المادة التدريبية

لدورة

أسس وتقييم مخاطر بيئة العمل

لمسؤولي التفتيش في وزارة العمل الفلسطينية

إعداد

اختصاصي الصحة المهنية

"محمد فؤاد" خليفة بني عواد

الفصل الأول

أسس التقييم البيئي لمخاطر بيئة العمل

أسس التقييم البيئي لمخاطر بيئة العمل

2-1 مقدمة

تعني استراتيجية التقييم البيئي لمخاطر بيئة العمل بأنها الخطة المتكاملة لعملية تقييم مستوى المخاطر في بيئة العمل وعلى ضوء ذلك يتم اتخاذ القرار المناسب. وقبل إجراء عمليات القياس واستناداً لنتائج إجراء تقييم تمهيدي (أولي) لمواقع القياس لا بد من إعداد قائمة بالمعدات والأدوات المطلوبة (حسب الطريقة المعتمدة للقياس) وتوفير هذه المعدات وإجراء المعايرة اللازمة للأجهزة المستعملة وكذلك توفير واستعمال أجهزة الوقاية الشخصية أثناء عملية القياس. كما يجب أن يدرك الاختصاصي بأن هناك أنواعاً عديدة من العوامل الملوثة المتواجدة أو التي قد تتواجد في بيئة العمل نتيجة العمليات الصناعية والأنشطة المختلفة. ويجب أن لا يغيب عن البال أن العمال لا يستقرون في مكان واحد ولا يزاولون نشاطاً واحداً بل هم يتحركون بإستمرار وقد يكون لتحركهم ونشاطهم دور في إثارة ملوثات هواء بيئة العمل وبعثها أو زيادة تركيزها في بيئة العمل.

2-2 أنواع العينات

يعتمد نوع العينة على عدد من العوامل منها الهدف من أخذ العينة، توفر المعدات، الظروف البيئية، وطبيعة الملوثات السامة. وتقسم أنواع العينات إلى:

2-2-1 عينات مكانية (Static sample):وهي تؤخذ من الجو العام لمكان العمل في مواقع ثابتة أو عند أجزاء محددة من خط الإنتاج، وتفيد في تقييم الملوثات الهوائية وقياس مستوياتها. هذا النوع من العينات لا يعطي تقدير جيد لتعرض العامل. ولهذا السبب، فهي تستخدم بشكل رئيسي لتحديد المناطق الأكثر تعرضاً، تحديد تراكيز المواد القابلة للإشتعال أو الإنفجار،أو لتحديد المناطق التي يجب عزلها أو تقييد دخول العمال إليها.

2-2-2 عينات شخصية (Personal sample): وهي العينة التي تؤخذ من منطقة تنفس العامل أو من منطقة دخول الخطر إلى جسم العامل، وتفيد في إعطاء تقدير دقيق للتعرض الشخصي.

2-2-3 عينات لحظية (Grab Sampling):وهي العينات التي تؤخذ خلال فترة قصيرة لا تزيد عن 5 دقائق. وهي تمثل تركيز الملوثات البيئية عند نقطة زمنية محددة ومن النادر إستعمالها لتقييم معدل التركيز خلال 8 ساعات عمل. في الغالب تستعمل حقائب بلاستيكية لجمع هذا النوع من العينات. يعتبر قياس تراكيز الملوثات بأجهزة القراءة المباشرة والتي تعطي في الغالب قيمة لحظية للتركيز عينات لحظية.

2-2-4 عينات المتكاملة (integrated sampling): في هذا النوع من العينات يمرر حجم معلوم من الهواء خلال وسط جمع قادر على إزالة الملوثات المطلوبة. وهي الطريقة المفضلة لتحديد المعدل الزمني للتركيز. تتكون العينة المتكاملة من

عينة أو مجموعة من العينات تغطي كامل الفترة الزمنية أو جزء منها وتتراوح من 15 دقيقة إلى 8 ساعات.

3-2 أين تتم عملية القياس؟

هناك عادة 3 مواقع رئيسية لأخذ عينات الهواء لقياس مخاطر بيئة العمل فيها:

- الموقع الأول: منطقة انبعاث ملوثات بيئة العمل أو مصدرها: أي المكان الذي يتم فيه العملية الصناعية المنتجة لملوثات هواء بيئة العمل (أي عند المصدر).
- الموقع الثاني: منطقة العمل بصورة عامة (أي عينة بيئية).
- الموقع الثالث: منطقة تنفس العامل (أي عينة شخصية).

ويعتمد اختيار أي من المناطق الثلاث السابقة على طبيعة المعلومات المطلوبة والهدف من إجراء القياس. فإذا كنا بصدد تقييم التعرض الشخصي للملوثات، عندها يجري أخذ عينات شخصية (من منطقة تنفس العامل) أما إذا كان هدف القياس معرفة مصدر الملوثات وتحديد مسارات انتشار الملوثات من خلال تطبيق نظام مسح فيزيائي ملائم أوتقييم كفاءة وسائل السيطرة و التحكم في الملوثات فعندها يتم أخذ عينات من المصدر أو من بيئة العمل. وتجدر الإشارة هنا الى أن قياس وتقييم ملوثات هواء بيئة العمل التي يمكن أن يكون لها تأثير هام عبر الجلد يتطلب تطبيق خطة قياس وتقييم خاصة.

بالنسبة لعدد العمال لا توجد قاعدة عامة تحدد عدد العمال الواجب أخذ عينات لهم. ولكن جرت العادة القيام بتقسيم العمال إلى مجموعات متجانسة ومن ثم يتم إختيار أعداد عشوائية من كل مجموعة من أجل أخذ العينات الشخصية. وعادةً ما يتم تقسيم العمال إلى مجموعات متجانسة وفق العوامل التالية:

- يؤدون نفس الأعمال.
- لهم نفس الحركة في منطقة العمل.
- يتعرضون لنفس المواد الخطرة.
- لهم نفس القرب من مصادر الملوثات.
- يتشاركون نفس منطقة العمل الفيزيائية من من تهوية وجريان هواء أو سيطرة هندسية.
- لهم أعمال تتضمن نفس آلية التعريض للمواد الخطرة.

إن القرب من مصدر الملوث لا يكون مؤشرا لتشابه التعرض ، حيث أن حركة الهواء تجعل الشخص الأكثر عرضة بعيدا عن المصدر . ويظهر قياس التعرض لعمال – يفترض أن لهم تعرض متشابه - إختلافا أكبر في تعرضهم مما هو متوقع . وفي هذه الحالة يتم إعادة تقسيم مجموعات العمال إلى مجموعات أصغر ويعاد القياس لتمييز العمال الذين لهم تعرض متشابه ضمن كل مجموعة .

يمكن تحديد التعرض لكل العمال بغض النظر عن نوع المهنة أو الخطر . أو يمكن تحديد التعرض للعمال الذين يفترض أن تعرضهم هو الأعلى ، وهذه تدعى قياسات

أسوأ حالة . ويعتمد إختيار عينات أسوأ حالة على الإنتاج ، والقرب من المصدر ، ونتائج تحليل عينات سابقة ،وقوائم جرد المواد وسميتها . وتستخدم قياسات أسوأ حالة لغايات قانونية . وهي لا تقيس التعرض طويل الأمد أو إختلافات التعرض من يوم لآخر .

ويوجد عدة عوامل يمكن أن تؤثر على تصنيف المجموعات المتجانسة التعرض تتضمن ما يلي :

- نادرا ما يقوم العمال بنفس العمل حتى عندما يكون لهم نفس التوصيف الوظيفي وبالتالي نادرا ما يكون لهم نفس التعرض
- إن العمال الجوالين في منطقة العمل يمكن أن يتعرضوا لمصادر تلوث غير متوقعة خلال اليوم .
- إن طريقة أداء العمل يمكن أن تغير التعرض.
- إن حركة الهواء في مكان العمل يمكن أن تزيد وبشكل غير متوقع تعرض العمال البعيدين نسبيا عن مصادر التلوث .
- يمكن تقدير التعرض ليس بأداء المهنة بل ببيئة العمل .

4-2 وقت أخذ العينة

يعتمد وقت أخذ العينة على نوع العمل وطبيعة المعلومات المراد الحصول عليها فإذا كان العمل يتم خلال أكثر من واردية في اليوم فيجب إجراء القياسات في كل واردية لإمكانية التباين في مدة التعرض أو مستوى الملوثات من واردية لأخرى كما يجب أن تتم القياسات أو أخذ العينات في الفصول المختلفة للسنة خاصة في فصلي الصيف والشتاء ففي الصيف يمكن أن تكون التهوية الطبيعية متوفرة وهذا يخفف من تركيز الملوثات في بيئة العمل أما في الشتاء فقد تكون التهوية غير كافية، وذلك لكون الشبابيك مغلقة في الغالب حفاظاً على الجو الدافئ داخل المصنع.

5-2 الزمن اللازم لأخذ العينة

تعتمد فترة أخذ العينة على درجة تركيز الملوثات ووسائل القياس المتاحة. وعليه فإن فترة أخذ العينة تعتمد على حساسية جهاز القياس والتحليل. ويفضل إجراء عملية القياس طيلة الفترة التي يزاول فيها العامل نشاطاً معيناً قد يؤدي الى انبعاث الملوثات يستثنى من ذلك العمليات الصناعية الأتوماتيكية حيث يكون تركيز الملوثات متعادلاً طيلة فترة العمل وهنا يفضل إجراء القياس أو أخذ العينة طيلة مدة الواردية خاصة إذا كان الهدف من القياس التأكد من الالتزام بشروط الصحة والسلامة المهنية. أما إذا كان الهدف هو التأكد من عدم تجاوز التعرض خلال فترة قصيرة (Short-term exposure limit) فيجب أن يتم اخذ العينة في أوقات التراكيز العالية وخلال فترة العمل.

6-2 أدنى وأفضل حجم للعينة Minimum and Optimum Volume

إن طريقة وفترة أخذ العينة يجب أن تلائم الغاية منها بالإضافة إلى حساسية طرق التحليل وتركيز الملوث والمعيار الوطني للملوث .

عند التخطيط لبرنامج جمع عينات هواء من الضروري حساب أصغر حجم عينة مطلوب Minimum Required Volume of Sample (MRV) من أجل تجنب حالات يكون فيها حجم العينة صغيرا إلى حد لا تكشف فيها الملوثات لإن حجم العينة صغير جدا وأصغر من الحد الأدنى المطلوب.

إن أصغر حجم مطلوب للعينة هو حجم الهواء الذي يسمح بتحديد تركيز الملوث عند مستوى قيمة الحد العتبي للملوث حسب المعادلة :

$$MRV = \frac{S \times 22450}{M \times TLV}$$

حيث الحرارة حول 25 درجة مئوية والضغط الجوي النظامي 760 ملم زئبق.
MRV: الحجم الأدنى المطلوب من العينة باللتر.
S: حساسية طريقة التحليل بالملغ: وهي أصغر كمية من المادة يمكن قياسها بتكرار الطريقة الموصوفه.
M: الوزن الجزيئي للملوث.
TLV: قيمة الحد العتبي للملوث مقاس بالجزء من المليون PPM.
وإذا كان TLV معبر عنها بوحدة ملغم / $م^3$ تصبح المعادلة :

$$MRV = (S/ TLV) X \quad 1000$$

7-2 عدد العينات أو القياسات المطلوب إجراؤها

يعتمد عدد العينات أو القياسات المطلوبة على الهدف من إجراء هذا القياس حيث تكفي عينتان على الاقل لتقييم كفاءة طرق السيطرة العامة (الهندسية) على الملوثات، إذ تؤخذ عينة أثناء عمل جهاز التحكم وعينة أخرى عند توقف جهاز التحكم عن العمل مع استمرار قيام العامل بواجباته العملية العادية، والفرق بين القياسين يكون مؤشراً على مستوى السيطرة فكلما كان الفرق أكبر كانت السيطرة أفضل. وقد يكون من الضروري أخذ عينات عديدة لتحديد مستوى تعرض شخص يمارس أنشطة عديدة ومختلفة. كما يعتمد عدد العينات أيضاً على مستوى تركيز الملوثات في بيئة العمل وتغير هذا التركيز مع تغير الوقت فإذا كان تركيز الملوثات عالياً أو فوق ما هو متوقع فإن عينة واحدة تكفي لإتخاذ القرار بضرورة التحكم والسيطرة أما إذا كان التركيز منخفضاً أو حول المستوى المتوقع فلا بد من أخذ 3-5 عينات على الأقل لتقييم مستوى التعرض.

ومن هنا يتضح بأنه ليس هناك قاعدة عامة تحدد عدد العينات أو مدة أخذ العينة بل يتقرر ذلك تبعاً لنوع العمل وتركيز الملوثات والخبرة التي يتمتع بها فني السلامة والصحة المهنية في مجال تقييم التعرض المهني للملوثات.

8-2 اختيار اجهزة أخذ العينة أو القياس

بصورة عامة يعتمد اختيار جهاز القياس أو جهاز أخذ العينة على عدة عوامل منها:

1. نوع وخصائص وحالة الملوث الذي يجري قياسه.
2. نوع التحليل المخبري المطلوب أو المعلومات المطلوبة.
3. إمكانية توفر الجهاز الذي يعمل بالشكل الصحيح وخلال الزمن المطلوب لأخذ العينات.
4. توفر طرائق وتقنيات التحليل الملائمة للعينات.
5. كفاءة الجهاز ودقته في إجراء القياسات.
6. ثبات الجهاز في الظروف المختلفة للعمل وللقياس.
7. سهولة استعمال الجهاز بما في ذلك متطلبات حمله ونقله لموقع القياسات.
8. الاختيار الشخصي لفني السلامة بالاعتماد على خبرته السابقة.
9. كلفة أخذ العينات وتحليلها.

ومن الجدير بالذكر أن اعتماد طريقة معينة لأخذ العينة وإختيار الأجهزة يجب أن يتم بالتنسيق والتشاور مع فني المختبر الذي سيقوم بتحليل العينات التي يتم جمعها. ففي حالات كثيرة يتم تحديد جهاز اخذ العينة على ضوء الامكانيات المتوفرة في المختبر للتحليل ويفضل أن يكون جهاز القياس أو التحليل ذا حساسية أدنى من الحدود العتبية للمادة أوالعينة المراد تقييم التعرض لها إذ لا يصح مثلاً أن تكون الحدود العتبية مقدرة بوحدة المايكروغرام (µg) في حين إن أقصى قراءة للجهاز هي مليغرام وبشكل عام يمكن تصنيف الأجهزة المستخدمة في قياس ملوثات هواء بيئة العمل ضمن ثلاث مجموعات:

أ. أجهزة القراءة المباشرة.

ب. أجهزة تعمل على إزالة الملوثات من حجم مقيس من الهواء.

ج. أجهزة تعمل على جمع حجم ثابت من الهواء.

وتعتبر المجموعتات (ب، ج) من الأجهزة التي يتم استخدامها لقياس هواء بيئة العمل من خلال جمع عينات من هواء بيئة العمل وتحليلها بإستخدام طرائق قياس وتحليل مخبرية متنوعة.

9-2 التعامل مع العينة Handing of Samples

حتى نستطيع الاعتماد على نتائج التحليل فمن الضروري التأكد من أن العينة التي يتم تحليلها هي نفس العينة التي تم جمعها دون حدوث نقص في كميتها أو حدوث

تغيير عليها، فمثلاً يجب المحافظة على ورقة الترشيح التي جمعت عليها عينة الغبار حتى لا تفقد جزءاً من الأغبرة المتجمعة عليها قبل إجراء التحليل، كما يجب ترقيم العينات وتحديد فترة أخذ العينة ومدة أخذ العينة ومستوى تدفق الهواء في المضخة ودرجة الحرارة والضغط الجوي المسجلين خلال فترة أخذ العينة ويجب أن تكون الفترة الزمنية لنقل وتحليل العينة في حدها الأدنى. بإختصار يجب تبني تسلسل واضح ومعروف ينظم عملية التسجيل والنقل والتعامل مع العينة والمحافظة عليها لضمان وصولها سليمة دون تغيير للمختبر.

10-2 معايرة الأجهزة Instrument Calibration:

لا بد من معايرة الأجهزة المستخدمة في جمع العينة أو القياس وذلك لضمان تطابق التركيز الذي يتم الحصول عليه نتيجة القياس أو أخذ العينة مع التركيز الفعلي للملوثات في منطقة أخذ العينة دون زيادة أونقصان أو وقوع أخطاء غير مقبولة من وجهة علمية. هناك عدة طرق للمعايرة وهناك أدوات معايرة أولية ووسيطة وثانوية وهناك أجهزة معايرة أتوماتيكية. ومن الامثلة على المعايرة المطلوبة معايرة نسبة جريان الهواء عبر المضخة (Flow rate)، ومعايرة الميزان عندما يتم استخدام الطرق الوزنية في تقييم عينات الهواء التي يتم جمعها. وكذلك ساعة التوقيت. كما يجب قياس درجة الحرارة والضغط الجوي وقت أخذ العينة حتى يتم حساب تركيز الملوثات حسب الظروف الجوية القياسية والتي تحدد عندها الحدود العتبية. ويجب أن نتذكر دائماً أن ما يتم الحصول عليه من معلومات يعتمد على حساسية وكفاءة الجهاز ومعايرته كما أن الأخطاء الخاصة بأخذ العينات والتحاليل تتجمع وتتضاعف وتتراكم ولا تلغي بعضها بعضاً.

الخطأ الكلي= الجذر التربيعي لمجموع مربع الأخطاء التي تحصل عند إجراء القياس

11-2 تفسير نتائج القياس Interpretation of Results:

الخطوة الاساسية في التقييم هي تحويل نتائج القياس او التحليل الى وحدات تركيز متعارف عليها (ملغم/م^3 أو جزء من المليون) حتى تتم مقارنتها بالمواصفات المعتمدة. ولا بد من إجراء تحاليل إحصائية وإجراء حسابات رياضية خاصة عند التعامل مع الملوثات والتي تكون أرقامها كبيرة مع تباين كبير في مستوى تركيز الملوثات في فترات مختلفة وعلى اختصاصيي الإصحاح المهني قبل إصدار الحكم بوجود تعرض للملوثات يتجاوز الحد المسموح به الحصول على المعلومات التالية:

1. طبيعة الملوثات من حيث الوزن والحجم والنوع.
2. درجة أو مستوى التعرض.
3. مدة التعرض.

ومن الجدير بالذكر أن الكثير من المواد الضارة الموجودة في بيئة العمل لا تحدث تأثيرها على العامل إلا بعد مرور فترة طويلة من التعرض، ومهمة العاملين في الصحة والسلامة المهنية منع تعرض العاملين للمخاطر الصحية وبالتالي حمايتهم من الأضرار التي قد تظهر مستقبلاً نتيجة التعرض الحالي.
إذا كان إجراء القياس أو اخذ العينة بهدف التأكد من الالتزام بالمعايير الصحية المعتمدة، لا بد عندها من مقارنة تركيز الملوثات في موقع العمل مع هذه المعايير، فإذا كان تركيز الملوثات دون القيمة الواردة في هذه المعايير أمكن القول بأن هناك التزاماً بالمعايير أما إذا كان هناك تجاوز فيجب اتخاذ كل ما يلزم للسيطرة على الملوثات حتى يصل تركيزها الى مستوى أدنى من مستوى المعايير المعتمدة (TLVs). كما يمكن مقارنة النتائج الحالية لمستوى التعرض للملوثات بالقياسات السابقة فإذا كان هناك زيادة عن القياسات السابقة يستدل من ذلك على وجود خلل أو تغيير في كفاءة أجهزة السيطرة أو تغيير في العمليات الصناعية أو تراخ في المراقبة والصيانة وتطبيق المعايير المعتمدة ويجب اتخاذ الإجراءات الضرورية للحد من التعرض.

12-2 إختيار وسائل الحماية الشخصية

في أغلب الأحيان يتوجه الفني لأخذ العينات أو إجراء القياسات في بيئة العمل دون الاهتمام بوسائل الحماية الشخصية. وإن عدم استعمال وسائل الحماية الشخصية المناسبة قد يعرض هذا الفني للخطر كما أنه يشكل نموذجاً سلبياً للعمال الذين ينظرون اليه كنموذج يحتذى في إتباع سبل الحماية الشخصية، ففي الوقت الذي يطلب فيه من العاملين الالتزام بإستعمال وسائل الحماية الشخصية بكون المسؤول عن الرقابة البيئية لضمان سلامتهم متجاهلاً لهذا الطلب وغير ملتزم به ولهذا يجب على الفني أن يعتبر أدوات الحماية الشخصية من المتطلبات الضرورية لأخذ العينات وإجراء القياسات. وتشمل معدات الوقاية الشخصية: معدات حماية جهاز التنفس، الخوذة، واقيات الوجه، نظارات السلامة، أغطية وسدادات الأذن، القفازات اليدوية، الألبسة الواقية، أحذية السلامة، وأحزمة السلامة. وعلى الشخص إختيار ماينا سبه بالإعتماد على المخاطر المحتملة في موقع القياس.

13-2 مراحل التقييم البيئي

1-13-2 التقييم الأولي Initial Subjective survey

إن الغاية من المراقبة الأولية هي جمع المعلومات للحكم على مدى وجود ظروف خطرة محتملة، وتقدير مدى الحاجة لإجراء قياسات. يقوم بهذا الإجراء أخصائي بيئة العمل عن طريق إجراء لقاءت مفتوحة تضم ممثلين عن الإدارة، والعمال، والمشرفين، والممرضة المهنية، وممثلي الأتحادات. ويستطيع أخصائي بيئة العمل أن يجعل برنامج المراقبة والقياسات ناجحا عن طريق خلق فريق عمل متحاور ومتعاون ومتفهم لأهداف التقييم. ويجب إعلام العمال منذ البداية للتأكد من تعاونهم.

يتم خلال هذا التقييم مراجعة سير العمليات، ومخطط العمل، وجدول الإنتاج وجداول صيانة الأجهزة. ويتم رسم مخطط صندوقي لمكان العمل توضع عليه مواقع جميع العاملين، والآلات، والمواد الكيميائية، والأبواب، النوافذ، وأجهزة التهوية وأجهزة إطفاء الحريق. ويجب أن يشيرالمخطط إلى تحولات المادة في كل مرحلة من مراحل الإنتاج سواء من مواد أولية أو منتجة أو جانبية أو وسطية أو شوائب.

تجمع إحصائيات حول أعداد العمال والورديات والشكاوى المرضية. ومن المهم إعطاء عناية خاصة للعمليات المؤقتة، مثل أعمال الصيانة التي تتضمن ظروف تعرض لتراكيز مرتفعة من الملوثات، والعمل بالوردية الليلية أو أيام العطل لأن معدل الإنتاج قد يختلف في وردية الليل.

