا

- استخدام أوعية مناسبة للمذيبات و الفضلات
- تخزين المواد عالية السمية في خزانة آمنة و مغلقة
- التخزين في مكان ذي تهوية جيدة
- تخزين المواد المستخدمة يوميا وبشكل متكرر على رف قريب لمكان العمل
- الرفوف يجب أن تكون في متناول اليد وعلى مستوى العين أو أقل وليست رفوفا عالية للتخزين
- يمنع تخزين المواد الكيميائية على الأرض (ولو مؤقتا)
- تركيب الرفوف يجب أن يكون قويا على الحائط
- تركيب الرفوف غير القابلة للدوران
- جميع الأوعية التي تحتوي المادة الكيميائية يجب أن تكون محكمة الإغلاق ويلصق عليها الاسم ومصنوعة من مادة جيدة
- التهوية المنتظمة للمواد المنتجة للضغط مثل: حمض الفورميك،حمض النيترك، و الهيدروجين بيروكسيد
- لا تخزن المواد الكيميائية في خزانة الأبخرة إلا إذا كان يستخدم في تلك المنطقة ويجب أن يلصق عليه الاسم

٦,٣ فصل المواد الكيميائية للتخزين

جميع المواد الكيميائية يجب أن يتم تقييمها لتحديد كيفية ومكان تخزينها. توصيات المصنع يجب أن تتبع .كقاعدة عامة؛ السوائل القابلة للاشتعال و الاحتراق ،الكيماويات السامة، الكيماويات المتفجرة ،عوامل التأكسد ،الكيماويات الحارقة ،الكيماويات الحساسة للماء ،و الغاز المضغوط يجب أن تفصل عن بعضها وتخزن بطريقة بحيث لا تختلط المواد مع بعضها إذا حصل تسريب أو كسر في الأوعية.

من المهم فصل الكيماويات وحفظها بطريقة مرتبة و منظمة، يوجد نظامان للفصل و التخزين كالتالي:

١. الفصل و التخزين اعتمادا على فئات الخطورة (نظام معلومات المواد الخطرة في مكان العمل)

٢. التقسيم بناء على ٦ فئات من نظام المعلومات الخطرة ،يوصف لاحق الأفضلية في عملية الفصل حسب الخطوات التالية:

- المواد الخطرة القابلة للاشتعال

- المواد التفاعلية
- المواد المؤكسدة
- المواد الحارقة
- المواد عالية السمية

الجدول ٣: فصل المواد للتخزين

الصنف	غازات مشتعلة	غير مشتعلة/ غير سامة	غازات سامة/ حارقة	سوائل مشتعلة	مواد صلبة مشتعلة	مواد سريعة الاشتعال	يتفاعل مع الماء	مواد مؤكسدة	بيروكسيد عضوي	مواد سامة	حارقة
الغازات المشتعلة	-	م	غ	م	م	ف	ي	غ	غ	غ	غ
غير مشتعلة\غير سامة	م	-	م	م	م	م	م	م	م	م	م
سامة\ غازات حارقة	غ	م	-	غ	ف	ف	ي	ف	غ	ي	ف
سوائل مشتعلة	م	م	غ	-	م	ف	ف	غ	غ	ي	ف
مواد صلبة مشتعلة	م	م	ف	م	-	ف	ي	غ	غ	ي	ف
مواد سريعة الاشتعال	ف	م	ف	ف	ف	-	ي	غ	غ	ي	ف
ماء تفاعلي	ي	م	ي	ف	ي	ي	-	غ	غ	ي	غ
مواد مؤكسدة	غ	م	ف	غ	غ	غ	-	-	غ	ف	غ
بيروكسيد العضوي	غ	م	غ	غ	غ	غ	غ	غ	-	غ	غ
مواد سامة	غ	م	ي	ي	ي	ي	ي	ف	غ	-	ف
مواد حارقة	غ	م	ف	ف	ف	ف	ف	غ	غ	ف	-

م: مسموح؛ مواد يمكن تخزينها مع بعض

غ: غير مناسب ؛ مواد لا بمكن تخزينها في نفس المكان

ف: غير مناسب ؛ يجب فصل المواد بمسافة ١ متر على الأقل

ي: يختلف حسب ورقة بيانات السلامة لكل مادة

٦,٤ إرشادات التخزين لفئات خطرة معينة

الغازات المضغوطة

- حماية أسطوانات الغاز من الاختلافات المفرطة في درجات الحرارة و مصادر الاشتعال و الملامسة المباشرة مع سطح الأرض.
- وضع ملصق على الأسطوانات الفارغة وتخزينها بعيدا عن الأسطوانات الممتلئة.
- استخدام الأوعية و الكميات بحجم صغير وسهل الإعادة.
- حفظ جميع أسطوانات الغاز المضغوطة بشكل وقوف عمودي و محكمة الإغلاق.
- التخزين في مكان مركزي وجيد التهوية بحيث تكون التهوية مدعمة من الأرض إلى السقف.
- التخزين حسب التوافق بين المواد
- إذا تم تخزين الغازات القابلة للاشتعال داخل الغرفة عندها يجب أن تحتوي الغرفة على ٢- ساعة فصل - للنار مع مدخل خلفي للغرفة، و يجب أن تكون الغرفة مخصصة فقط لهذا النوع من التخزين.
- فصل الغازات القابلة للاشتعال غن الغازات المؤكسدة في أقسام غير قابلة للاشتعال
- يجب اختبار الضغط إذا لزم الأمر.
- بشكل دوري يجب فحص تسريب الغازات.

السوائل القابلة للاشتعال:

السوائل القابلة للاشتعال يجب أن تخزن في مكان جاف، بارد و ذي تهوية جيدة ، ويفضل غرفة تخزين للمواد المشتعلة.

أ)التخزين في المختبر

السوائل القابلة للاشتعال يجب أن تخزن في:

- خزانات التخزين يجب أن يوضع عليها لاصق بشكل واضح يبين أنها تحتوي على مواد قابلة للاشتعال
- لا يسمح بمواد قابلة للاحتراق في غرفة التخزين.
- لا تحفظ المواد بجانب أو بالقرب من المخارج، المصاعد، أو الطريق المؤدي للخروج.

- السوائل القابلة للاشتعال التي يجب أن تحفظ باردة، الثلاجة أو الفريزر يجب أن يكون مطابقا لمعايير الانفجار.
- الحد الأقصى المسموح به من السوائل القابلة للاشتعال و الاحتراق في خزانات الحفظ هو ١٠ لتر ليس أكثر من ٥ لتر من السوائل القابلة للاشتعال.
- علب حفظ السوائل القابلة للاشتعال التي تحوي أكثر من ٢٥ لترا يمكن أن تستخدم لتخزين السوائل خارج خزانات الحفظ.

ب)خزانات المواد السائلة القابلة للاشتعال

خزانات حفظ السوائل القابلة للاشتعال المسموحة يمكن أن تستخدم عندما تكون كمية السوائل المشتعلة قريبة أو تتعدى ٢٥ لترا. خزانة الحفظ يجب أن تكون خاضعة لوكالة اختبار مقبولة و موافق عليها من قبل إدارة الإطفاء المحلية.

خزانات السوائل المشتعلة تزود بـ:

- تخزين آمن لفترة من الزمن.
- وسيلة لتوفير الوقت عند وضع الخزانات في أماكن قريبة من أماكن العمل.
- خزانات السوائل المشتعلة يجب أن تكون:
- قريبة من المستخدم في كل الأوقات
- تحتوي على تهوية متصلة مباشرة للخارج
- مصنوعة من الخشب (تلبي مواصفات رمز الحريق) أو المعدن.
- توضع في مكان مناسب؛ مثال، لا توضع بجانب الأبواب أوفي الأماكن التي تغلق الطرق و المخارج
- يمكن أن تكون في غرفة لها مخرجان وهذا يعتمد على كمية المواد المخزنة في الغرفة.
- تحتوي على ما لا يتعدى ٥٠٠ لتر كحد اقصى من السوائل المشتعلة و المحترقة ، ومنها ما لا يتعدى ٢٥٠ لترا يمكن أن تكون مشتعلة.

ج) غرف تخزين السوائل القابلة للاشتعال

الغرف المصممة بشكل صحيح يجب أن تلبي العديد من المتطلبات، مثل المكان، التهوية، الأدوات الكهربائية، الحماية من الحريق الخ. أيضا يجب أن تلبي احتياجات المستخدم مثل المكان المناسب .

غرفة تخزين السوائل القابلة للاشتعال يجب أن يكون الوصول اليها بسهولة من قبل إطفائيي الحريق مثال: أن يكون موقعها بجانب البناء و يمكن الدخول من خلال النافذة أو الأبواب .

هناك إرشادات خاصة لغرف تخزين السوائل القابلة للاشتعال تتضمن أكبر عدد من الليترات بالمتر المربع من مساحة الأرض، وأكبر حجم للغرفة مع أو بدون نظام الرش و معدل مقاومة الجدران الداخلية للحريق (١٧)

د) تخزين الثلاجة

الثلاجات يجب أن تكون موافقا عليها لتخزين السوائل القابلة للاشتعال ، أو تكون مختبرة ومقبولة. بعض الثلاجات يمكن أن تنفجر بسبب الغازات الصادرة من السوائل المشتعلة.

المواد السامة

- حفظها في أماكن آمنة و مضمونة
- للسموم المسرطنة و المتكاثرة يفضل استخدام احتواء ثانوي و إضافي.

الأحماض و القواعد الحارقة

- حفظ الأحماض و القواعد بشكل مفصول
- الحفظ في خزانات مخصصة للمواد الحارقة
- حفظ الأحماض المؤكسدة (مثل: نيترك أسيد) بعيدا عن الأحماض العضوية (مثل : أسيتك أسيد)
- حفظ أحماض الهيدروفلوريك و البيركلوريك في عبوات ثانوية إضافية مصنوعة من مادة مناسبة
- يجب توفر أماكن الاستحمام الآمنة وغسولات العين وسهولة الوصول إليها
- الأدوات الوقائية يجب أن تفحص بشكل دوري لمعرفة كفاءتها في العمل

المواد الكيميائية المتفاعلة

- تحفظ في مكان بارد وجاف وبعيدة عن مناطق العمل الاعتيادية، وتبعد عن الصدمات و الاهتزازات و درجات الحرارة المرتفعة و المتغيرة.
- تحفظ المادة بناء على الخطر الذي يمكن أن تسببه مثل: ميتال هيدرايدس، بعض المحفزات الهيدروجينية، بيكرك أسيد، الفينول ثنائي الهيدروجين، التولين الثلاثي النيتروجين.
- بالنسبة للمواد الكيميائية المتفاعلة مع الهواء يجب استخدام علبة القفازات أو تعبئة الفراغ الموجود في أعلى الوعاء بالغاز الخامل قبل إغلاق الوعاء
- المواد الكيميائية الحساسة للماء
  - تحفظ في مكان بارد وجاف مصمم خصيصا لمنع حدوث أي تلامس مع الماء أو أي مادة غير مناسبة

- البناء العام للمخزن يجب أن يكون مقاوما للحريق
- حفظ المواد الكيميائية من الماء من نظام الرش.

- يفضل الحفظ الثانوي للمواد (٨)

المركبات المؤكسدة و البيروكسيدات

تخزن المواد المؤكسدة بعيدا عن المواد القابلة للاشتعال و الاحتراق وبعيدا عن العناصر المختزلة مثل: النيترات،الكروماتات،الكلوريتس و البيروكسيد.

جميع مركبات البيروكسيد يجب أن تحفظ بعيدا عن الحرارة و الضوء(لأنها تحفز تفاعل البيروكسيد) وبعيدا عن العناصر المختزلة ومصادر الحريق و الأضرار المادية.

هذه المواد يجب أن تختبر بشكل دوري على وجود البيروكسيد بعد أن يفتح الوعاء.ولكنه لا يوجد اختبار بسيط للكشف عن البيروكسيد في المواد مثل الفلزات القلوية،الفلزات القلوية الألكوكسيد، و الأميدات أوالفلزات العضوية(١١).

٧. استجابة المختبرات الكيميائية للطوارئ

٧,١ المقدمة

اكتب تقريرا عن جميع الحوادث أو الظروف الخطرة للمسؤول عن العمل و لقسم إدارة المخاطر ، و استخدم نموذج تقرير المخاطر لتوثيق الإصابات أو الحرائق أو التعرض للمواد الكيميائية و التسريب.

جميع المباني و الأقسام في جامعة طيبة يجب أن تحتوي على :

- لجنة السلامة المحلية
- خطة استجابة للطوارئ
- خطة للإخلاء معلقة في حالة الطوارئ
- مكان للمقابلة في حالة الطوارئ
- مدير الطوارئ في المبنى
- حارس لكل طابق أو منطقة
- الإسعافات الأولية

إجراءات الطوارئ يجب أن تلصق في مكان العمل على جهة مناسبة مثل جانب المصعد، المداخل للأدراج و الأماكن التي تحوي على مواد أو أدوات خطرة.

إجراءات الطوارئ على قياسات للاستجابة للحريق، الانفجارات ،و الإسعافات الأولية و الحوادث المهددة للحياة و التعرض للمواد الخطرة.

٧,٢ الإسعافات الأولية

إخبار المسؤول مباشرة عن الحادثة حتى لو كانت صغيرة

تعلم كيف تتصرف في حوادث معينة مثل دخول الحمض في العين أو على الجلد(يجب غسلها بالماء الوفير) ويجب أن تعرف مكان وجود أدوات الإسعاف الأولي(٥)

٧,٣ إجراءات السلامة من الحرائق

- في حال حدوث الحريق الإجراءات هي:
- تفعيل صفارة الإنذار ،لتنبيه الآخرين، إبعاد جميع الأشخاص عن منطقة الحريق، إغلاق الأبواب خلفك.
- استخدام الأدراج، النزول إلى أسفل الدرج وليس للأعلى، لا تستخدم المصعد أبدا.
- استخدم طفاية الحريق فقط إذا كانت آمنة
- المس الأبواب المغلقة قبل الدخول لقياس حرارتها مما يدلك أنه كان حريق في الداخل، انظر أيضا إلى النوافذ إذا وجد دخان
- إذا لزم الأمر للمشي خلال الدخان فابق منخفضا وتنفس من خلال قطعة قماش مبللة
- عندما تصبح في الخارج انتقل إلى المنطقة المحددة مسبقا

ابحث عن المناطق التي يجب الاتجاه إليها قبل حدوث الحريق.

إرشادات عامة للمباني

مناطق العمل و التخزين يجب أن تبقى نظيفة ولا يوجد تراكم للمواد في الطريق وإبقاؤها مفتوحة لرجال الإطفاء(١٣)

يجب تطوير خطط الإخلاء و طوارئ السلامة من الحرائق

أ)الخطة يجب أن تحوي:

- دق صافرة الإنذار
- إعلام قسم الإطفاء
- إرشاد الأشخاص للإجراءات التي يجب اتباعها
- عند سماع صفارة الإنذار ، تحكم وأطفئ النار إذا امكن، ويجب إخلاء المكان.

ب)قواعد مخارج الحريق يجب أن تكون:

- سهولة الوصول إلى المخارج ويجب أن تكون الطرق خالية من العوائق
- ممرات الطريق و الأدراج يجب أن تكون سالكة بدون عوائق
- أبواب الحريق يجب أن لا تفتح بزاوية
- بعض المختبرات تحوي على مخرجين للسلامة

طفايات الحريق

- يجب تزويد المكان بطفاية حريق سهلة الحمل و النقل. و على من يستخدمها أن:
- يعلم مكان وجودها
- كيف يستخدمها (يعتبر أنه اجتاز دورة تدريب على استخدام الطفاية في قسم الإطفاء)
- لا يجوز إعاقة الوصول لطفاية الحريق(مثل تعليق مراييل المختبر عليها)

إنه من المهم استخدام الطفاية المناسبة للحريق وفيما يلي أربعة أنواع من الطفايات :

جدول ٤ أنواع مطافئ الحريق:

الصنف	نوع الحريق
أ	مواد عادية قابلة للاحتراق: الخشب، الملابس، الورق، المطاط، أنواع من البلاستيك
ب	السوائل القابلة للاشتعال: الجاسولين، الزيت، الدهون، الألوان الزيتية، القطران
ج	الأدوات الكهربائية
د	المعادن القابلة للاحتراق

٧,٤ علاج الجروح

في حالة الجروح الشخصية، معالجة الجرحى يجب أن يكون له الأسبقية

للحالات البسيطة، الإسعافات الأولية تكون في البداية

٧,٥ إجراءات تنظيف التسريب

هناك خطوات متعددة للعاملين في المختبر يجب اتباعها في حال حدوث تسريب للمواد، عمال المختبر يمكنهم التصرف في حال حدوث تسريب بسيط.

عمال المختبر يجب أن لا يضعوا أنفسهم في طريق خطر إذا كان هناك أي شك في مدى الأمان في المختبر.

إنه من المهم معرفة ما هي المواد الكيميائية الموجودة والكميات التي تسربت و تحديد مكان التسريب بالضبط. سلامة العاملين في المختبر وجميع الأشخاص في البناء هي في الدرجة الأولى من الأولويات(١٣)

لجعل المختبر مكانا تستطيع فيه التحكم بكميات بسيطة من التسريب يجب أن تتوفر فيه معدات الحماية الشخصية و مواد التنظيف المناسبة. معدات الحماية الشخصية تتضمن:

- معطف المختبر
- نظارات واقية
- الجوارب المطاطية
- عربة تسرب

٧,٦ الأماكن الآمنة لغسل العين والاستحمام

حمامات الطوارئ و غسول العين يجب أن تكون متوفرة في كل المختبرات المتواجد فيها كميات من المواد الخطرة. أفراد معينون يكونون مسؤولين عن الفحص السنوي لهذه الحمامات.

مسؤولو المختبر هم مسؤولون للتأكد من أن غسول العين يشطف بشكل أسبوعي لتنظيفها من العوالق التي يمكن أن تؤذي العين خلال الاستخدام الطارئ.

حمامات السلامة تقدم علاجا فعالا في حال حصل تسريب للمواد الكيميائية أو لامست المواد الجلد أو الملابس. يجب أن يتم تركيب مرافق السلامة للاستحمام في كل مكان يستخدم فيه المواد الكيميائية الحارقة مثل (الأحماض و القواعد) وتكون متوفرة لجميع العاملين.

حمامات السلامة يجب أن تكون في مكان واضح ومعين للعاملين، ويجب أن لا تكون أبعد من ١٠٠ قدم أو١٠ ثوان بعيدة عن رفوف العمل في المختبر. عمال المختبر يجب أن يكون لديهم القدرة على الوصول لحمامات السلامة وأعينهم مغلقة (في بعض حالات الطوارئ يمكن أن يكون العامل غير قادر على الرؤية مؤقتا). حمامات السلامة تعمل عن طريق إدارة حلقة دائرية أو عصا (١٣).

٨. سلامة المعدات

ومن الحيوي لموظفي المختبرات فهم كيفية استخدام الجهاز بشكل صحيح وآمن في أي تجربة معينة. وهذا يشمل استخدام أنواع أساسية من الأواني الزجاجية والتقطير، والترشيح وجهاز ضغط منخفض، فضلا عن الأجهزة الأكثر كلفة ومعقدة مثل أجهزة الكروماتوجرافى السائل والغاز والمطيافات. المعدات المختبرية تشكل خطرا ماديا للعمال يجب أن تكون على نحو كاف محمية أو معزولة بواسطة الموقع. ويجب التعريف بالمخاطر المحتملة في استخدام جميع أنواع المعدات والإجراءات المناسبة في المكان. وهذا يشمل إجراءات الطوارئ للاستجابة لإيقاف و تشغيل الأدوات والانقطاعات التي تتطلب الإجلاء. يجب الحفاظ على المعدات بشكل صحيح من أجل أن تعمل بشكل صحيح وآمن. الأواني الزجاجية المكسورة أو المتكسرة أو الخراطيم التي بها تسريب لا ينبغي أن تستخدم، خصوصا مع أنظمة الضغط المنخفض. إجراءات الاستخدام المكتوبة مطلوبة أينما كانت المعدات أو المواد المستخدمة التي يحتمل أن تكون خطرة.

وينبغي أن يستخدم سجل لجميع المعدات التي قد تكون خطرة. إسداء المشورة لزملاء العمل عن الأخطار المحتملة. إجراءات الطوارئ مع اسم ورقم هاتف الشخص المسؤول. وينبغي أن يتم تقييم للمخاطر قبل بدء جميع المشاريع الجديدة أو المهام أو العمليات.

٩.تصميم التجارب الآمن

٩,١: المقدمة

عملية تصميم تجريبية شاملة تشكل خطوة أساسية في إدارة عملية معملية آمنة. وينبغي لهذه العملية استعراض المخاطر المحتملة المرتبطة بكل تجربة على دورة الحياة. وهو وسيلة للحفاظ على العمليات المختبرية المأمونة، وتقليل التعرض للمخاطر المحتملة، وتقليل النفايات وضمان التوافق التنظيمي.

