كتيب الطلاب

المبادئ الأساسية لحفظ الصحة المهنية

أكتوبر 2010

شكر وتقدير

أول من قام بتطوير هذا الكتيب هو أدريان هيرست من شركة هيرست للاستشارات المحدودة المملكة المتحدة، وذلك نيابة عن شركة GlaxoSmithKline.

لقد تلقينا عوناً كبيراً عند تطوير هذا الدليل، ولذلك يود المؤلف أن يعرب عن خالص تقديره لكل من الأفراد التالي ذكرهم لما قدموه من دعم ومساهمة.

- ستيف بيلي
- روجر إيلزبيري
- فيل جونز
- بريان ديفيز
- شركة بريتيش بتروليوم المحدودة
- GSK

تود جمعية التدريب على الصحة المهنية (OHTA) أن تعرب عن خالص شكرها لشركة GlaxoSmithKline لدعمها المالي لهذا المشروع.

هذا العمل مرخص بموجب اسناد منظمة Creative Commons - بدون اشتقاق

جدول المحتويات

1 تمهيد **11**

1.1 التاريخ 13
1.2 أهمية حفظ الصحة المهنية 15

2 الفسيولوجية البشرية والأمراض الصناعية **16**

2.1 البشرة 16
2.1.1 الإكزيما 17
2.1.2 الضرر الجسدي 18
2.1.3 العوامل البيولوجية 18
2.1.4 السرطان 18
2.1.5 آثار أخرى 18
2.2 الجهاز العظمي العضلي 18
2.3 الجهاز العصبي 20
2.4 جهاز الغدد الصماء 22
2.4.1 الجهاز الدوري 23
2.5 الدم 24
2.6 الجهاز التنفسي 25
2.7 القناة المعدية المعوية 27
2.8 الكبد 27
2.9 الجهاز البولي 28
2.10 العين 29

3 أساسيات علم السموم **30**

3.1 مقدمة 30
3.2 المصطلحات 30
3.3 مفاهيم أساسية 31
3.3.1 الشكل المادي 32
3.3.2 الجرعة 32
3.3.3 منافذ الدخول/ الامتصاص 33
3.3.4 الاستقلاب 34
3.3.5 الإخراج 34
3.3.6 الاستجابة للسموم 34
3.4 مراحل التقييم السمّي 35
3.4.1 ما هي الآثار الضارة التي قد تسببها مادة كيميائية ما؟ 35
3.4.2 هل الآثار التي تظهر على الحيوانات لها صلة بالإنسان؟ 35
3.5 صحيفة بيانات مأمونية المواد 35

4 أمثلة للمواد/ العمليات الخطرة **37**

4.1 CRYSTALLINE SILICA 37
4.2 ألياف معدنية مصنعة آليا ً(MMMF) 38
4.3 أدخنة اللحام 38
4.4 الأيزوسيانات 39
4.5 غبار الخشب 39
4.6 صناعة الأدوية 39
4.7 منتجات البترول 40
4.8 المناجم – استخلاص الثروة المعدنية والمعادن 41
4.9 استخدام المعادن والصقل 42

5 تقييم المخاطر الصحية **43**

5.1 مقدمة 43
5.2 الأخطار والمخاطر 43
5.3 تقييم المخاطر الصحية 43
5.3.1 تحديد مدى التقييم 43
5.3.2 جمع المعلومات 44
5.3.3 تقييم مخاطر الصحة 45
5.3.4 تحديد أي إجراء لازم 45
5.3.5 تسجيل تقييم المخاطر 46
5.3.6 تنفيذ الإجراءات 46
5.3.7 مراجعة تقييم المخاطر 46
5.4 الأنظمة المتخصصة ونطاقات التحكم 46

6 قياس الملوّثات المنقولة عبر الهواء **48**

6.1 المبادئ العامة 48
6.1.1 تقنيات جمع العينات 48
6.1.2 أنواع جمع العينات 49
6.2 معدات جمع العينات 51
6.3 سجلات العينات 52
6.4 جمع عينات الجسيمات المنقولة عبر الهواء 52
6.4.1 حجم الجسيم 52
6.4.2 عناصر نظام لجمع العينات 54
6.5 جمع عينات الغازات والأبخرة 56
6.5.1 معدات جمع العينات 56
6.5.2 طرق جمع العينات 59
6.5.3 جمع العينات في الأوضاع الثابتة 60
6.6 خطط جمع البيانات 60

6.6.1 التعرف على الملوثات المنقولة عبر الهواء 60
6.6.2 التسريبات والانسكابات 60
6.6.3 تقييم إجراءات التحكم الفعالة 60
6.7 طرق التحليل 61
6.7.1 الأبخرة العضوية 61
6.7.2 الغازات العضوية 61
6.7.3 مادة الجسيمات العضوية 61
6.7.4 المعادن ومركباتها 61
6.7.5 الغبار المعدني 62
6.7.6 المعايرة وضبط الجودة 62

7 معايير حفظ الصحة وحدود التعرّض المهني 63

7.1 مقدمة 63
7.2 وضع معايير حفظ الصحة وحدود التعرض 63
7.3 معايير حفظ الصحة للعوامل الكيميائية 64
7.3.1 تحديد كميات تركيز العناصر الكيميائية المنقولة عبر الهواء 64
7.3.2 فئات حدود التعرض 65
7.3.3 التنويط "الجلدي" 65
7.3.4 آثار التعرض المختلط 65
7.3.5 حساب التعرض مع النظر للفترة المرجعية المحددة 66
7.4 القيم الإرشادية للرصد البيولوجي 67

8 الرصد البيولوجي والمراقبة الصحية 69

8.1 البول 70
8.2 الدم 70
8.3 البشرة 71
8.4 النفس 71
8.5 الرؤية 71
8.6 الأشعة السينية 71
8.7 الاختبارات العصبية 71
8.8 قياس السمع 72
8.9 اختبارات وظائف الرئة 72
8.9.1 حجم الرئتين وحجم الزفير القسري (FEV1) 72
8.9.2 مقاومة المسالك الهوائية 72

9 أساليب عامة للتحكم بمخاطر التعرض على الصحة 73

9.1 أنواع إجراءات التحكم 73
9.1.1 العزل/ الاستبدال 74

9.1.2 العزل 74
9.1.3 الفصل 74
9.1.4 الضوابط الهندسية - التهوية 74
9.1.5 الضوابط الإدارية 75
9.1.6 المعلومات والتعليمات والتدريب 76
9.1.7 معدات الحماية الشخصية (PPE) 76

10 التهوية 77

10.1 أنواع التحكم 77
10.2 الخواص العامة لنظام تهوية العادم المحلي 77
10.2.1 اعتبارات عامة 78
10.2.2 المداخل/ الأغطية 78
10.2.3 مجاري الهواء 81
10.2.4 منقيات الهواء 82
10.2.5 محركات الهواء 83
10.2.6 التصريف في الجو 83
10.3 صيانة، فحص، واختبار أنظمة التهوية 84
10.3.1 المتطلبات القانونية 84
10.3.2 الصيانة المنتظمة 84
10.3.3 الفحص والاختبار الدقيق 84

11 الأسبستوس 86

11.1 الخلفية 86
11.1.1 أنواع الأسبستوس 86
11.1.2 خواص الأسبستوس 87
11.1.3 استخدامات الأسبستوس 87
11.1.4 ألياف الأسبستوس المنقولة عبر الهواء 88
11.1.5 التعرض لألياف الأسبستوس 88
11.2 الأخطار الصحية للأسبسستوس 89
11.3 سجل الأسبستوس 90
11.3.1 وظيفة سجل الأسبستوس 90
11.4 العلاج من المواد الحاوية للأسبستوس 90
11.4.1 إزالة الأسبستوس 90
11.4.2 إصلاح/ تغليف الأسبستوس 90

12 الأخطار البيولوجية 91

12.1 مقدمة للمخاطر البيولوجية 91

12.2 الليجيونيلا وحمى المرطبات 92
12.2.1 الليجيونيلا 92
12.2.2 حمى المرطبات 94
12.3 الأمراض المنقولة عبر الدم 94
12.3.1 التهاب الكبد الوبائي ب 95
12.3.2 التهاب الكبد الوبائي ج 95
12.3.3 HIV - (فيروس نقص المناعة البشرية) 96
12.4 الأمراض حيوانية المنشأ 97
12.4.1 الجمرة الخبيثة (اللجنة الاستشارية للممرضات الخطرة ACDP المجموعة 3) 97
12.4.2 داء اللولبية النحيفة (مجموعة الأخطار 2) 98
12.4.3 داء السالمونيلا 98
12.5 العفن 98
12.6 الجوائح 99
12.7 التعديل الوراثي 100

13 الضوضاء 101

13.1 الخلفية 101
13.2 الأذن 101
13.3 الصوت المسموع 102
13.4 الآثار الصحية للضوضاء المفرطة 103
13.5 جمع مستويات الصوت 104
13.6 تحليل التردد 105
13.7 أوزان ديسيبيل 105
13.8 مستوى الصوت المعادل المتواصل (LEQ) 106
13.9 جرعة الضوضاء 107
13.9.1 حساب تعرض العمال الشخصي اليومي للضوضاء (LEP,d) 107
13.10 حدود الضوضاء 107
13.10.1 حدود أخرى 108
13.11 الحفاظ على السمع 108
13.11.1 تقييم ضوضاء مكان العمل 108
13.11.2 التحكم بضوضاء مكان العمل 109
13.11.3 حماية العاملين المعرضين للخطر 110
13.11.4 المعلومات والتعليمات والتدريب 110

14 الاهتزاز 111

14.1 مقدمة 111
14.1.1 التردد 111
14.1.2 السعة 111

14.1.3 العجلة (قياس كثافة الاهتزاز) 112
14.2 التعرض للاهتزاز 112
14.3 الآثار الصحية للاهتزاز 113
14.4 قياس الاهتزاز 113

15 البيئة الحرارية: المبادئ والتقييم والتحكم 115

15.1 الاستجابة البشرية للبيئة الحرارية 115
15.1.1 الاستجابات الفسيولوجية للحرارة 115
15.1.2 الاستجابات الفسيولوجية للبرودة 115
15.1.3 الاستجابة الفسيولوجية للبيئة الحرارية 115
15.2 نقل الحرارة من الجسم 116
15.3 تقييم البيئة الحرارية 116
15.3.1 معدل الاستقلاب 116
15.3.2 العزل الشخصي 118
15.3.3 مدة التعرض 118
15.3.4 درجة حرارة البصيلة الجافة 118
15.3.5 متوسط درجة الحرارة المشعة 118
15.3.6 سرعة الهواء 119
15.3.7 محتوى الرطوبة 119
15.3.8 الرصد الشخصي 120
15.4 مؤشرات الإجهاد الحراري 120
15.5 الارتياح الحراري 120
15.6 إجهاد البرودة 120
15.7 التحكم بالبيئة الحرارية 121
15.7.1 تعديل ظروف الارتياح 121
15.7.2 تعديل البيئة الحارة 121
15.7.3 تعديل البيئة الباردة 121
15.8 مشاكل بيئية محددة 122
15.8.1 مكونات عالية الإشعاع 122
15.8.2 أوضاع الرطوبة العالية 122
15.8.3 الأوضاع الحارة الجافة 123

16 مقدمة للإشعاع الضوئي وغير المؤين 124

16.1 مقدمة 124
16.2 أنواع الإشعاع غير المؤين 125
16.2.1 الأشعة فوق البنفسجية (UV) 125
16.2.2 الأشعة تحت الحمراء (IR) 126
16.2.3 أشعة الليزر 127

16.2.4 أشعة الموجات الدقيقة (الميكروويف) 128
16.2.5 آثار أخرى للإشعاع غير المؤين 128
16.3 تقييم الإشعاع غير المؤين 128
16.4 الإضاءة 129
16.4.1 الإدراك 129
16.4.2 تقييم الإضاءة 129
16.4.3 الوهج 130
16.4.4 الإضاءة الجيدة 130

17 الإشعاع المؤين 131

17.1 طبيعته 131
17.2 النيوكليدات المشعة 132
17.2.1 وحدات الإشعاع المؤين 132
17.3 الإشعاع الخارجي والداخلي 133
17.4 مستويات الإشعاع 134
17.5 الآثار البيولوجية للإشعاع المؤين 134
17.6 استخدامات الإشعاع 135
17.7 قياس الإشعاع ـ الجزء 1 135
17.8 الحماية من الإشعاع 135
17.9 مرقبة الصحة 137

18 مقدمة للهندسة البشرية 138

18.1 مقدمة 138
18.2 تقييم المخاطر بمكان العمل 138
18.3 التعامل اليدوي 139
18.3.1 الظهر 139
18.3.2 إجراء تقييم للتعامل اليدوي 141
18.3.3 سبل تقليل الخطورة 142
18.3.4 المعلومات والتعليمات والتدريب 143
18.4 المهام التكرارية 143
18.5 معدات شاشات العرض (DSE) 145
18.5.1 الآثار المحتملة لاستخدام معدات شاشات العرض (DSE) 145
18.6 إجراء التقييم 146
18.7 الحد الأدنى لشروط محطات العمل 146
18.8 الضوابط الإدارية 149

19 السلوك والثقافة 150

19.1 أثر السلوك على حفظ الصحة المهنية 150
19.2 التحفز والتعديل في السلوك151

19.3 ثقافة الصحة والسلامة 153

20 التوتر المرتبط بالعمل 155

20.1 أعراض التوتر 155
20.2 تقييم التوتر 155
20.3 إدارة التوتر 156

21 القسم 21 ـ وظائف في حفظ الصحة المهنية 159

21.1 ممارسة حفظ الصحة المهنية 159
21.1.1 الخدمات الداخلية 159
21.1.2 الاستشارة 162
21.1.3 الهيئات الحكومية 163
21.1.4 البحث والتدريس 163
21.2 دلالات لخبير حفظ الصحة 164
21.2.1 تقديم الخدمة 164
21.2.2 التوظيف 164
21.2.3 المرافق 164
21.2.4 ضمان الجودة 164
21.3 خبير حفظ الصحة كمدير 165
21.4 التطور الشخصي 167
21.4.1 الانضمام لجمعية 167
21.4.2 كن مشاركاً 168
21.4.3 قم بتكوين شبكتك 168
21.5 الأخلاقيات 168

1 تمهيد

جمعية النظافة المهنية الدولية (IOHA) تعرف الصحة المهنية على أنها:

'فرع المعرفة الخاص **بتوقع، وإدراك، وتقييم، ومراقبة** المخاطر الصحية في بيئة العمل بهدف حماية صحة العامل ورفاهيته والحفاظ على المجتمع عموماً.'

التوقعـ ينطوي هذا على تحديد الأخطار المحتملة في مكان العمل قبل أن تقع.

الإدراك - ينطوي هذا على تحديد الأخطار المحتملة على الصحة التي يشكلها عامل كيميائي أو فيزيائي أو بيولوجي أو موقف بشري سلبي آخر.

العوامل الكيميائية	الغازات، الأبخرة، المواد الصلبة، الألياف، السوائل، الأتربة، الأدخنة، الخ.
العوامل الفيزيائية	الضوضاء والاهتزاز. الحرارة والبرودة. المجالات الكهرومغناطيسية، الإضاءة، الخ.
العوامل البيولوجية	البكتيريا، الفطريات، الخ.
العوامل البشرية	الرفع، المد والحركات المتكررة.
العوامل السيكولوجية	التوتر، أعباء العمل وتنظيم العمل.

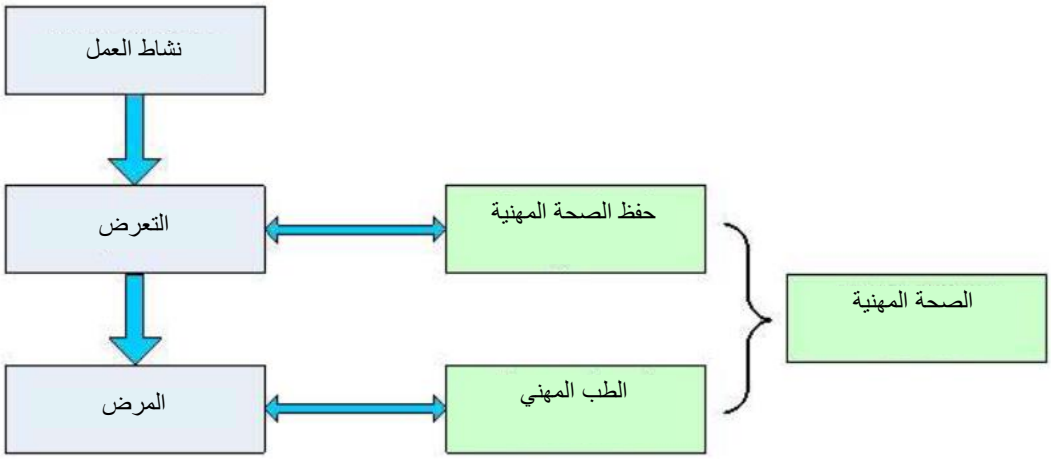
تقييم مدى التعرض للأخطار الكيميائية، العوامل الفيزيائية أو البيولوجية (أو المواقف البشرية السلبية) في مكان العمل. وينطوي هذا على قياس تعرض العامل الشخصي لأخطار/ عوامل في مكان العمل، خاصة الترابط النسبي بين البيئة والجسم، مثل منطقة التنفس، منطقة السمع، وتقييم البيانات من حيث حدود التعرض المهني الموصى بها (OEL)، حيث تتواجد هذه المعايير.

المراقبة العوامل الكيميائية أو الفيزيائية أو البيولوجية - أو المواقف البشرية السلبية، بواسطة الهندسة الإجرائية أو وسائل أخرى أينما يشير التقييم ضرورتها.

ولذا، يركز حفظ الصحة المهنية جوهرياً على أسلوب وقائي عبر تقليل التعرض لعوامل كيميائية وفيزيائية وبيولوجية في بيئة العمل وتبني ممارسات بشرية جيدة.

في مجال الصحة المهنية، يوجد عدد من فروع المعرفة المتخصصة في مجال الحماية، إلى جانب حفظ الصحة المهنية، والذي يلعب دوراً هاماً في الجهد الساعي لحماية صحة العامل والعميل والمقاول والعوام الذين سيتأثرون بأنشطة العمل.

الطب المهني ـ ويغطي هذا الممارسات الإكلينيكية (الأطباء) فضلاً عن التمريض، ويعنى بتأثير **العمل على الصحة** وتأثير **الصحة على العمل**. ويضم هذا الوقاية من المشاكل الصحية، النهوض بظروف العمل والظروف الصحية والحياتية' فضلاً عن تشخيص وعلاج اعتلال الصحة المتعلق بالعمل.



علم الأوبئة ـ ويعني بالدراسة الإحصائية لنماذج المرض لدى مجموعات من الأفراد.

علم السموم - ويعنى بالتنبؤ بـ وتقييم آثار المواد الكيميائية على الكائنات الحية، خاصة الإنسان.

تضم المناطق الأساسية لنشاط متعلق بحفظ الصحة المهنية:

- توقع الأخطار الصحية في مواقف العمل الجديدة والمفترضة.
- إدراك الأخطار الصحية في أماكن العمل القائمة.
- تقييم المخاطر الصحية في مكان العمل؛ عبر تقييمات نوعية وأيضاً مسوح كمية لقياس التعرض.
- انتقاء إجراءات مراقبة المخاطر الصحية الملائمة؛ ويتطلب هذا معرفة عملية متعمقة لإجراءات مثل الإزالة والتبديل وتهوية العادم المحلي.
- تطوير حلول رقابية مفصلة لنشاطات العمل الفريدة؛ تقتضي الكثير من أماكن العمل تعديل وتطوير إجراءات الرقابة، حيث أن الإجراءات المعدّة مسبقاً لن تعمل بكفاءة.
- تحري مسببات اعتلال الصحة المرتبط بالعمل.
- المساعدة في النشاطات المهنية المرتبطة بالصحة مثل الرقابة الصحية/ المراقبة البيولوجية.
- التدريب والتعليم؛ مثل إبلاغ العاملين بالأخطار المقترنة بعملهم وتدريبهم على الاستخدام الصحيح لإجراءات الرقابة.
- نشاطات البحث في طرق متطورة لإدراك وتقييم والتحكم بالتعرض.

يمكن لأخصائي الصحة المهنية أن يعمل بانتظام مع علماء البيئة، فريق عمل السلامة، الممارسين الطبيين، مديري المشروعات، المهندسين من جميع التخصصات، مختصي الصحة الغذائية، المسئولين الحكوميين المحليين، الخ، وذلك لمساعدتهم على تقليل التعرض لأخطار صحية في مكان العمل والتحكم به.

1.1 التاريخ

الأمراض الصناعية منذ زمن أبوقراط تقريباً (اليونان القديمة قبل سنة 400 قبل الميلاد تقريبا) حتى أنه يوجد دليل على أن قدماء المصريين قد عرفوا الأمراض المهنية. مع مرور الوقت تزايد إدراك العلاقات بين مهنة الشخص واعتلال صحته وتعزز الربط بينهما. توازياً مع هذا، تطورت التقنيات لتقييم المخاطر والتحكم بها. الجدول التالي يمثل باقة مختارة من بعض الأحداث الشيقة والجديرة بالملاحظة في تطور حفظ الصحة المهنية.

حوالي عام 400 ق.م.	لاحظ أبوقراط في اليونان القديمة لأول مرة معاناة العاملين بكبريتيد الزئبق من المرض.
حوالي عام 100 م	لاحظ بلوتارخ اليوناني أنه: *"ليس من العدل أن نعرض غير المجرمين لسموم المناجم*. كما أنه وثّق استخدام جلود المثانة كشكل من أشكال معدات حماية الجهاز التنفسي للتحكم بالتعرض للغبار في المناجم.
حوالي عام 1540	وصف باراسيليوس في النمسا أمراض رئوية لدى عمال المناجم
1556	كتب "أجريكولا" (حوالي عام 1556) في "بوهيميا" "De Re Metallica" والذي يصف فيه الأمراض المقترنة بعمال المناجم فضلاً عن استخدام التهوية والمعدات الواقية للجهاز التنفسي للتحكم بالتعرض للغازات والأتربة.
1700	كتب "راماتسيني"، أبو الطب الصناعي، وأستاذ الطب في بادوا" De Morbis Artificum Diatriba"، أول دراسة تجرى عن الأمراض الصناعية. وكان "راماتسيني" هو من أتى بإضافة لقائمة الأسئلة التي أعدها "أبوقراط" للمرضى عن تسجيل تاريخهم، وهي تحديداً السؤال "ما عملك".
1750 وماتلاها	الثورة الصناعية من أواخر 1700 وحتى أواخر 1800 والتي أدت إلى تزايد العمران والتصنيع. وأدى هذا بدوره إلى تعرض مزيد من العمال لمستويات متزايدة من المخاطر الصحية.
1815	طور "سير همفري ديفي" مصباح "ديفي" وهو مصباح أمان يستخدم في المناجم. كما يستخدم هذا المصباح للتحري عن وجود غازات قابلة للاحتراق داخل المناجم. من المثير للدهشة أنه فيما بعد وجه اللوم لهذا المصباح في عدد من الحوادث، إذ أنه يسمح للعاملين بالاستمرار في العمل في أجواء أكثر خطورة.
1833	تعيين أول (أربع) مفتشين على المصانع في المملكة المتحدة
1840s	زادت روايات "تشارلز ديكنز" وحملات رجال السياسة أمثال "لورد شيتسبيري" من وعي الناس بسوء أوضاع العمل.
1855	في المملكة المتحدة صدرت تعليمات للجراحين المسننين (الذين كانوا يعتمدون السن) "بأن عليهم اعتماد أن الأشخاص صغار السن ليس لديهم القدرة على العمل بسبب مرض أو هزال الجسم، وأن عليهم التحقيق في الحوادث الصناعية". (الشلن)
1858	قدم "جون ستينهاوس" قناع مخصب بالفحم للتحكم بالتعرض للغازات والأبخرة.
1889	تم وضع حدود التعرض للرطوبة وثاني أكسيد الكربون في مصانع القطن بالمملكة المتحدة. وأدى هذا بدوره إلى تطوير تهوية العادم المحلي بدلاً من التهوية العامة. كما أدى ذلك إلى تطوير ومراقبة الأجهزة في شكل مؤشرات أنبوبية لثاني أكسيد الكربون.
1898	تم تعيين "توماس ليج" كأول مفتش طبي على المصانع. وكان أول عمل أجراه في الصناعة حول التسمم بالرصاص، والذي أعلن عنه كمرض يجب الإبلاغ عنه عام 1899
عقد 1890	أخذ "هولدين" على عاتقه العمل على سمية أول أكسيد الكربون عبر تعريض جرذان وفئران، حتى تعريض نفسه لتركيزات متنوعة داخل "غرفة تعرض". وقد استخدم هذه النتائج لتطوير خطط "الجرعة مقابل الزمن" لقياس حدة ومشقة الآثار الصحية.

	وأدخل استخدام الحيوانات الصغيرة وتحديداً عصافير الكناري كأول سبل الرصد لتعطي مؤشر على معدلات الغازات السامة.
1910	عملت "أليس هاميلتون" في الولايات المتحدة كأول عالمة سموم صناعية، وقد كانت الرائدة في مجال علم السموم وحفظ الصحة المهنية.
1917	خلال الحرب العالمية الأولى، أدت الضرورة الملحة للعمل بمصانع الذخيرة إلى تردّي أوضاع العمل. من المعروف أن أوضاع العمل السيئة لها آثار كبيرة على الإنتاجية فضلاً عن الصحة. أعمال "لجنة صحة عمال مصانع الذخيرة" وضعت حجر الأساس للعديد من الممارسات التالية في علم الهندسة البشرية، علم النفس، الرفاهية، وأنظمة العمل بالمناوبات.
ما بين 1920 و1930	تطور ونمو حفظ الصحة الصناعية بالولايات المتحدة الأمريكية في كل من خدمات الصحة العامة (PHS) والشركات الخاصة الكبيرة. وضعت هذه التطورات حجر الأساس لتشكيل منظمتين متخصصتين.
1939/1938	تم تأسيس المؤتمر الأمريكي لمختصي حفظ الصحة الحكوميين الصناعيين (ACGIH) والرابطة الأمريكية لحفظ الصحة الصناعية (AIHA) أول منظمتان مختصتان مستقلتان لخبراء حفظ الصحة الصناعية/ المهنية. تنامت أعداد منظمات حفظ الصحة الصناعية بسرعة في الولايات المتحدة الأمريكية خلال الحرب العالمية الثانية لدعم المجهود الحربي.
1953	تأسست الجمعية البريطانية للصحة المهنية (BOHS). بدأت الجمعية في نشر دوريات سنوية حول حفظ الصحة المهنية عام 1958.
1960	وثق شروولد وجرينهالج تطوير أول رأس ومضخة شخصية لجمع العينات؛ أول مقارنة بين جمع العينات الشخصية وجمع العينات الساكنة وأول ملاحظة للتأثير المحتمل لجمع العينات الشخصية على الشخص الذي تؤخذ منه العينة.
عقد 1970	قانون السلامة والصحة المهنية بالولايات المتحدة الأمريكية وقانون الصحة والسلامة في العمل بالمملكة المتحدة مهدا الطريق لتشريع قائم على تقييم المخاطر/ الأداء.
عقدا 1980/90	نمو ممارسة حفظ الصحة المهنية على نطاق واسع بالولايات المتحدة، المملكة المتحدة هولندا، وأستراليا مع إدخال تشريعات بهذه الدول لتركز تحديداً على الأخطار الفيزيائية أو الكيميائية
عقد 2000	تعد جمعيات 25 دولة مختلفة أعضاء في جمعية النظافة المهنية الدولية (IOHA). وبسبب اتجاه دول مثل الصين والهند للتصنيع تتزايد الحاجة لحفظ الصحة المهنية. تطور تقنيات النمذجة لتقييم التعرض.

1.2 أهمية حفظ الصحة المهنية

بينما يظهر فحص مختصر لتاريخ وتوجهات حفظ الصحة المهنية تحسن عام في كل من استيعابنا لمخاطر العمل وتحكمنا بها، لا يزال هناك العديد من الأمور الواجب معالجتها. تزايد الأنشطة الصناعية في الدول النامية يعني أن هناك مزيد من البشر الذين يتعرضون لأخطار مهنية حول العالم. كما أن التطور التكنولوجي يعني أن هناك أخطار جديدة تظهر في مكان العمل. وتقدر منظمة الصحة العالمية أنه من ناحية عالمية يوجد:

- **2,000,000 حالة وفاة مرتبطة بالعمل سنوياً**، حيث المرض مسئول عن الغالبية العظمة من حالات الوفاة هذه، ولكن حتى هذا الرقم يحتمل أن يكون أقل بكثير من العدد الحقيقي لحالات الوفاة، نظراً لخلل في البيانات المتاحة.
- **386,000 حالة وفاة سنوياً بسبب التعرض لجسيمات منقولة عبر الهواء.** (الربو: 38,000؛ (مرض الانسداد الرئوي المزمن) COPD*: 318,000; أمراض السحار (تغبر الرئة): 30,000). ويقدر هذا بحوالي 6.6 مليون DALYs** (سنوات العمر المكيفة مع الإعاقة) (الربو: COPD ؛1,621,000 (مرض الانسداد الرئوي المزمن): 3733000؛ أمراض السحار (تغبر الرئة): 1,288,000) بسبب التعرض لجسيمات منقولة عبر الهواء بالعمل.
- **152,000 حالة وفاة سنوياً بسبب مسببات السرطان في مكان العمل.** (سرطان الرئة: 102,000؛ سرطان الدم: 7,000؛ ورم الظهارة الخبيثة: 43,000) وما يقرب من 1.6 مليون DALYs (سنوات العمر المكيفة مع الإعاقة) (سرطان الرئة: 969,000؛ سرطان الدم: 101,000؛ ورم الظهارة الخبيثة: 564,000) نظراً للتعرض لمسببات السرطان بالعمل.
- **37% لآلام أسفل الظهر ترجع لأسباب العمل**، بتباين ذي شقين فيما بين الأقاليم. تم تقدير أن آلام أسفل الظهر المرتبطة بالعمل تسبب فقدان 818,000 DALYs سنوياً.

*COPD = مرض الانسداد الرئوي المزمن ألا وهو الالتهاب الشعبي المزمن وانتفاخ الرئة، زوج من الأمراض يصيبان الرئتين سوياً ويؤديان إلى ضيق المسالك الرئوية.

**DALYs = سنوات العمر المكيفة مع الإعاقة - مجموع سنوات العمر المحتمل فقدها بسبب الموت المبكر وسنوات العمر الإنتاجي الضائعة بسبب الإعاقة.

المصدر http://www.who.int/quantifying_ehimpacts/global/en/(تم الدخول في فبراير 2010).

الأهمية النسبية لحفظ الصحة المهنية يمكن توضيحها بمقارنة الإحصائيات الخاصة بوقوع الحوادث بتلك الخاصة باعتلال الصحة. بالمملكة المتحدة يصل عدد حالات الوفاة بسبب نشاطات مرتبطة بالعمل إلى 250. ويمكن مقارنة هذا بعدد حالات الوفاة بسبب حوادث المرور والتي تصل إلى 2500. ولكن، يقدر عدد حالات الوفاة بسبب أمراض السرطان وأمراض الجهاز التنفسي والمرتبطة بالعمل بحوالي 12,000 سنوياً. ويقدر هذا بمعدل 1:10:48

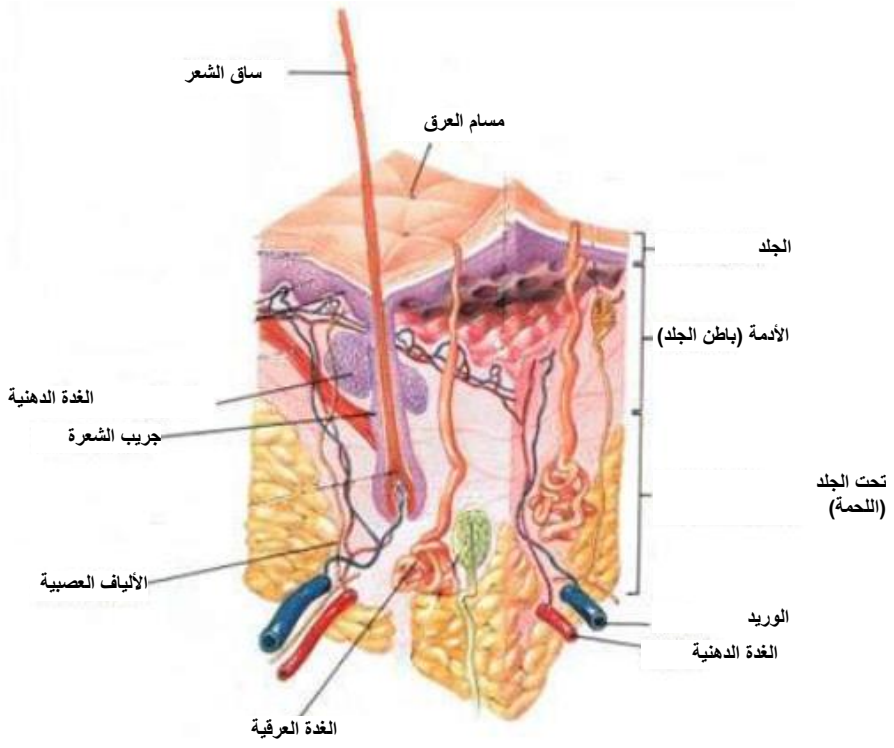
2 الفسيولوجية البشرية والأمراض الصناعية

الجسم البشري جهاز معقد يمكن أن يتأثر بالأخطار الكيميائية والفيزيائية؛ كما أن للجسم طرق عدة ينظم بها نفسه عندما يتعرض للأخطار. للتحكم بالمخاطر التي تهدد الجسم، من الضروري أن يكون هناك فهماً لكيفية عمله، وأنواع الضرر التي يمكن أن تقع كنتيجة للتعرض.

2.1 البشرة

البشرة هي الغطاء الخارجي للجسم، والمعروفة أيضاً بالجلد. هي العضو الأكبر بالجسم وهي تتكون من طبقات متعددة من الأنسجة الطلائية وهي تحمي ما تحتها من عضلات وعظام وأعضاء.

عندما تتعرض البشرة للبيئة المحيطة، تلعب دوراً هاماً في حماية (الجسم) من مسببات المرض.



المصدر: الحكومة الفيدرالية بالولايات المتحدة عن Wikimedia commons

الشكل 2.1 - مخطط للبشرة

تؤدي البشرة وظائف عدة:

- الحماية: حاجز جسدي من مسببات المرض والأضرار بين البيئة الداخلية والخارجية في دفاع الجسم.
- الإحساس: تحتوي البشرة على أطراف أعصاب تتفاعل مع الحر والبرد واللمس والضغط والاهتزاز وإصابة الأنسجة.
- تنظيم الحرارة: تحتوي البشرة على مورد للدم أكبر بكثير مما تحتاجه، مما يسمح بالتحكم الدقيق في فقدان الطاقة عبر الإشعاع والحمل الحراري والتوصيل. الأوعية الجسدية المتسعة تزيد من تدفق الدم وفقدان الحرارة بينما تقلل الأوعية المنقبضة من تدفق الدم الجلدي بشكل كبير وتحتفظ بالحرارة.
- التحكم بالتبخر: توفر البشرة حاجزاً جافاً ومحكم نسبياً لمنع فقدان السوائل. فقدان هذه الوظيفة يسهم في فقدان السوائل بكميات كبير في حالة الحروق.
- التخزين والتوليف: تعمل البشرة لمركز لتخزين الدهون والمياه، كما تعمل كوسيلة لتوليف فيتامين د.
- الإخراج: يحتوي العرق على مادة اليوريا، ولكن نسبتها لا تتعدى 1/130 من تلك الموجودة في البول، لذا فإن الإخراج عبر العرق هو في أقصاه وظيفة ثانوية لتنظيم درجة الحرارة؟
- الامتصاص: عندما تعمل البشرة كحاجز يتم امتصاص بعض المواد الكيميائية بالفعل بواسطتها.
- مقاومة الماء: تعمل البشرة كحاجز مقاوم للماء بحيث لا يسمح بطرد المواد الغذائية الأساسية من الجسم.

يمكن للبشرة أن تتأثر بالعوامل الكيميائية والفيزيائية والبيولوجية ويتسبب أي خلل بالبشرة في نسبة كبيرة من الأمراض الصناعية. يمكن تصنيف أنواع التأثيرات كالتالي: الإكزيما، الضرر البدني، السرطان، آثار بيولوجية وغيرها.

2.1.1 الإكزيما

الخلل الأكثر شيوعاً هو إكزيما التماس وترجع 70% من الحالات إلى تهيج أولي، مثلاً فعل مباشر على البشرة، في أغلب الأحيان على الأيدي والأذرع. العامل المهيج هو عامل يضر بالخلايا مباشرة إذا انطبق على البشرة بتركيزات كافية ولزمن كافي (بمعنى أن جميع الآثار ترتبط بالجرعة)، وتقود لإكزيما تماسية مهيجة. القلويات تذيب الكيراتين وبعضها يزيل الزهم. لأي تأثير مباشر على البشرة يمكن أن يجعل سطحها أكثر عرضة لعوامل أخرى، وسيقلل دفاعات دخول الجلد.

الشكل الآخر من إكزيما التماس هو إكزيما التماس الأرجية. وتنتج هذه من زيادة حساسية البشرة عبر اتصالها الأولي بمادة ما أو إعادة اتصالها لاحقاً. المحسس (مسبب الحساسية) هو مادة يمكن أن تستثير حساسية مناعية معينا ضدها. قد يلزم أن تكون الجرعة الأولية عالية كثيراً وتؤدي إلى نوع متأخر من استجابة الحساسية الشديدة بوساطة الخلايا الليمفاوية والتي تنطوي على إنتاج الأجسام المضادة. لا تنتج الجرعة الأولى لأي تأثيرات مرئية ولكن أي تعرض تالي، عادة ضئيل، قد يؤدي إلى الإصابة بالإكزيما.

تتضمن المهيجات الشائعة المنظفات، الصابون، المذيبات العضوية، الأحماض والقلويات. المحسسات الشائعة هي النباتات (البستنة)، المضادات الحيوية (صناعة الأدوية)، الصبغات (صناعة الدهان ومستحضرات التجميل)، المعادن (النيكل، عادة غير الصناعي)، والكرومات (صناعة الأسمنت)، والمطاط والراتنج.

الأشخاص العاملين بزيوت التقطيع يمكن أن يتعرضوا للإصابة بكل من الأكزيما الأرجية وإكزيما التماس بسبب الزيت نفسه والحساسية للمبيدات الحيوية في ضمن ذلك.

2.1.2 الضرر الجسدي

العوامل الجسدية التي قد تضر بالبشرة تضم الطقس، والاحتكاك والجروح. يتسبب كل من البرد والريح والمطر في جفاف وتشقق البشرة، ويمكن لضوء الشمس أن يحرق البشرة أو يتسبب في أورام بها، لذا فالوظائف التي يتعرض فيها الشخص لهذه العناصر (الصيد، الزراعة) تكون عرضة للمخاطرة. تنشر الجروح الناتجة عن الاحتكاك في الأعمال اليدوية الثقيلة (الإنشاءات والتنجيم)، والآلات الحادة المستخدمة في العديد من الأعمال قد تؤدي إلى خدوش وتمزقات.

2.1.3 العوامل البيولوجية

يمكن أن تكون البشرة عرضة لآثار العوامل البيولوجية مثل الحقن الفيروسي من الحيوانات، عدوى المبيضاء/ العدوى الفطرية عند الاتصال المطول بالماء وعدوى الجمرة الخبيثة في أماكن معالجة المنتجات الحيوانية.

2.1.4 السرطان

قد تنتج أورام البشرة الحميدة والسرطانات من الاتصال بالكريوزوت، الزيوت المعدنية والأشعة فوق البنفسجية، والأشعة المؤينة (العاملين بالنظائر المشعة، مصوري الأشعة) يمكن أن تسبب سرطان الجلد. التعرض للأشعة فوق البنفسجية خلال العمل بالمناطق الخارجية يعد أيضاً سبباً شائعة للإصابة بسرطان الجلد.

2.1.5 آثار أخرى

الأعمال الملوثة التي تنطوي على زيوت معدنية قد تؤدي إلى العد الزيتي، خصوصاً على الأذرع والأرداف. تنتج المسام المنسدة التي تتعرض للعدوى رؤوس سوداء وبثور. العد الكلوري، ذو الرؤوس السوداء والأكياس على الوجه والرقبة ينشأ عن آثار بعض الهيدروكربونات العطرية متعددة الكربون على الغدد الدهنية.

التغيرات الطارئة على صبغة البشرة قد تؤدي إلى تماس كيميائي.

تؤدي المحاليل الحمضية والقلوية القوية إلى حدوث حروق.

2.2 الجهاز العظمي العضلي

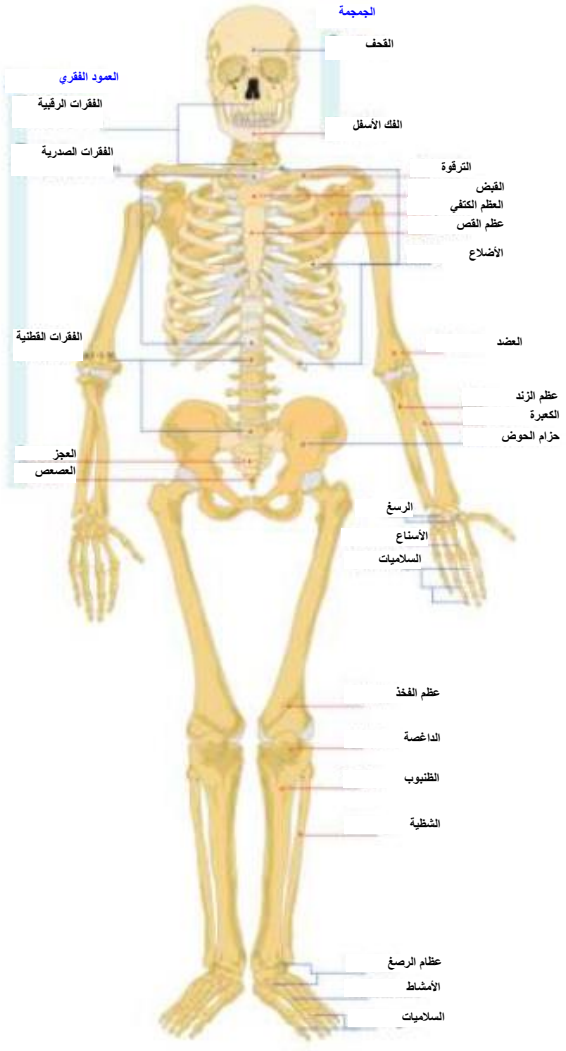
يعطي الجهاز العظمي العضلي شكلاً وثباتاً وحركة للجسم البشري. وهو يتكون من عظام الجسم، الهيكل العظمي، العضلات، الغضروف، الأوتار، الروابط والمفاصل. تضم الوظائف الأساسية للجهاز العظمي العضلي

دعم الجسم، السماح له بالحركة، حماية الأعضاء الحيوية. الجزء العظمي من الجهاز هو بمثابة نظام التخزين الخاص الأساسي للكالسيوم والفوسفور ويحتوي على مركبات حيوية تدخل في إنتاج الدم.

غير أن هناك أمراض واضطرابات قد تؤثر سلباً على وظيفة الجهاز وفعاليته بوجه عام. يمكن أن يكون من الصعب تشخيص هذه الأمراض بسبب علاقة الجهاز العظمي العضلي الوطيدة بالأجهزة الداخلية الأخرى. يشير الجهاز العظمي العضلي إلى الجهاز الذي تتصل عضلاته بجهاز عظمي داخلي وهو ضروري ليتمكن الجسم البشري من الحركة إلى وضع أكثر ملائمة.

يؤدي الجهاز العظمي العضلي عدة وظائف مهمة؛ فهو ما يعطي الشكل والهيئة لأجسامنا، بالإضافة إلى أنه يدعم ويحم ويسمح بحدوث حركة الجسم، وبهذا ينتج الدم للجسم، ويخزن المعادن.

وظيفة أخرى للعظام هي تخزين معادن بعينها. الكالسيوم والفوسفور هي من بين المعادن الأساسية التي يتم تخزينها. أهمية جهاز التخزين هذا هو أنه يساعد على تنظيم توازن المعادن في مجرى الدم. القدرة على التخزين يمكن أن تكون مهمة في حالة التعرض لمواد خطرة. فمثلاً؛ يتم تخزين الرصاص في الدم بعد التعرض، وقد يمكن إطلاقه بشكل انتقائي في تاريخ لاحق مما ينشأ عنه مشاكل تسمم الرصاص في الجسم، مثلاً خلال الحمل.



المصدر: Wikimedia Commons

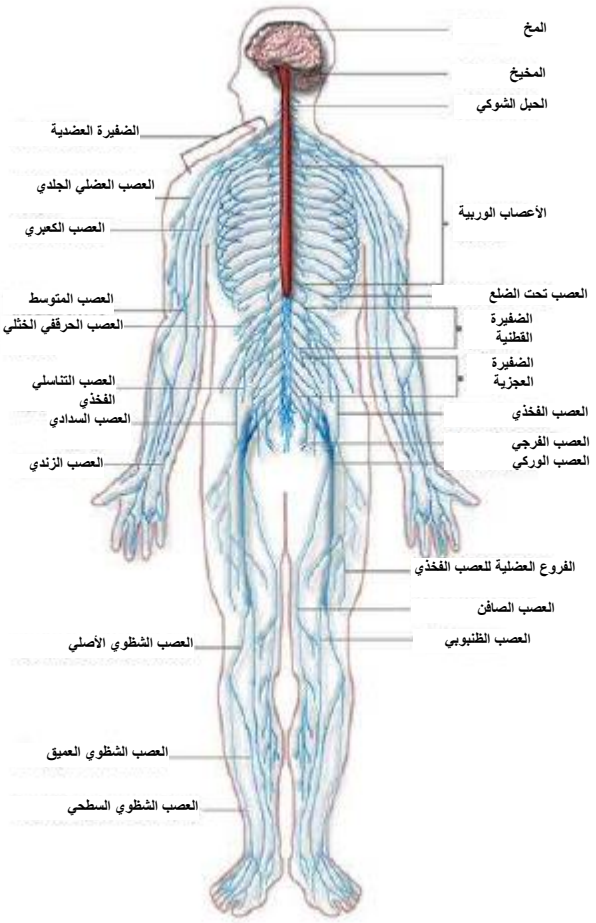
الشكل 2.2 الجهاز العظمي

2.3 الجهاز العصبي

الجهاز العصبي هو شبكة من الخلايا المتخصصة التي توصل المعلومات الخاصة بأجسامنا ومحيطنا وذاتنا. ويعالج الجهاز العصبي هذه المعلومات ويتسبب في حدوث انفعالات في أجزاء أخرى من الجسم. ينقسم الجهاز العصبي على نطاق واسع إلى فئتين: الجهاز العصبي المركزي والجهاز العصبي المحيطي.

الجهاز العصبي المركزي (CNS) هو الجزء الأكبر من الجهاز العصبي، وهو يحتوي على المخ والحبل الشوكي.

الجهاز العصبي المحيطي هو مصطلح يصف الهيكل العصبي الشامل غير الموجود في الجهاز العصبي المركزي.



المصدر: Wikimedia commons

الشكل 3-2 – الجهاز العصبي

يمكن أن تؤثر السموم الصناعية على الجهاز العصبي المركزي (المخ والحبل الشوكي) أو الجهاز العصبي المحيطي (الأعصاب الحركية والحسية) أو كليهما وستعتمد الحالة الناتجة على موقع الهجوم. يشابه الجهاز العصبي الكبد في أن العوامل التي تذوب بالدهون تزيد احتمالية ضررها بشكل أكبر بكثير. كما أنها تستطيع أن تتخطى حواجز الدم والمخ.

قد يتسبب تلف الجهاز العصبي المركزي في التخدر، الذهان العضوي السام، الصرع، مرض باركنسون (الشلل الرعاشي) وتغيرات سلوكية.

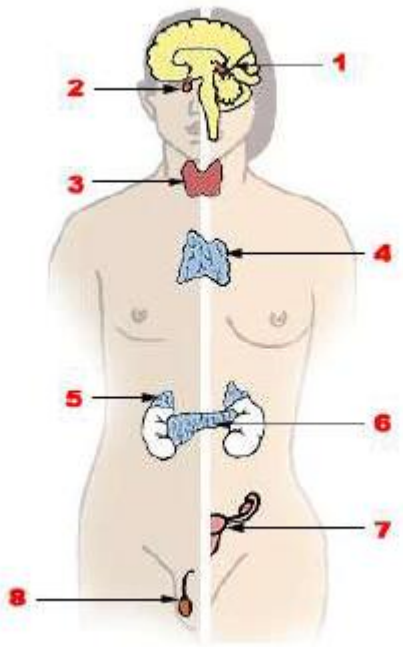
ربما يكون أسهل ما يمكن التعرف عليه من آثار تلف الجهاز العصبي المركزي هو الفقدان الحاد للوعي الناتج عن العوامل التخديرية مثل الكلوروفورم رابع كلوريد الكربون، ثلاثي كلور الإيثيلين (جميع الهيدروكربونات المهلجنة التي تذوب في الدهون) والمذيبات مثل الأسيتون، التولوين وثاني كبريتيد الكربون.

وجد أن التغيرات السلوكية، والتي ظهرت في اختبارات الذكاء والمهارة واليقظة، ينتج عنها مستويات تساوي في انخفاضها ما يقبل عادةً كمعدل آمن عند التعرض لثلاثي كلور الإيثيلين، مذيب ستودارد ، أول أكسيد الكربون وكلوريد الميثيلين.

2.4 جهاز الغدد الصماء

جهاز الغدد الصماء هو الاسم الشمولي المطلق على جهاز مكون من أعضاء صغير تطلق جزيئات إنذارية خارج الخلية معروفة بالهرمونات. جهاز الغدد الصماء مفيد في تنظيم الاستقلاب والنمو والتطور والبلوغ ووظائف الأنسجة. كما أنه يلعب دوراً في تحديد حالتنا المزاجية.

جهاز الغدد الصماء هو جهاز إطلاق إشارات معلوماتية، يشبه كثيراً الجهاز العصبي. غير أن الجهاز العصبي يستخدم الأعصاب لتوصيل المعلومات، بينما يستخدم نظام الغدد الصماء الأوعية الدموية بشكل أساسي كقنوات معلوماتية تمر خلالها المعلومات.



المصدر: الحكومة الفيدرالية بالولايات المتحدة عن Wikimedia commons

الشكل 2.4 - الغدد الصماء الرئيسية (الذكورية جهة اليسار والأنثوية جهة اليمين)

1. الغدة الصنوبرية، 2. الغدة النخامية، 3. الغدة الدرقية، 4. الغدة الصعترية، 5. الغدة الكظرية، 6. البنكرياس، 7. المبيض، 8. الخصيتان.

العاملون بتصنيع الأدوية والذين يتعاملون مع أدوية خاصة بالغدد الصماء مثل الإستروجين (على هيئة حبوب) أو الثيروكسين (المستخدم في علاج الغدة الدرقية) معرضون لخطر إحداث خلل في توازن غددهم الصماء وقد تسبب الدياثيلستيلبسترول (DES) في حدوث أورام لدى أطفال هؤلاء العاملين من الجنسين.

تم الربط بين التعرض للغازات التخديرية (المخدرات النسائية) وكلوريد الفينيل أثناء الحمل وولادة الجنين ميتاً أو العيوب الخلقية. قد يؤدي الإشعاع المؤين إلى تلف الغدد التناسلية مما يقلل من الخصوبة أو يزيد من خطر التشوهات الخلقية والسرطان لدى المواليد.

2.4.1 الجهاز الدوري

يقوم النظام الدوري بتحريك المواد الغذائية والغازات والفضلات من وإلى الخلايا للمساعدة على مكافحة الأمراض واستقرار درجة حرارة الجسم ودرجة الحموضة. يمكن النظر إلى هذا الجهاز تحديداً على أنه شبكة لتوزيع الدم، ولكن البعض يعتبرون أن الجهاز الدوري مكون من **جهاز القلب والأوعية الدموية**، والذي يقوم بتوزيع الدم، و**الجهاز اللمفاوي**، الذي يعمل على توزيع اللِمف.

المكونات الأساسية للجهاز الدوري بالإنسان هي القلب والدم والأوعية الدموية. ويحتوي الجهاز الدوري على كل من:

- الدورة الرئوية: حيث يمر الدم عبر الرئتين ويتحول إلى أكسجين.
- الدورة الجهازية: حيث يمر الدم المأكسج عبر بقية الجسم.

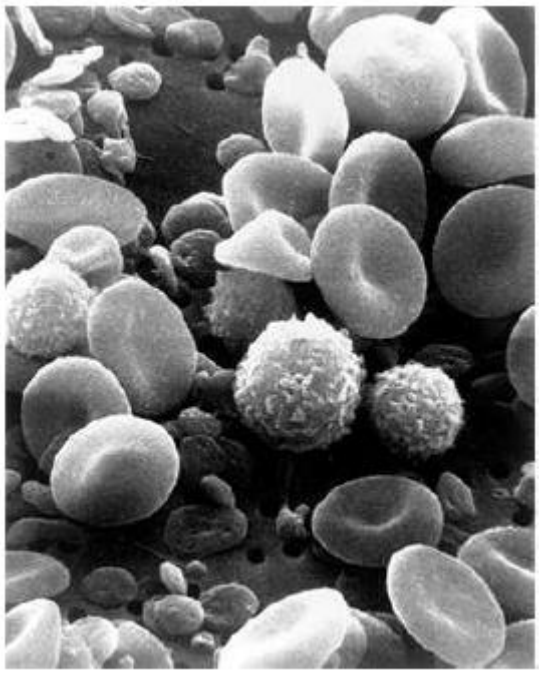
يحتوي الشخص البالغ المتوسط على 4.7 إلى 5.7 لتر من الدم، والذي يحتوي على البلازما، كرات الدم الحمراء، كرات الدم البيضاء، والصفائح الدموية. كما يعمل الجهاز الهضمي مع الجهاز الدوري لتوفير المواد الغذائية التي يحتاجها الجهاز لاستمرار خفقان القلب.

الجهاز الليمفاوي هو المسئول عن إزالة السائل الخلالي من الأنسجة، فضلاً عن امتصاص ونقل الدهون والأحماض الدهنية. كما أن الجهاز الليمفاوي مسئول عن نقل المولدات المضادة الموجودة بالخلايا (APCs).

يتعرض جهاز القلب والأوعية الدموية إلى أية عوامل محمولة بالدم. يعتقد أن أول أكسيد الكربون والعديد من المعادن (بما فيها الكروم والمنجنيز والرصاص) تسبب تلفاً بعضلات القلب، ولكن العلاقة الوحيدة الثابتة بالدليل هي بمعدن الكوبالت. يمكن أن تتسبب الهيدروكربونات المكلورة مثل الكلوروفلوروكربون وثالث كلوريد الإيثيلين، و 111- ثالث كلوريد الإيثيلين، في عدم انتظام ضربات القلب (اضطراب في ضربات القلب بسبب عيوب في التوصيل الكهربي في القلب). وبهذه الطريقة تسبب ثالث كلوريد الإيثيلين في الوفاة المفاجئة. كما يعجل ثاني كبريتيد الكربون (صناعة حرير الفيسكوز الصناعي) من حالة التصلب العصيدي (تصلب الشرايين).

يؤثر العمل في درجة حرارة مرتفعة أو منخفضة على الدورة المحيطية وقد يجهد القلب.

2.5 الدم



المصدر: الحكومة الفيدرالية بالولايات المتحدة عن Wikimedia commons

الشكل 2.5 - صورة مجهرية إلكترونية لخلايا الدم تبين خلايا الدم البيضاء وخلايا الدم الحمراء والصفائح الدموية

يحدث تثبيط في إنتاج خلايا الدم البيضاء والحمراء بسبب تداخل الرصاص الغير عضوي مع الأجهزة الإنزيمية. ويؤدي ذلك إلى الإصابة بالأنيميا (فقر الدم) والتي تتسم بشحوب البشرة والأغشية المخاطية، الإجهاد وضيق النفس أحياناً عند بذل مجهود. يتسبب كل من الأرسين والاستيبين في تفكك خلايا الدم الحمراء (انحلال الدم) وتكون نتيجة ذلك، أيضاً، الإصابة بالأنيميا (فقر الدم). يمكن أن يتسبب تشعيع الأشعة السينية (الحوادث النووية) والبنزين في الإصابة بسرطان الدم (الإفراط في نمو الخلايا الدموية)، والذي قد ينتج عن التأثير على تركيب الحمض النووي.

يمكن أن تتأثر عملية نقل الأكسجين بطريقتين، ويكون كلاهما شكل من أشكال الاختناق. في الأجواء التي يستبدل فيها الهواء الطبيعي بغازات خاملة مثل النيتروجين والميثان والهيليوم وثاني أكسيد الكربون، يتميع محتوى غاز الأكسجين (الذي يشكل عادة 21%) وينتج عن ذلك نقص الأكسجة (أي انخفاض ضغط الأكسجين في الدم). وسيؤدي ذلك مبدئياً إلى تسارع ضربات القلب ومعدل التنفس بشكل تعويضي. إذا استمرت حالة نقص الأكسجة، سيؤدي ذلك إلى خلل في القدرة العقلية وسيسقط الشخص ضحية لفقدان الوعي وفيما بعد الوفاة. استنشاق غازات خاملة 100% (مثل إقحام الرأس بغرفة مملوءة بالغازات) يؤدي لفقدان الوعي على الفور.