بعد ذلك يقوم الأخصائي بالتفتيش العياني لمكان العمل، بهدف تحديد مواقع الخطورة، وتصنيف إحتمالات التعرض، وتحديد طرق التعرض وإستنتاج مدة وتكرار التعرض.
ويتم جمع الحقائق عبر مجموعة من الأسئلة والاستفسارات على النحو التالي:

أ - المواد المستخدمة في مكان العمل :

- ماهي أسماء المواد المستعملة (أسماء علمية - تجارية ، الخ – رقم تصنيف معروف وغير ذلك) ؟.
- هل توجد أوراق بيانات سلامة للمواد الكيميائية المستخدمة ؟
- أين تستعمل المواد وأين تخزن ؟
- ما هي مدة إستعمال كل مادة ؟
- هل تستعمل مواد في أعمال الصيانة أو غيرها ؟

ب - تداول المواد :

- كيف يتداول العمال كل مادة ؟
- هل هي صلبة أو سائلة أو غازية ؟
- هل يتغير شكلها الفيزيائي عند الإستعمال ؟

ج- تعرض العاملين :

- كيف يحدث تماس العمال مع المواد ؟
- هل هناك خطر تعرض أشخاص آخرين مثل العمال المجاورين ؟
- هل يحدث تعرض في الورديات الأخرى ؟

د- الروائح :

- هل هناك روائح ملحوظة في بيئة العمل ؟
- أين تتركز الروائح ؟

يمكن كشف وجود أبخرة أو أغبرة بالشم. حيث أن لعدد من أبخرة الغازات والمذيبات رائحة مميزة خاصة بها. لكن عموما يجب عدم التركيز على الرائحة، نظراً لأن هناك العديد من المواد عديمة الرائحة، كما أن هناك كثير من الأبخرة والغازات قد تصل إلى تراكيز تزيد عن حدود التعرض المهنية قبل أن تصبح مكشوفة بالشم.

هـ- الآثار المرئية للملوثات :

- هل الهواء نقي ؟

إن الضباب الذي يرى في جوار أعمال اللحام هو مؤشر على أن التهوية غير كافية .

- هل هناك أغبرة مترسبة على السطوح أو منتشرة في الهواء ؟

يمكن ملاحظة العمليات التي تطلق أغبرة بالعين المجردة ، لكن هذا لا يعني أنها الأكثر خطورة. فالأغبرة القابلة للإستنشاق لا لا ترى بالعين المجردة ، كما أن هذه الأغبرة قد تصل إلى مستويات مرتفعة قبل أن تصبح مرئية.

و- الآثار الصحية المحسوسة :

- هل يشعر العاملون بألم خاص، أو تهيج في العيون أو الحنجرة، أو وهن ؟
- هل هناك شعور بعدم إرتياح ، أو ضيق تنفس ، أو سعال ؟

هذه الدلائل تشير إلى وجود مشاكل صحية تحتم إتخاذ إجراء سريع. ولكن غياب ردود الأفعال هذه لا ينفي وجود مشاكل .

ز - التعريف والعنونه :

- هل هناك إرشادات شفهيه أو كتابية للعمال حول الطرق الآمنة في تداول المواد الكيميائية ؟
- هل يوجد بطاقات تعريف على العبوات الحاوية على المواد الكيميائية ؟
- ما هي إجراءات الطوارئ التي تم وضعها في حال إنسكاب مادة أو إشتعالها ؟

ح - إجراءات السيطرة التي تم إتخاذها للحد من التعرض :

- ما هي أجهزة التهوية المستخدمة ؟

- ما هو مدى استخدام وصيانة أجهزة التهوية العامة والساحبة (الشافطة) الموضعية ؟
- هل تستخدم أجهزة الوقاية (قفازات ، كمامات ، كاتمات ، نظارات) ؟ وهل هي ملائمة لنوع الخطر ؟
- هل تم تدريب العمال بشكل كاف على إستخدام أجهزة الوقاية ؟ وهل يدرك العمال الغاية من إستخدام هذه الأجهزة ؟
- هل يوجد جدول زمني لصيانة معدات الوقاية ؟
- هل يذهب العمال بملابسهم الملوثة إلى البيت ؟

وبالأضافة إلى الأسئلة السابقة ، يمكن طرح أسئلة تغطي الحالات التالية :

- الأعمال غير الروتينية وجداول أعمال الصيانة والتنظيف .
- التغيرات الأخيرة في طرق العمل والمواد المستخدمة .
- التغيرات الفيزيائية الأخيرة في بيئة العمل .
- التغيرات في الأعمال .
- عمليات الإصلاح والتحديث الأخيرة .

ويتم نتيجة التقييم الأولى تحديد :

- المخاطر المحتملة .
- مناطق التعرض .
- الأفراد الأكثر عرضة .
- طبيعة التعرض .
- درجة المشكلة تقريبا .

ويمكن إستخدام أجهزة كشف بسيطة لإنجاز هذا التقييم، مثل لمبة كشف الأغبرة والأنابيب الدخانية لكشف حركة الهواء والتسرب من أنابيب التهوية.

2-13-2 التقييم التمهيدي Preliminary Survey

يعطي التقييم التمهيدي معلومات كمية أساسية عن فعالية عمليات وإجراءات السيطرة الهندسية، وعن إحتمال تعرض العمال للمواد الخطرة. وبعد تحديد الأشخاص المحتمل تعرضهم لتراكيز كبيرة خلال التقييم الأولي، يجب قياس مدى التعرض بأجهزة مناسبة .

هنا يجري التأكيد على القياسات الدقيقة لمعدلات التعرض، ومقارنتها مع الحدود المسموحة الطويلة والقصيرة الأمد. وهذا يعني أن فترة التعرض الكاملة يجب أن تغطي بعينة واحدة، أو عدة عينات متتابعة مع إعادة عمليات القياس في أيام مختلفة أو وارديات مختلفة، لتغطية كل الظروف، والتأكيد على فترات التعرض العالي.

3-13-2 التقييم التفصيلي Detailed Survey

إذا لم يكن بالإمكان تقدير مدى وشكل التعرض بشكل موثوق عبر التقييم التمهيدي المختصر، فمن الضروري إجراء إستقصاء شامل وذلك عندما:

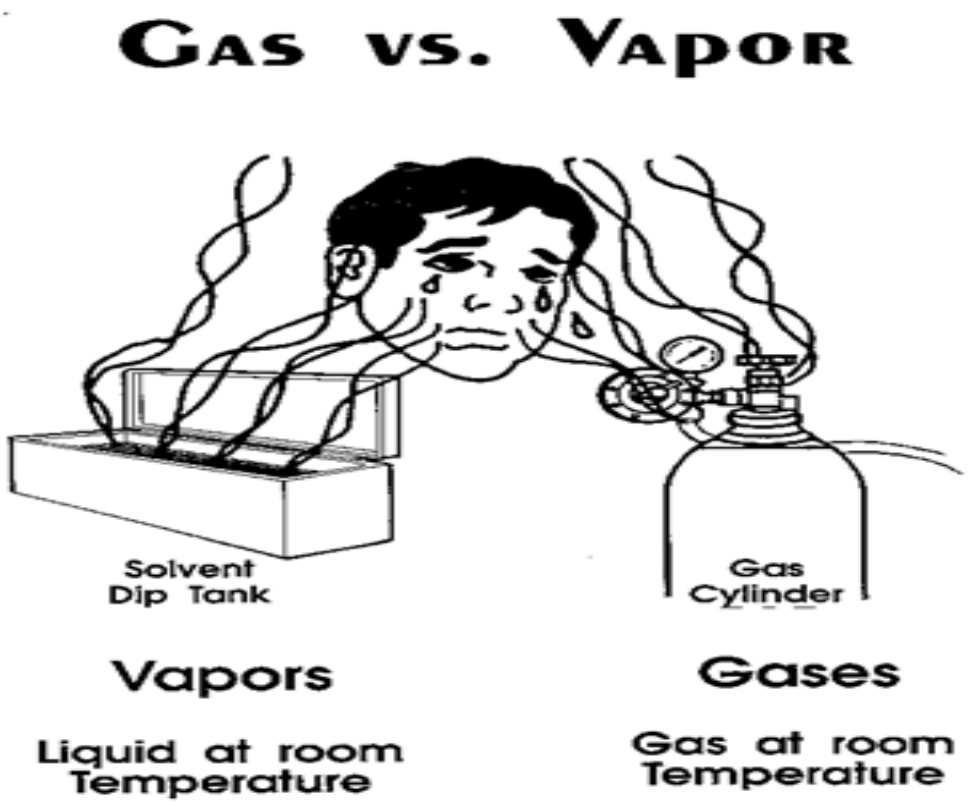
- تظهر نتائج التقييم التمهيدي تراوحا كبيرا.
- يكون عدد كبير من الأشخاص في خطر التعرض الشديد.
- تكون نتائج العينات الشخصية قريبة أو تزيد عن حدود التعرض المهنية.

إن الغاية من التقييم التفصيلي هي الحصول على معلومات دقيقة وموثوقة عن المخاطر. لذلك يتطلب الأمر درجة عالية من التطور في برنامج أخذ العينات.

وما لم يتم جمع المعطيات حسب برنامج دقيق فإنها لن تصلح للتحليل الدقيق. ومثل هذا التحليل يتضمن دراسات إحصائية.

الفصل الثاني

قياس الغازات والأبخرة



قياس الغازات والأبخرة

1-3 مقدمة

تستعمل أو تنتج العديد من العمليات الصناعية بالاضافة الى عمليات التحلل الطبيعي او الحيوي الغازات وغالباً ما تكون تحت الضغط. إن عملية احتواء هذه الغازات تسبب مشكلة رئيسية لأن العديد منها قد يكون ساماً أو يسبب الاختناق في بيئات العمل المغلقة، حيث من الممكن أن يحدث التسرب من الصمامات او الوصلات او من خلال الأنابيب ذاتها، وعند فتح أغطيتها لتحرير الغازات ومراقبة وجودها في هواء مكان العمل.

إن مدى الغازات والأبخرة المتواجدة في الصناعة والزراعة والتجارة والطب وفي المنازل والشوارع كبير جداً، لذلك فهي تتطلب تقنيات متنوعة ومتعددة للكشف والمراقبة، وسوف نشرح في هذا الفصل بعض طرق الاعتيان والكشف. تنقسم التقنيات المتوفرة حالياً الى مجموعتين أساسيتين: طريقة القياس المباشرة بإستخدام معدات أو أجهزة كشف، وطريقة القياس غير المباشرة عن طريق تحليل عينة الهواء المجمعة من هواء مكان العمل في المختبر. إن الاستعمال الجيد لهذه الأجهزة المتوفرة يتطلب معرفة جيدة بالكيمياء ومن الأفضل ترك هذه المهمة لأولئك المدربين جيداً في الكيمياء التحليلية. ويمكن استخدام أنابيب الكشف اللونية ومنبهات الاشرطة اللونية من قبل شخص مؤهل كما يمكن أيضاً جمع العينات بإستخدام أجهزة الجمع من قبل شخص مدرب على أن يترك أمر التحليل للأشخاص المختصين.

2-3 طرق جمع العينات

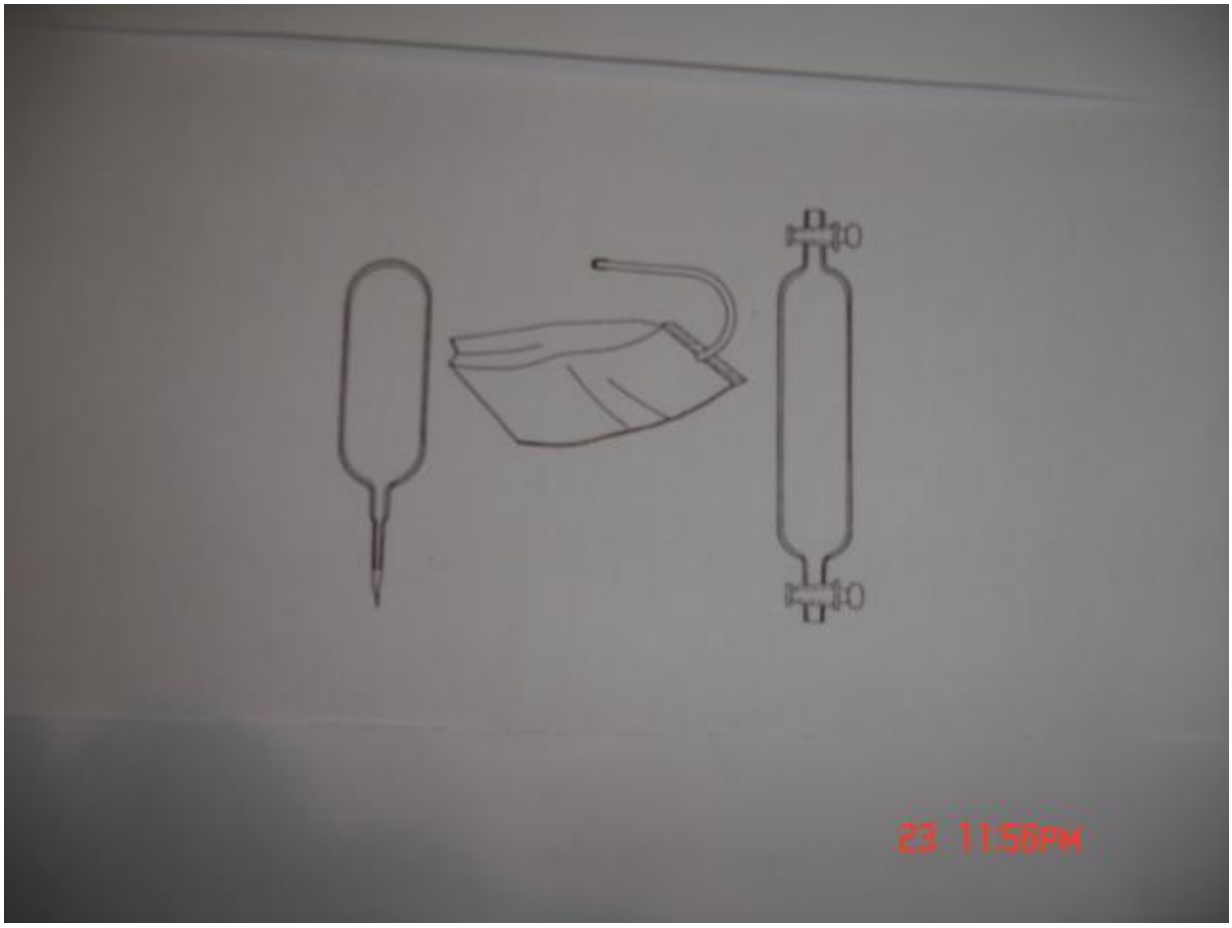
من المهم قبل المباشرة بجمع عينات الهواء مناقشة طريقة جمع العينة المناسبة لتقنيات التحليل المتوفرة في المختبر مع الشخص المحلل عند عودة العينة. حيث تحدد طريقة التحليل نوع الوعاء أو جهاز الجمع الواجب استعماليه لإدخال العينة بصورتها النهائية الى جهاز التحليل.
يمكن جمع عينات الكيماويات المحمولة بالهواء بطريقتين:-
الاولى: عن طريق جمع حجم قليل من هواء مكان العمل بالتدريج بوعاء خلال فترة الفحص.
الثانية: عن طريق السماح لهواء مكان العمل بالمرور من خلال مواد ماصة أو مدمصّة مثل الفحم المنشط والذي يدمص بعض الغازات حيث يمكن إذابتها فيما بعد في المختبر للتحليل بإستخدام محاليل خاصة. ففي الحالة الأولى يحتوي الوعاء على عينة من هواء مكان العمل تمثل معدل خليط الغازات الموجودة في موقع أخذ العينة خلال فترة الاعتينان، وما لم يكن معدل التدفق منخفضاً فإن حجم العينة النهائي

سوف يكون كبيراً، وبطريقة الجمع بالادمصاص يتم تركيز الملوث، الأمر الذي يجعل التحليل أكثر موثوقية.

1-2-3 جمع الغازات بإستخدام حقائب جمع العينات

الأجهزة والأدوات المستخدمة

- مضخة هواء ذات معدل تدفق منخفض مجهزة بفوهة إخراج لأن معظم المضخات مصممة لسحب الهواء والقليل منها مجهز بفوهة إخراج.
- حقائب جمع.
- أنابيب توصيل بلاستيكية شكل (3-2).



شكل 3-1: بعض الأوعية والحقائب لجمع العينات

جدول رقم (1-4) حجم العينة الكلي المجموع بالنسبة لمعدلات تدفق مختلفة وفترات اعتيان مختلفة.

معدل التدفق مليلتر/دقيقة	الحجم الكلي المعتان باللترات				ملاحظات حول إمكانية استخدامها
	ساعة واحدة	ساعتان	4 ساعات	8 ساعات	
2	0.12	0.24	0.48	0.96	يمكن تعليقها على العامل
5	0.30	0.60	1.20	2.40	
10	0.60	1.20	2.40	4.80	كبيرة بحيث لا يستطيع أن يحملها العامل، ولكن يستطيع الشخص نقل 4 منها
50	3.00	6.00	12.00	24.00	
		12.00	24.00	48.00	كبيرة جداً بحيث لا يستطيع العامل حملها. ولكن يمكن لشخص نقل واحدة منها فقط
100	6.00	12.00	24.00	48.00	
200	12.00	24.00	48.00	96.00	
500	30.00	60.00	120.00	240.00	
1000	60.00	120.00	240.00	480.00	

شكل 3-2: تعبئة حقيبة أخذ عينة باستخدام مضخة

طريقة القياس

1. قم بتفريغ الحقيبة تماماً من الهواء بعد التأكد من أنها قد نظفت على الأقل أربع مرات بهواء نظيف لإزالة أو تخفيف اية عينة سابقة.

2. إذا لم يكن هناك صمام مناسب لأنبوب التزويد عندئذ قم بوضع مشبك الأنبوب عليه.
3. قم بوصل الحقيبة بفوهة المخرج للمضخة بواسطة أنبوب ذي حجم مناسب.
4. ركّب عدة التجميع عند نقطة الاعتيان، إما على أحد العمال إذا تم استخدام مضخة ذات تدفق منخفض أو في موقع ثابت. بالنسبة للاعتيان الثابت من المفيد تثبيت المضخة والأنابيب على منصب ثلاثي القوائم بإستعمال شريط لاصق وبالنسبة للاعتيان الشخصي فإنه يتوفر حامل حقيبة وحزام لتعليقها عليه.
5. افتح صمام الحقيبة او انزع المشبك عن أنبوب التزويد، شغل المضخة وسجل الزمن.
6. عدّل معدل التدفق للمضخة ليناسب حجم الحقيبة وفترة الاعتيان، مع أنه ليس مهماً معرفة معدل التدفق بدقة.
7. أوقف المضخة بعد إتمام فترة الاعتيان وأحكم الصمام أو أشبك الأنبوب وسجل الزمن.
8. قم بنقل الحقيبة فوراً إلى جهاز القراءة المباشرة. والذي يجب أن يجري تسخينه وتصفيره ومعايرته بسرعة، كما يجب القيام بتحضير الجهاز وفقاً لتعليمات الجهة الصانعة ومن المهم تحليل العينة بأقصى سرعة ممكنة، فحتى أفضل حقائب الاعتيان فيها مسامات طفيفة حيث يمكن أن تنتشر العينة من خلالها للخارج أو يتغير تركيبها.

النتائج

إن القراءة التي يتم الحصول عليها هي عبارة عن تركيز معدل التعرض الزمني للملوث المقيس.

4-3 جمع عينه شخصيه لأبخرة المذيبات بإستخدام انابيب الادمصاص

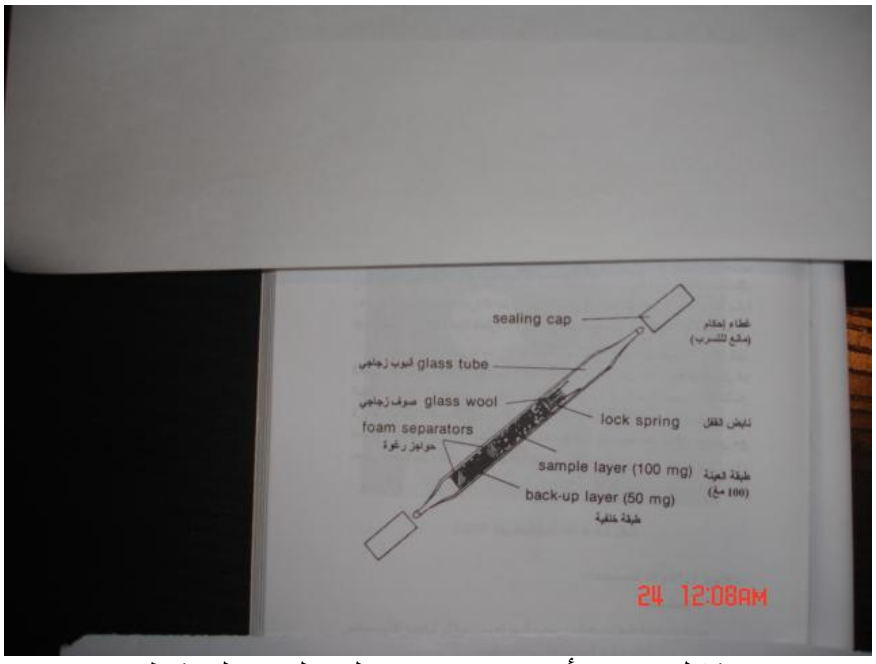
- **الأجهزه والأدوات المستخدمه .**

- مضخه ذات معدل تدفق منخفض - انانبيب ادمصاص
- حامل الانبوب - انبوب بلاستيكي مرن لوصل الانبوب بالمضخه
- مقياس تدفق معاير - حزام

طريقة أخذ العينة

1. اكسر نهايتي انبوب الادمصاص او انزع الأغطيه عند كل نهايه، وقم بإدخال احدى نهايته الى الحامل، وصل النهايه الآخرى مع المضخه من خلال الانبوب البلاستيكي.
2. علق حامل الانبوب بالعامل عند اقرب مسافه ممكنه لمنطقة تنفسه، في طية صدر الستره او الملابس القريبه من عظام الترقوه، والتي تعتبر المكان المناسب لذلك. ضع المضخه في جيب مناسب او علقها على حزام العامل.