وفى هذه العملية، ينبغي النظر في المدى الكامل إلى اتخاذ خطوات تجريبية. من تجربة واضحة الأهداف والغايات، من خلال اقتناء وإعداد ومناولة المواد والمعدات والمواد الكيميائية، وإعداد تقييم مفصل عن الكيماويات والتفاعلات وتخزينها والتخلص منها. في كل خطوة ينبغي النظر في تحديد مسائل السلامة والبيئة.

معلومات مفصلة تتعلق بالمخاطر المحتملة وتحديد إجراءات السلامة التي ستنفذ لا بد أن يتضمنها بروتوكول تجريبي و يمثل جزءا لا يتجزأ منها.

٩,٢: المسئولية

للباحثين الرئيسيين والمشرفين المسؤولية عن ضمان فعالية تنفيذ تجربة بإجراء استعراض البروتوكول الذى أعده المسئول بالمعمل.

٩,٣: الخطوات.

١- حدد الأهداف والأغراض من التجربة

٢- خذ في الاعتبار خطوات التجربة الأساسية

٣- قيم الأخطار المحتملة لكل تجربة أو عملية

خذ في الاعتبار الأمور التالية:

تقييم الأخطار لكل المواد والكيماويات التي ستستخدم;

استكمال تقييم المخاطر لجميع المواد والمنتجات المرتبطة بالتجربة. اذا ثبت أن هناك مخاطر غير مقبولة، يتم إعادة تصميم التجربة وتقليل كمية أو خفض تركيزات أو تخفيض الحجم أو استخدام المواد الكيميائية الأقل خطورة كبدائل. لابد من النظر في كمية المواد الكيميائية ومعدل الاستخدام، الخصائص الفيزيائية، واحتمال التعرض لهذه المواد. ويوضح كيفية التصرف في حالات الطوارئ للأحداث غير المتوقعة. وينبغي إيلاء اهتمام خاص المواد الجديدة الناتجة ذات الخواص الفيزيائية والسمية غير المعروفة.

التعامل مع المواد الكيميائية والمعدات

إدخال أحكام لاقتناء و تخزين المعدات والكاشفات الكيميائية، تجهيز المعدات المناسبة، تناول المعدات وتشغيلها، تقليل الاستهلاك من المصدر، مشاركة المواد، متابعة وملاحظة المواد القابلة للتفاعل، وملاحظة التخزين غير السليم. النظر في الآثار المحتملة لفقدان الهواء أو الماء، أو الطاقة على التجربة. تقييم المخاطر الإضافية للمعدات (الضوضاء والإشعاع والخطر الكهربي والعوامل البشرية).

استخدام الكيماويات

إدخال خطوات مثل إعداد العينات والمعدات العامة والتشغيل ومعدات التشغيل ومعايرتها، عزل المنتج وصف وتخزين وتصريف المواد بعد انتهاء العمل. وينبغي إيلاء اهتمام خاص لعمليات التخطيط وإدخال معدات جديدة وتقييم العمليات بصورة فعالة.

أنواع التفاعلات

تعرف على كيمياء التفاعل. كن جاهزا لردود الفعل للتفاعلات التي تسبب الحرارة الخارجية، التفاعلات المتتالية، الاندفاع و الضغط، الغازات الخطرة أو التفاعل بين المواد غير المتوافقة. تعرف على الظروف الفيزيائية المطلوبة للتفاعل (مثل ارتفاع الضغط، شدة البرودة، درجة

حرارة عالية، وارتفاع الحرارة العالية و الجهد) والظروف التي قد تحدث أثناء التفاعل. انظر فى الأخطار المرتبطة المحيطة بالتفاعل.

المعدات، تنظيف المكان، والتخلص من الملوثات

ضع إجراءات تطهير المنطقة والمعدات. تأكد من أنك تستخدم إجراءات تطهير مناسبة ومواد التنظيف ومعرفة كيفية التخلص السليم من أي رواسب أو بقايا. يجب توخى الحذر خاصة مع مواد تفاعلية (قابلة للتفاعل مع الهواء/الرطوبة والمياه) وعند التنظيف بالمذيبات. استعرض المعلومات عن وسائل التنظيف والتطهير.

إجراءات التخلص وإبطال المفعول بعد التجارب

خذ في الاعتبار تقليل المخلفات وإعادة تدوير المواد. قيم خواص مواد المخلفات التي تنتج من التجارب واكتب معلومات كيفية التخلص من كل مصدر مخلفات. خذ في الاعتبار كمية ومعدل المخلفات وطرق معادلة هذه المخلفات أو إبقائها غير ضارة. ضع إجراء لمعالجة النفايات غير المستقرة أو النفايات التي تتطلب التخزين والمناولة. أعد النظر في مدى اتساق المواد المتراكمة. قلل إلى أدنى حد من توليد النفايات ذات المخاطر المتعددة. قلل إلى أدنى حد من إنتاج المواد الكيميائية الخطرة على البيئة. لا تستخدم مجمع الأبخرة للتصرف في الغازات الخطرة (استخدم عوامل التصفية أو غيرها من معدات التحكم). لا تصرف المواد الكيميائية الخطرة إلى شبكة المجاري

قدم خطة طوارئ للتعامل مع ما هو غير متوقع

كن مستعدا لحالات الطوارئ. قدم معلومات بشان الاستجابة في حالات الطوارئ في كل إجراء: الموقع ونوع المعدات للانسكاب النفطي؛ الموقع ونوع جهاز إطفاء الحريق (نوع D فى حال المعادن قابلة للاحتراق) ونوع وموقع الترياق الخاص بالمواد الكيميائية الخطرة.

تجهيزات المختبرات

قيم المنطقة المقترحة للتجربة. حدد المخاطر المحتملة. خذ في الاعتبار مكان وجود المعدات بالنسبة لموقع الاستجابة لحالات الطوارئ. العمل مع المواد الخطرة ينبغي تنفيذه في مجمع الأبخرة ، القفازات أو خزانات السلامة البيولوجية. احتياجات خاصة بمساحة مكان التجارب والتهوية والحواجز التي قد تؤثر على التجارب ينبغي ذكرها.

معدات الحماية الشخصية ورصد النظافة الصناعية

استعرض مدى الحاجة الى معدات الحماية الشخصية وتحديد نوعها المطلوب لكل خطوة في التجربة. أدخل هذه المعلومات الى البروتوكول الخاص بك. العمل مع مواد معينة قد تتطلب

النظافة الصحية الصناعية أو استعراض تدابير الصحة المهنية.

١٠. التفتيش المعملي

في جامعة طيبة مختلف الأفراد والمجموعات والهيئات التنظيمية تجرى عمليات تفتيش. كما تجرى لجانا من خدمات التفتيش السنوية لطفايات الحريق وغيرها من مشكلات الأمان مثل تخزين مواد قابلة للاشتعال وحالة مخارج طوارئ الحريق.

القواعد العامة لجامعة طيبة تنص على:

على كل موظف أن يضمن إجراء عمليات تفتيش منتظمة على فترات على جميع أماكن العمل، بما في ذلك المباني والمعدات ،طرق وممارسات العمل، بما يمنع ظهور ظروف العمل غير المأمونة.

أي قصور أثناء عمليات التفتيش المنتظمة من جانب أعضاء اللجنة ينبغي إبلاغ ذلك على الفور إلى المشرف. إذا لم تتخذ أي إجراءات تصحيحية بما يرضى اللجنة، ينبغي إدراج البند فى جدول الأعمال للنظر فيها في الاجتماع القادم.

١١. النقل واستلام المواد الخطرة في الحرم الجامعي

نقل البضائع الخطرة

نقل البضائع الخطرة (أي المواد حادة الأخطار) من أي موقع إلى موقع آخر خارج الحرم الجامعي ينظم بنظام "نقل البضائع الخطرة" (TDG). الأشخاص الذين يحملون أو ينقلون بضائع مثل هذه يجب أن يحصلوا على شهادة تدريبية.

استلام البضائع الخطرة

يجب تدريب المسئولين عن الاستلام على فحص الطرود و التدقيق في الوثائق و الاستجابة لحالات الطوارئ مثل انسكاب المواد السائلة. والهدف من ذلك هو ضمان أن المواد الواردة تصل في حاويات آمنة وضمان سلامة المعلومات والوثائق المرافقة.

١١. ١. التصديق

ينص تشريع "نقل البضائع الخطرة" على أن صاحب العمل لا بد أن يقدم شهادة موقعة إلى أي شخص يتلقى البضائع الخطرة. الشهادة صالحة لمدة ثلاث سنوات ويجب تقديمها عند الطلب للتفتيش.

١١. ٢.خطوات الاستلام

استلام البضاعة الخطرة يتضمن الخطوات التالية

١. كل عبوة تحتوى مواد خطرة DG يجب النظر فيها لضمان التعبئة كاملة وأن المواد الخطرة DG لم تتسرب أو تنسكب من الحاوية.

٢. وينبغي أن يحتوى الطرد على مجموعة رموز وعلامات الأمان المناسبة.

٣. البيانات ووثائق الشحن يجب أن تتطابق. أي أخطاء بشأن التصنيف يجب تصحيحه.

٤. الطرود يجب أن تخزن بأمان لحين الاستخدام.

٥. احفظ مستندات الشحن لمدة لا تقل عن سنتين.

٦. استجب وأعد تقريرا لأى حوادث خطيرة.

١١.٣ فئات المخاطر للبضائع الخطرة:

وهناك تسعة فئات من المخاطر معترف بها بموجب نظام "نقل البضائع الخطرة". الجدول ١١-١ يوضح الفئات و رموز الخطر.

- أي شخص يتلقى السلع المتفجرة لا بد أن يكون على اتصال بخدمات إدارة المخاطر لتحديد الإجراءات المناسبة ومرافق التخزين المطلوبة.
- أي شخص يتلقى صنفا جيدا مشعا يجب عليه الحصول على شهادة النظائر المشعة عن طريق برنامج الامان الإشعاعي بجامعة طيبة. دروس خدمات إدارة المخاطر والسلامة بطبيعة الحال تعطى لاستلام المواد المشعة.

١١.٤ وصف الشحن

كل طرد يجب أن يحتوى على المعلومات الآتية:

١- اسم المواد داخل الشحنة. مثال: حمض الهيدروليك.

٢- اسم المجموعة حسب "نقل البضائع الخطرة" والمعلومات المندرجة تحتها.

٣- رقم تعريف من أربعة أرقام. مثال: UN 1789 يمثل حمض الهيدروليك.

٤- رمز الشحنة: I, II, III.

٥- معلومات خاصة بالتعامل مع الشحنة. مثال: احفظ بعيدا عن التجمد. أو حافظ على الوضع رأسي

جدول ٥. قائمة بالمخاطر ورموزها.

الفئة	*الرمز*	*التعليقات*
قابل للانفجار		أي فرد يستلم مواد متفجرة لا بد أن يستشير فريق التعامل مع الأخطار
غازات مضغوطة		غازات قابلة للاشتعال تتضمن البروبانوالهيدروجين. غازات سامة تتضمن كبريتيد الهيدروجين أوالكلور
سوائل قابلة للاشتعال		سوائل قابلة للاشتعال بنقطة اشتعال أقل من ٦١ درجة سليزيوس
مادة صلبة قابلة للاشتعال		هذه الرموز مطلوبة للكميات الكبيرة
مواد مؤكسدة		مثال: حمض النيتريك و رباعي أكسيد الأوزميوم
معدى/سام		هذه المواد سامة تسبب خطورة حادة في الحال. مثل سيانيد الصوديوم
مواد مشعه		السؤال عن التعامل مع المواد المشعة يجب أن يكون مع مختصي برنامج التعامل مع أخطار الإشعاع
مادة تسبب التآكل		مثال: الأحماض والمواد الكاوية
أخرى		تتضمن خليطا من مواد و بقايا مواد خطرة

١١,٥. رموز وملصقات الأمان

- يجب أن تعرض على العبوة أو الحاوية كل مجموعة رموز الأمان المناسبة. من الأمثلة فى الجدول أعلاه.
- لا يجوز إزالة الرموز والعلامات عن العبوة حتى يتم إخراج البضائع. ويجب نزع الملصقات والعلامات عن الحاويات الفارغة أو طي الحاويات. توضع العلامات بشكل معين مع زاوية العلامات تشير إلى أعلى. توضع العلامات ذات حجم صغير على أسطوانات الغاز المضغوط. وتوجد على عنق الأسطوانة .

١١,٦. المستندات المطلوبة

- جميع شحنات البضائع الخطرة يجب أن تقترن بأوراق الشحن ويجب الحفاظ عليها بواسطة جهة الاستقبال لمدة سنتين على الأقل. وثائق نقل البضائع الخطرة الخاصة بالشحن توضع مع الوثائق التجارية مثل سند وفاتورة الشحن.
- مستقبل الشحنة مسؤول عن ضمان مطابقة معلومات العينات لعلامات السلامة على الطرود. ويمكن أيضا لمسئول استقبال العينات أن يعترض على سوء إعداد اوراق الشحن.

١١,٧: المعالجة والنقل.

- نقل وشحن وتفريغ أو التخزين للبضائع الخطرة ينبغي أن يتم بطريقة تضمن عدم الانبعاثات أو التسريب للبضائع الخطرة من الحاويات التي قد تشكل خطرا على الصحة والحياة أو البيئة.
- يجب على الناقلين والمتعاملين مع المواد اتباع التعليمات الخاصة بالمناولة والتخزين. مثل وجوب التبريد والبعد عن الحرارة واللهب.
- يجب فصل المواد حسب فئات الخطر وفقا للمبادئ التوجيهية لتخزين المواد الكيميائية بالجامعة.

١١-٨: الأحداث الخطيرة

إذا حدث أي من الحوادث الآتية:

١. أي حادث نقل بما يشمل حادث مواد معدية أو مواد مشعة.

٢. أي انفجار غير مقصود أو حريق ببضائع خطيرة

٣. تسرب البضائع الخطرة.

١١-٩: تلف الحمولة أثناء النقل

أسطوانات الغاز التالفة يمكن أن تكون خطيرة جدا إذا حدث التسرب السريع. يجب إرجاع الأسطوانات المسببة للتسرب ويمكن نقلها فى سيارة. تبقى الأسطوانة آمنة (في الهواء الطلق) لحين الاتصال بالمورد مباشرة لترتيب عودتها.

تلف الطرود التي تحتوى على مواد صلبة خطرة من الدرجة ٤ و ٥ و ٦ و ٨ و ٩ قد يتم نقلها في السيارة شريطة إصلاح الضرر. الحمولة يتم تمييزها بكتابة كلمات :للإنقاذ وتنقل مباشرة إلى المرسل إليه أو إلى نقطة معينة للتخلص منها.

تلف طرود تحتوى على مواد سائلة فئات المخاطر ٣ و ٥ و ٦,١ أو٨ أو٩ قد يتم نقلها عن طريق حافلة شريطة أن توضع الحمولة داخل الصلب أو أسطوانة بلاستيكية.

١٢. سلامة أسطوانات الغاز المضغوط

١٢.١. الصفات العامة

- أسطوانات الغازات المضغوطة يمكن أن تشكل مادة كيميائية ومادية خطيرة.
- إذا كان صمام أسطوانة الغاز غير محكم فإن به القوة التي يمكن دفع الأسطوانة من خلال جدار حجري على سبيل المثال، أسطوانة تنفس الهواء المضغوطة بها قوة تفجير١,٥ رطل من مادة تي إن تي
- منظم الضغط في أسطوانة الغاز المضغوط لتخفيف الضغط من مصادر الضغط العالي مثل أسطوانات الغاز أو خطوط أنابيب إمداد الغاز إلى ضغط آمن. إن منظم الضغط يعلق على أسطوانة دون ربط الخيوط. عدم الارتباط الوثيق قد يشير إلى أن المنظم غير مخصص للاستخدام على الغاز.
- أوعية ضغط معزولة فراغيا مزودة بصمام أمان وقرص تمزق لحمايتها من بناء الضغط، تحقق منها بشكل منتظم.

١٢-٢: الاستخدام والتخزين

- كلما أمكن ذلك، استخدم المواد القابلة للاشتعال والغازات المتفاعلة في مجمع الأبخرة أوأماكن التهوية. وفيما يتعلق بخزانات الحفظ، فئات معينة من الغازات السامة يجب تخزينها واستخدامها في أماكن

بتهوية جيدة ، حدد الغازات التي تتطلب التهوية.

- استخدم دائما منظم مناسب للأسطوانة. إذا كان المنظم لا يتناسب مع صمام الأسطوانة، يستعاض عن الأسطوانة وليس المنظم. لا تحاول تعديل أو تغيير منظم ليلائم أسطوانة لم يصمم لها. المنظمات مصممة لتناسب أسطوانة محددة لتجنب إساءة استخدام الصمامات.
- افحص المنظمين ووسائل تخفيف الضغط والصمامات ووصلات الأسطوانة، والخراطيم لاكتشاف الأضرار.
- تجنب استخدام أسطوانة غير جيدة. ترميز الأسطوانات بالألوان ليست وسيلة موثوقة لتحديد الأسطوانة لأن الألوان يمكن أن يتنوع من مورد لمورد.
- لا تستخدم زيتا أو شحما على أي أسطوانة فقد يسبب حريق أو انفجار.
- تجنب نقل الغازات من أسطوانة إلى أخرى. الغاز ربما يكون غير متوافق مع الغاز المتبقي فى الأسطوانة أو ربما لا تتسق مع خام الأسطوانة.
- لا تفرغ الأسطوانة تماما خلال التمرين المعملي، اترك حوالى ٢٥ ضغطا جويا لكل بوصة مربعة من الضغط. سيؤدى ذلك إلى منع الغاز المتبقي في أن يصبح ملوثا.
- وجه الأسطوانة بحيث دائما يتم رؤية الصمام واسم الغاز.
- أغلق صمام الأسطوانة الرئيسة عند عدم استخدام الأسطوانة.
- أزل المنظم من الأسطوانات غير المستخدمة. دائما ضع غطاء الأمان لحماية الصمامات.
- دائما قم بتامين الأسطوانات سواء فارغة أو ممتلئة، للحيلولة دون سقوطها و إتلاف الصمام (أو الوقوع على الأقدام). قم بتأمين الأسطوانات بربطها بسلاسل على الجدار أو منضدة المعمل أو أي دعامة ثابتة.
- قم بتخزين الأوكسجين في مكان ما لا يقل عن ٢٠ مترا من أي من المواد القابلة للاشتعال (بما في ذلك الغاز) أو القابلة للاحتراق بحاجز لا يقل عن ٥ اقدام وذي مقاومة للاشتعال على الأقل نصف ساعة.
- ضع غطاء الأمان على الأسطوانة أثناء النقل على الشاحنة وضع الأسطوانة في وضع رأسي ولا تضعها على الجانب لتدور.
- دائما ضع علامات بوضوح على الأسطوانات الفارغة وتخزينها بشكل منفصل.
- يجب توخى الحذر أثناء التعامل مع أسطوانات الغاز المضغوط بحيث لا تسقط أو تصطدم بأي شئ.
- لفتح الصمام استخدم فقط ثقابات أو أدوات مقدمة من مورد الأسطوانة.

- افتح صمام الأسطوانة ببطء.
- فقط الغازات المتوافقة يجب تخزينها معا في مخزن واحد.
- لا تخزن أسطوانات الغاز المضغوط فى الأماكن التي يمكن أن تتجاوز درجة الحرارة ٥٢ درجة سيلزيوس.