النوع الآخر من الاختناقي هو النوع الصناعي المعروف بالاختناق الكيميائي. الأنيلين ونترات البنزين، كسوائل تمتص من خلال الجلد السليم، وأول أكسيد الكربون المستنشق، يتداخلا مع قدرة الدم على حمل الأكسجين المرتبطة بالهيموجلوبين، في هيئة الأوكسي هيموغلوبين. يرتبط الأنيلين ونترات البنزين مع الهيموجلوبين

لتشكيل الميتيموغلوبين الذي يؤدي للإصابة بالإزرقاق (لون أزرق خفيف بالأغشية المخاطية، خاصة على الشفتين). يندمج أول أكسيد الكربون مع الهيموجلوبين في مواجهة الأكسجة لتشكيل الكربوكسي هيموغلوبين، صبغة لونها قرمزي لامع، تضفي اللون الأحمر الكرزي على هيئة المصاب.

2.6 الجهاز التنفسي

الوظيفة الرئيسية للجهاز التنفسي هي تبادل الغازات بين البيئة الخارجية والجهاز الدوري. وينطوي هذا على استيعاب الأكسجين من الهواء للدم وإطلاق ثاني أكسيد (وغيره من منتجات الفضلات الغازية) من الدم لأعادته للهواء.

عند الشهيق، يحدث تبادل الغازات بالحويصلات، وهي الأكياس الصغيرة التي هي المركبات الوظيفية الأولية للرئتين. تكون الجدران السنخية متناهية الصغر (حوالي 0.2 ميكرومتر). وتتكون هذه الجدران من طبقة وحيدة من الخلايا الظهارية تقترب اقتراباً شديداً من الشعيرات الدموية والتي تتكون بدورها من طبقة وحيدة من الخلايا البطانية. يسمح التقارب الشديد بين نوعا الخلايا هذين بنفاذية الغازات، ومنه بتبادل الغازات. يتم استيعاب الأكسجين بالدم بينما يطلق ثاني أكسيد الكربون الزائد.

المصدر: Wikimedia commons

شكل 2.6 - الجهاز التنفسي

على غرار البشرة والعينين، تتأثر الرئتان أيضاً بالمهيجات ومسببات الحساسية. كما أنهما تستجيبان لمجموعة متنوعة من العوامل الصناعية على هيئة سحار تليفي وأمراض خبيثة.

الجسيمات التي يزيد قطرها عن 10 ميكرومتر يتم تصفيتها عن طريق الأنف. يشجع الهيكل المتفرع للمسالك الهوائية على استيعاب الجسيمات التي يصل قطرها إلى 10-2 ميكرومتر، والتي يمكن التخلص منها لاحقاً عبر المصعد الهدبي المخاطي. الجسيمات الباقية في الحويصلات الهوائية إما تمر عائدة إلى أعلى الشجرة القصبية

بحرية أو تبتلع عبر البلاعم وتؤخذ إلى المصعد الهدبي المخاطي أو إلى الجهاز الليمفاوي المحيط. رغم كفاءة آليات الدفاع هذه، يمكن أن تنغمر بفيض الكميات الكبيرة من هذه الجسيمات.

التهيج الناتج عن الغازات والأبخرة ينتج التهابات في المسار التنفسي وتميل أعراض ذلك للحدة أو التأخر، تبعاً لقابلية ذوبان العامل السام. كما أنه من الممكن أن هناك آثار مزمنة. الآثار المزمنة بسبب التعرض المطوَل قد تكون الالتهاب الشعبي المزمن أو تلف الرئة الدائم.

كما أنه قد تتسبب التفاعلات الأرجية للمواد في الإصابة بربو مهني. من بين أعراضه ضيق النفس الحاد، بالإضافة إلى الصفير والكحة وضيق الصدر. قد تتسبب بعض المواد مثل الأيزوسيانات (المستخدمة بالدهان)، وغبار الدقيق، والأدخنة المتنوعة في الإصابة بالربو. ويطلق على هذه المواد

"محسسات الجهاز التنفسي" أو مسببات مرض الربو. إذ قد يتسببوا في تغيير المسالك الهوائية لدى الأفراد، مما يعرف "بحالة الحساسية المفرطة".

ليس من الضرورة أن كل من يتعرض للحساسية يصاب فيما بعد بالربو. ولكن حال إصابة الرئتين بالحساسية المفرطة، قد يتسبب التعرض لهذه لمواد، حتى بمعدلات ضئيلة نسبياً، إلى التعرض لهجوم المرض.

السحار (تغبر الرئة) هو تفاعل الرئتين مع غبار المعادن المستنشق وما ينتج عن ذلك من تغير في هيكلها. المسببات الرئيسية لهذا المرض هي غبار الفحم والسيليكا والأسبستوس، والتي تؤدي جميعها إلى ندب الرئتين فيما يعرف بالتليف الكولاجيني. وقد لا ينتج مرض السحار عن أي أعراض لعدة لسنوات. غير أنه، إذ تصبح الرئتين أقل مرونة ومسامية، يتقلص أدائها بشكل كبير. من ضمن الأعراض قصر النفس والكحة والشعور العام بالاعتلال. قصر النفس عادة ما يبدأ فقط مع بذل المجهود بدرجة حادة. وبتفاقم المرض، قد يستمر قصر النفس طوال الوقت. في بادئ الأمر، لا تقترن الكحة بالبصاق، ولكن قد يحدث في فيما بعد أن تقترن الكحة بسعال الدم. نظراً لافتقار الدم للأكسجة بسبب تلف الرئتين، قد تبدو الشفتين والأظافر شاحبة أو مزرقة.

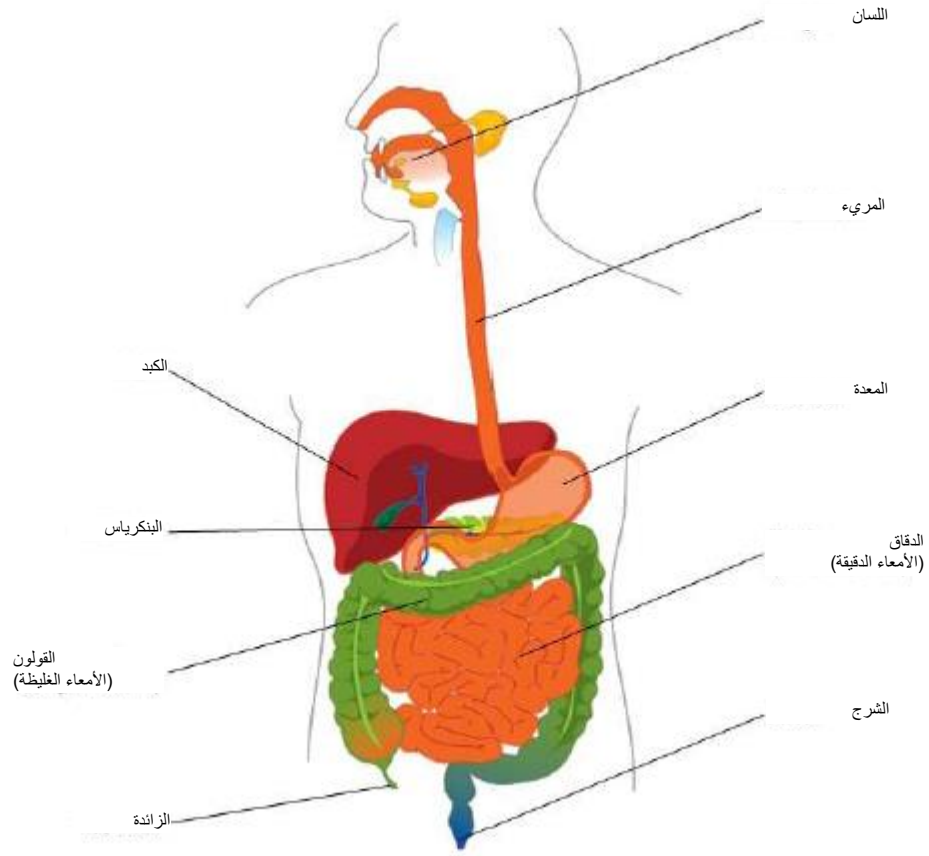
مرض الانسداد الرئوي المزمن (COPD) يشير إلى الالتهاب الشعبي المزمن وانتفاخ الرئة. هذان هما مرضان يصيبا الرئة معاً وينتج عنهما ضيق المسالك الهوائية. ويؤدي هذا إلى حصر تدفق الهواء من وإلى الرئتين مما يسبب ضيق النفس. بخلاف الربو المهني، ليس من السهل علاج ضيق مسالك الهواء، وعادة ما تسوء الحالة مع مرور الوقت. يمكن أن تنتج الإصابة بالانسداد الرئوي المزمن (COPD) بسبب مجموعة كبيرة من الجسيمات والغازات، مما يؤدي لأن ينتج الجسم التهاب غير طبيعي للأنسجة.

الأورام الخبيثة الناشئ عن أسباب صناعية قد يؤثر على الرئتين والأنسجة المحيطة. تم اكتشاف سرطان الرئة لدى أشخاص يحملون مادة الأسبستوس (عمال المناجم، العوازل) وتزيد احتمالية هذه المخاطرة عند تدخين السجائر، والتعرض للزرنيخ (المبيدات الحشرية)، الكروم (مصنعي الأصباغ)، والهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات (مصنعي الفحم والغاز، وعمال القطران) والإشعاعات المؤينة (عمال مناجم اليورانيوم). غبار

الخشب (صناع الأثاث المصنوع من الخشب الصلب)، وقد تسبب غبار الجلود والنيكل في سرطان الجيوب الأنفية.

2.7 القناة المعدية المعوية

القناة المعدية المعوية هي الجهاز الذي يستخدمه الجسم لاستيعاب وتفكيك وامتصاص المواد الغذائية فضلاً عن إخراج الفضلات. استيعاب الطعام ليس مرجحاً في الصناعة كمجرى لدخول السموم، ولكن يحتمل أن يحدث ذلك إذا سمح للأفراد بتناول الطعام أو التدخين في موقع عملهم، مما يعرضهم لخطر التلوث من أيديهم أو من الأسطح الملوثة. يعتبر كل من القيء والإسهال آليات دفاع ضد السموم المستوعبة، كما ستقوم والأحماض المعوية بمعادلة القلويات الدخيلة إلى حد ما وأيضاً قتل البكتيريا. امتصاص السموم أقل كفاءة نسبياً عن استنشاقها، إذ يقيد أيضاً دخولها للجسم. غير أن أي عامل مهيج أو أكال يمكنه التأثير على الأغشية المخاطية لمجرى التنفس يمكنه أيضاً أن يتسبب في ورم الشفتين والفم واللهاة (مسبباً الاختناق) وتقرح المريء والمعدة.



المصدر: Wikimedia Commons

الشكل 2.7 – القناة المعدية المعوية

2.8 الكبد

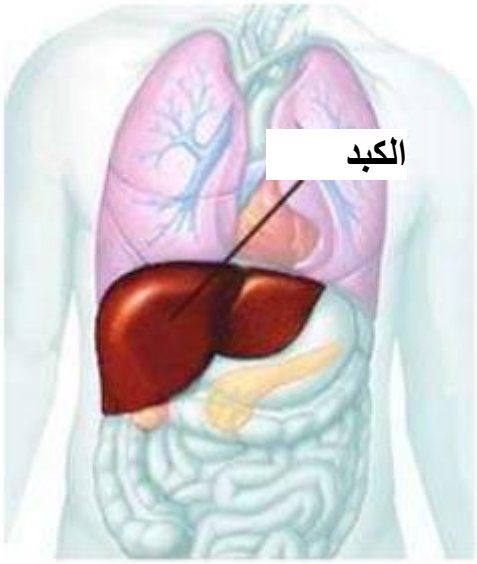
الكبد هو عضو رئيسي في عملية الاستقلاب، وهو يعمل على معالجة المواد الغذائية التي تم امتصاصها في الدم من القناة المعدية المعوية أو عبر مسارات أخرى مثل الشهيق. كونه يستخدم لتفكيك المواد الغذائية يعني أنه

بشكل خاص عرضة لأي سموم داخل الجسم. يمكن أن تتجدد خلايا الكبد بعد تعرضها لتلف سمّي، والذي أكثر أسبابه شيوعاً هو الكحول. ولكن، يمكن للامتصاص المستمر أن يتجاوز عملية تجدد الخلايا ويتسبب في تلف دائم بالكبد. وتزيد احتمالية حدوث ذلك إذا كان الكبد مصاباً بمرض مسبقاً.

تعرف كل من الصناعة، الكحول الذائب بالدهون والكربوهيدرات المهلجنة تحديداً بإتلافها للكبد. أكثر علامات تلف الكبد وضوحاً هي الصفرة.

تلف الكبد، عادة داء تليف الكبد، هو نذير خطر للإصابة بأورام الكبد، لذا تلف الكبد طويل الأمد الناتج عن الصناعة يجعل العاملين عرضة لأورام الكبد.

الكبد عضو وقائي في حد ذاته، حيث أن عمليات التخلص من السموم التي يؤديها الكبد عادة تحول السموم المحتملة إلى مواد آمنة (وأحياناً العكس).

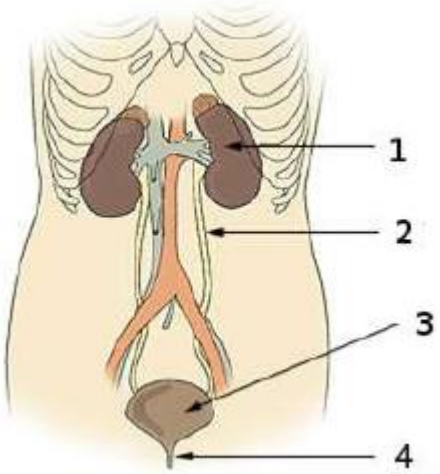


المصدر: Wikimedia commons

لشكل 2.8 الكبد

2.9 الجهاز البولي

تلعب الكلية دوراً هاماً في الاحتفاظ بالسوائل وتوازن الكهارل عبر التصفية وإعادة الامتصاص الانتقائية لها في الدم. إذ تخرج (عبر البول) الفضلات الزائدة عن حاجة الجسم (بما في ذلك السموم)، التي أصبحت ذائبة في الماء بفعل الاستقلاب بالكبد.



المصدر: الحكومة الفيدرالية بالولايات المتحدة عن Wikimedia commons

الشكل 2.9– الجهاز البولي

1. الكلية، 2. الحالب، 3. المثانة، 4. قناة مجرى البول

يمكن أن تتسبب السموم في تلف الكلية والذي يؤثر بدوره على استقلاب الكالسيوم، والتوازن القاعدي الحمضي، وإعادة امتصاص الماء. في حالة الفشل الكلوي الحاد، قد يتوقف تدفق البول تماماً. يمكن أن يتسبب الإشعاع المؤين في تلف الخلايا البولية والتليف. لأن البول يتركز ويتأخر داخل المثانة، فإن التعرض لهذا العضو يكون أطول بكثير من التعرض لبقية المجرى البولي. ولذا، تكون المثانة عرضة للسرطانات المسببة صناعياً.

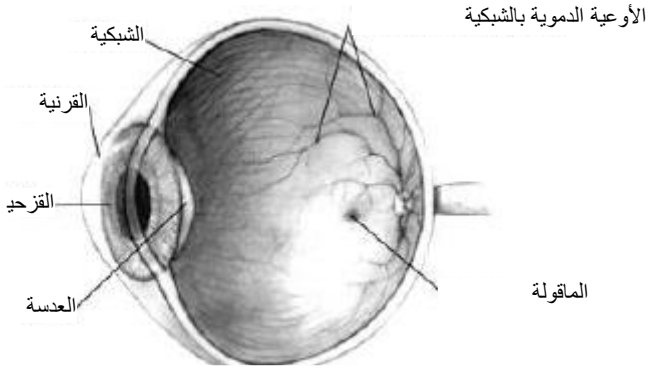
2.10 العين

لا تحتاج الأعين لشرح وظائفها. كما أنه واضح أنها حساسة نسبياً. تحتمي العينان إلى حد ما بالجفون وعظام الجبهة التي تعلوها، إلى جانب منعكس الطرف. تعمل الرموش على إبعاد جزيئات الغبار وتوفر الدموع عامل تمييعي للمواد الكيميائية الدخيلة والتعقيم ضد العوامل المعدية.

نظراً لبنيتها الحساسة، تكون العيون عرضة بشكل خاص للإصابة. يمكن أن تؤدي الجروح الثاقبة إلى عطب بالقرنية، المياه البيضاء وانفصال في الشبكية، قد أي من هذه الحالات إلى العمى. يمكن أن يثير عطب القزحية رد فعل تعاطفي في العين الأخرى ومنه إلى العمى التام. تتسبب الأحماض والقلويات في حرق القرنية. القلويات بشكل خاص تمثل خطراً، إذ إنها تلدغ بشكل أقل، وبحلول الذي يدركها الضحية ويغتسل لإزالتها، قد يكون الجزء الأمامي من العين قد تحلل.

يمكن أن يتسبب أي عامل مهيج، مثل ثاني أكسيد الكبريت والأمونيا في الإصابة بالتهاب الملتحمة (والذي تكون أعراضه الاحمرار، الألم ودموع العينين). تتسبب مسببات الحساسية مثل النباتات والأصباغ في رد فعل مشابه. بعد التعرض للأشعة فوق البنفسجية المستخدمة في اللحام ببضع ساعات، تعقب حالة التهاب بالملتحمة مؤلمة للغاية، بما في ذللك رهاب الضوء (عدم القدرة على النظر للضوء). تعرف هذه الحالة بالعين القوسية وعادة ما

تؤثر على القرنية والملتحمة (التهاب القرنية و الملتحمة). تنتج المياه البيضاء (عتامة العدسة) نتيجة للتعرض لصدمة (جرح ثاقب أو انفجار شديد)، الحرارة (في عيون العاملين بالزجاج) والتعرض للإشعاع (الليزر والميكروويف "الأشعة الدقيقة"). قد تحدث حروق الشبكية بسبب الأشعة تحت الحمراء والليزر. يمكن إزالة المياه البيضاء والاستعاضة عنها بعدسات اصطناعية أو عدسات لاصقة. ينتج عن حروق الشبكية والدموع تلف لا يمكن إصلاحه لمنطقة الرؤية المعنية (بقع عمى).



المصدر: Wikimedia commons

الشكل 2.10 - العين

3 أساسيات علم السموم

3.1 مقدمة

علم السموم هو دراسة الآثار الضارة للمواد على الكائنات الحية. يختص علم السموم الصناعية بالآثار الضارة للمواد التي يتعامل معها العمال في مكان العمل عليهم، رغم أن الاهتمام يمتد عادة إلى الآثار الضارة للمنتجات على المستهلك وآثار النفايات السائلة بمكان العمل على عامة الناس.

تاريخياً، كان علم السموم هو فن وعلم التسمم. واليوم هو فرع المعرفة الذي يستغل المعلومات التي تطورت بواسطة عدد كبير من العلوم الكيميائية والفيزيائية والبيولوجية والطبية بهدف التنبؤ بالآثار السلبية المحتملة على الإنسان جراء الكم المتزايد باستمرار من المواد التي يتعرض لها.

3.2 المصطلحات

السمية هي القدرة الفطرية لمادة ما على إصابة الكائنات الحية.

تقييم الأخطار هو التنبؤ بالتأثير السام الذي سيظهر تحت ظروف محددة من التعرض.

تقييم المخاطرة هو التنبؤ باحتمالية التي تحدد الآثار السامة التي تقع تحت ظروف محددة من التعرض لدى شخص واحد أو قطاع معين من البشر.

المادة تغطي مجموعة كبيرة من الخامات التي تضم مركبات كيميائية أحادية أو خليط منها، بسيطة كانت أو معقدة، أو مواد تقع بشكل طبيعي أو تنتج بشكل مصطنع، أو كائنات حية. قد تكون المواد نقية كيميائياً أو قد تحتوي على إضافات أو شوائب قد تكون صلبة أو سائلة أو غازية أو ألياف أو أدخنة أو أيروسولات. بعضها (مثلاً الأدخنة والغبار والأيروسولات) قد يصعب التعرف عليه. المواد التي قد يتعرض لها الإنسان في مكان العمل تتضمن المواد التي تستخدم أو تعبأ أو تخزن أو تعالج أو يتم التخلص منها أو التعرض لها بأي شكل آخر. قد تكون هذه منتجات نهائية، أو تركيبات، أو وسائط، أو عناصر، أو منتجات مخالفة للمواصفات، أو منتجات مشتقة، أو نفايات، أو رواسب.

قد تكون مواد مستخدمة في أو ناشئة عن عمليات صيانة أو إصلاح مصانع أو مباني أو قد تكون تكونت أو استخدمت خلال البحث أو التطوير أو الاختبار.

ملحوظة: تستخدم المصطلحات السابقة بواسطة العديد من الناس بشكل غير معرّف تحديداً. مثلاً يستخدم مصطلح "السمية" عادة بدلاً من مصطلح "خطر السموم" و "مخاطرة التسمم" تستخدم بدلاً من "خطر السموم". وينطبق هذا تحديداً على ما يسميه عامة الناس "تقييم المخاطرة".

3.3 مفاهيم أساسية

"تعد جميع المواد سموم، لا توجد مادة ليست سماً. الجرعة الصحيحة هي ما يصنع الفرق بين السم والعلاج" – باراسيليوس (1525).

كل المواد سامة، أي أنها قادرة على التسبب في آثار ضارة في ظل ظرف/ ظروف ما للتعرض. من الممكن أن تقتل بشراً بإعطائهم كميات كبيرة من الماء (خاصة إذا ما كان الشخص يعاني من أمراض معينة) ويمكن أن تتسبب معدلات الأكسجين المتزايدة في الهواء في الإصابة بالعمى لدى الأطفال المبتسرين وتلف رئوي لدى البالغين.

يعتمد وقوع الآثار السامة على الجرعة. بوجه عام، تؤدي الجرعات الزائدة/ التعرض لفترات طويلة من الزمن إلى مجموعة أكبر وأكثر حدة من الآثار السامة عنها في حالة الجرعات المنخفضة/ التعرض لفترات قصيرة.

عادة ما يوجد معدل من التعرض لا تقع الآثار السمية إذا لم يتم تخطيه. تتسبب جرعة قدرها 10 جرام من الكافيين إلى التشنج والقيء. الجرعة المتوسطة للكافيين بالمملكة المتحدة (بما فيها الشاي) هي 315 ملجم، غير أن العديد من الناس يستهلكون أكثر من ذلك كل يوم من أيام حياتهم دون حدوث آثار غير مؤاتية. قد تكون الجرعة المميتة للملح 250 جرام، ولكن قد تؤدي جرعات أقل بكثير إلى القيء؛ متوسط الجرعة اليومية من الملح بالمملكة المتحدة تقدر فيما بين 8 و 11 جرام يومياً. توصي الوكالة البريطانية للمقاييس الغذائية بجرعة أقصاها 6 جرام يومياً ولكن جرعة يومية بحد الأدنى 0.5 جرام يومياً تعد جوهرية لحياة الإنسان.

التعرض بأشكال مختلفة إلى مادة ما لا ينشأ عنه بالضرورة نفس الآثار. التعرض بتركيزات جوية عالية لغبار كلوريد الميثلين يؤدي إلى تثبيط الجهاز العصبي (التخدّر)، ويتسبب في اضطراب ضربات القلب وتلف الكبد

والكلى. التعرض لها لفترات أطول يسمح بتراكم أحدى مستقلباتها وهو أول أكسيد الكربون - بالدم، مما يؤدي لانخفاض قدرة الأكسجين على نقل الدم. التعرض لفترات طويلة يؤدي للإصابة بسرطان الكبد والرئة لدى الفئران (ولكن ليس لدى الجرذان أو ربما ليس لدى الإنسان).

قد تختلف الاستجابة للمواد بحسب الأجناس المختلفة. تتسبب مركبات الديوكسين في تلف حاد بالكبد والموت لدى الخنازير الغينية (فئران التجارب)، غير أنها تسبب مرض بالبشرة (العد الكلوري) لدى القردة والبشر. يتسبب الزرنيخ في الإصابة بالسرطان لدى البشر ولكن ليس لدى حيوانات التجارب. تتسبب جرعات صغيرة من الأتروبين في وفاة الإنسان ولكن لا تقتل الأرانب.

قد تختلف الاستجابة للمواد باختلاف الأفراد. قد يصاب بعض المدخنين بسرطان الرئة بينما لا يصاب مدخنون آخرون. البنسلين لا يتسبب في أي ضرر للمعظم الناس، ولكنه يتسبب في انفعالات أرجية لدى البعض.

يعتمد الأثر السمّي لمادة ما على كل من:

- شكلها المادي.
- الجرعة.
- مجرى الدخول للجسم.
- الامتصاص، التوزيع، الاستقلاب، والإخراج.

3.3.1 الشكل المادي

المواد الصلبة	عند طحنها أو سحقها، ينتج عنها غبار قد يتم استنشاقه واستيعابه أو قد يلوث البشرة.
السوائل	قد يتم ابتلاعها أو قد تلوث البشرة
الغازات	قد يتم استنشاقها أو قد تلوث البشرة.
الأبخرة	
الأدخنة	
الضباب	
الأيروسولات	

3.3.2 الجرعة

الجرعة هي ناتج تركيز مادة ما وفترة التعرض لهذه المادة. ويمكن وصفها تبسيطاً كالتالي:

الجرعة = التعرض × الزمن

غير أنه في الظروف الصناعية يتغير كل من الجرعة والوقت بشكل كبير. مثلاً، التعرض لتركيز عالي جداً قد يكون مميتاً (الكحول مثلاً) بينما يتسبب التعرض لكميات أصغر ولفترات أطول في ضرر محدود. قد تكون الجرعة متساوية في الحالتين.

3.3.3 منافذ الدخول/ الامتصاص

منافذ الدخول الثلاث الأساسية للسموم إلى الجسم هي الاستنشاق والبشرة والابتلاع.

الابتلاع: الابتلاع هو أقل منافذ الدخول خطورة في مجال الصناعة بينما هو أكثرها خطورة في علم السموم البيئية. خلال التطور، نشأت آليات في القناة الهضمية لتنظيم استيعاب المواد الأساسية. قد يلزم أن تتنافس العناصر السامة لكي يتم امتصاص مجرد جزء ضئيل عامة من أي جرعات مبتلعة بالجسم (عادة 10% أو أقل).

الأسباب المحتملة للابتلاع في مجال الصناعة هي وضع الماصات بالفم داخل المعامل، ابتلاع الغبار الذي تم استنشاقه وطرده عبر المصعد المخاطي الهدبي، التدخين وتناول الطعام في مكان العمل أو حتى اتساخ اليد واتصالها بالفم فيما بعد.

التنفس: لا يوجد بالرئة آليات مشابهة للاستيعاب الانتقائي. قد تتمكن الجسيمات التي يقل قطرها عن 10 ميكرون للوصول إلى الحويصلات الهوائية. إذا كانت قابلة للذوبان، حوالي 40% منها يتم امتصاصه. المواد الكيميائية غير الذائبة تكون آمنة نسبياً، مثلاً كبريتيد الرصاص، بينما تكون كربونات الرصاص عالية القابلية للذوبان وقد تؤدي إلى التسمم السريع. يقل خطر الجسيمات الأكبر المستنشقة إذ تقل كفاءة الامتصاص أعلى المجرى التنفسي.

من المهم أن نتذكر أن الرئة ليست فقط مسئولة عن استيعاب المواد داخل الجسم، هي أيضاً عضو مستهدف. المواد التي لا تمتص داخل الجسم يمكن أن تبقى بالرئتين وتسبب تلفاً فيزيائياً أو كيميائياً لهما.

يعد الاستنشاق مسئولاً عن 90% من التسمم الصناعي.

البشرة: في البشرة أيضاً لا يوجد استيعاب انتقائي. المركبات الذائبة في الدهون يتم امتصاصها بالفعل كما هو الحال مع المذيبات العضوية. يحدث الامتصاص عن طريق الجلد بواسطة البشرة الصحيحة السليمة لكل من نترات البنزين والفينول والزئبق، والأنيلين. امتصاص الفينول عبر بضع البوصات لا أكثر من البشرة السليمة قد يكون مميتاً. الملابس الواقية المحكمة مثل القفازات تزيد معدل الامتصاص إذا ما حدث تلوث عرضي داخلها. البشرة التالفة أيضاً تسهل امتصاص السموم.

الانتشار: حالما تدخل المواد إلى الجسم، يمكنها الانتشار حول الجسم بواسطة إمداد الدم المتجه إلى بروتينات البلازما أو الخلايا الحمراء. وقد تتفاوت درجات التركيز في كل عضو من الأعضاء. قد تنحل المواد السامة الأخرى أو تتجه إلى الدهون. المواد الذائبة بالدهون فقط يمكنها تخطي حاجز الدم- المخ.

3.3.4 الاستقلاب

المواد التي يتم توزيعها في أنحاء الجسم وتميل إلى الاستقلاب. الموقع الوحيد للاستقلاب هو الكبد، إلا أن الكلى والرئتين والبشرة يمكنهم أيضاً استقلاب بعض المواد الكيميائية. يمكن أن يحول الاستقلاب مادة سامة إلى مادة غير سامة والعكس صحيح، مثلاً مادة ن-هكسان يتم استقلابها في الكبد لتصبح مركب آخر يتلف الجهاز العصبي. غير أن أغلب عمليات إزالة السموم تكون نافعة. تنطوي عملية إزالة السموم التقليدية على مراحل أكسجة يتبعها الاقتران مع حمض الغلوكورونيك. يعتمد معدل الاستقلاب على معدل الامتصاص (تقل القدرة على امتصاص المركبات الذائبة بالماء عن تلك الذائبة بالدهون) ومدى الارتباط بالبروتين (إذ يقلل ذلك التركيز في مواقع الاستقلاب). الأنظمة الإنزيمية تتطور بشكل رديء لدى الصغيرين جداً بالسن، وعليه يتم استقلابها بشكل أبطأ. يحول الكبد المواد من أشكال كارهة للمياه (أي تلك التي لا تذوب في الماء) إلى مواد محبة للمياه (أي تذوب في الماء)، لكي يمكن إخراجها عبر الكلى أو في مادة الصفراء.

3.3.5 الإخراج

يحدث الإخراج بشكل رئيسي عبر الكلى من خلال البول، ولكن أيضاً من خلال مادة الصفراء (مركب ذا وزن جزيئي مرتفع)، العصارات الهضمية (النيكوتين)، لبن الأم (المبيدات الحشرية) والبشرة (الحديد). كلما زادت سرعة الإخراج، كلما قلّ احتمال إضرار السم بالجسم. نواتج الإخراج عادة ما تستخدم لرصد التعرض المهني.

3.3.6 الاستجابة للسموم

تعتمد استجابة الجسم للسموم على عدة متغيرات:

السن	يميل الكبار في السن وحديثي السن جداً إلى عدم التكيف بشكل جيد مع قنواتهم الاستقلابية وتقل كفاءتهم عن المتوسط.
الجنس	تزيد درجة تعرض النساء للسموم الذائبة في الدهون بسبب زيادة نسبة كتلة الجسم السمينة إلى النحيفة لديهن.
الأمراض الكامنة	بعض الحالات، مثل الإسهال أو انخفاض وظائف الرئة تقلل من الآثار السمية عبر تقليل الامتصاص. أمراض أخرى، مثل الأنيميا (فقر الدم) تزيد من خطورة استجابة الجسم للرصاص وأول أكسيد الكربون.
الدواء	يمكن أن تؤثر الأدوية على أنظمة الإنزيمات، إذا تزيد أو تقلل آثار المواد السامة.
الكحول	قد يهدد وظائف الكبد، وبالتالي عمليات إزالة السموم.
التدخين	يزيد التدخين من آثار بعض المواد مثل الأسبستوس.
الفرد	يتباين الأشخاص بشكل كبير فيما يخص استجابتهم للعوامل الخارجية، من الضوضاء إلى غبار الفحم، ومن مسببات الحساسية إلى المواد الكيميائية. وقد يكون هذا تأثيراً وراثياً.

نوع الاستجابة

- الاستجابات المحلية في نقطة الدخول مثل التهيجات والحروق.
- استجابات أرجية مثل الإكزيما والربو.
- آثار على الأعضاء المستهدفة.

- السرطان.
- آثار على الإنجاب مثل العقم والإجهاض.
- الإمساخ - العيوب الخلقية عند الولادة.
- أورام الطفولة لدى نسل الأشخاص المعرضين.

3.4 مراحل التقييم السمّي

عند تقييم المخاطر الصحية الناشئة عن التعرض للمواد، يتم البحث عن إجابات للأسئلة التالية:

3.4.1 ما هي الآثار الضارة التي قد تسببها مادة كيميائية ما؟

ما مدى سميتها وما هي الأخطار السمية تحت ظروف تعرض متنوعة؟ ويتحدد ذلك بما يلي:

- الدراسات النظرية المرتكزة على الخصائص الفيزيائية والكيميائية المعروفة بالفعل عن المادة.
- التجربة على الحيوانات (المستخدمة كنموذج للإنسان) وغيرها من الكائنات الحية أو أجزاء من الكائنات (بكتيريا، أعضاء، أنسجة، خلايا مستنبتة).

3.4.2 هل الآثار التي تظهر على الحيوانات لها صلة بالإنسان؟

تحتاج الإجابة على ذلك إلى معرفة بكيفية امتصاص المواد الكيميائية في الجسم وكيفية إخراجها (الحركية الدوائية) وكيفية تفككها في الجسم إلى مواد أخرى (الاستقلاب). مؤشر آلية الأثر السام اللازم – قد يتطلب ذلك بحث خاص يتضمن دراسات على الإنسان. قد يلزم إجراء دراسات وبائية على المجموعات المعرضة للتدليل على وجود صلة.

3.5 صحيفة بيانات مأمونية المواد

يجب ترك تفسير تقارير السمية إلى الأشخاص المدربين وذوي الخبرة في هذه الأنشطة. يمكن أداء غالبية العمل المنطوي عليه تقييم أخطار مكان العمل بواسطة الدخول إلى صحيفة بيانات مأمونية المواد (MSDS)، والتي يطلق عليها أحياناً صحيفة بيانات المأمونية (SDS). تعد صحيفة بيانات مأمونية المواد إجراء قياسي لشرح السمية والمعلومات الأخرى المتعلقة بالمواد.

في دول عديدة، يكون تقديم النشرة لصحيفة بيانات مأمونية المواد عن كل واحد من المنتجات التي تبيعها مطلب قانوني أو ممارسة شائعة. قد يبدو ذلك أمراً معقداً ويصعب فهمه، ولكنها مصادر موثوقة للبيانات التي تحتاجها للتعامل مع المواد الكيميائية بشكل آمن. وعادةً ما توفر معلومات عن الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمواد المعنية إلى جانب المعلومات ذات الصلة الخاصة بالسمّية.

يتباين محتوى صحيفة بيانات مأمونية المواد تبعاً للمتطلبات التشريعية المحلية ولكن من المرجح أن تحتوي على المعلومات التالية:

1. **التركيب/ معلومات عن العناصر المكونة للمادة:** ويتيح ذلك معلومات عن المواد الكيميائية المختلفة التي تحتوي عليها المادة. وعادة ما تدرج رقم خدمة المستخلصات الكيميائية (CAS) لكل مادة كيميائية تحتوي عليها. رقم خدمة المستخلصات الكيميائية (CAS) المعين لغالبية المواد الكيميائية المستخدمة صناعياً.
2. **تحديد هوية المادة:** ويتضمن ذلك الاسم التجاري، إلى جانب تفاصيل المصنع/ المورّد. كما أنها توفر معلومات عن حالات الطوارئ مثل أسماء وأرقام هواتف الاتصال.
3. **تحديد الخطر:** يتم تصنيف المادة تحت عدد من الفئات ويتم توصيفها بالصور التوضيحية.
4. **إجراءات الإسعافات الأولية:** نصائح عن كيفية التعامل مع العاملين الذين تعرضوا لمواد خطرة في ظروف مختلفة.
5. **إجراءات مكافحة الحريق:** الواجبات والمحظورات في إطفاء الحرائق مثل نوع طفاية الحريق الواجب استخدامها.
6. **إجراءات التسرب العرضي:** الإجراءات الواجب اتباعها في حالة حدوث تسرب عرضي لمواد كيميائية، بما في ذلك الطرق الواجب استخدامها لتنظيف التسريبات.
7. **المناولة والتخزين:** إتاحة معلومات عن الاحتياطات مثل الخزانات القابلة للاحتراق وحدود درجة الحرارة.
8. **التحكم بالتعرض والحماية الشخصية:** يوضح المتطلبات مثل معدات الحماية الشخصية والتهوية.
9. **الخواص الكيميائية والفيزيائية:** مثل الحالة (صلبة/سائلة/غازية)، اللون، الرائحة، نقطة الانصهار والغليان.
10. **الثبات والتفاعل:** خواص مثل التحلل الحراري والحالات الواجب تجنبها.
11. **معلومات عن السمّية:** تفاصيل مثل الآثار الحادة والمزمنة على الإنسان والحيوان.
12. **معلومات إيكولوجية:** كيف يمكن أن تؤثر المادة على البيئة إذا تسربت خارج مكان العمل.
13. **كيفية التخلص منها:** أي متطلبات خاصة مقترنة بالتخلص من المواد.
14. **معلومات عن النقل:** بوجه عام كقائمة رموز تشير إلى الأخطار المقترنة بالمواد الكيميائية.
15. **القوانين:** التشريعات الخاصة بالدولة التي تستخدم بها المادة.
16. **معلومات أخرى:** أي معلومات ذات صلة.

4 أمثلة للمواد/ العمليات الخطرة

4.1 Crystalline silica

السيليكا البلورية أو الكوارتز (SiO_2) هو أكثر المعادن شيوعاً ويمكن إيجادها في أغلب الصخور. أكثر حالات السيليكا البلورية شيوعاً هي الرمال الموجودة على الشواطئ في جميع أنحاء العالم. في حالتها الجافة، تحتوي السيليكا البلورية الناعمة على أخطار سامة، إذا أن الغبار المنقول عبر الهواء قد ينشأ عنه السحار الرملي. السحار الرملي هو تليف رئوي يعتبر أكثر أنواع مرض السحار شيوعاً وحدة. تعتمد مخاطرة الإصابة بالمرض على ثلاث عوامل، وهي: درجة تركيز الغبار في الجو؛ نسبة السيليكا المنطلقة في الغبار، و مدة التعرض لها. يحدث اتصال مع السيليكا في العديد من العمليات التي تستخدم فيها المعادن، مثل التحجير والمناجم، وصناعة الطوب والبلاط والحراريات، وصناعة الفخار والسيراميك والسنفرة بالرمال وتصنيع الزجاج.

في مطلع هذا القرن، شاعت حالات السحار الرملي بفترة تطور سريعة (من 1 إلى 3 سنوات) بين العمال الذين استنشقوا كميات ضخمة من الغبار المحتوي على كميات عالية من الكوارتز. في حالات عديدة، حدثت الوفاة بسبب سيطرة السل الرئوي. عند إدخال تحسينات على أوضاع العمل وإدخال الطرق الحديثة في التحكم بالغبار، اختفى هذا الشكل السريع التطور من السحار الرملي بشكل واقعي ولكن حل محله شكل آخر بطئ التطور جداً من المرض (بين 15 و 30 عاماً).

المراحل الأولية للسحار الرملي لا تتميز بأي أعراض وتظهر فقط بإجراء اختبار إشعاعي دوري للعمال المعرضين للسيليكا المنطلقة. الأعراض الأولى للسحار الرملي هي "انقطاع النفس" عند بذل مجهود. في الحالات الخطرة، تحدث الأعراض حتى عند بذل أقل مجهود أو عندما يكون المريض في حالة استرخاء. عادةً ما لا تظهر أي أعراض شخصية أخرى. وعليه، فإن تشخيص السحار الرملي يتم على نطاق واسع من خلال الاختبارات السريرية والأشعة.

تعتمد القدرة على إحداث تغيير بالرئة إلى حد ما على الحالة البلورية للسيليكا، وينعكس ذلك على حدود التعرض الحالية في مكان العمل بالمملكة المتحدة، إلى جانب حجم الجسيمات المرجح إيجادها.

سيليكا، غير متبلورة

غبار قابل للاستنشاق بالكامل	6 مج.م$^{-3}$ 8 متوسط الوقت للوزن
غبار قابل للتنفس	2.4 مج.م$^{-3}$ 8 ساعات متوسط الوقت للوزن

سيليكا، منصهرة

غبار قابل للتنفس	0.08 مج.م$^{-3}$ 8 ساعات متوسط الوقت للوزن

سيليكا متبلورة (كريستوباليت، تريديمايت)

غبار قابل للتنفس	0.01 مج.م$^{-3}$ 8 ساعات متوسط الوقت للوزن

4.2 ألياف معدنية مصنعة آلياً (MMMF)

تحتوي الألياف المعدنية المصنعة آلياً (MMMF) على ألياف سيراميك، الغرض الخاص من الألياف الخيطية المتواصلة. تصنع المادة عادة من الزجاج المصهور أو الصخور أو المعادن. تظهر المواد مقاومة جيدة للحرارة والمواد الكيميائية ويمكن غزلها. لذلك تستخدم على نطاق واسع في العزل الحراري والصوتي للمباني ومحطات المعالجة والحماية الهيكلية ضد الحرائق في شكل لفافات أو ألواح أو حشو الحوائط المجوفة الممتلئ، أو صفائح الألواح الجصية أو الأنابيب العازلة. وقاد زاد استخدام الألياف المعدنية المصنعة آلياً بعد التخلص التدريجي من مواد الأسبستوس.

منذ إدخالها في نهاية 1800، كان معروفاً أن الأصواف المعدنية تسبب تهيج بالبشرة والعينين، وأن في وجود غبار مفرط تؤدي إلى تهيج في المجرى التنفسي العلوي. يحدث التهيج بالعين والبشرة بسبب الألياف الخشنة.

بينما تزيد مقاومة البشرة بعد فترة انتقالية، يحتاج بعض الناس إلى أخذ احتياطات لحماية بشرتهم ويحتاج عدد صغير من الناي إلى تغيير عملهم.

أظهرت الدراسات التي تم فيها زرع ألياف معدنية خالية من الأسبستوس في صدور حيوانات تجارب أنه نتج عن ذلك الإصابة بأورام الظهارة المتوسطة، غير أن تجارب أخرى استنشق فيها الحيوانات تركيزات عالية من ألياف الصوف المعدنية لم تشير لأي اقتران مع تزايد والإصابة بأورام الرئة.

الدراسات التي أجريت على استنشاق الحيوانات لم تقود إلى تليف ذا خطورة إكلينيكية. وقد تم إجراء دراسة أمريكية واسعة النطاق على الوفاة في مجال الصناعة، ولم تبين أي حالات إصابة بالظهارة المتوسطة. في هذه الدراسة، تم ملاحظة زيادة مفرطة في الإصابة بسرطان الرئة لدى مجموعة صغيرة من العاملين منذ 30 عاماً من التعرض للصوف المعدني، ولكن لم يكن هناك أي اقتران بين حدة التعرض أو قوته وهذه الزيادة المفرطة في الإصابة بسرطان الرئة. في الواقع، دراسات الأشعة السينية ووظائف الرئة على العمال الحاليين لم تظهر اقتران التعرض للصوف المعدني بحدوث خلل بالرئة.

4.3 أدخنة اللحام

تحتوي أدخنة اللحام على خليط من الغازات المنقولة عبر الهواء والجسيمات التي إذا تم استنشاقها أو ابتلاعها قد ينتج عن ذلك مخاطر صحية. ستعتمد نسبة المخاطرة على كل من: تركيبات الأدخنة، كمية الأدخنة في الهواء التي يتم تنفسها، ومدة التعرض لها.

الآثار الصحية الرئيسية هي:

تهيج المجاري التنفسية: الغازات أو الجسيمات الناعمة الموجودة بالأدخنة يمكن أن تسبب جفاف بالحلق، دغدغة، ضيق صدر وصعوبة في التنفس.

حمى الأدخنة المعدنية: استنشاق العديد من الأكسيدات المعدنية حديثة التكون، مثل تلك المنبعثة من الزنك أو الكاديوم أو النحاس، الخ قد تؤدي إلى أمراض حادة مشابهة للأنفلونزا تعرف بحمى الأدخنة المعدنية. باستثناء

التعرض لأدخنة الكادميوم، تندر المضاعفات الخطيرة. السبب الأكثر شيوعاً لحمى الأدخنة المعدنية هو لحام الصلب المجلفن.

تسمم الأجهزة: قد يؤدي ذلك إلى استنشاق أو ابتلاع المواد المحتواة في أدخنة اللحام مثل الفلورايد والمنجنيز والباريوم والكادميوم. يعتمد وجود هذه المواد في الأدخنة على عملية اللحام المستخدمة والمواد التي يتم لحامها.

الآثار المزمنة أو طويلة المدى: يتسبب استنشاق أدخنة اللحام في تطور تغيرات الأشعة السينية الحميدة، المسماة بالسحار الحديدي. موضوع إذا ما كان اللحامون أكثر عرضة للإصابة بالسرطان يشكل مصدراً للقلق حالياً؛ نظراً لأن مكونات محددة لبعض أبخرة اللحام، مثل الكروم سداسي التكافؤ والنيكل قد تكون من المسرطنات.

4.4 الأيزوسيانات

يمكن أن تكون الأيزوسيانات سائلة أو صلبة في ظل درجة حرارة الغرفة وهي تستخدم بشكل رئيسي في إنتاج البوليوريثان والمواد الرغوية والمواد اللاصقة والطلاء والدهانات.

وهي مهيجة للبشرة والأغشية المخاطية. غير أن أغلب المشاكل الخطرة المقترنة بالتعرض للأيزوسيانات هي تلك التي تؤثر على الجهاز التنفسي. تعرف الأيزوسيانات على نطاق واسع على أنها الأسباب الأكثر شيوعاً للربو المهني. بعد التعرض المتباين لأيزوسيانات، قد يستجيب العمال للتركيزات شديدة الانخفاض، مما يعرف بالحساسية المفرطة للجهاز التنفسي.

4.5 غبار الخشب

ينتج غبار الخشب في أي وقت يتم فيه تشكيل الخشب أو تقطيعه. الأخطار المقترنة بغبار الخشب تنشأ عادة من الاستنشاق والاتصال بالبشرة. ينشأ عن الآثار البيولوجية لغبار الخشب العديد من الأعراض المختلفة، والتي تعتمد طبيعتها على كمية الخشب ومكوناته.

وبالتبعية، تتراوح أعراض التعرض بين الإكزيما وتهيج الملتحمة إلى تهيج المجاري التنفسية العليا. توجد مخاوف بخصوص تطور التهيج الأنفي إلى سرطان بالأنف. غير أن هذا الموضوع يتسم بالتعقيد بسبب الفترة الاستهلالية الطويلة للسرطان التي تبلغ عادةً 40 عاماً. علاوة على ذلك، يمكن أن تعمل بعض الأخشاب الناعمة كمحسسات تنفسية.

4.6 صناعة الأدوية

قد يوجد العمل في صناعة الأدوية أخطار معينة خاصة من المركبات الفعالة. الأدوية المختلفة التي يتم تصنيعها، يمكن أن ينشأ عنها آثار صحية مختلفة. مثلاً:

التفاعلات الأرجية: قد ينشأ عن بعض العقاقير تفاعلات أرجية مثل الحكة واحمرار العين ورشح الأنف والطفح الجلدي والربو وأحياناً الصدمات بسبب التفاعل الأرجي (التأق).

نقص الفيتامينات: يعاني العمال الذين يتعرضون بشكل متكرر للمضادات الحيوية من تغير في عدد ونوع البكتيريا الموجودة عادة في الأمعاء والتي تتحلل وتمتص الفيتامينات في الأمعاء.

العدوى الفطرية: قد يؤدي التعرض اليومي لغبار المضادات الحيوية إلى عدوى البشر والأظافر. علاوة على ذلك، قد تصاب النساء العاملات بعدوى المبيضات بعد التعرض للمضادات الحيوية.

النيتروجلسرين: يستخدم عادةً في الديناميت، وهو أيضاً أساس للعديد من الأدوية الخاصة بمرضى القلب. تعمل النيترات على الأوعية الدموية بالجسم ويشعر بتأثيرها بطرق مختلفة. تقريباً جميع المعرضين إلى غبار النيترات يعانون من صداع حاد يطرق الرأس، ويكون سببه استرخاء الأوعية الدموية داخل الجمجمة. تتمدد النيترات داخل الأوعية الدموية ويتسبب في هبوط ضغط الدم. وينتج عن ذلك الدوخة، حتى أنه قد يحدث إغماء.

المهدئات: يمكن أن تعمل كمعوِّدة وكإضافة. مقترنة بالكحول، قد تتسبب في فقدان الشخص لوعيه وفي حالة تناول جرعات عالية، قد تؤدي إلى الغيبوبة والوفاة. العمال الذين ينتجون المهدئات يكونون عرضة لهذه الآثار الضارة ووجدوا أنهم يفقدون وعيهم عند احتساء البيرة بعد العمل. يوجد خطر حقيقي لوقوع حوادث، في كل من المصل وفي طريق العودة للمنزل، عندما يعاني العمال حالة دوار كنتيجة للتعرض للمهدئات والباربيتيورات.

4.7 منتجات البترول

تمثل صناعة البترول عدد من الأخطار الفريدة من نوعها من حيث كل من الاستخلاص/ الإنتاج والمنتج النهائي.

زيوت التشحيم: بعض الزيوت (تحديداً الزيوت قوية العطرية) تسبب تهيج عند وضعها على الجلد لبضع ساعات. الكثير منها، عند وضعه عدة مرات، تزيل الشحوم الطبيعية من البشرة، وتتركها جافة ومعرضة للتشقق والالتهاب والعدوى المترتبة على ذلك. قد يؤدي الاتصال العرضي بالعين إلى تهيج عابر ولكنها لا تسبب أي تأثير دائم. تكون الآثار أكثر وضوحاً في حالة الزيوت منخفضة اللزوجة.

قد يسبب استنشاق ضباب وأبخرة الزيوت تهيجاً بالعينين والأنف والحلق. يؤدي استنشاق قدر معين من الزيوت إلى حالة من حالات الالتهاب الرئوي.

تحتوي أغلب الصيغ على إضافات كيميائية مختلفة التركيب. تعتمد الخواص السامة لهذه الصيغ على سمية الزيت (الزيوت) الأساسية والإضافات. للكثير من الإضافات لا تتوفر المعلومات المناسبة عن السمية الحادة والمزمنة، درجة السرطنة وآثارها على الإنجاب أو الجهاز المناعي.

الجازولين: هو مهيج للبشرة وقد يتسبب التعرض له للإصابة بالتقرحات. التعرض المتكرر يزيل الدهون من البشرة، مما يسبب الإكزيما. الاتصال العرضي بالعيون يسبب تهيج شديد ولكن عادة ما يكون هذا قصير المدى. قد يتسبب استنشاق البخار في فقدان الوعي؛ واستنشاق التركيزات العالية لفترة طويلة قد يكون مميتاً نظراً لتراخي الجهاز العصبي المركزي. يحتوي الجازولين على إضافات (قد تتضمن التي يمكن أن تشمل رابع إيثيل الرصاص السام للأعصاب، ومركبات البروم المسببة في الطفرات لدى المواليد)؛ ويتم استبدال هذه المواد

بالكحول (مثلاً الميثانول) والأثيرات (مثل ميثيل ت - بيوتيل الأثير - MTBE) في الجازولين الخالي من الرصاص. يتسبب التعرض المفرط للميثانول في الإصابة بالعمى؛ ويطرح اكتشاف حديث على الـ MTBE أن التركيزات العالية في الجود قد تكون مسببة للتشوهات.

الزيوت الغازية، زيوت الوقود: ويشابه هذان النوعان في الخواص المقطرات المتوسطة أو الزيوت الشحمية الثقيلة ولكن قد تحتوي على مواد مصدعة الحافز أو عوامل أخرى، والتي تكون مسرطنة عن وضعها بانتظام على جلد الفأر، أي أنها قد تحمل مخاطر السرطنة.

المستخلصات العطرية: وتحتوي هذه على تركيزات عالية من الهيدروكربونات العطرية المسرطنة متعددة الحلقات وتبين أن الكثير منها يسبب السرطان عند الاتصال بالجلد. وتشابه سميتها تلك الخاصة بزيوت التشحيم.

البنزين: الاتصال المباشر يسبب إزالة الدهون من البشرة والإكزيما عند التعرض المتكرر لها. يؤدي التعرض لتراخي الجهاز العصبي المركزي- والصدع والغثيان ثم فقدان الوعي. التعرض المتكرر لخمسين جزء من المليون أو أكثر يسبب تلف بالدم والأنسجة المكونة للدم، وينتج لدى بعض الأفراد، فشل كامل في تكوين خلايا دموية جديدة من أي نوع (حالة تؤدي إلى الوفاة). يؤدي التعرض المطول للتركيزات العالية إلى نوع من اللوكيميا (سرطان الدم) ويتلف الكروموسومات (الأجسام التي تحمل المادة الوراثية في الخلايا المنقسمة).

4.8 المناجم – استخلاص الثروة المعدنية والمعادن

ويجري تعدين الفحم وخامات المعادن والثروات المعدنية الأخرى على نطاق واسع في جميع أنحاء العالم. لقد عاني عمال المناجم تاريخياً من اعتلال الصحة بمعدلات أعلى من العمال في قطاعات الصناعة الثقيلة الأخرى. وطالما اقترن التنقيب عن الفحم بأمراض الرئة الناشئة عن الغبار "تغبر الرئة" وغيرها من الأمراض مثل "انتفاخ الرئة" الناتج عن العمل. يمكن أن تمثل أنشطة المناجم خطراً خاصاً على الصحة بفعل مواد مختلفة. وقد يحدث هذا بسبب استخلاص الثروات المعدنية أو قد يكون قائماً كمنتج فرعي/ ملوّث غير مرغوب فيه. الخطر الرئيسي على الصحة هو التعرض للغبار في أشكال متعددة.

مازال التنقيب عن الأسبستوس مستمراً في عدد من الدول حول العالم، كما أنه يوجد بكميات أثرية في ترسبات معادن أخرى مثل التلك. تستعرض أخطار الأسبستوس في قسم منفصل من هذا الكتيب.

يتواجد الزرنيخ في ركائز المعادن مثل القصدير والنحاس. يمكن التعرض له كعنصر غير مرغوب فيه خلال التنقيب والمعالجة ولكن أيضاً يتم إنتاجه تجارياً كمنتج فرعي للصقل. الزرنيخ هو معدن سام وقد يكون قاتلاً إذا تم استهلاك أو استنشاق كميات كبيرة منه.

تتواجد السيليكا في العديد من المعادن وتحديداً في مستخلصات الصخور

قد يتسبب العمل بالمناجم أيضاً في مجموعة من الأخطار الفيزيائية مثل الضوضاء والاهتزاز والإشعاع والإجهاد الحراري والبلل/ الرطوبة والتغيرات في الضغط الجوي.

4.9 استخدام المعادن والصقل

توجد العديد من المعادن الصلبة بكميات صغيرة داخل أجسامنا كعناصر أساسية كما أنها تشكل جزئنا من وظائفنا. ولكن إذا تم التعرض لكميات كبيرة فقد يؤدي ذلك إلى آثار مرضية خطيرة على الصحة.

لقد تم حظر استخدام الكادميوم بسبب سميته، ولكنه لا يزال مستخدماً في صناعة الطائرات كطلاء لمنع التآكل، وفي بطاريات NiCad. يمكن تقسيم الآثار الفسيولوجية للتعرض المفرط للكادميوم إلى فئتين متميزتين كالتالي؛ الآثار الحادة بما في ذلك الغثيان والقيء والاضطراب المعدي المعوي الحاد، بينما الآثار المزمنة تتراوح بين التعب وانتفاخ الرئة وصولاً إلى تلف الكبد والكلى. في الحالات الشديدة للتسمم الحاد، مثلاً بعد التقطيع باللهب للمسامير المطلية بالكادميوم، قد تحدث وفاة سريعة بعد الإصابة بالالتهاب الرئوي الكيميائي.

الكادميوم هو عنصر معدني صلب لونه رمادي كالفولاذ، بحيث يستوعب درجة لمعان عالية. درجة انصهاره العالية البالغة 1900 درجة مئوية، إلى جانب طبيعته الخاملة، يجعلا المعدن مفيداً كمادة لتصنيع السبائك وفي الطلاء الكهربائي. ويحتوي الكروميوم على عدد من النظائر المشعة، والمفيدة في مجال الطب.

كما يستطيع حيازة عدد من حالات التكافؤ ويعكس مدى الأملاح به ذلك، أي كروموس وكروميك وكروميل. قد يحتوي بعضها على خواص مهيجة مماثلة لثالث أكسيد الكروم (حمض الكروميك) مما يسبب تهيج الجلد وتقرحه والإصابة بالإكزيما الأرجية. يؤدي استنشاقه أيضاً إلى حدوث تهيج أولي، ثقب الحاجز الأنفي، وتهيج رئوي، كما تم الربط بين الكارسينوما والتعرض لأملاح الكروم.