3. شغل المضخه وسجل زمن التشغيل.
4. بعض المضخات مجهزه بعداد شوطي (Stroke Counter) لذا يجب قراءة العداد قبل بدء التشغيل، كما أن هذه المضخات مجهزه بفوهة لتوفير معدل التدفق الصحيح. تأكد من أن الفوهه هي الموصى بها من قبل الشركه الصانعه لإعطاء معدل التدفق المطلوب، بالنسبه للأنواع الأخرى من المضخات تأكد من معدل التدفق من خلال مقياس تدفق معاير وسجل مقداره. يمكن الرجوع الى المحلل او طرق التحليل المعتمده لمعرفة معدل التدفق المطلوب وفترة الاعتيان المناسبه.
5. تأكد من معدل التدفق بين الحين والاخر بواسطة مقياس التدفق.
6. عند نهاية فترة الاعتيان اوقف المضخه وسجل الزمن والقراءه على العداد الشوطي اذا كان مستعملا.
7. انزع الجهاز عن العامل وضع الأغطيه على نهايتي انبوب الادمصاص المفتوحتين واغلقهما بإحكام وقم بعنونة الانبوب لأغراض التعريف.
8. قم بإرسال الانبوب الى المختبر وذكر المحلل بالمواد المحتمل وجودها مدمصة على الوسط والمواد المطلوب تحليلها.



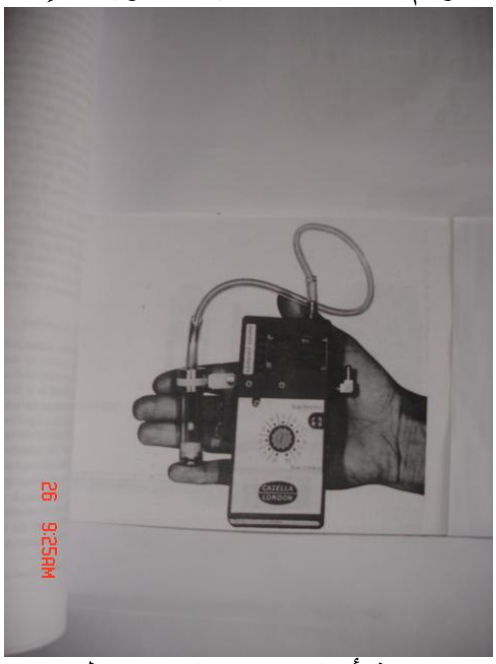
شكل 3-3: أنبوب يحتوي على الفحم المنشط

3-2-3 طريقة الانتشار (Passive Samples)

تم مؤخراً تطوير تقنيات يتم بواسطتها استخدام مواد ادمصاصية لاعتيان تراكيز من الملوثات المحمولة بالهواء بدون استخدام مضخات لسحب الهواء من خلال جامع العينات وهو ما يسمى بجمع العينات بإستخدام طريقة الانتشار (Passive Samplers). فالمادة الادمصاصية محتواة في حامل مصمم للسماح للغازات بالانتشار و/أو أن التسرب الى سطح الادمصاص. وهذه الحاملات خفيفة الوزن

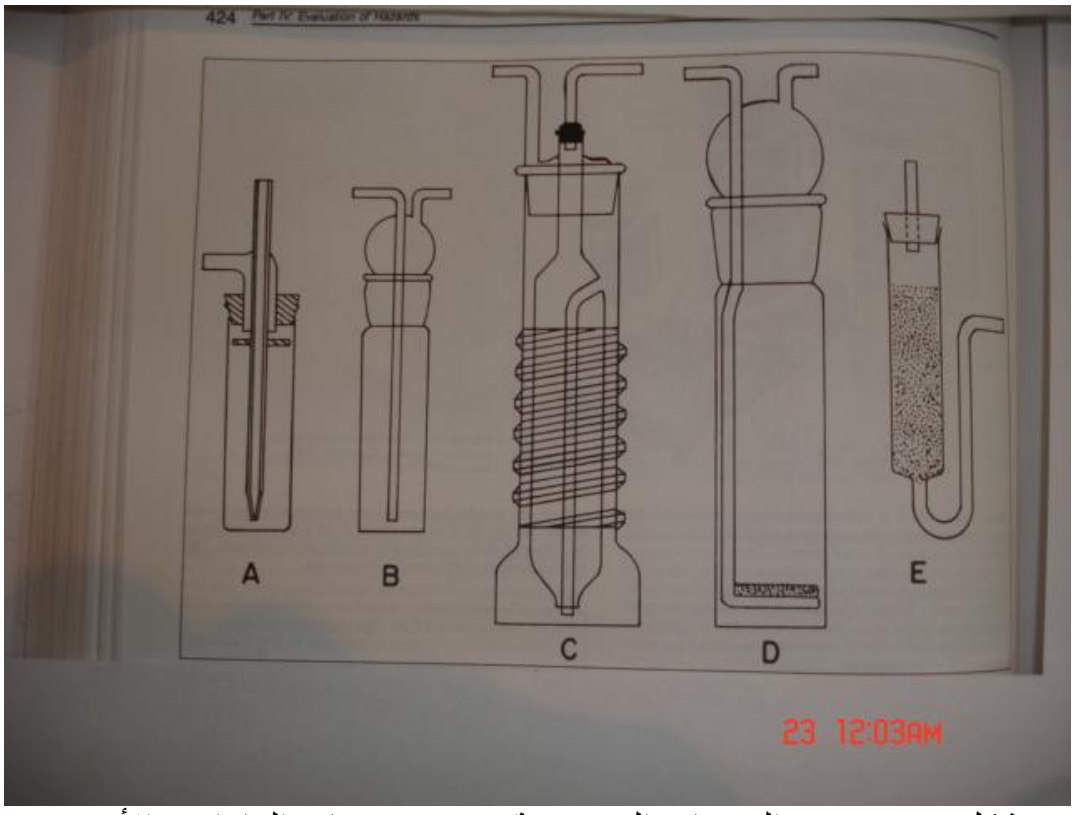
وصغيرة للغاية بما يكفي لحملها مثل البادج (شارة) بدون مضخة أو أنابيب شكل رقم (3-4). عند نهاية فترة الاعتيان يعاد الحامل الى المختبر حيث تتم إزالة مادة الادمصاص وتحليل كمية الغازات او الأبخرة المجمعة كما في أنابيب الادمصاص.
يجب إجراء المزيد من الأبحاث لربط كمية العينة المجمعة مع التركيز الحقيقي المحمول بالهواء حيث من الصعب حساب كم من هواء مكان العمل قد اتصل مع مادة الادمصاص. تعتقد وجهة النظر الحالية أن الاعتيان بطريقة الانتشار لا يوفر قياسات دقيقة لتركيز ملوثات هواء مكان العمل ولكن يمكن استخدام هذه الطريقة للاشارة الى مقدار مستوى الملوثات خاصة إذا استخدمت بشكل روتيني مع بعض المضخات وجرى أخذ العينة بإستخدام الأنابيب.

شكل رقم 3-4: أخذ العينة بطريقة الإنتشار



شكل 3-5: مضخة أخذ عينات ذات معدل تدفق منخفض وأنبوب ادمصاص وحامل الأنبوب

4-2-3 طريقة البقبقة (الفقاقيع) (Bubbler Sampling)



شكل 3-6: بعض المبقبقات المستخدمة في جمع عينات الغازات والأبخرة
A و B: لغسيل الغازات، C: حلزوني،D: مسامي مزجج و E: عمود خرز زجاجي

الادوات والأجهزة المستخدمة

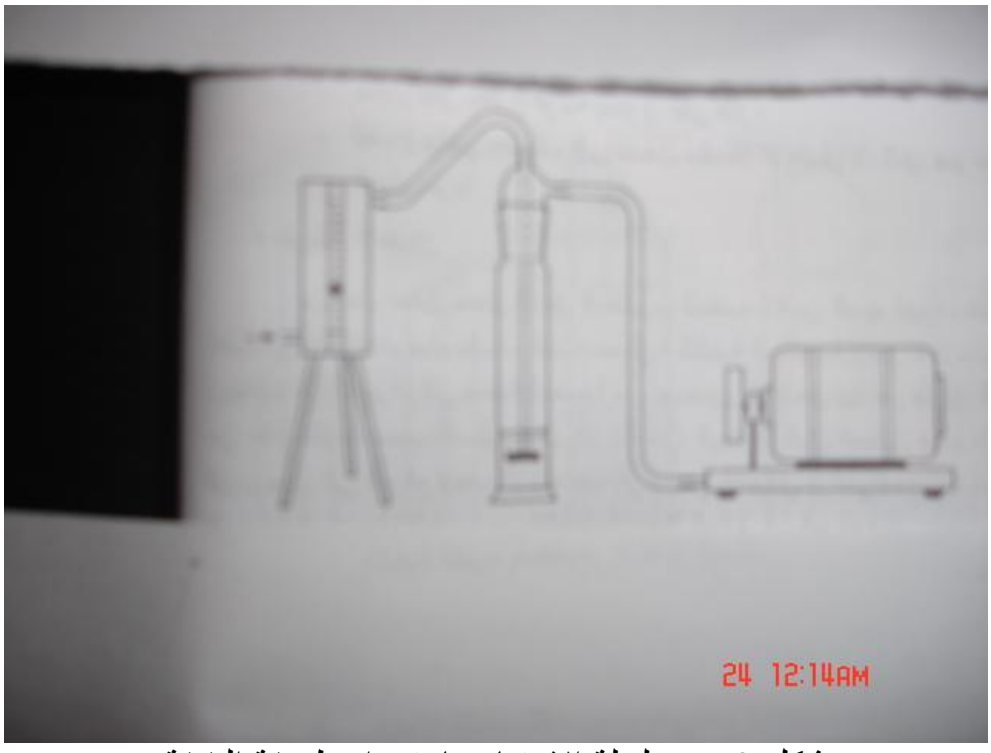
- مبقبق يحتوي على الكمية الصحيحة من السائل المناسب كما أوصى بها المحلل.
- مضخة سحب هواء.
- بعض أنابيب التوصيل.
- أشرطة لاصقة.
- مقياس تدفق معاير.
- حامل فلتر مفتوح الوجه يحتوي على فلتر.
- ليف زجاجي يضاف الى مدخل سلسلة الاعتيان إذا كان جو مكان العمل متربا.

طريقة الاعتيان

1. قم بوصل المبقبق مع المضخة كما في الشكل (3-6) ولا توصل المضخة مع الانبوب المركزي للمبقبق المتصل مع السائل.
2. في موقع الاعتيان قم بتعليق الأجهزة المجمعة على منصة المنصب ثلاثي القوائم بواسطة الشريط اللاصق أو أية وسائل أخرى ملائمة.

3. قم بتشغيل المضخة على معدل التدفق المضبوط مسبقاً وسجل الزمن.
4. قم بمراقبة وملاحظة معدل تدفق الهواء المار عبر سلسلة الاعتيان بإستخدام مقياس تدفق معاير وكرر ذلك من حين لآخر خلال عملية الفحص.
5. أوقف المضخة عند نهاية فترة الاعتيان وسجل الزمن.
6. افصل الأنابيب عن المبقبق وأغلق نهايته بإحكام وضع ملصقاً عليه وعنونه.

أعد المبقبق الى المختبر فوراً ودع المحلل يقوم بإجراء التحليل بدون تأخير لأن بعض المواد قد تتغير خلال فترة زمنية قصيرة.



شكل 3-7: سلسلة الإعتيان باستخدام طريقة البقبقة

3-3 طرق القياس المباشرة

3-3-1 طرق القياس باستخدام أجهزة القراءة المباشرة

يمكن الكشف عن العديد من الغازات والأبخرة بواسطة استخدام أجهزة قراءة مباشرة. بعض هذه الأجهزة مقصور على غاز محدد مثل أجهزة الكشف عن غازات أول أكسيد الكربون ، ثاني أكسيد الكبريت، كبريتيد الهيدروجين، أبخرة الزئبق وغازات أخرى عديدة. بعضها يمكن موالفته وتعدلية لقياس العديد من الغازات المختلفة باستخدام حزمة من الأشعة تحت الحمراء ذات طول موجي متغيير شكل (3-7)، ويستطيع بعض الأجهزة الكشف عن تركيز مزيج من الغازات

أو سلسلة ضمن مجموعة أو عائلة من المركبات ولكنها غير محددة لأي واحد منها. هذا الجهاز لدية القدرة على تحديد نوع الغازات عن طريق تزويده بعامود الفصل الكروماتوغرافي للغازات (G C) يجعله عبارة عن جهاز فصل كروماتوغرافي للغازات صغير يسهل حملة .

شكل 3-8: جهاز لتحليل الغازات والأبخرة يعمل على مبدأ الأشعة تحت الحمراء

تتوفر أجهزة القياس المباشر على نطاق واسع ومن الصعب تغطيتها في كتاب كهذا. وأن الأجهزة المتوفرة لقياس غازات محددة وأنواع الأشرطة الورقية يمكن استخدامها بسهولة كما توفر الجهات المزودة لها التعليمات اللازمة لتشغيلها. تتطلب أجهزة الأشعة تحت الحمراء وأجهزة الفصل الكروماتوغرافي للغازات (GC) المحمولة معرفة جيده بالكيمياء للحصول على نتائج يعتمد عليها.

3-3-2 أنابيب الكشف اللونية

3-3-2-1 قياس تركيز الغازات المحمولة بالهواء باستخدام أنابيب الكشف اللونية

بالنسبة لبعض الغازات تتوفر أنابيب كشف طويلة الأجل تستخدم في أجهزة أخذ عينات طويلة الأجل ويجب أن لا يحدث التباس بينها وبين الأنابيب قصيرة الأجل.

الأدوات والأجهزة المستخدمة

- حقيبة اعتيان لونية تحتوي على مضخة سحب يدوية من نفس الجهة الصانعة.

- أنابيب الكشف للغاز المطلوب قياسه وضمن مدى القياس المتوقع وجوده وإذا كان المطلوب الكشف عن الغازات في المجارير، والأوعية المغلقة أو في أمكان يصعب الوصول إليها فإن الأمر يتطلب استخدام خراطيم استطالة (Extension hose) .

يوجد نوعان أساسيان من مضخات السحب في الأسواق هما المضخة الكيرية (منفاخ) (Bellow Type) كما هو مبين بالشكل (3-10) والمضخة ذات المكبس (PISTON type) كما هو موضح باشكل (3-11) وكل مضخة مصممة لتمرير حجم مقيس من الهواء لكل شوط تشغيل (نفخة) (Stroke). فالمضخة الكيرية تمرر 100 مل من الهواء في كل شوط أما المضخة ذات المكبس فيمكن لها أن تمرر 100 مل من الهواء في كل شوط كامل أو 50 مل في نصف شوط ومن الأهمية بمكان استعمال الأنبوب الصحيح مع المضخة التي صممت من أجلة.

يعتمد نوع الأنبوب الكاشف المتوفر على الغاز الذي سيتم قياسة الأمر الذي يفرض التفاعل الكيماوي الذي يحدث داخل الأنبوب لانتاج صبغة المؤشر. وفي بعض الأنواع يبين التركيز بواسطة طول عمود الصبغة الملونة والذي يقاس بمقابلته مع المقياس المدرج المطبوع على جدار الأنبوب الزجاجي. بعض الأنابيب يوجد عليها مقياسان مدرجان ليلائما عدديين مختلفين من أشواط المضخة. كما يمكن تبيان التركيز من خلال تغير اللون بدلاً من طول عمود الصبغة. ويتم مقارنة اللون مع جهاز مقارنة معياري مثبت على الأنبوب أو كمادة منفصلة.

تختلف تركيبة الأنابيب باختلاف الغازات المراد قياسها معتمدة على التفاعل الكيماوي المنتج للصبغة.على سبيل المثال ربما يكون من الضروري تنشيط الأنبوب بواسطة كسر أمبولة داخل الأنبوب كما هو موضح بالشكل (3-12) هذه الأمبولة قد تحتوي على بودرة جافة، أو سائل أو بخار. وقد يكون من الضروري كبديل استخدام أنبوب ممهد (Pre-tube) قبل الكاشف يوصلان مع بعضهما البعض بأنبوبة بلاستيكية قصيرة .

طريقة القياس

أ – باستعمال المضخة الكيرية (النافخة)

قبل القيام بإجراء القياسات، فمن الضروري إجراء بعض الفحوصات الأولية على المضخة.

1 - للكشف عن وجود تسرب في الكير: أدخل أنبوب الكشف الزجاجي دون أن تكسر أياً من نهايتية في فوهة المضخة، اضغط الكير حتى يغلق تماماً واتركه

فوراً، فإذا بقي الكير مغلقاً فهذا مؤشر على عدم وجود تسرب. أما المضخة التي يوجد فيها تسرب فإنها ستفتح خلال الفحص.

2 - للكشف عن وجود انسداد في قنوات السحب: اضغط الكير حتى يغلق تماماً، ولعدم وجود أنبوب في مكانة فإن الكير سوف يفتح فوراً بعد رفع الضغط عنه، فإذا كانت القنوات مسدودة فإن الكير سوف يفتح ببطء .

لإجراء الفحص عليك القيام بقراءة التعليمات الموجودة في صندوق أنابيب الكشف بعناية .

3 - اكسر كلاً من السدادتين الزجاجيتين عند نهاية أنبوب الكشف مستخدماً وسيلة كسر طرف الأنبوب (الفتحة) الموجودة على المضخة. وإذا كان هناك أمبولة داخلية فقم بكسرها وفق التعليمات.

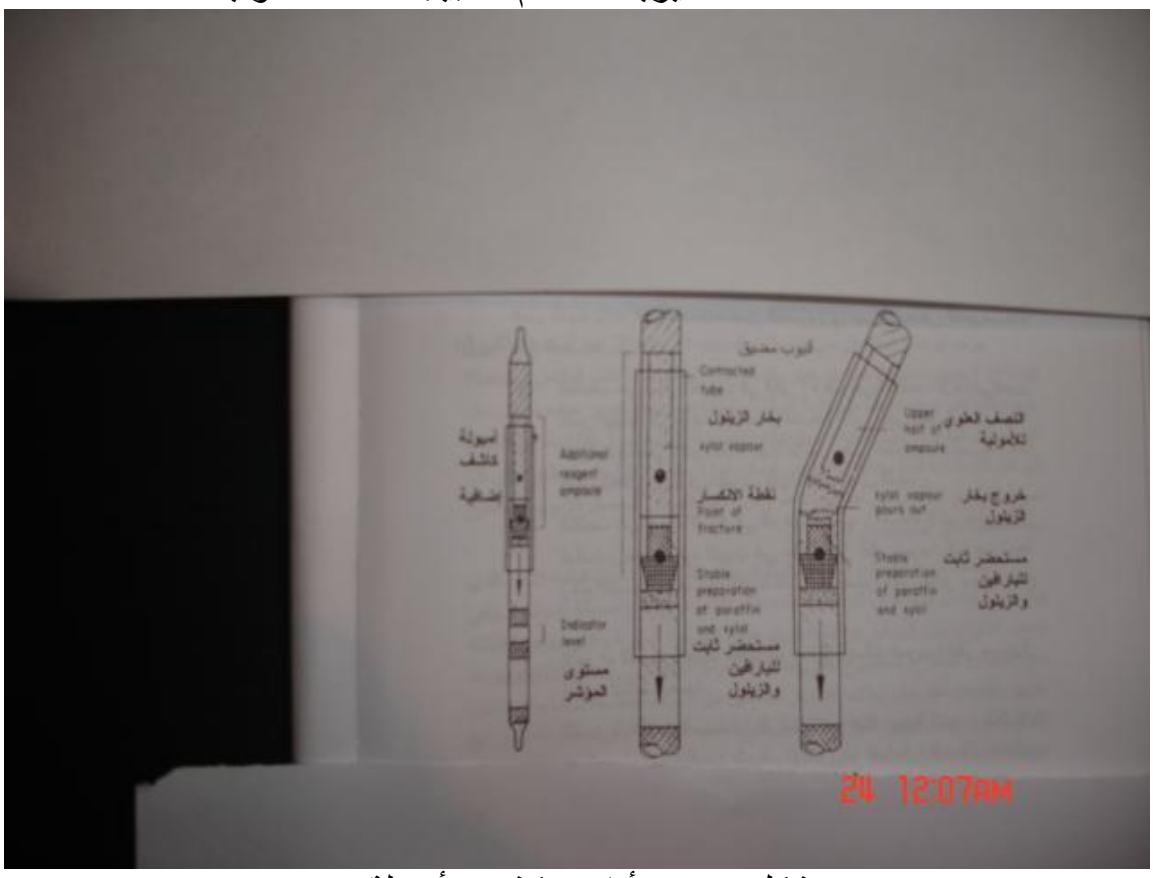
4 -أدخل الأنبوب إلى فوهة سحب المضخة وتأكد من أن السهم الموجود على الأنبوب يشير باتجاه المضخة. وإذا تطلب الأمر استعمال أنبوب ممهد (Pre-tube) فقم بتركيبة حسب التعليمات .

5 -اضغط على الكير وارفع يدك فوراً سوف يفتح بمعدل محكوم بمقاومة التدفق للأنبوب. لا تعيق هذه العملية التشغيلية بمحاولة التحكم في معدل الفتح. سوف يفتح الكير عندما تكون سلسلة الحديد مشدودة. اذا كان هناك غاز كاف موجود في الهواء المعتان، فسوف تظهر بقعة داكنة تبدأ من الصغر وتمتد إلى أعلى الأنبوب كاستجابة لتركيز الغاز الموجود. انظر الشكل (3-13).

6 -إذا كان المقياس المدرج على الأنبوب يتطلب شوطاً واحداً (n =1) اقرأ التركيز المبين المطابق لنهاية الصبغة كما هي محوطة على جدار الأنبوب.

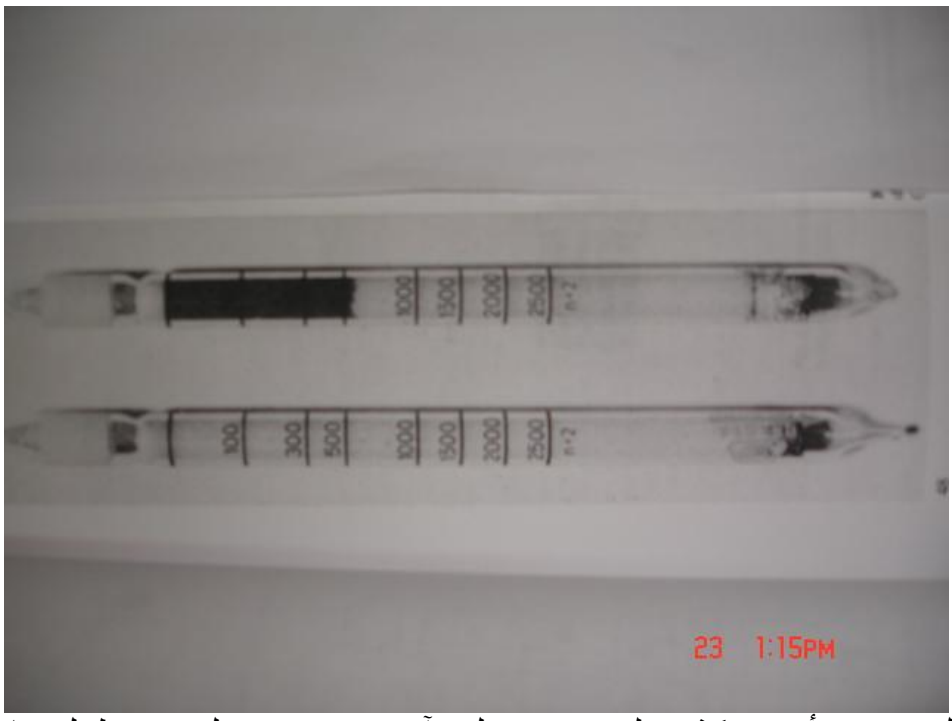
7 -إذا تطلب المقياس تكرار عملية الضغط (n = 1) قم بعد الأشواط أو (الضغطات) بعناية إلى أن يتم الوصول إلى عدد الأشواط المطلوبة. يمكن إطالة مدى بعض الأنابيب بزيادة عدد الضغطات (الأشواط) ولكن يجب عمل هذه وفق تعليمات الصانعين. يتوفر عدَّاد اشواط كخيار في بعض المضخات. في نهاية الفحص اقرأ التركيز كما هو موصوف أعلاه .