١٣.دليل السلامة من مخاطر الكهرباء

13.1 مخاطر الكهرباء وطرق السلامة

للكهرباء مخاطر كبيرة وكثيرة ، والتي قد تؤذي الإنسان بدرجة عالية حيث تمتد هذه المخاطر لتشمل الحروق، والشرارات الكهربائية، والانفجارات، والحرائق. وتعتمد خطورة الأضرار الكهربائية المؤذية لجسم الإنسان على عدة عوامل منها قيمة التيار الكهربائي الذى يتعرض له الإنسان، مسار التيار الكهربائي في جسم الإنسان و الفترة الزمنية التي يستمر تعرض الإنسان فيها للكهرباء. ويلخص الجدول التالي تأثير التيار الكهربائي المتردد AC على جسم الإنسان

جدول(٦): المخاطر الناتجة عن مرور تيار كهربي مترددة ذات قيم مختلفة خلال جسم الإنسان

مدى التيار	التأثير
تيارات ذات شدة أكبر من ٣ مللي امبير	صدمة مؤلمة (حادث غير مباشر)
تيارات ذات شدة أكبر من ١٠ مللي امبير	تقلص العضلات وتشنجها حيث ويحدث خطر الالتصاق التام بالأسلاك وعدم القدرة على الإفلات منها ، أي أن الأسلاك المكهربة لا تدعنا نفلت منها
تيارات ذات شدة أكبر من ٣٠ مللي أمبير	والشلل الرئوي أو توقف التنفس (وعادة ما يكون توقفا مؤقتا)
تيارات ذات شدة أكبر من ٥٠ مللي أمبير	الرجفان البطيني (وعادة ما يكون مميتا أو قاتلا أي يسبب الوفاة)
تيارات ذات شدة أكبر من ١٠٠ مللي أمبير وحتى ٤ أمبير	تحدث بعض الرجفانات البطينية المميتة (تسبب الوفاة)
تيارات ذات شدة أكبر من ٤ أمبير	شلل الحرارة (حروق شديدة)

هناك العديد من الطرق التي تساعد في الحماية من مخاطر الكهرباء مثل استخدام القواطع الكهربائية (الكوابص)، الفيوزات ، واستخدام طرف أرضي فى الدوائر الكهربائية، واستخدام أدوات معزولة في التعامل مع الكهرباء، وارتداء الأحذية المصنوعة من مواد عازلة كهربيا. فيما يلي سوف نناقش مصادر المخاطر الكهربائية المختلفة وكيفية الحماية منها

١٣,٢ قيم وحدود الجهود الكهربية والتيارات الكهربية المميتة (التي تسبب الوفاة)

إن التعرض لمصدر جهد متردد بقيمة صغيرة في حدود ٥٠ فولتا يمكن أن يسبب الوفاة في ظل ظروف تعرض معينة و مناسبة و عموما يعتبر مرور أي تيار كهربي ذي شدة فوق ٢٥ مللي أمبير خطيرا، لأنه يمكن أن يجعل القلب يصل إلي حد الرجفان البطيني، والرجفان البطيني هو حالة توقف القلب عن العمل بسبب خلل في منظومة القلب تؤدي إلى ارتجاف البطينين بدل انقباضهما، الأمر الذي يؤدي إلى توقف الدورة الدموية ومن ثم إلى الوفاة و الذي يمكن أن يحدث بسبب التعرض لهذا التيار ولو لفترة قصيرة فى حدود ٠,٢٥ ثانية (ربع ثانية). إن التعرض لتيارات كهربائية في حدود ٧٠-٣٠٠ ميلي أمبير تسبب الوفاة الفورية ولا يمكن معها القيام بأي إسعافات أولية. وبمرور تيارات كهربائية خلال الجسم ذات قيمة أكبر من ٢٥ مللي أمبير قد لا تكون قادرة على "ترك" الأسلاك عندئذ مما قد يعظم المخاطر ويسبب الوفاة ومع الأخذ في الاعتبار أن الجلد الجاف لديه مقاومة كهربائية في حدود ١٠٠-٦٠٠ كيلو أوم والتي تنخفض إلى حدود واحد كيلو أوم عندما يكون الجلد رطبا ومع وجود جرح أو قطع في الجلد فإن المقاومة تنخفض إلى ما بين ١٠٠ و ٥٠٠ أوم. وبالتالي يزيد التيار المار خلال الجسم كلما قلت مقاومته عند التعرض لنفس الجهد ،لهذا يحتاج المرء أن يكون في غاية الحذر عندما يتعامل مع مصادر الجهد الكهربي العالية .إن مصدر الجهد المتردد العادي (١٢٠ فولت) يمكن أن يسبب الوفاة [٢٠].

١٣,٣ المخاطر الناتجة عن مكونات الدوائر الكهربائية

الدوائر الكهربائية هي عبارة عن المسار المغلق الذي تسري خلاله الشحنات الكهربية المكونة للتيار الكهربي ابتداءً من أحد أطراف المصدر الكهربي وانتهاءً إلى طرفه الآخر. وتعتبر أسلاك التوصيل والمقاومات الكهربية والملفات الحثية والمكثفات الكهربية أو الإلكترونية من المكونات الأساسية لأي دائرة كهربية والتي تحتوي عليها كل الأجهزة الكهربية والمنزلية وكل الأجهزة الإلكترونية. ويمكن لأي من مكونات الدائرة أن يكون سببا لإصابة خطيرة حيث يمكن لأي حمل أو جهاز كهربي أو مقاومة كهربية والتي تعمل بكامل طاقتها الاستهلاكية أن تسخن أو تحترق وتتسبب في اندلاع الحرائق ، أو أن ينفجر مما ينتج عنه حدوث شرارة و قوس كهربي وربما

يتطاير حطامه مسببا مخاطر كثيرة وكذلك يمكن للمكثفات الكهربائية أن تسخن أو أن تنفجر مما قد يسبب انطلاق وتطاير غلافها الخارجي والمواد الصلبة المكون منها بقوة كبيرة كافية لتدمير وإحداث إصابات بالغة وخاصة بالعين ومثل هذه المخاطر قد تنجم عندما يوصل مكثف مستقطب أو مكثف إلكتروني محدد الأقطاب بالأقطاب الكهربائية الخاطئة لمصدر جهد ، أو عند توصيله بجهد أكبر من الجهد الموصي به من المصنع والذي يتحمله المكثف . ومن المخاطر الشائعة ما يحدث عند فتح أو غلق الدوائر الكهربية التي تحتوي على ملفات حثية بطريقة مفاجئة، حيث يمكن أن يتسبب ذلك في ارتفاع كبير لقيمة الجهد اللحظي داخل الملف والذي قد يدفع القلب المغناطيسي لملف الحثي للرجفان بطريقة خاطئة، (يتوقف على ظروف التشغيل) مما قد يسبب احتراقه وتحدث المخاطر السابقة، لهذا يجب التأكد من فهم المكونات الكهربائية للدوائر قبل استخدامها والتعامل معها ، وعلاوة على كل تلك المخاطر فإن مكثفات الجهد العالي أيضا يمكن أن تسبب الوفاة إذا كانت مشحونة وتم تفريغها خلال شخص ، لذلك يجب التأكد من تفريغ مكثفات الجهد العالي قبل استخدامها أو توصيلها والتعامل معها [٢١].

١٣,٤ المخاطر الناتجة عن البطاريات

يمكن للبطاريات أن تنفجر بسبب تسريب غاز الهيدروجين شديد الانفجار من داخلها ، لذلك ينصح بعدم إحداث أي شرارة أو تقريب شيء مشتعل من البطارية. فمن المخاطر الناتجة عند التعامل مع البطاريات هو أن يسقط مفك أو مادة موصل بين طرفي البطارية مما قد يحدث شرارة وتنفجر البطارية ، وذلك يجب توخى الحذر الشديد عند استخدام أدوات معدنية حول البطاريات ويفضل أن نبقى دائما قبعة أو غطاء وقائي عاذل على القطب الموجب للبطارية لتفادي حدوث مثل تلك المخاطر وكذلك يفضل التعامل مع البطاريات في مناطق جيدة التهوية لضمان تشتت أي هيدروجين مسرب من البطارية كما ينصح بارتداء النظارات الواقية والقفازات ودائما يفضل بجعل عامل معادل ، مثل صودا الخبز، دائما متاحا عند التعامل مع البطاريات لتجنب مخاطر المادة الحمضية المكونة للبطارية [٢١].

١٣,٥ فيما يلي نوضح طرق السلامة لتفادي المخاطر الناتجة عند التعامل مع الكهرباء والأجهزة الكهربائية

أ. الأسلاك الكهربائية

لتفادي المخاطر الناتجة عن الأسلاك الكهربائية يجب مراعاة الآتي:

- عدم ربط أسلاك التوصيل وتمديدها معا للحصول على توصيلة كهربائية أطول ولكن يجب أن تكون جميع أسلاك التوصيل عبارة عن سلك واحد فقط طويل ويجب استخدامها على أساس مؤقت.
- عدم وضع الأسلاك الكهربائية والتمديدات الكهربائية على الأرض وفى أماكن يمكن للشخص أن يتعثر فيها .
- عدم استخدم الكهرباء حول المياه والأماكن المبللة.
- عند تمديد أسلاك الكهرباء يجب أن يراعي أن تكون مثبته وفى أماكن بحيث لا يمكن لأحد أن يتعثر فيها أو يصطدم بها.
- يجب التأكد من جفاف يديك والمنطقة التي تتعامل فيها مع الكهرباء قبل استخدام المعدات الكهربائية.
- عدم إقحام أو حشر أي شيء في المخارج الكهربائية (الفيش).
- عند فصل الكهرباء يجب شد أو سحب القابس وليس السلك [٢٠].

ب. الأدوات والمعدات الكهربائية

لتفادي المخاطر الناتجة من الأدوات و المعدات الكهربائية يجب مراعاة الآتي

- استخدم أدوات ذات عزل مزدوجة حيث إن استخدام أدوات غير معزولة وغير موصلة جيدة بالأرضي قد يؤدي إلى حدوث قفلة وتسريب بعض الكهرباء خلال المعدة مما قد يؤدى إلي ارتفاع درجة حرارتها و سخونتها.
- عدم استخدام معدات معيبة.
- استخدام أداة قطع التيار في الدائرة الكهربية عند حدوت خطأ في الطرف الأرضي وخاصة حول المياه.
- يجب أن توصل جميع المعدات بشكل صحيح بالطرف الأرضي.
- يجب إيقاف تشغيل المعدة وإخطار المدير المسئول عن الأمن و سلامة عند حدوث شرر أو دخان أو أي شيء غير عادي من المعدة

- عدم التعامل مع الجهد الكهربي العالي (٤٤٠ فولت تيار متردد وما فوق) ما لم تكن قد تلقيت التدريب المناسب.
- ضروري استخدام قفازات عازلة مطابقة للمعايير، ومطاط ذو سطح غير أملس مناسب ، ونظارات واقية لتجنب خطر الصدمات الكهربائية والحروق و حوادث الجهد العالي.
- يجب إغلاق التيار وقطع الدائرة على الفور إذا تم صدم شخص من الكهرباء ولا يجب لمس الضحية بينما هو على اتصال مع مصدر التيار ما لم تكن أنت معزولا كهربائيا [٢٠]

ت. اللحام

لتفادي المخاطر الناتجة عند اللحام الكهربائي يجب مراعاة الآتي

- يجب ارتداء النظارات الواقية وتلقي التدريب المناسب
- يجب توخي الحذر بحيث يتجنب حرق منضدة العمل أو حرق الأسلاك الكهرباء ، أو أي شيء آخر، بما في ذلك أصابعك.
- عدم تنفس الأبخرة الناتجة عن اللحام حيث إنه مضر للجهاز التنفسي والرئتين ، في حالة عدم وجود وسيلة لشفط البخار ، يمكن استخدام مروحة لإبعاد الأبخرة عن منطقة العمل [٢١].

ث. الآلات الدوارة

لتفادي المخاطر الناتجة عند الآلات الدوارة يجب مراعاة الآتي

- يجب أن يكون لجميع الآلات الدوارة حجاب امان مركب في مكانه الصحيح .
- يجب تجنب التواجد بجوار الآلات الدوارة بشعر طويل غير ملفوف أو مجوهرات، ودلايات علاقة وقفازات أو غيرها من الملابس الفضفاضة وذلك لتجنب تعلق هذه الاشياء بها .

ج. المعدات الكهربائية الأخرى

لتفادي المخاطر الناتجة عند المعدات الكهربية يجب مراعاة الآتي

- يجب دائما تشغيل المعدات والأجهزة الكهربية وفقا لكتيب ودليل التشغيل المرافق لها ومراعاة تحذيرات الحماية والسلامة والأمان. تحت أي ظرف من الظروف لا يجب إزالة أغطية الوقاية والحماية للأجهزة. إذا كان هناك خلل أو عطب في أي معدة أو جهاز لا تحاول إصلاح ذلك بنفسك ولكن استدع الفني المختص.
- يجب التأكد من فصل جميع المعدات والأجهزة الكهربائية من المصادر الكهربائية قبل مغادرة الغرفة [٢١].

١٣. دليل السلامة من مخاطر المجالات المغناطيسية

سوف نناقش في هذا الجزء ملخص وأساسيات السلامة من المجالات المغناطيسية وكذلك التأثيرات البيولوجية للمجالات المغناطيسية و حدود التعرض الآمن لها. يعد هذا الدليل مفيدا لجميع مستخدمي الأجهزة والمعدات المصممة لتوليد المجالات المغناطيسية سواء الثابتة أو المتغيرة مع الزمن مثل التصوير بالرنين المغناطيسي وجهاز الوسيط البيني الكمي فائق التوصيل. إن أي من الأجهزة التي تولد مجالا مغناطيسيا يجب أن يكون معزولا ليقلل من مستويات المجال المغناطيسي إلى حد كبير. لاحظ أن المعدات الكبيرة التي بها موتورات قد تولد مجالات مغناطيسية تتجاوز حدود السلامة. [٢٢]

الآثار الفيزيائية للمجالات المغناطيسية المتغيرة

إن تأثيرات المجالات المغناطيسية المترددة أو التي تتغير مع الزمن مماثلة لتلك التي تأتي من مجالات ثابتة مع وجود بعض الاختلافات الرئيسة. أولا: قد يتولد تيار كهربائي عندما يتواجد موصل في مجال مغناطيسي متغير حيث إن جسم الإنسان موصل و يوجد به دم متحرك فإن تيارات صغيرة يمكن أن تتولد عند تأثر الجسم بمجال مغناطيسي وهذه التيارات المتولدة يمكن أن تحدث اضطرابا في عمل منظم ضربات القلب مثلاً. وكقاعدة عامة فإن واحد تسلا/ثانية يمكن أن يولد في الجسم تيارا مقداره واحد ميكرو أمبير/ سنتيمتر مربع. وعند هذا المستوى من المجال أو أقل فإنه لم يرصد أي تأثيرات بيولوجية بعد. يعد التأثير الرئيسي للمجالات المغناطيسية المتغيرة هو توليد تيارات مستحثة ، هذه التيارات المستحثة من المجال المغناطيسي يمكن أن تسبب تسخينا في مكان تأثير المجال و زيادة مقاومة الجسم للتسخين القادم من المجال في مكان تأثيره في الجسم يمكن أن يسبب حروقا . وهذا يرجع إلى مدى الترددات الراديوية من المجالات المتغيرة. إن الحمل الحراري لجسم الإنسان من الجو المحيط عند الراحة هو حوالي ١ 2- واط / كجم[22] .

الآثار البيولوجية و تأثيرات أخرى للمجالات المغناطيسية الثابتة

يثار كثير من الجدل حول قدرة المجالات الثابتة فى التسبب فى السرطان وغيره من الآثار البيولوجية . و بناء على بيانات من استخدام التصوير بالرنين المغناطيسي فإن المجالات الثابتة قد تتسبب في تأثير صغير على نتائج الصورة الكهربائية البيانية للقلب . والسبب فى ذلك هو تفاعل الدم المتحرك مع المجال المغناطيسي في القلب و يكون التأثير أقل ما يمكن عند مجالات أقل من ٢ تسلا.[22]

التأثيرات البيولوجية وتأثيرات أخرى للمجالات المغناطيسية المتغيرة

هناك تأثير مثير للاهتمام والذى يحدث فقط عند المجالات العالية جدا (على سبيل المثال أكبر من ٤ تسلا) هو magnetophosphenes حيث يمكن رؤية ومضات ضوء عندما تتحرك العين في مجال قوي جدا ويعتقد بأن التيار المستحث في العصب البصري يسبب هذا التأثير ويرتبط هذا التأثير بكثافات تيار في مدى حوالى ١٧ ميكرو أمبير لكل سنتيمتر. ولم يتم الإبلاغ عن magnetophosphenes عند مجالات بقيم ١,٩٥ تسلا أو أقل و فقط عند ٤ تسلا بنظام نظام التصوير بالرنين المغناطيسي التجريبي.

- على وجه التحديد عند ٦٠/٥٠ هرتز، قد تم الإبلاغ عن آثار طفيفة عند ٠,٥ – ٥ مللي تسلا.
- عند ٥ – ٥٠ مللي تسلا فإن بعض الآثار على النظام البصري والجهاز العصبي قد ذكرت.
- عند ٥٠ – ٥٠٠ مللي تسلا فإنه قد ذكر تحفيز للأعصاب والأنسجة العضلية
- وأعلى من ٥٠٠ مللي تسلا فإن التيارات المستحثة يمكن أن يخل بإيقاع القلب أو يسبب الرجفان البطيني . و كل هذه الآثار تسببها التيارات المستحثة.
- و أيضا عند ٦٠/٥٠ هرتز لم يكن هناك ارتباط إيجابي بين ثبوت السرطان أواللوكيميا والمجالات المغناطيسية .وتشير بعض الدراسات لوجوده و بعضها لا تظهر علاقة ولكنها جميعا تستند إلى تحليلات إحصائية . [٢٣]

١٤,٢ حدود التعرض الخطر للمجال المغناطيسي

لأنه لا توجد حدود تنظيمية والكثير من البيانات البيولوجية غير واضحة، فإن اكثر حدود التعرض الآمن للمجالات المغناطيسية المستخدمة تكون من المنظمات المعترف بها . وفى الغالب تأتى قيم التعرض الآمن للمجالات المغناطيسية أساسا من المؤتمر الأمريكي لعلماء الصحة الصناعية الحكوميين (ACGIH) [24].

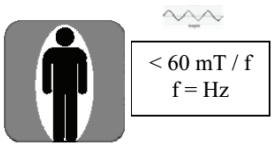
المجالات الثابتة

يجب ألا يتجاوز التعرض المهني الروتيني ٦٠ مللي تسلا إلى الجسم كله بمتوسط ثماني ساعات يوميا.

يجب ألا يتجاوز التعرض المهني الروتيني ٦٠٠ مللي تسلا لأى جزء من جسم الإنسان بمتوسط ثمانية ساعات.

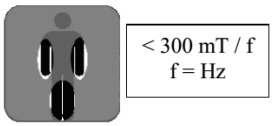
القيمة القصوى في أي وقت يجب أن تكون ٢تسلا لكل الجسم و تكون ٥ تسلا لجزء من أجزاء الجسم. و بالنسبة لمستخدمي منظم ضربات

القلب أومن يوجد بجسدهم مادة مغناطيسية مزروعة فلا تتجاوز التعرض للمجال المغناطيسي ٠,٥ تسلا في أي وقت

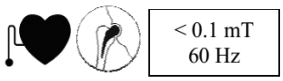


المجالات المتغيرة

المجالات عند تردد ١ هرتز أو أقل تعتبر ثابتة. عند ١ هرتز إلى ٣٠٠ هرتز فإن القيمة القصوى يجب ألا تتجاوز ٦٠٠ مللي تسلا / تردد ، الأذرع و الأرجل ٣٠٠ مللي تسلا / تردد ، الأكف و الأقدام ٦٠٠ مللي تسلا / تردد.



عند ٦٠/٥٠ هرتز تحديدا فإن التعرض المهني لمدة ثانية ساعات هو ٠,٥ مللي تسلا



لمستخدمي جهاز تنظيم ضربات القلب عند تردد ٦٠ هرتز فإن الحد الأقصى هو ٠,١ مللي تسلا.

من ٣٠٠ هرتز إلى ٣٠ كيلو هرتز ن القيمة القصوى لكل الجسم أو جزء منه يجب ألا يتجاوز ٠,٢ مللي تسلا.

.حدود التعرض للمجالات المغناطيسية المسموح بها في الأماكن العامة

إن حدود الأماكن العامة هي أقل من ٠,٥ مللي تسلا للمجالات الثابتة و أقل من ٠,١ مللي تسلا للمجالات المتغيرة.

١٤,٣ اعتبارات السلامة العامة

الأجسام المغناطيسية

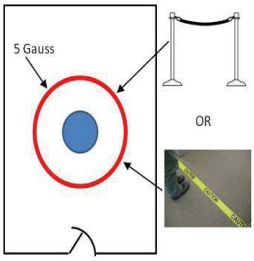
لا تدخل أي مادة مغناطيسية منطقة العمل التي بها مجالات مغناطيسية.

لا نقلل من تأثير وقوة المجال المغناطيسي حيث سيكون هناك زيادة كبيرة و سريعة في قوة المجال وخاصة عندما تقترب من المصدر المغناطيسي.

تأكد من أن المغناطيس الذى معك لن يولد منطقة خطر و ألا يلحق الضرر بالمعدات خارج منطقة العمل الخاصة بك[23] .

نشرات وعلامات مطلوبة

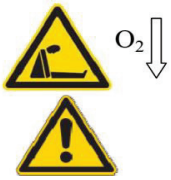
مطلوب علامة تحذير ليتم نشرها في مدخل المختبرات أو المسافات التي تتجاوز فيها المجالات المغناطيسية الحدود المسموح بها.



يجب أن تكون هناك إشارة إلى الحد أو البعد الذى عنده تكون شدة المجال ٠,٥ مللي تسلا حول المغناطيس. و على سبيل المثال، يمكن استخدام خط مرسوم ، شريط موضوع ، سلسلة، الحبل، أو سياج.

يجب إزالة أي شيء قد يعيق الخروج من المنطقة المغناطيسية في حالة وقوع أي حالة طوارىء .[٢٣].