الرصاص هو معدن ناعم أملس له خواص جيدة مضادة للتآكل. وقد تم استخدامه بكثرة في الإنشاءات إلى جانب إنتاج البطاريات والطلقات والموازين. كما تم خلطه مع معادن أخرى لتشكيل سبائك نافعة مثل سبيكة لحام القصدير/ الرصاص. مركباته المتنوعة تتسم بالسمّية ويمكن استنشاقها، ابتلاعها أو امتصاصها عبر الجلد. تندر الآثار الحادة، إذ أن الرصاص هو بشكل رئيسي سم تراكمي مزمن، ولكن يمكن أن تكون بعض المركبات العضوية للرصاص [مثل المركب المستخدم في صنع الجازولين المحتوي على الرصاص] سريعة الامتصاص من خلال البشرة ومنها تؤثر على المخ مسببة الوفاة في بعض الحالات. تتم ملاحظة الآثار المزمنة عند التراكمات البطيئة للرصاص الغير عضوي بالجسم، والذي يتركز عادة في العظام ثم يتم إطلاقه فيما بعد في حالة حدوث صدمة. تتراوح الآثار المزمنة بين آلام المعدة والنوام وفقر الدم، مما يتسبب في النهاية إلى الوفاة. وقد ينشأ عن ذلك تلف بالمخ خاصة لدى الأطفال وحديثي الولادة.

5 تقييم المخاطر الصحية

5.1 مقدمة

السبب الأساسي لإجراء تقييم بمكان العمل هو لتقييم المخاطر التي تتعرض لها صحة العاملين. حيثما يتم الإشارة إلى موضع غير مرضي سيكون هناك مطلب إضافي:

- لتحديد خطوات القيام بعملية رقابة صحيحة.
- لتحديد أي إجراء آخر مطلوب.

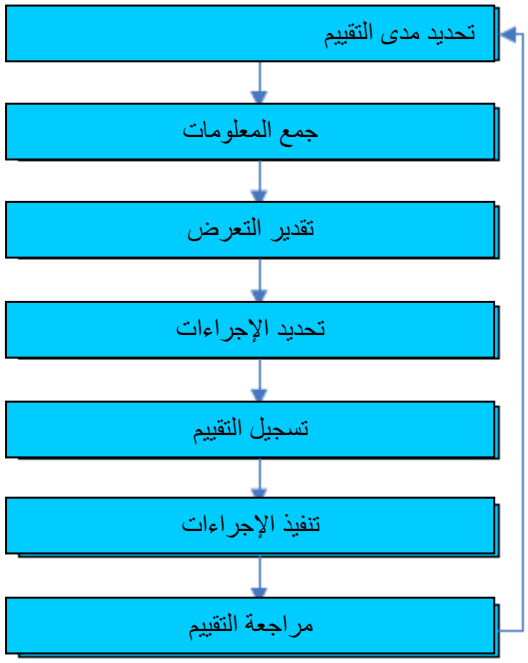
5.2 الأخطار والمخاطر

عند إجراء تقييم للمخاطر، من المهم أن يكون لدينا فهماً واضحاً للفروق بين الخطر والمخاطرة.

- الخطر هو أمر يمكن أن يتسبب في أذى إذا لم تتم السيطرة عليه.
- ويكون الناتج هو الأذى الذي ينتج عن خطر غير مسيطر عليه.
- المخاطرة هي الربط بين احتمالية وقوع ناتج ما وشدة الأذى المنطوي عليه ذلك.

5.3 تقييم المخاطر الصحية

يمكن وصف عملية تقييم المخاطر التي تهدد الصحة بواسطة مخطط التدفق أدناه.



5.3.1 تحديد مدى التقييم

في البداية من الضروري تحديد العملية أو النشاط التي يتم تقييمها. وقد ينطوي ذلك على نشاط واحد أو أكثر إلى جانب مزيد من العمال في وقت واحد. كما أنه قد يكون من الضروري تقييم الأخطار كجزء من التقييمات المختلفة، مثلاً يجرى تقييم الضوضاء عادة بشكل منفصل عن تقييم المخاطر الكيميائية، إذ كل منهما ينطوي

على أساليب مختلفة تماماً. غير أنه عند تقييم أخطار المواد الكيميائية مثل المذيبات، من الممكن عادة جمع أي مواد كيميائية تحت تقييم واحد، إذ أنها تحوز على خصائص وتتطلب ضوابط مشابهة.

5.3.2 جمع المعلومات

تقييم المخاطر الصحية في مكان العمل يستلزم تقييم عدد من العوامل في عملية اتخاذ القرار، بما في ذلك بعض أو كل مما يلي، حيثما انطبق - ولذلك لخطوة أولى في المعلومات المتصلة بهذه العوامل التي يجب جمعها إذا كنا بصدد إجراء تقييم ذو معنى:

- طبيعة العملية، مثلاً متواصلة أو على دفعات، داخلية أو خارجية.
- المواد المستخدمة والمنتجة (المواد الكيميائية، المواد البيولوجية) بالإضافة إلى عوامل أخرى (الضوضاء، الإشعاع) والعوامل (الهندسة البشرية) القائمة. بالنسبة للمواد، يمكن التعبير عن بعضها بأسماء تجارية كما يجب فهم تركيباتها الكيميائية.
- من المهم أيضاً أن نتذكر أن أغلب حالات التعرض الصناعي للمواد الكيميائية (الاستنشاق، الاتصال الجلدي) تكو تعرضاً لخيط وليس لمادة مفردة. في هذه الحالات، يجب معرفة المعلومات الخاصة بتركيب الخليط.
- حالة المادة (غازات، أبخرة' الخ) وعوامل أخرى بالإضافة إلى معرفة أماكن تواجدها في مكان العمل الموقع/ المهمة التي تخضع للتقييم.
- فهم آثار العوامل/ العناصر (الكيميائية، الفيزيائية، البيولوجية، البشرية) في الجسم.
- معرفة أنواع الوظائف التي يتم أدائها (مثل العامل، الصيانة، الإشراف، المعملي) وعناصر هذه الوظائف والتي قد يحدث بها تعرض بمعدلات أعلى للمواد الكيميائية أو الفيزيائية أو البيولوجية أو موقف بشري ضار.
- تقديرات التعرض وحجمه بالنسبة لأي حدود تعرض مهني ذات صلة والتي قد تكون قد انتشرت.
- أنواع ومدى التعرض المهني.
- نموذج العمل/ المناوبة.
- الممارسات الموصى بها للتشغيل والإجراءات الاحترازية (بما فيها الضبط الهندسي).
- الخبرات الصحية للعاملين، مثلاً تحقق إذا ما كان هناك أو مازال أي حالات اعتلال صحي مهني، أو حوادث، أو شكاوى، أو طلبات تعويض.
- أي معلومات أخرى ذات صلة. من الضروري، مثلاً، وضع الملاحظات والمعلومات في المنظور والتأكد من درجة اعتياديتها مقارنة بإجراءات الممارسة "العادية".

وجود قوائم جرد/ سجلات للمواد، العناصر غير الكيميائية (مثل مصادر الضوضاء والإشعاع) وأنواع المهام المنفذة قد يكون ذا فائدة عظيمة في إحراز تقدم بالتقييم.

تواجد مصادر المعلومات المعنية يمكن أيضاً أن يكون له فائدة كبيرة.

- صحيفة بيانات مأمونية المواد (MSDSs).

- عنونة المصنع.
- توثيقات ACGIH TLV.
- مصادر أخرى منشورة (مثل المنشورات القومية أو الخاصة بالشركة أو بالرابطة التجارية أو منشورات تقنية) أو غير منشورة.

5.3.3 تقييم مخاطر الصحة

بعد جمع كل المعلومات ذات الصلة، تتم الآن عملية التقييم الفعلية. وينطوي ذلك على استجواب وملاحظة ثاقبين، مثلاً، فيما يتعلق بممارسات التشغيل والإجراءات الاحترازية التي يتم تبنيها فعلياً في مهمة معينة، وإذا لزم الأمر، قياسات بيئية (مثلاً رصد التعرض الشخصي).

تذكر أن تسأل عن وجود وتطبيق نظام تصريح عمل وتفحص مدى وفعالية تطبيقه من وجهة الوقاية الصحية.

يجب أن يكون التقييم "مناسباً وكافياً". لذا من الواضح أنه يجب إجرائه على يد "شخص مختص" ونوع الشخص الذي يمكن وصفه بذلك يختلف من مكان عمل لآخر. في بعض الحالات، سيكون من الضروري الاستعانة بمتخصص حفظ صحة مهنية مؤهل، نظراً للطبيعة الأكثر تعقيداً للمخاطر التي يتم التحري عنها.

يجب الوضع في الاعتبار نقطة هامة ألا وهي أن المصطلح "تقييم" لا يتساوى مع المصطلح "قياس" أو "رصد" التعرضات المهنية، ولكنه يحتوي اعتبارات أكثر سعة، مثل العوامل المشار إليها بالفعل، فضلاً عن الاستجواب المعني عن الوظيفة/ المهمة قيد التحري أو الملاحظة الثاقبة لها.

من ناحية أخرى، ما تكشف عنه قياسات التعرضات المهنية للعوامل الكيميائية أو الفيزيائية أو البيولوجية في مكان العمل قد تشكل عنصر هام للتقييم بوجه عام. في حالات أخرى مثل هذا الرصد قد لا يكون ضرورياً أو ملائماً.

رصد مكان العمل

قد يكون ضرورياً أن نحصل على بيانات رصدية، خاصة فيما يخص معدلات التعرض، كجزء من التقييم العام للمخاطر الصحية. حيثما تحتم رصد مكان العمل، سيكون الهدف هو المساعدة على ضمان الحماية الصحية للموظفين وخطة جمع العينات المتبناة ملائمة للسبب الرئيسي لنوع المسح الذي يتم إجراؤه. ويتراوح الأخير من الرصد الأولي لمصنع أو عملية بهدف تأسيس موقف "مرجعي"، إلى الرصد الدوري لمصنع أو عملية، على فترات منتظمة، للتأكد من الإبقاء على أوضاع عمل مقبولة.

5.3.4 تحديد أي إجراء لازم

حيثما يشير التقييم وجود خطر على الصحة، من الضروري أن نحدد الخطوات الواجب اتخاذها لتحقيق سيطرة فعالة. هذا هو جزء تكميلي هام للتقييم، ولا يفترض استكماله دون التعامل مع هذا الجانب.

5.3.5 تسجيل تقييم المخاطر

رغم أن التقييمات مهمة في الأسلوب الوقائي للحماية الصحية، تكون قيمتها محدودة إذا ما لم يتم تسجيلها كتابياً، وتأريخها والتوقيع عليها بواسطة المقيّم. من المرجح أيضاً أن تتعزز جودة تقييم ما عندما يمكن الحصول على التحقق من المعلومات الشفهية المتصلة بالأوجه الأساسية للتقييم، بشكل أو بآخر، وتوثيقها.

5.3.6 تنفيذ الإجراءات

من المهم أن نضمن أن التوصيات الناتجة عن أي تقييم يتم تنفيذا كما يجب. تفشل العديد من التقييمات في السيطرة على التعرض لأن الإجراءات لم يتم تنفيذها.

5.3.7 مراجعة تقييم المخاطر

لا يجب النظر للتقييم الأولي على أنه صالح للأبد. يجب إعادة التقييمات بانتظام وفي أي حدث يكون فيه شبهة أن التقييم لم يعد صالحاً. فيما يلي أنواع العوامل التي يمكن أن تحفز إعادة التقييمات للمخاطر الصحية في الموقف السابق:

تغير كبير في أي من:

- المواد/ العوامل المنطوي عليها العمل و/أو مصادرها.
- المصنع مثلاً تغير الضبط الهندسي.
- معالجة العمل أو طريقته.
- حجم أو معدل الإنتاج.

النتائج الضارة المترتبة على:

- رصد التعرض الشخصي.
- رصد مراقبة الصحة (مثل المغواز"الإيودومتر"، الرصد البيولوجي).
- رصد مراقبة العمليات (مثل الانبعاثات الهاربة).

حالات المرض المهني.

معلومات جديدة عن المخاطر الصحية التي تسببها العوامل الكيمائية أو الفيزيائية أو البيولوجية.

في غياب التغيرات/ النتائج السلبية/ الحالات/ المعلومات الجديدة المعروفة، يجب أن تعتمد الفترة بين كل إعادة التقييم على طبيعة المخاطرة (المخاطرات)، طبيعة العمل وحكم على احتمالية حدوث تغيرات. في أي حال، يقترح وجوب مراجعة جميع التقييمات على الأقل مرة كل عامين.

5.4 الأنظمة المتخصصة ونطاقات التحكم

يوجد عدد من أنظمة التحكم التي تم تطويرها لمساعدة أصحاب العمل في إجراء تقييم المخاطر. تستخدم هذه الأنظمة جميعها أسلوباً يسمّى "نطاقات التحكم". تحتوي نطاقات التحكم على الخطوات التالية.

تصنيف الأخطار ـتستخدم سمات الأخطار مثل مراحل الأخطار، حدود التعرض المهني، ومواصفات الأخطار لتصنيف المادة (المواد) في مجموعات أو نطاقات خطر.

تقييم احتمالية التعرض ـ تستخدم النماذج المبسطة لتقييم معدلات التعرض في المهمة دون إجراء رصد للتعرض.

اختيار أسلوب التحكم ـ يتم اختيارها تلقائياً باستخدام قواعد وإرشادات محددة مسبقاً. تبعاً لأسلوب نطاقات التحكم المتبنى، سيتم إنتاج القواعد والإرشادات والتحقق منها بواسطة عدد كبير من خبراء حفظ الصحة المهنية. يوصف أسلوب التحكم بواسطة اختيار وثيقة من مكتبة مكتوبة مسبقاً للصحف الإرشادية.

مجموعة أدوات منظمة العمال الدولية تعد مثالاً لواحد من أساليب نطاقات التحكم. مجموعة الأدوات هي برنامج على الإنترنت يمكن الدخول إليه عبر موقع منظمة العمال الدولية وهو:

http://www.ilo.org/legacy/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm(تم الدخول إليه في فبراير 2010)

تم تطوير مجموعة أدوات منظمة العمال الدولية في الأصل من مبادئ التحكم في المواد الخطرة على الصحة COHH بالمملكة المتحدة والتي يمكن الدخول إليها عبر http://www.coshh-essentials.org.uk/ (تم الدخول إليه في فبراير 2010).

6 قياس الملوّثات المنقولة عبر الهواء

6.1 المبادئ العامة

الحالات الفيزيائية - توجد ثلاث حالات فيزيائية للمادة:

- غازية؛
- سائلة؛
- صلبة.

يمكن أن تتواجد جميع المواد في جميع الحالات الثلاث أو في خليط منها، مثلاً قد يحتوي مشروب بارد على الماء في حالته السائلة ولكنه قد يحتوي أيضاً على الثلج (الحالة الصلبة للماء) والهواء الذي يعلو الكوب يكون غازاً يحتوي على بعض من الماء (والمعروف بالبخار). تبعاً للمادة المعنية ونوع النشاط الذي يتم إجرائه، ومنها تتواجد تلك المادة في حالات مختلفة.

البخار - الحالة الغازية للمادة السائلة عن 25 درجة مئوية و مم زئبقي (في درجة الحرارة القياسية).

الضباب - جسيمات سائلة، كبيرة الحجم، تنتج عادة عن الفقاقيع والرذاذ أو غليان السائل.

الدخان - جسيمات صلبة تنتج عن تكثف سائل أو التفاعل بين غازين. حجم الجسيم في الدخان يكون قطره أقل من 1 ميكرون (ميكرومتر)، أي شيء أكبر يعتبر جسيم غبار.

الغبار - جسيمات مادة صلبة في نطاق الحجم المتسع البالغ قطره 1 ميكرون إلى 1 مليمتر. أي شيء يكبر حجمه عن ذلك يعتبر حصى وسيكون أثقل من أن يحمله الهواء.

الأيروسول- مصطلح عام يعبر عن انتشار الجسيمات الصلبة أو السائلة ميكروسكوبية الحجم في وسيط غازي مثل الضباب، الدخان، الخ، رغم استخدامه عادة كمصطلح يطلق على الرذاذ السائل الناعم. (مثل "عبوة الأيروسول").

الألياف - جسيمات صلبة طويلة ونحيفة، أي تحوز نسبة عالية للعرض إلى الارتفاع.

ملحوظة: الميكرون (µm) هو وحدة طول تساوي واحد على مليون من المتر أو واحد على ألف من المليمتر.

وليس من الغريب أن نحتاج إلى تقنيات جمع عينات مختلفة لكل واحدة من حالات المادة المذكورة أعلاه.

6.1.1 تقنيات جمع العينات

المتطلبات الأساسية لأي تقنيات قياس هي أنها يجب أن تكون مناسبة لأغراض القياس. أي أنها يجب أن توفر المعلومات اللازمة للقرار الذي سيتخذ على أساس هذه المعلومات.

"الرصد" أو "جمع العينات" يشير إلى استخدام تقنيات حفظ الصحة المهنية الصالحة والمناسبة لاشتقاق تقييماً كمياً لتعرض الموظفين للمواد الخطرة على الصحة. يجب عدم استخدام إلا الطرق المعتمدة، والتي يتم نشرها بواسطة المنظمات مثل الصحة والسلامة والبيئة في المملكة المتحدة والولايات المتحدة الأمريكية. كما تنتج دول أخرى أيضاً طرق وتعرف هذه في بعض الحالات على أنها إجبارية داخل التشريع المحلي. في حالة الملوّثات المنقولة عبر الهواء، ينطوي الرصد على جمع عينات الجو دورياً أو بشكل مستمر في مكان العمل، وسيتطلب ذلك عادة جمع عينات في منطقة تنفس العامل بواسطة أخذ معدات العينة الشخصية.

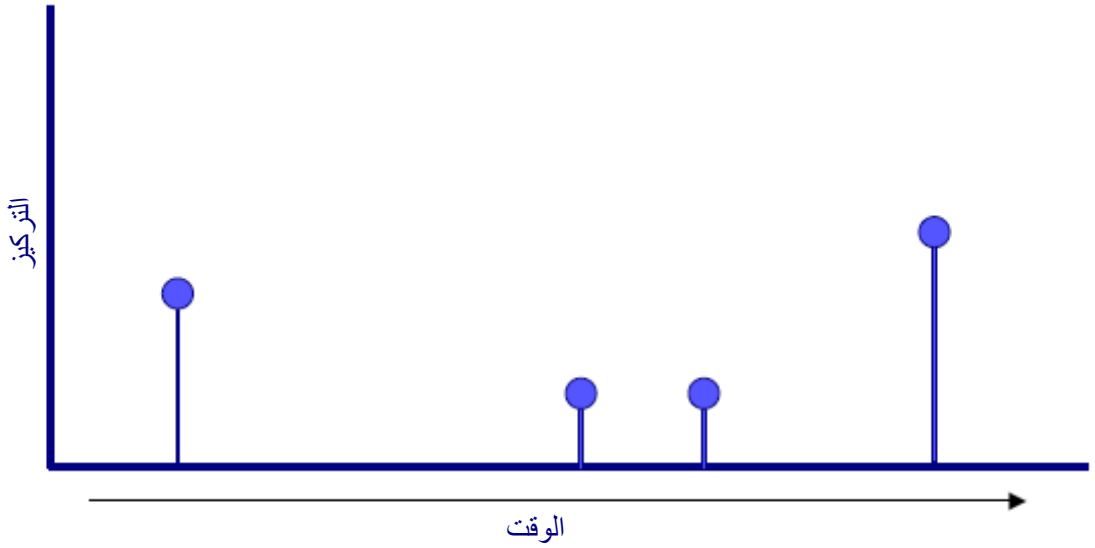
بالإضافة إلى الرصد الشخصي، يمكن أن يقدم الرصد الساكن/ ثابت الوضع أيضاً معلومات محدودة عن التعرض الفردي. غير أنه قد يكون بمثابة مرشداً لمصدر الملوثات، فعالية إجراءات التحكم والتركيز الجوي العام في غرفة العمل.

6.1.2 أنواع جمع العينات

يوجد خمس أنواع أساسية لجمع العينات:

القلاب

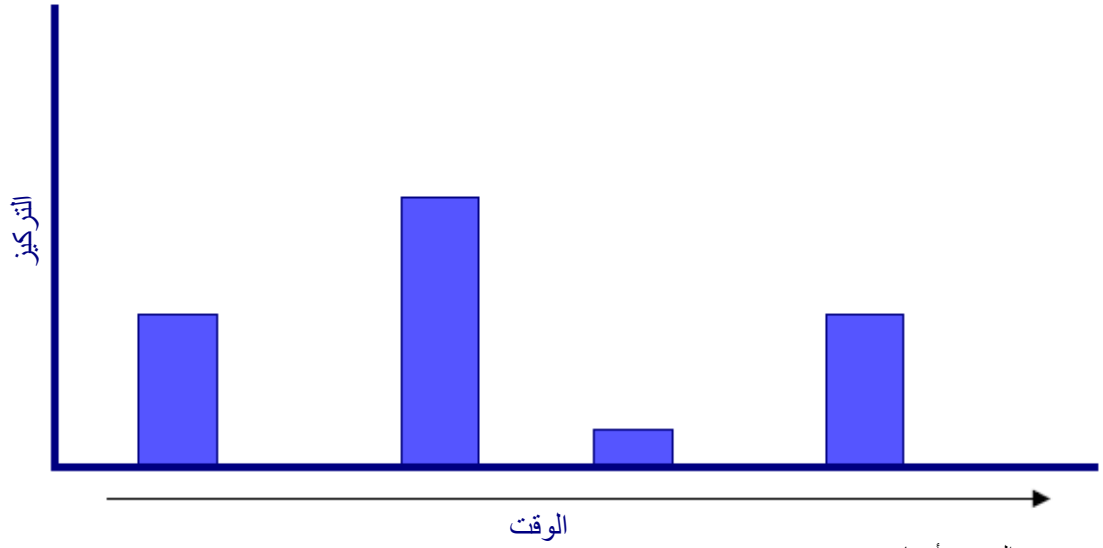
يمكن استخدام عينات القلاب أو الكباس كتقنية فحص؛ ستعطي درجة تركيز الملوّث في وقت وموقع محدد وستساعد على تأكيد وجود و/أو تحديد هوية ملوّث مشتبه به.



المصدر: أدريان هيرست

قصير المدى

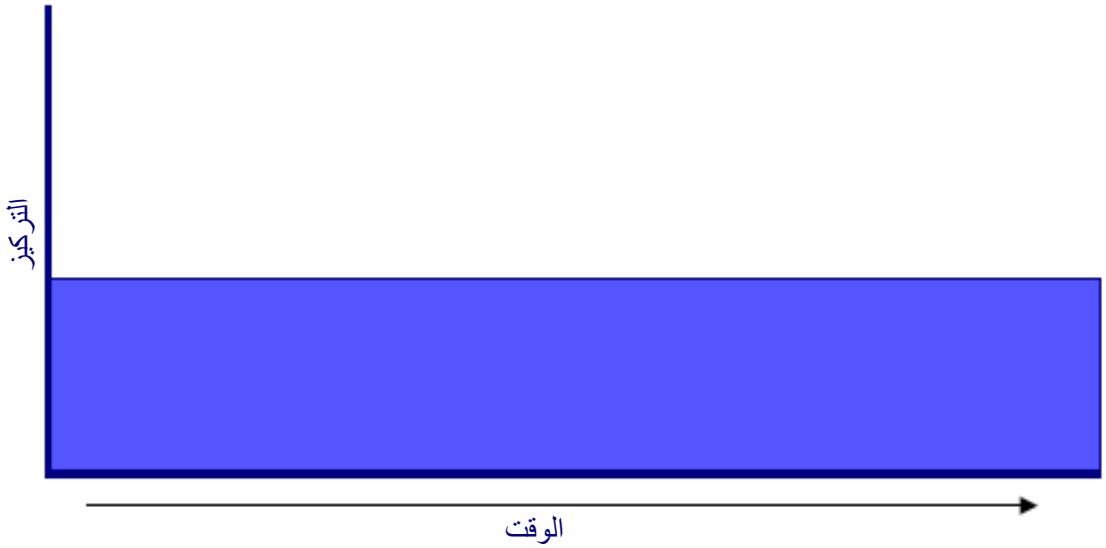
يحدد الرصد قصير المدى التركيزات خلال فترة قصيرة من الوقت، عادة تصل إلى 10 أو 15 دقيقة. تحسب النتائج عادة لمتوسط الوقت- الوزن (TWA) ويمكن مقارنتها بأي حدود تعرض قصيرة المدى، ذات صلة، وموصى بها (خاصة حدود التعرض في مكان العمل WELs وتحديد كمية التعرضات للأخطار الحادة، مثل الكادميوم.



المصدر: أدريان هيرست

طويل المدى

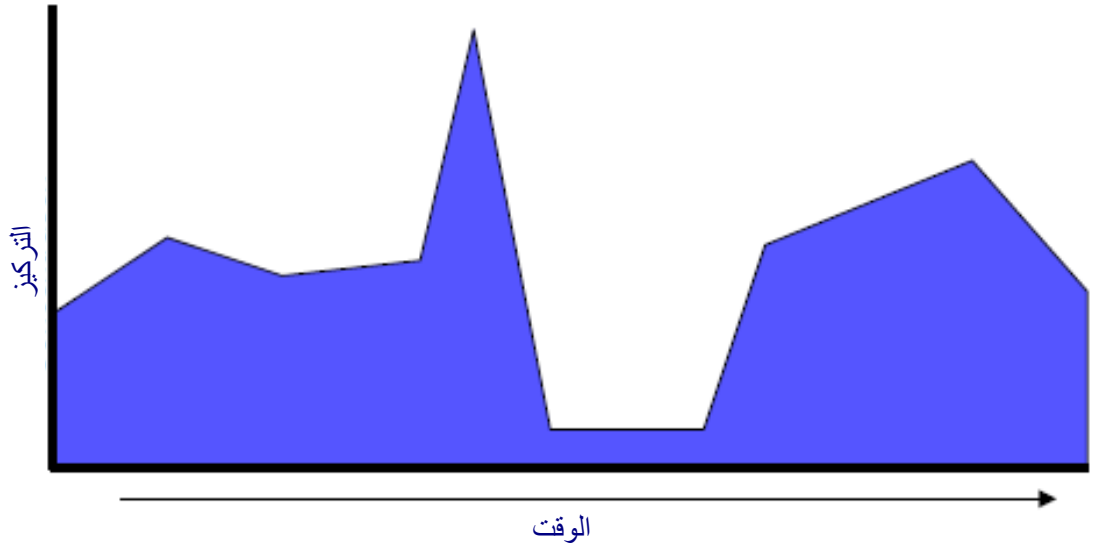
الرصد طويل المدى يحدد بالمثل على متوسط الوقت - الوزن المتوسط القاعدي وذي الصلة بالحدود طويلة المدى (8 ساعات TWA). نصف مناوبة (4 ساعات)، أو الوقت اللازم لاستكمال عملية بعينها أو مناوبة كاملة (تحديداً 8 ساعات) وعادة المدد الزمنية التي تم رصدها.



المصدر: أدريان هيرست

مستمر

سيشير الرصد إلى تغيرات التركيز، وهو مشابه لجمع العينات بالقلاب في أنه يمكن تعريف معدلات الذروة إلى جانب التركيزات/التعرضات المتوسطة التي يتم تحديدها.



المصدر: أدريان هيرست

بالجملة

في بعض الظروف، قد يكون من الممكن أخذ العينات المجمعة بالجملة للمواد التي يتم نقلها لأغراض التعريف، ولكن لا يمكن ربط نتائج العينات بالجملة بتلك المرتبطة بالعينات المجمعة للمواد المنقولة جواً. غير أن، في وجود بعض الملوثات، مثل الأسبستوس، يكون جمع العينات بالجملة جزءاً أساسياً من عملية التعريف.

ترتكز أنواع جمع العينات المفصلة أعلاه وحدود التعرض المقتبسة في EH4O بالمملكة المتحدة (أو تشريعات أو توجيهات أخرى) على افتراض أن الاستنشاق هو المجرى الرئيسي لدخول هذه المواد للجسم. غير أن امتصاص البشرة والابتلاع يمكن أن يحدثا أيضاً والطريقة الوحيدة الأكيدة لقياس التعرض للمواد التي تدخل إلى الجسم عبر هذه المنافذ هو بواسطة تطبيق طرق رصد بيولوجي. عادة ما تقيس مثل هذه الإجراءات كم المواد أو لواحدة أو أكثر من مستقلباتها في واحدة أو الأخرى من سائلي الجسم الممكن الدخول إليها – الدم أو البول. ستتم تغطية تفاصيل تقنيات جمع العينات تلك في القسم 8 من كتب هذه الدورة.

قياس مواد معينة في وقت معين يسرد فقط جزء من القصة، ويجب تذكر أن التركيز قد يتباين بتغير العملية أو حدوثها، الخ. يجب تبني جمع العينات بشكل سليم لتقرير أي واحدة من مجموعات العمال، أي واحد من مواقع المصنع وأي مناوبات يجب رصدها.

أحد الأسئلة الأولى التي يجب طرحها عن أي تقنية جمع عينات هي: عمّ ستكشف لي النتائج؟ ما هي المقاييس التي سيتم الحكم على العينات مقارنة بها؟

6.2 معدات جمع العينات

يعتمد اختيار معدات/ أجهزة جمع العينات على عوامل عدة منها القدرة على حملها، سهولة استخدامها، كفاءة الجهاز، موثوقيته، نوع التحليل أو المعلومات المطلوبة، ملائمته للغرض المحدد، وأين يضطلع الرصد الشخصي، وقابليه المستخدم. لا يجب أن تؤثر معدات جمع العينات على أداء العاملين بأي شكل؛ يجب أن تكون

مريحة في ارتدائها وألا تعيق مهارته أو تغير أسلوب أدائه. كما أنه يجب ألا يكون مصدر خطر على العاملين أو المنطقة، مثلاً ستحتاج بعض المعدات إلى أن تكون آمنة بشكل جوهري.

لا تتوفر قطعة واحدة من المعدات تلائم جميع أنواع جمع العينات. هناك توجه نحو إنتاج مراصد محددة الغرض للملوّثات المحددة أو لمجموعات الملوّثات.

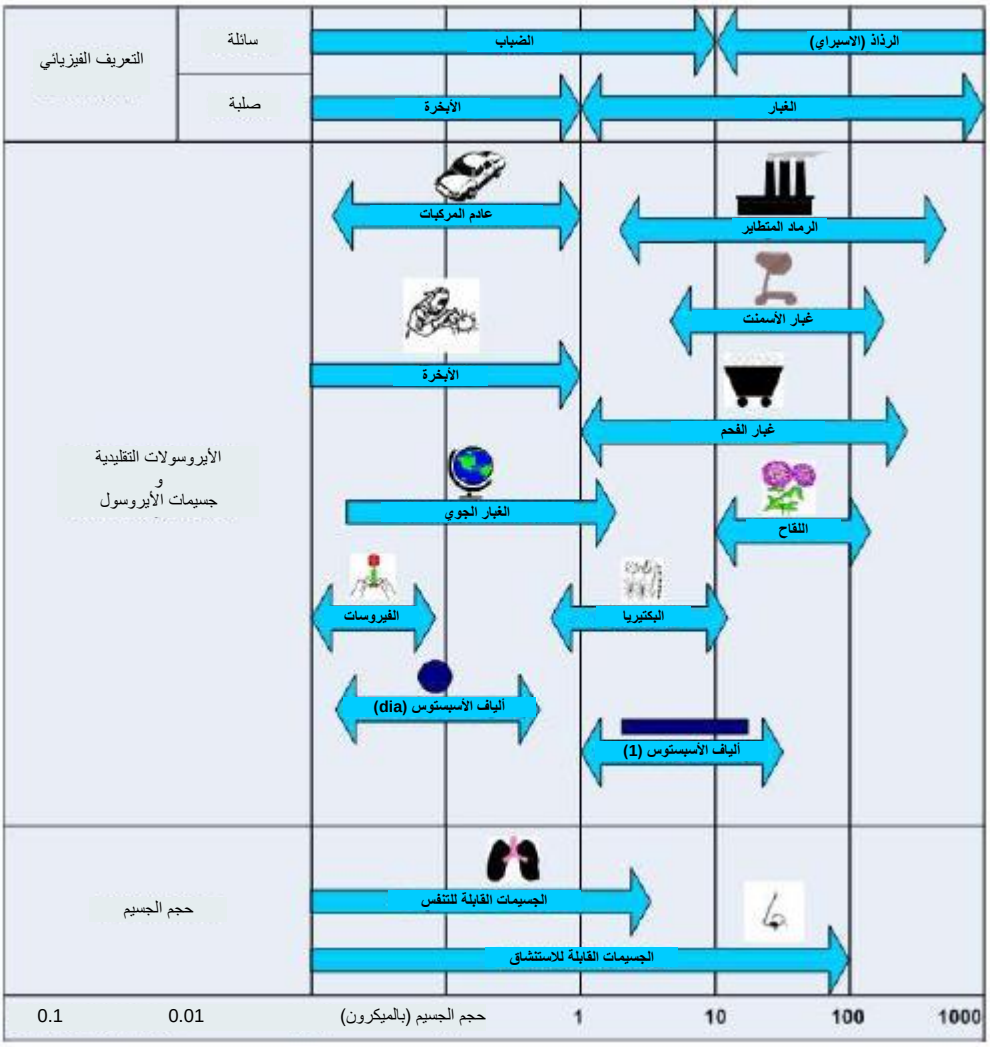
6.3 سجلات العينات

يجب تسجيل التفاصيل الكاملة للعينات المجمعة ويجب الاحتفاظ بهذه السجلات. يجب أن تشير السجلات إلى تاريخ الرصد والشخص الذي أجراه وأي تم الرصد، وتفاصيل المعدات المستخدمة، والعمليات التي في طور التنفيذ في وقت المسح والنتائج التي تم الحصول عليها. في معظم الدول يجب أن تتاح سجلات الرصد للعاملين ومن يمثلوهم.

6.4 جمع عينات الجسيمات المنقولة عبر الهواء

6.4.1 حجم الجسيم

تحتوي أغلب الأيروسولات الصناعية على جسيمات متنوعة الأحجام بشكل كبير.



المصدر: أدريان هيرست

الشكل 6.1 - أحجام الجسيمات

يعتمد سلوك وترسب وقدر أي جسيم بعد دخوله إلى الجهاز التنفسي واستجابة الجسم له على طبيعته، مثلاً درجة ذوبان وحجم الجسيم. بوجه عام يوجد قسمان للأحجام يعدا مهمين لخبراء حفظ الصحة المهنية ويطلق عليهما *المستنشق بالكامل والمتنفّس*.

الغبار المستنشق بالكامل هو قسم المواد المنقولة عبر الهواء التي تدخل الأنف والفم خلال عملية التنفس وهي بذلك تكون عرضة للترسب في أي مكان في مجاري التنفس. يصل حجم جسيم الغبار المستنشق 100 ميكرون.

الغبار المتنفَّس هو القسم الذي يخترق إلى عمق الرئة حيث يحدث تبادل الغازات. يصل حجم جسيمات الغبار المتنفس إلى 10 ميكرون.

من المهم أن نضع في الاعتبار أن سلوك الجسيم يعتمد على عوامل مثل شكل الجسيم وكثافته، سرعة الريح واتجاهها، معدل التنفس وإذا ما كان التنفس عبر الفم أو الأنف. عملياً عدد (وكتل) الجسيمات التي تقل عن 50 ميكرون في سحابة غبار قياسي منقولة عبر الهواء تكون صغيرة.

6.4.2 عناصر نظام لجمع العينات

عند إجراء رصد شخصي للجسيمات المنقولة جواً، يوجد ثلاث مكونات أساسية لأنظمة جمع العينات والتي تتطور لتكون "قطار العينات". وهي المضخة والمرشح ورأس أخذ العينات. تستخدم المضخة لسحب الهواء إلى رأس أخذ العينات وجمع أي جسيمات في المرشح.

المصدر: SKC Limited

شكل 6.2 – عناصر نظام جمع العينات

المضخة هي جهاز يعمل بالبطارية ويرتديه العامل. يجب أن تتمكن المضخة من العمل بتدفق مستمر (عادة بين 1 و 2.5 لتر بالدقيقة) لفترات مطوّلة تصل إلى 8 ساعات. معايرة المضخة بالإضافة إلى قياس وقت جمع العينات يسمحا لنا بحساب حجم الهواء الذي يتم جمعه.

تحتاج المرشحات إلى التمكن من جمع كل مواد الجسيمات التي جلبت إليها وفي نفس الوقت تحتاج إلى أن تكون متوافقة مع أي تقنية تحليل لاحقة. عادة ما تكون هذه المرشحات مصنوعة من الألياف الزجاجية والمرشحات

الغشائية. عند تحليل الغبار، يستخدم مرشح من الألياف الزجاجية. يتم وزن المرشحات قبل وبعد الاستخدام لتحديد إذا ما كان قد حدث تغيير بالوزن. يمكن استخدام تغير الوزن هذا بمعدل التدفق ووقت جمع العينات للوصول إلى تعرض مقاس باستخدام المعادلة التالية.

$$\text{التركيز (مج / م}^3\text{)} = \frac{\text{الوزن المكتسب (مج)} \times 1000}{\text{معدل التدفق (لتر/ دقيقة)} \times \text{الوقت (بالدقائق)}}$$

ملحوظة توضيحية – يلزم استخدام رقم 100 في بسط هذه الصيغة لنتمكن من تحويل حجم العينة في المقام من اللتر إلى المتر المكعب.

كما يمكن توضيح الصيغة السابقة كما يلي:

$$\text{التركيز (مج / م}^3\text{)} = \frac{\text{الوزن المكتسب (}\mu\text{ج)}}{\text{معدل التدفق (لتر/ دقيقة)} \times \text{الوقت (بالدقائق)}}$$

بحيث يحسب الوزن المكتسب بوحدات الميكروجرام (µج).

تسمح رأس العينات بحمل المرشح في الوضع الصحيح ولكنها يمكن أيضاً أن تعمل كفاصل للأحجام. يقاس إجمالي الغبار المتنفس عادة برأس العينات الخاصة بمعهد الطب المهني (IOM)، غير أنه توجد أجهزة أخرى متاحة. يقاس الغبار المتنفس باستخدام منتق أولي للأعاصير يزيل الجسيمات الأكبر قبل أن تصل إلى المرشح.

المصدر SKC Limited

الشكل 6.3 - رأس جمع عينات الغبار المتنفس (يساراً) و رأس جمع عينات الغبار الإعصاري المتنفس (يميناً)

6.5 جمع عينات الغازات والأبخرة

6.5.1 معدات جمع العينات

يتم إجراء معظم عمليات جمع عينات الغازات والأبخرة الجوية باستخدام طرق نشطة، أي باستخدام طريقة مضخة جمع عينات آلية. يتم سحب الهواء الذي سيتم رصده بواسطة المضخة عبر التصفية/ المواد الممتزة خلال فترة زمنية ثابتة بمعدل تدفق معلوم.

للغازات والأبخرة تم تطوير نوع رئيسي آخر من جامع العينات، والمعروف "بالسلبي". تعمل جوامع العينات السلبية عادة بواسطة نشر الهواء عبر غشاء يسمح بالنفاذ عبر ممتز صلب للتحليل فيما بعد.

تتلخص الأنواع الأساسية للمعدات التي يمكن استخدامها لتقنيات جمع العينات الأساسية في الجداول التالية مع ملخص قصير عن طريقة عملها والمميزات والعيوب الأساسية لها. غير أن هذه القوائم ليست شاملة وتوجد عدة أنواع لكل نوع متاح بما يتلاءم مع المهمة المنفذة.

عند جمع عينات الأبخرة، علينا أن نتذكر أن كمية البخار المعطاة من سائل تكون أساساً إحدى وظائف السوائل في نقطة الغليان. إذا تبخرت مادة ما بالفعل، يطلق عليها مصطلح "متطايرة".

كلما انخفضت نقطة غليان مادة ما، كلما ازداد البخار الناتج. ولكن هيكل المادة ووزنها الجزيئي ولهما أيضاً دور. كما يمكن أن تؤثر عوامل أخرى على إنتاج/ كمية البخار، وهي:

1. مساحة السطح
2. فوران وتناثر حركة الهواء
3. درجة الحرارة.

المعدات المستخدمة لأخذ عينة قلابة

أنواع المعدات	طريقة التشغيل	المميزات	العيوب
أنابيب البحث	التفاعلات الكيميائية تنتج تغيرات بالألوان.	نتائج فورية، سهل الاستخدام	ليس بالدقة الكافية، عادة لا تكون الأنابيب محددة.
حقائب جمع عينات الغازات، المحاقن والحاويات	يجب إرسال المضخات المستخدمة لملء حقيبة أو حاوية للتحليل	بسيط وخفيف ورخيص الثمن	تأثير لا تركيزي، قد تحدث خسائر. غير فوري.
شرائط ورقية/ مرشحات ملقحة	يسحب الهواء عبر الورقة الملقحة بالكاشفات الكيميائية وتحدث تغيراً في اللون.	قراءة مباشرة، يمكن استخدامها لتقنيات جمع عينات أخرى	البقع يمكن أن تتلاشى. جوامع العينات الشخصية كبيرة الحجم. غير محددة
الكواشف الكهروكيميائية	تتفاعل المادة مع خلية الكاشف الكهروكيميائي	قراءة مباشرة، بسيط، خفيف الوزن. كما أنه يستخدم لتقنيات أخرى لجمع العينات	غالي الثمن، يحتاج للمعايرة، غير محدد
محلل البخار الزئبقي ذو الطلاء الذهبي	يزيد البخار الزئبقي من مقاومة مستشعر الطلاء الذهبي	بسيط، خفيف الوزن، محدد	غالي الثمن، يحتاج لتنظيف ومعايرة بشكل منتظم

المعدات المستخدمة لأخذ عينات طويلة وقصيرة المدى

أنواع المعدات	طريقة التشغيل	المميزات	العيوب
جوامع عينات ذات مضخات مزودة بفخاخ ماصة مثل الفحم أو التيناكس	يتم سحب الهواء عبر أنبوبة يتم فيها جمع المواد التي تمثل أهمية	دقيق وجدير بالثقة ويستخدم في العديد من الطرق الرسمية	يحتاج إلى نظم تحليل معقدة، والنتيجة ليست فورية.
جوامع العينات الناشرة	تنتشر الملوّثات عبر غشاء ثم إلى طبقة ماصة من مادة مرشِّحة.	صغير ومتين ورخيص الثمن ويقبله العاملون	يتطلب العديد منها التحقق من فاعليته في الظروف الميدانية. يحتاج إلى نظم تحليل معقدة. النتيجة ليست فورية.
المعومات/ المراطيم	يتم تعويم الهواء بواسطة مذيب أو محلول متفاعل	يمكن تحليل المحلول الذي تم الحصول عليه مباشرة.	يحمل مرتديه قارورة زجاجية. الأجهزة كبيرة الحجم، قد تحدث خسائر

المعدات المستخدمة لجمع العينات المستمر

أنواع المعدات	طريقة التشغيل	المميزات	العيوب
تأيين اللهب مثل محلل البخار العضوي (OVA) أو محلل البخار الكلي (TVA)	إحراق المواد العضوية في الهواء / الهيدروجين ينتج عنه آيونات ـ يستشعرها الأقطاب ويتم تحويلها إلى إشارات جهد كهربائي	محمول آمن داخلياً في المعتاد	مقصور على مدى ونوعية الملوَّث
الأشعة تحت الحمراء مثل محلل ميران	يستخدم امتصاص الأشعة تحت الحمراء في قياس تركيزات المواد	شبه محمول، مقصور على المركبات التي يمكن اقتفائها	كبير الحجم، غير آمن داخلياً
الأشعة فوق البنفسجية	امتصاص الأشعة فوق البنفسجية	محمول	التداخلات، المعايرة، غير آمن داخلياً.

6.5.2 طرق جمع العينات

عند تقرير نوع جمع العينات المطلوب، يتم التفكير في العديد من العوامل. العديد منها مثل موقع جامع العينات والمدة الزمنية لجمعها تم الإشارة إليها باختصار. ولكن يسبق كل العوامل الواجب التفكير بها المعرفة المتعمقة بالعمليات المنطوي عليها ذلك والملوثات المحتمل رصدها. يمكن أن يقلل العمل بحرص على هذه المرحلة من عمليات جمع البيانات اللاحقة، بينما يزيد من قيمة النتائج التي يتم الحصول عليها. أنواع السبل التحليلية التي يجب استخدامها والمعايير التي بموجبها يتم التقييم هي أيضاً عوامل هامة يجب التفكير بها.

يجب استخدام سبل جمع العينات والتحليل المتحقق من فاعليتها، مثل تلك التي يتم نشرها في سلسلة الصحة والسلامة والبيئة لتحديد المواد الخطرة (MDHS) والمعهد الدولي للصحة والسلامة المهنية (NIOSH)، حيثما أمكن.

يجب أن نلتزم التزاما صارماً بجميع التعليمات المتضمنة في هذه الطرق مثل معدلات تدفق مضخة جمع العينات، جداول المعايرة ووسائط جمع العينات الملائمة (مثل الممتزات والأوراق المرشحة، الخ)، وذلك لضمان صلاحية طريقة جمع العينات.

علاوة على ذلك يجب إيجاد حلول للأمور التالية قبل بدء عملية جمع البيانات:

كمية المواد اللازمة

- يجب تزويد المحلل بما يكفي من المواد لضمان نتائج دقيقة ونموذجية.

- يجب دائمة استشارة المحلل قبل جمع العينات لمناقشة نوعية الكميات المطلوبة، التعبئة، النقل، التخزين، الخ.

معالجة العينات

معالجة العينات ونقل المواد المأخوذ منها العينات بشكل خاطئ قد ينشأ عنه خسائر أو تلوث. تتضمن العوامل نوع الحاوية المستخدمة بالإضافة إلى أي متطلبات للتخزين في درجات حرارة أقل أو بعيداً عن ضوء الشمس. يمكن عادة الحصول على النصيحة من المعمل القائم على إجراء التحليل.

6.5.3 جمع العينات في الأوضاع الثابتة

يمكن توظيف هذا النمط لتوفير معلومات عن التلوث من مصدر ثابت وعن فعالية إجراءات التحكم مثل تهوية العادم المحلي. يمكن استخدام أداة مماثلة لتلك التي تم توظيفها أعلاه لجمع العينات في الأوضاع الثابتة، بالإضافة إلى مضخات أكبر لجمع البيانات بمعدل تدفق لجمع البيانات يصل إلى 100 لتر بالدقيقة. يجب مراعاة الحرص عند تفسير النتائج مثل أن أحجام الجسيمات التي تم جمعها قد يكون أكبر عند معدل التدفق العالي. علاوة على ذلك، لا يمكن استخدام عينات الأوضاع الثابتة لتأسيس التعرض الشخصي أو مقارنتها بمقاييس حفظ الصحة.

6.6 خطط جمع البيانات

أولاً نحتاج إلى فهم أسباب الرصد وهذه مدرجة فيما يلي: يكون قياس التعرض الشخصي ذا أهمية قصوى لخبير حفظ الصحة، ولكن الأسباب الأخرى تم تغطيتها باختصار.

6.6.1 التعرف على الملوثات المنقولة عبر الهواء

التعرف على الملوثات المنقولة عبر الهواء يحتاج إلى تقنية لجمع عينات نموذجية. من المرجح أن تكون التقنية ذاتها مشابهة لتلك التي تم وصفها قبلاً، غير أنه من الممكن أن يلزم إحداث بعض التغييرات لضمان جمع ما يكفي من العينات لتقنيات جمع عينات لاحقة.

6.6.2 التسريبات والانسكابات

تتطلب التسريبات والانسكابات أداة دائمة القراءة ذات استجابة سريعة. يتم توظيف هذا النوع من المعدات عادةً للغازات الملتهبة وربما الأجواء التي ينقص بها الأكسجين، رغم أن الغازات التي تمثل خطراً صحياً حاداً مثل كبريتيد الهيدروجين والكلور، الخ قد يلزم رصدها بهذه الطريقة. يمكن استخدام أنواع معدات محمولة أو ثابتة.

6.6.3 تقييم إجراءات التحكم الفعالة

ويتم إجراء ذلك عادة بواسطة أجهزة جمع عينات ثابتة توفر متوسط تركيزات الوقت للوزن. يمكن تكرار عملية جمع العينات بشكل دوري ومقارنة النتائج. تم توفير الرعاية اللازمة لضمان بقاء ظروف العمل كما هي خلال

كل مرة يتم فيها جمع العينات. يمكن استخدام معدات الرصد المستمر لتقييم أية تغيرات تحدث خلال فترة زمنية قصيرة.

6.7 طرق التحليل

يوجد العديد من التقنيات التحليلية المتاحة لتحليل الملوثات المنقولة عبر الهواء. والعديد منها تكون فروع علمية مكرسة في حد ذاتها وتحتاج إلى محللين/ تقنيين مدربين وذوي خبرة. ليست كل التقنيات مناسبة لكل الملوثات، ولكن يمكن تحليل أغلب المجموعات الكيميائية بواسطة طرق متشابهة. فيما يلي نبين الطرق الرئيسية:

6.7.1 الأبخرة العضوية

وهي الملوثات الأكثر شيوعاً في صناعات متعددة مثل ما يستخدم في الدهانات المتعددة والطلاء والمنظفات. ويتم عادة جمع عيناتها بواسطة جمعها على أنبوبة ماصة ثم لفظها سواء بتسخينها واستطلاقها مباشرة في مشراب الغازات (CG) المكتمل بكاشف التأيين اللهبي (FID)، أو عبر الاستطلاق في مذيب والحقن فيما بعد في قواسم الطبقة السائلة على مشراب. كلتا التقنيتين راسختين ويمكنهما استخدام إجراءات جمع البيانات وأنظمة التحكم بالبيانات المحوسبة، بحيث يمكن تحليل عينات متعددة وأداء التحليل 24 ساعة يومياً.

6.7.2 الغازات العضوية

تلزم تقنيات منفصلة للغازات الفردية، بينما يمكن تحليل بعضها بواسطة طرق المشراب/ التوصيل الحراري، تحتاج الغازات الكبريتية إلى قياس ضوئي وميكروكولومي بينما يمكن الكشف عن كل من أول وثاني أكسيد الكربون بواسطة الأشعة تحت الحمراء والكشف عن أكسيدات النيتروجين والأوزون بواسطة اللمعان الكيميائي. عملياً يسهل عادة قياس الغازات الغير عضوية باستخدام أجهزة القراءة المباشرة التي لا تحتاج إلى تحليل.

6.7.3 مادة الجسيمات العضوية

يتم جمع جسيمات الهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات (PCAs) على وسيط من الأوراق مرشحة ويتم استخلاص وتحليل المذيب بواسطة الاستشراب السائل (HPLC). وبنفس الطريقة يتم جمع ضباب الزيوت ويمكن تحليله بقياس الوزن أو بالكم بواسطة الأشعة تحت الحمراء (IR) أو فوق البنفسجية (UV).

6.7.4 المعادن ومركباتها

يتم جمع أدخنة المعادن على وسيط من الورق المرشح ويتم تحليله بواسطة الامتصاص الذري (AA) أو بواسطة قوس البلازما الطيفي المقترن بالحث (ICP).

6.7.5 الغبار المعدني

الأسبستوس بالهواء هو تقنية متخصصة تنطوي على تحليل أو ترشيح جمع أغشية إستر السليلوز، عند عد ألياف الأسبستوس الموجودة على المرشح، بواسطة مجهرية التضاد الطوري. يتم جمع السيليكا البلورية بنفس الطريقة، ثم يتم تحليل المرشح كمياً سواء بحيود الأشعة السينية (XRD) أو بالأشعة تحت الحمراء.

6.7.6 المعايرة وضبط الجودة

للوصول لنتائج موثوق بها، يجب إجراء تحليل العينات المجمعة فقط بواسطة منظمات مرسخ لديها نظام ضبط جودة داخلي ملائم. علاوة على ذلك، يجب أن يشاركوا في خطط اختبارات كفاءة خارجية ملائمة مثل WASP أو RICE (كلاهما في المملكة المتحدة) أو PAT (بالولايات المتحدة). في العديد من الدول قد يتم تقييم أداء المعامل المختبرة بشكل مستقل بواسطة هيئة اعتماد مستقلة مثل خدمة اعتماد المملكة المتحدة UKAS (المملكة المتحدة) أو الرابطة الوطنية لهيئات الاختبار NATA (أستراليا).

ويتزايد التركيز على "سلسلة الوصاية" على العينات، بهدف إظهار علاقة بين الأجهزة الموضوعة على العاملين والعينات التي تم تحليلها بالفعل.

7 معايير حفظ الصحة وحدود التعرّض المهني

7.1 مقدمة

لقد رأينا أن معظم العوامل الكيميائية والفيزيائية الموجودة اليوم بالصناعة تحمل احتمالية الإضرار إذا لم يتم التعامل معها بشكل صحيح أو إذا تواجدت بكميات زائدة في بيئة العمل. يهدف مجال حفظ الصحة المهنية إلى تقليل التعرض لهذه العوامل.

مقاييس حفظ الصحة أو حدود التعرض المهني (OELs) هي إجراءات مفيدة يمكن استخدامها لمقارنة التعرض لعوامل كيميائية وفيزيائية في بيئة العمل. توجد بعض النقاط الأساسية الخاصة بمعايير حفظ الصحة، وهي:

- هي ليست مؤشرات للسمية.
- هي لا تمثل تفريقاً صارماً بين الممارسات الجيدة والرديئة.
- هي ترتكز على أفضل المعلومات المتوفرة حالياً وهي خاضعة للتغير.
- إذا لم تكن هناك معايير موضوعة لحفظ الصحة لمادة كيميائية، لا يعني ذلك أن هذه المادة آمنة.
- الممارسات الجيدة لحفظ الصحة المهنية هي تخفيض الملوثات المنقولة عبر الهواء إلى أقل درجة ممكنة، وليس فقط أقل من المعايير الصحية ذات الصلة.
- وينطبق هذا على التعرض المهني للبالغين. ولا ينطبق هذا على التعرض البيئي حيث يوجد مجموعات أكثر عرض، مثل النساء الحوامل أو الأطفال أو المعاقين.
- بالنسبة للمواد الكيميائية فهي ترتبط عادة بالتركيزات المحمولة بالهواء، أي أنها تضع في الاعتبار المجاري الاستنشاقية فقط لمنافذ لدخول الملوثات.
- وتشير عادة للمواد الأحادية، رغم أنه يمكن إعطاء بعض الإرشادات عن التعرض للمواد المختلطة.

7.2 وضع معايير حفظ الصحة وحدود التعرض

يوجد ثلاث أنواع أساسية لمعايير حفظ الصحة، تلك الخاصة بالعوامل الكيميائية مثل الغازات والأبخرة والأدخنة والضباب والغبار والأيروسول. وتلك الخاصة بالعوامل الفيزيائية مثل الضوضاء والاهتزاز والحرارة والبرودة والإشعاع (المؤين وغير المؤين) وأخيراً مؤشرات التعرض البيولوجي.

عند وضع معايير حفظ الصحة للعوامل الخطرة، يجب مراعاة الآثار التي قد تكون لدى هذه العوامل على الجسم يجب، وهي تحديداً:-

- الاتصال
- الآثار المحلية السامة في موقع الاتصال (البشرة، العين، المجاري التنفسية، الخ).
- الامتصاص
- النقل، الاستقلاب، التخزين
- الآثار السامة على الأجهزة، بعيداً عن موقع الاتصال (أي جهاز عضوي مثل الدم أو العظام أو الجهاز العصبي أو الكلية، الخ).

- الإخراج
- السمّية الحادة مثل الآثار الضارة التي تقع في فترة تعرض قصيرة لجرعة وحيدة، أو جرعات متعددة خلال 24 ساعة أو أقل مثل التهيج، الاختناق، أو التخدر
- السمّية المزمنة مثل الآثار الضارة التي تحدث كنتيجة للتعرض اليومي المتكرر خلال مدى زمني طويل (أسابيع، سنوات) مثل تسمم الأجهزة، تليف الرئة، (المسرطنات) والصمم بسبب الضوضاء.

البيانات اللازمة لوضع معايير حفظ الصحة تتضمن استخدام كل من

- الدراسات على الحيوانات
- البحوث والخبرات البشرية
- علم الأوبئة (ويعني بالدراسة الإحصائية لنماذج المرض في مجموعات من الأفراد)
- التناظر.

توجد أيضاً متغيرات بيولوجية؛ تختلف استجابة الأشخاص (الحيوانات) لنفس الجرعة من عنصر كيميائي أو فيزيائي (الحساسية المفرطة، المقاومة المتوسطة). وعليه يجب مراعاة العلاقات بين الجرعة/ الاستجابة

7.3 معايير حفظ الصحة للعوامل الكيميائية

بضع دول فقط يوجد بها منظمات تحوز الآلات المناسبة لتحديد حدود التعرض المهني للعوامل الكيميائية والاحتفاظ بمراجعات مستمرة لها. وقد وضعت معظم الدول أسساً لمعاييرها الإرشادية تبعاً لواحدة من مجموعات حدود التعرض المهني التالية:

الحد	الدولة / الاتحاد
TLV – قيمة الحد الأقصى	الولايات المتحدة
MAK - التركيز الأقصى بمكان العمل	ألمانيا
MAC	روسيا
WEL – حدود التعرض بمكان العمل	المملكة المتحدة
IOELVs (القيمة الدلالية لقيمة حدود التعرض)	أوروبا
OES – معايير التعرض المهني	أستراليا
WES – معايير التعرض بمكان العمل	نيوزيلندا

7.3.1 تحديد كميات تركيز العناصر الكيميائية المنقولة عبر الهواء

يمكن تحديد كمية الملوّثات المنقولة عبر الهواء بطرق متعددة، ترتبط هذه بمعايير حفظ الصحة المعنية:

- بالحجم - التركيزات الجوية محسوبة بجزء من المليون (ppm)
- بالوزن - مليجرامات المادة بالمتر المكعب من الهواء (mg/m^3).