شكل 3-12: مضخة كيرية تستخدم لأنابيب الكشف اللونية



شكل 3-13: أنابيب كشف بأمبولة

شكل 3-14: مضخة حديثة ذات مكبس تستخدم لأنابيب الكشف اللونية لأخذ العينة لفترة طويلة



شكل 3-15: أنبوب كشف لوني مستعمل وآخر غير مستعمل يبين طول عامود الصبغة تركيز غاز CO (50 جزء في المليون)

ب- بإستعمال المضخه ذات المكبس

قبل القيام بعمل القياسات فمن الضروري إجراء بعض الفحوصات الأوليه على المضخة.

1- للكشف عن وجود تسرب في الصمام: ادخل انبوب الكشف دون أن تكسر اياً من نهايتيه في فوهة المضخه، حرك مقبض المضخه كي لا تكون النقطتان الحمراوان أو الشحطتان في نفس الخط واسحب مقبض المضخه بالكامل عدة مرات بسرعه معتدله ومن ثم اسحب المقبض لمسافة (6) ملم وامسكه لمدة دقيقتين ثم اتركه اذا عاد المقبض الى مسافه بحدود 1.5 ملم من موضع الإغلاق فإن الصمامات تكون عاملة اذا لم تكن كذلك فإن الصمامات تحتاج الى تزييت او تشحيم وفقاً لتعليمات المصنعين0

2- لفحص الحجم الحقلي: ادخل انبوباً غير مكسور كما في السابق ، صف النقاط الحمراء او الشحطتين على الخط واسحب المقبض بالكامل حتى يقفل في الموقع المفتوح انتظر لمدة دقيقه ومن ثم ادر المقبض ربع دوره واتركه فإذا كانت تعمل بشكل جيد يجب ان يعود الى مسافه بحدود 6ملم أو اقل من وضع الإغلاق الكامل. لا تسمح له بالرجوع بشكل مفاجيء ولكن قم بتوجيهه برفق الى ان يعود الى مكانه كما هو. اذا لم يعد كما وصف فيجب تزيته او تشحميه وفقا لتعليمات المصنعين0 لاجراء الفحص عليك القيام بقراءة التعليمات الموجوده في صندوق أنانبيب الكشف بعنايه0

3- اكسر نهايتي انبوب الكشف بإستخدام فتحة الكسر الموجوده على المضخه0

4- ادخل الانبوب الى فوهة سحب المضخه وتأكد من أن السهم الموجود على الأنبوب يتجه بإتجاه المضخه اذا تم استخدام انانبيب مزدوجه قم بوصل النهايات المعلمه بحرف C بواسطة انبوب مطاطي قصير.

5- ادفع مقبض المضخه بالكامل صف النقاط الحمراء (الشحطتين) على الخط واسحب المقبض حتى موقع الشوط المطلوب – نصف شوط او شوط كامل وفقاً لمتطلبات الفحص وحسب تعليمات المصنعيين سوف يقفل المقبض في الموقع المطلوب ولا يعود. اذا كان هناك غاز كاف في الهواء المعتان فسوف تظهر بقعه داكنه تبدأ من الصفر وتمتد الى أعلى الأنبوب لتركيز الغاز الموجود. لا تترك المقبض حتى يتوقف تمدد (انتشار) الصبغه.

6- قم بقراءة التركيز كما هو مطبوع على جدار انبوب الكشف بمطابقته مع نهاية الصبغه.

7- اذا تطلب الانبوب مزيداً من الأشواط (Stroke) كما هو موضح في بيانات تعليمات المصنعين ادر المقبض ربع دوره لتحرير وضع الأقفال وكرر العمليه حتى الوصول لعدد الأشواط المطلوب وراقب عدد الأشواط بعنايه ثم اقرأ التركز حسب التعليمات.

شكل 3-16: مضخة ذات مكبس تستخدم لأنابيب الكشف اللونية

تقوم الشركات الصانعه لأنابيب الكشف بإصدار كتيبات شامله تلخص المميزات الأساسيه لجميع الأنانبيب التي ينتجونها وتعطي ارشادات حول مكان حدوث عدم الدقه. هناك بعض الملاحظات العامه المهمه والتي يجب ابداؤها فيما يتعلق باعتيان انانبيب الكشف من اجل ارشاد المستخدم والتأكد من أن النتائج التي تم الحصول عليها قد تم التحقق منها وفقاً لما يلي:-

1. يمكن اعتماد النتائج التي تم الحصول عليها لغاز معين شريطة التأكد من عدم وجود أي غاز آخر يتدخل في التفاعل الكيماوي الذي يحدث داخل الانبوب ويؤثر في نتائج الصبغه. وتشير الكتيبات او النشرات المرفقه مع الانانبيب الى الغازات التي تتداخل معها لذلك من المهم عدم اجراء أي فحص قبل الرجوع الى الدليل او الكتيب.
2. يجب ان تكون المضخه في حاله جيده وان يتم احكام اغلاق الانبوب مع فوهة سحب (شفط) المضخه بشكل جيد.
3. يجب أن لا يزيد عمر الانبوب المستعمل عن سنتين من تاريخ الصنع المطبوع على جدار الصندوق ويفضل تخزينه في الثلاجه المنزليه العاديه.
4. انابيب الكشف مصممه لتعمل عند درجه حراره 20م وضغط جوي طبيعي 760 ملم زئبقي ودرجة رطوبه بنسبة 50% ويمكن

في معظم الحالات ان تتحمل مجالاً واسعاً من الانحراف عن هذه الظروف ولكن في حالة الانابيب الحساسه الى هذه العوامل يجب استخدام لوحه التصحيح الموجوده في صندوق الانابيب.

5. من المهم استعمال انابيب جديده لكل فحص اذا لم تظهر أي صبغه بعد الاستعمال يجب رمي الانبوب وعدم استعماله مرة اخرى.

شكل 3-17: انبوب كشف لوني لأخذ عينة لفترة طويلة تمتد لعدة ساعات مع حامل الأنبوب

الفصل الثالث

قياس الأغبرة

قياس الأغبرة

1-4 مقدمة

تنتشر الأغبرة العالقة في الهواء في كل مكان وليس في مكان العمل فقط، فكل عملية صناعية تطلق الى الهواء كمية من الغبار، كما يمكن لحركة الأشخاص أن تطلق الغبار العالق على الملابس والجلد الى الهواء، وحتى الأغبرة المستقرة على الأرض والاسطح المستوية تصبح عالقة بالهواء بسبب حركة الهواء الناشئة عن حركة الأشخاص حول منطقة عملهم. وتدخل الأغبرة العالقة بالهواء المباني وخاصة في المناخ الجاف وتكون أكثر وضوحاً في المناطق المكتظة بالسكان. وبالإضافة الى العمليات الصناعية التي تطلق الأغبرة الى الهواء ضمن مكان العمل فإن عمليات نقل وتداول المواد، البرشمة، الحفر، القص، الطحن، التجليخ، التفريز، الصنفرة، وعمليات قشط القطع المصنعة، تعمل على إيجاد جو مغبر. لحسن الحظ فإن معظم الأغبرة غير ضارة ولكنها في تراكيز كافية تسبب الإزعاج وعدم الراحة وعند هذه المستويات تسمى "أغبرة مزعجة" ومع ذلك فإن بعض الأغبرة مؤذٍ بشكل واضح ويسبب السرطان وأمراض الرئة المزمنة والربو والتهاب القصبات الهوائية وأمراضاً أخرى.

يقاس حجم الأغبرة بوحدة تسمى المايكروميتر µm (micro-meter) والمايكروميتر يساوي 1000 جزء من المليمتر يبلغ قطر شعرة الانسان اكثر من 30 µm . ولسوء الحظ فان معظم دقائق الاغبرة غير منتظمة في شكلها ونادرا" ما تكون كروية او دائرية لذلك من الصعب اعطاء معلومات دقيقة عن حجمها واهم سمة مميزة هي كيف تسلك الاغبرة عندما تكون عالقة بالهواء وبشكل خاص كيف تترسب بسرعة في الهواء الساكن. في حقل الصحة والسلامة المهنية يستعمل مصطلح القطر الديناميكي الهوائي (Aerodynamic diameter) للدلالة على حجم الدقائق. وهو عبارة عن قطر دقيقة كروية نظرية لوحدة الكثافة (Unit density) (1 غم/مليليتر) تترسب عند سرعة مماثلة لسرعة الدقيقة موضوع الدراسة. لذلك يمكن ارجاع أي دقيقة غير منتظمة الشكل الى مصطلح القطر الديناميكي الهوائي. لا تصل الاغبرة ذات القطر الديناميكي الهوائي 7 µm فما فوق في الوضع الطبيعي الى الحويصلات الهوائية بينما يمكن للاغبرة ذات الاقطار الأقل من 7 µm الوصول إلى الحويصلات الهوائية ولذلك اطلق عليها مصطلح الاغبرة القابلة للاستنشاق (Respirable).

يوجد طريقتان لاعتيان الاغبرة العالقة بالهواء، الاولى وهي الاكثر شيوعاً، هي عبارة عن تمرير حجم معلوم من الهواء من خلال مرشح (Filter) موزون سابقا" باستخدام مضخة هواء ومن ثم وزن الفلتر بعد اخذ العينة لتحديد وزن الغبار المجمع. وبتقسيم وزن الغبار على حجم الهواء المسحوب من خلال الفلتر نستطيع الحصول على معدل تركيز الغبار خلال فترة الاعتيان0 أما الطريقة الثانية فهي تجري

باستخدام اجهزة تعطي قراءة مباشرة لتركيز الغبار لحظة زمن القياس ولكنها لا تعطي معدل التركيز خلال فترة الاعتيان.

تعتبر أجهزة القراءة المباشرة كبيرة من ناحية الحجم وهي غير مناسبة للرقابة الشخصية وهي تستخدم في الغالب لرقابة بيئة العمل أكثر من الرقابة الشخصية وسوف يتم تقديم عرض لبعض هذه الاجهزة لاحقاً.

2-4 طرق قياس الاغبرة

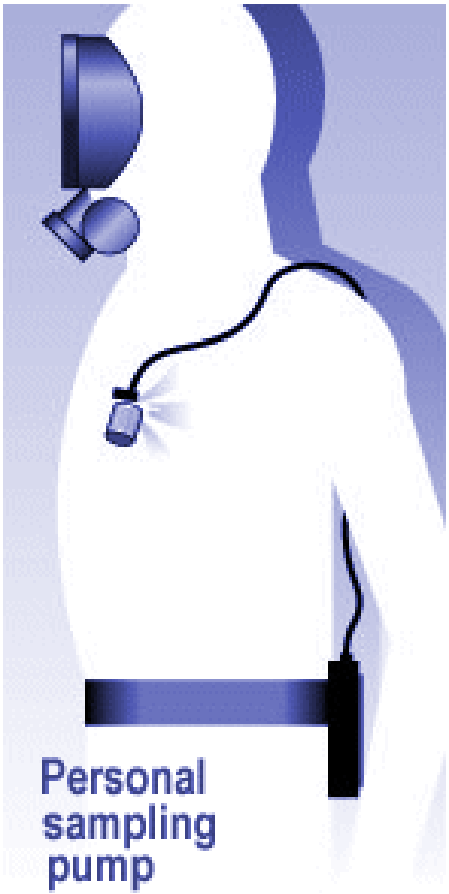
- **قياس الغبار الكلي العالق بالهواء باستخدام فلتر الوجه المفتوح قطر 25 ملم او 37 ملم**

الأجهزة والادوات المستخدمة

- مضخة اعتيان يتراوح معدل تدفقها من 1.5-4.5 لتر /دقيقة
- حامل فلتر مفتوح الوجه نظيف قادر على حمل فلتر قطره 25 ملم او 37 ملم
- مقياس تدفق معاير
- فلاتر الياف زجاجية قطرها 25 ملم او 37 ملم
- أنبوب بلاستيكي مرن قطره من الداخل 7 ملم وطوله متر واحد على الأقل
- ميزان دقيق قادر على وزن لغاية 0.01 ملغم
- ملاقط
- مزلقة بتري (Petri-slides)
- بطاقات عنونه لاصقة

شكل 4-5: مضخة أخذ عينات شخصية

شكل 4-6: مضخة أخذ عينات أحجام كبيرة



شكل 4-7: سلسلة أخذ عينات محمولة على حزام العامل

طريقة القياس

1. يجب تهيئة الفلتز قبل وزنه لأن وزن الفلتر يختلف بسبب محتوى الرطوبة النسبية للهواء. وذلك بوضع كل منها في مزلقة بتري طول الليل في الغرفة التي سيتم الوزن فيها.

2. وزن الفلاتر الى اقرب 0.01 ملغم. دائما قم بوزن عدد اكثر من الفلاتر المطلوبة للاعتيان حتى تستخدم احدها للضبط والاخر كاحتياط في حال تعرضه للتلف العرضي او التلوث. اذا سقط الفلتر او لمس فيجب طرحه لان وزنه سوف يتغير.

3. قم بنقل الفلاتر الموزونة الى موقع القياس في مزالق بتري معنونة ومستقلة عن بعضها.

4. قم بفك غطاء حامل الفلتر وباستخدام ملقط ضع بعناية الفلتر الموزون على الشبكة واعد الغطاء الى مكانه لا تشد الغطاء اكثر من اللازم لان ذلك سيعرض الفلتر للتلف وقم باعطاء رقم ولاصق تعريف لكل حامل فلتر.

5. ركب سلسلة الاعتيان من خلال توصيل حامل الفلتر مع المضخة بواسطة الانابيب البلاستيكية وضعها في موقع الاعتيان على العامل فمن الافضل وضع سلسلة الاعتيان على الحزام كما في الشكل (4-7).

6. علق وجه الحامل الفلتر باتجاه الأمام بحيث يكون في اقرب نقطة من منطقة تنفس العامل قدر الامكان امام الكتف وثبت المضخة على الحزام. اذا كان موقع القياس ثابتاً وجه حامل الفلتر الى مكان القياس ويفضل ان يكون الموقع الثابت منصباً ثلاثي القوائم.

7. شغل المضخة وسجل زمن التشغيل وراقب معدل التدفق من خلال مقياس التدفق المعاير. قم بتعديل معدل تدفق الهواء المار عبر سلسلة الاعتيان اذا كان ذلك ضرورياً ليتوافق مع معدل التدفق المطلوب. لمراقبة معدل التدفق قم بوضع وجه حامل الفلتر للاسفل باتجاه السداد الاسفنجي لقياس التدفق وعبر تثبيت الانبوب الزجاجي لمقياس التدفق في وضع عامودي بمستوى العينين لاحظ موقع الطوافة كما هو مبين في الشكل (4-9). يشير مستوى العلامة في اعلى الطوافة الى معدل التدفق. من الضروري مراقبة معدل تدفق المضخة من وقت لاخر خلال فترة الاعتيان وتعديله عند الضرورة في محاولة للابقاء على معدل تدفق ثابت. بالامكان ضبط معدل تدفق المضخة من خلال ادارة برغي التحكم باستخدام مفك صغير. بعض المضخات لا يمكن تعديل معدل التدفق فيها. تحتوي المضخات الحديثة على معدل تدفق ذاتي ثابت مساوٍ لمعدل التدفق عند بدء التشغيل خلال فترة الاعتيان بعض المضخات لديها عداد شوطي (stroke counter) او ساعة توقيت يتوجب ملاحظة مقدارها عند بداية ونهاية فترة الاعتيان. يعتمد طول فترة الاعتيان على الظروف الخاصة بالإعتيان ولكن الدقة سوف تفقد اذا تم سحب كمية غير كافية من الهواء عبر الفلتر. نوصي بان يتم حساب اقل زمن اعتبان من خلال المعادلة التالية:

اقل حجم ($م^3$) = $\frac{\text{10 X حساسية الميزان (ملغم)}}{\text{المعيار الصحي المناسب (ملغم /}م^3\text{)}}$

يعتمد اختيار المعيار الصحي المناسب على وضع الغبار في المكان الذي سيتم اخذ العينة منه. ولكن إذا كان هذا المعيار موضع شك فعندئذ يجب استخدام عشر معدل التعرض الزمني (TLV). اذا اقتضت الضرورة ايقاف واعادة تشغيل المضخة في أي وقت خلال فترة القياس عندها يجب ملاحظة جميع الاوقات والتأكد من معدلات التدفق باستمرار.

8. عند انتهاء فترة الاعتيان أقفل المضخة وسجل الوقت
9. بعد التعرض انزع الفلتر بعناية باستخدام ملقط واعده الى مزلقة بتري
10. يجب تهيئة الفلتر كما في خطوة رقم 1 في غرفة الميزان خلال فترة مماثلة لتلك الفترة التي استخدمت للوزن الاولي قبل اعادة الوزن . كذلك يجب اعادة تهيئة فلتر الضبط واعادة توزينه.
11. سجل جميع القراءات والنتائج كما هي في جدول مشابه للجدول رقم 4-1.

شكل 4-9: مقياس تدفق مستعمل مع حامل فلتر الوجه المفتوح

- قياس تركيز الاغبرة القابلة للاستنشاق العالقة بالهواء باستخدام جهاز الفصل الدوامي (المخروطي) (Cyclone Separator)

الاجهزة والادوات المستخدمة

يلزم لقياس تركيز الاغبرة القابلة للاستنشاق ما يلي :-
- فرازه مخروطيه
- مضخة لديها معدل تدفق مستمر مقداره 1.9 ليتر/دقيقه تعمل على مبدأ التدوير، تزودنا بمعدل تدفق مستمر لفصل مرضٍ. بينما تتطلب العامله على مبدأ التردد جهاز تنظيم تدفق وذلك لضمان انتظام تدفق الهواء في المخروط.

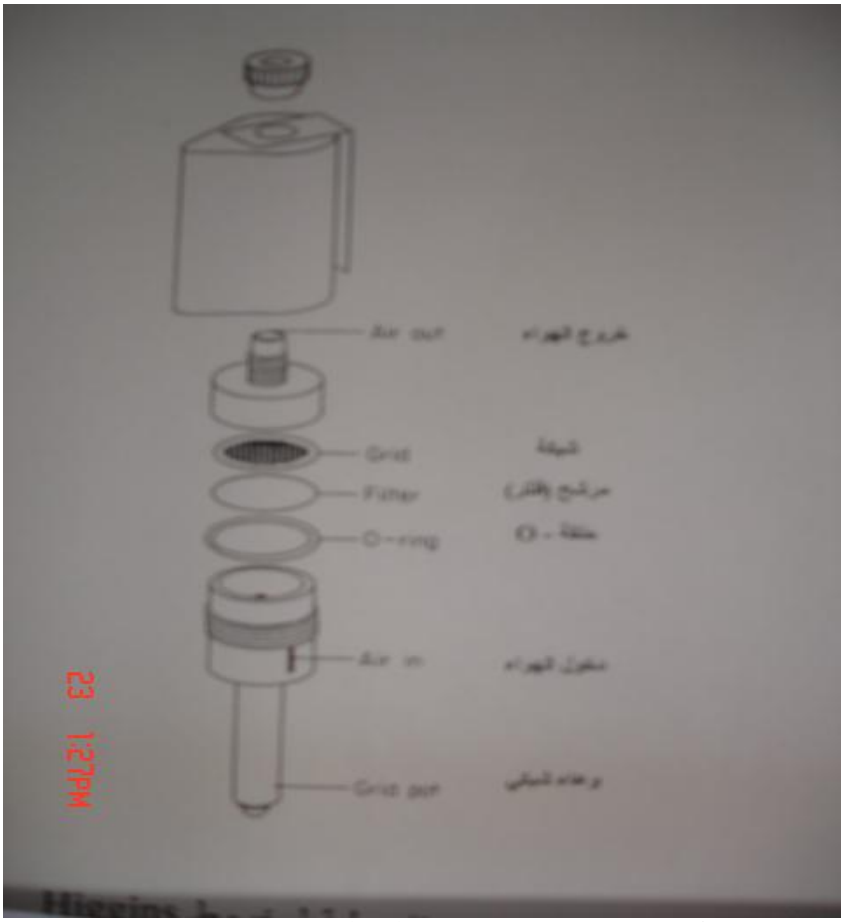
تستخدم مخاريط BCIRA او Higgins شكل (4-10) فلاتر قطرها 25 ملم بينما تستخدم مخاريط (SIMPEDS) شكل (4-11) فلاتر قطرها 37 ملم. اما المعدات الاخرى المطلوبة فهي نفس المعدات المستخدمة لقياس الاغبرة الكلية باستخدام فلتر الوجه المفتوح.

طريقة القياس

1 - يجب ان يتم توزين الفلاتر كما في خطوة 1 و 2 في قياس الغبار الكلي
2 - يختلف تركيب الفلاتر في المخاريط باختلاف الفرازة المستخدمة، فبالنسبة لمخاريط Higgins من الضروري فك الجهاز ووضع فلتر قطره 25 ملم على الشبكة، لاحظ الشكل (4-10) ومن ثم اعادة تركيب الفرازة بعناية واغلاقها باحكام وبدون شد زائد لضمان عدم تلف الفلتر. اما بالنسبة لمخروط SIMPEDS فيتم تركيب فلتر قطره 37 ملم يركب في حافظة متماسكة بشريط معدني مرن شكل (4-11) تتوفر وصلات مهايئه (Adaptor) لتركيب فلاتر ذات قطر 25 ملم بدلا من 37 ملم.