دليل السلامة من مخاطر التبريد الفائق ومعداته



N_2 = -196°C

He_2 = -269°C

- المغناطيسات فائقة التوصيل على سبيل المثال تستخدم الهيليوم السائل و/ أو النيتروجين السائل لكي تعمل مما يولد بها قلقا إضافيا من إجراءات السلامة عند التعامل معها بسبب السوائل فائقة التبريد.
- عند التعامل مع هذه المواد يجب أن نرتدى نظارات واقية وقفازات تستخدم مع المواد فائقة البرودة لنحمى جسمنا.
- إن التعرض لفترات طويلة لبخار الهيليوم يمكن أن يسبب قضمه الصقيع (frostbite). وهو مرض يؤذى الجلد وما تحته من أنسجة نتيجة التعرض للبرودة الشديدة أي لدرجة حرارة تتراوح بين(-٤ و - ٢) درجة مئوية ، أما أجزاء الجسم الأكثر تعرضاً لذلك فهي الأطراف والأصابع والأنف والأذن
- في بعض المختبرات أو مساحات معينة فإن الأوكسجين قد يهرب بسبب درجة الحرارة المنخفضة ويكون ذلك مصدر قلق بالغ وخطورة كبيرة حيث إن النسبة الآمنة بين حجم الهليوم وهو في صورة غازية وحجمة وهو في صورة سائلة هي ١/٧٠٠ و١/٦٩٥ للنيتروجين المسال ،ولذلك فإن التعرض واستنشاق غاز خامل فقط دون الأوكسجين لمدة ٥ -١٠ ثوان تكون كافية لحدوث فقدان الوعي.
- إن التعرض الطويل لغاز خامل سوف يسبب الاختناق والموت.

- قد تكون هناك حاجة لرصد الأوكسجين في البيئات شديدة البرودة أو عند التعامل مع الغازات المسالة .

- يجب اتخاذ احتياطات إضافية عند التعامل مع السوائل فائقة البرودة.
- الاستخدام السليم لمعدات الحماية الشخصية.
- ارتداء الملابس التي تغطي الأذرع و الأرجل.
- ارتداء القفازات التي تستخدم مع المواد فائقة البرودة تحت الأكمام.
- ارتداء نظارات السلامة وواق للوجه.
- ارتداء أحذية ضد الانزلاق و مغلقة ومؤزرة.
- استخدام الحاويات المصممة خصيصا، للتخزين ، والنقل، والتوزيع للسوائل فائقة البرودة

عند العمل في الداخل، تأكد من التهوية الكافية لمنطقة توزيع المواد فائقة البرودة عند نقل كمية كبيرة من السوائل فائقة البرودة في مصعد، تأكد من أنه يوجد بالمصعد الموجود به الحاوية ركاب و أن لا يستخدم أحد المصعد خلال النقل. لأنه في حالة انقطاع التيار الكهربائي فإن أحد الركاب يمكن أن يحاصر في مكان ضيق من المصعد مع المادة فائقة البرودة و يمكن أن تتبخر كميات مفرطة منها وتحل محل الأوكسجين . [25]

١٦. دليل السلامة من الإشعاع

إن مهمة برنامج السلامة من الإشعاع (ALARA) هي توفير ظروف آمنة للاستخدام السليم للإشعاع ، و للحفاظ على تحقيق أقل جرعات تعرض للإشعاع.

الإشعاع هو الطاقة المنتشرة في الفضاء ويمكن أن يكون فوتونات أو جسيمات .و الإشعاعات المؤينة هي كل الأشعة ذات طاقة ٣ إلكترون فولت أو أكثر ويكون لها مخاطر شديدة على الإنسان و قد تؤدي إلى تلف التركيب الكيميائي للخلايا الحية .و بمعنى آخر فإن الأشعة المؤينة هي أشعة ذات طاقة كافية لتحرير الإلكترونات من الذرات أو الجزيئات من المواد عند مرورها خلالها. [٢٦]

١٦,١ مخاطر الإشعاع

إن نوع وسمك المواد اللازمة لتكون بمثابة حاجز فعال أو درع واقي حول مصدر الإشعاع المؤين يختلف كثيرا ويعتمد في الأساس على نوع الإشعاع المؤين. فمثلا جسيمات بيتا هي سيل من الإلكترونات والتي يمكن إيقافها بواسطة طبقة رقيقة من البلاستيك والزجاج والخشب والمعدن أو معظم المواد المعروفة الأخرى .بينما الأشعة السينية وأشعة جاما لا تحتوي على جسيمات وهى فقط موجات كهرومغناطيسية يمكن أن تخترق بسهولة معظم المواد، ما لم يتم حجزها من قبل حاجز رصاص سميك بما فيه الكفاية. [٢٦]

إن الإشعاع المؤين قادر على إحداث آثار بيولوجية على الصحة و التي تصنف إما بالقطعية (يمكن التنبؤ بها للفرد) (deterministic) أو عشوائية (عشوائي في المجموعة المعرضة) (stochastic).

الآثار القطعية:

هناك جرعة حدية و التي تحدث الآثار عند قيم أعلى منها، ولكن شدة مخاطرها تعتمد على جرعة التعرض .ومخاطر جرعات التعرض العالية تشمل فقدان الشعر، تلف الجلد وإعتام عدسة العين، وتشوهات خلقية.

الآثار العشوائية

من المفترض أن يكون لها قيمة عتبة صفرية ،وترتبط احتمالية الإصابة بالجرعة للتعرض وتشمل المخاطر الإصابة بالسرطان والضرر الوراثي. [٢٦]

الآن دعنا نناقش كيف يمكنك الكشف عن أنك كنت قد تعرضت لجرعات زائدة؟ إن أعراض التعرض للإشعاع تتلخص في الجدول التالي:

الجدول ٧. أعراض التعرض للإشعاع

الجرعة (م س)*	الأعراض
٢٥-٠	لا يوجد تأثير ملحوظ
٥٠-٢٥	تغييرات طفيفة مؤقتة بالدم
١٠٠-٥٠	مرض ممكن وقيء وانخفاض في عدد كريات الدم البيضاء
٣٠٠-١٥٠	خطر متزايد مما سبق مع فقدان الشهية
٥٠٠-٣٠٠	قد تحدث وفاة
أكبر من ٥٠٠	تظهر الأعراض فورا وتحدث الوفاة

*لاحظ أن الجرعة الممتصة ، راد (RAD): رونتجن (جرعة الرونتجن الممتصة) = امتصاص 100 ergs من الطاقة من أي إشعاع في واحد جرام من أي مادة .والرونتجن (R) =كمية أشعة إكس أوجاما التي تنتج تأينا يؤدى إلى وحدة شحنات إلكتروستاتيكية في واحد سنتيمتر مكعب من الهواء الجاف .وفي كثير من الأحيان تقيس الأجهزة معدل التعرض بمللي راد لكل ساعة. وعلاوة على ذلك، فإن الجرعة المكافئة البيولوجية (**Roentgen equivalent man, Rem**)، ما يسمى ريم = (جرعة بوحدة الراد مضروبة في معامل الكفاءة أو الجودة.)

١٦,٢ مسؤوليات لجنة السلامة من الإشعاع

- الإلمام بجميع القوانين واللوائح ذات الصلة وبنود كافة التراخيص والتعديلات، و طلبات الترخيص والتصاريح.
- التحقيق فى التعرض الزائد للإشعاع ، والحوادث، والانسكابات والتسريبات والخسائر والسرقات، وإيصالات غير مصرح بها، والاستخدامات، و النقل والتخلص من النفايات، والانحرافات الأخرى عن إجراءات السلامة المصدق عليها وتنفيذ الإجراءات التصحيحية عند الضرورة.

- الإشراف على جميع الاستخدامات للمواد المشعة ومعدات توليد الأشعة والتي تتضمن أجهزة الأشعة السينية لدراسة البلورات ، ومعدات وميض الأشعة السينية، المجاهر الإلكترونية، مصادر النظائر المشعة ومصادر ألفا، بيتا، و جاما ، ومطيافات الموسباور.
- رصد برنامج السلامة من الإشعاع للحفاظ على الجرعات الفردية والجماعية.
- مراجعة الموافقة أو الرفض لأي مستخدم مقترح بناء على أسس السلامة والتدريب والخبرة.
- مراجعة اعتماد أو رفض لأي استخدام مقترح للمواد المشعة.
- التأكد من أن معدات توليد الإشعاع تستخدم فقط لتلك الإجراءات التي صممت من أجلها.
- .مراجعة سجلات التعرض للإشعاع المهنية كل ثلاثة أشهر لجميع الأشخاص الذين يتعاملون مع المواد المشعة، تنبيه الأفراد أو المجموعات الذين لديهم معدل تعرض مهني عالي.
- مراجعة فصلية (كل ثلاثة أشهر) لحوادث المواد المشعة فيما يتعلق بأسبابها والإجراءات اللاحقة التي اتخذت.
- مراجعة محتوى البرنامج السلامة من الإشعاع وتنفيذه سنويا، بما في ذلك دراسة السجلات والتقارير.
- تقييم مدى ملاءمة المرافق والمعدات اللازمة لتطبيقات محددة، وضمان أن يتم استخدام أي معدات من هذا القبيل بأمان.
- وضع برنامج للتأكد من أن جميع الأفراد الذين يعملون مع أوفي منطقة مجال المواد المشعة يتبعون جميع القوانين و التعليمات والتراخيص المعمول بها بشكل صحيح وكما هو مطلوب.
- الترخيص بشراء المواد المشعة، والتخزين الآمن للمواد المشعة، وحفظ سجل مخزون المواد المشعة، والاستخدام الآمن للمواد المشعة، اتخاذ الإجراءات المناسبة في حالة فقد أي مادة مشعة، وأداء مسح إشعاعي دوري، والتخلص الآمن من المواد المشعة.
- تدريب العاملين الذين يعملون في المناطق التي تستخدم بها أ وتخزن فيها المواد المشعة أو معدات توليد الإشعاع.
- إذا كان مقياس الجرعات يشير إلى تجاوز مستوى الإشعاع لشخص ما، فإنه يتم إرسال إخطار لهذا الشخص ويتم مراقبة جرعاته الإشعاعية عن كثب لمدة عام . ويقوم موظفو قسم السلامة من الإشعاع بمناقشة ذلك الشخص لطرق الحد من الجرعات التي يتعرض لها.
- الحفاظ على تحديث قائمة برنامج السلامة من الإشعاع و معدات توليد الإشعاع والغرف حيث تستخدم أو تخزن مواد مشعة أو معدات توليد إشعاع و أيضا أسماء الموظفين الذين قد يستخدمون هذه الأجهزة والمواد.

●السماح فقط للأفراد الذين تدربوا على استخدام المواد المشعة أو أجهزة توليد الإشعاع بالتعامل معها والتأكد من أن هؤلاء الموظفين يتبعون معايير السلامة المعمول بها. [٢٦]

١٦,٣ قواعد عامة للمستخدمين المرخص لهم بالتعامل مع المواد المشعة أو معدات توليد الإشعاع

●فهم معنى للحفاظ على تحقيق أقل جرعات تعرض للإشعاع ALARA والحاجة للحفاظ على تحقيق أقل جرعات تعرض للإشعاع التعرض لجميع الأفراد التي يشرف عليهم.

●ارتداء معاطف مختبر أو غيرها من الملابس الواقية وقفازات في كل الأوقات في المناطق التي تستخدم فيها مواد مشعة أ ومعدات توليد الإشعاع.

●يجب رصد اليدين والقدمين للتلوث في منطقة خلفية منخفضة باستخدام أداة المسح المناسب، اما بعد كل إجراء أو قبل مغادرة منطقة العمل.

●استخدام وسائل العزل المناسبة للحد من التعرض للإشعاع.

●لا تأكل، ولا تخزن المواد الغذائية والمشروبات ولا تشرب السجائر، ولا ترتد العدسات اللاصقة ، و لا تستخدم مستحضرات التجميل في أي منطقة يتم فيها استخدام أو تخزين المواد المشعة.

●ارتد دائما أجهزة رصد الأفراد، كلما لزم الأمر، في جميع الأوقات في المناطق التي تستخدم أو تخزن بها المواد المشعة.

●ارتد مقاييس الجرعات (شارات)، كلما لزم الأمر، عند التعامل مع المواد المشعة.

●التخلص من النفايات المشعة فقط في الأوعية الملائمة الصحيحة و المحمية.

●الأفراد الذين يتعاملون مع المصادر المختومة يجب أن ترتدي مقيس جرعات الأصابع بالإضافة إلى مقاييس الجرعات للجسم كله.

●يجب تدريب المشتغلين واعتمادهم لاستخدام معدات إنتاج الأشعة.

●ينبغي أن تستخدم معدات الوقاية الشخصية، بما في ذلك أغطية الرصاص ونظارات الرصاص الأمنة، حسب الحاجة و ما هو ملائم . إن أغطية أو مرايل الرصاص يجب ارتداؤها عند الوقوف في مدى ستة أقدام من معدات توليد الأشعة.

●تقليل التعرض للإشعاع للمستخدمين، ومجتمع الجامعة والبيئة و الجمهور العام.

●التأكد من استخدام مقياس الجرعات ويجب إرجاعه في الوقت المحدد.

●الحفاظ على سجلات شراء واستلام واستخدام، والتخلص من المواد المشعة.

●تقليل النفايات المشعة والتأكد من تعبئتها وتغليفها بالشكل الصحيح.

●إخطار موظفي برنامج السلامة من الإشعاع على الفور في حال وجود أي حالة طوارئ إشعاعية.

●التوافق مع سياسات الجامعة التي تنظم استخدام المواد المشعة و التعامل مع أجهزة توليد الأشعة ومع القوانين واللوائح والتراخيص المعمول بها.

●لا يسمح لأحد تحت سن الرابعة عشرة من دخول أي مختبر بالجامعة (إلا إذا كان يحضر جولة أو رحلة ميدانية مع رصد محكم له مع تقليل أي مخاطر محتملة).

●قبل تنفيذ أي عملية مع كميات من المواد المشعة التي قد تؤدي إلى تعرض إشعاعي خارجي أو داخلي كبير، يجب على المستخدم النظر في استخدام كل التدابير الممكنة من أجهزة تناول المواد بالتحكم عن بعد، والتهوية الملائمة ، والتدريع، الخ

●ممنوع الأكل والشرب والتدخين، وتطبيق مستحضرات التجميل، واستخدام العدسات اللاصقة أو تخزين أو إعداد الطعام في أي مكان حيث تستخدم أو تخزن المواد المشعة.

●العاملات الحوامل يجب أن يعلن حملهن (خلال ٨ إلى ١٥ أسبوع من الحمل) حيث إن الأجنة حساسة جدا للمواد المشعة.

●الحد من وقت التعرض، وزيادة المسافة من المصدر، وتقديم الدروع.

●يجب أن يتم تنفيذ الأعمال التي قد تؤدي إلى تلوث الأسطح بحيث يتم تقليل احتمالية توليد أي نفايات مشعة.

●يجب رصد تلوث أسطح العمل والموظفين قبل وأثناء و بعد التعامل مع المواد المشعة.

●أيا كان هناك أي احتمال لتسرب مواد مشعة لشخص أو ملابسه، فانه يجب أن يكون الشخص والملابس مراقبة ويتم تطهيرها في أقرب وقت ممكن.

●بعد العمل مع المصادر غير المغلقة من المواد المشعة، ينبغي رصد اليدين وغسلهما قبل مغادرة المختبر، وقبل تناول الطعام أو التدخين.

●يجب أن يتم تخزين المواد المشعة في حاويات مغطاة ومكتوب عليها بوضوح اسم الشركة ، اسم المواد المشعة، وتاريخها، ونشاطها الإشعاعي و مستواه.

●عند نقل المواد المشعة بين المختبرات والمباني، يجب استخدام حاويات محمية ضيقة و قوية.

●ممنوع نقل المواد المشعة في السيارة الشخصية أوفي وسائل النقل العام . [٢٦]

١٦,٤ التصديق على استخدام الإشعاع في البحوث

إن أي فرد في مؤسسات الجامعة يرغب في شراء أو استعمال أو العمل مع المواد المشعة أو الأجهزة المولدة للإشعاع يحتاج إلى إذن رسمي خطي من لجنة السلامة من الإشعاع المعمول بها قبل أي نشاط من هذا القبيل .إن الهدف من عملية الترخيص هو هي ضمان أن الفرد لديه الخبرة والتدريب الملائمين للقيام بذلك النشاط .و بمجرد الموافقة على ذلك فإن الشخص يكون مسئولا عن السيطرة على كل المواد المشعة وأجهزة توليد الإشعاع التي يتضمنها التصريح من وقت

استلام حتى نقل المواد إلى مكتب برنامج السلامة من الإشعاع كنفايات، أوشحن المواد إلى موقع آخر أو نقلها إلى مستخدم آخر معتمد ولديه التصريح بالتعامل مع المواد المشعة. [٢٦]

١٦,٥ إجراءات طوارئ تسريب لمواد مشعة

في حال وجود تسرب كبير ما العمل الذي ينبغي اتخاذه؟ عند حدوث تسرب، فينبغي توجيه الجهود إلى التقليل من تعرض الأفراد للتلوث و إيقاف انتشار التلوث.

الإجراءات

١. إخلاء جميع العاملين غير الأساسيين، وضمان عدم وجود أحد في المنطقة المصابة ولو كانت منطقة غير نشطة.

٢. إيقاف كافة العمليات التي، إذا ما استمرت، من شأنها أن تزيد من التلوث.

٣. منع انتشار تلوث الأنسجة باستخدام ورق ماص.

٤. إعداد عائق حول المكان و تحذير الآخرين ومنعهم من دخول المنطقة الملوثة.

٥. إزالة الملابس الملوثة ووضعها في كيس من البلاستيك.

٦. إزالة التلوث من الأشخاص المشاركين في عملية التسرب.

٧. إخطار مستشار الحماية من الإشعاع ومشرف إدارة الإشعاع. [٢٧]

ما هو الإجراء الذي ينبغي أن يؤخذ مع الشخص الذي تم تطهيره من الاشعاع؟

١. الملابس- يجب إزالة الملابس الملوثة في أقرب وقت ممكن وبحرص شديد.

٢. الاغتسال -عندما يشتبه بحدوث مستوى تلوث عال لأي جزء من الجسم، فإنه يجب أن لا يسمح بأخذ حمام أو دش للمناطق المتضررة حتى يتم تم تطهيرها.

٣. اليدان والذراعان- أولا : يجب غسل الأيدي مرارا وتكرارا مع كميات كبيرة من الصابون

والمياه الجارية، مع الاهتمام الشديد بالأظافر.

٤. الشعر- يجب استخدام شامبو فعال، أو إذا كان الصابون EDTA ضروريا، فينبغي أن يستخدم كميات مياه كبيرة

لضمان إزالة التلوث وانه لم يبق شعرا في الأذنين أو على الوجه.

٥. الوجه- مطلوب رعاية كبيرة للوجه عند تلوثه للتأكد من أن السائل النشط لا يلمس الشفتين أو دخل للعينين. حاول استخدام صابونEDTA ، المخفف بديكون ٩٠.

٦. العيون – يكون هناك حمام عيون لغسل العينين بمحلول ملحي أو المياه النقية.

٧. الفم والشفتان- يغسلان بالماء ومحلول ملحي.

٨. الجروح- إذا ما كان هناك جرح قطعي في الجلد الواقع في منطقة التلوث الإشعاعي، فإنه يتم غسله مباشرة بماء الصنبور.

٩. استنشاق - إذا اشتبه في استنشاق ملوثات نووية فإنه يجب أن يتم إبلاغ المستشار الطبي ومستشار الحماية من الإشعاع.

١٠. رصد الجلد والملابس – يجب أن يكون الرصد المناسب للنظائر المستخدمة متاحا بسهولة في جميع المختبرات باستخدام النظائر المشعة. [٢٧]

ما هو الإجراء الذي ينبغي أن يؤخذ مع المناطق التي يتم تطهيرها من الإشعاع؟

١. الخشب- التلميع القوى بديكون المخفف ٩٠.

٢. زجاجيات- استخدام محلول كبريتيك الكروم (حامض الكروم وحمض الكبريتيك).

٣. معدن الفولاذ المقاوم للصدأ- التلميع أو حمض الكبريتيك

٤. الصلب والسبائك الخفيفة- حمض الكبريتيك مع مثبطات.

٥. الحديد: حمض النيتريك/ فلوريد الصوديوم، و مزيل الصدأ.

٦. البلاستيك -EDTA، ديكون ٩٠ مخفف. [٢٧]

١٧. دليل السلامة لليزر

تستخدم المعاهد التعليمية ومختبرات الأبحاث مجموعة واسعة من أجهزة الليزر .ولذلك، كان من المطلوب توفير التوجيه المعقول والمناسب للاستخدام الآمن لليزر من خلال تقييم وتقليل المخاطر المرتبطة بأشعة الليزر في بيئات العمل. ضوء الليزر يختلف عن الضوء العادي في تركز الكثير من طاقتها على منطقة صغيرة. إن القلق الأبرز للسلامة مع الليزر هو احتمال الضرر من التعرض لشعاع الليزر. طبيعة الضرر ومستوى العتبة لكل نوع من الإصابات التي

يمكن أن تحدث، نتيجة التعرض لليزر، تعتمد على معاملات الشعاع :الطول الموجي، اتساع الشعاع، ومدة التعرض. بالنسبة لليزر النابضي، تشمل المعاملات طول النبض ومعدل تكرار النبضة[28].