توجد علاقة بين الجزء من المليون والمليجرامات بالمتر المكعب $^{-3}$:

$$\text{التركيز بالوزن } (mg/m^3) = \frac{\text{التركيز بالحجم (جزء من المليون)} \times \text{الوزن الجزيئي}}{24.06}$$

عند 20 درجة مئوية و 760 ملم زئبقي (1 ضغط جوي)

- عددي - للألياف، عدد الألياف في مليلتر من الهواء (fibres/ml)

7.3.2 فئات حدود التعرض

يعبر عن التعرض طويل المدى كمتوسط الوقت للوزن (TWA) عادة خلال فترة تبلغ 8 ساعات. ويسمح ذلك بتباين التعرض خلال يوم العمل طالما كان متوسط التعرض لا يتخطى عن الحدود.

تستخدم حدود التعرض قصير المدى (STEL) عادة خلال فترة تبلغ 15 دقيقة عند حدوث التعرض لفترة قصيرة.

تستخدم الحدود القصوى أحياناً وهي تركيزات لا يجب تخطيها خلال أي جزء من أجزاء التعرض المهني.

7.3.3 التنويط "الجلدي"

المواد التي تعينت على أنها منوطات "جلدية" يمكن أن يكون لها تأثير تعرض مساهم عبر المجرى الجلدي (بما في ذلك الأغشية المخاطية والعين) سواء بالاتصال بالمواد عبر الهواء أو مباشرة. تتعلق حدود التعرض لهذه المواد بالتعرض بواسطة الاستنشاق فقط؛ ولا تضع في الحسبان الامتصاص عبر الاتصال بالبشرة.

7.3.4 آثار التعرض المختلط

عند حدوث التعرض لخليط من المواد أول خطوة يجب أن تكون ضمان التحكم بالتعرض لكل مادة على حدة. WELS للمواد المختلطة المعروفة يجب استخدامه فقط حيثما انطبق وبالإضافة إلى أي مادة منفردة معنية WELS. ويجب أن تمتد للمواقف غير الملائمة. ولذا فهو فمن الضروري تقييم إذا ما لزم مزيد من الضبط لمواجهة أي مخاطرة متزايدة من المواد التي تعمل بالتزامن. التقييمات المتخصصة لبعض للتعرضات المختلطة بعينها قد تكون متاحة ويمكن استخدامها كإرشاد في الحالات المشابهة. في حالات أخرى، الفحص الدقيق للمعلومات السامة سيكون لازماً لتحديد أنواع التفاعلات الأساسية (إن وجد) المحتملة للاقتران المحدد بين المواد المعنية؛ يجب التفكير بالمواد المتنوعة بالترتيب التالي.

المواد المتآزرة: حالات التآزر المعروفة يقل شيوعها بكثير عن الأنواع الأخرى من أساليب التعرض المختلط. ولكن، هي الأكثر خطورة في تأثيرها وتحتاج لأشد طرق التحكم. كما أنها الأصعب في التقييم، وأينما وجد سبب للارتياب في وجود هذه التفاعلات، يجب الحصول على مشورة الأخصائيين.

المواد الإضافية: إذا ثبت أن آثار المركبات هي آثار إضافية، وحيثما ارتكزت معايير WELS يجب تقييم التعرض المختلط بواسطة ه هذه الصيغة؛

$$\frac{C_1}{L_1} + \frac{C_2}{L_2} + \frac{C_3}{L_3} \quad 1> \ldots.$$

حيث C_1 C_2 الخ تعني تركيزات متوسط الوقت للوزن (TWA) للمركبات الموجودة في الهواء و L_1, L_2 الخ هي معايير WELs التي تتوافق معها.

حيثما لا يزيد مجموع كسور C/L على 1، لا يعتبر أن التعرض قد تخطى الحد القومي للتعرض. ينطبق استخدام هذه الصيغة فقط حيثما ترتبطL_1, L_2 الخ إلى نفس فترة المرجعية في قائمة معايير WELs المصدقة. لا تنطبق هذه الصيغة حيثما كان الأثر الصحي الرائد هو السرطان أو الحساسية المفرطة للجهاز التنفسي. بالنسبة للخيط المحتوي على هذه المواد، يكون الواجب السائد هو تقليل التعرض بقدر الإمكان.

المواد المستقلة: حيث لا توجد آثار تآزرية أو إضافية معلومة أو محتملة، يمكن اعتبار المكونات على أنها تتصرف بشكل مستقل ويتم تقييم الإجراءات اللازمة للتحكم بها بشكل صحيح لكل مادة على حدة. وستكون الضوابط اللازمة لكل خليط ستكون تلك الخاصة بالمكونات التي تحتاج إلى أشد أنواع التحكم صرامة.

7.3.5 حساب التعرض مع النظر للفترة المرجعية المحددة

الفترة المرجعية البالغة 8 ساعات

يتعلق مصطلح "الفترة المرجعية البالغة 8 ساعات" بالعملية التي يتم فيها معاملة التعرضات المهنية خلال أي فترة قدرها 24 ساعة على أنها مرادفاً لتعرض واحد وموحد لمدة 8 ساعات (تعرض متوسط الوقت للوزن البالغ 8 ساعات (TWA)).

يمكن التعبير عن متوسط الوقت للوزن البالغ 8 ساعات رياضياً كما يلي:

$$\frac{T_n C_{n\,x} \ldots\ldots + x\, T_2 C_2 + T_1 C_{1\,x}}{8}$$

حيث C_1 تعني التعرض المهني و T_1 تعني وقت التعرض المقترن بالساعات في أي فترة قدرها 24 ساعة.

مثال 1

يعمل العامل لمدة 7 ساعات و 20 دقيقة في عملية يتعرض فيها لمادة تشكل خطراً على الصحة. يقاس متوسط التعرض خلال هذه الفترة على أنه $0.12\ mg.m^{-3}$.

وعليه فإن متوسط الوقت الوزن في 8 ساعات هو -
7 ساعات و 20 دقيقة (7.33 ساعة) عند $0.12\ mg.m^{-3}$
40 دقيقة (0.67 ساعة) عند $0\ mg.m^{-3}$
أي:

$$\frac{(0.12 \times 7.33) + (0 \times 0.67)}{8}$$

$$= 0.11\ mg.m^{-3}$$

الفترة المرجعية قصيرة المدى

يجب تسجيل التعرض على أنه المتوسط الزائد عن فترة المرجعية قصيرة المدى المحددة (عادة 15 دقيقة) وعادة يجب تحديدها بواسطة جمع بيانات حول هذه الفترة.

إذا كانت فترة التعرض أقل من 15 دقيقة، يجب أن يكون متوسط نتائج جمع العينات أكثر من 15 دقيقة. مثلاً إذا أنتجت عينة قدرها 5 دقائق معدل 150 جزء من المليون وتبعها مباشرة فترة قدر التعرض فيها صفر، إذن فإن متوسط الـ 15 دقيقة من التعرض 50 جزء من المليون.

أي:

$$\text{50 جزء من المليون} = \frac{5 \times 150}{15}$$

فترة التعرض 15 دقيقة أو أكثر

يجب أخذ القياسات على مدى 15 دقيقة وستكون النتيجة متوسط التعرض خلال الـ 15 دقيقة. لا يجب استخدام قياسات الفترات الزائدة عن 15 دقيقة لحساب متوسط التعرض الذي يبلغ 15 دقيقة، ولكن إذا كان متوسط التعرض خلال الفترة الأطول يزيد عن حد التعرض في 15 دقيقة، إذن يتحتم أنه تم تخطي هذا الحد خلال فترة الـ 15 دقيقة.

7.4 القيم الإرشادية للرصد البيولوجي

يمكن للرصد البيولوجي أن يكون تقنية تكميلية عظيمة الفائدة في رصد الهواء عندما قد لا تعطي تقنيات جمع عينات الهواء وحدها دلائل موثوقة للتعرض.

الرصد البيولوجي هوي قياس وتقييم المواد الخطرة أو مستقلباتها في الأنسجة والفضلات أو الهواء المنتهي الصلاحية لدى العاملين المعرضين. وتعكس القياسات امتصاص مادة ما عبر جميع المنافذ. يمكن للرصد البيولوجي أن يكون مفيداً بشكل خاص في الظروف التي يحتمل فيها امتصاص البشرة لكميات كبيرة و/أو استيعاب القناة المعدية المعوية بعد الابتلاع؛ حيث يعتمد التحكم بالتعرض على المعدات الواقية للجهاز التنفسي؛ حيث يكون هناك علاقة معرفة منطقياً بين الرصد البيولوجي والتأثير؛ أو حيث تعطي معلومات عن جرعات متراكمة أو تستهدف حمولة الأعضاء على الجسم المرتبطة بالسمّية.

في أغلب الحالات، حدود الرصد البيولوجي ليست قانوناً وأي إجراء رصد بيولوجي يتم حسب الحاجة يكون تطوعياً (أي بالموافقة الكاملة المستنيرة من جميع الأطراف). القصد من القيم الإرشادية للرصد البيولوجي BMGVs هو استخدامها في الوفاء بالواجب الأساسي لصاحب العمل في ضمان تحكم مناسب في التعرض. في حالة تخطي إحدى القيم الإرشادية للرصد البيولوجي BMGV لا يعني ذلك بالضرورة أنه تم تخطي أي معيار للمواد المنقول عبر الهواء، أو أنه سيحدث أي إضرار بالصحة. إذ أن الهدف منها هو أنه حالما يتم تخطي هذه المعايير، ستمنح مؤشراً أنه من الضروري تحري مقاييس التحكم وممارسات العمل الحالية. كما يجب ملاحظة أن القيم الإرشادية للرصد البيولوجي BMGVs ليست بديلاً عن أو ستحل محل حدود التعرض المهني للمواد المنقولة عبر الهواء.

8 الرصد البيولوجي والمراقبة الصحية

المراقبة الصحية هي مصطلح وراثي يحتوي على أي إجراء يتخذ لتقييم أو مراجعة أو رصد صحة فرد ما، بهدف تحديد أو الكشف عن أي تغيرات خطيرة عن المعتاد. يوجد ثلاث أسباب للمراقبة الصحية بالعمل:

- لضمان أن الآثار السلبية على الصحة والمرتبطة بالعمل قد تم تحديدها في مراحل مبكرة؛ إذ ينص القانون على ذلك أحيانا، مثلاً في المملكة المتحدة فيما يخص التعامل مع الرصاص.
- لضمان استمرار اللياقة الطبية لمهمات محددة مثل الغوص وإطفاء الحرائق،
- للنهوض بالصحة بوجه عام.

يعتمد تقرير إجراء مراقبة صحية على كشوفات تقييم المخاطر الصحية ويجب أن تتم فقط في حالة قد يؤدي فيها التعرض إلى آثار سلبية على الصحة أو الإصابة بالأمراض وحيثما وجدت تقنيات صالحة للكشف عن الآثار والأمراض.

وتهدف مراقبة الصحة إلى:

- المحافظة على الصحة الجيدة بواسطة الكشف المبكر عن التغيرات السلبية المعزية للتعرض،
- المساعدة على تقييم فاعلية إجراءات التحكم،
- جمع البيانات المتعلقة بالكشف عن الأخطار الصحية وتقييمها.

يجب أن تتميز تقنيات مراقبة الصحة بالحساسية الشديدة والدقة في قدرتها على الكشف عن الآثار في مراحل مبكرة ويمكن علاجها. يجب أن تتم بشكل آمن، ويفضل بشكل غير اجتياحي ومقبول من العاملين. يجب أيضاً وضع التكلفة في الاعتبار.

يجب أن تقود نتائج المراقبة الصحية إلى اتخاذ إجراءات تفيد صحة العاملين ويجب أن ترسخ طرق تسجيل وتحليل النتائج والمعايير والخيارات لهذه الإجراءات قبل البدء.

إن الرصد البيولوجي جزءاً أساسياً من المراقبة الصحية وهو قياس للأنسجة البشرية والسوائل والسلوك مقارنة بما يعتبر المدى الطبيعي للقيم. يجب أن تعامل القياسات المنفذة على الأفراد كقياسات أجريت في عيادة سريرية وتنطبق عليها قواعد الخصوصية الطبية.

على عكس الرصد البيئي، يمكن للرصد البيولوجي أن يضع أساساً ليس فقط للتعرض لخطر معين، ولكن أيضاً أثره على فرد أو مجموعة. مثلاً، قد يعطي رصد الجرعات الشخصية مؤشراً جيداً على التعرض لغبار ما أو بخار سام ما ولكنه لا يستطيع أن يبين أثره على الفرد، نظراً لأن معدل العمل والكفاءة الدورية للرئة، واللياقة والعمر والتنوع الوراثي ونسبة الدهون والجنس والأدوية والكحوليات كلها تؤثر على الكم الذي يستوعب فعلياً وكيف يتم استقلابه فيما بعد.

تتعلق المخاطر المعرض لها عامل بسبب مادة سامة بشكل أكبر بكم استيعابه لهذه المادة عنه بتركيزها في بيئة العمل. يمكن أن يكون هناك واحد من حوالي 4 عوامل تصنع فرقاً في استيعاب الأشخاص في ظل الظروف

ذاتها ويبرر هذا الرصد البيولوجي. سيعتمد توقيت الرصد البيولوجي على معدلات الامتصاص المتوقع، الاستقلاب، والإخراج وعمر النصف المعلوم للمادة قيد التحري. تعني نتائج القياسات المنفذة على عدد من الأفراد في مجموعة ما توفر مؤشراً أفضل للتعرض عنه في القياسات المنعزلة.

قد يظهر استخدام تقنيات دقيقة لجمع البيانات والتحليلات وضبط الجودة والرصد البيولوجي الأفراد الأكثر عرضة، الاستيعاب في حدود المعدلات المقبولة أو خارجها ومجموعات الناس المعرضة بمعدلات مرتفعة والتي قد تم افتقادها في الرصد البيئي. الوضع الأمثل هو أن يتوافق كلا نمطي الرصد معاً.

يمكن للقياسات البيولوجية أن تحدد ما يلي:-

- محتوى المواد السامة أو مستقلباتها بالدم أو البول أو النفس (وفي حالة الزرنيخ، الشعر وقصاصات الأظافر).
- يتقلقل تأثيرها على الأنظمة الإنزيمية أو المسارات الاستقلابية بالتعرض للرصاص ويقيم بمعدلات الـ ALA بالبول (حمض الليفولينيك الأميني).
- تغير مبكر بالأنسجة يمكن علاجه مثل gamma-GT (ناقلات جاما جلوتاميل)
- تغيرات فسيولوجية (مثل اختبارات وظائف الرئة)
- تغيرات مناعية (مثل اختبارات الوخز).

الدم والبول هما الوسائط الأكثر شيوعاً في الخضوع للاختبارات وتقاس معدلات المواد السامة ومستقلباتها في البول والدم، معطياً مقياسا لامتصاص الجسم لمادة معينة مثلاً العثور على الكادميوم في البول يدل على امتصاص الجسم للكادميوم، ولكن ظهور البروتين في البول (وليس كأحد مكوناته الطبيعية) قد يشير إلى تلف الكلى.

8.1 البول

يمكن اختبار البول لنطاق واسع من الأغراض:

- الخلايا (علم الخلايا التقشري) - سرطان المثانة
- معدل السموم مثل الزئبق
- معدل المستقلبات مثل TCA (حمض الكربوكسيليك)
- البروتين (خاصة تلف الكلى)
- الصفراء (اليرقان)
- السكر (مرض السكري) - المتعلق بعمل المناوبات، قيادة سيارات الخدمة العامة (PSV).

8.2 الدم

كما هو الحال في البول، يمكن تحليل الدم لنطاق واسع من المواد التي تشير إلى اعتلال الصحة أو معدل مادة أو مستقلب ما.

- تعداد الدم الكامل والهيموجلوبين -- الرصاص والبنزين والكحول، والعمل في المناطق المدارية

- المصل (المجمد) - المستويات المبدئية للأجسام المضادة في التعرض للممرضات
- اختبارات وظائف الكبد - الكحول، المواد الكيميائية المسببة لتسمم الكبد
- اختبار وظائف الكلى - السموم الكلوية
- معدلات السموم - مثل الرصاص
- معدلات المستقلبات - مثل ALA (حمض الليفولينيك الأميني)

8.3 البشرة

المظهر - إلى جانب معرفة المادي وتاريخ الشخص، خاصة في حالة التعرض لمهيجات.

الاختبار بالوخز - يتم إدخال محلول قياسي لمادة ما تحت سطح الجلد بطرف إبرة. النتيجة الإيجابية تكون 1 مم أو أكثر بينما يصاحبها عادة حكة والتهاب خلال خمس دقائق من الاختبار. ويستخدم هذا الاختبار لرصد التفاعلات المناعية لبعض المحسسات التنفسية مثل الإنزيمات المستخدمة في المنظفات البيولوجية أو وبر الحيوانات للعاملين في معامل اختبار الحيوانات. كما تستخدم الاختبارات لتشخيص شرى الاتصال. يمكن استخدام اختبار الوخز بشكل آمن قبل التوظيف عندما يتم وضع سلسلة قياسية من حبوب اللقاح العشب، والفراء، غبار المنزل والمواد المسببة للحساسية.

8.4 النفس

مثلاً التعرض لثنائي كلوروميثان وأول أكسيد الكربون.

8.5 الرؤية

تنطبق اختبارات حدة البصر (اختبارات سنيلين و كيستون) على مجال المواصلات مثل سائق سيارات النقل، الطيارين، الخ.

تنطبق اختبارات عمى الألوان (اختبار إشيتارا) على وظائف يلزم فيها توفيق الألوان، مثل النقل، القوات الملكية، البحرية التجارية، الطيران المدني، السكك الحديدية، الفحص المجهري (تحليل ألياف الأسبستوس).

8.6 الأشعة السينية

الأشعة السينية على الصدر لها فائدة لحالات مثل العدوى ومنها السل ورئة المزارع والسحار (تغبر الرئة). كما يتم إجراء هذا الاختبارات في على العاملين بالأسبستوس مرة كل عامين.

تصنف الأشعة السنية على الصدر للكشف عن السحار تحت نظام التصنيف العالمي الخاص بمنظمة العمل الدولية ويقارن بمجموعة مقاييس الأفلام. أمثلة أخرى على الأشعات السينية الممكن استخدامها هي انحلال عظام النهايات (VCM) والغواصين.

8.7 الاختبارات العصبية

الوظائف العقلية - معدل الذكاء والبراعة واليقظة

إرسال الأعصاب - تخطيط كهربية العضل (الإرسال العصبي العضلي)، وسرعة التوصيل العصبي (الاختبار المعتاد، يمكن منع اعتلال الأعصاب المحيطية عن طريق الكشف عن التغيرات في وقت مبكر جداً).

اختبار الكتابة بخط اليد (يكشف عن الأورام في مراحل مبكرة) - عمال الزئبق.

8.8 قياس السمع

الحدة الأكثر انخفاضاً التي يسجل فيها صوت نقي معين يمكن سماعه. يتم التعبير عن القيم بالنسبة إلى مقاييس موضوعة لقيم فاصلة للشباب الطبيعيين في ترددات معينة (وتوضع هذه المقاييس عند 0 ديسيبل).

8.9 اختبارات وظائف الرئة

8.9.1 حجم الرئتين وحجم الزفير القسري (FEV1)

يتم قياس القدرة الحيوية القسرية (FVC) وحجم الزفير القسر في ثانية واحدة (FEV1) باستخدام مقياس التنفس (مثلاً فيتالوجراف)، ثم يتم مقارنتها بالقيم المتوقعة. تعمد القيم المتوقعة على الطول والوزن والجنس والتدخين والسن والمجموعة العرقية. ويقوم الشخص الخاضع للاختبار بالنفخ عبر الآلة 5 مرات ويتم قبول متوسط أعلى قراءتين إلى ثلاث قراءات على أنها صحيحة.

8.9.2 مقاومة المسالك الهوائية

معدل ذروة تدفق الزفير - ويقاس بمقياس معدل الذروة. ويستخدم لرصد التغيرات المحتملة بسبب المحسسات التنفسية لتشخيص الربو واستجابته للعلاج. يتم أحياناً أخذ قراءات متسلسلة كل ساعتين.

9 أساليب عامة للتحكم بمخاطر التعرض على الصحة

الخطوات المتعددة المتخذة لمنع أو التحكم بإطلاق الملوثات المنقولة عبر الهواء، أو انتشار بعض العوامل الفيزيائية - في بيئة العمل شرحها وتعطى عليها مجموعة من الأمثلة. ويشار إلى هذه الخطوات عادة كإجراءات التحكم وتشمل مجموعات من النظم الهندسية والتشغيلية / الإجرائية الميكانيكية التي تهدف إلى منع أو تقليل التعرض.

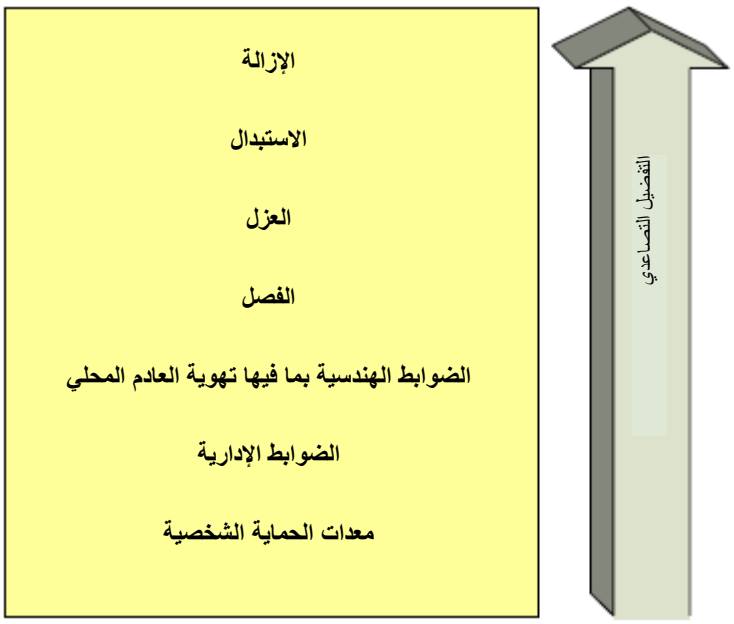
ربما تكون الرقابة الفعالة هي الموضوع الأهم في التأثير على الصحة بمكان العمل وهو يدعم الكثير من الجهود التشريعية الرامية إلى معالجة حماية الصحة في العمل.

إذا كان تقييم/ مسح حفظ الصحة المهنية يحدد مخاطرة ما على الصحة، فإن إجراءات التحكم الإضافية/ المحسنة تحتاج إلى مراعاتها وتطبيقها.

9.1 أنواع إجراءات التحكم

منع التعرض هو الهدف الرئيسي لأية استراتيجية تحكم، خصوصاً عند التعامل مع العوامل الخطرة، القادرة على إنتاج آثار صحية خطيرة لا رجعة فيه، مثل المواد المسرطنة والإشعاع المؤين. في حالات أخرى، الآثار الخطرة، العملية، العوامل الاقتصادية' الخ، قد لا تتطلب منع جميع أنواع التعرض ـ قد يعتبر تقليل التعرض كافياً.

الأسلوب الهرمي الذي يجمع بين تغيرات كل من الإجراءات التحكم الهندسية والإجراءات التشغيلية/ الإجرائية هو مقبولاً عالمياً، وهو معروض فيما يلي في حسب الترتيب التنازلي للمقبولية. في معظم الحالات ستستخدم خطط التحكم الفعالة مجموعات تضم العديد من، إن لم يكن كل الإجراءات المدرجة.



المصدر: أدريان هيرست

9.1.1 العزل/ الاستبدال

الشكل الأكثر فعالية للتحكم بالحماية هو ببساطة سواء أن نزيل استخدام العامل الخطر، أو العملية التي تستلزم استخدامه. ومن الواضح أن ذلك لا يمكن دائماً تنفيذه، ولكن عادة يمكن استبدال العوامل أو العمليات الخطرة بأخرى غير ضارة. مثلاً

- استبدال البنزين بالتولوين.
- استبدال رابع كلوريد الكربون مع كلوروفورم الميثيل.
- استبدال التلك بالطباشير.
- استبدال السفع الرملي بالسفع بطلقات الفولاذ.
- استبدال تقنيات المعالجة الجافة بتقنيات المعالجة الرطبة، مثل إخماد انبعاثات الغبار (مثل إزالة عوازل الأسبستوس).

9.1.2 العزل

حيثما أمكن، العمليات التي تشمل بعض المخاطر الصحية يجب تطويقها بالكامل، بحيث يكون العامل (العمال) خارج السياج.

9.1.3 الفصل

ويمكن فصل العمليات الخطرة عن العمليات الأقل خطراً بواسطة وضعها، مثلاً في النهاية المقابلة لورشة العمل، أو في غرفة منفصلة أو في مبنى منفصل، وبهذا نقلل عدد العمال المعرضين للخطر.

9.1.4 الضوابط الهندسية - التهوية

العمليات القادرة على التسبب في التعرض للمواد الخطرة فحسب، يتم التحكم فيها بتوفير طرق لمعالجة الهواء الآلية، لأي واحدة من النوعين أدناه أو مجموعة من كلتيهما.

تهوية العادم المحلي (LEV)

تهوية العادم المحلي (LEV) - تطبيق تقنيات معالجة الهواء الآلية حيث يتم القبض على الملوثات المحتملة المنقولة عبر الهواء بالقرب من مصدر الانبعاث، ثم يتم استخلاصها والتخلص منها إما في مكان آمن أو إخضاعها لبعض أشكال تقنيات "تنظيف الهواء". وهي ذات قيمة خاصة في المواقف المنطوية على انطلاق من الملوثات السامة من نقطة المصدر.

التهوية العامة/ تهوية التخفيف

تهوية التخفيف - وتستخدم على نطاق واسع في جميع مجالات الصناعة لتهوية غرف التحكم، المعامل الفوتوغرافية، مساحات المكاتب، غرف الركام وغرف الطبع. وعادة ما تكون هذه الطريقة غير مناسبة للتحكم

بالغبار أو ضباب الأبخرة أو المواد المتوسطة إلى عالية السمية، أو في المواقف التي يكون فيه معدل أجيال التلوث غير موحد أو مرتفع.

التسخين، التهوية والتكييف (HVAC) يمكن استخدامها أيضاً بطرق عدة للتحكم بالأخطار المقترنة بالبيئة الحرارية.

9.1.5 الضوابط الإدارية

تتعلق الضوابط الإدارية بكيفية تنظيم التفاعل بين الموظفين والعمليات. يلزم توفير عناية كبيرة لضمان مراعاة هذه الإجراءات منذ لحظة تبنيها؛ خاصة على المدى البعيد، إذ أن الطرق المختصرة وعدم المراعاة قد يصبحا "عادة وممارسة" بمرور الوقت، وإذا ترسخ ذلك يصعب بعدها التغلب عليه.

يمكن أحياناً إجراء العمليات الخطرة خلال مناوبة المساء أو الليل حيث يكون عدد العمال الموجودين للتعرض أقل. طريقة تناوب العمل "لحماية" الموظفين بواسطة التحكم بنماذج العمل.

يمكن أن يؤثر العامل في مدى التعرض للملوثات المنقولة عبر الهواء، مثلاً عند اللحام بالتحكم بموضعه و/ أو العمل عكس اتجاه الريح من اللحام.

التدبير المنزلي

التدبير المنزلي الجيد له أهمية خاصة في العمليات والمختبرات التي قد يتم التعامل فيها مع مواد خطرة. التسمية الواضحة مع المشورة اللازمة عن الصحة والسلامة، التخزين الحذر والسليم وتقنيات العمل الجيدة، كل ذلك أمور يجب مراعاتها.

يعد التعامل مع المساحيق عملية محتملة الخطورة ويمكن أن يساعد التدبير المنزلي الجيد على تقليل الملوثات المنقولة عبر الهواء من المواد المنسكبة، النفايات، الخ.

كما يمكن أن يعيق مكان العمل الذي تعمه الفوضى أو عدم النظام أو يمنع الدخول إلى ضوابط الأنظمة الجوهرية، مثل مفتاح فتح/غلق تهوية العادم المحلي، مما قد يصرف العاملين عند استخدامها كما يجب. كما ذلك قد يصعّب على العمال وضع أنفسهم بالمكان الصحيح بالنسبة لمهامهم، وعليه قد يتعرضوا لمزيد من الخطر، حتى إن ذلك قد يسبب مشاكل متعلق ببيئة عمل رديئة.

جداول الوقائية السليمة والتحري المنتظم/ الكشف عن التسريبات لمصنع العمليات؛ بالإضافة إلى الصيانة الدورية، الفحص، والاختبار لجميع الضوابط الهندسية، مثل المرافق الخاصة بتهوية العادم المحلي، المقترنة بالإجراءات التصحيحية السريعة أينما لزم الأمر، هي أمور ضروري للوصول لضبط فعال والحفاظ عليه.

العوامل الشخصية هي أجزاء جوهرية من جميع خطط التحكم، وتقترن بأوجه "الإدارة" من كل من منظور كيفية إدارة صاحب العمل لموظفيه، وكيفية "إدارة" العمال لأنفسهم.

9.1.6 المعلومات والتعليمات والتدريب

تعليم الموظفين حول أي خطر صحي في مكان العمل وأهمية استخدام إجراءات التحكم المتاحة بشكل صحيح، تبني إجراءات التشغيل الموصى بها وارتداء معدات الحماية الشخصية، إذا لزم الأمر، هي أمور لازمة لتقليل المخاطر الصحية. الدورات التعريفية والدعاية المنتظمة ولجان الصحة والسلامة وإدارة الخط الإيجابية يمكنها جميعاً أن تلعب دوراً هاماً في التعليم.

تدريب الموظفين على استخدام إجراءات التحكم السليمة، ممارسات التشغيل، الخ والعوامل المشمولة في الاختيار السليم، استخدام وصيانة معدات الحماية الشخصية (PPE).

الإبلاغ عن الأخطاء بشكل يشجع التواصل الفوري، عبر القنوات الصحيحة، عند أي مشكلة يتم مواجهتها في العملية، المعدات، الضوابط أو معدات الحماية الشخصية.

الممارسات الصحية الجيدة - وترتبط هذه الممارسات بالخطوات التي يجب على العاملين اتخاذها لحماية صحتهم، وهي تشمل اتباع تدابير إزالة التلوث المرسخة، حيثما لزم، غسل الملابس بانتظام، استخدام الطرق/ المرافق المعتمدة؛ مستوى جيد للنظافة الشخصية ـ الاغتسال/ الاستحمام المتكرر خاصة قبل فسحات تناول الوجبات؛ وعدم الأكل أو الشرب أو التدخين مطلقاً في حيز منطقة مخصصة للعمليات.

9.1.7 معدات الحماية الشخصية (PPE)

تعد معدات الحماية الشخصية الملجأ الأخير وتنطبق فقط عندما لا تكون التدابير السابقة غير كافية أو غير عملية منطقياً لتحقيق وضع مهني مرضي. يجب مراعاة الحرص عند اختيار أجهزة معدات الحماية الشخصية. من المهم أن تكون الحماية فعالة ومريحة؛ أغلب معدات الحماية الشخصية لا تكون مريحة للاستخدام لفترات طويلة. المواظبة على الصيانة تعد أمراً حيوياً للعديد من معدات الحماية الشخصية إذا توفرت الحماية الفعالة. يجب تبني برامج إدارة معدات الحماية الشخصية حيثما تحتم استخدام معدات الحماية الشخصية، كما سيلزم أيضاً دعم متواصل وعالي الاستباقية للبرنامج.

10 التهوية

تستعرض السمات الهامة لأنظمة التهوية إلى جانب المبادئ العامة المقترنة بتصميمها.

10.1 أنواع التحكم

تعد تهوية العادم المحلي (LEV) إحدى أكثر الوسائل المتاحة فاعلية في منع المواد الخطرة من الدخول إلى أجواء مكان العمل. إذ تجذب الملوّثات بعيداً عن العملية المحتمل أن تطلق مواد سامة في مكان العمل. ولكن، هناك حالات عدة تكون فيها تهوية العادم المحلي غير فعالة وقد يكون ذلك نتيجة لسوء التصميم أو عدم فهم الطريقة السليمة لاستخدامها. تزيل تهوية العادم المحلي الملوثات من المصدر.

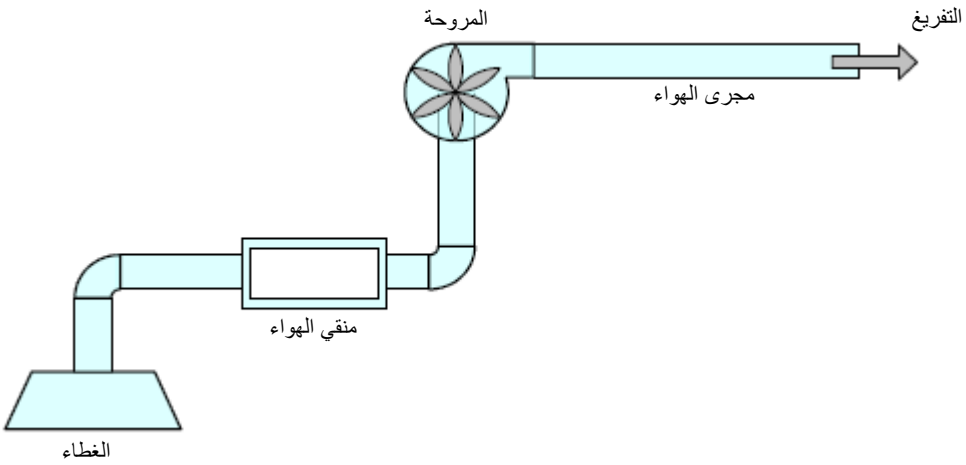
تقلل التهوية التخفيفية من تركيز التلوث الموجود بالخلفية بإضافة الهواء المنعش الغير ملوّث. ولكن يقل أو ينعدم في هذه الحالة إزالة أو تقليل الملوثات من المصدر.

10.2 الخواص العامة لنظام تهوية العادم المحلي

المركبات الأساسية الشائعة بكل أنظمة تهوية العادم المحلي هي:

- مدخل مثل مقصورة، فتحة، غطاء أو حاوية.
- مجاري الهواء التي قد تحتوي على انحناءات، تقاطعات، تغيرات في الأقسام ومخمدات، قد تكون دائرية أو مستطيلة الشكل في المقطع العرضي وتكون صلبة أو مرنة.
- جهاز لتنقية الهواء مثل مرشح الغبار، مساحة رطبة أو جهاز استرجاع المذيبات.
- مروحة أو جهاز لتحريك الهواء.
- تفريغ مجاري الهواء بالجو أو بالغرفة المكدس، الناشر، مصبغة أو مجرد قناة مفتوحة.

فيما يلي مخطط مكونات نظام تهوية العادم المحلي.



المصدر: أدريان هيرست

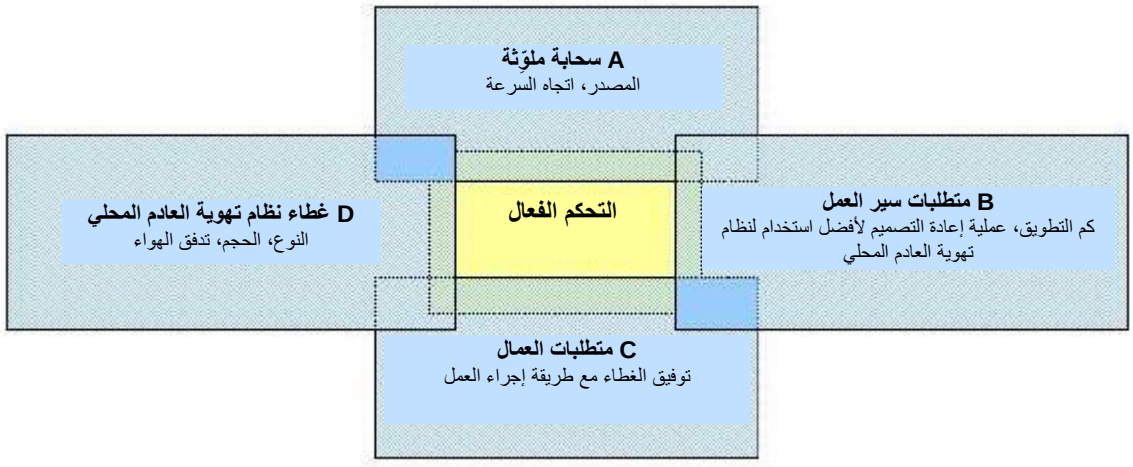
الشكل 10.1 – الخواص العامة لنظام تهوية العادم المحلي

10.2.1 اعتبارات عامة

يمكن لأنظمة تهوية العادم المحلي أن تكون أنظمة بسيطة تخدم آلة وحيدة أو تكون معقدة لتخدم مصنع بأكمله. لكي تكون أنظمة تهوية العادم المحلي فعالة، يجب أن تعمل جميع أجزاء مكوناتها بشكل صحيح؛ يكون غطاء الالتقاط المصمم وموضوع جيداً دون فائدة إذا لم تستطع المروحة توفير تدفق الهواء كما يجب. يزيل نظام تهوية العادم المحلي الهواء من مكان العمل ولذا فيجب أن يكون هناك سبل لضمان إمداد كافي من الهواء التعويضي ليحل محله. في أنظمة تهوية العادم المحلي قد يعني هذا أن المصابغ أو مخارج الهواء يجب أن تكون مثبتة بالأبواب أو الحوائط وقد يلزم تثبيت مروحة إمداد أيضاً. يجب تذكر أن تكلفة تسخين الهواء يمكن أن تكون كبيرة، وعليه قد يؤدي التصميم الرديء إلى تكاليف طاقة غير مبررة وقد يكون من المجدي تثبيت نظام لاسترجاع الحرارة.

من الجوهري أن يصمم أي نظام لتهوية العادم المحلي للعملية التي يراد التحكم بها. المخطط التالي يبين العوامل المترابطة التي تقود إلى التحكم الفعال. من المهم أن نفهم طبيعة الملوّث المراد التحكم به. سيتغير مسلك الغازات المنبعثة تجاه جسيمات الغبار المنطلقة بسرعة مرتفعة، تبعاً الظروف المحيطة. ويؤثر ذلك على تصميم نظام الالتقاط فضلاً عن أي نظام تنقية مدمج به.

من الضروري مراعاة متطلبات سير العمل ومتطلبات العمال. لا محالة من اللجوء لبعض التسويات من جانب كل من العمال والعمليات، ولكن إذا كانت التسويات هذه أكبر مما يجب، عندها سينعدم احتمال استخدام نظام تهوية العادم المحلي بعد تثبيته.

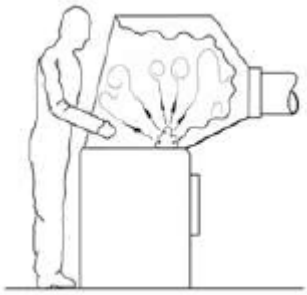


المصدر: أدريان هيرست بتصرف من إصدار منظمة الصحة والسلامة والبيئة – HSG 258

10.2.2 المداخل/ الأغطية

تصميم مدخل نظام تهوية العادم المحلي هو أحد أهم عوامل تحقيق التحكم الفعال. يمكن تصنيف الأغطية تصنيفاً عاماً إلى ثلاث أنواع:

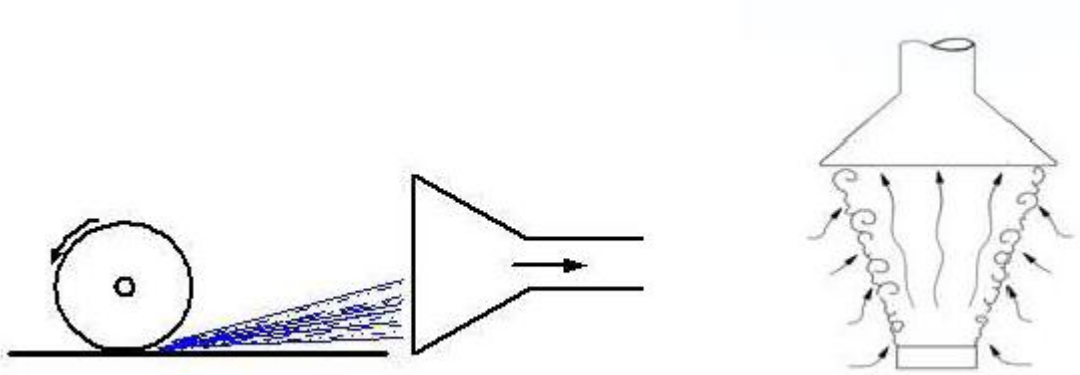
غطاء مطوق هو عادةً الأكثر فعالية في التقاط الملوثات إذ يحتوي على ويفصل الملوثات عن العاملين. يمكنك العثور على هذا النوع في خزانات أدخنة المعامل (تطويق جزئي) أو في وحدات السفع بطلقات الفولاذ (تطويق كامل).



المصدر: الصحة والسلامة والبيئة

الشكل 10.2 - الغطاء التطويقي

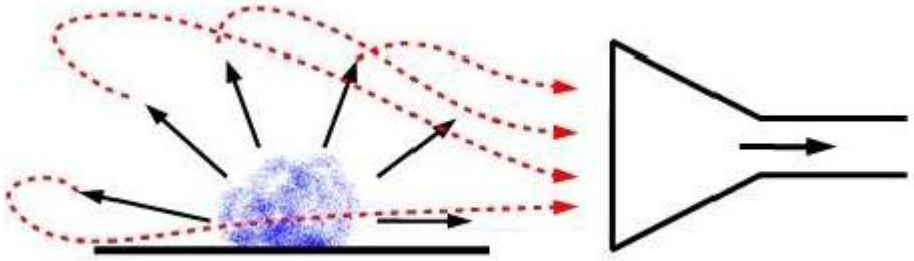
غطاء مستقبِل يستغل أي طفو أو سرعة طبيعية تحوزها الملوثات، وتتسبب في تحركها نحو الغطاء. بينما يوفر هذا النوع من الأغطية حد أدنى من التدخل بين العامل وعمله، قد يكون عرضة للآثار الناتجة عن تدفقات الهواء الأخرى بالمنطقة.



المصدر: الصحة والسلامة والبيئة

الشكل 10.3 - الغطاء المستقبِل

غطاء التقاطي هو أكثر الأنواع شيوعاً وفيه يتم توليد الملوثات خارج الغطاء. لذا يجب أن يولد الغطاء كم كافي من تدفق الهواء "لالتقاط" وسحب الملوّثات. ويعني ذلك أن سرعة الهواء وقرب الغطاء من مصدر الملوثات هي عوامل جوهرية مثلاً مستخلصات اللحام.



المصدر: الصحة والسلامة والبيئة

الشكل 10.4 - غطاء التقاطي

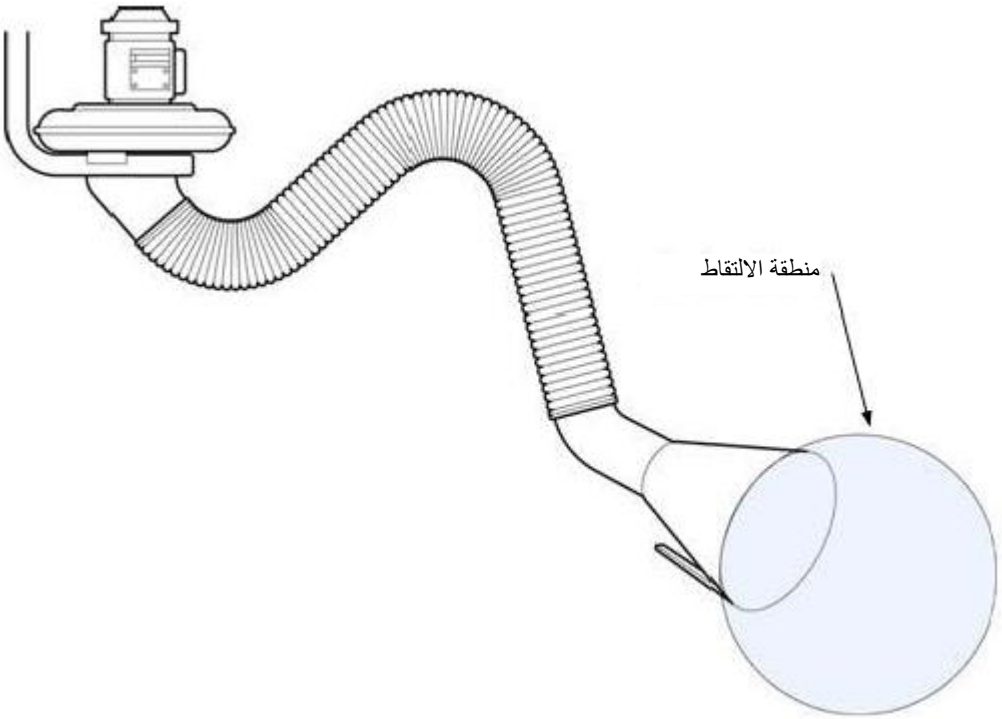
يجب تكييف التصميم الدقيق لكل واحد من هذه الأنظمة تبعاً للعملية التي يراد التحكم بها. بالجدول التالي ندرج بعض الأمثلة على العمليات الصناعية الشائعة إلى جانب أنواع تهوية العادم المحلي الممكن تثبيتها للتحكم بالتعرض مع مراعاة أنواع المواد الخطرة وطرق انبعاثها.

نوع نظام تهوية العادم المحلي المستخدم للعمليات المختلفة

العملية الصناعية	طبيعة المادة الخطرة	نوع تهوية العادم المحلي
اللحام	أبخرة اللحام: جسيمات ناعمة مع شيء من الطفو الطبيعي	غطاء التقاطي موضوع بالقرب من نشاط اللحام؛ أو استخلاص الطرف مثبت في نهاية مسدس اللحام
الطلاء بالرش	أبخرة الضباب والمذيبات باتجاه مضبوط بالسرعة	مقصورة طلاء بالرش تسمح بالدخول فيها مقصورة التدفق السفلي
الطلاء	غبار المعادن والطلاء المنبعث في اتجاه مضبوط بسرعة عالية	غطاء مستقبِل وتطويق يحيط بعجلة الطلاء
السفع بطلقات الفولاذ	طلقات فولاذ وغبار معدني كن العناصر المنبعثة بسرعة عالية في اتجاهات متغيرة.	خزانة صندوق قفاز مطوقة بالكامل مع التحكم بتدفق الهواء لتعويض مدخل الهواء المكبوس ونظام إعادة تدوير الطلقات
قرص مداري يحمل باليد	غبار الخشب المنطلق في اتجاهات متفرقة	يدمج المستخلص في القرص الدوار
أفران تجفيف الطلاء	هواء ساخن وأبخرة التجفيف مع طفو حراري شديد	استخلاص/ تنفيس من أعلى الفرن مجتمعاً مع غطاء مستقبِل فوق المدخل
التحليل المعملي	أبخرة الأحماض والمذيبات المنبعثة بسرعة منخفضة واتجاه محدود	تطويق جزئي واستخلاص داخل خزانة الدخان

المصدر: الصحة والسلامة والبيئة

يمكن لمداخل أنظمة تهوية العادم المحلي أن توفر تحكم فعال فقط بالقرب من المدخل ذاته. مثلاً، غطاء بفتحة دائرية قطرها 0.3 متر وبسرعة واجهة قدرها 5 متر بالثانية، سيلتقط فقط الملوثات المنطلقة في حيز 0.3 متر من الفتحة. تهبط السرعة على مسافة قطر واحد (أي 0.3 متر) من الفتحة لحوالب 10% من السرعة عند الفتحة (0.5 م/ث). خارج منطقة الالتقاط هذه، يمكن لتأثيرات خارجية مثل الآلات المتحركة أو العاملين أن تطغى على التأثير الالتقاطي للمدخل. لمزيد من التوضيح حول ذلك يرجى قلب الصفحة.



المصدر: الصحة والسلامة والبيئة

الشكل 10.5 - منطقة الالتقاط أو فقاعة الالتقاط على غطاء لحام

اعتبارات مهمة عن مصدر التلويث يجب مراعاتها عن تصميم وإنشاء مداخل الالتقاط تشمل:

- حجم، شكل، ووضع المصدر.
- الطبيعة الفيزيائية للملوِّث.
- سرعة واتجاه المصدر.
- معدل تولد الملوَث.
- طبيعة العملية.
- أوضاع وحركات المصنع والعمال.
- أي حركة هواء داخلية.

10.2.3 مجاري الهواء

تحمل مجاري الهواء المستخلص والملوثات من المدخل لجهاز تنقية الهواء. فيما يخص الجسيمات، يجب أن تكون سرعة الهواء داخل المجرى عالية بما يكفي لضمان بقاء الجسيمات عالقة في تيار الهواء. فيما يلي قائمة بسرعات النقل (المجرى) الموصى بها للملوثات المختلفة.

نوع الملوث	سرعة المجرى (م/ث$^{-1}$)
الغاز (غير المكثف)	لا يوجد حد أدنى
الأبخرة، الدخان، الأدخنة	10
الضوء/ الغبار متوسط الكثافة (مثل غبار النشر، غبار البلاستيك)	15
الغبار الصناعي المتوسط (مثل غبار الطحن، نشارة الخشب، الأسبستوس، السيليكا)	20
الغبار الثقيل (مثل الرصاص، خراطة المعادن، والغبار الرطب أو المائل إلى التكتل)	25

يجب أن تكون مجاري الهواء قوية ومدعمة بما يكفي، وقادرة على تحمل التآكل والتمزق الطبيعيين. يجب تقليل عدد تغير الاتجاهات إلى أقصى حد، وحيثما لزم، يجب أن فعل جعلها سلسة. قد يتحتم الدخول إلى مجاري الهواء لتسهيل عملية التنظيف، التفتيش، والصيانة.

10.2.4 منقيات الهواء

يوجد ثلاث أنواع من أجهزة تنقية الهواء.

مرشحات الهواء

تستخدم مرشحاً الهواء بشكل أساسي لتنقية الهواء في أنظمة التهوية والتكييف وهي مصممة للتعامل مع كميات كبيرة من الهواء وبمقاومة منخفضة لتدفق الهواء. قابضات الهواء عالية المقاومة والكفاءة (HEPA) تستخدم المرشحات للتطبيقات عالية النقاء وحيثما وجد غبار ذا خطورة كبيرة (مثل الأسبستوس).

مجمعات جسيمات الغبار والدخان

وهي مصممة لاستخلاص كميات كبيرة من الجسيمات من تيار الهواء بتركيزات أعلى بكثير عند المدخل عن ما يمكن أن يتعامل معه مرشح هواء. تحتوي هذه المجمعات على أعاصير، مرشحات ليفية، مجمعات رطبة، ومرسبات كهروستاتيكية. هذه هي أكثر أجهزة تنقية الهواء شيوعاً من حيث اقترانها بأنظمة تهوية العادم المحلي.

أجهزة تزيل الضباب والغازات والأبخرة

يمكن إزالة الضباب والغازات والأبخرة من تيار الهواء بواسطة عدة وسائل تشمل الامتصاص الكيميائي والإحراق والتكثيف. نقاط أخرى يجب مراعاتها:

- المواد المشحمة أو الشمعية قد تسد المرشح.
- كشطها بواسطة الجسيمات.

- القابلية للالتهاب والانفجار.
- التآكل وقابلية الأكسدة.
- لن تزال الغازات والأبخرة بواسطة مرشحات الجسيمات.
- المواد مرتفعة الحرارة.

10.2.5 محركات الهواء

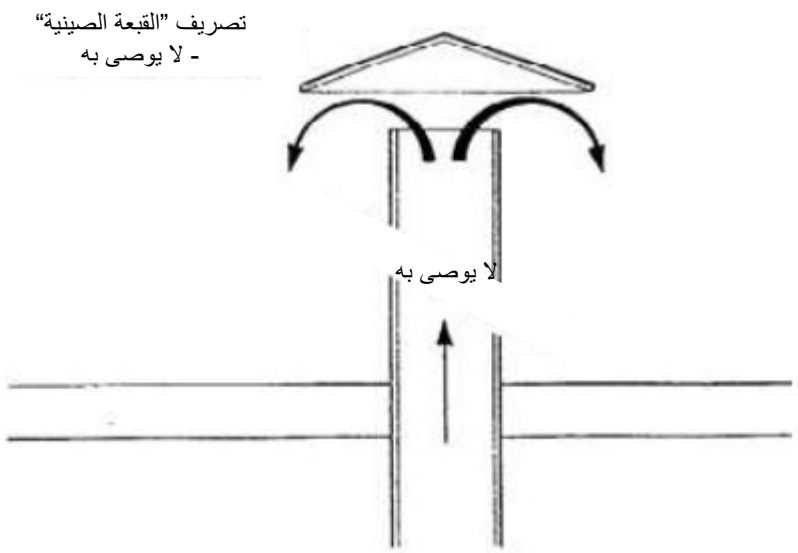
توجد أنواع وأحجام متعددة للمراوح، يمكن جمعهاً عموماً تحت فئتين رئيسيتين - تدفق الطرد المركزي والتدفق المحوري.

في مروحة الطرد المركزي يتم سحب الهواء إلى مركز الدافعة، ثم تلتقطه الريش الدوارة وتلقيه بسرعة كبيرة في صندوق المروحة. الصندوق مصمم بحيث يجمع الهواء ويقوده إلى فتحة التفريغ التماسّي. ويمكنها توصيل تدفق الهواء المطلوب في مقابل مقاومة عالية. وهي تستخدم في جميع أنظمة تهوية العادم المحلي ماعدا الأبسط منها.

المراوح المحورية تحتوي على صندوق اسطواني، وهي مثبتة بمحاذاة المجاري الهوائية. يمر الهواء بطول المجرى ويسرع بواسطة الريش الدوارة. يمكن للمراوح المحورية التغلب على تدفق الهواء المنخفض فقط.

10.2.6 التصريف في الجو

قد يلزم تثبيت مجاري إضافية في أسفل تيار محركات الهواء لضمان عدم دخول أي من المواد المصرفة إلى المبنى مرة أخرى. قد تحتاج مكدسات التفريغ أن تمتد فوق مستوى سطح المبنى وإعارة انتباه خاص لتصميم محطة التصريف. نوع المحطات المسمى "القبعة الصينية" لا يجب استخدامه على الإطلاق، وذلك لأنه يشتت الهواء إلى أسفل وقد يعيد إدخاله ثانية إلى المبنى، وهو يتمتع بمقاومة تدفق عالية جداً.



المصدر: BP International

شكل 10.6 – التصريف في الجو

10.3 صيانة، فحص، واختبار أنظمة التهوية

تعد تهوية العادم المحلي (LEV) إحدى أكثر الوسائل المتاحة فاعلية في منع المواد الخطرة من الدخول إلى أجواء مكان العمل. ولكن، لكي يمكن لها أن تعمل بشكل صحيح، يجب أن تكون في نظام عمل جيد. يتاح شرح للخواص العامة المقترنة بصيانة وفحص واختبار أنظمة تهوية العادم المحلي.

10.3.1 المتطلبات القانونية

في بعض الدول يوجد مطلب قانوني يحتم المحافظة على تدابير التحكم في حالة فعالية، نظام عمل فعال أو مصانة بشكل جيد. مثلاً في المملكة المتحدة تحتم تشريعات COSHH (التحكم بالمواد الخطرة على الصحة) أن يتم فحص واختبار أنظمة تهوية العادم المحلي، على الأقل مرة كل 14 شهر، وأن يتم الاحتفاظ بسجلات ملائمة لمدة 5 سنوات على الأقل. كما يشترط أيضاً إجراء فحص بصري أسبوعي.

10.3.2 الصيانة المنتظمة

يجب أن تشمل الصيانة ما يلي:

- التفتيش المنتظم على المصنع، بما في ذلك البحث الأسبوعي عن علامات أي تلف أو بلى أو عطل محتمل.
- رصد مؤشرات الأداء، مثل سرعة الهواء، الضغط الثابت، استهلاك الكهرباء.
- الاستبدال الدوري للمكونات المعلوم أن لها عمر افتراضي محدود للعمل.
- الإصلاح الفوري للمكونات التي وجد بها عطل أو اهتراء.

سيعتمد شكل التفتيش على نوع ومدى تعقد المصنع. الفحص البصري، على الأقل مرة واحدة أسبوعياً، هو أمر جوهري لتحديد أي خلل واضح. ويتضمن هذا فحص كل من:

- الوضع الخاطئ للأغطية.
- البلى والتآكل وعلامات العطل أو التلف بالأغطية، مجاري الهواء ومجمعات الغبار.
- علامات خارجية أو أعطال أو عيوب أخرى.

يجب أن يشمل الفحص أيضاً رصد أي أجهزة رصد مثبتة بشكل كامل. يجب الاحتفاظ بسجل مبسط للفحص الأسبوعي، إلى جانب ملحوظة مكتوبة عن العيوب التي وجدت والإجراءات المتخذة لتصحيحها.

10.3.3 الفحص والاختبار الدقيق

وهي مراجعة دورية لأنظمة تهوية العادم المحلي وأدائها، وتحتوي عادة على:

- فحص خارجي، وحيثما لزم، داخلي دقيق لكل أجزاء النظام.
- تقييم التحكم، مثلاً، باستخدام مصابيح غبار، رصد الهواء من وضع ثابت و/أو اختبار الدخان.