3 – طريقة الاعتيان مماثلة لطريقة قياس الغبار الكلي باستخدام فلتر الوجه المفتوح من الخطوة 5 حتى 11 باستثناء ان معدل التدفق يجب ان يكون ثابتاً عند 1.9 لتر /دقيقه ويجب مراقبته باستمرار خلال فترة الاعتيان باستخدام مقياس تدفق معاير. يمكن وضع قاعدة مخروط Higgins باحكام على الوسادة الاسفنجية لمقياس التدفق والمحافظة على وضع انبوبة مقياس التدفق بشكل عمودي عند مستوى العين لقراءة معدل التدفق بسهولة.

اما بالنسبة لمخروط SIMPEDS فمن الضروري وصل مقياس التدفق بفوهة المدخل بواسطة انابيب مطاطية.



شكل 4-10: صورة تفصيلية لمخروط Higgins

شكل 4-11: صورة تفصيلية لمخروط SIMPEDS

4-2-1-1 حساب تركيز الغبار الكلي والغبار القابل للإستنشاق

قم بتحديد الحجم الكلي للهواء المار عبر الفلتر باستخدام العلاقة التالية :-

$$\text{حجم الهواء (V)} = \frac{\text{معدل تدفق المضخة (لتر/دقيقه) × الفترة الزمنية (بالدقائق)}}{1000} \quad \text{م}^3$$

ملاحظه: اذا تغير معدل التدفق خلال فترة الاعتيان يجب اجراء الحسابات لكل تغير وجمع كافة الاحجام.

لحساب الوزن الحقيقي للفلتر قم باتباع الخطوات التالية :-

وزن الفلتر قبل التعرض = X_1 (ملغم)
وزن الفلتر بعد التعرض = X_2 (ملغم)
وزن فلتر الضبط قبل = Z_1 (ملغم)
وزن فلتر الضبط بعد = Z_2 (ملغم)
وزن الغبار على الفلتر = X_1-X_2 — (Z_1-Z_2) (ملغم)

تركيز الغبار في الهواء (ملغم)= وزن الغبار على الفلتر (ملغم) / حجم الهواء (V) م^3

جدول 4-1 نموذج مقترح لتسجيل عينات الغبار

المسح :..... اخذت من قبل.....

لموقع:..... التاريــخ.....

رقم الفلتر	رقم المضخة	موقع أخذ العينة	زمن الإعتيان			معدلات التدفق		الحجم الكلي م^3	وزن الفلتر قبل ملغم	وزن الفلتر بعد ملغم	تركيز الغبار ملغم/م^3
			البداية	النهاية	الزمن الكلي دقيقة	المقيس لتر/دقيقة	متوسط المعدل الفعلي التصحيح لتر/دقيقة				

2-2-4 قياس الغبار باستخدام أجهزة القراءة المباشرة

بالمقارنه مع طريقة الترشيح التي تتطلب حسابات واستخدام تقنيات وزن دقيقه فان اجهزة القراءه المباشره تتمتع بميزه مؤداها انه يمكن تحديد ذروة التركيز ومن ثم وضع الاجراءات العلاجيه لها موضع التنفيذ فوراً. وبالامكان أن تقترن بنظام تسجيل للحصول على تركيز معدل التعرض الزمني (TWA) لسوء الحظ من غير الممكن الحصول على قياسات تعرض شخصية من خلالها بسبب حجمها الكبير كما أن ارتفاع ثمنها عن المعدات اللازمه لطرق الترشيح يجعل شراءها أمراً صعباً.
تعتمد الأجهزه في تشغليها على احد المبادىء الفيزيائيه التاليه :- بعثرة الضوء بدقائق الغبار المحمول بالهواء، أو امتصاص الأغبره المترسبه على فيلم (Mylar) من قبل اشعة بيتا او الاختلاف في تردد ذبذبة بلورة الكوارتز عندما تكون محمله بالغبار (هذه التقنيه الأخيره تعرف بالميزان الدقيق الكهربيضغطي) ((Piezo-electric microbalance)). لكل من هذه الأجهزه شاشه عرض رقميه أو عداد يعطي قراءه لتركيز الغبار بالملغم / م3 باستثناء الأجهزه التي تقيس عدد ذرات الغبار. وبسبب التغيرات في الخواص الفيزيائيه للغبار فان الأجهزه لا تكون دقيقه لجميع الأنواع لذلك فانها تتطلب معايره للغبار الذي سيتم قياسه في سحابة غبار ذات تركيز معلوم. بعض الشركات الصانعه تلحق وسيلة لجمع عينه من الغبار الذي مر عبر الجهاز على فلتر غشائي من أجل معايرة الجهاز وذلك بمقارنة معدل تركيز الغبار المسجل على الجهاز مع وزن الغبار المجمع على الفلتر.

شكل 4-12:جهاز قراءة مباشرة لتراكيز الغبار

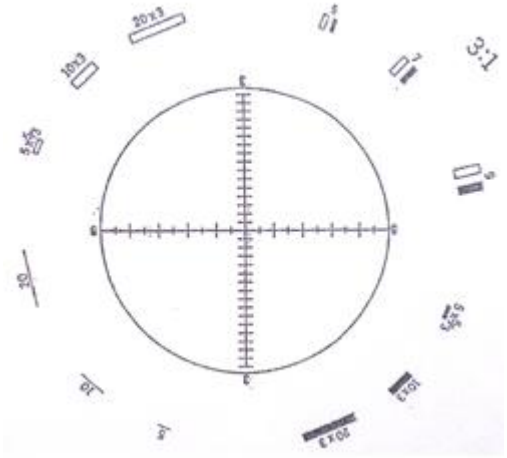
3-4 اعتيان وعد ألياف الاسبست العالقة بالهواء

الاجهزة والادوات المستخدمة

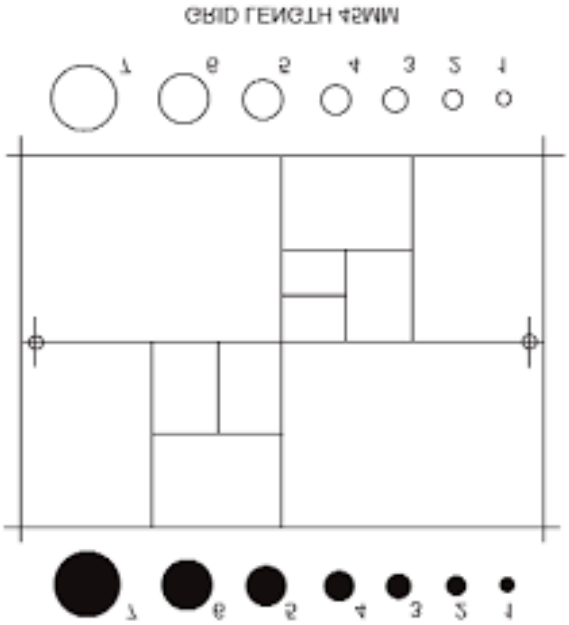
هي نفس المعدات المطلوبة لطريقة فلتر الوجه المفتوح باستثناء ان الفلتر يجب ان يكون من النوع الذي يمكن تنظيفه ليسمح بمرور الضوء من اجل الفحص المجهري. ان الفلتر المصنوع من اسيتات السليلوز (cellulose Acetate) بقطر 25 ملم مناسب ولكن يفضل ان يكون سطحه مخططاً بشكل شبكة ليساعد في التركيز وعد الالياف. ومن المحاليل الشائعة الاستخدام لتنظيف الغشاء محلول تراي اسيتات الغليسيرول (glycerol triacetate) وقد طورت طرق اخرى لغسيل الغشاء تشمل بخار الاسيتون و Euparol و DMP ، ماصة دقيقة، مجهر قادراً على التكبير لغاية 500 مرة مزوداً بانارة متباينة الطور ومقياس عدسة عينية نوع Becket and Walton شكل (4-13) واذا لم يتوفر فنوع BS3625 شكل (4-14) ،شرائح مجهرية، أغطية زجاجية عدادين، رقميين بزر ضاغط.

طريقة القياس

هي نفس الطريقة كما في اعتيان الغبار الكلي الا اننا لا نحتاج الى توزين الفلتر قبل او بعد الاعتيان. ان حجم العينة مهم حيث يحتاج الامر الى أخذ عينة كافية لضمان الدقة بينما نجد ان العينة الكثيرة للغاية تجعل التحليل اللاحق صعباً او مستحيلاً. الخبرة فقط تستطيع تحديد حجم العينة الاكثر ملاءمة ولكن على سبيل التوجيه، عندما يكون التركيز المتوقع في حدود عشر ألياف لكل مليلتر، فاننا نوصي بأخذ عينه حجمها 10 لتر، وعندما يكون التركيز المتوقع 2 ليفه لكل مليليتر فاننا نوصي بأخذ عينه حجمها 50 لتراً. وللتركيز الأقل من ذلك فان حجم العينة يجب ان يزيد عن 100 لتر.



شكل 4-13: مقياس عدسة عينية *Becket and Walton*



شكل 4-14: مقياس عدسة عينية *BS3625*

تعتمد فترة الاعتيان على خصائص العملية الصناعية وحجم العينة التي سيتم جمعها، عادة تكون فترة الاعتيان ما بين 10 دقائق الى 4 ساعات وذلك لضمان الالتزام بالتعليمات الخاصة بالاسبست. يحضَر الغشاء الذي يحتوي على العينة للفحص المجهري على النحو التالي :-

1- ضع ورقه دائرية زرقاء (من علبة الفلاتر المستخدمة في فصل الفلاتر) على ورق ترشيح أبيض يعمل كعلامات.

2- علم الشريحه المجهرية النظيفة عند أحد اطرافها وضعها بشكل متطابق مركزياً فوق الورقة الزرقاء.

3- ضع نقطة من محلول التنظيف 0.1 مليلتر باستخدام الماصة الدقيقة على الشريحة فوق المنطقة المعلمة بالدائرة الزرقاء.

4- ضع الغشاء المحمل بعناية على منطقة محلول التنظيف باستخدام ملاقط غير حادة بحيث يكون السطح الذي يحوي الاغبرة للاعلى واتركه لمدة ثلاث دقائق.

5- ضع الغطاء الزجاجي فوق الغشاء واتركه لمدة 30 دقيقة.

لتقدير عدد الألياف القابلة للاستنشاق على الغشاء اتبع الخطوات التالية :-

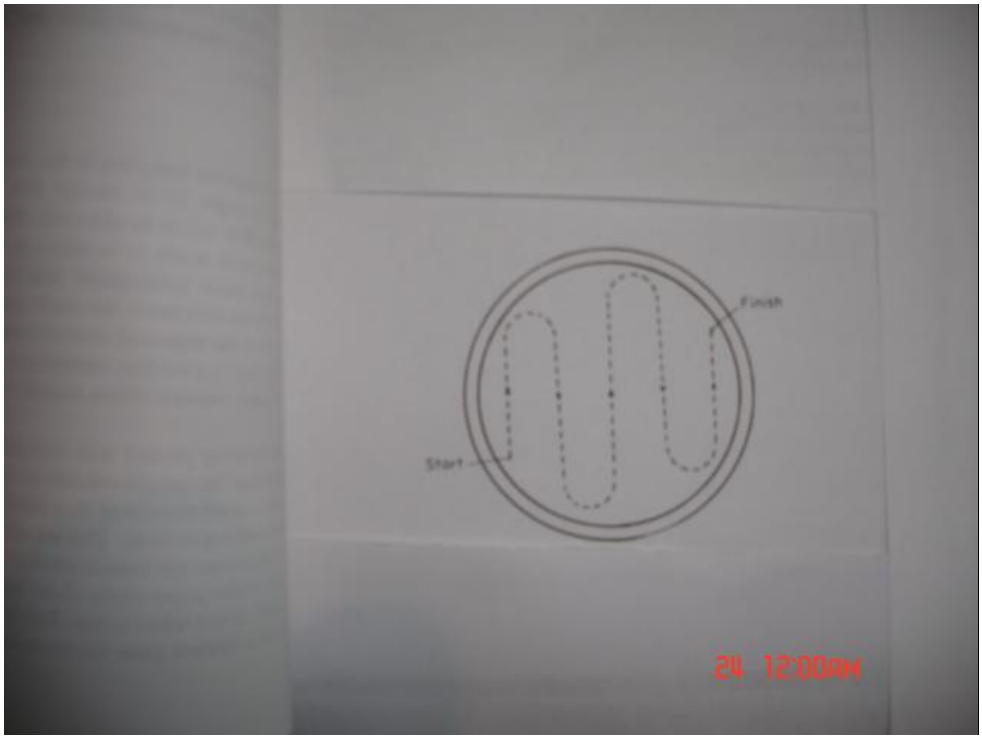
1 – حدد ظروف انارة ذات طور متباين على المجهر واضبط ابعاد مقاييس العدسة العينية عند 500× تكبير بواسطة مايكروميتر المنضدة. اذا كان المجهر يستخدم بانتظام للعد، عندها يعرف حجم مقياس العينية.

2 – ضع الشريحة على منضدة المجهر وركز على درجة التكبير المنخفضة لمشاهدة توزيع الالياف فوق كامل الشريحة ولتحديد ما اذا كانت الالياف موزعة بالتساوي ام لا

3 – غير ان التكبير العالي (500× او ما يقاربه) اذا كانت الالياف موزعة بالتساوي قم باختيار الحقول عشوائياً وعد حتى تحصل على 200 ليفه قابلة للاستنشاق، او اذا كانت الشريحة تحتوي على الياف قليلة افحص لغاية 100 حقل. استخدم العدادات الرقمية لتسجيل عدد الالياف وعدد الحقول المختارة لا تعد الحقول القريبة من الطرف الخارجي للفلتر لانه قد يتلوث من حامل الفلتر ويعطي نتيجة خاطئة.

4 – اذا كانت العينة غير موزعة بالتساوي او متناثرة اختر 100 حقل وشاهدها وفق النمط المبين بالشكل 4-15.

ملاحظة: *يمكن تعريف الألياف القابلة للاستنشاق وفقاً لما يلي (هي الالياف التي يكون طولها اكبر من 5µm وتكون نسبة طولها الى عرضها على الاقل 1:3وقطرها 3µm. تساعد الخطوط والاسطر حول وخارج عينيه Walton and Becket في الشكل 4-13 على اختيار الالياف الصحيحة للعد0 الالياف المتداخلة مع حقل الرؤية يجب ان تتضمن في العد اذا كان اكثر من نصف طولها في الحقل.*



شكل 4-15:طريقة نمطية لمسح الشريحة أثناء عد ألياف الأسبست

الحسابات

ليكن : القطر الفعال للغشاء (القطر الحقيقي أقل بسبب تداخل حافة دائرة حامل الفلتر) = D ملم

قطركل حقل منظور = d ملم

عدد الحقول المفحوصة = n

عدد الالياف التي تم عدها = N

حجم الهواء المعتان = Vمليلتر

الحجم(V) = معدل تدفق المضخة (لتر/دقيقه) × زمن الاعتيان (دقيقه) × 1000 مليلتر

عدد الالياف المقدرة في العينة = D2 ÷ d2 ×÷ N ÷ n ليفة

تركيز الالياف = العدد التقديري للالياف ليفة /ملياليتر

الحجم

من المفترض ان يكون نوع الاسبست قد حدد مسبقاً من خلال فحص عينة كبيرة من مصدر التلوث باستخدام تقنية ملائمة مثل الضوء المستقطب (Polarized light) او المجهر الالكتروني. قارن النتائج التي تم الحصول عليها بالمعايير الموضوعة من قبل هيئات الصحة والسلامة المهنية التنفيذية على النحو التالي :

ألياف الكريسودولايت (crocidolite) :2 .0 ليفه /ملليتر عندما تقاس لأكثر من

10 دقائق

انواع اخرى : 2 ليفه/ملليتر عندما تقاس خلال فترة (4) ساعات

يجب أن لا يتعدى التعرض قصير الأمد (STEL) 12 ليفة/ مليلتر، عندما يجري القياس خلال أي فترة 10 دقائق.
شكلت جمعية الصحة والسلامة لجنة للنظر في المخاطر الصحية الناجمة عن التعرض للأسبست. وقد أصدرت هذه اللجنة توصيات محددة تتعلق بمعايير الأسبست الجديدة عرفت بـ "حدود التحكم" (Control Limit) وفقاً لما يلي:

ألياف الكريسودولايت (crocidolite) : 2 .0 ليفه /ملليتر لفترة إعتيان 4 ساعات.
ألياف الكريسوتايل(chrysotile) : 1.0 ليفة / مليلتر
ألياف الأموزايت (amosite) : 0.5 ليفة/ مليلتر.

جدول رقم 4-3: تفاصيل الفلاتر وحاملات الفلاتر التي ستستخدم لأخذ عينات الأنواع المختلفة من الملوثات الهوائية

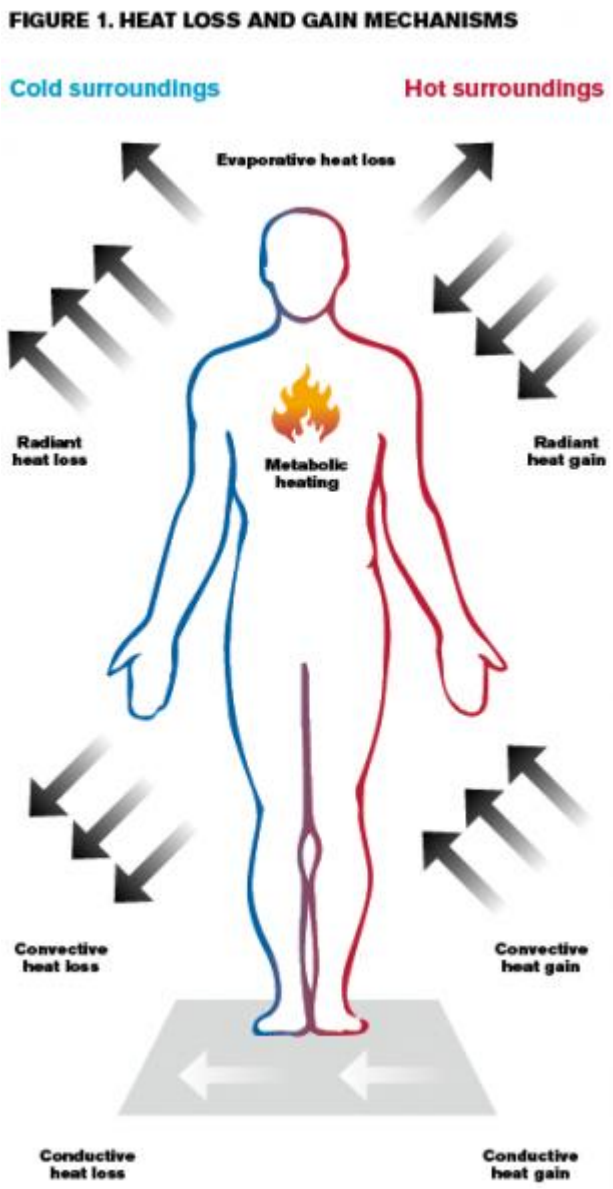
نوع الملوث الهوائي	طريقة التحليل	الفلتر المطلوب	حامل الفلتر المطلوب
ألياف الأسبست	مجهرية بصرية مسح بالمجهر الالكتروني حيود أشعة أكس	استر سليليلوز* ثقب النووي (NUCLEPORE) غشاء فضي	وجه مفتوح وجه مفتوح وجه مفتوح
ألياف من صنع الإنسان	مجهرية بصرية قياس وزني	استر سيليلوز ألياف زجاجية	وجه مفتوح UKAEA معدل
سيليكا	حيود أشعة أكس	غشاء فضي كلوريد البولي فينيل	مخروطي مخروطي
رصاص ، معادن ثقيلة، أكاسيدها وأملاحها	أدمصاص ذري مكشاف طيفي	استر سيليلوز الياف زجاجية	UKAEA بثقب قطره 4 ملم
الأغبرة المزعجه ، بشكل عام	قياس وزني مجهرية بصرية	استر سيليلوز ألياف زجاجية	وجه مفتوح وجه مفتوح
أعبرة غير معروفه	حيود أشعة أكس	غشاء فضي	وجه مفتوح
فحم	قياس وزني	ألياف زجاجية	مخروطي أو MRE 113
فحم مع صخر	الأشعة تحت الحمراء حيود أشعة اكس	غشاء فضي كلوريد البولي فينيل	مخروطي أو MRE 113
رذاذ الزيت	قياس وزني مكشاف طيفي فلورسنتي	استر سليلوز ألياف زجاجية	وجه مفتوح وجه مفتوح
دخان وأبخره اللحام	قياس وزني ادمصاص ذري مكشاف طيفي	استر سيليلوز استر سيليلوز	وجه مفتوح وجه مفتوح

* عند استخدام غشاء استر سيليلوز يجب أن يكون حجم المسامات 8 µm

** UKAEA المعدل له حلقة قطرها 12.5ملم وفيها 6 ثقوب قطرها 4 ملم ، حول ثقب مركزي قطره 4 ملم. كما في شكل (4-3) .

الفصل الرابع

تقييم الحرارة



الحرارة

1-5 مقدمة

ينتج الجسم البشري الحرارة كنتيجة لحرق الطاقة التي يتناولها الإنسان من خلال غذاءه اليومي، وإذا تبددت تلك الحرارةِ بشكل بطيء جداً أدى ذلك إلى ارتفاع درجة حرارة الجسمُ الداخلية، بينما يَحْدثُ العكس إذا تدفقت الحرارة للخارج بشكل سريع مما يؤدي إلى انخفاض حرارة الجسم. يعتمد معدل انتقال الحرارة بين الجسم ومحيطه على البيئة الحرارية الملامسة للجلد بشكل مباشر. يُحدثَ التبادل الحراري بين البيئتين (داخل وخارج الجسم) عن طريق: التوصيل، الحمل، التبخر، والإشعاع. من هذه الطرق، فإن طريق الحمل وطريق التبخر مترابطان ويلعبان الدور الأساسي في تبدد حرارة الجسم، لذلك، فإن كل من حرارة الهواء المحيط ونسبة الرطوبة التي يحتويها من المؤشرات الواجب قياسها. وهذا يمكن تحقيقه من خلال قياس درجة حرارة البصيلة الجافة والبصيلة الرطبة لهواء موقع العمل. وتسمى دراسة العلاقة بين درجة حرارة الهواء ونسبة الرطوبة التي يحتويها بـ (psychrometry) ، أي دراسة سلوك درجة حرارة الهواء الجافة ومخاليط بخار الماء.وسوف يتم توضيح ذلك لاحقاً.