١٧,١. مخاطر الليزر

مناطق الأضرار الرئيسة هي العينان والجلد. ضرر شعاع الليزر يمكن أن يكون حراريا، وصوتيا، وضوئيا.

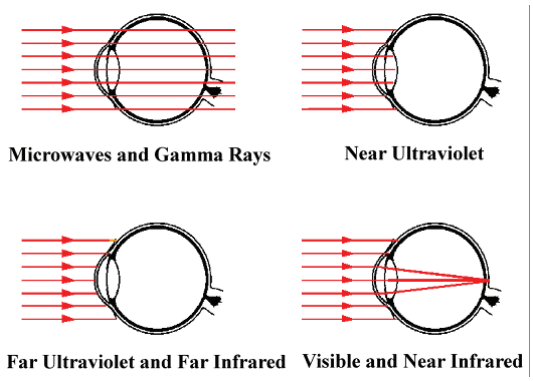
إصابات العين

تركيز العين العادي لشعاع الليزر ينتج عنه تضخيم للشعاع بما يقارب ١٠٥ و لذلك فإن دخول شعاع بكثافة قدرة ١ ملي وات/سم٢ ينتج عنه تعرض الشبكية لما يعادل ١٠٠ وات/سم٢. إن التأثير الأكثر احتمالا عند تعرض العين لشعاع الليزر هو الحرق الحراري الذي يدمر أنسجة الشبكية. و حيث إن انسجة الشبكية لا تتجدد، لذلك فإن ضرر الليزر يكون دائما . عندما يدخل ضوء الليزر ذي الأشعة تحت الحمراء للعين يتم امتصاص جزء كبير من الضوء في العدسة. واعتماداً على مستوى التعرض، قد يسبب حرقا حرارياً مباشرا.

لا تركز ضوءا أقل من ٤٠٠ نانومتر على شبكية العين لأن التأثير يتراكم على مدى أيام. إذا انبعث ضوء الأشعة فوق البنفسجية من ضوء مضخم أو ضوء أزرق نتيجة التفاعل مع هدف ما ، يجب اتخاذ احتياطات إضافية. عندما يدخل ضوء ليزر الأشعة فوق البنفسجية للعين، يتم امتصاص جزء كبير منه في عدسة العين وتبعا لمستوى التعرض، وهذا قد يتسبب في الإصابة بإعتام عدسة العين على مدى سنوات.

نبضات الليزر لمدة أقل من ١٠ ميكروثانية تستحث موجة تصادمية في أنسجة الشبكية وتسبب تمزقا في أنسجتها وهذا ضرر دائم، كما هو الحال عند حرق شبكية العين. الضرر الصوتي هو في الواقع أكثر تدميرا من الحروق الحرارية. وعادة ما يصيب الضرر الصوتي منطقة أكبر من شبكية العين، وعتبة طاقة التأثير أقل بكثير.

القرنية والملتحمة هي الأنسجة المحيطة بالعين ويمكن أيضا أن تتضرر من جراء التعرض لضوء الليزر. الأضرار التي تلحق بالقرنية والملتحمة عادة ما يحدثها ليزر ذو قدرة عالية عن تلك التي تحدث تلفا في الشبكية. وبالتالي، فإن هذا يصبح فقط مصدر قلق لتلك الموجات التي لا تخترق إلا شبكية العين (أي الأشعة فوق البنفسجية والأشعة تحت الحمراء). لأنه لا ينطوي على التضخيم من قبل العدسة، ويمكن أيضا أن يكون سببا لإصاباته هو ضوء منتشر. ويشير الشكل التالي إلى تأثير الضوء على أجزاء مختلفة من العين اعتمادا على الطول الموجي. [٢٨]



إصابات الجلد

١. الأشعة فوق البنفسجية--أ (0.315 µm-0.400 µm) يمكن أن تسبب فرط تصبغ وحمامي.

٢. التعرض في نطاق الأشعة فوق البنفسجية هو الأكثر ضررا على الجلد. بالإضافة إلى الإصابة الحرارية الناجمة عن الطاقة فوق البنفسجية، هناك احتمال التسرطن الإشعاعي من الأشعة فوق البنفسجية – ب (0.280 mm - 0.315 mm) بشكل مباشر على الحمض النووي أومن آثار محتملة على الفيروسات داخل الخلايا المسببة للسرطان.

٣. التعرض للأشعة فوق البنفسجية أقصر-ث (0.200 µm-0.280 µm) ومدى أطول للأشعة فوق البنفسجية-أ يبدو أقل ضررا على جلد الإنسان. يتم امتصاص الموجات الأقصر في الطبقات الميتة الخارجية من البشرة (الطبقة القرنية) و إذا تم التعرض لمستويات مفرطة من الموجات الأطول فيكون لها تأثير الصباغ السواد الأولي تليها حمامي.

٤. التعرض للضوء المرئي و ١ أو الأشعة تحت الحمراء يمكن أن يسبب الحروق الحرارية [٢٨]

تصنيفات أخطار الليزر

يتم استخدام إجراءات تقييم المخاطر على أساس قدرة شعاع الليزر لإحداث الضرر البيولوجي للعين أو الجلد أثناء الاستخدام المقصود، ويرتبط بتصنيف نظام ليزر أو ليزر من الفئة ١، و الذي يعتبر غير خطير، إلى الدرجة ٤، خطرة جدا. الليزرات أو أنظمة ليزرات هي معتمدة من قبل الشركة المصنعة لفئة المخاطر المحددة وفقا للمعيار الاتحادي لأداء منتج الليزر.

- أهم معيار ستستخدمه في تطبيق تدابير الرقابة على سلامة الليزر هو تصنيف المخاطر المعينة من قبل الشركات المصنعة على التسميات. مطلوب ضوابط معينة لكل فئة (باستثناء الفئة ١) أدرجت أدناه:
- الفئة ١ (الليزر معفاة) التي لا يمكن تحت ظروف التشغيل العادية أن تبعث مستوى خطرا من الإشعاع الضوئي. و تشمل هذه الفئة معدات المختبرات التي تستخدام الليزرات لجميع المسارات والانعكاسات المغلقة لحزمة شعاع الليزر،
- الفئة ٢، أو جهاز الليزر المرئي ذي الطاقة المنخفضة 1 mW ، ليس لديها ما يكفي من القوة لجرح شخص عن طريق الخطأ، ولكن قد تصيب العين عندما يحدق بها لفترة طويلة. يجب وضع علامة التحذير علي الجهاز. العديد من أجهزة ليزر الهليوم نيون هي من الفئة ٢ ولكن ليس كلها. وتستخدم هذه الليزر لإجراءات المحاذاة والتجارب البصرية.
- ليزرات الدرجة A٣ التي هي بمدى قدرة من 5 - 1 mW، لا يمكن أن تصيب الشخص العادي عندما ينظر بالعين المجردة ولكن قد تتسبب في الإصابة عندما يتم تجمع الطاقة في العين كما هو الحال مع مناظير. تقع معظم المؤشرات الليزرية ضمن هذه الفئة. علامة الخطر أو الحذر يجب أن توضع على الجهاز اعتمادا علي إشعاعيتها.
- الليزرات فئة B٣ ٥ التي هي بمدى قدرة من 500 - 5 mW يمكن أن تنتج إصابة العين عند النظر إليها من دون حماية للعين. هذا النوع من الليزر يتطلب وضع علامة خطر عليه ويمكن أن يكون له انعكاسات خطيرة. مطلوب حماية العين عند التعامل مع هذه الفئة.
- ليزرات الفئة ٤ ٥٠٠ لها قدرة اعلى من 500 mW يمكن أن تصيبك إذا ما نظرت إليها مباشرة أوعن طريق التعرض للشعاع المنعكس أو المتشتت من حزمة الليزر. وهناك علامة خطر يجب وضعها على هذه الليزرات. ويمكن لهذه الليزرات أيضا أن تسبب خطرا ناريا. مطلوب حماية العين والجلد عند التعامل مع هذه الفئة.[29]

أنواع الضوابط: الهندسة والإدارية و الوقاية الشخصية.

تتطلب المخاطر التي تشكلها ليزرات الفئة ٣ B والفئة ٤ تطبيق الضوابط بانتظام لتفادي وقوع إصابات للجلد وللعين. أولا ادراس أنواع الضوابط المتاحة.

يمكن تقسيم تدابير الرقابة إلى ثلاثة أنواع رئيسة هي: هندسة التحكم والرقابة الإدارية، ومعدات الوقاية الشخصية.

الضوابط الهندسية تشمل ميزات التصميم أو تطبيق الأجهزة على الليزر، وشعاع الليزر، أو بيئة الليزر التي تحد من التعرض أو تقلل من الإشعاع. وتشمل هذه الضوابط مصدات الشعاع، مخفضات شعاع، إشعال الليزر عن بعد وأنظمة المراقبة، وبيوت الحماية التامة حول بعض أنظمة الليزر.

وتشمل تدابير الرقابة الإدارية الإجراءات والمعلومات بدلا من الأجهزة أو الأنظمة الميكانيكية. وبعض الضوابط الإدارية الهامة ووضع لافتات تحذيرية والتسميات، ووضع إجراءات التشغيل القياسية(SOP) ، والتدريب في مجال السلامة التي ينبغي أن تكون تغييرا لجميع المستخدمين لليزر.

معدات الحماية الشخصية التي يرتديها أفراد باستخدام الليزر أوفي المنطقة المجاورة لليزر. ويشمل الحماية النظارات والقفازات، والملابس الخاصة. الجدول ٢ قوائم بعض تدابير الرقابة أكثر شيوعا ل٣ Bالفئة والفئة ٤ الليزر وأنظمة الليزر. الجدول ٨ تلخيص تدابير الرقابة ل٣ B الطبقة والفئة ٤ الليزر.

الجدول ٨. ملخص التدابير الرقابية لليزرات فئة ٣ ب و فئة ٤.

هندسة الضوابط	الضوابط الإجرائية و الإدارية	معدات الحماية الشخصية
غطاء آمن و لوحة الخدمة مفاتيح التبديل على الغطاء الأمن مفاتيح التبديل للباب وموصل تحكم من بعد مقللات و إقفال الشعاع مفتاح التبديل أو قفل مرشحات بصرية و نوافذ تأخير انبعاث الليزر	موظف سلامة الليزر إجراءات التشغيل القياسية قيود على استخدام فئة الليزر قيود على دخول الزوار التعليم و التدريب كتيبات الصيانة والخدمة علامات على وسائل وقائية علامات تحذير و ملصقات	نظارات واقية ملابس قفازات
أضواء التحذير، ومؤشرات الانبعاثات تطويق الشعاع مسار شعاع تحت السيطرة المنطقة ليزر تحت السيطرة موقفات شعاع تشغيل و مراقبة بالتحكم عن بعد		

١٧,٢ التعرض الأقصى المسموح به

على المرء أن يأخذ بعين الاعتبار خصائص إنتاج الليزر .تلك الخصائص تشمل الطول الموجي، وطاقة الخرج والقدرة ، وحجم المنطقة المعرضة للإشعاع، ومدة التعرض .إذا كنت تستخدم جهاز ليزر نبضي، يجب أيضا اعتبار معدل تكرار النبضة.

إن الحساسية لطول موجة معين تختلف اختلافا كبيرا من شخص إلى آخر و إن حدود أقصى تعرض مسموح به (MPE) تدل على أقصى تعرض بحيث إن معظم الأفراد يمكن تحمله دون استمرار الإصابة [28].

١٧. ٣ إرشادات عامة للوقاية من الليزر

- اخلع كل شيء عاكس (مثل الساعات والمجوهرات).
- تأكد من تشغيل ضوء التحذير من الليزر.
- التأكد من أن الجميع يرتدي النظارات الواقية المناسبة.
- عندما تتخطى الأشعة مساحة تجربتك، أبلغ الزملاء وضع علامة على الباب.
- التحقيق في الحوادث أو الأحداث العرضية واتخاذ الإجراءات المناسبة .الاحتفاظ بسجلات استخدام الليزر، أي حادثة، والتدابير المناسبة للقضاء على حدوثها في المستقبل.
- الحفاظ على مناطق العمل نظيفة.
- استخدام معدات الوقاية الشخصية عندما يطلب منك ذلك.
- الحفاظ على سجلات الصيانة والانقطاع.
- لا ننظر إلى شعاع الليزر مباشرا أو غير مباشر من فئة ٣ أو فئة ٤.
- احرص على ترك المعمل مضاء أثناء تشغيل الليزر كلما أمكن ذلك.
- حدد موقع جميع أشعة الليزر الضالة و تخلص منها.
- قم بتثبيت جميع المكونات البصرية بشكل آمن.
- حافظ على بقاء الأشعة بحيث تكون أفقية ولا تنحن تحت مستوى ارتفاع الشعاع.
- تذكر، المكونات البصرية تعكس وتنقل وتمتص الضوء.
- حماية الجلد عن طريق استخدام الأكمام الطويلة.
- تخفيف شدة الشعاع على قدر الإمكان أثناء إعداد التجربة و تضبيطها.
- ثبت الكابلات المتصلة بالعناصر الموجودة على الطاولة.
- إزالة أي شيء غير مستخدم من على الطاولة.
- ضع شاشات الكمبيوتر بعيدا عن ارتفاع شعاع الليزر أو احجبهم عن الشعاع.
- يجب على الفور الإبلاغ عن أي حادث إلى الجهة الطبية المسؤولة .إذا كان هناك حادثة تعرض للعين، وينبغي أن نسعى لخدمات طبيب العيون [٢٩].

١٧,٤ حوادث الليزر

وتحدث معظم حوادث الليزر بسبب أن التدابير الرقابية غير مناسبة و ليست في مكانها: على سبيل المثال، القيام بإجراءات تضبيط و بناء التجربة دون نظارات السلامة الليزر أو ارتداء النظارات غير المناسبة لليزر المستخدم

كما هو الحال في جميع جوانب المختبر، الحقل، والفصول الدراسية، أو السلامة الصناعية فإن أفضل التدابير هو سلوك إيجابي وحس سليم .

١٧,٥ مخاطر لا تأتى من الأشعة

هناك أربعة مخاطر محتملة معروفة لا تأتي من الاشعة و لكنها ترتبط باستخدام الليزر ونظم الليزر: مخاطر قد تكون حريقا ، انفجارا ،كهرباء ، أو مخاطر كيميائية [29] .

خطر الحريق

وتمثل نظم الليزر من الفئة ٤ خطر حريق .احتواء أشعة الليزر من الفئة ٤ يمكن أن يؤدي إلى مخاطر حرائق محتملة إذا كان السياج حول الأشعة يتعرض لشدة تتجاوز ١٠ وات/سم^{٢} أو طاقات شعاع تتعدى نصف واط. وينصح باستخدام مواد مثبطة للهب وهو شيء ضروري.

خطر الانفجار

يجب أن تكون مصابيح قوس الضغط العالي، القوس، لمبات الفتائل ، المكثفات الكبيرة في معدات الليزر موجودة داخل غطاء يمكن أن يتحمل أقصى قدر من الضغط الهائل الناتج عن انفجار المكون الداخلي . هذا بالإضافة الى أن الأهداف التي يسقط عليها الليزر أو المواد التي تتعرض لليزر أثناء تشغيله يجب أن تكون مغطاة أويتم حمايتها لمنع إصابة المشغلين والمراقبين لليزر .إن التفاعلات التي يصاحبها انفجارات من المواد التي تتفاعل مع الليزر مثل الكواشف الكيميائية لليزر أو الغازات الليزر الأخرى قد تكون مصدر قلق في بعض الحالات.

المخاطر الكهربائية

إن استخدام الليزر أو نظم الليزر يمكن أن تشكل خطر صدمة كهربائية .و هذا قد يحدث من الاتصال بجهاز تحكم أو موصلات إمدادات طاقة تعمل عند جهود ٥٠ فولتا وأعلى وما فوق.

ويمكن أن يحدث هذا التعرض أثناء الإعداد لليزر

أو بناء التجربة أو الصيانة، بحيث تكون الأغطية الواقية تم ازالتها في كثير من الأحيان للسماح بالوصول إلى المكونات النشطة على النحو المطلوب لأى من تللك الأنشطة السابق

ذكرها .إن أولئك الذين قد يتعرضون للصدمة الكهربائية يمكن أن يكونوا مركبي الجهاز أو المستخدمين أو الفنيين.

إن المشاكل المحتملة التالية قد تحدث أثناء التدقيق في منشأة بها ليزر:

- نهايات كهربية مكشوفة.
- نهايات كهربية غير معزولة بشكل صحيح.
- أضواء تحذير لتشغيل الجهاز غير ظاهرة ومخفية.
- عدم وجود الموظفين المدربين في ممارسات الإنعاش القلبي الطارئة من التيار، أو عدم وجود دورات تدريبية تنشيطية.
- "نظام الأصدقاء" لم يمارس أثناء الصيانة والخدمة ووجود شخص واحد لا يجد من يساعده عند الخطر.
- عدو وجود أرضى كهربي أو أن جهاز الليزر موصل بالأرضي بشكل غير صحيح.
- وجود عدد زائد من الأسلاك والكابلات على الأرض مما قد يتسبب في مخاطر السقوط أو الانزلاق.

المخاطر الكيميائية

ليزرات الصبغات تستخدم مركبا عضويا معقاد (فلورسيي) ، يذاب في مذيبات معينة لتكون الوسط الليزري لليزرات الصبغات. بعض هذه الأصباغ تكون شديدة السمية أو مسرطنة. ولذلك يجب توخي الحذر خاصة عند التعامل مع إعداد وتجهيز المحاليل و تشغيل ليزرات الصبغة.

إنه يجب أن يتم وقف استخدام ثنائي ميثيل سلفوكسيد (DMSO) كمذيب لأصباغ السيانين إذا أمكن ذلك. إن DMSOيساعد في نقل الأصباغ في الجلد ، ولكن إذا لم يكن يتم العثور على مذيب آخر فإنه يجب ارتداء قفازات منخفضة النفاذية من قبل الأشخاص في أي وقت قد يحدث اتصالهم مع المذيب

١٨. السلامة الأحيائية في المختبر

١٨,١. المقدمة

في هذا الدليل، تم الإشارة إلى المخاطر النسبية للكائنات الحية الدقيقة المسببة للعدوى حسب تصنيف منظمة الصحة العالمية WHO لمجموعة المخاطر (المجموعات المتدرجة في الخطر ١ و ٢ و ٣ و ٤). هذا التصنيف لمجموعة المخاطر هي للاستخدام المخبري فقط. [٣٠] يصف الجدول ٩ الفئات المعرضة للخطر.

جدول ٩: تصنيف الكائنات الحية الدقيقة المسببة للعدوى حسب مجموعة المخاطر

المجموعة الأولى من المخاطر ١: (هي التي تسبب خطرا قليلا جدا أولا تسبب للفرد أو للمجتمع)

كائن حي دقيق والذي من غير المحتمل أن يسبب مرضا للإنسان أو الحيوان.

المجموعة الثانية من المخاطر٢: (هي التي تسبب خطرا متوسطا للفرد أو خطرا منخفضا للمجتمع)

وهي العوامل المسببة للأمراض والتي يمكن أن تسبب أمراضا للإنسان أو الحيوان، ولكن من غير المرجح أن يكون خطرا كبيرا على العاملين في المختبرات، والمجتمع، وتربية الماشية أو البيئة. قد يسبب التعرض لهذه العوامل المرضية في المختبر عدوى خطيرة، لكن هناك علاج فعال وتدابير وقائية متاحة وخطر انتشار العدوى يكون محدودا.

المجموعة الثانية من المخاطر٣: (تشكل خطرا كبيرا على الأفراد وخطرا منخفضا على المجتمع)

العوامل المسببة للأمراض التي تسبب عادة مرضا للإنسان أو الحيوان تكون خطيرة ولكن لا ينتشر عادة من فرد مصاب واحد إلى آخر. لكن هناك علاج فعال وتدابير وقائية متاحة.

المجموعة الثانية من المخاطر٤: (مخاطر فردية ومجتمعية عالية)

العوامل المسببة للأمراض التي تسبب عادة مرضا للإنسان أو الحيوان تكون خطيرة و يمكن انتقالها بسهولة من فرد إلى آخر، بشكل مباشر أو غير مباشر. العلاج الفعال والتدابير الوقائية لا تتوفر عادة.

يتم تعيين مرافق المختبر كالتالي: الأساسية - السلامة الأحيائية المستوى ١، الأساسية- السلامة الأحيائية المستوى ٢، الاحتواء - السلامة الأحيائية المستوى ٣، الاحتواء الأقصى - مستوى السلامة الحيوية ٤.