- قياس أداء المصنع، على سبيل المثال عن طريق قياس ضغط ثابت وراء كل غطاء أو طوق، وسرعة الهواء في وجه الطوق أو نقطة الانبعاث، انخفاض الضغط عبر المرشحات، قياس سرعة الهواء المجرى و/أو استهلاك الطاقة.
- حيثما ينتشر الهواء، تقييم أداء وسلامة منقيات الهواء أو المرشحات.

بعض أنظمة تهوية العادم المحلي تعيد الهواء إلى مكان العمل، لذا يجب أن يجري على هذه الأنظمة صيانة خاصة عالية المستوى.

11 الأسبستوس

11.1 الخلفية

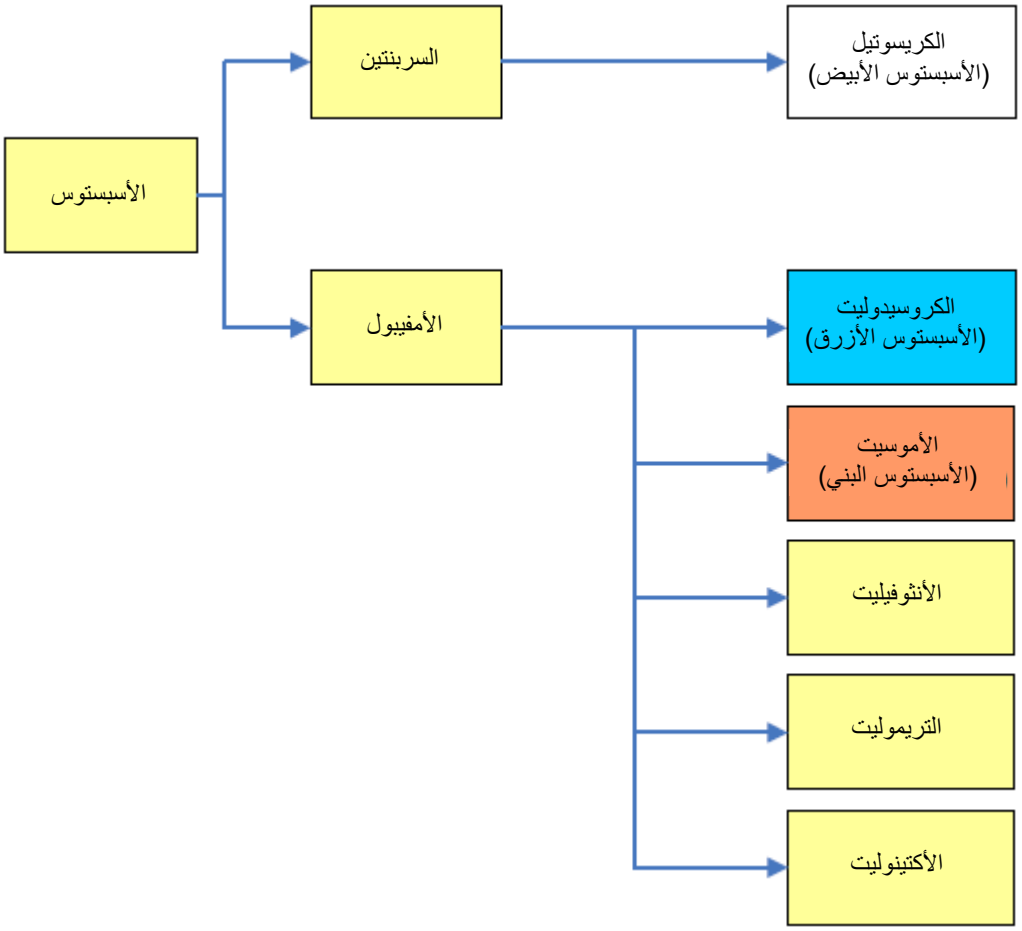
ربما يكون الأسبستوس أكثر المواد الخطرة التي يتم الحديث عنها. عام 1898 تحدث تقرير كبار مفتشي المصانع في المملكة المتحدة عن "الأثر الخبيث لغبار الأسبستوس" وقد فصل فحص مجهري أجري على الأسبستوس يكشف عن "جسيمات ذات طبية حادة، شبيهة بالزجاج، وخشنة" ووجد أن "آثارها تسبب الأذى".

المصدر: Wikimedia commons - المسح الجيولوجي للولايات المتحدة

شكل 11.1 - صورة مجهرية لإلكترون من ألياف الأسبستوس (الأنثوفيلليت)

11.1.1 أنواع الأسبستوس

يشير مصطلح الأسبستوس لمجموعة من الألياف والسيليكات البلورية الموجودة بالطبيعة ينقب عنها بشكل أساسي في روسيا، الصين، كندا وأفريقيا الجنوبية. تتواجد كل أنواع الأسبستوس على هيئة بلورات ليفية طويلة، تنفصل طولياً (أي بمحاذاة طول الألياف لتشكل تدريجياً ألياف أكثر نحافة). الأنواع الرئيسية لأسبستوس موضحة أدناه:



المصدر: أدريان هيرست

تحتوي مجموعتا الأسبستوس على هياكل بلورية مختلفة وبالتالي أشكال وخواص مختلفة. عند رؤيتها بالمجهر، تبدو ألياف الكريسوتيل (الأسبستوس الأبيض) مجعدة قليلاً، بينما تظهر ألياف الكروسيدوليت (الأسبستوس الأزرق) مستقيمة وأقل طولاً. ألياف الأموسيت (الأسبستوس البني) تشابه ألياف الكروسيدوليت ولكنها أكثر هشاشة. يجب ملاحظة أن اللون ليس وسيلة للتعرف على أنواع الأسبستوس، خاصة عندما يكون مندمجاً في منتج ما.

11.1.2 خواص الأسبستوس

الخواص الأساسية التي أدت إلى استخدام الأسبستوس بشكل مكثف تشمل عدم قابليته للاحتراق، قوته الميكانيكية، مقاومته الكيميائية، العزل الحراري، والسعر المنخفض. قد تظهر أنواع الأسبستوس المختلفة هذه الخواص بمعدلات متباينة، مما يؤثر على استخداماته.

11.1.3 استخدامات الأسبستوس

التطبيقات الأكثر شيوعاً للأسبستوس المحتمل أن نجدها في المنشآت الصناعية مدرجة فيما يلي، مع أنواع والمحتوى التقريبي للأسبستوس.

المنتج	نوع الأسبستوس	المحتوى التقريبي (%)
المواد الخرسانية مثل الصفائح المموجة، خزانات المياه، الأنابيب، مواد البناء المصنعة مسبقاً.	الكريسوتيل (يدمج أحياناً مع الكروسيدوليت أو الأموسيت)	10 – 20
لوح العزل المقاوم للحرائق.	الأموسيت (يدمج أحياناً مع الكروسيدوليت أو الكريسوتيل)	15 - 40
العزل الحراري، العزل، مثل العزل بالأنابيب والأوعية.	الأموسيت، الكريسوتيل والكروسيدوليت	1 - 55
الطلاء بالرش مثل إضافته على الحزم الهيكلية والأسقف كالحماية من الحرائق و/أو العزل الحراري والصوتي	الأموسيت، الكريسوليت والكروسيدوليت	60 - 90
النسيج مثل القفازات المقاومة للحرارة، البطانية المضادة للحرائق، الملابس الحامية من الحرائق والمراتب العازلة.	الكريسوتيل (أحياناً الكروسيدوليت)	85 - 100
المفصلات والعبوات مثلاً الجوانات.	الكريسوتيل (أحياناً الكروسيدوليت)	25 - 85
مواد الاحتكاك فرامل السيارات وبطانة المقابض.	الكريسوتيل	30 - 70
بلاط الأرضيات.	الكريسوتيل	5 - 7
الترشيحات والترميمات مثلاً في اللباد والورق المقوّى والورق وأسفل الأختام والمعاجين والمواد اللاصقة.	الكريسوتيل (أحياناً الكروسيدوليت لبعض الاستخدامات)	1 - 10
البلاستيك المعزز المتصلب حرارياً وجوارب البطاريات.	الكريسوتيل، الكروسيدوليت والأموسيت	5 - 20

التطبيقات الشائعة للأسبستوس في المنشآت الصناعية

11.1.4 ألياف الأسبستوس المنقولة عبر الهواء

الهيكل الفيزيائي للأسبستوس يمكنه من التحلل إلى ألياف صغيرة، والقادرة على أن تبقى عالقة في الهواء لفترات طويلة. من الممكن استنشاق هذه الألياف وقد يخترق بعضها الرئتين وقد تترسب بها.

تعرّف الألياف "القابلة" للعد على أنها جسيم به معدل الطول: العرض أكبر من 3:1، بحيث يكون قطره أقل من 3 ميكرون وطوله أكبر من 5 ميكرون.

11.1.5 التعرض لألياف الأسبستوس

قد تنبعث ألياف الأسبستوس (غبار الأسبستوس) في بيئة العمل خلال التصنيع، الاستخدام، استخدام الآلات (التقطيع، الحفر، الخ)، إزالة نفايات المواد أو المنتجات المحتوية على الأسبستوس، وبسبب تدهور حالة المواد المحتوية على الأسبستوس في موضعها. عمال صيانة المباني (عمال السباكة، الكهربائيين، الخ) نرى أنهم

عرض بشكل لخاص لتوابع الاستخدام المكثف للأسبستوس في المباني القديمة. الإزالة النهائية لمخزون الأسبستوس المتبقي من المباني سيكون تحدياً كبيراً. فيما يلي أمثلة على بعض مواقف التعرض التقليدية:

النشاط	ل/ مل
الإزالة الجافة للعازل	ما يصل إلى 100
ثقب لوح الأسبستوس العازل	ما يصل إلى 10
النشر اليدوي للوح الأسبستوس العازل	ما يصل إلى 10
ثقب خرسانة الأسبستوس	ما يصل إلى 1
النشر اليدوي لخرسانة الأسبستوس	ما يصل إلى 1
استخدام منشار دوّار	ما يصل إلى 20

11.2 الأخطار الصحية للأسبسستوس

قد ينشأ عن استنشاق ألياف الأسبستوس عدد من الأمراض الخطيرة.

تليف الرئتين الأسبستي: التعرض لفترة طويلة لألياف الأسبستوس المنقولة عبر الهواء بمعدلات تزيد عن مستويات حفظ الصحة قد تؤدي إلى تضخم داخلي لبطانة الصدر (اللويحات الجنبية) وتكون نسيج متليف (ندبة) في عمق الرئة، مما يؤدي إلى تقلص تدريجي في مطاطية النسيج الرئوي، تدهور الوظائف التنفسية وانخفاض مأمول العمر

سرطان الرئة والقصبة الهوائية: ثبت أن العاملين بالأسبستوس يعانون من خطر متزايد في سرطان الرئة والقصبة الهوائية. كما أن تدخين السجائر قد يسبب هذه السرطانات وقد ثبت أن مدخني السجائر المعرضين إلى ألياف الأسبستوس المنقولة عبر الهواء معرضون لخطر أكبر للإصابة بالسرطان من المعرضين لنفس المواد من غير المدخنين (تأثير تآزري).

ورم الظهارة المتوسطة: التعرض للأسبستوس، تحديداً الكروسيدوليت والأموسيت قد يؤدي إلى الإصابة بورم الظهارة المتوسطة، وهو سرطان غير شائع وعادة لا يمكن علاجه لغشاء الجنب (غشاء جدار الصدر والرئة) أو الأكثر ندرة وهو الصفاق (غشاء تجويف البطن). قد ينشأ ورم الظهارة المتوسطة بعد مرور 20 عاماً أو أكثر من التعرض القصير.

11.3 سجل الأسبستوس

11.3.1 وظيفة سجل الأسبستوس

وظيفة سجل الأسبستوس هي تسجيل استخدام/ تواجد كل الأسبستوس والمواد المحتوية عليه في مواقع العمل. في المناطق التي استخدم فيها الأسبستوس بكثافة في الماضي، قد يكون من الضروري تنمية السجل عبر فترة من الزمن. في الفترة الانتقالية، قد يوصى بافتراض أن بعض مواد العزل والبناء تحتوي على الأسبستوس، ولحين تحديد هويتها، يجب اتخاذ الاحتياطات اللازمة. يمكن استخدام معلومات السجل كما يلي:

- تسجيل أماكن جميع مواد الأسبستوس بالموقع.
- ضمان أن حالة المواد الحاوية للأسبستوس يتم فحصها بشكل متكرر وأنه يتم اتخاذ كل الإجراءات العلاجية اللازمة.
- التأكد من أن أي عمل بالأسبستوس أو المواد الحاوية له يتم تنفيذه بشكل معتمد.
- تقليل كم المواد أو المعدات التي يتم استخدامها أو الحصول عليها، والمحتمل احتوائها على الأسبستوس.

11.4 العلاج من المواد الحاوية للأسبستوس

11.4.1 إزالة الأسبستوس

يجب إزالة المواد الحاوية للأسبستوس إذا ما كانت:

- تالفة أو مفتتة، أفي في حالة تسمح بتفتتها بسهولة، وعليه تحمل إمكانية إطلاق الألياف المنقولة عبر الهواء.
- يتوقع تدهورها مستقبلاً.
- إذا كان من المحتمل انتشارها خلال عمليات الصيانة أو البناء أو الهدم.

عمل إزالة الأسبستوس يجب تنفيذه فقط بيد أشخاص مدربين على تدابير التحكم الصحيح لتقليل كل من نسبة تعرضهم وتعرض أي شخص آخر قد يكون في جوار العمل. تتاح إرشادات مفصلة عن الطرق المناسبة الممكن استخدامها للتحكم بالتعرض ـ مثلاً، من منظمة الصحة والسلامة والبيئة بالمملكة المتحدة.

11.4.2 إصلاح/ تغليف الأسبستوس

مواد الأسبستوس التالفة تلفاً طفيفاً أو ليس من الممكن إزالتها، نظراً لوظيفة المادة أو موقعها، يمكن تغليفها لمنع تحرير ألياف الأسبستوس. يمكن إجراء ذلك بطرق متعددة تبعاً لمدى التلف ونوع الوظيفة التي تؤديها المادة الحاوية للأسبستوس. الطرق المناسبة تشمل:

- تغليف السطح الخارجي بالقماش أو الألمنيوم مثلاً.
- ضغطه بغلاف يغطي يضغط الألياف سوياً. تتوفر العديد من المنتجات، بعضها يشكل أغشية حول السطح الخارجي للمادة وغيرها يخترق المادة لضم الألياف ببعضها في مصفوفة.

12 الأخطار البيولوجية

12.1 مقدمة للمخاطر البيولوجية

فرق جوهري بين الأخطار الكيميائية والبيولوجية هو أن العوامل البيولوجية، سواء كانت بكتيريا أو فيروسات أو فطريات لديها القدرة على التكاثر في حال توفر الظروف الملائمة. ويعني هذا أن التركيز على التحكم لا يعني فقط تجنب الاتصال بالعوامل، ولكن أيضاً ضمان منع العوامل المواتية لنمو الكائنات.

الفئات الثلاث الأساسية للعوامل البيولوجية التي سنغطي أمثلة لها هي البكتيريا والفيروسات والفطريات.

- البكتيريا - هي كائن حي دقيق وحيد الخلية يعيش بالتربة والماء والهواء. توجد آلاف الأنواع المختلفة من البكتيريا ـ العديد منها غير ضار، أو حتى نافع، ولكن بعض أنواع البكتيريا تكون ممرضة - أي تسبب المرض. أمثلة على الأمراض التي تسببها البكتيريا تشمل داء الفيالقة، أنواع متعددة من تسمم الغذاء (مثل السالمونيلا) والجمرة الخبيثة. تستخدم المضادات الحيوية لمعالجة العدوى البكتيرية.
- الفيروسات ـ كائنات طفيلية دقيقة يمكنها التوالد فقط داخل خلية حية. تحتوي الفيروسات على أحماض نووية (دنا أو رنا) مغلفة بغشاء بروتيني. أكبر الفيروسات المعروفة يبلغ حجمها تقريباً 1000 مرة أصغر من البكتيريا المتوسطة. تسبب الفيروسات العديد من الأمراض مثل النزلة الشعبية والأنفلونزا والحصبة وداء الكلب والإيدز. ليس للمضادات الحيوية تأثير في مكافحة الفيروسات ولكم يتم التحكم بالعديد من الأمراض الفيروسية بواسطة التطعيم.
- الفطريات ـ نباتات بسيطة ينعدم فيها الكلوروفيل والهيكل المعتاد للنباتات (كالأوراق والجذور الخ). تضم الفطريات فطر الخميرة والعفن والعفونة وعش الغراب.

تعتمد استجابة كل فرد للتعرض للكائنات الدقيقة على مناعته' أي قوة الفرد في مقاومة المرض. توجد العديد من العوامل التي تنطوي عليها المناعة وهي:

- إذا ما كان الفرد قد عانى بالفعل من مرض معين
- معدلات التحصين
- المقاومة الفردية
- التعب
- السن

لتسهيل كيفية التحكم بالمخاطر الناشئة عن الكائنات المختلفة، يتم تصنيفها إلى ثلاث مجموعات من المخاطر. يجب قياس إجراءات التحكم بحسب مجموعة المخاطرة:

- **مجموعة المخاطرة 1 -** (مخاطرة فردية ومجتمعية منخفضة). كائن لا يحتمل أن يسبب مرض للإنسان أو الحيوان.
- **مجموعة المخاطرة 2 -** (مخاطرة فردية متوسطة، مخاطرة مجتمعية محدودة). الممرض الذي قد يسبب مرض للإنسان أو الحيوان والذي قد يشكل خطر على عمال المختبرات، ولكن لا يحتمل أن ينتشر في المجتمع، الماشية أو البيئة. التعرض المعملي قد يسبب العدوى، ولكن العلاج الفعال والإجراءات الوقائية متاحة وخطر الانتشار محدود.

- **مجموعة المخاطرة 3 -** (مخاطرة عالية على الفرد، مخاطرة منخفضة على المجتمع). الممرض الذي قد يسبب مرض خطير لدى الإنسان ولكن لا ينتشر عادة من شخص لآخر.
- **مجموعة المخاطرة 4 -** (مخاطرة عالية على الفرد والمجتمع). المرض الذي يتسبب عادة في مرض الإنسان أو الحيوان وقد ينتشر المرض فعلياً من شخص لآخر، بشكل مباشر أو غير مباشر.

توجد أيضاً معدلات السلامة الحيوية التي توفر تحذيرات احتوائية يجب استخدامها للتحكم في الأخطار الحيوية. مدى معدل الاحتواء من أقل معدل سلامة حيوية 1 إلى أعلى مدى عند معدل 4.

- **مستوى السلامة الحيوية 1** ـ احتواء قليل أو فصل المرفق ولكن مع الاحتياط مثل فصل وتسمية مواد النفايات.
- **مستوى السلامة الحيوية 2** ـ لدى طاقم العاملين تدريب محدد في التعامل مع العوامل الممرض، دخول المختبر مقصور على وقت إجراء العمل، تتخذ احتياطات شديدة تجاه المواد الحادة الملوثة؛ وتجرى تدابير معينة قد ينتج عنها أيروسولات معدية أو رذاذ معدي في خزانات السلامة البيولوجية.
- **مستوى السلامة الحيوية 3** – يتم إجراء جميع التدابير التي تشمل استغلال المواد المعدية داخل خزانات السلامة الحيوية أو أي أجهزة أخرى للملوثات الكيميائية، أو بارتداء الموظفين الملابس والمعدات الوقائية المناسبة. يوجد بالمعمل خواص هندسية وتصميمية خاصة مثل منطقة الدخول ذات البوابة المزدوجة.
- **مستوى السلامة الحيوية 4** ـ المرفق يكون إما في مبنى منفصل أو في منطقة محكومة داخل المبنى. يحتوي المرفق على تهوية مضبوطة تحفظها تحت ضغط سلبي. يتم إجراء جميع الأنشطة في خزانات سلامة بيولوجية من الفئة III، أو خزانات سلامة بيولوجية من الفئة II تستخدم مع ثياب العاملين ذات ضغط إيجابي وأحادي القطعة ويتم تهويتها بنظام الدعم الحيوي.

12.2 الليجيونيلا وحمى المرطبات

12.2.1 الليجيونيلا

تم التعرف على داء الفيالقة لأول مرة عام 1976، عندما انتشر بين مفوضين يحضرون مؤتمر الفيالقة الأمريكيين في فيلادلفيا. وتم تحديد العامل المسبب فيما بعد على أنه *الليجيونيلا المستروحة*.

وتسبب هذه البكتيريا نموذجين من المرض لدى البشر؛ حمى بونتياك (مرض خفيف يشبه الأنفلونزا) وداء الفيالقة. تدخل البكتيريا إلى الجسم عن استنشاق قطيرات دقيقة من الماء الملوث. ولا ينتقل البكتيريا من شخص لآخر.

حمى بونتياك هو مرض قصير "مقيد ذاتياً" ذو فترة حضانة أقصر وأعراض أخف من داء الفيالقة. تؤثر حمى بونتياك على نسبة أكبر من الأشخاص المعرضين، ولكن إلى الآن لم تؤدي إلى الوفاة.

داء الفيالقة هو مرض يتسم بشكل رئيسي بالالتهاب الرئوب والأعراض المشابهة للأنفلونزا. 15 - 10% من الحالات تنتهي بالوفاة. تزيد احتمالية إصابة الرجال بالمرض عنها في النساء؛ تشمل عوامل المخاطرة الأخرى السن والحالة الصحية العامة.

تنتشر الليجيونيلا في المياه الطبيعية العذبة بما فيها مياه الأنهار والبحيرات والبحيرات. هناك احتمال قوي بوجود تركيز منخفض جداً من البكتيريا في جميع أنظمة المياه المفتوحة، بما في ذلك خدمات المباني. المصادر الأكثر شيوعاً لانتشار داء الفيالقة هي أبراج التبريد وأنظمة المياه في المباني، خاصة بالمستشفيات والفنادق.

الطرق الأولية لمنع انتشار داء الفيالقة والتحكم به هو التحكم النمو الأولي للبكتيريا في أنظمة المياه ومنع إنتاج الأيروسول.

أكثر المناطق عرضة للخطر:

- أبراج التبريد
- خزانات المياه والمسخنات
- خدمات المياه الساخنة والباردة في المنشآت التي يكون سكانها عرضة للخطر بشكل خاص (دور المسنين، المستشفيات، الخ)
- المرطبات والغسالات التي تسبب رذاذ قطيرات الماء والتي تزيد بها درجة حرارة الماء على 20 درجة مئوية
- حمامات السبا وحمامات السباحة
- رشاشات إطفاء الحريق والنوافير.

العوامل المؤثرة على النمو تشمل:

- درجة حرارة المياه - درجات الحرارة التي تتراوح بين 45-20 درجة مئوية تعد مواتية للنمو (درجة الحرارة المثلى 37 درجة مئوية). ليس من المحتمل أن تتكاثر في درجة حرارة تقل عن 20 درجة مئوية، وكما لا يمكن لها العيش في درجة حرارة تزيد عن 60 درجة مئوية.
- المياه الراكدة تسمح بتكاثر البكتيريا
- تواجد الرواسب والنشارة والوحل
- وجود كائنات دقيقة أخرى (الطحالب، الأميبا والبكتيريا) أو البيوفيلم (طبقة من الكائنات الدقيقة الموجود في مصفوفة وتشكل طبقة غروية).

التحكم:

- يجب اتخاذ تدابير لتقليل مخاطر التعرض عبر منع تكاثر الليجيونيلا في الجهاز أو المصنع وخفض التعرض لقطيرات الماء والأيروسول
- تقليل انطلاق رشاش الماء

- تجنب درجة حرارة المياه التي تتراوح بين 20 و 45 درجة مئوية (آلية تحكم رئيسية).
- تجنب المياه الراكدة
- تجنب استخدام المواد التي قد تنقل أو تدعم نمو البكتيريا والكائنات الأخرى
- الاحتفاظ بنظافة الجهاز (تجنب الترسبات الخ)
- استخدام معالجة المياه المناسبة بما في ذلك المبيدات الحيوية
- تأكد من أن النظام يعمل بشكل آمن وسليم وأنه قد أجريت عليه الصيانة الواجبة.

جمع العينات لتقييم جودة المياه هو جزء هام من نظام معالجة المياه ويجب أن يحتوي على كل من اختبارات كيميائية وميكروبيولوجية.

12.2.2 حمى المرطبات

تقترن حمى المرطبات بالتعرض لأنواع متعدد ومختلفة من الكائنات الدقيقة بما فيها البكتيريا والفطر المتواجدين في خزانات المرطبات ووحدات التكييف. وجدت الكائنات الدقيقة في كل من أنظمة التهوية الكبيرة والوحدات الصغيرة. التركيزات الكبيرة من هذه الكائنات قد تنتشر في البيئة في الضباب الأيروسولي المتولد من المرطبات خلال التشغيل المعتاد.

تسبب حمى المرطبات مرض مشابه للأنفلونزا مع وجود حمى ورعشة وصداع وألم بالعضلات وإجهاد. عادة ما تقع هذه الأعراض بعد التعرض بساعات وعادة ما تتلاشى خلال يوم تقريباً. ولكن، في بعض الحالات قد تظهر حالة أرجية من التهاب الحويصلات الهوائية.

تتمحور ضوابط منع حمى المرطبات حول ضمان أن البكتيريا والفطريات لا تتكاثر وتصل لتركيزات عالية في خزانات المياه. تضم أساليب الضبط جداول منتظمة للتنظيف والصيانة، مقترنة بالتعقيم.

12.3 الأمراض المنقولة عبر الدم

يمكن حدوث نقل الأمراض في مكان العمل عبر الإصابات الحادة والاتصال بالدم وسوائل الجسم الأخرى الحاملة للعدوى بالأغشية المخاطية أو البشرة غير الصحيحة.

تتعلق مخاطرة الاكتساب المهني للفيروسات المنقولة عبر الدم بكل من:

- انتشار الفيروسات في مجموعات المرضى
- كفاءة نقل الفيروس بعد اتصال وجيد بالسائل/ النسيج المصاب
- طبيعة لاتصال بالدم وتكراريته في مكان العمل
- تركيز الفيروس بالدم.

من بين المهن الأكثر عرضة هم موظفي الرعاية الصحية وخدمات الطوارئ إلى جانب الأشخاص الذين يسافرون ويعملون بدول ينتشر فيها المرض بكثرة.

تأتي الحماية من تجنب اتصال الدم بالدم باتخاذ الاحتياطات التي تشمل:

- ارتداء القفازات الواقية وأقنعة الوجه
- تغطية الجروح والشقوق بالضمادات المقاومة للماء
- توخي الحذر عند استعمال الآلات الحادة
- ضمان تعقيم جميع المعدات بشكل صحيح
- التخلص من المواد الحاملة للعدوى بشكل آمن
- التحكم بتلوث الأسطح
- الحفاظ على الصحة الجيدة
- حيثما يلزم، تحصين العاملين "المعرضين للخطر" (مثلاً ضد التهاب الكبد الوبائي ب).

12.3.1 التهاب الكبد الوبائي ب

التهاب الكبد الوبائي ب هو فيروس ينتقل عبر الدم أو العلاقات الجنسية ويسبب التهاب الكبد. العديد من الأشخاص المصابين لا تظهر عليهم أي أعراض، ولكن قد يعاني آخرون من أعراض مشابهة للأنفلونزا والغثيان والاصفرار. قد يتسبب فيروس التهاب الكبد الوبائي ب في مرض الالتهاب الكبدي ويمكنه أيضاً أن يسبب تلف كبدي طويل الأمد.

ينتشر التهاب الكبد الوبائي ب بكثرة في أجزاء من العالم مثل جنوب شرق آسيا وأفريقيا والشرق الأوسط والأقصى وجنوب وشرق أوروبا. تقدر منظمة الصحة العالمية أنه يوجد 350 مليون شخص مصاب بهذا المرض بشكل مزمن حول العالم.

يمكن أن ينتقل الفيروس بواسطة الاتصال بالدم المصاب أو سوائل الجسم المصابة من شخص مصاب بالمرض. يؤدي عدم القدرة إزالة عدوى التهاب الكبد الوبائي ب بعد ستة أشهر إلى حالة الحامل المزمن. العديد من الأشخاص الذين يصبحون حملة مزمنين للعدوى لا تظهر عليهم أي أعراض ولا يكونوا واعين بإصابتهم.

توخي الحذر بوجه عام يشمل الوقاية ضد اتصال الدم بالدم. علاوة على ذلك، يجب تحصين جميع العاملين بمجال الرعاية الصحية ضد عدوى التهاب الكبد الوبائي ب ويجب أن يظهر أنهم استجابوا استجابة مصلية للقاح. يجب الالتزام بالاحتياط الشاملة عند التواجد بالمستشفى.

12.3.2 التهاب الكبد الوبائي ج

التهاب الكبد الوبائي ج هو فيروس ينتقل عبر الدم أو العلاقات الجنسية ويسبب التهاب الكبد. لا توجد لقاحات متاحة لمنع العدوى بالتهاب الكبد الوبائي ج. تؤثر عدوى التهاب الكبد الوبائي ج على أشخاص مختلفين بطرق مختلفة؛ الكثير منهم لا يعانون من أي أعراض، بينما يعاني آخرون من حالات إعياء شديد. تشمل الأعراض المبلغ عنها الإعياء، فقدان الوزن، الغثيان، أعراض مشابهة للأنفلونزا، صعوبة في التركيز، آلام بالبطن واصفرار.

يقدر أن حوالي 20-15% من الأشخاص المصابين يتخلصون من إصابتهم بشكل طبيعي خلال الأشهر الست الأولى من العدوى. أما النسبة المتبقية، فيكون التهاب الكبد الوبائي ج لديها مرض مزمن قد يمتد لعدة عقود و قد يستمر طوال العمر

في نسبة الـ 85-80% من المصابين الذين يخفقون في التخلص من العدوى طبيعياً، ويكون ناتج العدوى شديد التباين. لا يظهر على العديد من الناس أي علامات أو أعراض لداء الكبد خلال حياتهم، بل إنهم قد لا يعرفون أنهم مصابين. بينما ينشأ لدى آخرين مرض كبدي خطير.

تقدر منظمة الصحة العالمية أنه يوجد 170 مليون حامل لفيروس التهاب الكبد الوبائي ج حول العالم. وينتشر الدم عندما يدخل دم من شخص مصاب في مجرى دم شخص آخر. تتمركز الوقاية من هذا المرض حول إعاقة اتصال دماء الأشخاص المصابين بغيرهم.

مدمني المخدرات بالحقن يكونون عرضة بشكل كبير للإصابة، يجب دائماً استخدام معدات حقن معقمة. في منشآت الرعاية الصحية، يجب الالتزام بالاحتياطات الشاملة؛ يجب التعامل مع جميع الدماء وسوائل الجسم على أنها محتملة العدوى في كل الأوقات.

12.3.3 HIV - (فيروس نقص المناعة البشرية)

فيروس نقص المناعة البشرية HIV هو العدوى التي تؤدي إلى الإيدز عبر تحطيم خلايا مناعية معينة. ينتقل فيروس نقص المناعة البشرية HIV عن طريق الاتصال الجنسي كما ينتقل عبر الدم.

- عادة لا تظهر أعراض على الأشخاص المصابين بفيروس نقص المناعة البشرية HIV لفترات طويلة، بينما يعمل الفيروس ببطء على إضعاف الجهاز المناعي للجسم.
- عندما ينهار الجهاز المناعي لدى شخص ما، يصبح عرضة لأمراض أخرى، خاصة العدوى (مثل السل والالتهاب الرئوي) والسرطان، والتي لا يشكل العديد منها خطراً معتاداً على الشخص السليم. في هذه المرحلة الخطرة من الإصابة عادة ما يشخص المريض بالإيدز. وكلمة الايدز تعني متلازمة نقص المناعة المكتسبة
- عادة ما ينتج المرض وما قد يتبعه من وفاة لدى المصاب بفيروس نقص المناعة البشرية HIV، ليس من الفيروس ذاته ولكن من الأمراض التي جعل الفيروس جسد المريض عرضة لها. مع العلاج، قد يتعافى مريض الإيدز من المرض، ولكنه سيكون عرضة لمرض آخر. الوفاة المبكرة هي أمر شبه مؤكد لدى الأشخاص المصابين بفيروس نقص المناعة البشرية HIV.

فيروس نقص المناعة البشرية HIV يعتبر عدوى خطيرة. دون علاج، يتوقع وفاة معظم المرضى متأثرين بإصابتهم.

حالياً لا يوجد لقاح أو علاج لفيروس نقص المناعة البشرية HIV. ولكن، يتوفر الآن علاج يطلق عليه العلاج المضاد للفيروسات عالي النشاط (HAART). ويعمل هذا العلاج على قمع فيروس نقص المناعة البشرية

HIV ويمكنه عكس التلف الذي وقع على الجهاز المناعي لبعض الوقت، ويعمل على إطالة عمر المصابين. يتغير الفيروس بشكل مستمر، ويصبح أحياناً مقاوماً للعقارات الحالية، لذا فإن HAART قد لا يكون حل طويل المدى، وهو ليس علاج شاف.

12.4 الأمراض حيوانية المنشأ

الأمراض حيوانية المنشأ هي عدوى تنتقل من الحيوان إلى الإنسان بشكل طبيعي. يوجد حوالي 150 مرض حيواني المنشأ تتراوح بين الديدان الحلقية إلى الجمرة الخبيثة وداء الكلب. تصيب الأمراض حيوانية المنشأ بشكل رئيسي الأشخاص الذين يعملون مع الحيوانات والإنتاج الحيواني مثل عمال المزارع، عمال المختبرات، الأطباء البيطريين، عمال الغابات، والعاملين في صناعة الصوف والصباغة.

قد تحدث عبر الاتصال بكل من:

- الحيوانات والمنتجات الحيوانية (اللحوم، الوجبات العظمية، الفراء، الريش، الجلود، الصوف)
- الأنسجة الحيوانية وسوائل الجسم (الدم، اللعاب، الخ)
- نواتج الولادة (المشيمة، الخ)
- الفضلات (البول، الروث، البراز)
- المواد الملوّثة (الأرضيات، السياج، الملابس، الخ)

قد تحدث العدوى عن طريق الاستنشاق، التناول عن طريق الفم، أو عبر البشرة المشققة أو الاتصال بالأغشية المخاطية.

12.4.1 الجمرة الخبيثة (اللجنة الاستشارية للممرضات الخطرة ACDP المجموعة 3)

وينتج المرض عن البكتيريا المسببة للأبواغ عصية الجمرة الخبيثة. قد يحمل العديد من الحيوانات بكتيريا الجمرة الخبيثة (الأنثراكس) أو الأبواغ بما فيها الماشية والخيل والماعز والأغنام. قد تمثل الأبواغ المختبئة، بالصوف ووبر الحيوانات، مشكلة لعمليات التصنيع التالية باستخدام هذه المنتجات. إن الأبواغ تتميز بمقاومة عالية وقد تبقى المراعي حاملة للعدوى لسنوات عديدة.

يوجد نوعان أساسيان لمرض الجمرة الخبيثة قد يصاب بهما الإنسان؛ الجمرة الخبيثة الجلدية (مرض جلدي) أو الجمرة الخبيثة الرئوية (مرض يصيب الرئة).

- الجلدية - الشكل الأكثر شيوعاً بعد حدوث اتصال جلدي. بقعة حمراء في موقع العدوى تتطور إلى بثرة سوداء بالمركز. دون علاج، عادة ما يبدأ البوغ في التعافي بعد حوالي 10 أيام. في نسبة ضئيلة من الحالات، تدخل البكتيريا الناشئة عن البوغ إلى مجرى الدم مسببة تسمماً بالدم قد ينتهي بالوفاة.
- الجمرة الخبيثة الرئوية أو التنفسية – نظراً لاستنشاق الأبواغ الحاوية للمادة. تدخل الأبواغ إلى الرئنيم ثم ترفع بواسطة الجهاز المناعي. الأعراض الأولية تشبه الأنفلونزا، ولكنها تتطور بسرعة عندما تنمو

الأبواغ بالنسيج الليمفاوي، ثم تتكاثر وتنتج سماً قوياً. يتفاقم المرض مع صعوبة بالتنفس، وتغير لون البشرة والتوهان، مما يؤدي إلى الوفاة خلال 48 -24 ساعة.

المهن الأساسية المعرضة للإصابة تشمل عمال الزراعة، المسالخ، معالجة المنتجات الحيوانية الفرعية، الأطباء البيطريين، وصناعات الصوف والصباغة.

تشمل تدابير التحكم كل من إزالة الجمرة الخبيثة من حيوانات المزارع، مستوى عالي من النظافة الشخصية بما في ذلك تضميد الجروح بضمادات مقاومة للمياه والتوعية والتدريب.

12.4.2 داء اللولبية النحيفة (مجموعة الأخطار 2)

الشكل الرئيسي لداء اللولبية النحيفة هو داء فايل والذي قد يسبب الوفاة بسبب بكتيريا اللولبية النحيفة التي تنتقل من الجرذان عن طريق البول. تشمل الأعراض أعراضاً مشابهة للأنفلونزا مثل الحمى والصداع والقيء وآلام العضلات والالتهاب الرئوي وإمكانية الإصابة بالفشل الكلوي والوفاة.

قد ينتقل هذا المرض عن طريق الاتصال ببول الجرذان أو مجاري المياه الملوثة به. قد يدخل الجسم عن طريق خدوش وجروح البشرة وعن طريق أغشية الفم والأنف والملتحمة.

تشمل المهن العرضة لخطر الإصابة به عمال المزارع، عمال مزارع السمك، عمال الإنشاءات، عمال صناعة المياه، عمال صناعة الترفيه، عمال المجاري وعمال المختبرات.

12.4.3 داء السالمونيلا

داء السالمونيلا هو المصطلح الذي نطلقه على عدوى ناتجة عن أي بكتيريا تابعة لمجموعة السالمونيلا. أغلب أنواع حيوانات المزارع قد تكون حاملة للسالمونيلا. عادة ما تقترن العدوى بتناول طعام ملوّث أو قد تنتج عن الاتصال بروث حيوانات المزارع مثلاً الأكل أو الشرب أو التدخين بأيادٍ متسخة.

تتطور الأعراض بشكل فجائي بعد الإصابة بالعدوى بـ 12 إلى 24 ساعة وتشمل التوعك وآلام البطن والإسهال والحمى. عادة ما تستمر الأعراض لمدة يومين إلى ثلاث أيام ولكن قد تستمر لفترة أطول. قد تحدث أيضاً الإصابة بالجفاف أو تسمم الدم.

12.5 العفن

العفن هو فطر مجهري ينمو في شكل خيوط أو شعيرات متفرعة. يتكاثر العفن عن طريق أبواغ مجهرية قد ينشأ عنها نمو جديد للعفن والذي قد ينتج بدوره ملايين الأبواغ.

إذا تم استنشاق الأبواغ الفطرية، قد يؤدي ذلك إلى التهاب مخاطية الأنف أو أي استجابات أرجية أخرى مثل التهاب الحويصلات الهوائية.

يمكن أن نجد العفن في أي مكان به رطوبة، أكسجين ومصدر غذائي. ينمو العفن على المواد العضوية الميتة مثل الخضروات المتعفنة والأوراق الذابلة، وخاصة في المناطق الرطبة المظللة.

في المواضع الصناعية، المخابز، مصانع البيرة، معامل الألبان والصوبات الخضراء أمثلة للمواضع النموذجية لنمو العفن. أي مكان يخزن به الطعام الطازج هي أيضاً أماكن محتملة لإمكانية نمو العفن. الأمثلة الموثقة جيداً تشمل مخازن الغلال أو الصوامع، خاصة إذا كانت الغلال رطبة قليلاً عند التخزين.

بالطبع، في أي بيئة مغلقة، قد ينمو العفن في الأماكن الرطبة مثل بدروم رديء التهوية أو حمام أو وحدات ترطيب أو تكييف. وبالطبع يمكنهم النمو بالمناطق التي بها مواد أو أسطح رطبة. تخفيض معدلات البلل والرطوبة هو العامل الأهم في تقليل نمو العفن.

12.6 الجوائح

يمكن تعريف الجائحة على أنها وباء المرض المعدي الذي يتفشى على نطاق جغرافي واسع (العديد من الدول، قارة أو حتى على مستوى العالم) ويؤثر على نسبة كبيرة من البشر.

يمكن أن تبدأ الجائحة عند حدوث الأوضاع التالية:

- ظهور مرض ما، أو سلالة محددة من مرض، جديدة على مجموعة من البشر.
- يؤثر العامل على البشر، مسبباً اعتلالهم.
- ينتشر العامل بسهولة واستدامة بين البشر.

حدثت العديد من الجوائح في الماضي بما فيها تلك الناتجة عن التيفود والكوليرا والطاعون الدبلي وفيروسات الأنفلونزا. قتل لطاعون الدبلي عشرات الملايين من البشر في أوروبا في القرون الوسطى. أكثر جوائح فيروس الأنفلونزا خطورة تم تسجيلها حدثت بين عامي 1918 و1920 عندما قدر أن "الأنفلونزا الإسبانية" قد تسببت في وفاة 40 مليون نسمة على الأقل. في الآونة الأخيرة قدّر أن "أنفلونزا هونج كونج" قد تسببت في وفاة حوالي 1 مليون نسمة في أواخر الستينات من القرن العشرين.

وتستمر سلالات جديدة من فيروس الأنفلونزا في الظهور لدى الحيوانات مع احتمالية أن تتسبب سلالة جديدة في جائحة مستقبلية. تحدث هذه السلالات الجديدة من فيرو الأنفلونزا عندما يتم انتقالها إلى البشر من جنس حيواني آخر مثل الخنازير أو الدجاج أو البط.

مثال حديث على سلالة أنفلونزا جديدة هي H5N1 (أنفلونزا الطيور) التي تم العثور عليها عام 2004 في طيور بدولة فيتنام. بحلول عام 2007 وجدت حالات في مناطق متفرقة من قارة آسيا والكثير في أوروبا. وقد وقعت حالات وفاة بين

بشر اتصلوا عن قرب بطيور مصابة. انعدمت أو ندرت حالات انتقال المرض من إنسان لإنسان آخر. أنفلونزا الطيور H5N1 ليست مصنفة على أنها جائحة إذ أن الفيروس مازال غير قادر على الانتشار بسهولة أو

استدامة بين المجموعات البشرية. ولكن، إذا أندمج الفيروس مع سلالة فيروس أنفلونزا بشرية قد يتطور نوع فرعي جديد قد يكون عالي العدوى بين البشر.

مشكلة أخرى قد تتعلق بالجوائح هي أن العديد من الكائنات الدقيقة تصبح مقاومة للعديد من المضادات الحيوية المستخدمة حالياً. هذه الكائنات الدقيقة المقاومة للمضادات الحيوية (المعروفة أحياناً باسم "الآفات الخارقة") قد تسهم في عودة العديد من الأمراض المسيطر عليها جيداً في الوقت الحالي، مثل السل الرئوي، إلى الظهور.

كما تصبح مجموعات من البكتيريا الشائعة مقاومة للمضادات الحيوية مما يتسبب في نشوء عدد من الإصابات المنتقلة في مواقع الرعاية الصحية. مثال معروف على ذلك هو المكورات العنقودية الذهبية المقاومة للميثيسيلين (أو MRSA).

12.7 التعديل الوراثي

التعديل الوراثي هو تقنية تطورت خلال الـ 30 عاماً الماضية لتغيير خواص الكائنات الحية، مثل النباتات أو الحيوانات. وتنطوي على إضافة مواد وراثية جديدة في الجينوم الخاص بالكائن الحي.

تعديل كائن ما وراثياً (GMO) له تطبيقات واسعة الانتشار. تستخدم التعديلات الوراثية في الأبحاث البيولوجية والطبية، وإنتاج العقاقير الدوائية والزراعة. إلى الآن، أكبر تطبيق للتعديل الوراثي كان إنتاج محاصيل غذائية أكثر مقاومة للمرض، أو لهجمات الحشرات، أو بعائد محاصيل متزايد.

ولفوائد التعديل الوراثي احتمالية هائلة. الفوائد المحتملة للتعديل الوراثي في المستقبل تشمل علاج جديد للأمراض، والمحاصيل الأكثر مقاومة للطفيليات والأمراض، وأغذية ذات قيمة غذائية أكبر وإنتاج عقاقير من النباتات.

ولكن، يوجد عدد من المخاوف الخاصة بهذه التكنولوجيا. يتخوف البعض من حيث المبدأ حيال تعديل الأنظمة البيولوجية التي تطورت طبيعياً. علاوة على ذلك، يتخوف البعض من أننا لازلنا غير قادرين على فهم جميع التداعيات المحتملة للاستغلال الجيني.

هناك تخوف خاص حول إمكانية التلقيح المتبادل بين النباتات المعدلة جينياً (أو التفجر الأرضي) مع أنواع محاصيل "طبيعية" أخرى لإنتاج أنواع أخرى لم يتم تقييم خواصها. كما كانت هناك ريبة فيما يخص مأمونية الأطعمة المعدلة جينياً.

كنتيجة لتلك المخاوف، تم تطبيق ضوابط صارمة في استخدام وإنتاج الكائنات المعدلة جينياً.

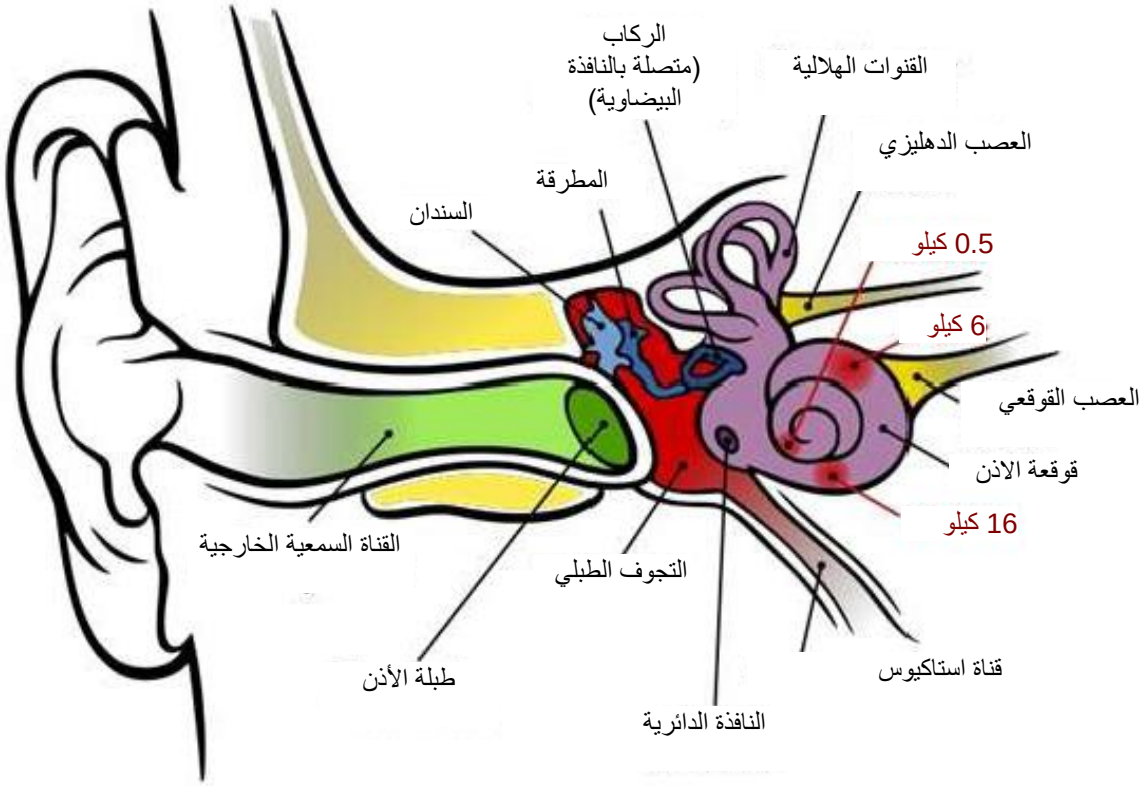
13 الضوضاء

13.1 الخلفية

أصبح من الشائع تعريف الضوضاء على أنها الأصوات غير المرغوب فيها وقد عرف عنها لعدة سنوات أنها سبب لفقدان السمع في مجال الصناعة. إذن ما هو الصوت وكيف نسمعه؟ الصوت هو إحساس يدركه مخ الإنسان أو الحيوان كنتيجة لاهتزازت طولية لجزيئات الهواء المرتطمة بالأذن.

في الواقع الأصوات هي موجات ضغط يسببها جسم مهتز، تنبعث من المصدر. يمكن للأذن البشرية الشعور بـ وإدراك موجات الضغط الصغيرة السريعة على أنها صوت (ضوضاء) ثم توصل معلومات للمخ عن حجمها (مداها) وترددها.

13.2 الأذن



المصدر: Wikimedia Commons

الشكل 13.1 - رسم تخطيطي مبسط للأذن البشرية

تستقبل الأذن الخارجية، أي الجزء الذي نستطيع رؤيته، موجات الضغط وتقوم بتمريرها عبر القناة السمعية إلى الغشاء - طبلة الأذن، الواقعة في داخل الجمجمة لحمايتها. تهتز طبلة الأذن مستجيبة لموجات ضغط الصوت وينتقل هذا الاهتزاز عبر 3 عظام صغيرة بمطرقة للأذن الوسطى، والسندان، والركاب، إلى غشاء آخر، النافذة البيضاوية للأذن الداخلية.

تحتوي الأذن الوسطى أيضاً على قناة إستاكيوس، التي تحتوي على فتحة موصلة للحلق، بهذا تحتفظ بضغط الأذن الوسطى مساوي للضغط الجوي. مساواة معدلات الضغط ضرورية لأن طبلة الأذن يجب أن تستجيب إلى تذبذبات الضغط، وليس للضغط المطلق.

النافذة البيضاوية بدورها تقوم بتمرير الاهتزازات إلى القوقعة، وهي عضو حلزوني الشكل يحتوي على سائل وحوالي 25,000 خلية مستقبِلة (أطراف عصبية). تولد الاهتزازات موجات ضغط في سائل قوقعة الأذن، فتثير القوقعة الأطراف العصبية التي تقوم بنقل الإشارات الكهربية المقابلة للمخ. كل خلية مستقبِلة تحتوي على استجابة خاصة بها للنغمات وعليه فهي تستطيع تحليل وفصل خليط من الإشارات الواردة إلى مكونات ترددية منفردة. هذه القدرة تمكن الأذن البشرية من التعرف على النغمات المتفردة من بين وابل الأصوات الوارد إليها.

13.3 الصوت المسموع

الخاصتان الرئيسيتان للصوت هما التردد و الحدة. عدد موجات الضغط/ الاهتزازات لكل ثانية والمعروف بالتردد، ويعبر عنه بوحدة الهرتز (Hz)، كلما زاد عدد التقلبات لكل ثانية كلما ارتفعت نغمة الصوت. يقدر مدى تردد الصوت البشرة عادة بين 20 هرتز و20,000 هرتز (20 كيلو هرتز). تقدر السي الوسطى في الموسيقى بحوالي 260 هرتز (تباينت آراء الموسيقيين بين 255 و278 هرتز)، وعند مضاعفة التردد ترتفع النغمة بقدر واحد أوكتاف، وعليه يقدر تردد الأوكتاف الذي يفوق السي الوسطى (البالغة 260 هرتز) بـ 520 هرتز.

يقصد بالحدة (I) مدى (حجم) موجات الضغط، وتعرف الحدة على أنها متوسط كم الطاقة المارة عبر مساحة منطقة ما خلال زمن هذه المنطقة وتقاس بالوات في المتر المربع(و/م^2).

يكون قياس معدلات الضوضاء أمر معقد جداً عند قياس ضغط الصوت (باسكال) أو حدتة (و/م^2)، إذ تكون الأرقام غير عملية. لذا نربط بينها وبين معدل مرجعي (في هذه الحالة، الحد الأقصى للسمع) وباستخدام مقياس تسجيلي للنتائج، يمكن الحصول على أرقام يسهل التحكم بها. ويطلق على ذلك الديسيبيل والذي يبلغ عشر البيل. الديسيبيل (dB) ليس له أبعاد؛ هو ليس إلا وحدة مقارنة منظومة على مقياس لوغاريتمي، ليسمح بتوافق الرقم المتزايد مع تصاعد الحدة. جهارة الضوضاء تنتج عن كل من الحدة والتردد.

المصدر: المركز الكندي للصحة والسلامة المهنية

13.4 الآثار الصحية للضوضاء المفرطة

من المعروف منذ زمن طويل أن التعرض المنتظم لضوضاء شديدة الحدة قد يؤدي إلى تلف في آلية السمع، تكون درجة التلف نسبية تبعاً لإجمالي الطاقة الضوضائية الواقعة على الأذن. يتعلق التلف بكل من حدة وطبيعة (استمرار أو تقطع) ومدة التعرض للضوضاء، ويكون لها آثار مرئية مجهرياً على الأذن الوسطى تكون غير قابلة للتصحيح أو العلاج. هناك خمس آثار ممكنة على الصحة للضوضاء:

- فقدان السمع بفعل الضوضاء هو أثر تراكمي من التعرض المتكرر. ويرجع لتلف الخلايا المشعرة بقوقعة الأذن في الأذن الوسطى. أول مؤشرات فقدان السمع يحدث عند انخفاض القدرة على السمع عند مدى تردد قدره 4 كيلو هرتز. بمرور الوقت، إذا استمر التعرض، يظهر تلف الأذن بسبب الضوضاء تزايداً في عمق فقد السمع وتوسعاً في ثلمة الـ 4 هرتز لكل من الترددات الأقل والأعلى.
- الطنين ـ سماع ضوضاء في الأذن من دون سبب خارجي، و كثيرا ما يصاحب ذلك الصمم.
- تحول مؤقت بالحد الفاصل (TTS) ـ تلف الخلايا المشعرة بالأذن الداخلية قد يسبب خلل مؤقت بالسمع، ناتج عن التعرض لمعدلات ضوضاء عالية. يحدث التعافي حالما يقلل التعرض لمعدلات الضوضاء العالية، عادة خلال عدة ساعات.
- التلف المادي لطبلة الأذن والعظيمات الناتج عن الضوضاء العالية بشكل مفرط، الانفجارات مثلاً. يشار إلى هذا النوع من فقد السمع بفقدان السمع التوصيلي.

- الضيق/ التوتر، بينما يصعب تقدير وقياس ذلك، قد تسبب الضوضاء آثار نفسية مثل عدم القدرة على التركيز والهياج والتوتر.

إلى جانب تسببها في فقد السمع المؤقت أو الدائم، يمكن أن تشكل الضوضاء أيضاً خطراً على السلامة. من الأمور الأكثر وضوحاً، تتداخل الضوضاء مع التواصل اللفظي، والذي يؤدي إلى حدوث أخطاء وعدم القدرة على الاستجابة للأصوات والصيحات التحذيرية.

يمكن أن ينتج فقدان السمع عن التعرض المستمر لمعدلات مفرطة تبلغ 85 dB(A) ولكن تتباين الاستجابة الفردية في مجموعة بشرية ما. التعرض المستمر لمعدلات مفرطة تبلغ 90 dB(A) ينتج عنها 20% نسبة إصابة بفقدان السمع بفعل الضوضاء بين مجموعة ما.

التعرض المنتظم **الضوضاء عالية الحدة**, أي بما يزيد عن 80 dB(A)، سينتج عنه بشكل شبه ثابت درجة من فقدان السمع بفعل الضوضاء لدى الأشخاص ذوي الحساسية السمعية. لا توجد طريقة للتنبؤ مسبقاً أي أفراد بعينهم قد يكونوا أكثر عرضة للإصابة بفقدان السمع بفعل الضوضاء.

الضوضاء متوسطة الحدة، أي 55-80 dB(A)، رغم أنها لا تمثل خطراً محتملاً على السمع، قد تؤثر سلباً على التركيز وتتداخل مع التواصل اللفظي إذا زادت عن 85 dB(A).

الضوضاء منخفضة الحدة، أي أقل من 55 dB(A)، قد تتسبب أيضاً في شكاوى من العوام بخصوص "الإزعاج" مثل إقلاق النوم.

13.5 جمع مستويات الصوت

عندما يصدر صوتان في نفس الوقت لا يكون المجموع المضاف لحدتهما كم عددي لمعدلات الديسيبيل لكل صوت. للحساب الدقيق يجب جمعهما كلوغاريتمات - عادة باستخدام آلة حاسبة. أو كبديل رقم منطقي تقريبي ناتج عن جمع معدلات الديسيبيل يمكن الحصول عليه باستخدام الجدول التالي:

الفرق مقاس بـ dB (A)	أضف إلى القيمة الأعلى
1 أو صفر	3
2 أو 3	2
4 إلى 9	1
10 أو أكثر	0

وعليه إذا أصدرت آلتان معاً ضوضاء معدلها 90 dB (A) المجموع الكلي لمعدل الضوضاء هو 93 dB(A). ملحوظة مضاعفة معدل الضوضاء ينتج عنه زيادة في الـ(A3) dB.