يلعب تبادل الحرارة بين الإنسان ومحيطه عن طريق الاشعاع دوراً مهماً بتنظيم تدفق حرارة الجسم من خلال الجلد، حيث يقوم الجلد بإشعاع الحرارة إلى الأسطح الأبرد ويستقبل الحرارة الإشعاعية من الأسطح الأكثر سخونة. تتناسب نسبة تدفق الحرارة الإشعاعية مع الفرق في القوَّة الرابعة لدرجة الحرارة المطلقةِ للأسطح التي تشارك بعملية تبادل الحرارة. ومن الصعب وضع معادلة دقيقة بين الجسم ومحيطه بسبب وجود أسطح متعددة بدرجات حرارة مختلفة، وبدرجات إمتصاص مختلفة وبإتجاهات مختلفة نحو أسطح الجسم المختلفة، والتي بالمقابل، تتغير بشكل دائم مع حركة جسم الإنسان.
ولتكامل كل هذه المتغيرات فقد تم استعمال مفهوم "متوسط درجة حرارة الإشعاع الحراري" (Mean Radiant Heat) ، والذي يمكن تعريفه على أنه درجة الحرارة الإفتراضية لصندوق أسود متجانس يتبادل نفس كمية الحرارة مع الجسم بإعتباره حيز غير متجانس. يمكن لميزان الحرارة الكروي Globe أن يعطي مؤشراً جيداً على تبادل الحرارة الإشعاعي الذي يمكن أن يوجد في النقطة بالرغم من تأثره بسرعة الهواء ولذلك فإنه لا يعطي متوسط درجة الحرارة الإشعاعية الصحيحة .
يتأثر معدل الحرارة بالحمل والتبخر. أيضاً بحركة الهواء حول الجسم، لذلك، فمن المهم قياس سرعة الهواء في مكان العمل. وعليه، فإن العناصر الأربعة التي يجب فحصها (قياسها) للحصول على مؤشر صحيح عن البيئة الحرارية هي: درجة حرارة البصيلة الجافة، درجة حرارة البصيلة الرطبة، درجة حرارة الميزان الكروي و سرعة الهواء.

وعندما يزداد أحد هذه العناصر أو أكثر فإن تدفق الحرارة من الجسم أو إليه سيختل مما يؤدي إلى وضع غير مريح أو حدوث حالة إرهاق. تظهر كثير من أماكن العمل الداخلية ظروف بيئة حرارية غير مرضية، على سبيل المثال : مصادر الإشعاع الحراري العالية التي توجد في مصانع الفولاذ، وفي مصانع الزجاج، الرطوبة العالية التي توجد في المصابغ، المطابخ وفي المناجم العميقة الرطبة، والبرودة التي توجد في مستودعات التجميد.
المعاناة من درجات الحرارة المتطرفة في بعض أوقات معينة من السنة في العديد من محطات العمل الخارجية فيما يتعلق بحرارة الإشعاع، درجة حرارة الهواء الحارة والباردة، الرطوبة العالية والمنخفضة والرياح عالية السرعة. .

5-5 قياس البيئة الحرارية

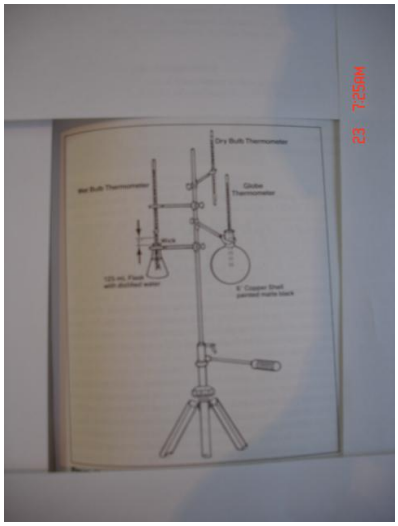
الأجهزة والأدوات المطلوبة

- ميزان الحرارة كاتا
- ميزاناحرارة زئبقي عادي مداهما مناسب للبيئة المراد قياسها،
- ميزان حرارة كروي
- ساعة توقيت
- دورق حراري
- مرطاب دوار
- ورق تنشيف
- كوب سعته 25مل
- فتيلة قطنية
- ماء مقطر
- سدادة مطاطيةُ مثقوبة لأَخْذ إحدى الموازين
- ورق قصدير
- خيط (سلك)
- مقص
- ملمع معادن
- قماش ناعم
- منصب حامل ثلاثي القوائم مع ملاقط

طريقة القياس

1. قبل البدء بالقياس عبئ الدورق الحافظ للحرارة بماء ساخن.
2. نظف بصيلة ميزان كاتا وسجل معامل الميزان المحفور على قصبة الميزان بالسجل الخاص بذلك.

3. لتجهيز ميزان الحرارة الجاف، ضع سدادة مطاطية مناسبة للنهاية السفلية ضع سدادةَ مطاطيةَ مناسبة إلى النهايةِ السفلية وألصق قطعة ورقِ قصدير حول السدادةَ لحِماية بصيلة المحرار ولكن ليس لمنع تدفق الهواء حولها. يجِبُ أَنْ يوضع ورق القصدير في جهة الجانب المشع.
4. لتجهيز ميزان الحرارة الرطب، نقوم بوضع فتيلة قطنية على كامل بصيلة الميزان ومغمور طرفها في الدورق المحتوي على الماء المقطر.باستعمل شريط لاصق علق الدورق أسفل البصيلة للحد الذي يسمح بمرور الهواء.
5. تأكد من وجود بصيلة الميزان الكروي في مركز الكرة.
6. رتب المعدات على حامل ثلاثي كما في الشكل 3-10 وضعها في موقع العمل المراد عمل القياسات فيه، وتأكد من وجود الكرة في المكان الذي يفترض فيه وجود رأس العامل.
7. اترك الأجهزة لمدة 20 دقيقة حتى الوصول إلى حالة التوازن مع البيئة المحيطة ومن ثم شاهد قراءات موازين الحرارة الجافة، الرطبة والإشعاعية ودونها في السجل تاخاص بذلك.
8. لقياس سرعة الهواء ياستخدام ميزان كاتا، انظر طريقة الاستعمال آنفة الذكر.مع التأكيد على استخدام أجزة ذات بصيلات مطلية بالفضة في حالة قياس سرعة الهواء في أجواء تحتوي على حرارة إشعاعية.
9. لياس رطوبة الهواء باستخدام جهاز المرطاب الدوار. تأكد من أن الفتيلة مبللة وأن نهايتها مغمورة بالخزان الممتلئ بالماء المقطر. أمسك الجهاز من يده وحركه بأسرع ما يمكن للسماح بالهواء بالتدفق على البصيلات لمدة لا تقل عن دقيقة. قم بقراءة الميزان الرطب أولاً ودون القراءات على السجل الخاص بذلك. يجب إعادة هذه العملية عدة مرات حتى الحصول على قراءات ثابتة.قدر الرطوبة النسبية من خلال لوحات الرطوبة المتوفرة مع الجهاز. يجب أخذ الحيطة والحذر عند قراءة البصيلات وذلك بالتأكد من أن يدي القارئ بعيدة عن البصيلات في وقت أخذ القراءات.



شكل 5-10: ترتيب موازين الحرارة على الحامل

النتائج والحسابات

يمكن حساب معيار الحرارة الرطبة الجافة الإشعاعية للتعرض داخل مكان العمل أو في الخارج دون التعرض لأشعة الشمس من المعادلة التالية:

$$WBGT = 0.7\ t_{wb} + 0.3\ t_a$$

وإذاكان هناك تعرض لأشعة الشمس أو مصدر إشعاع حراري فإنه يحسب من المعادلة التالية:

$$WBGT = 0.7\ t_{wb} + 0.2t_g + 0.1t_a$$

حيث: t_{wb} = درجة حرارة الميزان الرطب
t_g = درجة حرارة الميزان الكروي
t_a = درجة حرارة الميزان الجاف

وبأستعمال جدول رقم 5-1 والذي يبين قيم الحَدود العتبية بها للتعرض للحرارة المقاسة بـ (WBGT) بالإضافة إلى فترات العمل والإستراحة الموصّى بهِا.

جدول رقم 5-1
قيم الحَدود العتبية لدرجات الحرارة الرطبة الجافة الإشعاعية (WBGT) (المؤثرة)

فترة العمل / الراحة	مجهود العمل		
	خفيف	متوسط	ثقيل
عمل مستمر	30	26.7	25
75% عمل و 25% راحة(كل ساعة)	30.6	28	25.9
50% عمل و 50% راحة(كل ساعة)	31.4	29.4	27.9
25% عمل و 75% راحة (كل ساعة)	32.2	31.1	30

جدول 5-2 مخطط مقترح لتدوين نتائج القياسات الحرارية

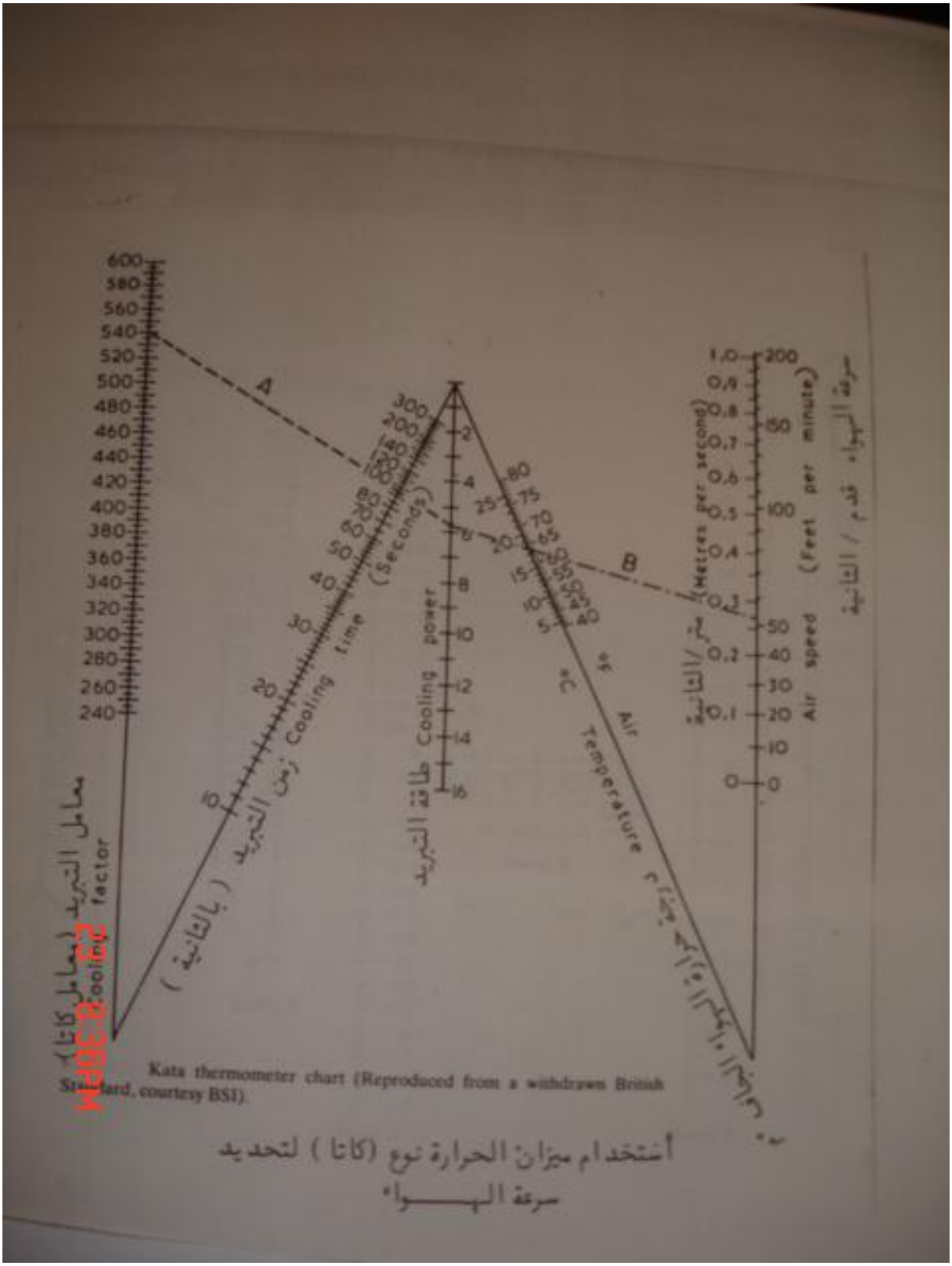
المسح ..... التاريخ ..... **الموقع .....إسم الشخص الذي قام بالقياس .....**							
موقع القياس		**القراءات**					**متوسط القراءات**
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	
الملاحظات	**الوقت**						
	درجة الحرارة الجافة						
	درجة الحرارة الرطبة						
	درجة حرارة الميزان الكروي						
	المرطاب **درجة الحرارة الجافة**						
	درجة الحرارة الرطبة						
	الرطوبة النسبية%						
	ميزان كاتا **معامل كاتا**	**متوسط مدى القراءة**					
	زمن التبريد بالثواني						
	سرعة الهواء						
	متوسط درجة الحرارة الإشعاعية						
	قيمة درجة الحرارة الرطبة الجافة الإشعاعية (WBGT)						

6-5 إستعمال مخطط ميزان حرارة كاتا (Kata thermometer chart)

مثال: معامل كاتا (معامل التبريد) 539، مدى القياس من 38 – 35 م°، متوسط زمن التبريد المقاس 95 ثانية، درجة حرارة الهواء الجافة 18 م°.

الطريقة

1. من رقم 539 على خط معامل التبريد ارسم الخط (A) لتوصيله مع متوسط زمن التبريد المقاس 95 ثانية على خط زمن التبريد وأكمله حتى يتقاطع مع خط قوة التبريد (في هذا المثال قوة التبريد = 5.7).
2. من نقطة التقاطع على خط قوت التبريد ، أرسم الخط (B) لتوصيله مع درجة الحرارة المقاسة 18 م° على خط درجة الحرارة وأكمله حتى يتقاطع مع خط سرعة الهواء.
3. يمكن قراءة سرعة الهاواء في متر / الثانية أو قدم / الدقيقة (في هذا المثال سرعة الهواء = 0.26م/ث).



Kata thermometer chart (Reproduced from a withdrawn British Standard, courtesy BSI).

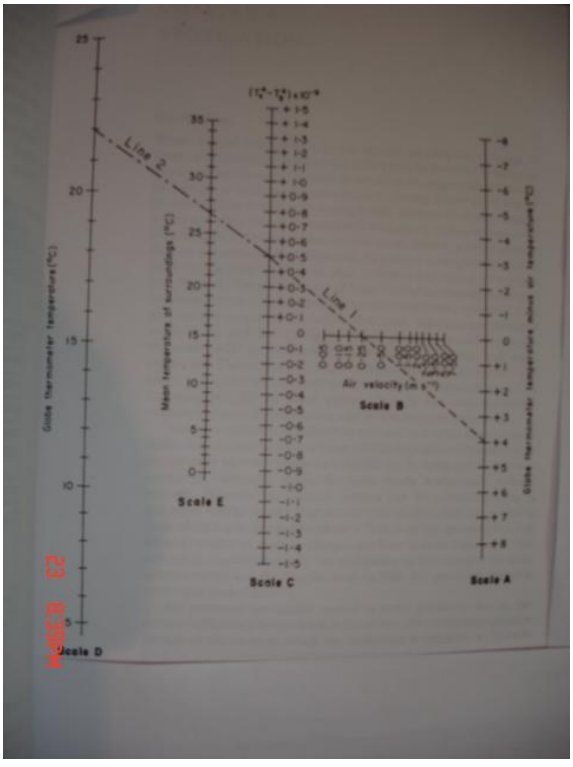
شكل 5-11 مخطط ميزان حرارة كاتا

7-5 إستعمال مخطط درجة حرارة الميزان الكروي (Globe thermometer (chart

مثال: درجة حرارة الميزان الكروي = 22 م°
درجة حرارة الهواء الجاف = 18 م°
سرعة الهواء من كاتا = 0.26م/ث

الطريقة

1. إطرح درجة حرارة الهواء الجاف من درجة حرارة الهواء الجاف الميزان الكروي ($t_g - t_a$) (22-18=+4)، وصل خط من ($t_g - t_a$) +4 على المقياس المدرج A إلى السرعة (0.26م/ث) على المقياس المدرج لسرعة الهواء B وأكمله حتى يتقاطع مع المقياس المدرج C (خط رقم 1). في هذا المثال تعطي قيمة +0.5 على المقياس المدرج C.
2. وصل الخط من النقطة +0.5 على المقياس المدرج C مع درجة حرارة الميزان الكروي 22 م° على المقياس المدرج D (خط رقم 2).
3. يمكن قراءة متوسط الحرارة الإشعاعية من النقطة التي يتقاطع الخط 2 مع الالمقياس المدرج E (متوسط درجة حرارة المحيط). في هذا المثال نقرأ 26.8 م°.



شكل رقم 5-12 المخطط البياني لتحديد متوسط درجة حرارة المحيط (متوسط درجة الحرارة الإشعاعية) من ميزان الحرارة الكروي.

8-5 إستعمال مخطط قياس درجة الحرارة الفعالة (Effective Temperature chart)

مثال: درجة حرارة الميزان الرطب = 18 م°
درجة حرارة الهواء الجاف = 22 م°
سرعة الهواء من كاتا = 2.2 م/ث

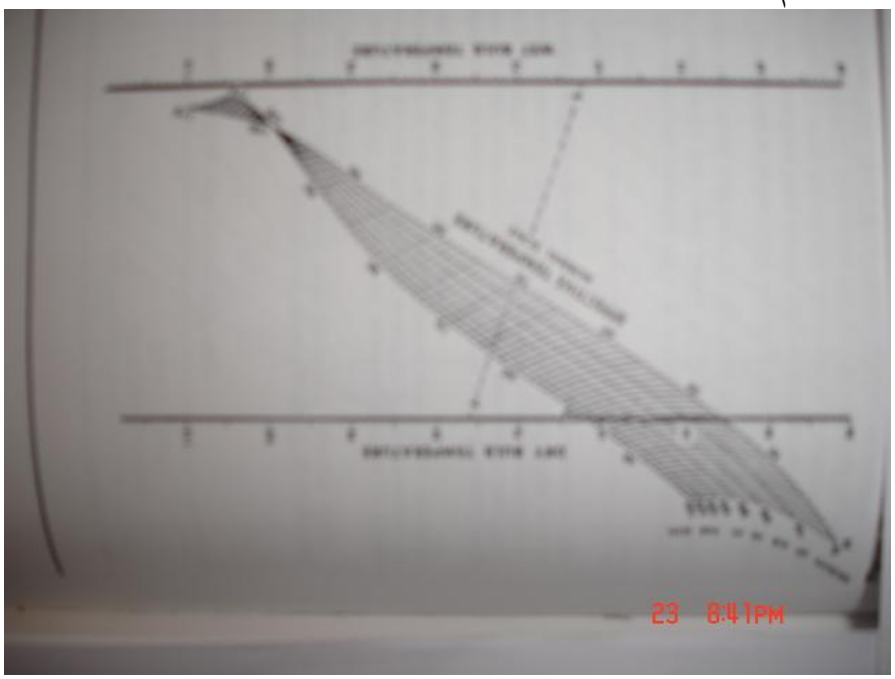
ملاحظة: قد نحتاج إلى تحويل بعض الوحدات المستخدمة في قياسات الحرارة ومنها:

$$F° = 1.8(C°) + 32$$

$$Ft/min. = 1cm / sec. \div 1.9685$$

الطريقة

1. ارسم خط مستقيم يصل ما بين درجة حرارة الهواء الرطب مع درجة حرارة الهواء الجافة أو الإشعاعية
2. حدد نقطة التقاء الخط المرسوم مع سرعة الهواء المحسوبة
3. إقرأ درجة الحرارة الفعالة من خلال متابعة الخط العامودي على نقطة إلتقاء الخط المرسوم مع سرعة الهواء. في هذا المثال درجة الحرارة الفعالة = 19.17 م°.



شكل رقم 5-13 المخطط البياني لتحديد درجة الحرارة الفعالة

جدول رقم 5-3: معيار إرتعاش الرياح (WCI)

	قراءة درجةِ الحرارة الفعلية (ف°)									
	50	40	30	20	10	0	10-	20-	30-	40-
سرعة الرياح ميل/ساعة	درجة الحرارة المكافئة (ف°)									
هادئة	50	40	30	20	10	0	10-	20-	30-	40-
5	48	37	27	16	6	5-	15-	26-	36-	47-
10	40	28	16	4	9-	21-	33-	46-	58-	70-
15	36	22	9	5-	18-	36-	45-	58-	72-	85-
20	32	18	4	10-	25-	39-	53-	67-	82-	96-
25	30	16	0	15-	29-	44-	59-	74-	88-	104-
30	28	13	2-	18-	33-	48-	63-	79-	94-	109-
35	27	11	4-	20-	35-	49-	67-	82-	98-	113-
40	26	10	6-	21-	37-	53-	69-	85-	100-	116-
أكثر من 40ميل/ساعة (تأثير إضافي قليل)	**خطر قليل** (للشخص المرتدي ملابس مناسبة)				تزايد الخطر (الخطر من تجمد الجلد المكشوف)			خطر كبير من تجمد الجلد المكشوف		

مثال: عندما تكون درجةِ الحرارة الفعلية للرياح 4.4م° (40 ف°) وسرعتها 48كم/ساعة (30 ميل/ساعة)، فإن الجلدُ المكشوفُ يدرك هذه الحالةِ كمكافئ درجةَ حرارة هواء -11 م° (13 ف°).

الفصل الخامس

تقييم الإضاءة

الإضاءة

1-6 المقدمة

من المهم المحافظة على إضاءة موقع العمل ضمن المعيار الجيدِ، وهذا يعني ، أن مستويات الإضاءة يَجِبُ أَنْ تَكُونَ عاليةَ بما فيه الكفاية لَتَمْكين العُمّالِ من رُؤية مهامِهم بشكل واضح ولكن لَيستْ عالية بالقدر الذي قد يُسبّبَ الوهجَ أَو الإنبهارَ للبصر. الإضاءة السيئة لموقع العمل لا تسبب إجهاد العين فقط، وخصوصاً إذا كانت المهمّةِ الّتي سَتُؤدّى تَحتوي على تفاصيلَ صغيرةَ، ولكن يُمْكِنُ أَنْ تُسبّبَ تعب يُؤدّي إلى أخطاءِ في العملِ وزيادة مخاطر الحوادث.