يستند تعيين مستوى السلامة الأحيائية على ميزات تصميم مركبة من بناء ومرافق للاحتواء، ومعدات وممارسات وإجراءات تنفيذية لازمة للعمل مع الفئات المختلفة المعرضة للخطر.

الجدول ١٠ يربط الفئات المعرضة للخطر بمستوى السلامة الحيوية للمختبرات المصممة للتعامل مع الكائنات الحية في كل مجموعة مخاطر [٣٠].

الجدول ١٠: العلاقة بين مجموعة المخاطر ومستويات السلامة الأحيائية، والممارسات والمعدات.

مجموعة المخاطر	مستوى السلامة الحيوية	نوع المختبر	ممارسات مختبرية	سلامة المعدات
1	السلامة الأحيائية الأساسية المستوى ١	التعليم الأساسي، البحوث	تقنيات ميكروبيولوجية جيدة GMT	لا توجد معدات؛ بنشات مفتوحة
2	السلامة الأحيائية الأساسية المستوى ٢	الخدمات الصحية الأولية، الخدمات التشخيصية، البحوث	مثل المستوى ١ بالإضافة إلى الملابس الواقية وعلامات الخطر الحيوي	بنشات مفتوحة مع كبائن الأمان الحيويBSC للهباءات الجوية
3	السلامة الأحيائية الاحتوائية المستوى ٣	الخدمات التشخيصية الخاصة، البحوث	مثل المستوى ٢ مع ملابس واقية خاصة، التحكم في دخول وانسياب تيار الهواء في المعمل	كبائن الأمان الحيوي مع بعض الأجهزة الأولية لجميع الأنشطة
4	السلامة الأحيائية الاحتوائية القصوى المستوى ٤	وحدة الميكروبات الممرضة الخطيرة	مثل المستوى ٣ زيادة على دخول غرفة معادلة الضغط، دش خارجي، التخلص الحذر من النفايات	كبائن الأمان الحيوي IIIالدرجة بدلات ذات ضغط إيجابي IIمع كبائن الدرجة أوتوكلاف ذو جُدُر مزدوجة وكذلك مرشحات هوائية

يجب على الدول (الأقاليم) وضع تصنيف وطني (إقليمي) للكائنات الحية الدقيقة، من خلال مجموعة المخاطر، مع الأخذ بعين الاعتبار ما يلي:

١- مدى ضراوة الميكروب

٢- أسلوب الميكروب في الانتقال وأنواع العوائل الخاصة بالميكروب:

وهذه ربما تتأثر بالمستويات الموجودة من المناعة وكذلك كثافة وحركة التجمعات الخاصة بالعوائل، وأيضاً وجود ناقلات الجراثيم المناسبة والمعايير البيئية المختلفة.

٣- مدى توفر إجراءات وقائية فعالة:

وهذه قد تشمل الإجراءات الوقائية بالتطعيمات اللازمة وكذلك المعايير الأخرى مثل الشروط الصحية المتبعة في التعامل مع الأغذية والمياه وكذلك نظام التحكم في الحجر البيطري للحيوانات وناقلات الأمراض.

٤- مدى توفر المعالجات الفعالة:

وهذه تشمل الأمصال واستخدام المواد المضادة للميكروبات والمضادة للفيروسات وكذلك العقاقير الطبية مع الأخذ في الاعتبار مدى مقاومة السلالات الميكروبية للأدوية والعقاقير الطبية المستخدمة [٣١].

تعيين وكيل لمستوى السلامة الحيوية للعمل في المختبر يجب أن يستند إلى تقييم المخاطر. ومثل هذا التقييم يأخذ بعين الاعتبار مجموعة المخاطر، وكذلك العوامل الأخرى عند تحديد مستوى مناسب للسلامة الأحيائية. على سبيل المثال، تعيين عامل للعمل في مخاطر المجموعة ٢، يستدعي توفر متطلبات السلامة الأحيائية للمستوى ٢ من مرافق ومعدات وممارسات وإجراءات للعمل الآمن [٣١].

الجدول ١١: لملخص لاحتياجات مستويات الأمان الحيوي

	مستوى الأمان الحيوي			
	1	2	3	4
عزل المختبر	لا	لا	نعم	نعم
غرفة قابلة للغلق لإزالة التلوث	لا	لا	نعم	نعم
التهوية:				
تدفق داخلي للهواء	لا	مرغوب فيه	نعم	نعم
نظام تهوية متحكم فيه	لا	مرغوب فيه	نعم	نعم
عادم هواء مزود بفلتر HEPA	لا	لا	نعم \ لا	نعم
مدخل له باب مزدوج	لا	لا	نعم	نعم
انسداد هوائي	لا	لا	لا	نعم
انسداد هوائي مع دوش	لا	لا	لا	نعم
غرفة جلوس	لا	لا	نعم	—
غرفة جلوس مع دوش	لا	لا	نعم/لا	لا
معالجة المخلفات السائلة	لا	لا	نعم/لا	نعم
أوتوكلاف:				
في الموقع	لا	مرغوب	نعم	نعم
في غرفة المختبر	لا	لا	مرغوب	نعم
أوتوكلاف ذو جدر مزدوجة	لا	لا	مرغوب	نعم
كبائن الأمان الحيوي	لا	مرغوب	نعم	نعم
أفراد قادرون على مراقبة قواعد السلامة	لا	لا	مرغوب	نعم

وهكذا، فإن تعيين مستوى السلامة الحيوية يأخذ بعين الاعتبار الكائن (العامل المسبب للمرض) المستخدم، والمرافق المتاحة، والممارسات والإجراءات الخاصة بالمعدات المطلوبة لإجراء العمل بأمان في المختبر.

١٨,٢. تقييم المخاطر الميكروبيولوجية

العمود الفقري لممارسة السلامة الأحيائية هو تقييم المخاطر. وهناك العديد من الأدوات المتاحة للمساعدة في تقييم المخاطر من أجل إجراء معين أو تجربة، العنصر الأكثر أهمية وهو التقدير المهني. تقييم المخاطر يجب أن يقوم بها الأفراد الأكثر دراية بخصائص الكائنات الحية المستخدمة، والمعدات والإجراءات الواجب استخدامها، النماذج الحيوانية التي يمكن استخدامها، ومعدات ومرافق الاحتواء المتاحة. مدير المختبر أو الباحث الرئيس هو المسؤول عن ضمان تنفيذ تقييمات كافية للخطر وفي الوقت المناسب. ويعمل بشكل وثيق مع لجنة السلامة والسلامة البيولوجية وموظفي المؤسسة للتأكد من أن المعدات والمرافق المناسبة والمتاحة تدعم العمل الذي يراد إجراؤه. عند تقييم المخاطر يجب مراجعتها بشكل روتيني وتنقيحها عند الحاجة، مع مراعاة الحصول على البيانات الجديدة التي لها تأثير على مستوى المخاطر وغيرها من المعلومات الجديدة ذات الصلة من خلال الأبحاث العلمية [٣٣].

واحدة من أكثر الأدوات المفيدة التي تقدمها لأداء تقييم المخاطر الميكروبيولوجية هي قائمة بمجموعات المخاطر للكائنات الميكروبية. ومع ذلك، فإن تصنيف الكائن في مجموعة مخاطر معينة غيرُ كافٍ في إدارة تقييم المخاطر. حيث إن هناك عوامل أخرى ينبغي أخذها بعين الاعتبار، منها ما يلي:

١. الجرعة المعدية وضراوة المسبب المرضي
٢. النتيجة المحتملة عند التعرض للمسبب المرضي
٣. الطريق الطبيعي للعدوى
٤. طرق أخرى للعدوى، والناتجة عن الممارسات المعملية (بالحقن، المحمولة جوا، ابتلاع)
٥. ثبات العامل المرضي في البيئة
٦. تركيز العامل المرضي وحجم المواد المركزة المستخدمة
٧. وجود كائن عائل مناسب (إنسانا أو حيوانا)
٨. المعلومات المتوفرة من الدراسات على الحيوانات والتقارير المقدمة من العدوى المكتسبة من المختبر أو التقارير السريرية
٩. النشاط المعملي الذي تم التخطيط له (صوتنة، استضباب، الطرد المركزي، وما إلى ذلك).
١٠. أي معالجة جينية للكائن والتي قد تُوسّع نطاق العائل للعامل المرضي أو تغيير حساسية العامل المرضي إلى نُظُم علاج فعالة [٣٣].

التوفر في الوقاية الفعالة أو التدخل العلاجي في الأسواق المحلية

على أساس المعلومات التي تأكدت خلال تقييم المخاطر، يمكن تعيين مستوى السلامة الحيوية

إلى العمل المخطط له، ومعدات الوقاية الشخصية المناسبة والمختارة، وإجراءات التشغيل القياسية (الأورام) التي تتضمن تدخلات السلامة التي وضعت لضمان أسلم سلوك للقيام بالعمل المطلوب.

العينات ذات المعلومات المحدودة

إجراء تقييم المخاطر المذكورة أعلاه يعمل بشكل جيد عندما تكون هناك معلومات كافية ومتاحة. ومع ذلك، هناك حالات عندما تكون المعلومات غير كافية لإجراء تقييم مناسب للمخاطر؛ على سبيل المثال، مع العينات السريرية أو العينات الوبائية التي تم جمعها في هذا المجال. في هذه الحالات، فإنه من الحكمة أن تتخذ نهجا حذرا عند التعامل مع العينات.

وينبغي دائما اتباع ما يلي:

١. الاحتياطات القياسية (٢)، والاحتواءات الأساسية (القفازات، والعباءات، وحماية العين)، كلما يتم الحصول على عينات من المرضى.

٢. الاحتواء الأساسي – ممارسات وإجراءات مستوى السلامة الحيوية ٢ ينبغي أن يتوفر الحد الأدنى المطلوب للتعامل مع العينات.

٣. نقل العينات يجب أن يتبع القواعد واللوائح الوطنية و / أو الدولية.

قد تكون بعض المعلومات متاحة للمساعدة في تحديد مخاطر التعامل مع هذه العينات، مثل:

١. بيانات طبية على المريض

٢. البيانات الوبائية (بيانات الاعتلال والوفيات ، مسار الانتقال المشتبه به، وغيرها من بيانات اندلاع الوباء بعد التحقيق

٣. معلومات عن المنشأ الجغرافي للعينة.

في حالة تفشي مرض مجهول السبب، قد يتم إنشاء ونشر مبادئ توجيهية ملائمة من قبل السلطات الوطنية المختصة و / أو منظمة الصحة العالمية على الشبكة العنكبوتية العالمية (كما كان الحال خلال ظهور عام ٢٠٠٣ لمرض الالتهاب الرئوي الحاد (سارس)) لتحديد الكيفية التي ينبغي أنتودع العينات للشحن ومستوى السلامة الحيوية المطلوبة للتعامل معها [٣٣].

١٨,٤. المختبرات الأساسية – مستويات الأمان الحيوي ١ و ٢

في هذا الدليل، فإن التوجيهات والتوصيات أعطيت كحد الأدنى للمتطلبات المتعلقة بالمختبرات من جميع مستويات السلامة الأحيائية للكائنات الحية الدقيقة في مجموعات المخاطر ١-٤. ورغم أن بعض الاحتياطات قد يبدو غير ضروري لبعض الكائنات الحية في مجموعة الخطر ١، فهي مرغوب فيها لأغراض التدريب لتشجيع (أي آمنة) تقنيات جيدة لعلم الأحياء الدقيقة (GMT) [٣٠].

مختبرات الرعاية الصحية التشخيصية (الصحة العامة والسريرية أو المستشفيات) يجب أنتكون مصممة حسب المستوى ٢ أو أعلى للسلامة الأحيائية. حيث إنه لا يوجد مختبر لديه سيطرة كاملة على العينات التي يتلقاها، قد يتعرض العاملون في المختبرات لكائنات حية تنتمي إلى مجموعة مخاطر أعلى مما كان متوقعا. لا بد من الأخذ في الاعتبار هذا الاحتمال عند وضع خطط وسياسات السلامة. في بعض البلدان، لا بد من اعتماد المختبرات السريرية. وعلى الصعيد العالمي، الاحتياطات القياسية (٢) وينبغي دائما أنيتم تبنيها وممارستها.

المبادئ التوجيهية للمختبرات الأساسية - مستويات السلامة الأحيائية ١ و ٢ المقدمة هنا هي شاملة ومفصلة، لأنها شرط أساسي للمختبرات لجميع مستويات السلامة الأحيائية.

المبادئ التوجيهية لمختبرات الاحتواء - السلامة الأحيائية مستوى ٣ و مختبرات الحد الأقصى للاحتواء - السلامة الأحيائية مستوى ٤ التي تتبع (الفصول ٤ و ٥) هي عبارة عن تعديلات وإضافات لهذه المبادئ التوجيهية، والمصممة للتعامل مع مسببات مرضية أكثر خطورة [٣٠].

مدونة قواعد الممارسة

هذا المدونة هي عبارة عن قائمة من الممارسات المختبرية - الضرورية للغاية- والإجراءات التي هي أساسية لأي تقنية ميكروبيولوجية جيدة GMT . في العديد من المختبرات والبرامج المختبرات الوطنية، يمكن استخدام هذه المدونة لتطوير ممارسات وإجراءات مكتوبة لعمليات المختبرات آمنة.

ويتعين على كل مختبر اعتماد السلامة أو دليل الإرشادات الذي يحدد المخاطر المعروفة والمحتملة، ويحدد الممارسات والإجراءات اللازمة للقضاء أو التقليل مثل هذه المخاطر. التقنيات الميكروبيولوجية الجيدة GMT هي أساسية لسلامة المختبرات. معدات المختبرات المتخصصة تعتبر مكملة لكنه لا يمكن أبدا أنتحل محل الإجراءات المناسبة. تم سرد أهم المفاهيم أدناه [٣٠]:

دخول المعمل:

١. يجب عرض علامات التحذير الدولية على أبواب الغرف حيث يتم التعامل مع الكائنات الحية الدقيقة في مجموعة المخاطر ٢ أو أعلى.
٢. وينبغي أن يسمح للأشخاص المخولين فقط لدخول أماكن العمل في المختبر.
٣. يجب أن تبقى أبواب المختبر مغلقة دائما.
٤. لا ينبغي أن يسمح للأطفال بالدخول أماكن العمل في المختبر.
٥. الدخول إلى أماكن الحيوانات فقي المختبر يجب ألا يكون إلا بإذن خاص.
٦. لا ينبغي دخول أي حيوانات غير التي لها علاقة بما يجري في المختبر.

حماية الأفراد

١. ملابس المعمل من مآزر، أو عباءات أو الزي الرسمي يجب ارتداؤه في جميع الأوقات للعمل في المختبر.
٢. يجب لبس قفازات خاصة عند التعامل بشكل مباشر أو إجباري مع عينات الدم أو المواد المعدية أو الحيوانات المصابة، وبعد الاستخدام فإن هذه القفازات يجب إزالتها بشكل صحيح ويجب غسل اليدين بعد ذلك مباشرة.
٣. يجب أن يغسل الأفراد أياديهم بعد تداول المواد المعدية والحيوانات المصابة وكذلك قبل أن يغادروا منطقة العمل بالمعمل.
٤. النظارات الواقية وأقنعة الوجه وغيرها من الوسائل الواقية يجب أنيتم ارتداؤها لحماية العينين والوجه من كل مصادر الأشعة فوق البنفسجية وكذلك من أي رذاذ يتطاير أثناء العمل.
٥. يجب منع لبس الملابس الواقية الخاصة بالمعمل خارج المعمل (على سبيل المثال في حجرات الاستراحة أو المكاتب أو المكتبات أو دورات المياه أو حجرات الأفراد).
٦. الأحذية المفتوحة الأصابع لا ارتداؤها في المختبرات.
٧. يُحظَر الأكل والشرب والتدخين، ووضع مستحضرات التجميل والعدسات اللاصقة في أماكن العمل في المختبرات.
٨. يُحظَر تخزين الأطعمة أو الأشربة في أي مكان في المختبر.
٩. ملابس الوقاية المعملية لا يجب وضعها في نفس الدواليب التي يتم فيها وضع الملابس العادية (ملابس الخروج إلى الشارع) [٣٣].

بعض التعليمات الخاصة بالإجراءات المعملية

١. يمنع تماماً استخدام الماصات بواسطة الفم.
٢. يمنع استخدام الفم في أي عمل بالمعمل.
٣. يراعى أن تكون الطرق المعملية أو التقنيات الفنية بالمعمل مصممة بحيث ينتج عنها أقل قدر من الانبعاث أو الأدخنة أو الضباب أو ماشابه ذلك وفى حالة وجود خطورة من ذلك فيجب استخدام كابينات الأمان الحيوي BSC
٤. يجب الحد من استخدام المحقان أو السرنجات ولا يجب استخدامها كبديل للماصات أو لأي غرض آخر باستثناء عملية الحقن تحت الجلد أو سحب سوائل مثلاً وذلك من حيوانات التجارب المعملية.
٥. أي حالات انسكاب مواد كيماوية أو عينات أو حوادث معينة بالمعمل أو حالات تعرض للإصابة أو العدوى قد تحدث بالمعمل يجب عمل تقرير بها لمشرف المعمل ويجب حفظ مستندات بهذه الوقائع في سجلات المعمل.
٦. يجب تطوير طريقة لتنظيف جميع التسربات والالتزام بتطبيقها.
٧. يجب تطهير ومعالجة السوائل الملوثة (كيميائيا أو فيزيائيا) قبل تفريغها في مجاري الصرف الصحي. قد تكون هناك حاجة لنظام معالجة النفايات السائلة، وهذا يتوقف على تقييم المخاطر نوع العامل المرضي الذي يتم التعامل معه.
٨. الوثائق المكتوبة التي من المتوقع أن يتم إخراجها من المختبر في حاجة إلى حماية من التلوث وهي داخل المختبر [٣٠].

٩. منطقة العمل بالمختبر

١. مناطق العمل في المختبر يجب أن تكون ملساء ونظيفة وخالية من أي مواد ليس لها صلة بالعمل المطلوب.
٢. كل الأسطح المستخدمة في المعمل يجب إزالة أي تلوث حدث بها نتيجة انسكاب مواد عليها وعند انتهاء العمل اليومي.
٣. كل المواد الملوثة والعينات والمزارع الميكروبية يجب عمل تعقيم لها قبل التخلص منها أو تطهيرها لإعادة استخدامها إذا كان ذلك ممكنا.
٤. التعبئة والنقل لأي مواد يجب أن يراعى فيها قواعد السلامة الدولية والمحلية الخاصة بذلك [٣٤].

إدارة الأمان الحيوي بالمختبر

١. من المسؤوليات الخاصة بمدير المختبر أن يضمن وجود خطة لإدارة الأمان الحيوي بالمختبر وكذلك يضمن وجود دليل للأمان والتشغيل الآمن.

٢. المشرف على المختبر (المسئول الثاني بعد المدير) يجب أن يضمن تنظيم تدريبات دورية خاصة بأمان المختبر باستمرار.

٣. يجب توعية الأفراد العاملين بالمخاطر وإلزامهم بقراءة واستيعاب وتنفيذ دليل الأمان أو دليل التشغيل الآمن واتباع الممارسات الجيدة والإجراءات القياسية بالمختبر. ويجب على مشرف المختبر أن يضمن أن كل الأفراد يتفهمون كل ما سبق ، كذلك يجب أن يكون بالمختبر نسخة متاحة من هذه الوثائق الهامة.

٤. يجب أن يتوفر للمختبر برنامج للتحكم والسيطرة على الحشرات والقوارض وما شابه ذلك.

٥. يجب عمل تقييم طبي من فحص دوري وغيره وعمل العلاج اللازم كما يجب الاحتفاظ بسجلات للأفراد بهذا الشأن[٣٤].