13.6 تحليل التردد

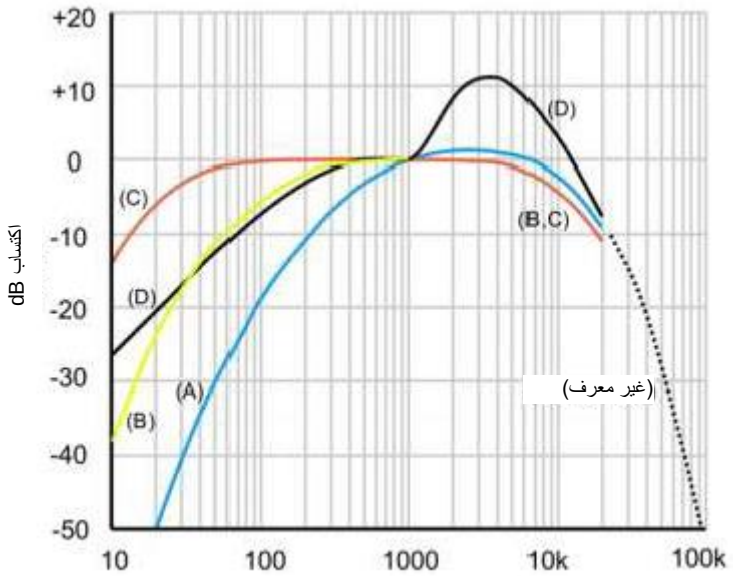
ما لم تكن نبرة الصوت نقية، وهو أمر نادر، تتشكل معظم الأصوات الضوضائية كم متعدد من الحدة والترددات، وعند تقييمها لأسباب تخص الصحة أو الإزعاج، من المفيد أن نفهم ما هي المستويات التي تزيد عن مدى الترددات، أي إنتاج مجال صوتي. مراعاةً للملائمة من المعتاد تقسيم مدى الترددات إلى نطاقات أوكتافية باستخدام آلة تقيس الحدة على أوكتاف، وتقديرها على أنها الحدة عند تردد محدد في منتصف الأوكتاف. ترددات منتصف الأوكتاف المختارة لذلك هي:

31.5 هرتز، 63 هرتز، 125 هرتز، 250 هرتز، 500 هرتز، 1 كيلو هرتز، 2 كيلو هرتز، 4 كيلو هرتز، 8 كيلو هرتز وأحياناً 16 كيلو هرتز.

لذا سيقدر المجال الصوتي الحدة في كل واحد من ترددات منتصف الأوكتاف أعلاه. الأذن البشرية حساسة للغاية تجاه الترددات بين 20 هرتز و 20 كيلو هرتز، حيث تقع ترددات الحديث بين 500 هرتز و 4 كيلو هرتز، إذ تكون ترددات الحروف اللينة أقل وترددات الحروف الساكنة أعلى.

13.7 أوزان ديسيبيل

لأن الضوضاء هي مزيج من الأصوات متباينة الترددات والحدة، يمكن التعبير عن الضوضاء إما كمجال، أو كمزيج بين كل الترددات المجمعة سوياً في قيمة واحدة. لأن الأذن البشرية تكون أكثر حساسية لترددات معينة منها لأخرى، من الممكن السماح لتلك الموجودة في الدوائر الإلكترونية لمقياس مستوى الصوت. أي أن ترددات معينة يتم كبحها بينما يتم تقوية ترددات أخرى بهدف التقريب لاستجابة الأذن البشرية. تعرف هذه التقنية بالوزن، ويوجد قياس A و B و C و D متاح لأغراض متعددة. الوزن الذي تم تبنيه في مجال مكان العمل هو المعطى في dB(A). إذا تم تطبيق وزن A لقياس بالديسيبيل، يعد المستوى المقابل بالـ dB(A) مؤشراً جيداً لجهارة الصوت التي تدركها الأذن البشرية.



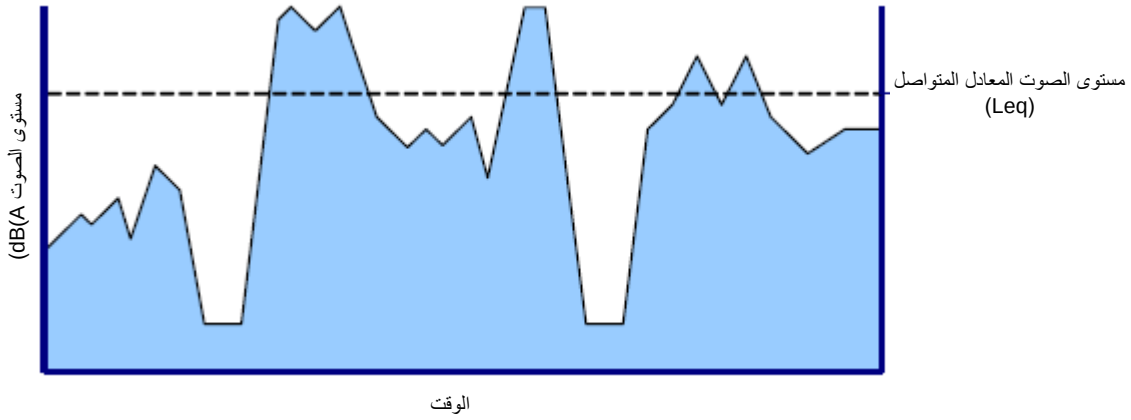
وزن A (أزرق)، وزن B (أصفر)، وزن C (أحمر)، وزن D (أسود)

المصدر: المجال العام Wikimedia Commons

شكل 13.2 - مخطط يظهر أوزان التردد والاستجابة النسبية

13.8 مستوى الصوت المعادل المتواصل (Leq)

التعبير عن التعرض للضوضاء من وجهة نظر احتمالية أن تتسبب فقدان سمع بسبب الضوضاء تم تبسيطه باستخدام dB(A) بدلاً من dB لإزالة العامل المعتمد على التردد. ولكن، بنفس الشكل التي تتباين فيه في ترددها، تتباين الضوضاء الصناعية أيضاً في حدتها طوال اليوم ومن يوم لآخر وتكون عادة متقطعة بطبيعتها. لذا يلزم متوسط ما وتم وضع مستوى الصوت المعادل المتواصل (Leq) لهذا السبب.



المصدر: أدريان هيرست

يمكن تعريف مستوى الصوت المعادل المتواصل (Leq) على أنه مستوى ضغط الصوت الثابت، الذي يشمل نفس محتوى الطاقة طوال فترة من الزمن وبالتالي نفس احتمالية الإضرار بالأذن، كالضوضاء الفعلية المتذبذبة.

13.9 جرعة الضوضاء

في أوروبا مدونة توجيهات العوامل الفيزيائية (الضوضاء) (2003/10/EC) يحدد أن تعرض العمال الشخصي اليومي للضوضاء (LEP,d) لا يجب أن يتعدى 85 dB(A). ويعادل هذا الحد Leq قدره 85 dB(A) بـ 8 ساعات يومياً، ويمثل جرعة ضوضاء قدرها 100%. باستخدام مفهوم الطاقة الخاص بـ Leq زيادة قدرها 3 ديسيبيل في مستوى ضغط الصوت تقسم مدة التعرض المسموح بها إلى النصف. مثلاً، زيادة مستوى الصوت من 85 dB(A) إلى 88 dB(A) يجب أن تقترن بشطر مدة التعرض من 8 إلى 4 ساعات.

المدة اليومية (ساعات)	الحد الأوروبي (Leq) dB(A)
16	82
8	85
4	88
2	91
1	94
30 دقيقة	97
15 دقيقة	100
7.5 دقيقة	103
3.75 دقيقة	106

13.9.1 حساب تعرض العمال الشخصي اليومي للضوضاء (LEP,d)

تتوفر العديد من الجداول ومخططات المعادلات لحساب تعرض العمال الشخصي اليومي للضوضاء (LEP,d). أنظر: http://www.hse.gov.uk/noise/calculator.htm (accessed February 2010)

13.10 حدود الضوضاء

في أوروبا تحدد مدونة توجيهات العامل الفيزيائي (الضوضاء) أيضاً الواجبات المنوط بها أصحاب العمل في كل دولة على حدة كما يلي:

- يتحتم على صاحب العمل أن يقيم المخاطر المقترنة بالتعرض للضوضاء.
- حماية العامل من التعرض للضوضاء عن طريق:
- إزالة مخاطر الضوضاء والتحكم بها
- توفير الحماية اللازمة للسمع
- توفير المعلومات والتعليمات والتدريبات الملائمة للعمال حول المخاطر وتدابير التحكم وحماية السمع وممارسات العمل الآمنة.
- توفير المراقبة الصحية (فحص السمع) للموظفين المعرضين للخطر.
- إجراء صيانة على المعدات، خاصة على أي آلة متوفرة للتحكم بالضوضاء.
- مراجعة تقييم المخاطر والإجراءات المناسبة بانتظام (عادة مرة كل عامين على الأقل).

تحدد القواعد قيم الإجراءات والحدود كما يلي:

- **القيم الدنيا لإجراءات التعرض:** تعرض شخصي يومي أو أسبوعي قدره 80dB (A) وذروة ضغط صوت قدرها 135dB (C).
- **القيم العليا لإجراءات التعرض:** تعرض شخصي يومي أو أسبوعي قدره85dB (A) وذروة ضغط صوت قدرها 137 dB (C).
- **قيم حدود التعرض:** تعرض شخصي يومي أو أسبوعي قدره 87dB (A) وذروة ضغط صوت قدرها 140dB (C).

13.10.1 حدود أخرى

أصبحت حدود الضوضاء أكثر صرامة خلال العقدين الماضيين. في أوروبا يستخدم حد قدره 85dB (A) Lep,d بينما تم وضع حد قدره 90dB (A) في كندا. في الولايات المتحدة الأمريكية تستخدم مجموعة من المعايير أكثر تعقيداً، إذ يربط الجرعة بمستوى ضغط الصوت والزمن. ويعرف ذلك بمفهوم مضاعفة 5 dB وهو فاقد المصداقية بشكل كبير خارج الولايات المتحدة الأمريكية.

من وجهة نظر عملية، المقياس المتبنى بشركة ما أو على مستوى قومي، وإلى أي مدى تم إنجاز هذا المقياس بواسطة الضوابط الهندسية، يعتمد بشكل كبير على تفسير قاعدة بيانات تقييم المخاطر، ثم على ما يعتبر "قابل منطقياً للتنفيذ عملياً".

13.11 الحفاظ على السمع

يهدف إدخال برامج لحفظ السمع في مجال الصناعة إلى منع فقدان السمع المهني وضمان تقييم التعرض لضوضاء العمل المفرطة والتحكم به. يمكن تحقيق ذلك بواسطة برامج تتكامل فيها السمات الأساسية التالية.

13.11.1 تقييم ضوضاء مكان العمل

الاهتمام الأولي فيما يخص ضوضاء مكان العمل هو بالتعرض للضوضاء المهنية والامتثال لحدود التعرض للضوضاء المهنية. لذا يجب إجراء مسح ضوضائي في المناطق التي يشتبه فيها أن أشخاصاً قد يتعرضوا لضوضاء مهنية تزيد عن حدود التعرض، أي المستوى الإجرائي الأول في الدول الأعضاء بالمفوضية الأوروبية.

في أماكن العمل تكون معدلات الضوضاء ثابتة بشكل معقول، يجب أن يضع المسح خريطة منسوبية لتحديد معدل الضوضاء، تعرض الفرد المعتاد للضوضاء في مناوبة تقليدية بالوظائف المعنية، أوكليهما. رغم أن الامتثال لحدود التعرض للضوضاء هو الاهتمام الأول، عادة ما يكون من الأسهل، من وجهة نظر إدارية، أن يتم تحقيق هذا بواسطة تحديد وضمان الامتثال لحدود منطقة العمل المعادلة عددياً لحدود التعرض الضوضائي. وعليه يطبق الأسلوب المنسوبي. يمكن أن تسود ثلاثة وقائع:

- إذا تم تبني الأسلوب المنسوبي فقط، المواقع التي يكون مستوى الضوضاء عددي فقط تعادل أو تزيد عن حد التعرض للضوضاء يجب أن تحدد بشكل واضح، أي على أنها مناطق خطر ضوضائي. لا يجب السماح لأي شخص بالدخول إلى هذه المناطق دون ارتداء حماية سمعية، بغض النظر عن مدة بقائه.
- إذا تم تحديد قدر التعرض للضوضاء بالمناوبة الكاملة التقليدية، يجب مقارنها بحدود التعرض للضوضاء. بالنسبة للوظائف التي يتوقع تخطي الحد فيها، يجب ارتداء حماية مناسبة للأذن في المناطق التي تسود فيها معدلات الضوضاء العالية.
- إذا تم الحصول على كل من خريطة منسوبية للضوضاء وبيانات عن التعرض الضوضائي، قد يستخدم معدل ضوضائي أعلى رقمياً من حدود التعرض الضوضائي لتحديد المناطق المخصصة، بشرط أنه يمكن إظهاره أن التعرض للضوضاء تقل بشكل متسق عن حدود التعرض الضوضائي.

قد يتم تحديد معدلات الضوضاء باستخدام مقياس بسيط لمستوى الصوت (نوع 1 ونوع 2)، ولكن من الضروري أن تستخدم هذه الأداة بشكل صحيح للحصول على معلومات ذات مغزى، مثلاً مراعاة المعايرة، مراعاة نوع الضوضاء.

في أماكن العمل، حيث تتذبذب معدلات الضوضاء (مثلاً مناطق الورش) يجب أن يضع المسح تعرض الفرد العادي في مناوبة كاملة بالنسبة للوظائف المعنية للمقارنة مع معدلات التعرض للضوضاء. بالنسبة للوظائف أو العناصر الوظيفية التي يتوقع تخطي الحد فيها، يجب ارتداء حماية مناسبة للأذن.

بعيداً عن فحص الامتثال لمعايير التعرض، تكون قياسات الضوضاء مفيدة أيضاً للإشارة للمناطق ذات الأولوية للتحكم بالضوضاء بها، لتمييز العاملين الأكثر عرضة للخطر، ولأغراض تعليمية تخص حماية السمع.

13.11.2 التحكم بضوضاء مكان العمل

حيثما يشار أن الضبط الهندسي يقلل من ضوضاء مكان العمل، يوصى بالأساليب العامة التالية، ترتيب تنازلي تبعاً للأفضلية:

- تقليل الضوضاء من مصادرها - أفضل طريقة لتحقيق ذلك تكون في مرحلة التصميم.
- تطويق المعدات المصدرة للضوضاء - على الرغم من أن تبدد الحرارة وإمكانية الوصول لإجراء الصيانة قد يمثل مشكلة.
- فحص المعدات الصاخبة من قبل العمال و/أو زيادة الفصل بين العمال ومصادر الضوضاء.
- امتصاص الصوت تغليف الأسطح الملائمة بمادة ممتصة للصوت حيث يمكن للصدى أن يكون مشكلة.

وينبغي أن تقترن هذه التدابير بالصيانة الدورية للآلات و يمكن لهذا أن تسهم إسهاماً كبيراً في الحد من انبعاث الضوضاء.

يجب تطوير مواصفات الضوضاء لجميع لآلات الجديدة. ويجب أن يراعي ذلك الضوضاء القائمة في بيئة العمل وحدود التعرض للضوضاء السائدة.

13.11.3 حماية العاملين المعرضين للخطر

من الضروري حماية العمال من التعرض للضوضاء المفرطة في بيئة العمل إذا كانت التدابير الهندسية و / أو غيرها من وسائل التحكم غير كافية أو غير معقولة عمليا. يمكن تبني واحد أو أكثر من الأساليب التالية:

- توفير ملاجئ من الضوضاء في الأماكن المخصصة، مثل الغلايات. إذا أمضيت 50 في المائة من يوم العمل في الملاجئ الصوتية، ينقسم قدرا لتعرض فعلياً إلى النصف ـ وهكذا، يتم تقليل جرعة الضوضاء بنسبة 3dB (A).
- تغيير نمط العمل، على سبيل المثال عن طريق التناوب (رغم من أن هذا قد يكون من الصعب إدارته) لتقليل وقت التعرض في مناطق محددة وبالتالي تقليل التعرض.
- استخدام الأجهزة الشخصية لحماية السمع، مثل واقيات أو سدادات الأذن. الاختيار المناسب، الاستخدام الصحيح والصيانة الدورية لهذه الأجهزة له أهمية قصوى لضمان وذلك تحقيق الحماية الفعالة. حيثما كان ذلك متاحاً، ينبغي أن تؤخذ بيانات التوهين الواقعية في الاعتبار في عملية الاختيار.

13.11.4 المعلومات والتعليمات والتدريب

يجب توعية جميع الأشخاص المحتمل تعرضهم للضوضاء المهنية بما يزيد عن حدود التعرض للضوضاء عن مخاطر فقدان السمع، الإجراءات الوقائية ودورها في برنامج الحفاظ على السمع. يمكن إعطاء التعليمات بطرق مختلفة، مثلاً:

- الدورات التدريبية للموظفين الجدد وإصدار دليل مكتوب.
- دورات المراجعة الدورية للعاملين بالأماكن المخصصة.
- إجراء متواصل من إدارة الخط لشرح سياسة حماية السمع للأشخاص والمجموعات المعرضة للخطر.
- "حملات" حماية السمع الدورية بما في ذلك المنافسات، الأفلام والملصقات.

يجب أن تحتوي تعليمات الموظفين المحتمل تعرضهم للخطر على:-

- طبيعة الضوضاء وآلية السمع.
- الآثار الواقعة على السمع بسبب التعرض للضوضاء بحد أعلى من حدود التعرض.
- مبادئ الحفاظ على السمع.
- متطلبات التنفيذ الفعال لبرنامج الحفاظ على السمع.

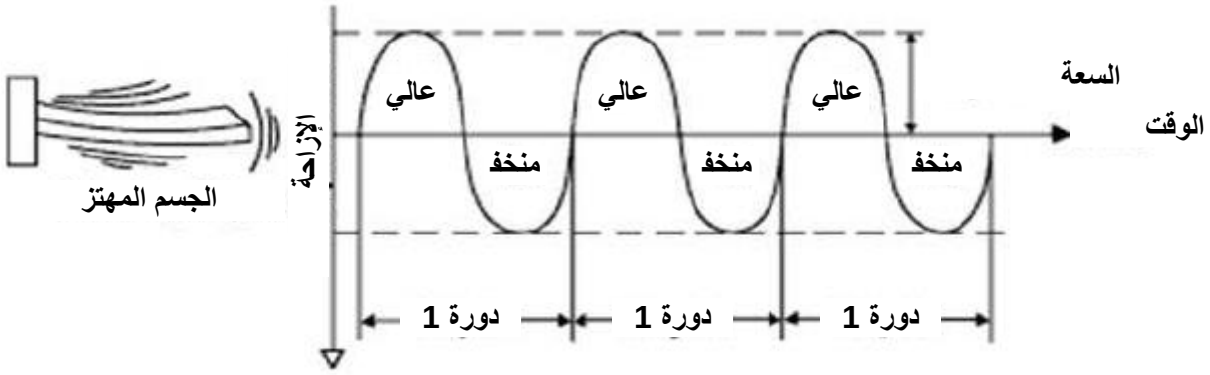
14 الاهتزاز

14.1 مقدمة

الاهتزاز هو التذبذبات الآلية لجسم ما حول نقطة توازن. قد يكون التذبذب منتظم مثل حركة بندول الساعة أو عشوائية مثل حركة عجلة أو حصاة على الطريق. تتطلب دراسة الآثار الصحية للاهتزاز قياسات "موجات الضغط "الشاملة التي تنشأ بواسطة اهتزاز المعدات أو الهياكل.

يدخل الاهتزاز إلى الجسم من العضو المتصل مع الآلة المهتزة. عندما يقوم عامل بتشغيل آلة تحمل باليد مثل منشار سلسلي أو حفار، يؤثر الاهتزاز على الأيدي والأذرع. يطلق على مثل هذا التعرض لاهتزاز اليد والذراع. عند جلوس أو وقوف عامل على أرض مهتزة أو مقعد مهتز، يؤثر التعرض للاهتزاز على الجسم بأكمله تقريباً، ويطلق عليه تعرض الجسم الكامل للاهتزاز.

إذا استطعنا مشاهدة جسم مهتز بالحركة البطيئة، يمكنك رؤية الحركات في اتجاهات مختلفة. أي اهتزاز له كمين قابلين للقياس. مدى البعد (السعة والكثافة)، ومدى السرعة (التردد) الذي يتحرك بهما الجسم يساعد على تحديد خواصه الاهتزازية. المصطلحات المستخدمة لوصف هذه الحركة هي التردد والسعة والعجلة.



المصدر: المركز الكندي للصحة والسلامة المهنية

الشكل 14.1 - استعراض لقياسات التعرض للاهتزاز

14.1.1 التردد

يتحرك الجسم المهتز للخلف والأمام من الوضع الثابت المعتاد. تحدث دورة اهتزاز كاملة عندما يتحرك جسم ما من نهاية طرف ويعود إلى نهاية الطرف الأخرى. عدد الدورات التي يكملها جسم مهتز في دقيقة واحة يطلق عليها التردد. وحدة التردد هي الهرتز (Hz). واحد هرتز يساوي دورة واحدة بالثانية.

14.1.2 السعة

يتحرك الجسم المهتز لمسافة قصوى معينة على أحد جوانب موضعها الثابت. السعة هي المسافة من الموضع الثابت إلى الموضع المتطرف على كلا الجانبين و يقاس بالأمتار (م) تعتمد كثافة الاهتزاز على السعة.

14.1.3 العجلة (قياس كثافة الاهتزاز)

تتباين سرعة الجسم المهتز من صفر إلى الدرجة القصوى خلال كل دورة اهتزاز. ويتحرك بأقصى سرعة عندما يمر خلال موضعه الطبيعي الثابت إلى نهاية الطرف. يتباطأ الجسم المهتز عندما يقترب من الطرف، حيث يتوقف ثم يتحرك في الاتجاه المعاكس خلال الموضع الثابت نحو نهاية الطرف. يعبر عن سرعة الاهتزاز بوحدات المتر للثانية (م/ث).

العجلة هي قياس مدى سرعة تغير السرعة مع الوقت. يعبر عن قياس العجل بوحدات (المتر للثانية) للثانية، أو المتر للثانية المربعة (م/ث^2). تتغير سعة العجلة من صفر إلى الحد الأقصى خلال كل دورة اهتزاز. وتزيد كلما زاد تحرك الجسم المهتز من موضعه الثابت المعتاد.

14.2 التعرض للاهتزاز

عادة ما يحدث التعرض للاهتزاز خلال تشغيل الآلات الكهربائية مثل الأدوات اليدوية أو خلال السفر بالسيارة. فيما يلي أمثلة على بعض مواقف التعرض: يصنف الاهتزاز للأنواع التالية تبعاً لطبيعة التعرض.

اهتزاز اليد والذراع وهو اهتزاز ميكانيكي، عندما ينتقل إلى جهاز اليد والذراع بالإنسان، قد ينتج عنه خلل بالأوردة، بالعظم أو المفاصل، أو خلل عصبي أو عضلي.

اهتزاز الجسم الكامل هو الاهتزاز الميكانيكي الذي عندما ينتقل إلى الجسم بأكمله قد يتسبب في اعتلال أسفل الظهر أو صدمة العمود الفقري.

أمثلة على التعرض المهني للاهتزاز

الصناعة	نوع الاهتزاز	المصدر الشائع للاهتزاز
الزراعة	الجسم الكامل	الجرارات
صنع الغلايات	اليد والذراع	أدوات تعمل بالهواء المضغوط
الإنشاءات	الجسم الكامل اليد والذراع	مركبات المعدات الثقيلة أدوات تعمل بالهواء المضغوط، الحفارات
تقطيع الماس	اليد والذراع	الآلات اليدوية الهزازة
العمل بالغابات	الجسم الكامل اليد والذراع	الجرارات المنشار السلسلي
المسابك	اليد والذراع	السواطير الهزازة
تصنيع الأثاث	اليد والذراع	الأزاميل الهوائية
الحديد والفولاذ	اليد والذراع	الآلات اليدوية الهزازة
قاطع الخشب	اليد والذراع	المنشار السلسلي
الأدوات الآلية	اليد والذراع	الآلات اليدوية الهزازة
التنقيب	الجسم الكامل اليد والذراع	تشغيل السيارات حفارت الأحجار
البرشمة	اليد والذراع	الآلات اليدوية
المطاط	اليد والذراع	أدوات التجريد الهوائية
الألواح المعدنية	اليد والذراع	معدات الختم
أحواض بناء السفن	اليد والذراع	الآلات اليدوية الهوائية

صناعة الأحذية	اليد والذراع	آلات القصف
تهذيب الأحجار	اليد والذراع	الآلات اليدوية الهوائية
النسيج	اليد والذراع	ماكينات الخياطة، الأنوال
النقل	الجسم الكامل	السيارات

14.3 الآثار الصحية للاهتزاز

الحالات الصحية التي يسببها الاهتزاز تتقدم ببطء. تبدأ في بادئ الأمر كألم. وباستمرار التعرض للاهتزاز، قد يتطور الألم إلى إصابة أو مرض. الألم هو الحالة الصحية الأولى التي تم ملاحظتها ويجب علاجها لوقف الإصابة.

الأصبع الأبيض بفعل الاهتزاز (VWF) هو الحالة الأكثر شيوعاً بين مشغلي الأدوات الهزازة المحمولة يدوياً. يمكن أن يتسبب الاهتزاز في تغيرات في الأوتار والعضلات والعظام والمفاصل وقد يؤثر على الجهاز العصبي.

في عمومها، تعرف هذه الآثار بمتلازمة اهتزاز اليد والذراع (HAVS). تسوء أعراض الأصبع الأبيض بفعل الاهتزاز (VWF) عند تتعرض اليدين للبرد. عادة ما يبلغ المصابون بمتلازمة اهتزاز اليد والذراع (HAVS) عن:

- هجوم تبييض (ابيضاض) إصبع واحد أو أكثر عند التعرض للبرد.
- وخز وفقدان الإحساس في الأصابع.
- فقدان اللمسة الخفيفة.
- شعور بالألم والبرد بين هجمات الأصابع البيضاء الدورية.
- فقدان قوة القبضة.
- خراجات العظام في أصابع اليدين والرسغين.

يكون تطور متلازمة اهتزاز اليد والذراع (HAVS) تدريجياُ من حيث الحدة بمرور الوقت. قد يستغرق الأمر بضعة أشهر لعدة سنوات حتى تصبح أعراض متلازمة اهتزاز اليد والذراع (HAVS) ملحوظاً سريرياً. متلازمة اهتزاز اليد والذراع (HAVS) هي خلل يؤثر على الأوعية الدموية والأعصاب والعضلات باليد والرسغ والذراع وقد تصبح معوقة بشكل كبير إذا تم تجاهلها. الأصبع الأبيض بفعل الاهتزاز (VWF) هو شكوى شائعة بين العمال الذين يستخدمون الآلات الكهربائية بانتظام و/أو الحفارات، ويمكن أن يحث على ظهورها البرد أو الطقس الرطب، وينتج عنه ألم شديد في الإصبع المصاب.

14.4 قياس الاهتزاز

يقاس الاهتزاز عادة باستخدام مقياس العجلة وعلى عكس مقياس مستوى الصوت، يجب أن يكون المسبار الفعلي صغير وخفيف لكي لا يغير نموذج الاهتزاز للماكينة التي يتم قياسها؛ أو إذا تم توصيلها بيد العامل، العجلة المقاسة. على عكس قياسات الضوضاء، تنطوي قياسات الاهتزاز على عناصر شخصية، إذ أن مقياس

العجلة يمكن حمله يدوياً في مقابل آلة هزازة؛ ويمكن تثبيته بها مثلاً بواسطة روابط بلاستيكية؛ أو قد يتم تثبيتها بيد العامل. وبالضرورة ستعطي كل واحدة من هذه البدائل نتائج مختلفة.

15 البيئة الحرارية: المبادئ والتقييم والتحكم

ويمكن اعتبار الجسم البشري كمحطة معالجة، إذ يستخدم تفاعلات كيميائية معقدة لإنتاج الطاقة الميكانيكية، وكنتيجة لعدم الكفاءة التي لا مفر منها لهذه التفاعلات تنتج الحرارة كمنتج ثانوي. ولكي نؤدي وظائفنا بكفاءة، نحتاج لحفظ أجسامنا بدرجة حرارة ثابتة تتراوح بين 36.5 و37.5 درجة مئوية.

15.1 الاستجابة البشرية للبيئة الحرارية

إن مراكز تنظيم الحرارة في مخنا حساسة للتغيرات الطفيفة في درجة حرارة الدم كما تحصل على تغذية راجعة من الأعصاب الحسية في الجلد، ثم تستخدم أدمغتنا هذه المعلومات لضبط استجابات أجسامنا للحرارة.

15.1.1 الاستجابات الفسيولوجية للحرارة

عند التعرض للحرارة تتمدد الأوعية الدموية في بشرتنا ويتزايد معدا نبضنا. ويزيد ذلك من تدفق الدم إلى سطح الجسم، وعليه تزيد احتمالية نقل الحرارة من مركز الجسم إلى البشرة وما يحيط بها. كما يزيد التعرق من فقدان الحرارة نظراً لحرارة البخار الكامنة. ويضاف على ذلك تأثير زيادتها لاحتياجنا من الماء.

في حالة الحرارة الشديدة، يقدم العرق للجسم القدرة الأعظم على تنظيم درجة حرارة الجسم. عند الانتقال من مناخ بارد إلى آخر أكثر دفئا في معظمه يكون من الضروري السماح للجسم بالتأقلم عن طريق زيادة كمية الدم والقدرة على العرق، بينما يتناقص فقدان الملح في العرق. يستغرق الجسم حوالي 3 أيام لتكتمل لعملية التأقلم هذه بنسبة 60% وحوالي 10 أيام لتأقلم تام. تفقد هذه القدرة المتزايدة على العرق بعد قضاء بضع أيام في بيئة أكثر برودة.

الآثار السلبية الممكنة للتعرض للحرارة المفرطة تشمل: الإعياء، التغير السلوكي، بما في ذلك قلة التركيز، تقلصات حرارية بسبب فقدان الملح، الإغماء، الإرهاق بفعل الحرارة، والإنهاك بفعل الحرارة.

15.1.2 الاستجابات الفسيولوجية للبرودة

عند التعرض للبرودة تتقلص الأوعية الدموية في جلدنا ويقل تدفق الحرارة إلى سطح الجسم، وعليه يقل فقدان الجسم للحرارة. يتزايد إنتاج الحرارة بفعل النشاط البدني والارتعاش. لا يوجد تأقلم فسيولوجي مع البرودة.
الآثار السلبية الممكنة للتعرض للحرارة المفرطة تشمل: إنهاك / فتور الهمة، وتورم الأصابع، عضة الصقيع وانخفاض حرارة الجسم.

15.1.3 الاستجابة الفسيولوجية للبيئة الحرارية

سيغير الأشخاص عادة من طريقة عملهم تبعاً للبيئة الحرارية. عادة سيحاولون تغيير البيئة المحلية لعملهم مثل الانتقال إلى منطقة أكثر راحة، تغيير الملابس، رفع أو خفض التهوية. يمكن للأداء والكفاءة أيضاً أن يتأثرا بالأوضاع الحرارية السيئة.

15.2 نقل الحرارة من الجسم

هناك صيغ متاحة لحساب الحمولة الحرارية وتوازن شخص ما، مع توفير بيانات كاملة. هذه المنطقة معقدة جداً وتتخطى نطاق هذه الدورة. ولكن، من المفيد فهم الآليات والعوامل الضالعة في آليات توازن الحرارة، وذلك لفهم موضوعات تقييم الضغط الحراري.

من حيث تقييم أو تقدير البيئة الحرارية، توجد ست مؤشرات يمكن وضعها في الاعتبار. يقترن اثنان منها بالفرد وأربعة بالبيئة، وهذه العوامل هي:

$$E - S = M - W + C + R + K_C$$

حيث:

S	=	Storage, التخزين والذي يجب على المدى البعيد أن يساوي 0
M	=	Metabolism الاستقلاب
W	=	External work done العمل الخارجي المنجز
C	=	Convection الحمل الحراري
R	=	Radiation الإشعاع
K_C	=	Conduction التوصيل الحراري
E	=	Evaporation التبخر

تتأثر آليات التوازن الحراري عبر فترة من الزمن بـ 6 مؤشرات، يتقترن 2 منها بالفرد، و4 تقترن بالبيئة، وهي:

1	معدل العمل (أي النشاط أو الاستقلاب)	الشخص
2	الملبس	
3	درجة حرارة الهواء	البيئة
4	درجة الحرارة المشعة	
5	سرعة الهواء	
6	حالات الرطوبة	

15.3 تقييم البيئة الحرارية

15.3.1 معدل الاستقلاب

يقاس معدل الاستقلاب بالوات (W) أو بالوات إلى المتر المربع لمساحة سطح الجسم. ويتراوح من حوالي 45 وات/م2 في حالة الاسترخاء، وحوالي 70 وات/م2 عند الوقوف إلى حوالي 500 وات/م2 لأقصى معدل تقليدي للعمل. عادة ما تقدر المعدلات الاستقلابية بمقارنة مهمة العمل مع جداول أنواع الأنشطة.

النشاط	المعدل الاستقلابي (سطح الجسم وات/م^2)
النوم	43
الاسترخاء	47
الجلوس	60
الوقوف	70
المشي البطيء (2.5 كيلو بالساعة)	107
المشي (5 كيلو بالساعة)	154
الجري (16 كيلو بالساعة)	600
العدو السريع (25 كيلو بالساعة)	2370

15.3.2 العزل الشخصي

العزل الشخصي (الملبس) - المقاومة الحرارية للملابس تقاس كقيمة كلو، حيث 1 كلو = 0.155 كم^2/وات. يميل العزل الشخصي بتنظيم نفسه ذاتياً إذ يميل الأشخاص لإضافة أو خلع الملابس تبعاً لشعورهم الذاتي بالارتياح. جدول قيم كلو التقليدية لأطقم الملابس متاحة كمرجع.

الملبس	قيمة كلو
مجرّد من الملابس	0
شورت	0.1
ملابس صيفية خفيفة	0.5
ملابس منزلية معتادة	1.0
بدلة ثقيلة	1.5
ملابس قطبية	3-4
أقصى حد ممكن	5

15.3.3 مدة التعرض

يمكن أن تتباين مدة التعرض لموقف حراري في العديد من الحالات، سواء إرادياً أو بسبب أنظمة العمل والراحة، وعليه تقل مخاطرة التعرض المطوّل للحرارة أو البرودة. يفضل أخذ فترة الراحة في محيط أقل تطرفاً.

15.3.4 درجة حرارة البصيلة الجافة

تقاس درجة حرارة البصيلة الجافة (درجة حرارة الهواء) بواسطة ترمومتر مع الاحتفاظ بالمستشعر جافاً ومحمياً من الحرارة المشعة.

الترمومتر البسيط - التمدد الحراري للسوائل (الزئبق أو الكحول) في أنبوبة شعرية رفيعة. رخيص الثمن ويمكن أن يكون دقيقاً. نطاقات حرارة محدودة، سهل الكسر، قد يكون بطيء الاستجابة.

الأجهزة الكهربائية - مثل الثرمستور أو المزدوجة الحرارية، يمكن أن تكون صلبة ودقيقة وملائمة. يتم تثبيتها عادةً في أجهزة قياس شدة الريح أو المقاييس الحرارية.

15.3.5 متوسط درجة الحرارة المشعة

متوسط درجة الحرارة المشعة هو درجة الحرارة المفترضة لانحباس أسود موحد يتبادل نفس كمية الحرارة المشعة مع الجسم التي يتبادلها الانحباس غير الموحد.

البيرومتر أو العمود الحراري - أجهزة توجيهية يمكن استخدامها عند توجيهها لسطح ذي انبعاثية معلومة لتحديد درجة الحرارة المشعة لهذا السطح. بتوفر المعلومات الكافية يمكن حساب متوسط درجة الحرارة المشعة.

الترمومتر الكروي - هو جسم كروي نحاسي أسود يحتوي على ترمومتر بسيط موضوع بمركزه. عندما تكون درجة حرارة الهواء وسرعته معلومتان، يمكن حساب متوسط درجة الحرارة المحيطة باستخدام حسابات بسيطة، أو باستخدام مخططات المعادلات.

15.3.6 سرعة الهواء

يتم إزالة الحرارة ممن الجسم بواسطة الحمل الحراري عندما يمرر تيار هواء فوقها، ما لم تكن درجة حرارة الهواء أعلى من درجة حرارة البشرة. تؤثر حركة الهواء أيضاً على معدل تبخر الرطوبة من البشرة ما لم يكن الهواء مشبعاً بنسبة 100%، أو يكون ضغطه الجوي أكبر من منه على سطح البشرة.

مقياس شدة الريح المروحي ــ من نوع "المروحة". توجيهي أو كهربائي أو آلي. يمكن استخدامه لقياس التذبذب، تدفق هواء أحادي الاتجاه

مقياس شدة الريح بالمقاومة - حساس، سهل الكسر، جهاز أحادي الاتجاه.

ترمومتر كاتا - ترمومتر يعمل بالكحول داخل الغاز، يحتوي على بصيلة فضية كبيرة بقاعدته وبصيلة صغيرة بقمته. يتم تسخينه حتى يتمدد السائل ليصل للبصيلة الموجودة بالقمة، ثم يتم إزالة الحرارة للسماح لتدفق الهواء بتبريده. عندما يعود السائل للانكماش في البصيلة السفلى يتم توقيت سقوطه بين العلامتين الموجودتين على الجذع. يمكن حساب تدفق الهواء من "وقت التبريد".

الدخان التتبعي - له قيمة عالية لتصور دفق الهواء وقياس السرعات المنخفضة جداً.

15.3.7 محتوى الرطوبة

يلعب كل من الحمل الحراري والتبخر دوراً رئيسياً في تبديد حرارة الجسم، لذا فإن محتوى الحرارة والرطوبة بالهواء مؤشران هامان. وهما مترابطان ودراسة العلاقة بينهما تعرف "بالقياس النفسي".

القوة الدافعة التي تجعل المياه تتبخر هي فرق "ضغط البخار" بين سطح الهواء وسطح الماء. الضغط الأقصى للبخار الذي يمكن أن يحدث في أي درجة حرارة يطلق عليه "ضغط بخار التشبع" ويتباين هذا تبعاً لدرجة الحرارة وفقا للمنحني (100 ٪ تشبع) على المخطط السيكومتري الذي يظهر عدداً من المؤشرات بما فيها البصيلة الجافة والبصيلة الرطبة، ومحتوى الرطوبة ونسبة التشبع (الرطوبة النسبية). يشكل المنحنى قاعدة المخطط السيكومتري الذي يبين البصيلة الجافة والبصيلة الرطبة، محتوى الرطوبة، نسبة التشبع (الرطوبة النسبية). أثر ضغط بخار الماء على الطبيعة يقاس بشكل غير مباشر سواء بواسطة قياس نقطة الندى (أي درجة الحرارة التي يتكثف عندها بخار الماء من الهواء)، أو بقياس انخفاض درجة حرارة بصيلة الترمومتر المغطاة بفتيل منقوع بالمياه.

البصيلة الرطبة طبيعياً - ترمومتر بسيط تكون بصيلته مغطاة بفتيل من الشاش مغموسة بالمياه المقطرة.

البصيلة الرطبة قسرياً - مثل مقياس الرطوبة الدوّار. في هذه الحالة تحفز حركة الهواء البالغة 4 م/ث على الأقل حول الفتيل.

ملحوظة: تستخدم البصيلة الرطبة قسرياً بالأعمال السيكومترية، بينما تستخدم البصيلة الرطبة طبيعياً لحساب مؤشرات الحرارة الكروية للبصيلة الرطبة.

15.3.8 الرصد الشخصي

في الظروف الحرارية المتطرفة (الحرارة) قد يكون من الضروري إجراء رصد للأفراد - مثل معدل القلب ودرجة حرارة اللب. يجب طلب المشورة الطبية في مثل هذه الحالات.

15.4 مؤشرات الإجهاد الحراري

لا يجب اتخاذ أي من المؤشرات المذكورة أعلاه منفرداً ليمثل حالة حرارية. قسم عمال مختلفون المؤشرات للجمع بين بعضها في رقم واحد يمكن تطبيق مقياس معين عليه. وتشمل بعضها:

- **الحرارة الكروية للبصيلة الرطبة:** مؤشر بسيط يحسب بعد قياس البصيلة الجافة، البصيلة الرطبة طبيعياً ودرجة الحرارة الكروية. ومنه يمكن استخدام الرقم الناتج في مقابل المعلومات المنشورة على الحدود الموصى بها في العمل وفي الراحة.
- **HSI (مؤشر الإجهاد الحراري لبيلدنج وهاتش):** ويحسب باستخدام مجموعة من القياسات البيئية فضلاً عن معدل العمل ويستخدمه عادةً المهندسون لتقييم أثر العامل أو العوامل المتغيرة المشمولة في هذا المؤشر.
- **P4SR (معدل العرق المتوقع خلال أربع ساعات):** يحسب من الجداول ويستخدم لتقييم الحدود الفسيولوجية. المعدل الأقصى المسموح به للعرق للشباب الذكور أصحاب اللياقة هو 4.5 لتر في 4 ساعات، ولكن يفضل أن يكون معد العرق أقل من 2.7.

15.5 الارتياح الحراري

الارتياح الحراري هو أمر شخصي للغاية، إذ يختلف شعور الأشخاص حول ماهية البيئة الحرارية "المثلى". تظهر المشكلات الخاصة بالارتياح الحراري في ظروف أقل تطرف بكثير عن تلك التي قد تسبب الإجهاد الحراري. كما أن المؤشرات قد نشأت كمحاولة لقياس الارتياح الحراري، مثلاً درجة الحرارة المصححة الفعالة (CET) ومؤشر فانجر.

15.6 إجهاد البرودة

ينطبق مؤشر ارتعاش الرياح على الطرف البارد من المقياس ويربط التأثير المبرد لدرجة حرارة الهواء وسرعة الرياح بدرجة حرارة معادلة في الهواء الساكن الذي يتم الحصول عليه من جدول.

15.7 التحكم بالبيئة الحرارية

فيما يتعلق بالارتياح، من المفيد دائماً أن نبحث إذا ما كانت البيئة الحرارية هي السبب. ما يظهر عادة كشكوى من "درجة الحرارة" قد يكون سببه عوامل أخرى مثل عدم الرضا بوجه عام، شكاوى تخص الجيران وعاداتهم، العوامل البشرية، الخ.

عند التعامل مع مشاكل الارتياح الحراري، ينبغي أن نتذكر أنه من النادر أن نستطيع إرضاء الجميع في نفس الوقت، وذلك نظراً للتفضيلات الشخصية المتباينة.

عندما نفهم كيفية تأثير البيئة الحرارية على الأشخاص، وتتوفر لدينا معلومات عن المؤشرات المعنية، من الممكن أن نتنبأ بتأثير تعديد كل واحد من هذه المؤشرات.

15.7.1 تعديل ظروف الارتياح

الفصل بين الأشخاص ذوي المتطلبات الملبسية ومعدلات النشاط المتباينة. التعامل مع بيئاتهم بشكل منفصل. (اللحامون وعمال التركيب. موظفي المتاجر والزبائن).

- تعديل الملبس أو النشاط أو النماذج السلوكية.
- تعديل البيئة محلياً مثل المشعّات ومحركات الهواء.
- تهوية/ تبريد البيئة بالكامل.
- تكييف الهواء.

15.7.2 تعديل البيئة الحارة

تغيير البيئة محلياً. تعديل الظروف المشعة بواسطة غربلة أو عزل أو دهان الأسطح المشعة بدهان منخفض الانبعاثية. المشعّات المبرّدة. تزيد من حركة الهواء. تغير من النماذج السلوكية، أنظمة العمل/ الراحة. توفر ملاجئ مكيفة. تزيد من المسافة من "المناطق الحارة" الداخلية. تبريد الهواء. إزالة الرطوبة. الملابس الواقية. تقديم مياه للشرب وإعطاء العاملين وقتاً للتكيف بعد الفسحات.

15.7.3 تعديل البيئة الباردة

توفير ملابس جافة واقية، الانتباه بشكل خاص إلى الرأس والأطراف. توفير مرافق مكيفة لتغيير الملابس، إذا وجدت احتمالية ابتلال الملابس.

- تعديل النماذج السلوكية.
- تغيير البيئة الداخلية، المشعّات، الخ.
- تدفئة البيئة المحيطة بالكامل.

15.8 مشاكل بيئية محددة

15.8.1 مكونات عالية الإشعاع

إذا كانت درجة الحرارة المشعة عالية وتزيد على درجة حرارة البصيلة الجافة، فإن المكون المشع المساهم في البيئة يحتمل أن يسود. قد يحدث المتوسط المرتفع لدرجة الحرارة المشعة لأسباب عدة قد يطلب كل منها حلاً مختلفاً.

في بعض أماكن العمل قد تحتوي جميع الأسطح المحيطة بالعامل كالحوائط والأرضية والسقف وأغراض المحطة ومعداتها على درجة حرارة سطح تزيد بعدة درجات على الهواء الجوي. قد تحدث هذه الظروف في غرف الغلايات، غرف المحركات والمكابس، محطات التوليد وداخل المركبات العسكرية مثل الدبابات والطائرات. المباني خفيفة الوزن في ضوء الشمس قد تحوي أيضاً خواص مشابهة. في هذه الحالات يكون من غير العملي حماية العاملين من المصدر إذ يحدث ذلك من كل الجوانب. درجة حرارة البصيلة الجافة للهواء هي درجة حرارة تحت الجلد وعليه فإن زيادة طفيفة في سرعة الهواء يمكن أن تلطف الموقف. إذا كانت سرعة الهواء عالية بالفعل، أو إذا كانت هناك أسباب معقولة أخرى، قد يكون من الضروري استخدام مكيف الهواء باستخدام مبردات الهواء أو إذا كانت درجة حرارة البصيلة الرطبة منخفضة جداً، المبردات البخارية. في حالة الطائرات العسكرية يرتدي الطيارون أطقم ملابس مبردة، ويمكن تطبيق هذا الحل في أماكن أخرى.

حماية مصدر الحرارة المشعة يكون ملائماً في ظروف صهر المعادن، مناطق الأفران، صنع الفولاذ، وصنع السبائك حيث تكون درجة حرارة بعض الأسطح مرتفعة للغاية، خاصة عند التعامل مع المعادن المنصهر والمعادن الساخنة الحمراء أو البيضاء. بعض المواقف الخارجية في ضوء الشمس المباشر، خاصة في المناطق المدارية الجافة تحتوي على نفس العنصر المشع. في هذه الحالات، عادة ما تكون درجة حرارة البصيلة الجافة في غاية الارتفاع لكي تكون سرعة الهواء المتزايدة في غاية الفعالية. يمكن استخدام تكييف الهواء (التبريد)، ولكن عادة ما يكون مصدر الحرارة المشعة أكثر قوة بكثير من أقصى كفاءة تبريدية للهواء البارد الناتج، ولذلك تكون الحماية أو الملابس العاكسة للحرارة أكثر ملائمة. تميل الوقاية الحرارية إلى امتصاص الحرارة، ورفع درجة الحرارة وبهذا تصبح هي نفسها باعثة للحرارة. للحد من ذلك، يجب أن يحتوي الواقي الحراري على سطح عاكس عالي الكفاءة أو يتم تبريده بالهواء أو بالماء. وينطبق ذلك أيضاً على الملابس. لسوء الحظ، تعمل الواقيات على تقييد الرؤية والنفاذ إلى العمل ويجب توفير تجهيزات لذلك. يمكن تغطية ثقوب الرؤية بزجاج عاكس للحرارة، بينما يمكن تلطيف مشاكل العمل بالأيدي باستخدام أجهزة التحكم عن بعد.

15.8.2 أوضاع الرطوبة العالية

في المغاسل وبعض المناجم، فضلاً عن بعض عمليات النسيج والصناعات الأخرى، تكون درجة حرارة البصيلة الجافة عالية وتقترب درجة حرارة البصيلة الرطبة منها. ويكون ذلك مؤشراً على الرطوبة العالية. العديد من المناطق المدارية الرطبة بها أماكن تشابه ظروفها الجوية ذلك الوصف. إمداد الهواء الجاف من أنظمة تكييف هواء مثلاً يكون في العديد من المواقع الصناعية مقصوراً على مساحة لا تزيد كثيراً عن مساحة

نفاثة الإمدادات؛ ولكن، إذا تم إسقاط نفاثة الهواء هذه في منطقة مأهولة، يمكن لزيادة سرعة الهواء على العمال أن تكون مؤثرة من حيث النهوض بالارتياح وتخفيف الإجهاد.

15.8.3 الأوضاع الحارة الجافة

يمكن أن تتواجد هذه الأوضاع في المناجم العميقة الجافة، داخل المباني في المناطق المدارية الجافة، وفي العديد من العمليات التصنيعية حيث تنبعث الحرارة من مكونات المصنع والماكينات. ويكون الحل الوحيد هو زيادة سرعة الهواء حول العمال، ولكن إذا لم يكن ذلك ممكناً عملياً قد تلزم تدابير أخرى مثل إدخال الهواء البارد.

16 مقدمة للإشعاع الضوئي وغير المؤين

لقد شرحنا الأنواع المختلفة للإشعاع المؤين وغير المؤين، وناقشنا آثار التعرض المفرط وفصلنا أوجه التقييم والتحكم بها.

16.1 مقدمة

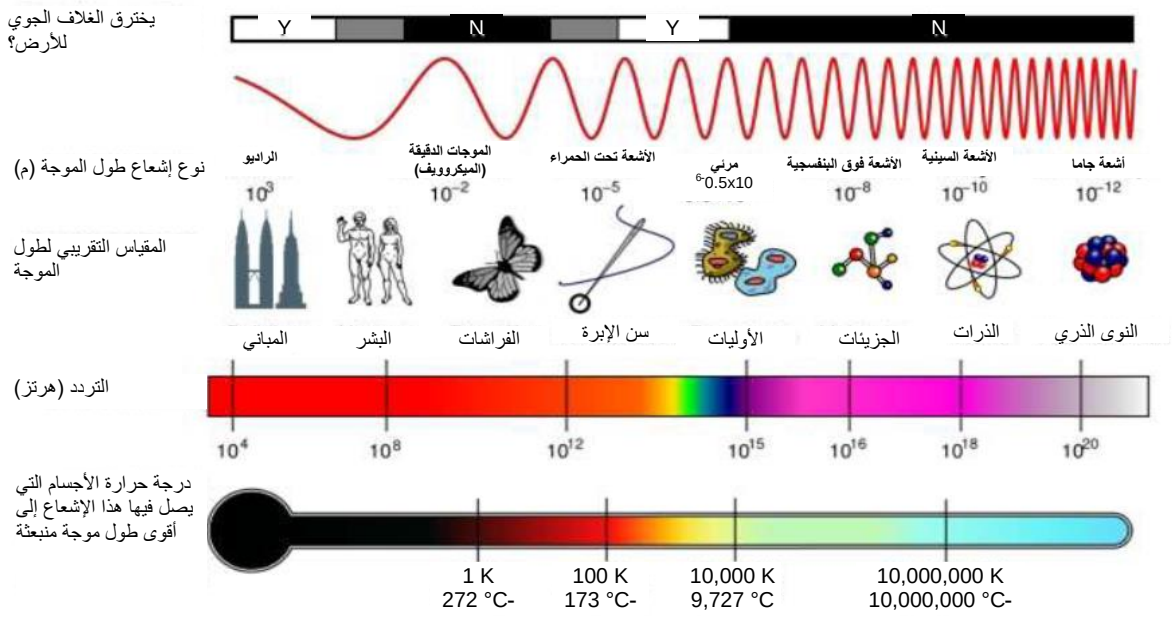
تنتج الموجات الكهرومغناطيسية عن حركة الجزيئات المشحونة كهربياً. يطلق على هذا الموجات أيضاً اسم "الإشعاع الكهرومغناطيسي" لأنها تشع من الجزيئات المشحونة كهربياً. تسافر هذه الموجات عبر المساحات الفارغة كما تسافر عبر الهواء، ويمكنها أن تخترق بعض المواد الأخرى. موجات الراديو، الميكروويف (الموجات الدقيقة)، الضوء المرئي، والأشعة السينية كلها أمثلة للموجات الكهرومغناطيسية.

كما هو الحال في طاقة الصوت، يمكن وصف الإشعاع الكهرومغناطيسي من حيث تردده (أو طول موجته) وحدته. التردد (هرتز) يتناسب تناسباً عكسياً مع طول الموجة (نانومتر)، لذا يكون طول موجات التردد العالي أقصر:

$$\frac{1}{L} \propto f$$

حيث: L = طول الموجة و f = التردد

الحدة (ميجاوات/ سم^2) تقاس من حيث كمية الطاقة الواقعة على مساحة وحدة ما. تتنوع الحدة عكسياً مع مربع المسافة من المصدر. يغطي المجال الكهرومغناطيسي مدى كبير من الترددات. تستخدم مصطلحات مثل الضوء المرئي، الموجات الدقيقة (ميكروويف) والأشعة تحت الحمراء لوصف أجزاء مختلفة من المجال.



المصدر: الحكومة الفيدرالية بالولايات المتحدة عن Wikimedia commons

الشكل 16.1 - المجال الكهرومغناطيسي

يمكن تقسيم المجال الكهرومغناطيسي إلى مجالين عند طول موجة قدره حوالي 10 نانومتر، والذي يفرق بين الإشعاع غير المؤين والإشعاع المؤين. الضوء المرئي، الأشعة تحت الحمراء، والموجات الدقيقة (الميكروويف) هي أنواع الإشعاع غير المؤين. الأشعة السينية وأشعة جاما هي أمثلة على الإشعاع المؤين. الفرق بين الإشعاع المؤين وغير المؤين هو ببساطة الطاقة المقترنة بكل منهما. للمنطقة المؤينة للمجال الكهرومغناطيسي، تكون الطاقة الواقعة على مادة ما كبيرة بما يكفي لإزالة إلكترون من مدار الذرة لإنتاج التأين، بينما في المنطقة غير المؤينة، عادة لا تكون الأشعة غير كافية لإنتاج زوج أيوني. ستتم تغطية الإشعاع المؤين في الفصل 17.

16.2 أنواع الإشعاع غير المؤين

16.2.1 الأشعة فوق البنفسجية (UV)

الأشعة فوق البنفسجية هي أشعة غير مرئية تنتج طبيعياً من الشمس (أشعة الشمس) وتنتج اصطناعياً في الصناعة بواسطة الأقواس (مثل اللحام) التي تعمل بدرجة حرارة عالية. ينتج مصباح الفلورسنت المعتاد كم كبير من الأشعة فوق البنفسجية داخل اللمبة، ولكن يتم امتصاص هذه الأشعة بواسطة بطانة فوسفور الفلورسنت، والتي تتفلور مصدرة إشعاع مرئي ذا موجات أطول.

تمتص الأنسجة البشرية الأشعة فوق البنفسجية بسهولة ولذا تكون العين والبشرة معرض لخطرها بشكل خاص. التعرض الأكثر شيوعاً لهذه الأشعة هو من قرص الشمس، والذي يمكنه أن يسبب حروق الشمس، وفي الحالات الخطرة، تقرح البشرة. قد ينتج عن تعرض البشرة لفترة طويلة الشيخوخة المبكرة وسُمك البشرة (التقرن). أكثر الآثار خطورة هو سرطان الجلد، والذي هو الآن أكثر أنواع السرطان تشخيصاً. الورم الميلاني، والذي ينتج عن تلف خلايا الميلانين بالبشرة، هو أخطر أشكاله. تبعاً لتقديرات منظمة الصحة العالمية، 132,000 حالة من الورم الميلاني الخبيث (66,000 حالة وفاة) وأكثر من 2 مليون حالة من سرطانات الجلد الأخرى تقع الإصابة بها سنوياً. هو السرطان الأكثر شيوعاً لدى الشباب (الفئة العمرية 39-20) ويقدر أن حوالي 85% من الحالات تحدث بسبب التعرض المفرط لأشعة الشمس. ويرتبط ذلك ضمنياً بالتعرض المهني للعمال بالأماكن الخارجية، بما في ذلك البستانيين وعمال الإنشاءات. علاوة على ذلك، التعرض لبعض المواد المستخدمة في العمل، مثل قطران الفحم أو الكريزولات الموجودة بقطران الطرق، قد تجعل البشرة حساسة للشمس بشكل استثنائي.

المصدر: Wikimedia Commons

الشكل 16.2 - الورم الميلانـي

تعرض العين المفرط يسبب التهاب الملتحمة، تهيج متأخر ومؤلم يشابه وجود رمل بالعين. يعاني اللحامون منها ''كعين قوسية ''وتحدث حالة مشابهة في'' العمى الثلجي.''في حالة التلف البصري طويل الأمد قد تتسبب في تكون المياه البيضاء.

تتفرع الأشعة فوق البنفسجية إلى ثلاث حزم من الأطوال الموجية المتناقصة؛ UVA الأمواج الأكثر طولاً، UVC الأمواج الأقل طولاً، وUVB الأمواج متوسطة الطول. كلما زاد طول الموجة كلما قلت الطاقة المقترنة بالإشعاع وكلما قل الضرر الذي تسببه للجسم. مثلاً UVA هو نوع الضوء المستخدم في "الأضواء السوداء" وهو لا يتسبب في سرطان الجلد.

16.2.2 الأشعة تحت الحمراء (IR)

تنبعث الأشعة تحت الحمراء من الأجسام الساخنة، مثل الأفران والشعلات الغازية. يكون تأثيرها الأولي تسخين الأنسجة السطحية. التعرض الزائد للحرارة المشعة ينتج عنه الشعور الفوري بالضيق لذلك يتم توفير تحذير مناسب للضرر الوشيك، عادة قبل حدوث الاحتراق. ولكن، لا تحوز العين آلية تحذير مبكر ويمكن أن يتسبب التعرض في تلف العدسات وتكون المياه البيضاء؛ كما يمكن حدوث تلف بالشبكية.