تقسم مصادر الإضاءة في موقع العمل إلى مصدرين: طبيعي (ضوء الشمس) وصناعي (المصابيح الكهربائية المختلفة). قليل جداً من مواقع العمل تَعتمدُ على ضوءِ الشمس بينما الكثير منها تضاء كليَّةً بشكل إصطناعي.تتطلب المهام المختلفة مستويات إضاءة مختلفة، لذلك، يجب تصميم إضاءة موقع العمل بالنسبة لنوع العمل الذي سيتم فيه.لسوء الحظ فإن أنماط العمل متغيرة، قوة مصدرُ الإضاءةِ تقل بمرور الزمن خصوصاً في المواقع الصناعيةِ، إتساخ النوافذ وتركيبات وحدات الإضاءة بتراكم الغبار عليها يقلل من كمية الإضاءة المنبعة منها فتصبح الأسطح متسخة، وتقل كمية الإضاءة المنعكسة عنها.وغالباً ما يحدث هذا بشكل تدريجي ودون ملاحظته. لذلك، يكون من المنطق قياس مستويات الإضاءة في مواقع العمل من فترةٍ لأخرى ومقارنة النتائج مع المعايير الموصى بها.

على أية حال، يجب التأكيد على أن وجود المستوى المناسبِ من الإضاءةِ لا يَعْني بالضرورة بأنّ موقعَ العمل مضاءُ بشكل صحيح. يؤثر موقع مصدر الإضاءة بالنسبة للعمال ومكان العمل بشكل كبير على الطريقة التي تتم من خلالها رؤية المهمة. تتأثر مظاهر الأشياء الصلبة بالإتجاه الذي تأتي منه الأشعة والمصادر المكشوفة والتي قد تسبب الوهج إذا ظهرت ضمن حقل الرؤيا. أيضاً، إذا كانتالعمل يتضمن تحديد مواد ملونة مختلفة فإن بعض مصادر الإضاءة تستطيع تغيير الألوان بحيث يظهر لونين مختلفين وكأنهما نفس اللون.

2-6 الوحدات المستخدمة في الإضاءة

3-2-6 شدة الاستضاءة أو شدة الاستنارة (Intensity of illuminance):

ويرمز لها بالحرف E، وحدة قياسها لكس (Lux) أو لومن / م^2 ، وهي عبارة عن كمية التدفق الضوئي الساقطة علي وحدة المساحة.
وتستعمل في الولايات المتحدة الأمريكية وحدة مرادفة للكس وهي وحدة شمعه/قدم - وهي عبارة عن مصدر ضوئي لشمعه واحدة وعلى بعد قدم واحد منه.

واحد شمعه/قدم = 67و10 لكس .

4-2-6 الإناريــه (الوضـوح) (Luminance – brightness): ويرمـز لهـا بـالحرف L ، وحدة قياسها شمعة (candela)/ م^2، وهـي عبـارة عن شدة الضـوء الـذي تبثـه وحـدة المسـاحة لسـطح منيـر (مضـيء) أو عـاكس للضـوء وهـي وحـدة القياس للاناريه في النظام المتري والنظام الدولي للمواصفات .

5-2-6 إنعكاسية السطح (Reflectance of surface): ويرمز لها بـالحرف R ، وحدة قياسـها، %، وهـي عبـارة عن النسبة مـا بين إنعكـاس السطح ومعدل إضـاءة الغرفة ويعبر عنها بالنسبة المئوية.

6-2-6 معامل ضوء الشمس (Day Light factor): ويرمز لها بـالحرف DF، حيث يُستَعملُ ضوء الشمس الذي يَعْبِرُ النوافذَ لإنـارة موقـعَ عمل داخلـيَ، فـأن أقل مِنْ عُشر الضوء الخارجي يمحتمل أَنْ يَصلَ ذلك المكانِ وأن كمية الضـوء تقل كلمـا ابتعدنا عن النافذة. من المفيد مقارنـة الإضـاءة الداخليـة بسبب ضـوء الشمس مـع الإضـاءة الخارجيـة فـي نفس الوقت علـى أسـاس النسبة المئويـة. يعبـر رياضـياً عن معامل ضوء الشمس بالمعادلة التالية:

$$DF = (Ei / E_o) \times 100\%$$

حيث:
Ei : الإستضاءة عند نقطة في الداخل
E_o : الإستضاءة في نفس الوقت في الخارج

3-6 أجهزة القياس المتوفرة

1-3-6 جهاز قياس شدة الضوء (الاستضاءة) (Photometer or Luxmeter)

وهو عبارة عن جهاز كهر وضوئي، شكل (6-1)، يتكون من خلية ضوئية تحول الضوء إلى تيار كهربائي موصولة إلى ملف متحرك moving coil meter يبين التيار الكهربائي المار بوحدة اللكس. واكثر أنواع أجهزة الفوتوميتر ملائمة لمكان العمل هي الأنواع التي تقيس بحدود صفر – 2500 لكس وذات الخلية الضوئية المنفصلة عن الجهاز ولكنها موصولة به بواسطة سلك كهربائي وبالتالي فإن هذا الترتيب يسمح للشخص الذي يستعمل الجهاز بقراءته دون أن يحجب الخلية الكهروضوئية ، هذا ومن الجدير بالذكر أن الخلية الضوئية يجب أن يتم تصحيح وضعها حتى يؤخذ بعين الاعتبار تأثير الأشعة الساقطة عليها من زاوية مائلة (زاوية الجتا) وأيضا يجب أن يتم تصحيح وضعها من ناحية الألوان Color

Corrected حتى تسمح بأخذ القياسات على أنواع مختلفة من اللمبات وفي ضوء النهار. توفر الشركات الصانعة لهذه الأجهزة جداول رسم بيانية لتصحيح الألوان لاستعمالها مع الأجهزة لتقريب الإستضاءة. ويبين الجدول رقم (6-1) عامل تصحيح اللونِ النموذجي. يجب التأكد من دقة جهاز الفوتوميتر من فترة لأخرى وذلك باستعمال مصادر معلومة الشدة الضوئية. وبالنسبة لمعاملات تصحيح اللون Color Correction factors فهي كالتالي وتعتمد على المصدر الضوئي ويجب ضرب القراءة التي يعطيها جهاز الفوتوميتر بالمعامل المقابل لنوع اللمبة.

شكل 6-1: جهاز قياس شدة الضوء

جدول رقم 6-1: معاملات تصحيح اللون لجهاز الفوتوميتر النموذجي

مصدر الضوئي	اضرب قراءة الفوتوميتر بالمعامل المذكور أدناه
لمبات النيون ذات الضوء الأبيض الدافئ	1.27
ضوء الشمس (النهار)	1.20
مجاراة اللون	1.05
ضوء طبيعي	1.14
ضوء صوديوم ذو ضغط منخفض	1.30
ضوء صوديوم	1.19
ضوء بخار زئبقي	1.26

6-3-2 جهاز قياس النصوع (النورانية) (Brightness meter)

يبين الشكل (6-2) صوره لجهاز الفوتوميتر(Hagner Universal photometer)، فهو جهاز يقيس النصوع (Luminance) لمصدر ضوئي الصادر عن أو المنعكس عن سطح معين ويتألف من خلية كهر وضوئية موصولة بواسطة سلك كهربائي بوحدة قياس تقيس بوحدة الشمعة / م^2. والجهاز مزود بمصوبة كاميرا معينة للعين (View Finder) يتم تصويبها على السطح المراد قياس نصوعه وبالتالي فإن الخلية الكهروضوئية تستجيب فقط للضوء الصادر عن أو المنعكس عن السطح المراد قياسه والمشمول في مجال مصوبة الكاميرا . لذا عند القياس يتم حمل الجهاز باليد والنظر خلال مصوبة الكاميرا باتجاه السطح الذي يتم فحصه كما بشكل (6-2).

الشكل 6-2: جهاز قياس النصوع

6-4 القياسات التي يجب إجراؤها في مجال الإنارة

6-4-1 قياس الإستنارة (الإستضاءة) (Illumination)

الأجهوة المطلوبة

- جهاز فوتوميتر كهروضوئي محمول
- ورقة رسم بياني
- نموذج تقييم بصري
- متر
- قلم
- كاميرا (إذا كانت متوفرة)

طريقة القياس

لابد من الأخذ بعين الاعتبار بأن نوعية الإضاءة لا تعتمد فقط على الانارية وشدة الاستنارة بل كذلك تعتمد على الانعكاسية لون السقف والجدران والأرضية ، درجة التباين .

وطرق القياس حسب المراجع الأمريكية الصادرة عن نقابة مهندسي الإنارة الأمريكية هي :

1- **الطريقة الأولى** تقسم السطح المراد قياسه إلى أقسام ذات مساحة متساوية بطول 1 م تقريبا وعرض1م ومن ثم نجد المعدل الوسط للاستنارة بعد قياس كل جزء أو قسم على حده ولكن هذه الطريقة شاقة ومضنية.وتتمثل هذه الطريقة في إجراء القياسات عند شبكة من النقاط **شكل رقم** (6-3)، فوق مختلف أنحاء المنطقة المدروسة، وأن أساس هذه التقنية هو تقسيم كامل موقع العمل إلى عدد من المناطق المتساوية مربعة الشكل إن أمكن، ويتم قياس تدفق الكثافة الضوئية في منتصف كل مربع على ارتفاع 85 سم فوق سطح الأرض وهو ارتفاع سطح المقعد عن الأرض ومن ثم يتم حساب القيمة الوسطية وذلك بتقسيم إجمالي ناتج القراءات على عدد النقاط التي أجريت فيها القياسات.

حساب أقل عدد لنقاط القياس (MNMP)

يحسب أقل عدد لنقاط القياس من المعادلة التالية:

$$\mathbf{MNMP= (x+2)^2}$$

حيث أن **x** هي قيمة دليل الغرفة (Room Index) والتي تحسب من العلاقة التالية:

$$\mathbf{RI= (L)\times(W)/(H)\times(L+W)}$$

حيث أن:

L: طول الغرفة

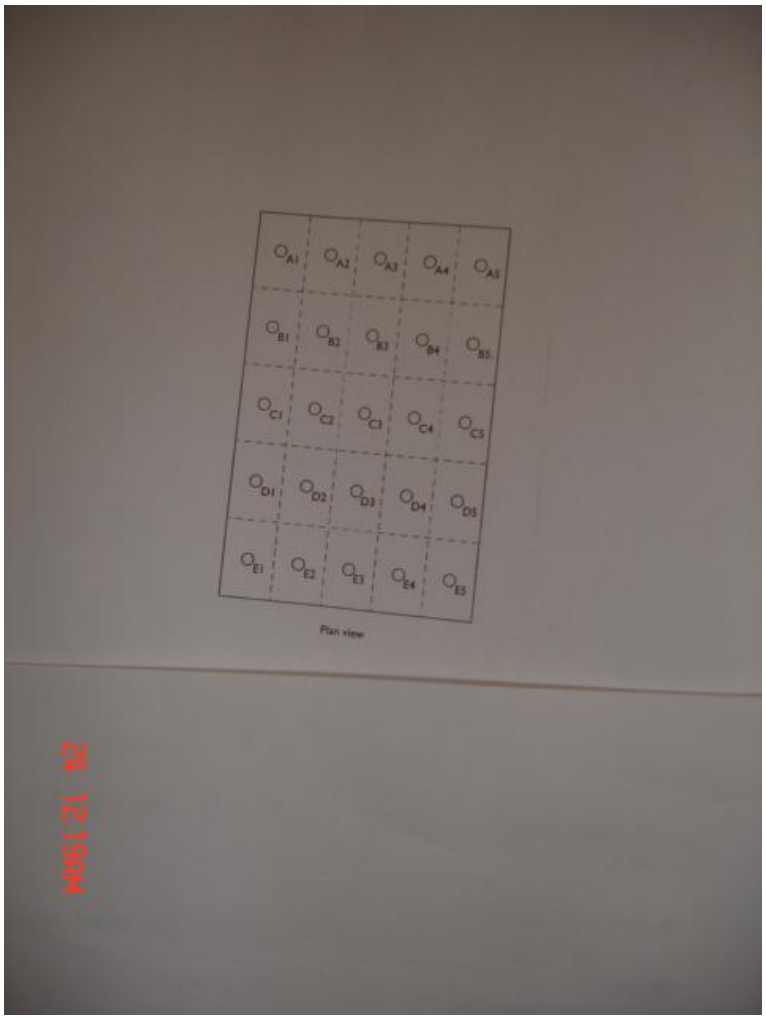
W: عرض الغرفة

H: الارتفاع الذي يتم فيه تركيب أجهزة الانارة (Mounting Height) وهو المسافة العامودية ما بين المنبع الضوئي ومستوى ارتفاع المنطقة التي يتم فيها العمل أو انجاز مهمة العمل.

الجدول 6-2: يبين قيم دليل الغرفة وأقل عدد لنقاط القياس

قيمة دليل الغرفة (RI)	أقل عدد لنقاط القياس (MNMP)
0.8	9
1.8	16
2.0	25
2.8	25
3.0	36
3.6	36
4.2	36

2- الطريقة الثانية تعتمد على الجيومتري (هندسة) المكان وطرق تركيب الإضاءة فيها وهي طريقة سهلة وتقرا الاستنارة في هذه المناطق ويحدد متوسطها.



شكل 6-3: مخطط نقاط قياس المسح

3- الطريقة الثالثة وتسمى الطريقة الموضعية ويتم القياس فيها من مكان العمل مباشرة.

لإستعمال جهاز الفوتوميتر:

1- والجهاز في حالة إغلاق والخلية غير موصولة يجب تصفير مؤشر القراءات .
2- أوصل الخلية الكهروضوئية للجهاز كما بشكل (6-1) .
3- ضع الخلية على السطح المراد قياسه وابتعد عنها لا كبر مسافة ممكنة حتى لا تؤثر ظلال جسم الإنسان على حساسية الخلية وابدأ بقراءة الجهاز وذلك بالبدء بأعلى مدى قراءات ثم الانخفاض تنازليا حتى يعطي الجهاز قراءة انحرافية مناسبة .
4- صحح القراءة حسب تعليمات الشركة الصانعة وسجل قراءة مستوى الإضاءة .
5-

6-4-2 قياس النصوع (النورانية) (Lumination)

في حالة الرغبة بقياس النصوع (Luminance) لأسطح الأرض،السقف، الجدران واسطح أماكن العمل فيجب أتباع الخطوات التالية :

1- تأكد أن مؤشر الجهاز يشير إلى الصفر والجهاز في حالة إغلاق .
2- تأكد من صلاحية بطارية الجهاز وذلك بالضغط على زر فحص البطارية فإذا قفز المؤشر إلى المنطقة الخضراء فالبطارية صالحة للاستعمال أما إذا كان تحت هذه النقطة فيجب استبدال بطارية الجهاز أو إعادة شحنها إذا كانت من النوع القابل للشحن . توقف عن استعمال الجهاز إذا كانت البطاريات ضعيفة حيث أن القراءات في هذه الحالة لا معنى لها أو غير مطابقة للواقع .
3- أمسك الجهاز وانظر بعين واحدة من خلاله ووجه الجهاز على السطح المراد قياسه ويعتبر السطح الذي يتم قياسه هو السطح الذي ينظر إليه من خلال الدائرة الداخلية التي تراها عند النظر من خلال مصوبة العين (الشاشة) (Viewfinder).
4- حرك زر التحكم إلى موقع " LUMINANCE INTERNAL CELL" ثم حرك زر تحديد مدى القراءات من القراءات العالية للدنيا حتى يعطي الجهاز قراءة انحرافية مناسبة وبالتالي فإن القراءة الحقيقية للنصوع (Luminance) هي محصلة ضرب قراءة الجهاز x المدى المستخدم .

Luminance = Meter Reading x Range Value Used

5- دون النتائج على الجدول الخاص بذلك.

النتائج والحسابات

بالإضافة إلى تدوين النتائج على مخطط الموقع يجب تدوين النتائج في جداول خاصة كالمبينة في جدول رقم 6-3، 6-4، 6-5 .وذلك من أجل المزيد من الحسابات المطلوبة.

جدول 6-3: تسجيل نَتائِجِ الإستضاءةِ

موقع القياس كما في مخطط رسم الموقع	مستوى الإستضاءةِ (لكس)	
	بالإضاءة الأصطناعية فقط	بالإضاءة الأصطناعية والإضاءة الموضعية
المجموع		
المعدل (متوسط)		

جدول 6-4: تسجيل نَتائِجِ الإستضاءةِ

السطح		النصوع شمعة/م^2	الإنعكاس = النصوع / متوسط الإستضاءة
الأرضية			
الجدران	1		
	2		
	3		
	4		
السقف			
أسطح الآلات الأفقية	1		
	2		
	3		
	إلخ		
أسطح الآلات العامودية	1		
	2		
	3		
	إلخ		

وبمقارنة النتائج مع معايير الإستضاءة الوطنية و/أو الدولية لمواقع العمل، يمكننا وضع قائمة بالمواقع التي تتطلب مزيد من الإهتمام. تتضمن التحسينات التوصية بعمل حملة نظافة عامة، إعادة زخرفة (ديكورة) الأرض أو إعادة تصميم نظام الإضاءة.

3-4-6 قياس معامل ضوء الشمس (النهار) (Day Light Factor)

طريقة القياس

يجب قياس حجم مكان العمل ورسم مخطط له تبين فيه أسطح العمل الرئيسية والمعدات، قياس مساحة النوافذ.

1- أغلق فتحة الكوَات فوق الخلية الضوئية للجهاز.
2- قف خارج المكان وأمسك الجهاز على إرتفاع مناسب لقراءة المؤشر، وجه فتحة الكوات باتجاه السماء الصافية (غير غائمة). لا يقاس معامل ضوء االشمس والسماء غائمة.
3- عدل ضابط الحساسية لكي يقرأ مؤشر الجهاز X1 أو X2 .وذلك، بصف إبرة الجهاز بالخط الذي يؤشر على X1 أو X2.
4- عد إلى الغرفة المراد إجراء القياس فيها، أطفئ جميع وحدات الإنارة.إفتح الخلية الضوئية للجهاز بإزالة فتحة الكوات، أمسك الجهاز في مواقع مختلفة من الغرفة وسجل القراءات في جدول خاص بذلك، ينصح بالتحرك بعيداً عن النافذة مسافة 0.5م. قد يكون من الضروري تغيير حساسية الجهاز.
5- كرّرْ هذا على إمتدادات مُخْتَلِفةِ عبر الغرفةِ لكي نضمن أن كامل مساحة الغرفة قد غطيت. يقترحَ بأنّ تَكُونُ الإمتدادات على مسافة 1م.

جدول 6-5: صفحة نتائج مقترحة لمعامل ضوء النهار

المسافة من النافذة	معامل ضوء النهار في الإمتداد									
(م)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	.....
0.5										
1.0										
1.5										
2.0										
2.5										
3.0										
3.5										
4.0										

النتائج

أنقل النتائج إلى المخطط وارسم خطوط من خلال نقاط ضوء الشمس المتساوية كما في شكل 6-4.

يحسب معامل ضوء النهار من خلال المعادلة:

$$DF = (Ei / E_{\circ}) \times 100\%$$

حيث:

Ei: الإستضاءة عند نقطة في الداخل

$E_{\circ}$: الإستضاءة في نفس الوقت في الخارج

4-4-6 قياس التباين (Contrast)

يدل التباين على النسبة العددية لفرق الإنارية بين جزئين أو شيئين ينظر إليهما معاً ويعبر عن ذلك بالعلاقة التالية:

$$\text{التباين (ب)} = \frac{| \text{إنارية الثاني} - \text{إنارية الأول} |}{\text{إنارية الأول}}$$

يوجد ثلاث درجات للتباين بين الشيء وبين الخلفية:

- تباين صغير حيث ب < 0.3
- تباين متوسط حيث ب = 0.31- 0.6
- تباين كبير حيث ب > 0.6

الفصل السادس

تقييم الضجيج

الضجيج

1-7 مقدمة

من الصعب أن تجد في البيئات الحديثة أماكن تخلو من الضجة، حتى الأشخاص في غرف المكاتب والحاسوب يعانوا من الضجيج بشكل قد يسبب لهم القلق والعديد مِنْ المواقعِ الصناعيةِ مشهورة بإناتجِها المستمر للضجيج.

إن عملية إنتاج الصوت وإنتقاله معقدة وتحتاج لمعرفة جيدة بالفيزياء والرياضيات، على أية حال، فإن التطور الحديث في الأجهزة مكن الناسُ اللذين لديهم معرفُه محدودة في عِلْم الصوتيات من إجراء تقييم جيد للبيئات الصاخبة التي يعمل فيها الناس.تَكونُ اَلحاجةُ لنصيحةِ الخبير مطلوبة الآن فقط إذا تطلّبت مستويات الضوضاءِ تخفيضاً أَوتطلب تصميم العملية بأدنى حد من إنتاجها للضوضاء.

ولكي نقيم المخاطر الصحية لبيئة العمل الصاخبة فمن الضروري قياس الجرعة الصوتية التي يتعرض لها العامل . وهذا يعني تقييم شدة الصوت، مدة التعرض وترددات الصوت الناتجة في موقع العمل.

الصوت هو أي تغير في ضغط الهواء يمكن أن تلتقطه طبلة الأذن وتنقلها إلى الدماغ. يقاس الضغط عادةً بوحدة نيوتن لكل متر مربع أو الباسكال (Pa). أدنى صوت يمكن أن تسمعه الاذن هو حوالي 0.00002 Pa. يعبر عن شدة الصوت بوحدة تسمى " الديسيبل وتختصر بالحرفين (dB)" وهي طريقة ملائمة للتعبير عن قيمة من الممكن أَنْ تأخُذَ مدى عريضاً جداً.

يقارن الديسيبل الصوت المقاس بعتبة السمع. يتم الحصول على قيمته بتَقسيم الضغطِ المتَضمّن لإنتاج واحد إلى آخر مرجعي ويعبر عنه بمقياس لوغاريتمي للأساس 10 بسبب القِيَمِ العددية الكبيرةِ التي يتم الحصول عليها.والديسيبل هو عشر البيل ويعرف رياَضياً كما يلي:

$$dB = 20\log_{10}(p_a / p_r)$$

حيث: p_a = ضغط الصوت للصوت المطلوب قياسه

p_r = ضغط الصوت المرجعي عند عتبة السمع، وهي 0.0002 Pa .

لتوضيح ذلك يبن جدول 7-1 بعض مستويات الأصوات اليومية العادية.

جدول (7-1) شدة الأصوات العادية

	الضغط Pa	البيل	الديسيبل
حد عتبة السمع	0.00002	0	0
مكتب هادئ	0.002	4	40
جرس منبه الساعة على بعد 1 م	0.2	8	80
غرفة محرك السفينة	20	12	120
محرك طائرة نفاثة	2000	16	160

في مقياس الديسيبل. يزداد مستوى الضجيج بمقدار الضعف كلما ارتفع المقياس بمقدار 3، بمعنى آخر، مستوى الصوت الذي مقداره 93 ديسيبل هو ضعف مستوى الصوت الذي مقداره90 ديسيبل. بمعنى آخر،جمع شدة الأصوات ليس عدديا وإنما حسب الجدول 7-2.