١٨,٥. تصميم ومرافق المختبرات

عند تصميم المختبر تعيين أنواع معينة من الأعمال المعملية، ينبغي إيلاء اهتمام خاص إلى الظروف التي من المعروف أن تثير مشاكل للسلامة، وتشمل هذه:

١. تشكيل الانبعاثات الهوائية

٢. العمل بكميات كبيرة و / أو تركيزات عالية للكائنات الحية الدقيقة

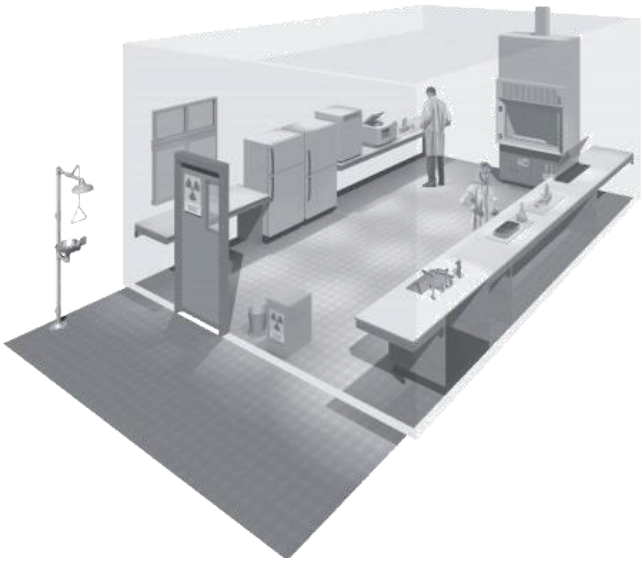
٣. الاكتظاظ والمعدات الكثيرة

٤. الإصابة بالقوارض أو المفصليات

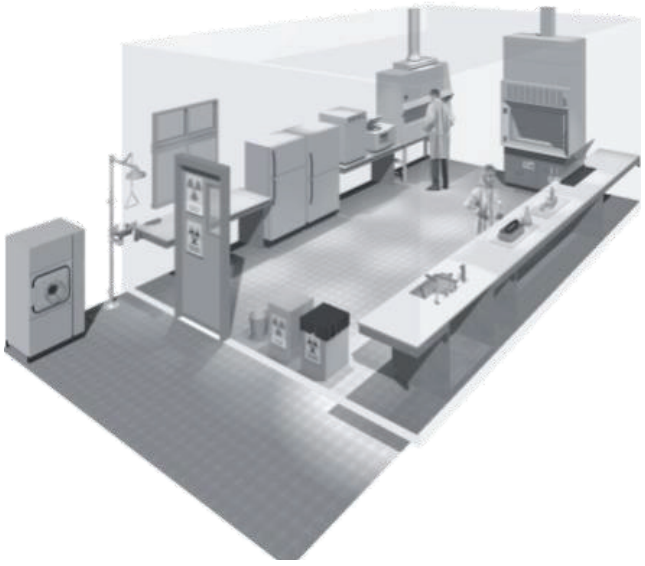
٥. وجود مداخل غير مصرح بها

٦. سير العمل: استخدام عينات وكواشف معينة [٣٠].

أمثلة لتصاميم مختبر لمستويات السلامة الأحيائية ١ و ٢ موضحة في الشكلين 1 و 2 على التوالي:



شكل ١: مختبر مستوى السلامة الاحيائية ١



شكل ٢: مختبر مستوى السلامة الاحيائية ٢

مواصفات التصميم

١. يجب تقديم مساحة واسعة لإجراء أي عمل مختبر بطريقة آمنة ولتسهيل عملية التنظيف والصيانة.

٢. يجب في الجدران والأسقف والأرضيات أن تكون ملساء، وسهلة التنظيف، وغير منفذة للسوائل ومقاومة للمواد الكيميائية والمطهرات التي تستخدم عادة في المختبر. كما يجب أن تكون الأرضيات مقاومة للانزلاق.

٣. وينبغي للبنشات أن تكون غير منفذة للمياه ومقاومة للمطهرات، والأحماض والقلويات والمذيبات العضوية والحرارة المعتدلة.

٤. يجب أن تكون الإضاءة كافية لجميع الأنشطة. وينبغي تجنب الانعكاسات الضوئية الوهاجة غير المرغوب فيها.

٥. يجب أن يكون أثاث المختبرات قويا. كما يجب أن تكون المساحات مفتوحة بين وتحت المقاعد والخزائن والمعدات لتسهيل عملية التنظيف.

٦. يجب أن تكون مساحة التخزين كافية لاحتواء اللوازم للاستخدام الفوري، وبالتالي منع فوضى على البنشات وفي الممرات. كما يجب توفير مساحة إضافية للتخزين على المدى الطويل، تكون خارج أماكن العمل في المختبر.

٧. وينبغي توفير مكان ومرافق للاستخدام والتخزين الآمنين للمذيبات والمواد المشعة، والغازات المضغوطة والمسالة.

٨. وينبغي توفير خدمات لتخزين الملابس الخارجية والأغراض الشخصية خارج أماكن العمل بالمختبر.

٩. وينبغي توفير خدمات للأكل والشرب وللراحة خارج أماكن العمل بالمختبر.

١٠. ينبغي توفير أحواض غسل اليدين في كل غرفة داخل المختبر، ويفضل أن تكون بالقرب من باب الخروج.

١١. يجب أن تتوفر الأبواب على ألواح للرؤية، وتصنيف مناسب يتعلق بالحرائق، ويفضل أن تكون ذاتية الإغلاق.

١٢. في السلامة الأحيائية المستوى ٢، ينبغي أن تكون الأوتوكلاف أو غيرها من وسائل التطهير والتعقيم متاحة في القرب المناسب داخل المختبر.

١٣. وينبغي أن تشمل أنظمة السلامة الحرائق والطوارئ الكهربائية، وحمامات الطوارئ ومرافق غسل العينين. كما ينبغي توفير منطقة للإسعافات الأولية أو غرف مجهزة بشكل مناسب يمكن الوصول إليها بسهولة.

١٤. عند التخطيط لمرافق جديدة، ينبغي إيلاء الاعتبار لتوفير أنظمة التهوية الميكانيكية التي توفر تدفقا داخليا للهواء دون إعادة تدوير. إذا لم تكن هناك تهوية ميكانيكية، يجب أن تكون النوافذ قابلة للفتح ويجب تركيبها مع شاشات واقية من كائنات مفصليات الأرجل.

١٥. امدادات يمكن الاعتماد عليها من المياه ذات نوعية جيدة أمر ضروري. لا ينبغي أن يكون هناك ارتباط بين مصادر مياه المختبرات ومياه الشرب. ينبغي تركيب جهاز مقاومة ارتجاعي لحماية شبكة المياه العامة.

١٦. يجب أن تكون هناك إمدادات للكهرباء والإضاءة موثوقة وكافية في حالات الطوارئ للسماح بخروج آمن. وجود مولد لحالات طوارئ انقطاع الكهرباء أمر مرغوب فيه لدعم المعدات الأساسية، مثل الحاضنات، خزانات السلامة البيولوجية والمجمدات وغيرها، ولتهوية أقفاص الحيوانات.

١٧. يجب أن تكون هناك إمدادات للغاز موثوق بها. الصيانة الدورية الجيدة أمر إلزامي.

١٨. المعامل والمنازل الحيوانية أحيانا تكون أهدافا للمخربين. يجب النظر في الحماية المادية من الحرائق. كأن تكون هناك أبواب قوية، ونوافذ ذات شاشات ومفاتيح ليست في متناول الكل. كما ينبغي النظر في تدابير أخرى وتطبيقها، حسب الحاجة، لتعزيز السلامة [٣٠].

أجهزة وأدوات المختبر

جنبا إلى جنب مع الإجراءات والممارسات الجيدة، واستخدام معدات السلامة يساعد على الحد من المخاطر عند التعامل مع مخاطر السلامة الأحيائية. ويتناول هذا الجزء المبادئ الأساسية المتعلقة بالمعدات المناسبة للمختبرات من جميع مستويات السلامة الأحيائية.

يجب على مدير المختبر، بعد التشاور مع مسؤول السلامة الأحيائية ولجنة السلامة (إذا تم تحديدها)، ضمان توفير تلك المعدات الكافية والتي يتم استخدامها بشكل صحيح. وينبغي اختيار المعدات لمراعاة بعض المبادئ العامة، أي أنه ينبغي أن تكون:

١. مصممة لمنع أو الحد من الاتصال بين المشغل والمواد المعدية

٢. مصنوعة من المواد التي هي غير منفذة للسوائل، ومقاومة للتآكل وملبية للمتطلبات الهيكلية

٣. مصنعة لتكون خالية من نتوءات، وحواف حادة وأجزاء متحركة بدون ضبط

٤. مُصممة ومُصنعة ومُركبة للاستخدام السهل والبسيط، مع سهولة صيانتها وتنظيفها وتطهيرها من الملوثات وقابلة للفحص الآمن؛ الزجاجيات والمواد القابلة للكسر يجب تجنبها، كلما كان ذلك ممكنا.

خصائص الأداء والتركيب المفصلة للمعدات قد تستدعي الاطلاع عليها لضمان أن المعدات تحتوي على ميزات السلامة الضرورية [٣٠].

الأجهزة الأساسية للأمان الحيوي

١. الماصات ويتم استخدامها بدون استعمال الفم ومنها تصميمات عديدة بديلة للسحب بالفم .

٢. كابينات الأمان الحيوي حيث يجب استخدامها في الحالات الآتية :

(أ) عند تداول مواد معدية يمكن عمل طرد مركزي لها في المعامل المفتوحة إذا تم استخدام أنابيب طرد مركزي مغلقة ومؤمنة وكذلك إذا تم استخدام كابينة أمان حيوي BSC.

(ب) عندما يكون هناك فرص متزايدة لخطر العدوى من الهواء.

(ج)في حالة استخدام طريقة عمل ينتج عنها دخان أو ضباب أو انبعاث وذلك كما في حالة الطرد المركزي، والتكسير، والجرش، والخلاطات، والهز أو الخلط الشديدين، وكذلك عند فتح عبوات المواد المعدية التي تحفظ مع ضغط داخل عبوة يختلف عن ضغط الحجرة، كذلك في حالة أخذ أنسجة مصابة من حيوانات وهكذا...

٣. إبرة التلقيح البلاستيكية التي تستخدم لمرة واحدة. هناك ما يقابلها وهى الإبرة الكهربائية التي يمكن استخدامها في كابينة BSC وذلك للتقليل من تكوُّن الأدخنة والضباب.

٤. أنابيب وزجاجات ذات أغطية للعينات.

٥. أوتوكلافات لتعقيم المواد المعدية.

٦. ماصات باستير البلاستيكية التي تستخدم لمرة واحدة وهذه كلما أمكن يتم استخدامها لمنع استخدام الماصات الزجاجية .

٧. الأجهزة مثل الأوتوكلافات وكابينات الأمان الحيوي يجب معادلتهاvalidation وضبطها بطريقة ملائمة (وذلك يتم غالباً بواسطة مواد قياسية معينة) قبل استخدامها ويتم معايرة هذه الأجهزة على فترات زمنية محددة لضمان جودة أدائها وذلك حسب تعليمات الشركة المنتجة لها [٣٠].

الرعاية الصحية للأفراد العاملين

إدارة المعمل ممثلة في مدير المعمل تكون مسؤولة عن الرقابة الصحية لأفراد المعمل. والهدف من هذه الرعاية أو الرقابة هو متابعة الأمراض الناتجة عن العمل، أى أمراض المهنة. ولإنجاز ذلك فإن هناك أنشطة يجب القيام بها من أجل تحقيق ذلك أهمها :

١. توفير تحصين نشط وغير نشط لتسهيل الأفراد
٢. تسهيل عملية الكشف المبكر عن العدوى والأمراض.
٣. استبعاد الحالات الأكثر قابلية للعدوى مثل السيدات الحوامل وذلك باستبعادهم من العمل الأكثر خطورة في المختبر.
٤. يجب توفر أجهزة ومعدات وإجراءات وقاية للأفراد.

مبادئ توجيهية لمراقبة العاملين في المختبرات، التعامل مع الكائنات الحية الدقيقة في السلامة الأحيائية المستوى ١

وتشير الأدلة التاريخية إلى أن التعامل مع الكائنات الحية الدقيقة على هذا المستوى من غير المحتمل أن تسبب أي مرض ذي أهمية بيطرية للإنسان أو الحيوان. من الناحية المثالية، كل العاملين في المختبرات يجب أن يخضعوا لفحص طبي قبل التوظيف بحيث يتم توثيق تاريخهم الطبي. الإبلاغ الفوري عن الأمراض أو الحوادث المختبرية أمر مرغوب به وينبغي بذل الجهد لتحسيس جميع الموظفين بأهمية الحفاظ على تقنية ميكروبيولوجية جيدة GMT [٣٤].

مبادئ توجيهية لمراقبة العاملين في المختبرات، التعامل مع الكائنات الحية الدقيقة في السلامة الأحيائية المستوى ٢

١. الفحص الطبي قبل التوظيف أمر ضروري. يجب تسجيل التاريخ الطبي للشخص وإجراء تقييم صحي مهني.
٢. سجلات المرض والغياب ينبغي أن تحتفظ بها إدارة المختبرات.
٣. وينبغي أن تكون النساء في سن الإنجاب على بينة من المخاطر المهنية التي يتعرض لها الجنين من الكائنات الحية الدقيقة؛ على سبيل المثال، فيروس الحصبة الألمانية. والخطوات المحددة التي اتخذت لحماية الجنين تختلف، اعتمادا على الكائنات الحية الدقيقة التي قد تتعرض لها النساء [٣٤].

التدريب

الأخطاء البشرية والتقنية غير الجيدة يمكن أن تضر أفضل الضمانات التي تحمي عامل المختبر. وهكذا، فإن موظفي السلامة واعون، وقادرون على التعرف والسيطرة على مخاطر المختبر، وهذا هو المفتاح لمنع حوادث الالتهابات المكتسبة في المختبر. لهذا السبب، كان التدريب المستمر أثناء الخدمة في تدابير السلامة أمرا ضروريا. يبدأ برنامج السلامة الفعال مع مديري المختبرات، والذي ينبغي أن يضمن الممارسات والإجراءات المخبرية الآمنة ودمجها في التدريب الأساسي للموظفين. وينبغي أن يكون التدريب في إجراءات السلامة جزءا لا يتجزأ من التحاق الموظفين الجدد بالمختبر. ينبغي إطلاع الموظفين على مدونة الممارسات والمبادئ التوجيهية المحلية، بما في ذلك دليل السلامة. كما يجب فرض تدابير لضمان أن الموظفين قد اطلعوا وفهموا المبادئ التوجيهية، والتوقيع عليها. يلعب مشرفو المختبر دورا رئيسيا في تدريب الموظفين فورا على التقنيات المختبرية الجيدة. ويمكن لضابط السلامة الأحيائية أن يساعد في التدريب وتطوير وسائل التدريب والتوثيق [٣٠].

تدريب الموظفين ينبغي أن يتضمن دائما معلومات عن طرق آمنة للإجراءات شديدة الخطورة التي قد يصادفها جميع العاملين في المختبرات والتي تشمل:

١. مخاطر استنشاق (أي إنتاج الهباء الجوي) عند استخدام الحلقات، المسح على لوحات أجار، سحب المحاليل، وفتح المزارع الميكروبية، وأخذ عينات دم / مصل، الطرد المركزي، الخ...
٢. مخاطر الابتلاع عند التعامل مع العينات، والمزارع الميكروبية
٣. مخاطر التعرض عن طريق الجلد عند استخدام المحاقن والإبر
٤. العضات والخدوش عند التعامل مع الحيوانات
٥. التعامل مع الدم وغيره من المواد المرضية التي قد تكون خطرة
٦. إزالة التلوث والتخلص من المواد المعدية [٣٠].

معالجة النفايات

النفايات هي كل ما يُراد التخلص منه.

في المختبرات، يرتبط إزالة التلوث من النفايات وطرقة التخلص منها ارتباطا وثيقا. من حيث الاستخدام اليومي، عدد قليل من المواد الملوثة تتطلب إزالتها فعليا من المختبر أو تدميرها. سيتم إعادة استخدام معظم الأواني الزجاجية وأدوات وملابس المختبر أو إعادة تدويرها. والمبدأ الأساسي هو أن كل المواد المعدية يجب تطهيرها، وتعقيمها أو حرقها داخل المختبر [٩].

الأسئلة الرئيسة التي يجب طرحها قبل إخراج أي من المواد أو الأدوات من المختبرات التي تتعامل مع الكائنات الحية الدقيقة أو الأنسجة الحيوانية التي قد تكون معدية هي:

١. هل الكائنات أو المواد قد تم تطهيرها وتعقيمها بطريقة فعالة ومصرح بها؟
٢. إذا لم يكن الأمر كذلك، هل تم تغليفها بطريقة معتمدة للحرق الفوري في الموقع أو نقلها إلى موقع آخر توجد به مرافق للحرق؟
٣. هل التخلص من الكائنات الممرضة أو مواد التطهير ينطوي على أي مخاطر محتملة إضافية بيولوجية أو غيرها، لأولئك الذين يقومون بإجراءات التخلص المباشر منها أو الذين قد تلامسهم بعد التخلص منها خارج المنشأة؟

إزالة التلوث

التعقيم بالبخار هو الأسلوب المفضل لجميع عمليات إزالة التلوث. المواد اللازمة لإزالة التلوث والتخلص منها ينبغي أن توضع في حاويات، على سبيل المثال، أكياس البلاستيك autoclavable مُعلَّمة وفقا لما إذا كانت المحتويات سيتم تعقيمها و / أو حرقها. قد تُتَوخي أساليب بديلة إذا كانت تزيل أو تقضي على الكائنات الحية الدقيقة [٩].

إجراءات التعامل وطرق التخلص من المواد والنفايات الملوثة

يجب على المختبر أن يتبنى نظاما لتحديد وفصل المواد المعدية وعبواتها، يجب اتباع القواعد المحلية والدولية. كما يجب أن يتضمن النظام تصنيفا للنفايات والمواد الملوثة، على سبيل المثال :

١. المخلفات غير المعدية يمكن تدويرها أو إعادة استخدامها مثل المخلفات المنزلية العادية.
٢. المواد الملوثة التى تتميز بأطراف حادة مثل المحاقن والمشارط والسكاكين والزجاج المهشم كل هذه الأشياء يجب تجميعها فى أوعية غير قابلة للثقب ومغلقة جيداً وتعامل معاملة المواد المعدية الخطيرة.

٣. بعض المواد الملوثة أو الأدوات التي يتم إزالة تلوثها الميكروبي بالأوتوكلاف يمكن بعد ذلك غسلها وإعادة استخدامها أو تدويرها.
٤. بعض الأدوات أو المواد التي يزال تلوثها الميكروبي بالأوتوكلاف ثم يتم التخلص منها
٥. وهناك المواد الملوثة التي توجه مباشرة للمحرقة [٩].

المخلفات الحادة

بخصوص المخلفات الحادة Sharps مثل السرنجات فهذه يجب قص الجزء المدبب منها أوإزالته من السرنجة. و يتم وضعها في عبوات سميكة غير قابلة للثقب وكذلك لا يجوز ملؤها لنهاية سعتها. عندما تكون العبوات ¾ ممتلئة يتم وضعها مع المواد الملوثة المعدية وتوجه إلى المحرقة وقد يتم تعقيمها بالأوتوكلاف قبل ذلك إذا كانت إجراءات المختبر تتطلب ذلك.
يجب ألا يتم رمي حاويات التخلص من الأدوات الحادة في مراكن القمامة.

المواد الملوثة (المعدية) للتعقيم وإعادة الاستخدام

لا يجوز تنظيف المواد الملوثة (قد تكون معدية) قبل تعقيمها وإعادة استخدامها. ويجب أن لا يتم أي تنظيف أو إصلاح ضروري إلا بعد التعقيم أو التطهير.

المواد الملوثة (المعدية) للتخلص منها

وبصرف النظر عن الأدوات الحادة، التي يتم التعامل معها أعلاه، يجب تعقيم كل المواد الملوثة (المعدية) في عبوات غير ُمسَرّبة، على سبيل المثال، أكياس البلاستيك autoclavable، قبل التخلص منها. بعد التعقيم، فإن هذه المواد قد يتم وضعها في حاويات نقل لنقلها إلى المحرقة. إذا كان ممكنا، لا ينبغي التخلص من المواد الناجمة عن أنشطة الرعاية الصحية في مدافن القمامة ولو حتى بعد تعقيمها [٩].

١٨,٧. مرافق المختبرات الحيوانية

أولئك الذين يستخدمون الحيوانات لأغراض تجريبية وللتشخيص لديهم التزام أخلاقي لاتخاذ كل الاحتياطات لضمان عدم التسبب في ألم أو معاناة غير ضرورية. كما يجب توفير مساكن صحية مريحة وغذاء صحي كاف وماء. وفي نهاية التجربة يجب التعامل مع حيوانات المختبر بطريقة إنسانية.

ولأسباب أمنية، ينبغي أن يكون مكان رعاية حيوانات المختبر في وحدة منفصلة ومستقلة. إذا كان يجاور المختبر، ينبغي للتصميم أن يراعي عزلها عن الأجزاء العامة للمختبر، ومكان التعقيم وإزالة التلوث [٣٠].