16.2.3 أشعة الليزر

إسم الليزر هو تسمية مختصرة للمصطلح الإنجليزي ' Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation' والذي يعني "تضخيم الضوء بالانبعاث المنبه للإشعاع". تصدر الآلات العاملة بالليزر أشعة مركزة من الإشعاع غير المؤين - بحزم ذات طول موجة أحادي أو ضيق - في المناطق المرئية ومناطق الأشعة تحت الحمراء للمجال الكهرومغناطيسي، قد تمثل خطورة، خاصة على العين، لأنها ذات قوة عالية وقد تكون الإشعاعات الموازية مركزة على صورة مركزية بجوار العين. يسبب ضرراً بالعين بدرجة تتراوح بين حروق يمكن علاجها إلى عمى دائم.

قد يحدث أيضاً تكون للمياه البيضاء. يستخدم الليزر على نطاق واسع، مثلاً في الاتصالات والإنشاءات والتطبيقات الطبية والبحث والمسح.

تم تصنيف إشعاعات الليزر حسب أطوالها الموجية والحد الأقصى للطاقة الناتجة إلى أربع فئات وبعض الفئات الثانوية الواقعة تحت المعيار IEC60825-1. تلخص التصنيفات باختصار في الجدول التالي.

طابع تحذيري للفئة 2 وأعلى

جدول فئات أشعة الليزر

الفئة 1	آمن.
الفئة 1M	آمن بشرط عدم استخدام معدات بصرية.
الفئة 2	الليزر المرئي. آمن في حالة التعرض العرضي.
الفئة 2M	الليزر المرئي. آمن في حالة التعرض العرضي بشرط عدم استخدام معدات بصرية.
الفئة 3R	غير آمن. خطورة منخفضة.
الفئة 3B	خطر. رؤية انعكاس الانتشار تعد آمنة.
الفئة 4	خطر. رؤية انعكاس الانتشار خطرة أيضاً. خطر الحرائق.

16.2.4 أشعة الموجات الدقيقة (الميكروويف)

تنتج الموجات الدقيقة (الميكروويف) بالاهتزاز الجزيئي في الأجسام الصلبة ويعبر عنها عادة بتردد الموجات المولّد. أمثلة على مصادر طاقة الموجات الدقيقة (الميكروويف) هي هوائيات البث والتطبيقات الطبية. الأثر الأولي لهذه الموجات على الجسم هو أثر حراري، وفي الواقع تعمل بعض الموجات الدقيقة ذات الترددات المحددة كوسيلة للطبخ السريع للطعام. لذا فالمخاطرة الرئيسية هي الاحتراق الحراري للبشرة والعين. وقد تم ربط التعرض لفترة طويلة لموجات ميكروويف بحالات الصداع والأرق والتهيج والتعب وفقدان الذاكرة.

تستخدم موجات الميكروويف على نطاق واسع في تطبيقات مثل الحوسبة اللاسلكية وشبكات التليفون المحمول. وقد أثير قلق عام على نطاق واسع حول احتمالية وقوع آثار صحية خطرة طويلة المدى مثل السرطان. حتى الآن، فشلت الأبحاث في إظهار هذه الروابط بشكل نهائي.

16.2.5 آثار أخرى للإشعاع غير المؤين

يمكن إنتاج الأوزون كنتيجة لتفريغ الشحنات الكهربائية أو لتأيين الهواء المحيط بمصدر الإشعاع غير المؤين، مثل الأشعة فوق البنفسجية، الليزر عالي الطاقة، االموجات الدقيقة (الميكروويف)، والتعرض قصير المدة بما يتعدى بضع أعشار الجزء من المليون قد يؤدي إلى التوعك (الصداع، جفاف الأغشية المخاطية وجفاف الحلق).

16.3 تقييم الإشعاع غير المؤين

تتوفر المقاييس اليدوية المحمولة لقياس الإشعاع غير المؤين (NIR). تحتوي هذه المقاييس على مادة ملائمة الانبعاث ضوئي (مثل الأشعة فوق البنفسجية أو الضوء المرئي أو الأشعة تحت الحمراء) لكي يطلق الإشعاع الصادر إلكترونات من السطح. يتم تجميع هذه الإلكترونات بواسطة قطب موجب ثم تركها تتدفق كتيار كهربي يقاس بأميتر معيّر تعييراً ملائماً.

يتم تقييم المعلومات التي تم الحصول عليها مقارنة بحدود التعرض المهني الصحيحة. ولقد تبنى المؤتمر الأمريكي لخبراء الصحة الصناعية ACGIH أو قاموا باقتراح حدود قصوى للتعرض TLVs.

- الأشعة فوق البنفسجية
- الأشعة المرئية أو القريبة من الأشعة تحت الحمراء.
- أشعة الليزر.
- إشعاع الموجات الدقيقة وإشعاع التردد اللاسلكي.

وحدة قياس حدود قوة الإشعاع هي ميجاوات/سم^2.

16.4 الإضاءة

16.4.1 الإدراك

نسبة الإشعاع المرئي من المجال الكهرومغناطيسي هي نسبة ضيقة، تتراوح بين 400 و 700 نانومتر. حساسية العين لهذا الإشعاع المرئي هي ما يمكننا من الرؤية. فيما يخص حفظ الصحة المهنية، نهتم بالشعور الذاتي بالراحة البصرية، والإضاءة الجيدة التي يتم وصفها من حيث جودة الضوء وكمه.

الكم - هي كمية الإضاءة في المهمة. ويتم قياسها باللكس ويجب أن تكون كافية للعامل ليتمكن من إنجاز مهمته.

الجودة - هي ملائمة الإضاءة، مثلاً في توزيع السطوع في بيئة بصرية، لون الضوء، اتجاهه، وانتشاره، درجة توهجه

نوع الإضاءة الأقل جاذبية هو القادم من مصباح واحد في وسط الغرفة. قلة التباين والقدرة المحسنة على الرؤية سينتج عنه تزايد عدد مصادر الإضاءة عبر سقف ما.

بوجه عام، لكل مهمة بصرية يتم أدائها، يلزم حد أدنى من الضوء القادم فوق مساحة كل وحدة من وحدات الجسم الموجود في حيز البصر، تتحدد بشكل رئيسي تبعاً لطبيعة العمل الذي يتم إجرائه. قد تؤدي قلة الضوء إلى إجهاد العين والصداع، كما تتسبب كثرة الضوء في حدوث الوهج. وتتاح الإرشادات الخاصة بالقيم الخدمية للضوء في مدونة معهد مهندسي الخدمات البنائية (مدونة CIBSE) بالمملكة المتحدة، ولدى مهندسي الجمعية الأمريكية للتدفئة والتهوية (ASHRAE) بالولايات المتحدة.

يمكن تصنيف الإضاءة في الأماكن المختلفة بالمصانع والمكاتب في فئات ثلاث:

- إضاءة محلية
- إضاءة متمركزة
- إضاءة عمومية.

وقد أثبتت الأبحاث أن أوضاع الإضاءة المستحبة تتواجد عندما تكون الإضاءة الخاصة بمهمة ما حوالي ثلاث أضعاف عما يحيط بها مباشرة، وعندما تضاء المحيطات المباشرة بقدر ثلاث أضعاف غرفة العمل العمومية. للإضاءة الجيدة تأثير نفسي نافع على القوة العاملة وإنتاجيتها.

16.4.2 تقييم الإضاءة

الآلة الأكثر استخداماً لقياس الإضاءة هي المقياس الإضائي الكهروضوئي (المصطلح علية أحياناً بمقياس "اللكس"). عندما يقع الضوء على خلية كهروضوئية، تتحول قوة الإشعاع إلى قوة كهربية ويسجل التيار الناتج على مقياس معيّر باللكس. يحتوي اللكس على مرشح مدمج به يطبق عامل التصحيح الضروري عند قياس ضوء النهار أو ضوء المصباح الزئبقي أو ضوء الفلورسنت، وهو "مصحح لونياً" للاستجابة للعين

البشرية. يتم تقييم النتائج الكمية المكتسبة من حيث معايير الإرشاد الصحيحة مثل تلك الموصى بها من قبل CIBSE أو ASHRAE.

16.4.3 الوهج

يمكن تعريف الوهج على أنه أي سطوع في مجال الرؤية، وقد تسبب هذه الخاصية الضيق، الانزعاج ، تشويش الرؤية أو إجهاد العين. أنواع الوهج الثلاث المختلفة قد تتواجد فرادى أو على شكل مجموعات.

الوهج المعيق ويؤثر ذلك على قدرة الرؤية بوضوح، مثلاً الكشافات غير المنحنية في سيارة ما أو ضوء الشمس المنعكس من سطح مبلل.

الوهج المزعج ويتزايد أثره مع الوقت، مثلاً جزء من مشهد بصري (نافذة في وقت النهار، ضوء بالليل) قد يكون ساطعاً للغاية مقارنة بالخلفية.

الضوء المنعكس ويرى ذلك في الأسطح اللامعة أو الملمعة التي تعكس صورة مشوشة إلى حد ما لضوء ساطع، جهاز أو نافذة. قد يكون ذلك مصدر ضيق أو إعاقة، إذ قد يكون من الصعب أو المستحيل لرؤية ما ورائه.

16.4.4 الإضاءة الجيدة

فيما يلي إرشادات عامة عن تصميم الضوء بكمية كافية وجودة مناسبة:

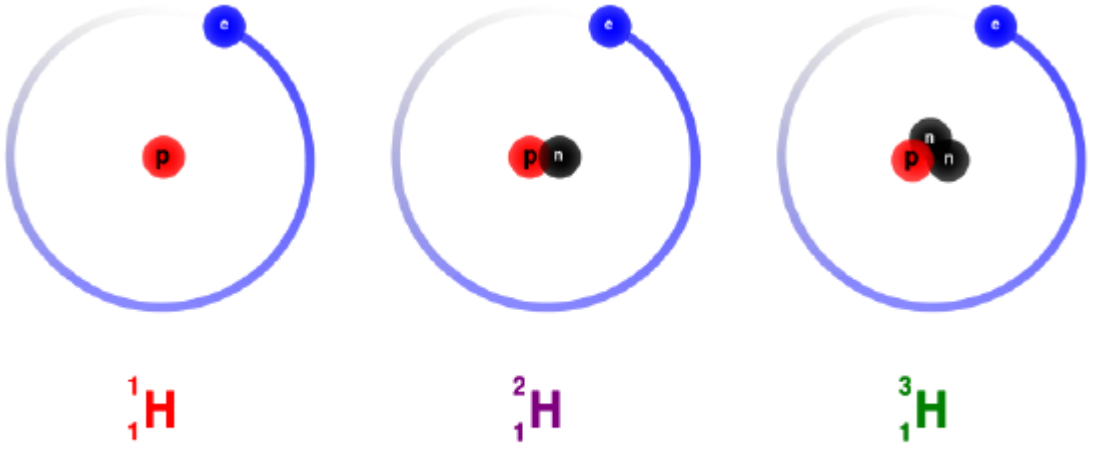
- مراعاة الإضاءة في مرحلة تصميم أي مبنى أو مكان عمل
- تصميم لمعدلات إضاءة كافية بما يتماشى مع الإرشادات المحددة مثل مدونة قواعد CIBSE
- دمج ضوء النهار والضوء الاصطناعي
- تجنب الوهج
- تقليل الوميض
- ضمان الصيانة المناسبة للأسطح اللامعة وتركيبات الإضاءة.

17 الإشعاع المؤين

17.1 طبيعته

من الممكن شرح العديد من ظواهر المجال الذري بافتراض أن جميع الذرات مصنوعة من ثلاث أجزاء أساسية. وهي الإلكترون والبروتون والنيوترون. وتتكون التركيبة الذرية الأبسط بواسطة إلكترون واحد وبروتون واحد - وهو ذرة الهيدروجين. بوجه عام، يدور عدد من الإلكترونات المشحونة بشحنات سالبة في عدد من المدارات المسموح به حول نواه مركزية تتكون من عدد متساو من البروتونات المشحونة بشحنات موجبة وبعض النيوترونات. لا تحمل النيوترونات أي شحنات ويضمن تساوي عدد الإلكترونات والبروتونات تعادل شحنات الذرة بأكملها، إذ أن شحناتهما تتساوى في الحجم وتتقابل في الإشارة.

المخطط التالي يوضح ذلك لثلاث متغيرات من ذرة الهيدروجين تختلف في عدد نيوتروناتها. هذه المتغيرات يطلق عليها النظائر.



المصدر: معدل من ديرك هونينجر، مرخص بموجب
إسناد المشاع الإبداعي ShareAlike 3.0

شكل 17.1 نظائر الهيدروجين

يشير الإشعاع المؤين إلى جسيمات أو إشعاعات كهرومغناطيسية تحتوي على طاقة كافية للتأثير على الذرات مباشرة، أي "تأيينها"، تحديداً لتكوين جسيمات مشحونة، أو أيونات عند تفاعلها مع المادة. توجد خمس أنواع مختلفة للأشعة المؤينة وهي: ألفا (α)، بيتا (β)، النيوترونات (n)، جاما (γ)، والأشعة السينية (χ). الأشعات الثلاث الأولى هي جسيمات والاثنتان الأخيرتان هما مثالين على الإشعاع الكهرومغناطيسي. التفاصيل مدرجة في الجدول التالي.

النوع	الرمز	الطبيعة	الشحنة	الكتلة النسبية	المدى في الجو	الاختراق
ألفا	α	الجسيم (نواة الهيليوم)	+ +	4	2 - 0.4 سم	لا شيء
بيتا	β	الجسيم (الإلكترون)	-	1/1800	5-20 سم	طفيف
نيوترون	n	الجسيم (النيوترون)	0	1	طويل	عالية
جاما	γ	كهرومغناطيسي	0	0	طويل جداً	عالية
الأشعة السينية	χ	كهرومغناطيسي	0	0	طويل جداً	عالية

17.2 النيوكليدات المشعة

ينبعث الإشعاع المؤين من النوى غير المستقرة في طور تحللها، يصاحب ذلك انبعاث الطاقة. وتعرف هذه بالنوى النشطة إشعاعياً (النيوكليدات المشعة).

تفقد النويدة المشعة نشاطها الإشعاعي بالتحلل. يكون التحلل بطبيعته إحصائياً، أي من المستحيل التنبؤ أي ذرة بعينها ستتفكك، ولكن من المعلوم يقيناً أن نسبة من النشاط الإشعاعي سوف تختفي في وقت ما. ويعرّف معدل التحلل بعمر نصف محدد يكون متفرداً لكل نيوكليدة مشعة وتكون قابلة للتغير. عمر النصف هو فترة يتم خلالها اختفاء النشاط الإشعاعي لنيوكليدة مشعة معينة، وعادة ما يكون متسقاً ويكتب عادة كالتالي 1/2.

يستخدم الرمز ثلاثي الوريقات للإشارة إلى المواد النشطة إشعاعياً.

17.2.1 وحدات الإشعاع المؤين

وحدات قياس الإشعاع تتميز بالتعقيد النسبي. تستخدم غالبية الدول الآن النظام الدولي للوحدات (والذي اختصاره SI من المصطلح الفرنسي le Système International d'Unités) وهو الشكل الحديث للنظام المتري. ولكن تستمر الولايات المتحدة في استخدام نظاماً أقدم لبعض الأغراض التنظيمية. وكمرجعية، نلخص كلتا الطريقتين فيما يلي:

النشاط (بيكيريل)

وحدة الـ SI لنشاط المواد النشطة إشعاعياً هي البيكيريل (Bq)، حيث واحد بيكيريل = 1 انحلال بالثانية.

كانت الوحدة التقليدية للنشاط هي الكوري (Ci), حيث واحد كوري = 3.7×10^{10} انحلالات بالثانية.

الجرعة الممتصة (جراي)

هذا هو قياس للطاقة الواردة إلى المادة عبر الإشعاع المؤين لكل كتلة وحدة للمادة. وحدة SI للجرعة الممتصة هي جراي (Gy)، وهي تتساوى مع امتصاص الطاقة بمقدار 1 جول/ كجم.

الوحدة التقليدية للجرعة الممتصة هي راد، حيث جراي = 100 راد.

مرادف الجرعة (سيفرت)

الجرعات الممتصة المرادفة قد لا ينشأ دائماً عنها مخاطر مرادفة لأي تأثير بيولوجي. قد تتأثر الفعالية البيولوجية النسبية لجرعة ممتصة بعينها بنوع الإشعاع أو حالته. وعليه قد تظهر الجرعة المرادفة نفسها على هيئة:

جرعة مرادفة (سيفرت) = جرعة ممتصة (جراي) × عامل مغيّر.

يعتمد العامل المغيّر على كل من "جودة" الإشعاع (التي هي 1.0 لإشعاعات الطاقة الأكثر انخفاضاً ولكن ترتفع إلى 20 في شظايا انشطار الطاقة المرتفع) الجزء المتأثر من الجسم.

الوحدة التقليدية هي ريم، حيث 1 سيفرت = 100 ريم.

17.3 الإشعاع الخارجي والداخلي

عند مناقشة الأوجه الصحية للتعرض للإشعاع المؤين والتحكم بالأخطار، من الضروري أن نفرق بين الإشعاع الخارجي والإشعاع الداخلي.

خطر الإشعاع الخارجي هو القادم من مصدر إشعاعي خارج الجسم بكميات من الطاقة تكفي لاختراق الطبقة الخارجية للبشرة. فيما يلي ندرج ملخص لتأثير التعرض، مبادئ التحكم وأنواع الرصد:

يمكن تلخيص تأثير التعرض الخارجي كما يلي:

α الحد الأدنى من الخطورة

β البشرة والعيون المعرضان للخطر

γχ الجسم بأكمله المعرض للخطر (الإشعاع المخترق)

خطر الإشعاع الداخلي ينشأ عندما يتلوث الجسم بنظير مشع. وجود مادة نشطة إشعاعياً في الجسم يمثل عادة مشكلة أكثر خطورة من التعرض لإشعاع خارجي بسبب أن المواد النشطة إشعاعياً:

- تتصل عن قرب بأنسجة الجسم وأعضائه (تذكر قانون المربع العكسي).
- لا يمكن إزالتها أو حجبها (تشعع الجسم 168 ساعة بالأسبوع).

قد يحدث دخولها إلى الجسم عبر الاستنشاق، عن طريق الفم أو امتصاص البشرة،

في هذه الحالة، تكون آثار التعرض ما يلي:

α خطورة عالية جداً

β خطورة عالية

χγ لا ينطبق عادةً

17.4 مستويات الإشعاع

نتعرض جميعنا للإشعاع من المصادر الطبيعية فضلاً عن المصادر التي تواجهنا بالعمل. يتح المختبر القومي بلوس ألاموس، بالولايات المتحدة أداة متاحة على الإنترنت تمكنك من حساب جرعة الإشعاع السنوية الخاصة بة، أنظر http://newnet.lanl.gov/info/dosecalc.asp (تم الدخول فبراير 2010). ويضع ذلك في الاعتبار:

- الإشعاع الكوني الذي يتزايد مع الارتفاع فوق سطح البحر
- المادة التي استخدمت في تشييد بيتك.
- الوقت المقضي في طائرة
- التدخين
- الأشعة السينية الطبية
- عوامل أخرى خاصة بنمط الحياة.

17.5 الآثار البيولوجية للإشعاع المؤين

ينتج تعرض الأنسجة الحية للإشعاع المؤين تلف في الخلايا المكونة. من الممكن أن يكون مثل هذا التلف نافعاً للجنس البشري (مثل علاج السرطان في ظل أوضاع محكومة بحرص)، ولكن في ظل أغلب الأوضاع يجب تجنبها لأبعد حد ممكن. تتلخص الآثار المحتملة في الجدول التالي.

الآثار الحادة	الآثار المزمنة
الحمامي تغيير الدم العقم الموت	السرطان العيوب الوراثية

تنتج جميع أشكال الإشعاع المؤين نفس نوع الإصابة في الأنسجة المشعة. ولكن، تتباين كفاءة الأنسجة في إنتاج استجاباتها، تبعاً لكثافة التأيين في مسار الإشعاع. الإشعاعات الجسيمية مثل جسيمات ألفا أو النيوترونات التي تنتج مسارات أيونية معبأة عن قرب، تكون أكثر إضراراً لكل وحدة طاقة ممتصة من الإشعاع الكهرومغناطيسي مثل أشعة جاما أو الأشعة السينية، والتي تسبب مزيد من التأيين المنتشر.

لأن الأشعات الكونية تقصف سطح الأرض بأكمله ولأن العناصر النشطة إشعاعياً المكونة طبيعياً موجودة في كل مكان، لا محالة من التعرض بحد أدنى فيما يطلق عليه الإشعاع "الخلفي". في بعض المناطق، غاز الرادون النشط إشعاعياً يتكون طبيعياً في صخور الأديم مثل الجرانيت. وقد يتعرض لهذا الغاز عمال المناجم العاملين تحت الأرض ويمكن أيضاً أن يتراكم في بدرومات المباني، التي قد تحتاج إلى تهوية خاصة.

نظراً لاستخدام المواد النشطة إشعاعياً في الصناعة، واستخدام الإشعاعات المؤينة في الطب والصناعة، يتعرض بعض مجموعات من الناس لمعدلات مرتفعة من الإشعاع.

17.6 استخدامات الإشعاع

الاستخدامات الصناعية

- القياس ـ الإشعاع يمكن استخدام (α, β, χ,النيوترونات) لقياس مستوى السمك والكثافة والرطوبة.
- التصوير الإشعاعي الصناعي - فحص استقامة اللحام (γ, χ).
- التقنيات التحليلية بالمختبرات ـ حيود وومضان الأشعة السينية
- الراسمات ـ تستخدم النيوكليدات المشعة في تحديد العوائد، اختبارات الاهتراء، تحريات مخازن المياه والنفط.

طبية

- الأشعة السينية التشخيصية
- التصوير الطبي ـ تستخدم النيوكليدات المشعة أحياناً كعلامات.
- علاج السرطان ـ استخدام النيوكليدات المشعة للقضاء على الأورام.

17.7 قياس الإشعاع ـ الجزء 1

يمكن إجراء قياسات الإشعاع بعدد من الطرق المختلفة لقياس أشياء مختلفة.

<u>الإشعاع المنبعث:</u> يمكن استخدام عدادات جايجر وعدادات الوميض لقياس مستوى الإشعاع من مصادر معينة. تكون الأجهزة عادة خاصة بنوع الإشعاع الذي يتم قياسه.

<u>جرعة الإشعاع:</u> يمكن استخدام أجهزة متنوعة لقياس الجرعة الشخصية. من المهم التفريق بين الجرعة الداخلية (التي يستوعبها الشخص في جسمه عبر مسالك مثل التنفس) والجرعة الخارجية (التي يتلقاها الشخص ببساطة بحكم وجوده في بيئة يتواجد فيها الإشعاع).

يمكن قياس الجرعة الخارجية باستخدام مجموعة من مقاييس الجرعات. مقياس جرعات الغرفة الأيونية يشبه القلم ويمكن تثبيته بملابس الشخص. مقياس جرعات شارة الفيلم تحتوي على قطعة من فيلم فوتوغرافي يظهر حين مرور الإشعاع خلاله.

قياس الجرعة الداخلية ينطوي على استخدام مضخات جمع العينات التي تجمع المواد النشطة إشعاعياً ليتم قياس الإشعاع بها.

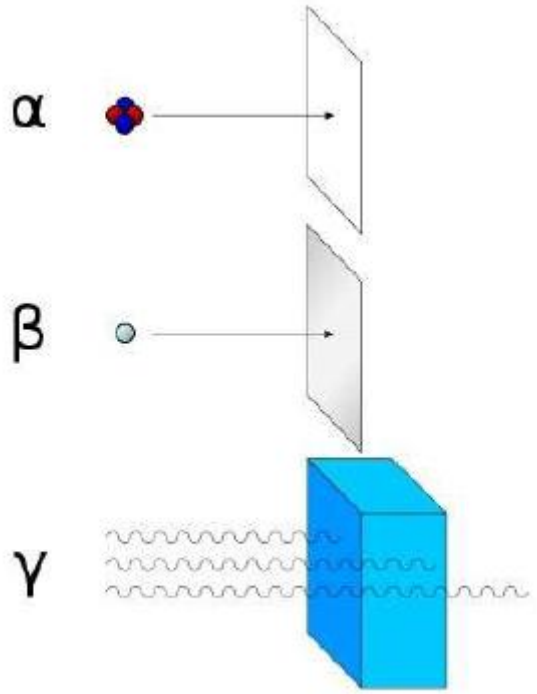
17.8 الحماية من الإشعاع

يمكن تقسيم التحكم بالتعرض للإشعاع إلى أربعة أساليب أساسية. عملياً يتم تطبيق مجموعة من هذه الأساليب.

الوقت: تحديد أو تقليل قدر الوقت الذي يتعرض فيها الأشخاص للإشعاع سيقلل من الجرعة التي يتلقونها.

المسافة: تقل حدة الإشعاع بشدة بتباعد المسافة تبعاً لقانون التربيع العكسي. بالإضافة إلى أشعتي ألفا وجاما اللتان تضعفان بفعل الهواء.

الحجب: يمكن وقف جزيئات أشعة ألفا بشكل كامل بواسطة صحيفة من الورق، كما يمكن وقف جزيئات بيتا بواسطة صحيفة من الألمنيوم. يمكن تقليل إشعاعات جاما فقط بمزيد من الحواجز المادية. حواجز تحتوي على الرصاص أو الخرسانة أو الماء تتيح حماية فعالة من جزيئات الطاقة مثل أشعة ونيوترونات جاما. يتم تخزين بعض المواد النشطة إشعاعياً أو معالجتها تحت الماء أو بواسطة التحكم عن بعد في غرف مشيدة باستخدام خرسانة سميكة ومبطنة بالرصاص.



المصدر: Wikmedia Commons مرخص بموجب
إسناد المشاع الإبداعي ShareAlike 3.0

شكل 17.2 - فعالية الحجب

الاحتواء: يمكن استخدام المواد النشطة إشعاعياً في "مصادر مبرشمة" لمنعها من الانتشار. استخدام مساحات عمل صغيرة، مناطق منفصلة وتهوية محكومة هي أيضاً طرق تستخدم لاحتواء انطلاق المواد النشطة إشعاعياً

في العديد من الدول يتم القيام بدور الحماية ضد الإشعاع متخصص يتمتع بمهارات ومؤهلات معترف بها. مثلاً، بالمملكة المتحدة يقوم مدراء الصحة والسلام بتحديد مستوى المؤهلات المطلوبة ليصبح الشخص "مستشار حماية إشعاعية".

17.9 مرقبة الصحة

طبيعة الإشعاع تحتم على الموظفين المتعاملين معه أن يكون يخضعوا لشكل من أشكال المراقبة الصحية، والتي تشمل الرصد البيولوجي. يخضع الموظفون العاملون بمناطق محكومة عادة لـ:

- ملء استبيان
- اختبار دم
- اختبار بول
- فحص ضغط الدم
- فحص الطول والوزن
- نقاش عام حول الصحة.

18 مقدمة للهندسة البشرية

18.1 مقدمة

الهندسة البشرية تدور حول التفاعلات بين الناس والآلات التي يشغلونها وبيئة عملهم. وتهدف الهندسة البشرية إلى تحقيق الحد الأقصى من الأداء البشري والحد الأدنى من الاعتلال، أو عدم الرضا أو خطر الإصابات العظمية العضلية.

ببساطة، تعنى الهندسة البشرية بالتوفيق بين العامل والمهمة المنوط بها. إذا لم يكن التوفيق جيداً، يكون أفضل حل هو إعادة تصميم مهام العمل لجعلها أكثر توافقاً مع السمات البشرية. لأن محاولة تغيير سمات العاملين هي عملية أقل كفاءة، مثلاً بواسطة تحسين الانتقاء والتدريب؛

ويتضح أن التوفيق الجيد بين العوامل التكنولوجية والتنظيمية والبشرية هو هدف في حد ذاته إذا رغبنا في تقديم أداء مهني جيد. إذا أمكن تحقيق التوازن بين هذه العوامل، ستتحسن الإنتاجية، وينتج عن ذلك ميزات تنافسية إلى جانب الفوائد الخاصة بالصحة والسلامة.

ولذا فإن مجال الهندسة البشرية واسع جداً. بعض الأنشطة الشائعة التي تكون الهندسة البشرية ضرورية بها، هي:

- نقل الحمولات يدوياً؛
- المهام التي تشمل حركات تكرارية؛
- استخدام معدات شاشات العرض، مثل العمل على الكمبيوتر.

تناقش تطبيقات علم الهندسة البشرية هذه بتفاصيل أكثر فيما يلى. علاوة على ذلك، تقترن الهندسة البشرية عن قرب بدراسة الأخطاء البشرية. تحدث الأخطاء عندما يتم تخطي لقدرات الفرد على التأقلم مع متطلبات مهمة أو موقف ما. وقد يحدث ذلك نتيجة سوء تحديد الوسيط بين الإنسان والآلة، بسبب غياب التدريب أو المهارة أو بسبب عوامل سيكولوجية مثل التوتر أو الإجهاد. قد تؤدي الأخطاء إلى حوادث أو مرض أو خسارة في الإنتاجية. لهذا السبب يطلق على الهندسة البشرية في الولايات المتحدة، "العوامل البشرية"، ويفسر هذا المصطلح بشكل أوسع مما ورد في هذا القسم. سوف نناقش الخطأ والسلوك والبشري، وتنظيم العمل في قسم تال.

إن الهندسة البشرية مجال دراسة متعدد الفروع، وهو يرتكز على الميكانيكا الحيوية والفيسيولوجيا وعلم التشريح وعلم النفس والفيزياء والسلامة والهندسة. وهو مجال يعتمد على الحقائق، ويتجه نحو الحلول ويجب دمجه بالكامل في العمليات الإدارية للمنظمة.

18.2 تقييم المخاطر بمكان العمل

نقطة البداية لتقييم العوامل البشرية هي تقييم مكان العمل. ويجب أن يخاطب هذا التقييم:

- **الأجهزة** مثلاً تصميم ونسق ضوابط الآلات، سهولة صيانتها، مأمونية الماكينات (الحراسة، الغلق)
- **البرمجيات** مثلاً إجراءات التشغيل القياسية والتعليمات والكتيبات والبرامج الحاسوبية الخاصة بها.
- **مكان العمل المرئي**، مثل تصميم المهمة/ العرض، نسق العرض، كم المعلومات، استخدام الرموز.
- **التنظيم** مثلاً في طرق العمل، محتوى الوظيفة (درجة تنوع المهام والتحكم الشخصي)، معدل العمل، الرضا، التواصل، الإبلاغ، أنظمة المراقبة، إدارة الصراعات، الخ.
- **مكان العمل المادي** مثل الدخول، والتخليص والجلوس، ومواضع العمل، ومتناول اليد، وترتيبات التخزين، والتنظيف.
- **البيئة الفيزيائية** مثل الحرارة، والضوضاء، والإضاءة، والاهتزاز، والمواد الخطيرة على الصحة، الخ.
- **السمات الفردية** مثل حجم الجسم (الأنثروبومترية)، والقوة والقدرة على التحمل والمهارة والتدريب والتحفز والسلوك.

لتقييم مفصل، قد يكون ضرورياً إشراك خبير بشري. طور الخبراء البشر طرق لقياس الإجهاد البشري ولديهم نماذج تنبؤية للتعامل مع المهام الجسدية. عادة ما يكون مفيداً أن نصور المهمة التي تجرى بالفيديو لإعادة تشغيلها بهدف التحليل.

18.3 التعامل اليدوي

يقصد بالتعامل اليدوي نقل أو دعم حمولة (بما في ذلك الرفع والتنزيل والدفع والجر والحمل والتحريك) باستخدام اليد أو القوة الجسدية.

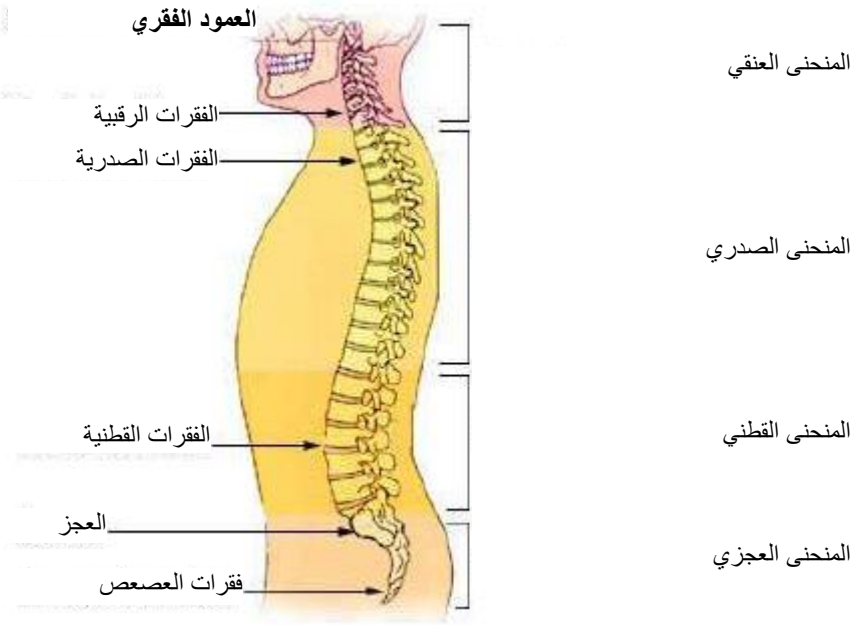
نسبة كبيرة من الحوادث وكم كبير من الأمراض الصحية تقترن بعمليات التعامل اليدوي. معظم حوادث التعامل اليدوي المبلغ عنها هي رض أو الالتواء، الظهر هو الأكثر شيوعاً. تنشأ هذه الاضطرابات العظمية العضلية بسبب الاستخدام و/ أو التمديد الخاطئ للقوة الجسدية. الأوضاع السيئة والتكرارية المكثفة للحركات قد تكون عوامل هامة في مستهلها. أنواع الإصابات الأخرى المقترنة بالتعامل اليدوي تشمل الكسور والجروح والكدمات والبتر والإصابات الحرارية.

العديد من إصابات التعامل اليدوي تكون تراكمية المنشأ أكثر من رجوعه إلى أي حادث تعامل وحيد. لا يتم دائماً التعافي التام، وقد يكون الناتج اعتلال جسدي أو حتى إعاقة دائمة. وعليه تكون التكاليف الواقعة على الفرد وعلى صاحب العمل بعيدة المدى. ولذا يجب أن تكون استراتيجيتنا في منع الإصابة وقائية وليست تفاعلية.

18.3.1 الظهر

يعد العمود الفقري مثالاً رائعاً ومعقداً على امتياز الهندسة، ليس فقط لأنه نظام الدعم المركزي للجسم وحماية النخاع الشوكي، ولكن لأنه أيضاً جوهري للمشي والعديد من حركات الجسم الأخرى. ولكن، مثل أي هيكل هندسي آخر، لا يستجيب بشكل جيد للحمولة الزائدة أو سوء المعاملة، سواء على هيئة حمولة زائدة فجائية وديناميكية، حمولة زائدة تكرارية، أو تعمل خارج معلمات تصميمها.

يحتوي العمود الفقري على 24 قطعة عظمية (الفقرات) وخمس قطع مندمجة تشكل العجز، وثلاث إلى خمس قطع مندمجة أو متنقلة جزئياً تشكل الذيل الأثاري. بين القطع المتحركة يتمركز ثلاثة وعشرون قرص غضروفي يعملون كماصات ممتازة للصدمات. التسلسل المنحني للعمود الفقري يسمح له بامتصاص الصدمات بكفاءة تزيد 100 مرة عنه إذا كان متراص بشكل مستقيم.



المصدر: الحكومة الفيدرالية الأمريكية عن
Wikimedia commons

شكل 18.1 – الظهر

تحتوي الأقراص على سائل، ممتاز في امتصاص الصدمات، ولكن الضغط المتواصل يعتصر هذا المحتوى السائل جاعلاً الأقراص أكثر تسطحاً، وأقل مرونة وأقل مطاطية. يقدر جهد الانهيار لدى القرص اليافع الصحيح بـ800 كيلوجرام، وهو أقوى من الفقرات، ويقل هذا الجهد إلى 450 كيلوجرام لدى الأشخاص المسنين

كنتيجة للإجهاد المتكرر أو لإجهاد فجائي ناتج عن صدمة قد تتسلل الخلايا السائلة عبر الشقوق لتصل إلى الغضروف الليفي ومنه تهبط لتخرج من القرص وتضغط على الأعصاب المجاورة مسبباً ألماً بشعاً. على عكس الاعتقاد السائد، الأقراص لا تنزلق! حالما يحدث هذا، قد ينحسر العلاج في الراحة، والمسكنات والعلاج الطبيعي. وللجراحة دور منحسر؛ ليس من الممكن الاقتراب من العمود الفقري من الأمام، كما أن تكوينه في غاية التعقيد والحساسية بحيث يتعذر إجراء أية إصلاحات من الخلف.

عادة ما ينتج عن إصابات الظهر حصول المصابين على أسابيع أو أشهر إجازة من العمل، قابلة للتكرار. من المهم دعم العاملين ببرنامج "عودة إلى العمل" يشجع إعادة التأهيل السريعة ويحميهم من الانزلاق إلى حالة الإعاقة الدائمة.

18.3.2 إجراء تقييم للتعامل اليدوي

تبعاً لدرجة تعقد النشاط، قد تكون أفضل طريقة لإجراء التقييم بواسطة الأشخاص الأكثر دراية بالعمليات، مثلاً المشرفين والعمال، أو قد يجريه أخصائيو الصحة والسلامة، أو حفظ الصحة المهنية أو الهندسة البشرية، أو بواسطة فريق.

يجب أن يراعي التقييم العملية بكاملها. إذ يجب أن يخاطب أربعة عوامل أساسية:

- المهمة؛
- الحمولة؛
- بيئة العمل؛
- القدرات الفردية.

المصدر: ستيف بيلي

شكل 18.2 - مخاطر التعامل اليدوي من الحمل إلى الالتواء

ويمكن إجراء تقييماً بسيطاً كالتالي:

- هل العملية ضرورية؟ هل يمكن تجنبها؟
- يجب مراعاة شكل الحمولة ووزنها والصعوبات الخاصة بها.
- كيف يتم التعامل معها؟
- من أين يتم نقلها وإلى أين ومدى تكرارية ذلك؟ الانحناء المتكرر، والحركات الالتوائية تزيد من المخاطرة، وتزيد المخاطرة أيضاً عند الحمل بعيداً عن متناول اليد.
- هل تضاعف بيئة العمل مخاطرة التعرض للإصابة؟
- هل الأرضيات زلقة أو غير مستوية؟
- هل المحيط مكتظ، حار أو رديء الإضاءة؟
- هل تتكيف المهمة ومكان العمل مع الفرد؟ في أبسط أشكاله قد ينطوي هذا ببساطة على التفكير بارتفاعات المقاعد والطاولات وأحجام السفالات، الخ.
- التفكير بالتدابير العلاجية الممكنة، مثلاً قد يكون من الممكن استخدام المساعدات الميكانيكية أو تقسيم الحمولة، أو إعادة ترتيب المهمة.

18.3.3 سبل تقليل الخطورة

كما هو الحال في مخاطر الصحة المهنية، يوجد تدرج هرمي للتحكم.

الأسلوب المفضل هو التخلص من عمليات التعامل اليدوي نهائياً إن أمكن. مثلاً قد يكون من الممكن شراء كميات موزونة مسبقاً لتجنب الاحتياج لعمليات الوزن. أو وضع عمليتين معاً في نفس الموضع قد يجنبك من الحاجة لنقل المواد فيما بينهما.

قد تشمل الحلول تغيير المواضع أو الارتفاعات الخاصة بالمهمة، مثلاً بتوفير طاولات أو مقاعد قابلة للتعديل لتحسين الأوضاع. تشمل الحلول عادةً استخدام مساعدات التعامل: مع الاحتفاظ بأحد عناصر التعامل اليدوي، تستخدم القوى البدنية بشكل أكثر فعالية، وعليه تقل مخاطر الإصابة. مثلاً:

- ♦ يمكن أن يدعم وزن حمولة ما بواسطة رافعة، وبذلك تترك للعامل حرية التحكم بوضعيتها؛
- ♦ يمكن لناقلة أو لموصل دوّار أن يقلل القوة اللازمة لنقل حمولة أفقياً؛
- ♦ وتعد المزالق طريقة فعالة لاستخدام الجاذبية لنقل الحمولات من موقع ما لموقع آخر،
- ♦ وسادات الشفط والخطافات اليدوية يمكن أن تبسط مشكلة التعامل مع حمولة يصعب استيعابها.

تذكر أن إدخال ممارسات عمل جديدة قد تنتج عنه مخاطر جديدة تحتاج لإدارتها، مثلاً بالصيانة الصحيحة للمعدات الجديدة.

عند إجراء كل ما في الإمكان لتكييف المهمة للعامل، تبقى الحاجة إلى توفير المعلومات والتعليمات والتدريبات الخاصة بالمخاطر المتبقية.

18.3.4 المعلومات والتعليمات والتدريب

المعلومات - حيثما أمكن، يجب تزويد العاملين بمعلومات دقيقة حول وزن كل حمولة، وأثقل جانب من أي حمولة يكون مركز جاذبيتها غير موضوع مركزياً. عندما لا يمكن القيام بذلك، يجب توفير النصيحة العامة حول مدى الحمولات التي يتم التعامل معها، وحول كيفية التعامل مع حمولة لا يتوزع وزنها بالتساوي.

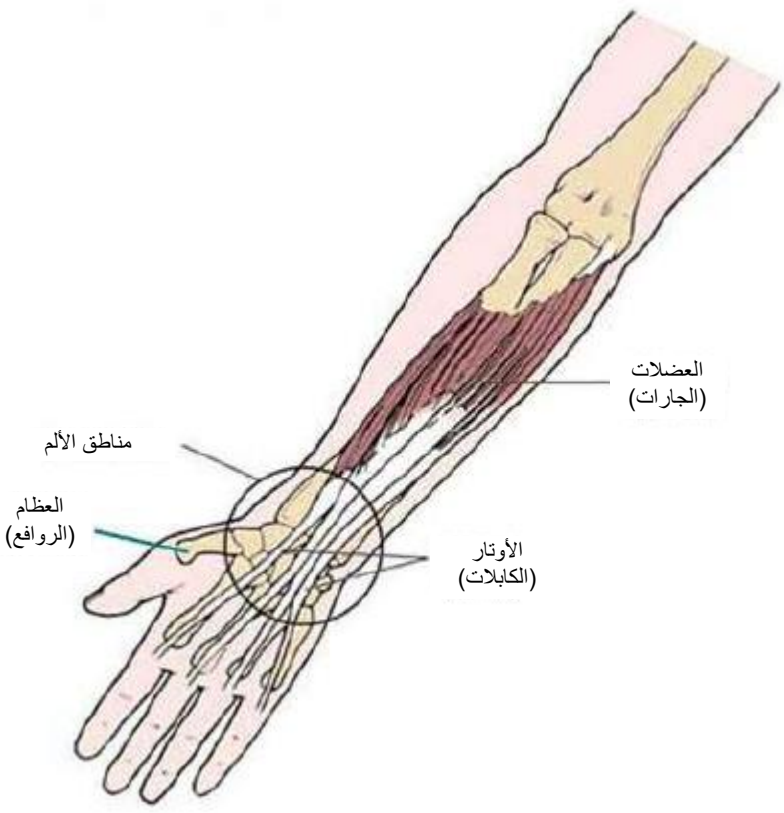
التدريب - المعرفة والتدريب وحدهما لن يضمنا التعامل اليدوي الآمن ولكنهما وجهان ضروريان لنظام عمل آمن. البرنامج التدريبي المناسب يجب أن يخاطب كل من:

- كيف يمكن التعرف على الحمولات المحتملة الخطورة؛
- كيف نتعامل مع الحمولات غير المعتادة؛
- تقنيات التعامل الجيد، بما في ذلك الاستخدام الصحيح لمساعدات التعامل؛
- الاستخدام الصحيح لمعدات الحماية الشخصية؛
- خواص بيئة العمل التي تسهم في تحقيق السلامة؛
- أهمية التنظيف الجيد؛
- العوامل المؤثرة على القدرات الفردية، بما في ذلك اللياقة والصحة.

يجب تدريب العاملين أيضاً على التعرف على الحمولات التي قد يتسبب وزنها إلى جانب شكلها وما لها من خواص أخرى والأوضاع التي يتم معاملتها فيها، في حدوث إصابة.

18.4 المهام التكرارية

قد تتسبب المهام التي تحتوي على حركات تكرارية في خلل بالعضلات والمفاصل والأوتار، حتى إذا لم تنطوي أفعال الشخص على حمولات مفرطة أو استخدام مفرط للقوة.



شكل 18.3 - تكوين الجارات والكابلات والروافع بالذراع مبيناً موقع التهاب أوتار الرسغ

تعرف هذه الحالات المؤلمة عادة بإصابات الجهد المتكرر (RSI) أو خاصة بالولايات المتحدة) الاضطراب التراكمي للصدمات (CTD). كما تعرف الأوضاع المهنية للأذرع والأيدي باضطراب الأطراف العليا المتعلق بالعمل (WRULD).

من الأمثلة المعروفة لإصابات الجهد المتكرر *كوع التنس*, *إبهام اللاعب* بسبب استخدام أزرار تحكم ألعاب الكمبيوتر *أصبع المرقم* بسبب الإفراط في استخدام ألواح مفاتيح الهاتف المحمول. آلام الرسغ (التهاب الأوتار) يقترن عادة بالإفراط في استخدام لوحات المفاتيح.

وقد تشمل الأعراض ألم وضعف المناطق المصابة، وتسوء عند الاستخدام. غير أن تشخيص إصابات الجهد المتكرر يمكن أن يكون صعباً إذ عادة ما لا يكون هناك مرض واضح. يعتقد الأطباء أن هناك عنصر نفسي لإصابات الجهد المتكرر، وهناك أدلة على أن المصابين بها تزيد معاناتهم مع وجود التوتر. العلاج يكون صعب وعادة ما ينتهي بالفشل، لذا تكون الوقاية لها أهمية قصوى.

تقييم المخاطرة أولاً يتطلب تحديد المهام التي يتم أدائها بشكل متكرر ومكثف. تنشأ المخاطر المهنية تقليدياً في الأعمال ذات خطوط التجمع تكراري مثل غلق قمم الزجاجات، ربط مكونا معاً بمسامير لولبية، أو إدخال مكونات في مواضع غريبة. تتزايد هذه المخاطرة إذا كان من الضروري استخدام قبضة قوية أو انطوى الأمر

على كبس المكونات. الضغط المفرط للوفاء بأهداف الإنتاج، خاصة عندما يتعلق ذلك بالعمل بالقطعة أو دفع حوافز، قد يزيد من استفحال المشكلة.

قد تنشأ المخاطر عند انهيار عملية أوتوماتيكية أو عند رفض دفعة من المنتجات، ويضطر العاملون لإجراء عمليات تعويضية يدوياً.

في الحالات المعقدة، يمكن أن يقيس خبراء الهندسة البشرية التكرارية والقوة اللازمتين بواسطة عملية وتقدير معدل المخاطرة المترتبة.

التدخل يتبع التدرج الهرمي المعتاد:

- تجنب التعرض للأخطار البشرية حيثما أمكن.
- تقليل المخاطر بواسطة جعل المهام الروتينية تجرى أوتوماتيكياً أو توفير معدات مثل المفك الكهربائي.
- توفير تدابير العمل الآمن مثل فترات الراحة المنتظمة لاستعادة الطاقة وتحديد الوقت المقضي في مهمة ما. توفير معلومات عن المخاطر وتعليمات وتدريب على إجراءات السلامة بالعمل.

18.5 معدات شاشات العرض (DSE)

أنواع متعددة للمعدات المحوسبة المستخدمة بالمختبرات والمصانع والمكاتب والعمل بالمنزل تشمل شاشة عرض ونوع من أنواع أدوات إدخال البيانات مثل لوحة مفاتيح أو فأرة. يمكن أن تتسبب هذه الترتيبات في أنواع متعددة من المخاطر البشرية، وهي بمثابة مثالاً توضيحياً جيداً لضرورة معالجة المشكلات البشرية بشكل شامل.

18.5.1 الآثار المحتملة لاستخدام معدات شاشات العرض (DSE)

- **مشاكل خاصة بالوضعية (آلام واضطرابات بالأطراف العليا)**

تتراوح بين الإجهاد ووجع مناطق الذراع واليد والكتف والاضطرابات المزمنة بالأنسجة الرخوة مثل *متلازمة النفق الرسغي* ـ التهابات الغلاف المحيط بالأوتار والذي يساعد على ثني الأصابع.

الإسهام في عوامل المخاطرة الفردية (مثل معدلات الترميز) في مستهل أي خلل ليس واضحاً. من المحتمل تدخل مجموعة من العوامل. يعرف أن الوضع الساكن للظهر والرقبة والرأس لفترات طويلة، يسبب مشاكل عظمية عضلية. الأوضاع الغريبة للأيدي والرسغ، مثلاً كنتيجة لرداءة تقنيات العمل أو الارتفاع غير المناسب أو أي عوامل محتملة أخرى. اقترن عادة نشوء اضطرابات الأنسجة الرخوة لدى مستخدمي لوحات المفاتيح بحمولات العمل الزائدة المرتبطة بالمواعيد النهائية الصارمة. هذه العوامل المتباينة المساهمة في مخاطر العمل على شاشات العرض تتطلب خطة لتقليل المخاطر تتبنى الشكل المناسب من المعدات والأثاثات والتدريبات وتصميمات العام وتخطيط العمل.

- **مشاكل الرؤية (الآثار على العين والرؤية)**

كحال المهام الأخرى التي تعتمد على البصر، لا تتسبب معدات شاشات العرض في تلف بالعين، كما أنها لا تؤدي إلى تدهور تلفاً قائماً بالفعل. ولكن، قد تجعل المستخدمين الذين يعانون من عيوب بالرؤية قائمة فعلياً أكثر شعوراً بهذه المشكلات، وقد يعاني بعض المستخدمون إجهاد مؤقت بالعين، يؤدي لمجموعة من الأعراض منها خلل بالأداء البصري، احمرار أو ألم بالعينين، صداع أو تغيرات سلوكية (مثل تغير الأوضاع). وقد تنتج هذه الأعراض عن البقاء بنفس الوضع والتركيز لفترة طويلة، أو بسبب وضع معدات شاشات العرض في أماكن غير جيدة، أو عدم وضوح الشاشة أو الوثائق المصدر، أو رداءة ظروف الإضاءة، بما في ذلك وجود الوهج والانعكاسات، و/أو تلاشي الصور أو وميضها أو اهتزازها على الشاشة.

عيوب الرؤية غير المصححة قد تجعل العمل على معدات شاشات العرض أكثر إجهاداً أو إعياءً عنه في الحالات المغايرة.

- **التوتر والإجهاد**

العديد من الأعراض التي يصفها مستخدمي شاشات العرض تعكس حالات توتر بسبب المهمة المسندة للمستخدم. وقد تكون هذه الأعراض ثانوية لمشاكل الأطراف العليا والبصر، ولكنه يرجح على الأكثر أنها تنتج عن سوء تصميم أو تنظيم العمل، غياب تحكم المستخدم بعمله، قلة استخدام المهارات، العمل التكراري فائق السرعة أو الانعزال اجتماعياً.

18.6 إجراء التقييم

- **تحديد هوية مستخدمي معدات شاشات العرض**

الخطوة الأولى هي تجميع قائمة من الموظفين الذين يعملون على معدات شاشات العرض، بالإضافة إلى معلومات تخص المهام التي يؤدونها وكم الوقت الذي يقضونه باستخدام معدات شاشات العرض يومياً. يجب تصنيف هؤلاء الموظفين المعتادين على استخدام معدات شاشات العرض بجزء كبير من أعمالهم المعتادة على أنهم "مستخدمين".

- **التقييم**

الخطوة الثانية هي تقييم محطة عمل المستخدم، مع مراعاة الأجهزة، البيئة، العوامل الخاصة باستخدام الفرد للمعدات يجب أن توضع جميعها في الاعتبار. يجب سؤال المستخدمين عن آرائهم كجزء من التقييم.

يمكن استخدام قوائم التفتيش البسيطة أو الصيغ المبدئية لتسهيل عملية التقييم، والمساعدة على تحديد التدابير الإصلاحية وأيضاً لتعمل كسجل كتابي حال إتمامها.

18.7 الحد الأدنى لشروط محطات العمل

فيما يلي استعراضاً للخواص الجيدة الواجب توافرها في محطة عمل مكتبية معتادة (أنظر الشكل).

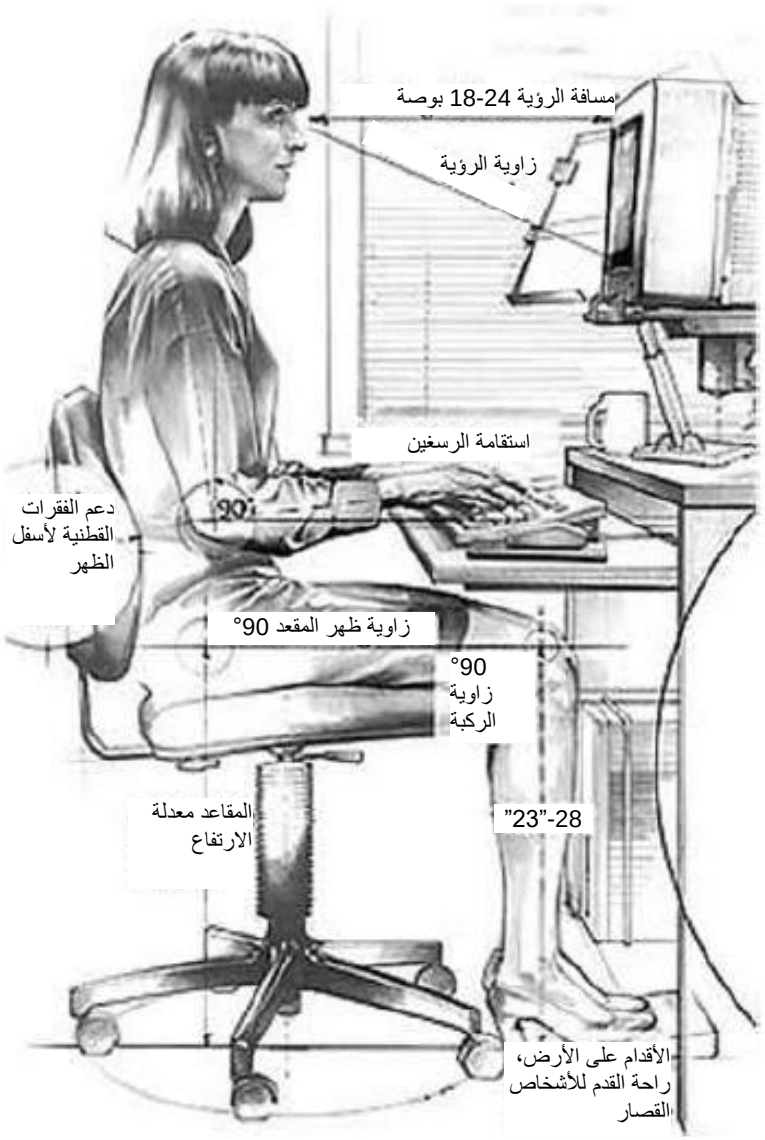
- عادة، يجب أن تحتوي الشاشة على أزرار لتعديد السطوع وتضاد الألوان. ويسمح ذلك للفرد بمستوى مريح للعين، ويساعده على تجنب مشكلات إجهاد العين وإرهاقها.

- يجب أن يكون المقعد ثابتاً وقابل للتعديل من حيث ارتفاعه وظهر المقعد يجب أن يكون قابل للتعديل من حيث ارتفاعه وميله. المقعد المصمم جيداً والمعدل وضعه بشكل سليم يساعد على اتخاذ الوضع الصحيح، إذ يساعد على تجنب آلام الجلوس.

- كما أن لوحة المفاتيح يجب أن تكون قابلة للإمالة ومنفصلة عن الشاشة. إذ يسمح ذلك للمستخدم بالكتابة في وضع مريح، ويجنبه آلام الأذرع والأيدي.

- يجب أن يكون سطح العمل متسعاً ليسمح بترتيب مرن للمعدات. ويمكن ذلك الموظفين من تبني عدد من أوضاع العمل الصحيحة تساعد على منع كل من الإجهاد بسبب الجلوس والإجهاد البصري.

- يجب أن تكون حاملة الوثائق ثابتة وقابلة للتعديل. إذ أن حاملة الوثائق الثابتة والمعدلة بوضع مناسب ستقلل من الاضطرار لتحريك الرأس والعينين بشكل غير مريح.



المصدر: حكومة الولايات المتحدة عن
Wikimedia Commons

الشكل 18.4 - الترتيب الصحيح لمحطة العمل المكتبية

18.8 الضوابط الإدارية

- **فترات الراحة أو تنويع النشاطات**

يجب كسر الروتين اليومي للمستخدمين بواسطة تنويع المهام أو فترات الراحة. في معظم المهام، تقع فترات الراحة أو الفسح طبيعياً تبعاً لتنظيم الملازم للعمل. حيثما أمكن، يجب تصميم الوظائف الخاصة بشاشات العرض بحيث تحتوي على مزيج من الأعمال المعتمدة على شاشات العرض وأخرى لا تعتمد على ذلك وتنويع المتطلبات البصرية والعقلية.