جدول (7-2) الطريقة البسيطة لجمع مستوى الأصوات بالديسيبل

الفرق بين المستويات بالديسيبل	**الإضافة إلى المستوى الأعلى**
0 أو 1	**3**
2 أو 3	**2**
4 – 9	**1**
10 +	**0**

2-7 التوزين (weighting)

الضجيج عبارة عن صوت يتكون من ترددات وشدات مُخْتَلِفةِ، يعبر عن شدة الضجيج بالطيف كما ذكر سابقاً،أو مجموعة من الترددات مجموعة مع بعضها البعض في قيمة واحدة. وكما أن أذن الإنسان أكثر حساسية لبعض الترددات دون الأخرى، فمن المحتمل أن تعَمَل زيادات على القراءات عن تلك الموجودة في الدائرة الإلكترونية لجهاز مستوى الصوت، وهذا يعني أن بعض الترددات تكبح والأخرى تزداد لكي يتم تقريبها لحساسية استجابة الأذن.

تعرف هذه الطريقة بالتوزين لقياس مستوى الصوت بالأسلوب الذي تتحسسه الأذن، وقد تم إيجادما يسمى بشبكات التوزين (**Weighting network**) حيث يوجد ثلاث شبكات مزودة بأجهزة القياس هي C, B, A وقد وجد حديثاً الشبكة الرابعة ولكنها محدودة الاستعمال. وأكثر الشبكات استعمالاً شبكة A حيث تعطي القراءات في dB A.

عند استخدام إحدى هذه الشبكات لإيجاد مستوى شدة الصوت ياستخدام جهاز محلل الذبذبات فإن علينا أن نجد محصلة الصوت الناتج باستخدام طريقة الجمع السابقة ولكن بعد أن نصحح النتائج باستخدام الجدول رقم 7-3 حيث يمثل هذا الجدول التجاوب النسبي لشبكات التوازن الثلاثة بالديسيبل.

جدول 7-3: تصحيح مركزتردد
المجموعة لتجاوب التوازن بالديسيبل

التردد Hz	شبكات تجاوب التوازن بالديسيبل		
	A	B	C
31.5	-39	-17	-3
62.5	-26	-9	-1
125	-16	-4	صفر
250	-9	-1	صفر
500	-3	صفر	صفر
1000	صفر	صفر	صفر
2000	1	صفر	صفر
4000	1	-1	-1
8000	-1	-3	-3

من المظاهر الأخرى للضجيج هي قياس مدة تعرض العامل إلى الضجيج عند مستويات مختلفة، ببساطة، فأن العامل يتعرض إلى مستويات متقلبة من الضجيج ولتحديد التعرض الفعلي خلال يوم العمل يستخدم جهاز قياس الجرعة الصوتية لتحديد هذا التعرض. أيضاً، تسبب الطرقات الناجمة عن المطارق والمكابس مستويات عالية من الضجيج وخلال فترة زمنية قصيرة،لذلك من الصعب تحديد الجرعة الفعلية التي يتعرض لها العامل خلال فترة العمل.

3-7 قياس مستوى (ضغط) الصوت Sound Level (Pressure) Meter

الأجهزة المطلوبة

- جهاز قياس مستوى الصوت يحتوي على شبكة التوزين الذبذبي (A) شكل رقم (7-1).
- جهاز معايرة مناسب لجهاز قياس مستوى الصوت.
- مفك.
- منصب ثلاثي لتثبيت الجهاز عليه ولكنه ليس ضروري.

طريقة القياس

1. تأكد من صلاحية البطارية وذلك بتحريك/ بضغط مفتاح التشغيل (Off / On) إلى وضعية التشغيل (حسب نوع الجهاز) ومن ثم الضغط على زر

فحص صلاحية البطارية، يجب أن يصل المؤشر إلى موقع Bat. Ok. إذا لم يصل المؤشر إلى الموقع يجب إستبدال البطارية بأخرى جديدة.

2. شغل الجهاز واتركه يسخن لمدة لا تقل عن دقيقتين.
3. عاير الجهاز كما يلي: أنزع غطاء الميكرفون، لائم جهاز المعايرة على المايكروفون وضع الجهاز على مقياس شبكة التوزين الذبذبي A، إذا كان للجهاز مفتاح إستجابة سريع بطئ ضعه على وضع سريع، شغل جهاز المعايرة ولاحظ قراءة الجهاز فإذا كانت القراءة غير دقيقة أضبط القراءة بتحريك برغي المعايرة باستعمال مفك صغير حتى تحصل على القراءة الدقيقة.
4. لقياس التعرض إلى الضجيج إنزع غطاء المايكروفون، شغل الجهاز، أمسكه بيدك بحيث تكون بعيدة عن جسمك بمقدار طول الذراع وبارتفاع لا يقل عن 1 م عن سطح الأرض ووجه الميكروفون إلى مصدر الضجيج واقرأ مستوى الضجيج. ينصح بوضع مفتاح الإستجابة على وضع بطئ خاصة إذا كانت القراءة متقلبة.

ملاحظة: ينصح بوضع الجهاز على منصب ثلاثي وذلك لتقليل تأثير جسم الفاحص على مستوى الصوت بحيث يبعد عنه مسافة لا تقل عن 2/1 متر.

5. إذا كان العامل على آلة صاخبة ينصح بقياس ضوضاء الخلفية وذلك بإطفاء الآلة وإعادة الخطوة رقم 4.

شكل 7-1: جهاز قياس مستوى الصوت

النتائج

يجب مقارنة النتائج بمعايير التعرض إلى الضجيج والتي حددت في معظم الدول بمقدار 85 ديسيبل لمدة 8 ساعات. وهذا يعني أنه كلما ارتفع مستوى الصوت يجب تخفيض زمن تعرض العمال له.

4-7 قياس الضجيج المستمر باستخدام جهاز محلل الذبذبات

الأجهزة المطلوبة

- جهاز قياس مستوى الصوت مجهز بفلتر شريط ثماني شكل رقم (7-2).
- جهاز معايرة مناسب لجهاز قياس مستوى الصوت.
- مفك.
- منصب ثلاثي لتثبيت الجهاز عليه ولكنه ليس ضروري.

طريقة القياس

1. تأكد من صلاحية البطارية وذلك بتحريك/ بضغط مفتاح التشغيل (/ Off On) إلى وضعية التشغيل (حسب نوع الجهاز) ومن ثم الضغط على زر فحص صلاحية البطارية، يجب أن يصل المؤشر إلى موقع Bat. Ok. إذا لم يصل المؤشر إلى الموقع يجب إستبدال البطارية بأخرى جديدة.
2. شغل الجهاز واتركه يسخن لمدة لا تقل عن دقيقتين.
3. عاير الجهاز كما يلي: أنزع غطاء الميكرفون، لائم جهاز المعايرة على المايكروفون،إختر مدى القياس المناسب لناتج جهاز المعايرة،على مجموعة الفلتر، ضع مفتاح إختيار نطاق التردد على المجموعة المناسبة لتردد جهاز المعايرة، شغل جهاز المعايرة ولاحظ قراءة الجهاز فإذا كانت القراءة غير دقيقة أضبط القراءة بتحريك برغي المعايرة باستعمال مفك صغير حتى تحصل على القراءة الدقيقة.
4. حدد المواقع المراد القياس فيها، ويفضل أن تكون في أماكن تواجد العاملين.
5. للحصول على طيف الصوت: إنزع غطاء المايكروفون، شغل الجهاز على وضع "فلتر" ومفتاح الاستجابة على وضع بطيء وضع الجهاز على مقياس شبكة التوزين الذبذبي A، أمسكه بيدك بحيث تكون بعيدة عن جسمك بمقدار طول الذراع وبارتفاع لا يقل عن 1 م عن سطح الأرض ووجه الميكروفون إلى مصدر الضجيج، ضع مفتاح إختيار نطاق التردد على موقع 32.5 Hz وكرر العملية لكل مجموعة تردد حتى تصل إلى مجموعة التردد 16 kHz واقرأ مستوى الضجيج وسجله على النماذج الخاصة بذلك.

ملاحظة: ينصح بوضع الجهاز على منصب ثلاثي وذلك لتقليل تأثير جسم الفاحص على مستوى الصوت بحيث يبعد عنه مسافة لا تقل عن 2/1 متر.

6. للتأكد من النتائج التي حصلت عليها، أطفئ الفلتر وضع الجهاز على مقياس شبكة التوزين الذبذبي A وقس مستوى الضجيج.

شكل 7-2: جهاز قياس مستوى الصوت مجهز بفلتر شريط ثماني

النتائج

ضع النتائج التي حصلت عليها على منحنى تقدير الضجيج المبين في الشكل 7-3، أوصل النقاط بخط مستقيم، إفحصْ شكلَ الطيفِ لتحديد فيما إذا أن النتائج ثابتة عند كل الترددات أو أن هناك ترددات عندها مستويات ضجيج أعلى من غيرها.

يمكن الحصول على مقدار مستوى الضجيج للطيف من خلال جمع شدة الضجيج لنطاق المجموعات حتى الحصول على قيمة واحدة. وذلك باستعمال طريقة جمع الأصوات الموجودة في جدول 7-2.

مثال: ما هو مستوى الصوت بالديسيبل A للأصوات المبينة في الجدول التالي بعد أن تم الحصول عليها باستخدام جهاز تحليل الذبذبات.

مركزتردد المجموعة Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
المستوى المقاس dB	65	74	76	78	78	75	72	67
الأرقام التصحيحية لشبكة A	-26	-16	-9	-3	0	+1	+1	-1
ناتج الجمع الجبري	39	58	67	75	78	76	73	66
ناتج الجمع من جدول 2-5	58		76		80		74	
	76				81			
	82 dB(A)							

الحل = 82 dB(A)

5-7 قياس مكافئ مستوى الضجيج المتقلب في موقع العمل

الأجهزة المطلوبة

- جهاز قياس مستوى الصوت المتكامل.
- جهاز معايرة مناسب لجهاز قياس مستوى الصوت.
- مفك.
- منصب ثلاثي لتثبيت الجهاز عليه ولكنه ليس ضروري.

طريقة القياس

1. تأكد من صلاحية البطارية وذلك بتحريك/ بضغط مفتاح التشغيل (Off / On) إلى وضعية التشغيل (حسب نوع الجهاز) ومن ثم الضغط على زر فحص صلاحية البطارية، يجب أن يصل المؤشر إلى موقع Bat. Ok. إذا لم يصل المؤشر إلى الموقع يجب إستبدال البطارية بأخرى جديدة.
2. شغل الجهاز واتركه يسخن لمدة لا تقل عن دقيقتين.
3. عاير الجهاز كما يلي: أنزع غطاء الميكرفون، لائم جهاز المعايرة على المايكروفون وضع الجهاز على مقياس شبكة التوزين الذبذبي A ووضع SPL، إختر مدى القياس المناسب لناتج جهاز المعايرة، إذا كان للجهاز مفتاح إستجابة سريع بطئ ضعه على وضع سريع، شغل جهاز المعايرة ولاحظ قراءة الجهاز فإذا كانت القراءة غير دقيقة أضبط القراءة بتحريك برغي المعايرة باستعمال مفك صغير حتى تحصل على القراءة الدقيقة.
4. حدد المواقع المراد القياس فيها، ويفضل أن تكون في أماكن تواجد العاملين.
5. حدد مكان الجهاز في المواقع المراد القياس فيها، ويفضل أن تكون في أماكن تواجد العاملين أو قريبة منهم.لأنه قد تترك لفترة من الوقت لذلك يفضل أن تثبت على منصب ثلاثي.
6. لقياس مكافئ مستوى الضجيج إنزع غطاء المايكروفون، شغل الجهاز وضعه على وضع L_{eq} في اللحظة التي يبدأ العامل التعرض فيها إلى الضجيج.
7. في نهاية فترة العمل اقرأ مكافئ مستوى الضجيج ودونها في النماذج الخاصة بذلك.

النتائج

يجب مقارنة النتائج بمعايير التعرض إلى مكافئ مستوى الضجيج والتي حددت في معظم الدول بمقدار 85 ديسيبل لمدة 8 ساعات. يبين الجدول رقم 7-5 زمن التعرض للمستويات التي تزيد عن 90 ديسيبل، أي كلما زاد مستوى الضجيج يجب تخفيض مدة التعرض.

جدول رقم 7-5: مستوى شدة الصوت
وأقصى مدة مسموح بها للتعرض

مستوى شدة الصوت dB(A)	أقصى مدة للتعرض
90	8 ساعات
93	4 ساعات
96	ساعتان
99	ساعة
102	30 دقيقة
105	15 دقيقة
108	7 دقائق
111	4 دقائق
114	دقيقتان
117	دقيقة واحدة
120	30 ثانية

6-7 قياس الجرعة الصوتية (Personal dosimeter)

من أجل تقييم درجة الخطورة السمعية التي يتعرض لها العامل خلال فترة عمله، فمن المفيد مراقبة العامل أكثر من مكان العمل. وخصوصاً إذا كان العامل يتعرض إلى مستويات مختلفة من الضجيج أو في الحالات التي يتعذر فيها استعمال جهاز قياس مستوى الصوت المتكامل بسبب طبيعة العمليات التي تتم في مواقع العمل. لذلك تم تصميم جهاز قياس الجرعة الصوتي والذي لاقى قبولاً من قبل العمال لصغر حجمه وخفة وزنه.

الأجهزة المطلوبة

- جهاز قياس الجرعة الصوتية شكل رقم (7-4).
- جهاز معايرة مناسب لجهاز قياس مستوى الصوت.
- مفك.

طريقة القياس

تختلف طريقة القياس من جهاز لآخر وذلك حسب الشركة الصانعة، لذا على مستخدم الجهاز قراءة التعليمات المرفقة معه والتي توفرها الشركة الصانعة له. وإليكم بعض التوجيهات العامة أثناء قياس الجرعة الصوتية:

1. تأكد من صلاحية البطارية وذلك بتحريك/ بضغط مفتاح التشغيل (Off / On) إلى وضعية التشغيل (حسب نوع الجهاز) ومن ثم الضغط على زر فحص صلاحية البطارية، يجب أن يصل المؤشر إلى موقع Bat. Ok. إذا لم يصل المؤشر إلى الموقع يجب إستبدال البطارية بأخرى جديدة.
2. شغل الجهاز وامسح جميع القراءات السابقة من الذاكرة.
3. يجب معايرة الجهاز قبل الاستعمال وحسب توجيهات الشركة الصانعة.
4. ضع المايكروفون كلما أمكن بالقرب من أذن العامل وذلك بتعليقه على قبة القميص أو ربطه بحافة الخوذة.يجب أخذ الحيطة والحذر لضمان عدم

تعرض المايكروفون للطرق لأن ذلك يؤدي إلى إعطاء قراءات أعلى من الواقع. كذلك يجب تغطية المايكروفون أثناء القياس.

5. في نهاية فترة العمل اقرأ النسبة المئوية على شاشة القراءة ودونها في النماذج الخاصة بذلك.

النتائج

بعد تحويل النسبة المئوية إلى تعرّض العاملِ الحقيقي، يمكن الحكم على تعرض العامل إلى مستويات أعلى أو أدنى من الحدود المسموح فيها وحسب جدول 7-5.وبالتالي اتخاذ الإجراءات الضرورية لتخفيض تعرض العامل إلى الضجيج.

شكل 7-4: جهاز قياس الجرعة الصوتية

7-7 الضجيج النبضي (Impulsive Noise)

وهو الضجيج الذي يحتوي على نبضات متحولة متكررة الحدوث أو غير متكررة الحدوث، فالضجيج الناجم عن مطرقة ثقالة (Jack Hammer) هو نبضي متكرر، بينما الناجم عن طلقات سلاح ناري هو نبضي غير متكرر.

يوصى بأن لا يتجاوز التعرض إلى الضجيج النبضي عن القيم المذكورة في جدول رقم 7-6 . وأن لا يسمح بأي تعرض تزيد قيمة مستوى ضغط صوته عن 140 ديسيبل. ويعتبر الضجيج نبضي إذا كانت الإختلافات في مستويات الضجيج والتي تَتضمّنُ حدود قصوى على فترات أكثر مِنْ واحدة في الثانية. وإذا كانت الفترات أقل من ثانية واحدة، يعتبر الضجيج مستمراً.

جدول رقم 7-6: قيم الحدود العتبية للضجيج النبضي

مستوى الصوت بالديسيبل*	عدد الطرقات او النبضات المسموح التعرض لها في اليوم
140	100
130	1000
120	10000

*ذروة مستوى ضغط الصوت بالديسيبل

الفصل السابع

تقييم الكائنات الحية الدقيقة المحمولة بالهواء

اعتيان الكائنات الحيه الدقيقه المحموله بالهواء

1-8 مقدمة

يوجد العديد من الكائنات الحيه الدقيقه والتي قد تكون عالقه بالهواء في مواقع عمل مختلفه على شكل بكتيريا، فيروسات، ابواغ، ريكتسيا، وفطريات، وتشمل مصادرها العديده الانسان، الحيوانات، الكائنات، المرضيه (المعديه) التي تستعملها المختبرات، المطابخ، والأماكن التي تتواجد فيها المياه الراكده عند درجات حراره مناسبه لحضانتها وتكاثرها. لذلك يفترض بأن كل شخص في العمل، المنزل وفي أي مكان آخر عرضة لهذه الكائنات. في معظم الحالات تكافح آليات الدفاع في الجسم البشري هذه التعرضات ولكن استمرار الاتصال مع الكائنات الحيه الدقيقه أو التعرض المستمر الى السلالات السامه منها قد يؤدي الى حدوث رد فعل عكسي على الجسم البشري (مرض).

الأجهزه والأدوات المستخدمه

- جهاز اعتيان البكتيريا المحموله بالهواء شكل (8-1) و (8-2).
- صحن بتري (Petri-dish) مملوء بمادة غذائيه (الآجار)
- مضخه سحب هواء معايره.
- حاضنه (Incubator).
- جهاز عد المستعمرات شكل (8-3) (Colonies- Counter)

2-8 طريقة الإعتيان

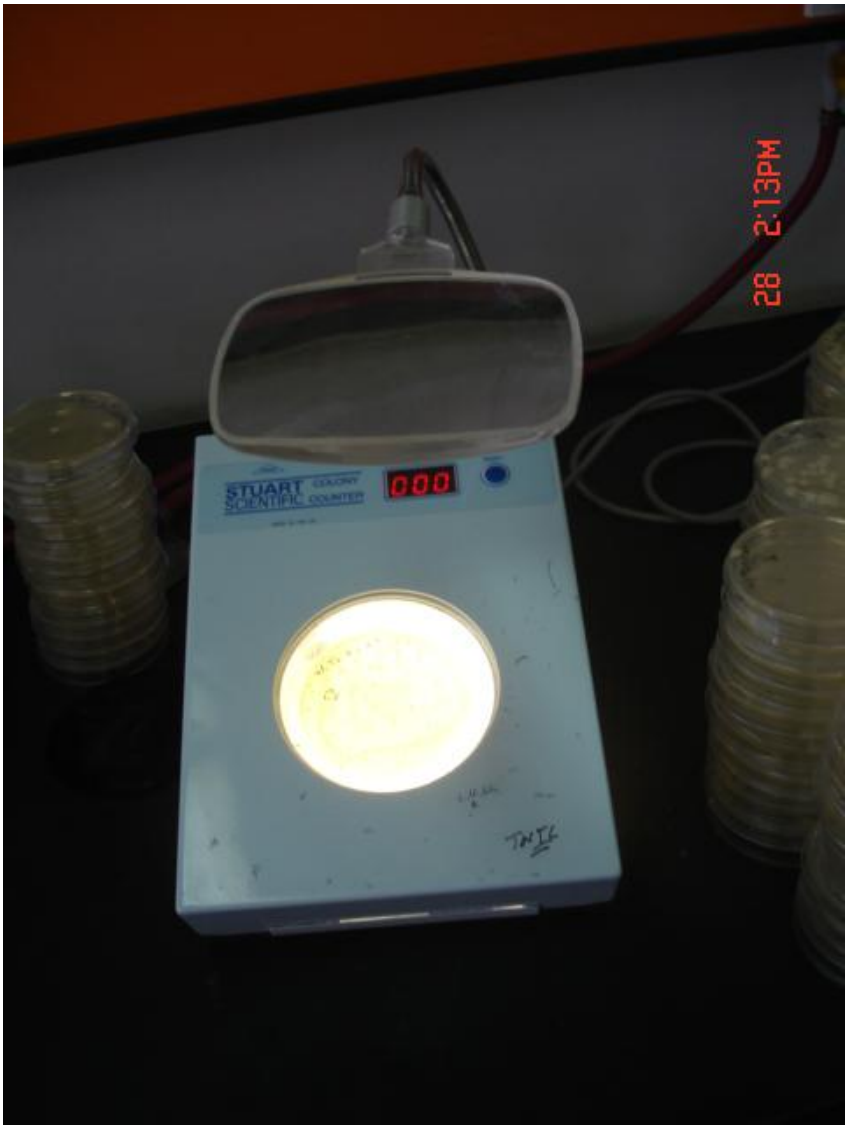
01 ضع صحن بتري المملوء بالآجار على القرص الدوار في جهاز أخذ عينة البكتيريا.
02 اضبط وضع القرص الدوار مع صحن بتري على المسافه الصحيحه من فرضة الاعتيان (Slit) باستخدام مفتاح التحكم الزجاجي.
03 شغل مضخة سحب الهواء واضبط معدل سحب الهواء وسرعة القرص الدوار وسجل زمن التشغيل.
04 عند الانتهاء من فترة الاعتيان سجل الزمن.
05 ضع صحن بتري في الحاضنه لمدة 24- 48 ساعه على درجة حراره 37م°.
06 قم بوضع الصحن على جهاز عد المستعمرات وعد المستعمرات المتكونه وسجل الرقم.

3-8 حساب تركيز الكائنات الحية الدقيقة

من الضروري اولا معرفة كمية الهواء المار على صحن بتري وذلك من خلال ضرب معدل سحب الهواء مع الزمن المنقضي في اخذ العينه بالدقائق (معدل التدفق × الزمن بالدقائق). وبعد ذلك قم بتحويل اللترات الى المتر المكعب (م3) وبقسمة عدد المستعمرات على الحجم (م3) نستطيع الحصول على تركيز البكتيريا.

ملاحظه : اذا كان عدد المستعمرات كبيراً جداً وكانت المستعمرات متداخله على صحن بتري نوصي بإعادة الإعتيان لفترات متفاوته 5 دقائق ،10، 15، 20 25، 30 دقيقه 000الخ.

شكل 8-2: معدات أخذ عينات حيوية



شكل 8-3: جهاز عد المستعمرات

المراجع

1- "محمد فؤاد" خليفة بني عواد، التقييم البيئي لمخاطر بيئة العمل – دليل عملي – المعهد العربي للصحة والسلامة المهنية، دمشق، 2007