جدول ١٢: مستويات مرافق احتواء الحيوانات: ملخص من الممارسات ومعدات السلامة

مجموعة المخاطر	مستوى الاحتواء	إجراءات ومعدات السلامة للمختبرات
1	مستوى السلامة الأحيائية-١ لمرافق الحيوانات (ABSL-1)	دخول محدود، ملابس واقية وقفازات
2	مستوى السلامة الأحيائية-٢ لمرافق الحيوانات (ABSL-2)	إجراءات المستوى ١ (ABSL-1) بالإضافة إلى: علامات التحذير من الخطر، كبائن الأمان الحيوي فئة I أو II (BSCs) بالنسبة للأنشطة ذات انبعاثات جوية إزالة التلوث من النفايات والأقفاص قبل الغسيل
3	مستوى السلامة الأحيائية-٣ لمرافق الحيوانات (ABSL-3)	إجراءات المستوى ٢ (ABSL-2) بالإضافة إلى: دخول محدود كبائن الأمان الحيوي (BSCs) وملابس واقية خاصة لجميع الأنشطة
4	مستوى السلامة الأحيائية-٤ لمرافق الحيوانات (ABSL-4)	إجراءات المستوى ٣ (ABSL-3) بالإضافة إلى: دخول محدود جدا تغيير الملابس قبل الدخول كبائن الأمان الحيوي (BSCs) فئة III أو ملابس خاصة بالضغط الموجب دوش عند المدخل تعقيم جميع النفايات قبل إخراجها من مرافق المختبر

ABSL : مستوى السلامة الأحيائية لمرافق الحيوانات

BSCs: كبائن الأمان الحيوي

مرافق الحيوانات، مثل المختبرات، يمكن تعيينها وفقا لتقييم المخاطر ومجموعة الخطر للكائنات الدقيقة تحت التحقيق، مثل مستويات السلامة الأحيائية ١، ٢، ٣ أو ٤ لمرافق حيوانات التجارب.

حسب ما يتم استخدام في المختبر الحيواني، هناك عوامل ينبغي مراعاتها منها:

١. الطريق الطبيعي للنقل
٢. الكميات والتركيزات التي يتم استخدامها
٣. طريقة التلقيح
٤. وهل هناك إفرازات؟ وبأي طريق يتم إفراز هذه العوامل.؟

وفيما يتعلق باستخدام الحيوانات في المختبر الحيواني، هناك عوامل ينبغي النظر فيها، منها:

١. طبيعة الحيوانات، أي العدوانية والميل للدغ أو الخدش
٢. طفيلياتها الطبيعية الداخلية أو الخارجية
٣. الأمراض الحيوانية التي هي عرضة لها
٤. احتمال انتشار المواد المسببة للحساسية لها

كما هو الحال بالنسبة المختبرات، متطلبات ميزات التصميم والمعدات والاحتياطات قد تزيد شدتها وفقا لمستوى السلامة الحيوية الحيوانية. تم وصف كل هذا أدناه وتلخيصه في الجدول ١٢. هذه المبادئ التوجيهية تضاف إلى بعضها، بحيث يضم كل مستوى أعلى معايير المستويات الدنيا.

مرافق حيوانات التجارب - السلامة الأحيائية المستوى ١

وهذه المرافق مناسبة للاعتناء بمعظم حيوانات التجارب بعد الحجر الصحي (باستثناء القرود، حيث ينبغي الاستشارة مع الجهات الوطنية المختصة). كما أنها مناسبة للحيوانات التي يتم تلقيحها عمدا بكائنات من مجموعة المخاطر ١، إلى جانب التقنية الميكروبيولوجية الجيدة GMT. مدير مرفق الحيوان يجب أن يضع سياسات وإجراءات وبروتوكولات لجميع العمليات، بما في ذلك الدخول إلى الحظيرة. كما يجب أن يوضع برنامج للمراقبة الطبية المناسبة للموظفين، وإعداد واعتماد دليل للتشغيل والسلامة الأحيائية [٣٠].

مرافق حيوانات التجارب - السلامة الأحيائية المستوى ٢

وهذه مناسبة للعمل مع الحيوانات التي يتم تلقيحها عمدا بكائنات حية دقيقة من مجموعة الخطر ٢. وتنطبق عليها احتياطات السلامة التالية:

١. جميع متطلبات المرافق الحيوان يجب أن ينطبق عليها المستوى ١ للسلامة الأحيائية
٢. يجب تعليق علامات التحذير من المخاطر الأحيائية على الأبواب وأماكن أخرى مناسبة.
٣. يجب أن يتم تصميم منشأة لسهولة التنظيف والتدبير.

٤. يجب على الأبواب أن تفتح إلى الداخل وتكون ذاتية الإغلاق.
٥. يجب أن تكون التدفئة والتهوية والإضاءة كافية.
٦. إذا تم توفير التهوية الميكانيكية، يجب أن يكون تدفق الهواء إلى الداخل، والتخلص من هواء العادم إلى الخارج وعدم إعادته إلى أي جزء من المبنى.
٧. يجب أن يقتصر الدخول على الأشخاص المصرح لهم.
٨. عدم قبول أي حيوانات أخرى غير تلك المخصصة للاستخدام التجريبي.
٩. يجب أن يكون هناك برنامج للتحكم في الحيوانات المفصلية والقوارض.
١٠. النوافذ إن وجدت، يجب أن تكون آمنة، ومقاومة للكسر، وإذا كانت ممكنة الفتح، يجب أن تكون مزودة بشاشات واقية من مفصليات الأرجل.
١١. بعد الاستخدام، يجب تطهير أسطح العمل بالمطهرات الفعالة
١٢. يجب توفير خزانات السلامة البيولوجية (فئات الأول أو الثاني) أو أقفاص العزل مع إمدادات هواء مزودة ب HEPA فيلتر للهواء العادم لأي عمل قد ينتج عنه توليد الهباء الجوي.
١٣. يجب أن يكون الأوتوكلاف متوفرا وقريبا من مرافق حيوانات التجارب.
١٤. يجب إزالة مواد الافتراش للحيوانات بطريقة تقلل من إدرار الهباء والغبار.
١٥. يجب تطهير جميع النفايات والفُرُش قبل التخلص منها.
١٦. استخدام الأدوات الحادة ينبغي أن يكون محدودا كلما أمكن ذلك. يجب دائما أن تجمع الأدوات الحادة في حاويات مقاومة للثقب ومزودة بأغطية ويُتَعامل معها على أنها معدية.
١٧. المواد المُعَدة للتعقيم أو الحرق يجب نقلها بأمان، في حاويات مغلقة.
١٨. يجب تطهير أقفاص الحيوانات بعد الاستعمال.
١٩. يجب أن تحرق جيف الحيوانات.
٢٠. الملابس والمعدات الواقية يجب ارتداؤها داخل المرافق، وإزالتها عند المغادرة.
٢١. يجب توفير مرافق غسل اليدين. كما يجب على الموظفين غسل أيديهم قبل أن يغادروا مرفق الحيوانات.
٢٢. جميع الإصابات، مهما كانت طفيفة، يجب التعامل معها بشكل مناسب والإبلاغ عنها وتسجيلها.
٢٣. يجب منع الأكل والشرب والتدخين واستخدام مستحضرات التجميل في المرفق.
٢٤. يجب توفير التدريب المناسب لجميع الموظفين [٣٠].

مرافق حيوانات التجارب - السلامة الأحيائية المستوى ٣

وهذه مناسبة للعمل مع الحيوانات التي يتم تلقيحها متعمدا بكائنات من مجموعة الخطر ٣، أو غيرها إذا تبين خلاف ذلك بعد تقييم المخاطر. يجب مراجعة جميع النظم والإجراءات وإعادة إصدار شهادات سنويا. يجب احترام احتياطات السلامة التالية:

١. يجب أن تتحقق مستويات السلامة الأحيائية ١ و ٢ في جميع متطلبات المرافق الحيوانية.
٢. يجب أن يخضع المدخل لرقابة صارمة.
٣. يجب أن يُفصل المرفق عن المختبر وبيوت الحيوانات الأخرى وذلك عن طريق توفير غرفة مع مدخل مزدوج الباب لتشكيل غرفة الانتظار.
٤. يجب توفير مرافق غسل اليدين في غرفة الانتظار.
٥. وينبغي توفير حمام في حجرة الانتظار.
٦. يجب أن يكون هناك تهوية ميكانيكية لضمان تدفق الهواء المستمر من خلال جميع الغرف. يجب أن يمر الهواء العادم من خلال مرشحات HEPA قبل تصريفها إلى الغلاف الجوي دون إعادة تدوير. يجب أن يتم تصميم النظام لمنع أي تدفق عكسي عرضي والضغط الإيجابي في أي جزء من مرافق الحيوانات.

يجب أن يكون الأوتوكلاف متاحا في موقع مناسب لمرفق الحيوانات حيث تم احتواء الخطر البيولوجي. وينبغي أن تعقم النفايات المعدية قبل أن يتم نقلها إلى مناطق أخرى من المنشأة [٣٠].

١٨,٨. تقييم المخاطر للكائنات الحية المعدلة وراثيا (GMO)

تقييم المخاطر للتعامل مع الكائنات المعدلة وراثيا يجب الأخذ في الاعتبار خصائص الكائنات المانحة والكائنات المتلقية / المضيفة [٣٠].

ومن الأمثلة على ذلك:

المخاطر الناشئة مباشرة عن الجين المُدْرج (كائن الحي المتبرع). التقييم ضروري في الحالات التي يكون فيها مُنتج إدراج الجين له خصائص بيولوجية أو صيدلانية نشطة ومعروفة قد تؤدي إلى ضرر، على سبيل المثال:

١. السموم
٢. السيتوكينات
٣. الهرمونات
٤. منظمات التعبير الجيني
٥. عوامل القدرة على الإصابة أو زيادتها

٦. تسلسلات الجينات الورمية
٧. مقاومة المضادات الحيوية
٨. المواد المثيرة للحساسية.

كما ينبغي أن يشمل النظر في مثل هذه الحالات تقدير مستوى التغيير الجيني اللازم لتحقيق نشاط بيولوجي أو دوائي [٣٠].

المخاطر المرتبطة مع المتلقي / المضيف

١. قابلية الكائن المضيف
٢. القدرة على الإصابة بالمرض لسلالات المضيف، بما في ذلك حدة الممرض، العدوى وإنتاج توكسين
٣. تعديل مدى الإصابة للمضيف
٤. الحالة المناعية للكائن المتلقي
٥. عواقب التعرض للإصابة

المخاطر الناجمة عن تغيير الصفات الممرضة الموجودة

العديد من التعديلات لا تتعلق بالجينات التي لها منتجات ضارة بطبيعتها، ولكن يمكن أن تنشأ آثار سلبية نتيجة لتغيير الصفات غير المسببة للأمراض أو الممرضة الموجودة. تعديل الجينات العادية قد يغير المرضية. في محاولة لتحديد هذه المخاطر المحتملة، يمكن اعتبار النقاط التالية [٣٥]:

١. هل هناك زيادة في الإصابة أو المرضية؟
٢. هل يمكن التغلب على أي طفرة تعطيل داخل الكائن المتلقي نتيجة لإدخال الجين الأجنبي؟
٣. هل الجين الغريب ينتج محددات مرضية من كائن حي آخر؟
٤. إذا DNA الدخيل يشمل المحددات المرضية، هل يُتَوَقع أن هذا الجين يمكن أن يسهم في مرضية الكائنات المعدلة وراثيا؟
٥. هل العلاج متاح؟
٦. هل ستتأثر قابلية الكائنات المعدلة وراثيا للمضادات الحيوية أو غيرها من أشكال العلاجات نتيجة للتعديل الوراثي؟
٧. هل القضاء على الكائنات المعدلة وراثيا يمكن تحقيقه؟

جدول ١٣: ملخص لفئات المخاطر

فئة المخاطر ١	الكائنات GMO المحورة وراثيا التي ليس لها مخاطر أو مخاطر قليلة جدا	الأنشطة التي المستوى ١ للاحتواء مناسب لحماية صحة الإنسان وكذلك البيئة.
فئة المخاطر ٢	الكائنات GMO المحورة وراثيا التي ليس لها مخاطر قليلة	الأنشطة التي المستوى ٢ للاحتواء مناسب لحماية صحة الإنسان وكذلك البيئة.
فئة المخاطر ٣	الكائنات GMO المحورة وراثيا التي ليس لها مخاطر متوسطة	الأنشطة التي المستوى ٣ للاحتواء مناسب لحماية صحة الإنسان وكذلك البيئة.
فئة المخاطر ٤	الكائنات GMO المحورة وراثيا التي ليس لها مخاطر عالية جدا	الأنشطة التي المستوى ٤ للاحتواء مناسب لحماية صحة الإنسان وكذلك البيئة.

١٨,٩. كابينات الأمان الحيوي BSCs

تم تصميم كابينات الأمان الحيوي (BSCs) لحماية المشغل والبيئة ومواد العمل في المختبرات من التعرض للهباء والبقع المعدية التي قد تنشأ عند التعامل مع المواد التي تحتوي على العوامل المعدية، مثل المزارع الأولية والمخزنة والعينات التشخيصية. يتم إنشاء جسيمات الهباء الجوي من قبل أي نشاط يضفي طاقة إلى مادة سائلة أو شبه سائلة، مثل الهز، الصب، والإثارة أو إسقاط السائل على سطح أوفي سائل آخر. أنشطة المختبرات الأخرى، مثل لوحات تسليط الضوء على الأجار، وحقن قوارير زراعة الخلايا بالماصة، واستخدام ماصة ذات قنوات متعددة لصب معاليق سائلة لعوامل معدية في أطباق دقيقة للزراعة، والمجانسة vortexing لمواد المعدية، والطرد المركزي للسوائل المعدية، أو العمل مع حيوانات التجارب، يمكنها كلها أن تولد هباء جويا معديا. جسيمات الهباء الجوي أقل من ٥ ميكرون في القطر، وقطرات صغيرة من ٥-١٠٠ ميكرون في القطر تكون غير مرئية للعين المجردة. عامل المختبر عموما ليس على علم بأن هذه الجزيئات يتم إنشاؤها ويمكن استنشاقها أو عبر تلويث المواد على سطح البنشات. عندما تستخدم كبائن الأمان الحيوي بشكل صحيح، يمكن أن تكون فعالة للغاية في الحد من العدوى المكتسبة والتلوث في المختبرات، عبر مزارع الكائنات الدقيقة بسبب التعرض للهباء الجوي. كبائن الأمان الحيوي أيضا تلعب دورا في حماية البيئة [٣٠].

على مر السنين خضع التصميم الأساسي لل BSCs لعدة تعديلات. كان هناك تغيير كبير في جسيمات الهواء عند إضافة مرشح (HEPA) عالي الكفاءة لنظام العادم. مرشح HEPA يمنع ٩٩,٩٧٪ من الجسيمات من ٠,٣ ميكرون في القطر، وبنسبة ٩٩,٩٩٪ من جزيئات أكبر أو أصغر حجم. وهذا يتيح للفلتر HEPA فعالية منع جميع العوامل المعدية المعروفة وضمان هواء خال من الميكروبات عن طريق العادم. وكان تعديل التصميم الثاني لتوجيه هواء HEPA-الصافي على سطح العمل، وتوفير الحماية للمواد على سطح العمل من التلوث. وغالبا ما يشار إلى هذه الميزة إلى حماية المنتج. وقد أدت مفاهيم التصميم الأساسية لتطور ثلاث فئات من كبائن الأمان الحيوي BSCs . نوع الحماية التي توفرها كل فئة تم استعراضها في الجدول ١٤.

ملاحظة: الكبائن الأفقية والعمودية التي تدفق ("محطات العمل ذات الهواء النقي") ليست كبائن للأمان الحيوي، وينبغي ألا تستخدم على هذا النحو.

كابينات الأمان الحيوي الفئة I

يتم سحب هواء الغرفة إلى الداخل من خلال الفتحة الأمامية بحد أدنى من السرعة تصل إلى ٠,٣٨ م / ث، فإنه يمر فوق سطح العمل ويتم التخلص منه خلال قناة العادم.

جدول ١٤: اختيار كابينات الأمان الحيوي BSC، حسب نوع الحماية المطلوبة

نوع الحماية	اختيار نوع كابينات الأمان الحيوي
حماية الأفراد والكائنات الدقيقة في مجموعات المخاطر ١-٣	I, II, III فئة
حماية الأفراد والكائنات الدقيقة في مجموعات المخاطر ٤، مع علبة قفازات	III فئة
حماية الأفراد والكائنات الدقيقة في مجموعات المخاطر ٤، ملابس المختبر	I, II, فئة
حماية المنتوج	إذا توفر جهاز الاندفاق الصفحي II, I فئة
حماية كيميائية كميات قليلة جدا	إذا كانت التهوية للخارج IIA2, IIB1 فئة
حماية كيميائية	I, IIB2, III فئة

١٨,١٠. اختيار خزانة السلامة البيولوجية

وينبغي اختيار BSC في المقام الأول وفقا لنوع الحماية المطلوبة: حماية المنتج، حماية الأفراد ضد الكائنات الدقيقة من مجموعة المخاطر ١-٤. حماية الأفراد من التعرض للألنويدات المشعة والمواد الكيميائية السامة المتطايرة، أو يكون مزيجا من هذه المواد. يبين الجدول ١٤ كابينات الأمان الحيوي BSCs التي ينصح بها لكل نوع من أنواع الحماية.

لا ينبغي أن تستخدم المواد الكيميائية المتطايرة أو السامة في BSCs التي تعيد توزيع الهواء العادم إلى الغرفة، أي BSCs من الدرجة الأولى التي لم يتم توصيلها بأنابيب أنظمة العادم، أو الدرجة IIA1 أو فئة IIA2 من الكبائن. كبائن فئة IIB1 مقبولة للعمل مع كميات ضئيلة من المواد الكيميائية المتطايرة والنويدات المشعة. الفئة أ IIB2 BSC، والتي تسمى كذلك كبائن العادم الكلي، ضرورية حيث من المتوقع أن تستخدم كميات كبيرة من النويدات المشعة والمواد الكيميائية المتطايرة [٣٠].

١٩. المراجع

[1] U.B.C., Laboratory Chemical Safety Manual, (2002).

[2] C.C.O.H.S., Canadian Centre for Occupational Health and Safety, (2004).

[3] Work Safe BC Laboratory Safety Hand Book, (2008).

[4] American Industrial Hygiene Association (AIHA), Laboratory Health and Safety Committee. Biosafety, (2003).

[5] Work Safe BC WHMIS Instructor‘s Manual, (2001).

[6] National Research Council. Prudent Practices in the Laboratory: Handling and Disposal of Chemicals., Washington, DC; National Academy Press, (1995).

[7] National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH).
NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards, (2005).

[8] Urben, Peter, Bretherick’s Handbook of Reactive Chemical Hazards,
7th ed. New York: Academic Press, (2007).

[9] National Institutes of Health. NIH Waste Disposal Guide, (1998).

[10] Medical College of Georgia. Special Chemical Handling Procedures: Peroxide Forming Compounds &

Picric Acid., (2005).
[11] Ohio State University. Chemicals That Form Peroxides: Handling and Storage, (2004).
[12] Laboratory Safety Manual, The University of Texas at Austin, (2011).
[13] Center for Research on Occupational and Environmental Toxicology (CROET), Oregon Health & Science
University. Occupational Safety and Health: Resource Directory—Laboratory, (2009).
[14] Oklahoma State University. Chemical Guide and Permeation Tables, (2015).
[15] US National Oceanic and Atmospheric Administration, National Ocean Service. The Chemical Reactivity
Worksheet, (2001).
[16] Shematek G, Wood W. Laboratory Safety. CSLT Guidelines, 4th ed. Hamilton, ON: Canadian Society of
Laboratory Technologists, (1996).
[17] University of Manitoba, Environmental Health and Safety Office. , (2010).
[18] Canada Transportation of Dangerous Goods (TDG) Regulations, (2015).
[19] Concordia University, Compressed Gas Cylinders Safety Manual, (2016).
[20] Introductory laboratory safety manual for EET students, school of electrical engineering and telecommunications., (2012).
[21] J. Cadick, Electrical Safety Handbook, McGraw-Hill, Inc., USA, (1994).
[22] Penn state University Magnetic Field Safety Guide (2014).
[23] Concordia University Magnetic Field Safety manual (2013).
[24] American Conference of Governmental Industrial Hygienists
(ACGIH) Threshold Limit Values, (2014).
[25] Cryogenics safety manual, Argonne National Laboratory, Argonne, Illinois (2012).
[26] Radiation safety manual for Columbia University, New York-Presbyterian hospital, New York State Psychiatric Institute, and Barnard College, (2015).
[27] Mannitoba University Hazardous Chemical Waste Management Guidebook, (2015).
[28] F. Seeber, Light sources and laser safety, Fundamentals of Photonics, (2007).
[29] LASER Safety Manual , Radiation Safety Office, Environmental Health and Safety, University of Washington, (2007).
[30] World Health Organization. Laboratory biosafety manual, (2004).
[31] Health Canada, Population and Public Health Branch. Laboratory Biosafety Guidelines, (2004).
[32] Health Canada, Population and Public Health Branch. Material Safety Data Sheets for

Infectious
Substances, (2001).
[33] Centers for Disease Control and Prevention, and National Institutes of Health. Public Health Service, US
Department of Health and Human Services. Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories, (1999).
[34] Oklahoma State University, Environmental Health and Safety. Bloodborne Pathogen Exposure Control Plan., (2002).
[35] E. Waigmann, C. Paoletti, H. Davies, J. Perry, S. Kärenlampi, H. Kuiper, Risk assessment of Genetically Modified Organisms (GMOs), EFSA Journal, 10 (2012) s1008

جامعة طيبة

Taibah University

www.taibahu.edu.sa info@taibahu.edu.sa @taibahu
014 8618888 p.o.box 91 Madinah 41411 @taibah_uni