يجب أن تكون فترات الراحة قصيرة ومتكررة، بدلاً من عرضية وطويلة، مثلاً راحة 5 دقائق كل ساعة. كما دعم العديد من الباحثين استخدام تقنية "الفسحات الدقيقة"، وهي فسحات قصيرة تبلغ 10 إلى 20 ثانية كل 5 إلى 10 دقائق - ويمكن استخدام هذا الوقت للتمدد بسرعة والنظر بعيداً.

- **اختبار العين والرؤية**

في بعض الدول يمكن لمستخدمي معدات شاشات العرض أو الموظفين الذين بصدد أن يصبحوا مستخدمين أن يطلبوا من أصحاب عملهم أن يوفروا لهم اختبار عيون مدفوع من قبل صاحب العمل. يجب يقوم هذا الاختبار طبيب أو أخصائي بصريات.

- **المعلومات والتدريب**

يمكن للمستخدمين أن يفعلوا الكثير من الأمور لتكييف محطات عملهم حسب احتياجهم حالما يدركون المخاطر ويتم تدريبهم على طرق تجنبها.

19 السلوك والثقافة

19.1 أثر السلوك على حفظ الصحة المهنية

لسلوك العامل أثر هام على التعرض للعوامل الخطرة في مكان العمل. مثلاً، قد يتم الاتصال بالمواد الخطرة عن طريق:

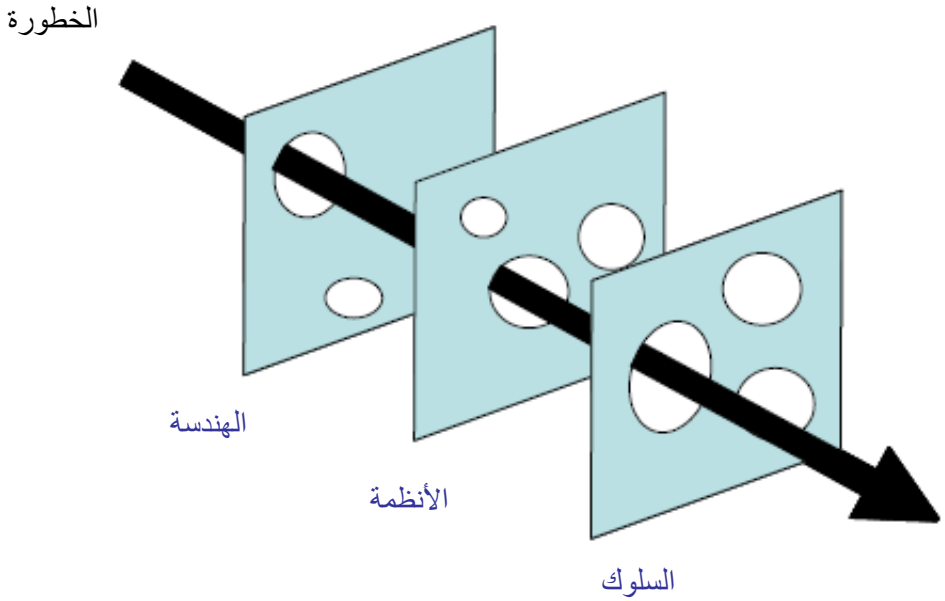
- استخدام معدات ملوثة (مثل فرش الدهان ملوثة اليد) أو بنشر المعاجين الكيميائية باستخدام اليد.
- استخدام معدات حماية شخصية (PPE) متسخة يؤدي إلى نقل الملوثات عند ارتداء أو خلع المعدات؛
- رداءة التنظيف، العمل بشكل غير منظم أو عدم التنظيف بعد الانتهاء من العمل.
- عدم استخدام معدات الحماية الشخصية (PPE) بشكل سليم، مثلاً خلعها في منتصف المهمة، أو ارتدائها بشكل غير فعال؛
- السلوك غير الصحي مثل عدم إزالة الملابس الواقية أو عدم غسل الأيدي قبل تناول الوجبات.

مثل هذه الأمثلة تكون شائعة في مجال حفظ الصحة المهنية. يواجه "العامل الرث" معدل تعرض أعلى بكثير رغم عمله فيما يبدو وكأنه نفس ظروف عمل العمال الآخرين.

أمثلة أخرى على المشكلات السلوكية قد تشمل:

- عدم القدرة على تشغيل نظام التهوية، أو وضع غطاء متحرك بشكل صحيح؛
- التعامل مع المواد بشكل مكثف أكثر من كونه حذر، مما ينشأ عنه أبخرة وغبار منقول عبر الهواء؛
- الوقوف في اتجاه الريح من مصدر تعرض، بدلاً من الوقوف بالاتجاه المقابل.

يمكن تقليل أثر السلوك على التعرض أولاً بواسطة توفير ضوابط هندسية جيدة، وثانياً بواسطة حيازة تدابير تشغيلية جيدة تدرب عليها العمال تدريباً كافياً. ولكن، قد يتسبب السلوك السيئ في زيادة التعرض في بعض المناسبات. يمكن اتخاذ الوقاية من الحوادث كتشبيه مفيد. يقترح نموذج "الجبن السويسري" (أنظر Reason J.، إدارة مخاطر الحوادث التنظيمية، Ashgate ،1997) أن هناك طبقات دفاعية متعددة ولكن غير كاملة ضد الحوادث، كما هو موضح أدناه. تقع الحوادث عندما تحدث إخفاقات بشكل متزامن في جميع الحواجز الدفاعية.



شكل 19.1 - نموذج"الجبن السويسري" للوقاية من الحوادث

للتعبير عن ذلك بمصطلحات حفظ الصحة قد يكون لدينا:

- نظام استخراج لا يعمل بقوة كاملة بسبب عدم الصيانة؛
- مهمة غير معيارية لا تتم تغطيتها بالكامل بإجراءات العمل الطبيعية الآمنة؛ و
- عامل لا يميل إلى ارتداء معدات الحماية الشخصية.

قد يكفي أي واحد أو اثنين من هذه التدابير للتحكم بالتعرض، ولكن إذا أخفق جميعها في ذات الوقت، يحتمل عندها زيادة التعرض.

19.2 التحفز والتعديل في السلوك

لتغيير السلوك من الضروري أن نفهم العوامل المؤثرة على سلوكنا ثم نتعامل معها. في السنوات الأخيرة تزايد استخدام أساليب تعديل السلوك من أجل السلامة وتتعلق الدروس أيضاً بحفظ الصحة المهنية. تبين تحليل وتعديل سلوك العاملين المتدخل في نشاط ما أنه طريقة فعالة لتقليل كل من الحوادث والتعرض المهني.

ويمكن فهم السلوك ببساطة من حيث نموذج *السوابق - السلوك - العواقب (A - B - C)* (أنظر مثلاً Daniels A C، أظهار أفضل ما لدى البشر، الإصدار الثاني. McGraw-Hill, 1999).

- **السوابق** تشكل الحافز الأولي للتصرف. وقد تتضمن تعليمات من المدير وحملات الدعاية أو التوعية من قسم حفظ الصحة المهنية والسلامة. ستعتمد كيفية استقبال هذه الرسائل على سوابق أخرى، بما في ذلك خبرة العامل برسائل مشابهة من الماضي، طرق محددة للعمل، وأحداث أخرى تقع في نفس الوقت. السوابق تهيئ لما سيلي من أحداث.

- **السلوك** هو الفعل القابل للملاحظة. بخلاف السلوكيات والنوايا، السلوك قابل للملاحظة والقياس الكمي. وهو موضوعي أيضاً.
- **العواقب** هي ما يحدث بعد السلوك. قد يلاحظ العامل هذه العواقب بنفسه. مثلاً، قد يجدوا من الأسهل أداء العمل عندما يكون مكان عملهم نظيف ومرتب. أو قد يجدوا أن معدات الحماية الشخصية التي عليهم ارتدائها غير مريحة. كما أنهم يتلقون تغذية راجعة لفظية، إيجابية أو سلبية، من مدرائهم أو زملائهم. وهذه العواقب هي ما يحدد إذا ما كان العامل يميل إلى تكرار السلوك أو لا.

تكمن قيمة السوابق في أنها تبادر للتغيير، ولكن فقط العواقب المعززة تضمن تكرار السلوك المرغوب فيه.

عادة ما يكون هناك عواقب متعددة ومتضاربة يجب تقديرها مقارنة ببعضها البعض. مثلاً، قد يكون الشخص على دراية بأنه عند استخدام جهاز تنفس صناعي هو يقلل تعرضه للأسبستوس المنقول عبر الهواء، ولذا يكون قد قلل من مخاطرة الإصابة بالسرطان في وقت ما بالمستقبل. ولكن، ربما يكون قد عانى من مشكلات بالتنفس عبر جهاز التنفس الصناعي أومن تحديد الرؤية الذي صعب عليه أداء وظيفته. القاعدة العامة هي أن العواقب *القريبة والأكيدة والإيجابية* تتفوق على العواقب *اللاحقة وغير الأكيدة والسلبية*. ولذا فمن السهل أن ترى لماذا قد يختار العديد من العاملين أن يتخلوا عن جهاز التنفس الصناعي، ويختارون الفوائد الفورية ويعتقدون أن العواقب المستقبلية السلبية قد لا تحدث أبداً.

يتطلب تعديل السلوك الناجح من المديرين وأخصائيي الصحة أن يجدوا طرق يقللوا بها العواقب السلبية ويعززوا العواقب الإيجابية للسلوك المرغوب فيه. من الأخطاء الشائعة هو العودة للسوابق وتكرر على الناس ما يجب عليهم فعله.

يمكن تخطيط التدخل السلوكي في ثلاث مراحل متفردة كالتالي:

1. **الحافز:** أولاً من الضروري أن نحفز الأفراد لحثهم على الرغبة في تغيير سلوكهم. ويتأثر ذلك بسواق مثل:
   - مهاراتهم في النشاط الذي يؤدونه ومعرفتهم بالخطر المقترن به.
   - اعتقاداتهم حول عواقب التعرض لخطر معين.
   - اعتقاداتهم حول أداء وكفاءة تدابير التحكم
   - الطرق المحددة للعمل (ثقافة الصحة والسلامة).

2. **التحفيز:** حالما يتحفز الناس يحتاجون للدعم الذي يمكنهم من تغيير سلوكهم. يجب أن يكون هذا الدعم مادي (توفير الوقت للتدريب، المعدات، ألج) واجتماعي (من الزملاء والمدراء).

3. **الصيانة:** عندما يتغير سلوك ما، يجب بذل بعض الجهود لضمان أنه لا يعود لما كان عليه. عادة ما يركز أخصائيو الصحة والسلامة على السوابق مثل الحفاظ على معدلات مرتفعة من الوعي وتنشيط المعرفة والمهارات. ومع ذلك، فإن العامل الأهم هو تعزيز الآثار الإيجابية للتغيير.

كل واحدة من هذه المراحل التحفيز والحث والصيانة تتأثر بدورها بالظروف الداخلية للوظيفة (بيئة العمل المباشرة)، المنظمة، والمنظمات/ المجتمعات الخارجية.

19.3 ثقافة الصحة والسلامة

عندما ينتشر نموذج سلوكي ما في منظمة ما يمكن وصفه بأنه *ثقافة المنظمة*. الثقافة يمكن أن تكون مفهوماً غامضاً ـ تعريف بسيط يكون "كيف نقوم بفعل الأشياء هنا." يوضح هذا التعريف البسيط كيف أن الثقافة والسلوك يرتبطان، ويوفر طريقة موضوعية لتقييم الثقافة بواسطة جمع المعلومات على السلوكيات التي يتم ملاحظتها.

الثقافة هي ما يحدد قواعد منظمة ما - كيف تجري الأشياء فعلياً، في مقابل ما يفترض أن يحدث. تعكس الثقافة السلوكيات والقيم الكامنة للمنظمة.

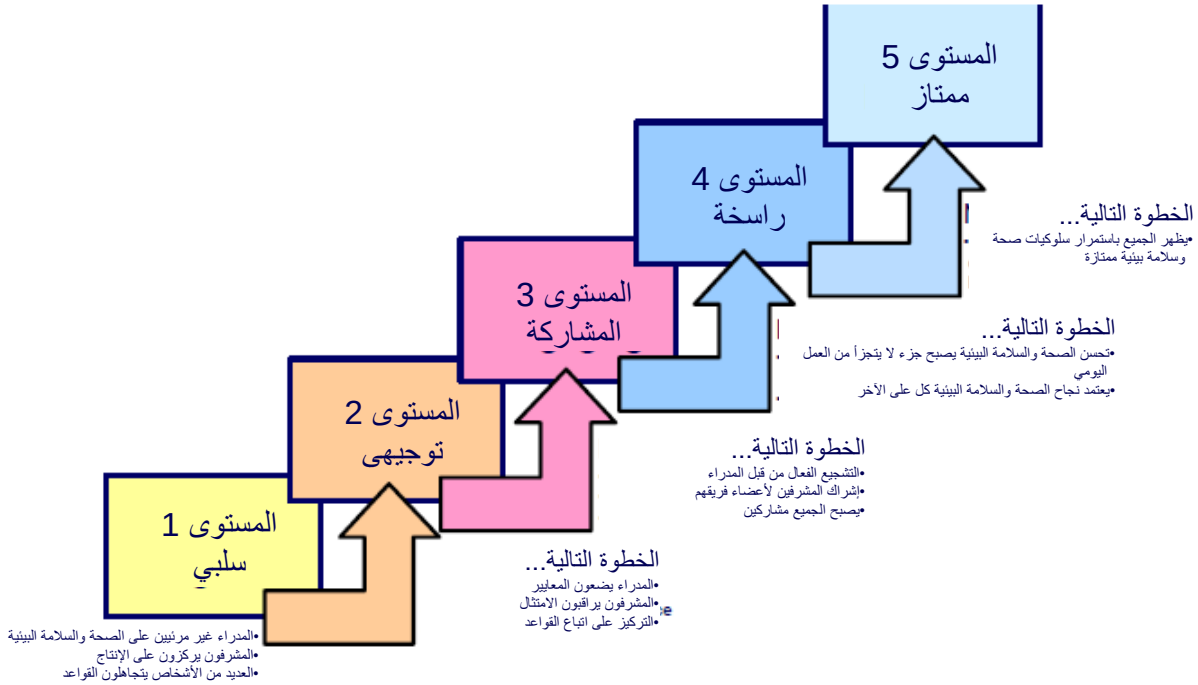
حالما يندمج سلوك ما في ثقافة المنظمة قد يكون من الصعب تغييره. سيكون من غير المبرر أن نشجع الفرد على تغيير سلوكه إذا استمر الجميع حوله في التصرف بشكل مخالف. إذ سيضمن ضغط الأقران أن يعود العامل للمعيار السلوكي في أقرب وقت ممكن. في مثل هذه المواقف، الطريقة الوحيدة لتغيير السلوك هي بمخاطبة الثقافة. تغيير الثقافة هو مشروع كبير وطويل المدى ويتطلب عمل تحضيري مكثف.

يمكن القول عن ثقافة منظمة ما أنها إيجابية تجاه الصحة والسلامة وأنها تشجع السلوكيات التي تقلل من الحوادث والتعرض للمخاطر. مثلاً، في الثقافة الإيجابية سيكون من الطبيعي أن يبلغ العمال فوراً عن أي عيوب في تدابير الرقابة؛ ارتداء معدات الحماية بشكل صحيح؛ وذلك لمتابعة إجراءات العمل الآمن. وبالمثل، يتوقع أن يزور المديرين مكان العمل بانتظام للاطمئنان على الصحة والسلامة؛ لمناقشة الصحة والسلامة مع موظفيهم؛ للعمل فورا على أوجه القصور المبلغ عنها.

وغالبا ما تتسم الثقافات السلبية بالخوف واللوم، مما يحول دون الإبلاغ عن ظروف خطرة ويعيق التحسن. إذ يتحايل الموظفون على القواعد ويغض المديرين الطرف.

وقد لوحظ أنه عندما يتم تطبيق مبادرات متماثلة للسلامة السلوكية في منظمات المختلفة، يتباين نجاح المبادرات تبايناً كبيراً. في بعض الأماكن قد تأتي المبادرة بتغيرات إيجابية، بينما قد تفشل في أماكن أخرى. كيف يحدث ذلك؟ كشفت الأبحاث الأولية في صناعة النفط والغاز على أن نجاح مبادرات السلامة هذه يعتمد على معدلات نمو ثقافة السلامة القائمة مسبقاً. مواقع مختلفة حتى داخل المنظمة ذاتها، وإن بدت متماثلة، اختلفت في مدى تطور ثقافة السلامة لدى كل منها، وبعضها لم يكن "مستعداً".

للمساعدة على ضمان نجاح مبادرة النهوض بثقافة السلامة، يجب "مطابقة" هذه المبادرة مع معدل ثقافة السلامة القائمة بالموقع. وهذا يعني أن أكثر أنواع مبادرات النهوض بثقافة السلامة ملائمة ستتغير حال تحسن معدل ثقافة السلامة الخاصة بها. الأمور التي قد تساعد على تقدم ثقافة السلامة لشركة ما من المعدلات الأقل من التطور لن تكون نفس أنواع المبادرات التي تساعدها على الوصول للامتياز.



المصدر: GlaxoSmithKline

الشكل 2.19 - مثال على سلم النضج الثقافي

مثال سلم نضج ثقافة الصحة والسلامة المبين أعلا يصف 5 مستويات ثقافية. كل مستوى يعكس السلوكيات ومدى مشاركة كل فرد بالموقع في الصحة والسلامة. ابتداء من المستوى 1، حيث يتم التأكيد الإنتاج، والناس تتجاهل القواعد والمديرين غير مرئيين وحتى المستوى 5، حيث جميع المعدلات تثبت باستمرار السلوك الصحيح. يوجد عدد من الخطوات التي يجب اتخاذها للتمكن من الارتفاع إلى كل مستوى من مستويات السلم. إذا حاولت منظمة ما الصعود من المستوى 1 إلى المستوى 4 أو 5 في قفزة واحدة، من المحتمل أن تفشل المبادرة.

20 التوتر المرتبط بالعمل

يتزايد إدراك الأوجه الفسيولوجية لبيئة العمل في السنوات الأخيرة. المشاكل المقترنة" بالضغوط ذات الصلة بالعمل "تعتبر الآن قضية مركزية في إدارة الصحة والسلامة. في العديد من الدول المتقدمة تمثل حالات "اعتلال الصحة العقلية" السبب الأكثر شيوعاً للمرض ذو الصلة بالعمل.

العمل المنظم جيداً والمدار جيداً يساعد على المحافظة على صحة الفرد وسلامته والنهوض بهما. ولكن حيثما وجد عدم انتباه كافي لتصميم الوظائف وتنظيم العمل والإدارة يمكن فقدان الفوائد والمزايا المقترنة بالعمل. والنتيجة الواحدة المشتركة هي التوتر ذو الصلة بالعمل.

نعني بمصطلح التوتر ذي الصلة بالعمل الآثار الناشئة عندما تتخطى متطلبات العمل بمختلف أنواعها وتركيباتها قدرات الشخصية وقابليته للتكيف. وهذا سبب رئيسي للاعتلال والمرض ويعرف عنه أنه مرتبط بمعدلات عالية من الإجازات المرضية، ترك الموظفين لعملهم ومؤشرات أخرى لسوء الأداء التنظيمي بما في ذلك الخطأ البشري.

تصميم وإدارة العمل ضروريان لتوقع وإدراك والحد من المواقف المؤدية للتوتر. وبالطبع، العديد من مسببات التوتر الكبر في الحياة تحدث خارج مكان العمل، وعادة لا يمكن تجنب التوتر بالتركيز على أمور العمل. العديد من المنظمات الكبرى تقدم حالياً تدريب *مرونة* لموظفيهم لمساعدتهم على إدارة التوازن بين العمل والحياة وتجنب التوتر لذاتهم. أما بالنسبة للأشخاص الذين يعانون من التوتر، يجب تشخيص ومعالجة حالتهم في الوقت المناسب ليكون من الممكن إعادة تأهيل الموظف.

20.1 أعراض التوتر

ينتج عن التوتر عدد من العلامات والأعراض التي قد تشمل:

تغير السلوك: إيجاد صعوبة في النوم، تغير العادات الغذائية، الإفراط في التدخين وشرب الكحول، تجنب الأصدقاء وأفراد العائلة أو المشاكل الجنسية.

أعراض جسدية: التعب، سوء الهضم، والغثيان، والصداع، آلام العضلات وخفقان القلب.

تغيرات عقلية: زيادة التردد في اتخاذ القرارات، إيجاد صعوبة في التركيز، المعاناة من فقدان الذاكرة، الشعور بعدم الجدارة أو انخفاض تقدير الذات.

تغيرات شعورية: الشعور بالهياج أو الغضب، الشعور بالقلق أو الخدر، الإفراط في الحساسية أو الشعور بالاستنزاف والفتور.

20.2 تقييم التوتر

استخدام المسح هو الطريقة الأكثر شيوعاً لجمع المعلومات عما إذا كان التوتر المهني يبدو كمشكلة محتملة في وسط قوة عاملة بعينها. كما أنه قد يكون مؤشراً للأشخاص الأكثر عرضة للتأثر به وكيفية ذلك. عادة ما تحتوي

المسوح على توجيه سلسلة من الأسئلة للموظفين، يقيمون فيها إدراكهم الفردي لأنواع العوامل المحتمل أن تسهم في التوتر أو الرضا بالعمل. وقد تشمل:

- تنوع المهام.
- توازن مطالب العمل مع القدرات.
- التنمية المتواصلة للمهارات.
- المسئولية والسلطة.
- المشاركة في تطور العمل وتقدمه.
- المشاركة في التخطيط وحل المشاكل.
- المواعيد النهائية (ضغط الوقت).
- الدعم الاجتماعي والتفاعل مع الزملاء.
- رؤية العملية بأكملها.
- إيجابية مناخ إدارة العمل.
- حرية التحرك بدنياً من مكان لآخر.
- التحكم بجدول العمل (سرعة التقدم).
- اختيار طرق العمل
- التأثير على كميات الإنتاج وجودته.
- طول وقت الدورة.
- درجة حرية التصرف.
- تنظيم مجموعات العمل.

مدير الصحة والسلامة بالمملكة المتحدة يقدمون مثالاً على أداة المسح هذه، إلى جانب توفير جدول مفيد لتحليل النتائج. أنظر: http://www.hse.gov.uk/stress/standards/step2/surveys.htm (تم الدخول في فبراير 2010).

20.3 إدارة التوتر

الإدارة الجيدة لعوامل التوتر النفسية في منظمة ما قد تساعد على النهوض بالمزايا الصحية للعمل فضلاً عن تجنب التوتر المرتبط بالعمل. وهي تضم إدخال ممارسات وثقافة مهنية عبر المنظمة بأكملها تغطي أوجه العمل التالية:

المطالب – وتشمل أعباء العمل، نماذج العمل وبيئة العمل.

- يجب أن تكون المطالب ملائمة ويمكن تحقيقها في حدود ساعات العمل المتفق عليها.
- يجب تصميم الوظائف لتكون في حدود قدرات الموظف.
- يجب مطابقة مهارات وقدرات الأشخاص مع مطالب العمل.

- يجب التعامل مع مشكلات الموظفين الخاصة بعملهم.

التحكم – إلى أي مدى يتحكم الشخص في طريقة عمله.

- حيثما أمكن، يجب أن يتحكم الموظف في سرعة أداء عمله إلى حد ما.
- ينبغي أن يتحكم الموظف في توقيت فترات راحتهم.
- يجب استشارة الموظفين بخصوص نماذج العمل الخاصة بهم.
- يجب تشجيع الموظفين على استخدام قدراتهم ومبادرتهم لإنجاز عملهم؛
- يجب تشجيع الموظفين على تطوير مهارات جديدة ومساعدتهم على أداء مهام عمل جديدة وبها تحدي.

الدعم – ويشمل التشجيع، الرعاية والموارد المتاحة من قبل المنظمة، وإدارة الخط، والزملاء.

- يجب أن تكون لدى المنظمة سياسات وتدابير لدعم موظفيها.
- يجب وضع أنظمة لتمكن وتشجع المديرين على دعم موظفيهم.
- يجب وضع أنظمة لتمكن وتشجع الموظفين على دعم زملائهم.
- يجب أن يعرف الموظفين أنواع الدعم المتاح وكيف ومتى يمكن الوصول إليه.
- يجب أن يعرف الموظفين كيف يمكنهم الوصول للموارد المتاحة لأداء عملهم.
- يجب أن يتلقى الموظفين تغذية راجعة منتظمة وبناءة عن عملهم.
- يجب توفير المشورات والاستشارات الصحية الخاصة للموظفين الذين يجتاحون إليها.

العلاقات – بما فيها تطوير العمل الإيجابي لتجنب الصراعات والتعامل مع السلوك غير المقبول.

- يجب أن تطور المنظمة السلوكيات الإيجابية بالعمل وتتجنب الصراعات وتضمن تحقيق العدل.
- يجب أن يتيح الموظفين المعلومات ذات الصلة بعملهم؛
- يجب أن يكون لدى المنظمة سياسات متفق وتدابير عليها لمنع أو حل السلوكيات غير المقبولة.
- يجب وضع أنظمة تمكن وتشجع المديرين على التعامل مع السلوكيات غير المقبولة.
- يجب وضع أنظمة تمكن وتشجع الموظفين على الإبلاغ عن السلوكيات غير المقبولة.

الدور – حيث يفهم الأشخاص دورهم داخل المنظمة وإذا ما كانت المنظمة تضمن عدم تضارب أدوارهم.

- يجب أن تضمن المنظمة أن المتطلبات المختلفة التي تنيط بها موظفيها تتوافق معهم، قدر الإمكان.
- يجب على المنظمة أن توفر المعلومات التي تمكن الموظفين من فيهم دورهم ومسئولياتهم.
- يجب وضع أنظمة تمكن الموظفين من الإبلاغ عن مخاوفهم حيال أي أمور غير متيقن منها أو صراعات هم طرف فيها إطار دورهم ومسئولياتهم.

التغيير - كيف تتم إدارة التغييرات التنظيمية (كبيرة أو صغيرة) والإعلان عنها في المنظمة.

- يجب أن تتيح المنظمة لموظفيها معلومات في الوقت المناسب لتمكنهم من فهم أسباب التغيرات المقترحات.
- يجب على المنظمة أن تضمن استشارة مناسبة للموظفين حول التغييرات وعليها أن تتيح الفرص للموظفين ليؤثروا على المقترحات.
- يجب توعية الموظفين حول الجدول الزمني للتغيرات وتمكينهم من الوصول إلى الدعم ذي الصلة خلال هذه إجراء التغييرات.

21 القسم 21 ـ وظائف في حفظ الصحة المهنية

21.1 ممارسة حفظ الصحة المهنية

تنظم خدمات حفظ الصحة المهنية بالعديد من الطرق المختلفة تبعاً لـ:

- حجم المنظمة الموظفِة ومواردها.
- الحاجة لخبرات متخصصة.
- توفر مساعدة خارجية.

من المرجح أن تحتاج شركة كبيرة تتعامل مع المواد السامة إلى تعيين خبير واحد أو أكثر لحفظ الصحة المهنية، داخلياً. الشركات الصغيرة، أو الشركات التي تحوي القليل من المخاطر الصحية، ستستأجر خدمات من مستشارين حسب الحاجة.

توفر بعض الدول خدمات خبراء حفظ صحة تابعين للدولة، عبر مؤسسات مركزية للصحة المهنية. دول أخرى تضع شروط قانونية على أصحاب العمل لاستخدام خبراء مؤهلين بمجال حفظ الصحة أو خدمات الصحة المهنية. غير أن هناك دول أخرى لا توجد لديها شروط تنظيمية.

في هذا القسم، سوف نقوم بفحص أدوار وسمات أنواع الخدمات المختلفة وموظفي حفظ الصحة في إطارها.

21.1.1 الخدمات الداخلية

بوجه عام، لا يمكن للمنظمات الحاوية على أقل من 1000 شخص أن تبرر تعيين خبير صحة مهنية بدوام كامل. يرجح أن تقدم خدمات حفظ الصحة الأساسية بواسطة موظف السلامة أو ممرضة الصحة المهنية مع وجود مستشار تتم دعوته عند الضرورة. يستثنى من هذه القاعدة الشركات التي تعاني من مجال كبير من مشكلات حفظ الصحة المهنية، مثل صناعة الرصاص. غير أنه بشكل أساسي، نحن نتحدث هنا عن المنظمات الضخمة، عادة متعددة الجنسيات، في مجالات مثل الكيماويات أو الأدوية أو استخراج وصقل المعادن أو البترول والغاز، أو الإلكترونيات، الخ. توجد أيضاً خدمات داخلية في بعض الهيئات الصحية وفي الخدمات المدنية.

مثل هذه "الخدمة" قد تحتوي على خبير حفظ صحة واحد، أو عدد منهم بمستويات مختلفة من الخبرة والأقدمية. وهم يطورون خبرات متعمقة في مناطق من مجال حفظ الصحة المهنية ذات الأهمية الخاصة للشركة، وقد يكون للأفراد الفرصة لنشر رسائل بحثية. وعلى العكس، فإن سعة الخبرة يتماشى مع مدة سعة عمليات الشركة.

تشمل الوظائف التقليدية في المهن الداخلية ما يلي:

مساعد خبير حفظ صحة أو تقني حفظ صحة. ويكون حاصل على تأهيل أكاديمي يتراوح من درجة GCSE بالمملكة المتحدة [أو شهادة الثانوية العامة بالولايات المتحدة الأمريكية إلى درجة، بالإضافة إلى تدريب

متخصص (عادة أثناء الوظيفة) حول تقنيات قياس الصحة المهنية. وعادة ما يتولى التقنيون أو الأخصائيون الكيميائيون من مختبر العمل هذا الدور أو ينتقلون إليه.

وقد تضم واجباتهم ما يلي:

- قياس تعرض العاملين باستخدام التقنيات المعيارية.
- معايرة وصيانة معدات جمع العينات.
- التحليل المعملي للعينات المجمعة.
- اختبار تدابير التحكم مثل أنظمة التهوية.

عادة ما يتم أداء هذه المهام تحت إشراف خبير صحة أكثر قدماً. رغم ذلك، سيحتاج الشخص إلى أن يكون غني الموارد وقوي الملاحظة وقادر على التواصل بوضوح والتكيف مع التقنيات المتغيرة.

خبير حفظ الصحة المهنية، يتوقع منه أن:

- يعرف مكان العمل، المحطة، العمليات، المواد، مصادر التعرض والأشخاص المعرضين.
- يعرف المتطلبات القانونية التي قد تنطبق.
- يكون ضليعاً في التعرف على الأخطار الصحية المحتملة وما يقترن بها من أمراض وتوعكات.
- يفهم تفرعات معايير حفظ الصحة المقبولة.
- يصمم برامج جمع عينات بيئية أو بيولوجية ملائمة.
- يقوم باختيار وشراء ومعايرة والمحافظة على معدات ميدانية سليمة.
- يجري مسوح بمكان العمل ويكون على دراية بحدود هذه المسوح.
- يقيم المخاطر الصحية باستخدام سدة حكمه المهنية وبالرجوع إلى معايير حفظ الصحة الموثوقة.
- يطبق معالجة إحصائية على المعلومات المكتسبة.
- يخزن ويسترجع البيانات عند الضرورة.
- يقيم طرق التحكم بواسطة الملاحظة والقياس.
- يوصي بتدابير جديدة أو محسنة للإدارة.

في مجرى العمل، سيكون هناك اتصال مع الإدارة، وقوة العمل، والاتحادات، والفريق الطبي وفريق السلامة والفريق الهندسي. قد يتم إدخال خدمة اللجان، العروض والمشاركة في جلسات التدريب. كما قد يمثل خبراء حفظ الصحة الشركة خارجياً، أمام السلطة الإنفاذية، أو السلطة التخطيطية.

يجب على خبير حفظ الصحة العامل بدوام كامل أن يكون حاصل على مؤهل عال. يجب أن يظهر درجة عالية من الالتزام تجاه المهنة، وكل ما يتبع ذلك.

كبير خبراء حفظ الصحة، خبير حفظ الصحة الذي أسس بفعل ما أثبته من قدرات وخبرة مهنية دوراً أعلى داخل المنظمة.

يستخدم كبير خبراء حفظ الصحة خبرته السابقة في إدخال برامج حفظ الصحة المهنية المناسبة إلى المنظمة، ويرصد التقدم ويتخذ الإجراءات عند اللزوم. واجباته قد تشمل:

- صياغة سياسات ومعايير حفظ الصحة.
- مراجعة ورصد فعالية السياسات.
- تقييم مخاطر العمليات الجديدة، عبر فحص المواد وتصميمات المصانع، الخ وتوقع المشكلات.
- تعليم وتدريب فريق الإدارة والعاملين حول حفظ الصحة المهنية.
- الإشراف على فريق حفظ الصحة وتطويره.
- إدارة معمل حفظ الصحة المهنية.
- ضبط الجودة الخاصة بقياسات وبرامج حفظ الصحة.

في هذا المستوى، مهارات التواصل الممتازة تكون أمراً جوهرياً. يجب أن يكون كبير خبراء حفظ الصحة قادراً على تفسير المعلومات الواردة وإقناع المديرين والعاملين والسلطات تبعاً لذلك. المهارات الكتابية والشفهية أمران ضروريان.

يتوقع منه مهارات إدارية أخرى، مثل القدرة على تطوير التابعين له والتحكم بالميزانية. يكون تقدير كفاءة التكاليف أمراً ضرورياً بالمهام، كوعي محدث بالتشريعات والقوانين وعلم السموم وعلم الأوبئة.

من المرجح أن يكون كبير خبراء حفظ الصحة نشط جداً مهنياً، بالتعلم من أقرانه والإسهام في المعرفة. عمل اللجان، المواد المنشورة والعروض تمثل جزءاً هاماً من التعرف على أحدث المعلومات وتوصيل ما لديك من اكتشافات.

مع تزايد الأقدمية يجب أن يصبح خبير حفظ الصحة جزءاً من فريق اتخاذ القرار في مستوى كبار المديرين. مصطلحات مدير حفظ الصحة المهنية وخبير حفظ الصحة التنفيذي تستخدم أحياناً للتعبير عن هذه الأدوار رفيعة المستوى. بالشركات متعددة الجنسيات، قد يتولى خبير حفظ الصحة مهام مؤسسية ذات تحويل دولي. سدة الحكم المبنية على سنوات الخبرة تكون بالطبع شرطاً أساسياً. يصبح مثل هؤلاء الخبراء المصدر الرئيسي للمعلومات والنصائح اللازمة للإدارة العليا، مع الاحتفاظ بالتحكم الوظيفي في سياسات حفظ الصحة المهنية والممارسات المهنية في المنظمة.

21.1.2 الاستشارة

تقدم الاستشارة عادة بواسطة الخدمات التجارية. قد تكون هذه شركات مستقلة أو مرتبطة بشركة تأمين أو مصنِّع للمعدات. على أي حال، يعينون دائماً لتحقيق المكاسب ويتم تمويلهم من الرسوم المستلمة. تفرض الرسوم على أساس تسعيرة يومية أو يحدد السعر على المهمة بأكملها.

توجد استثناءات لذلك: بعض الجمعيات التجارية والخدمات الجماعية، مثلا، تقدم الاستشارات على أساس غير ربحي. وعادة ما يتم تمويلهم (جزئياً على الأقل) بواسطة تكاليف الاشتراك أو رسوم العضوية. وقد يتم استكمال ذلك بواسطة توقيع تكلفة يومية مخفضة (مدعمة).

يتوفر الاستشاريون أيضاً عن طريق بعض الجامعات، التي قد تراها كطريقة لإبقاء الطاقم الأكاديمي متصلاً بالعالم الواقع، أو ببساطة كمصدر آخر للدخل. كما توجد بعض المؤسسات المستقلة التي قد يكون لديها إعانات ومنح تمكنهم من فرض رسوم مخفضة.

يحتاج خبراء حفظ الصحة الاستشاريين نفس القدرات التقنية التي يتمتع بها هؤلاء العاملين بالصناعة، ولكن نادراً ما تتاح لهم الفرصة لهذا التخصص المتعمق. إلا أنهم يكتسبون خبرة عظيمة الاتساع حول أنواع المشاكل المختلفة. ويتطلب ذلك قدرة على استيعاب المواقف الجديدة بسرعة شديدة وبقدر عالي جداً من الاعتماد على النفس. في المجمل، يميل الاستشاريون إلى كونهم أكثر تأهلاً وخبرة عن خبراء حفظ الصحة الصناعيين، لأن الاستشاريون لا يستطيعون فقدان عميل، وهناك فرصة أقل لهم في أن يصححوا أخطائهم.

المستويات الوظيفية في المجال الاستشاري. الهيكل التقليدي هو:

- فني حفظ الصحة. وينحسر دوره في القياسات الروتينية فقط، عادة تحت الإشراف، وقد يتقيد بمنطقة محدد من موضوع ما مثل الأسبستوس.
- خبير حفظ الصحة. عادة ما يكون متخرج شاب يجري المسوح الأساسية عن مجموعة كبيرة من العوامل الضارة.
- استشاري حفظ الصحة. على الأقل خمس سنوات من الخبرة العملية ومؤهل مهني عادة. يجري المسوح والتحقيقات والتقارير عن مجموعة كبيرة من الصناعات والمواقف، تحت حد أدنى من الإشراف. يقدم المشورة للعملاء حول تدابير التحكم وتنفيذها. قد يشارك في التدريب.
- كبير استشاريي حفظ الصحة. سنوات متعددة من الخبر؛ مع سجل تتبعي راسخ وسمعة مهنية رفيعة. يتعامل عادة مع الإدارة العليا. يخطط مشروعات معقدة، ويشرف على عمل صغار الموظفين، ويعد السياسات ويدير التطبيقات الخاصة بالعملاء. يشارك عادة بشكل مكثف في التدريب.

قد يؤثر مصدر تمويل الاستشاريين على كل من الخدمة المقدمة والطريقة التي يتم تلقيها بها، مثلا

- ينظر إلى الجامعات والمؤسسات المستقلة على أنها موضوعية ولكن قد تكون مواردها محدودة.

- الشركات التجارية قد تتيح استجابة سريعة ولكن بخصوص مجموعة محدودة من الخدمات ومقابل سعر.

21.1.3 الهيئات الحكومية

الخدمات التي تقدمها الهيئات الحكومية قد يكون لها دور إنفاذي أو استشاري أو كليهما. أحياناً تجتمع الوظيفتين معا بشكل غير مريح، إذ عندما يقدم مفتش ما المشورة لكنه يهدد بالمقاضاة إذا لم يتم اتباع هذه المشورة. ينظر إلى خدمات الدولة عادة على أنها سلطوية ولكن يمكن النظر إليها أيضاً بريبة إذا كان لهم دور إنفاذي.

عادة ما يكون مفتشو الإنفاذ في الميدان ممارسون عموميون للصحة والسلامة، ويقومون بتكليف أخصائي حفظ الصحة المهنية للمساعدة عند الحاجة لإجراء مسوح أو توفير المشورة.

كما يمكن أن يشارك خبراء حفظ الصحة في:

- تنسيق المعلومات للإعدادات المعيارية.
- الخدمة في اللجان القومية والدولية.
- التنسيق مع العديد من الهيئات العلمية والصناعية والأكاديمية القومية.
- التكليف بالبحث أو إجرائه.
- توفير الإرشاد حول عموم مجال مشاكل الوقاية والتحكم بوجه عام.
- صياغة ومراجعة التشريعات.

في بعض الدول يتم تمويل الهيئات الحكومية من الضرائب العامة. بينما في دول أخرى، تدفع الدول ضريبة إجبارية لتمويل خدمات الصحة المهنية الحكومية. ويمكن تعويض هذه الضرائب في صورة خدمات استشارية مخفضة التكاليف لمشروعات معينة. في هذه الدول، تكون شركات الاستشارة الخاصة التجارية غير شائع.

21.1.4 البحث والتدريس

تمثل الجامعات والمدارس ومنظمات البحث آخر مناطق التوظيف الكبرى لخبراء حفظ الصحة. وقد يتولوا:

- إجراء أبحاث عن الأخطار الصحية أو تقنيات القياس أو طرق التحكم
- يدرسون للطلبة غير المتخرجين وطلبة الدراسات العليا دورات ويحاضرون الأطباء والممرضات وموظفي السلامة، الخ، كموضوع ثانوي.
- يجرون تحريات خاصة بحفظ الصحة المهنية داخل منظمة ما وأحياناً خارجياً كمستشارين.

الهيكل الوظيفي للمدرس، الأستاذ المساعد والأستاذ يكون شائعاً للوظائف الجامعية الأخرى ولا يرتبط بالضرورة بمؤهلات حفظ الصحة المهنية.

21.2 دلالات لخبير حفظ الصحة

هذه السمات المتباينة للأنواع المتعددة لخدمات حفظ الصحة لها آثار عميقة على وضع العمل داخلها. يفرض كل من أهداف وإدارة وتمويل المنظمة قيود على كيفية عملها. يمكننا مراعاة عدد من الأوجه:

21.2.1 تقديم الخدمة

قد تكون المنظمة قادرة، نظرياً، على توفير نطاق واسع من الخدمات مثل إعداد السياسات والمراجعة والمسح الميداني والتحري والتحليل المعملي والتدريب والمعلومات والبحث، الخ. عملياً، ستعتمد الخدمات المقدمة فعلياً على القيود الأساسية.

21.2.2 التوظيف

تعتمد جودة الخدمة على معيار العاملين بها، ولكن يوجد نقص في خبراء حفظ الصحة المهنية المحترفين والتقنيين الماهرين. يتأثر كل من التوظيف والتدريب ودفع الرواتب والإبقاء عليهم على الحالة والصورة والموارد والسياسات الخاصة بالمنظمة.

من الممكن أن تكون المنافسة بين الموظفين على أنواع الخدمات المختلفة أمراً جيداً للتطور المهني، ولكنه يمكن أيضاً أن يكون مضراً باستمرارية عمل المنظمة وجدوى أعمالها.

قد تحتاج بعض الخدمات إلى أن تكون متعددة الفروع، فتوظف مهندسين وأطباء وموظفي سلامة، الخ، إلى جانب خبراء حفظ الصحة. ستعتمد درجة تطور خبرة الأخصائي على نطاق الخدمات المقدمة والدعم المتاح.

21.2.3 المرافق

يعتمد مستوى المرافق والمعدات المتوفرة على كم التمويل المتاح، وأساس قرار التمويل والخدمات التي ستقدم.

وعليه، قد يحوز معهد بحثي، مثلاً على معدات متخصصة قد لا تجد شركة استشارات أي مبرر لحيازتها.

21.2.4 ضمان الجودة

الحفاظ على الجودة عند الاختبار والمشورة أمر جوهري لأي خدمة فعالة. تختلف أساليب ضمان الجودة باختلاف أنواع المنظمات. قد يكون نظام الجودة رسمي أو غير رسمي وسيتأثر بكل من

- حجم المنظمة وحالتها.
- هيكل الإدارة وثقافتها.
- معيار الموظفين المعينين.
- الخدمات المقدمة.

الشركات الاستشارية تكون عادة حائزة على شهادات جودة مستقلة، ربما عبر خدمات اعتماد. تتطلب هذه الخطط موارد كبيرة للحفاظ على مستوى الجودة المتوقع، ولكن يكون على الشركات الاستشارية أن تثبت جودتها لعملائها ومنه يمكنها تبرير التكلفة. القليل من المختبرات الداخلية والجامعات تحمل هذه الاعتماد. يعتمد ضبط الجودة بالجامعات بشكل كبير على معيار الأفراد المعنيين وعادة ما يكون ذلك بشكل غير رسمي.

21.3 خبير حفظ الصحة كمدير

قد يعني مفهوم خبير حفظ الصحة كمدير أشياء مختلفة لأناس مختلفين. فقد يتضمن ذلك:

- إدارة برامج حفظ الصحة المهنية - تصميم البرامج، تخطيط تطبيقاتها، إجرائها ومراقبتها؛
- إدارة خدمة حفظ الصحة - سواء داخلياً أو كشركة استشارية، مع تولي مسئولية طاقم العمل، وضع الميزانية الخ.
- تشكيل جزء من فريق إدارة الشركة، توفير المشورة لمديري الخط حول المسائل المتخصصة في حفظ الصحة للوفاء باحتياجات العمل.
- تغيير المسار الوظيفي - الانتقال إلى مجالات مثل التسويق أو إدارة الخط تبعاً للقدرات المطلوبة عبر العمل كخبير حفظ صحة.

كل ذلك هي تفسيرات محتملة، ولكن من الممكن أيضاً أن وجود مفهوم أوسع للدور الإداري لخبير حفظ الصحة.

يمكن الحكم على كفاءة خبير حفظ الصحة عبر ما ينجزه من نجاح في تحسين بيئة العمل. يجب أن يعمل خبير حفظ الصحة جاهداً على تعبئة تعاون العاملين في برامج حفظ الصحة المهنية، مع الدعم الكامل من الإدارة واستخدام قدرات أي طاقم حفظ صحة آخر. تعتمد الكفاءة جزئياً على المعرفة التقنية، ولكنها تعتمد كلياً على القدرة على تحقيق النتائج. وقد تشمل:

- التأثير على العاملين لاستخدام تدابير التحكم المتوفر بشكل صحيح؛
- الإشراف على موظفي حفظ الصحة الآخرين للأداء الأمثل؛ أو
- التأثير على المديرين لاتخاذ قرار أو دعمه.

تحقيق نتائج بهذه الطريقة، عبر أشخاص، هو علم الإدارة. ويتطلب سلوكيات ومعرفة ومهارات عادة لا تدرس لخبراء حفظ الصحة.

يعمل خبير حفظ الصحة ذو القدرات التقنية دون الإدارية كأخصائي، يدعى عند الحاجة إليه لتقديم البيانات للآخرين ليتخذوا القرارات. في المقابل، يكون لمدير حفظ الصحة المهنية نفوذ كبير على سياسات الشركة، وتوجهاتها، وأدائها. وعليه تكون المهارة الإدارية شرطاً جوهرياً في جميع خبراء حفظ الصحة البارزين. ومن بين المهارات الأساسية الواجب إتقانها ما يلي:

- القدرات التنفيذية والإدارية مثل وضع الأهداف، والتخطيط، والإشراف، وحل المشاكل، واتخاذ القرارات، وإدارة الوقت، والتكليف، ووضع الميزانية، والمراجعة؛

- مهارات إدارة البشر بما في ذلك إجراء مقابلات التوظيف والتدريب وتطوير طاقم العمل وتقديم الاستشارة وإجراء مقابلات الانضباط وبناء الفريق والقيادة والتحفيز.
- مهارات التواصل مثل كتابة التقارير وعمل العروض والخطابة وإدارة الاجتماعات والإقناع (أو البيع) والتفاوض.

لا يمكن لهذه المهارات أن تعمل في فراغ: يجب أن تستخدم في ظل خلفية من ثقافة المنظمة، والتدابير، والحالات والخطط الآنية. بالتحديد، يجب على خبير حفظ الصحة أن يكون ملماً إلماماً عميقاً بكل من:

- طبيعة العمل (المنتجات أو الخدمات المقدمة، أهميتها النسبية وإمكاناتها)؛
- الهيكل التنظيمي، نمط الإدارة، الأنظمة والإجراءات؛
- طرق التصنيع المستخدمة.
- دور الاتحادات التجارية؛ و
- الأداء المالي للشركة والآخر الخاص بقسم/ فرع حفظ الصحة المهنية.

الأداء الناجح كمدير ليس مهارة طبيعية لدى معظم الناس، ولكنها مهارة يمكن اكتسابها. الخبرة هي المعلم الأكبر وعلى خبراء حفظ الصحة المهنية أن يخططوا بتروي لاكتساب خبرة المواقف الإدارية كجزء من نموهم الوظيفي. تمرين بسيط على التطور الذاتي يمكن أن يكون مجزيا بشكل كبير، مثلاً:

- حضور الاجتماعات العامة للسلطات المحلية وتحليل كيفية إجراء مناظرة وأي نوع من المجادلات يكون فعالاً؛
- تقديم عرضاً أمام جمهور عدواني حول موضوع حساس يخص الصحة؛
- تكليف شخص بتتبع استخدامك للوقت وتزويدك بالتغذية الراجعة؛ أو
- الانتقال من شركة صغيرة إلى شركة أكبر (أو العكس) لاختبار التحول في الثقافات.

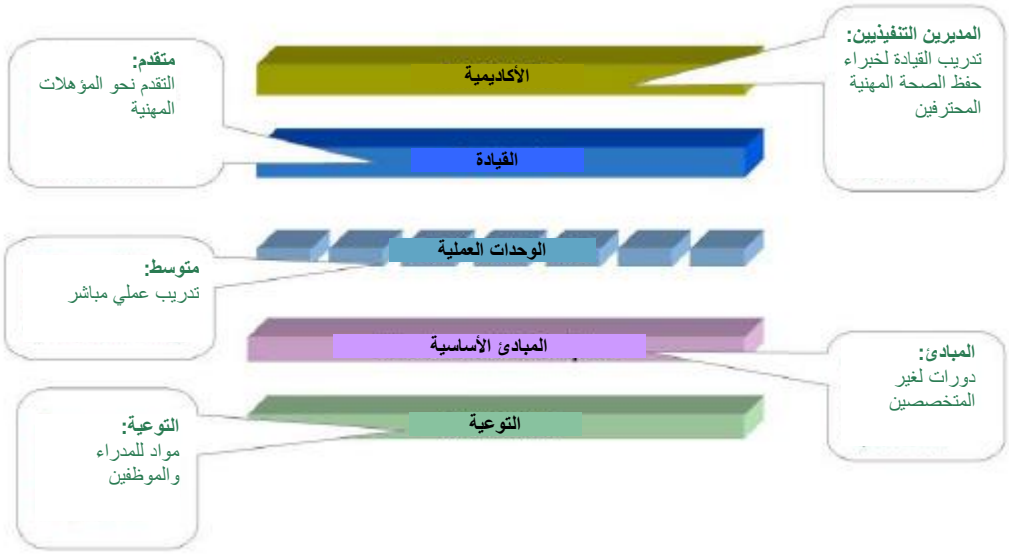
غير أن التطور الذاتي قد يكون مؤلماً وبطيئاً. يمكن تدريس مهارات الإدارة في وقتنا الحاضر وتتوفر الدورات التدريبية على نطاق واسع. يجب أن يدرج خبراء حفظ الصحة تدريب مهارات الإدارة كجزء من خطة نموهم.

التعديل الأكثر صعوبة هو التغير الضروري في السلوك. عادة ما يكون خبراء حفظ الصحة مستشارين محايدين، يقدمون الحقائق للآخرين لاتخاذ القرار. التحول إلى الإدارة يتضمن أن نكون على استعداد لأن نسيطر على الأمور. يحب على المدير أن يظل موضوعياً، مع التركيز على النتائج وأن لا يكون محايداً. يجب على المديرين أيضاً أن يكونوا مستعدين أحياناً لاتخاذ قرارات استناداً إلى بيانات غير مكتملة بدلاً من تأخير الإجراء لحين استيفاء الدليل العلمي.

لتحقيق الفعالية، يجب على خبير حفظ الصحة أن يرى نفسه (أو نفسها) كجزء لا يتجزأ من المنظمة مع الاهتمام بأدائها الكلي. ويكون الناتج، من حيث الرضا الوظيفي، هو المكافأة وفعالية حفظ الصحة المهنية يمكن أن تكون مكافئة للغاية.

21.4 التطور الشخصي

حفظ الصحة المهنية هو موضوع يتيح فرصاً للتعلم والنمو مدى الحياة. فهو ليس فقط مجالا واسعا ومتحدي تقنياً، ولكنه أيضاً يتطور بمرور الزمن مكوناً مجالات معرفية جديدة. تتوفر الدورات التعليمية في مستويات خمس مختلفة (انظر الشكل).



المصدر: ستيف بيلي

شكل 21.1 – احتياجات التعليم والتدريب

العديد من خبراء حفظ الصحة يعدون الوحيدين في منظمتهم وقد يكونوا غير متأكدين من التدريب اللازم وكيف يطورون من أنفسهم. هناك العديد من الطرق تساعد خبراء حفظ الصحة على البقاء متصلين بزملائهم بالمهنة لكي يتشاركوا المعلومات ويتعلموا من بعضهم البعض.

21.4.1 الانضمام لجمعية

توجد جمعيات حفظ صحة مهنية قائمة في 30 دولة تقريبا. يمكنك الحصول على مزيد من التفاصيل على موقع جمعية النظافة المهنية الدولية (IOHA) - أنظر www.IOHA.net(تم الدخول في سبتمبر 2009).

العديد من الجمعيات تقدم مؤتمرات واجتماعات ليجتمع خبراء حفظ الصحة معاً، مع توفر خطابات إخبارية ومواقع للمساعدة على إدامة التواصل. كما يقدم بعضها مؤهلات مهنية. حالياً تعترف جمعية النظافة المهنية الدولية (IOHA) بـ 11 خطة دولية للمؤهلات على المستوى المهني الكامل. علاوة على ذلك، يتواصل العمل على تأسيس نظام عالمي للتدريب والمؤهلات على مستوى التقنيين لتسهيل إمكانية التحويل بين الدول.

21.4.2 كن مشاركاً

- انضم لمنتدى إلكتروني مثل قائمة المراسلات الإلكترونية "UKOH" – أنظر http://www.mailtalk.ac.uk/ukoh (تم الدخول في فبراير 2010).
- اذهب إلى المؤتمرات وقدم عروض تقديمية.
- كن على دراية بأحدث المعلومات، اقرأ إصدارات حفظ الصحة المهنية مثل The Annals of Occupational Hygiene - انظر http://annhyg.oxfordjournals.org/ (تم الدخول في فبراير 2010). و the Journal of Occupational and Environmental Hygiene – انظر http://www.aiha.org/news-pubs/Pages/JOEH.aspx(تم الدخول في فبراير 2010).

21.4.3 قم بتكوين شبكتك

- اعثر على شخص يمكن التواصل معه باستمرار، كزميل أو كمرشد.
- كن شريكاً مع جامعة أو مؤسسة استشارات أو تدريب في منطقتك.

21.5 الأخلاقيات

المهمة الرئيسية لخبير حفظ الصحة يجب أن يكون حماية صحة وسلامة العاملين دائماً. ولكن يتحمل خبير حفظ الصحة أيضاً مسئوليات تجاه صاحب العمل وعملاءه (إذا كان استشارياً) وعامة الناس. وعليه فلا محالة من نشوء مسائل أخلاقية. مثلاً:

- يجب حماية خصوصية البيانات الخاصة بحفظ الصحة المهنية، ولكن يجب إحاطة أصحاب العمل علماً بالعاملين المعرضين للخطر.
- قد يكون هناك تضارب في الولاء بين واجبات خبير حفظ الصحة لصاحب العمل والعاملين والعملاء والقانون.
- قد تكون هناك قيود على حرية خبير حفظ الصحة لتنفيذ مهامه، مثلاً الدخول إلى المواقع، توفر المعدات، الوقت المسموح به، مستوى موظفي الدعم.
- استخدام صغار الموظفين للعمل الميدان قد يثير أسئلة حول ملائمة الإشراف.
- ممارسات الإعلان والمبيعات للشركات الاستشارية قد تحتاج إلى الخضوع لقيود أخلاقية.

سيكون لدى الهيئات الرسمية مدونة مكتوبة للقواعد الأخلاقية لضمان التعامل مع هذه الأمور بمسئولية ومهنية. تكون معايير السلوك بنفس درجة الصرامة التي تتطلبها الفروع المهنية الأخرى مثل الطب والقانون. على الأعضاء الامتثال للقانون وقد يخضعون لإجراءات تأديبية قد تصل للطرد إن لم يمتثلوا.

بموجب مدونة القواعد الأخلاقية، يجوز تكملة المهمة الأساسية للموظف بعدد من المهام التابعة، مثلاً:

للموظفين/ العملاء

- الإبقاء على سرية جميع المعلومات الخاصة بالأنشطة أو العمليات.
- تقديم النصيحة الصادقة المسئولة والموثوقة.

للقوة العاملة

- الحفاظ على السلوك الموضوعي تجاه الأخطار الصحية.
- استخدام المعلومات فقط في أغراض تخص حفظ الصحة المهنية ولمصلحة العاملين.

لعامة الناس

- الحفاظ على سلوك موضوعي تجاه الأمور الخاصة بالقلق العام.
- حصر أنفسهم في أمور يستطيعون الحديث عنها مع السلطات، التمييز بين الحقائق المقبولة والرأي المستنير.

للمهنيين الآخرين

- الحفاظ على أعلى مستوى من النزاهة والكفاءة الحرفية.
- احترام المهنيين الآخرين وتجنب المواقف الصراعية حيثما أمكن.

علاوة على ذلك، يضطلع استشاريو حفظ الصحة ببعض المسئوليات الخاصة:

- إبلاغ عملائهم بأي مصلحة أو وظيفة قد تهدد استقلاليتهم.
- عدم العمل لأكثر من عميل واحد في نفس الوقت حول نفس الموضوع.
- عدم قبول أموال أو أعطيات من طرف ثالث.
- عدم إغراء أحد للعمل بشكل غير لائق، مثلاً عبر الإغراءات المالية أو التشكيك في قدرات مستشار آخر.
-