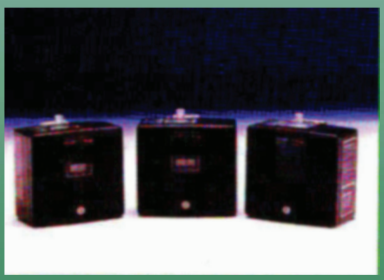
منظمة العمل العربية
المعهد العربي للصحة والسلامة المهنية
دمشق

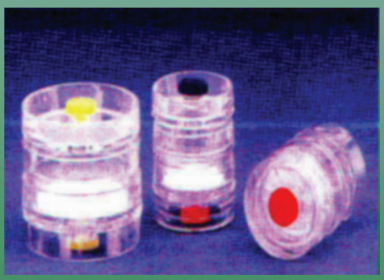




اعتيان وقياس ملوثات هواء بيئة العمل

(دليل أولي)





إعداد
محمد فؤاد خليفة بني عواد

منشورات المعهد العربي للصحة والسلامة المهنية
دمشق 2003

منظمة العمل العربية
المعهد العربي للصحة والسلامة المهنية
دمشق

اعتيان وقياس ملوثات هواء بيئة العمل

(دليل أولي)

إعداد
محمد فؤاد خليفة بني عواد

منشورات المعهد العربي للصحة والسلامة المهنية
دمشق 2003

جميع المراسلات توجه باسم مدير المعهد العربي للصحة
والسلامة المهنية بدمشق على العنوان:
الجمهورية العربية السورية - دمشق - صندوق بريد 5770

تقديم

ينجم عن الأنشطة الصناعية المختلفة انتشار العديد من الملوثات في هواء بيئة العمل مثل الغازات والأبخرة والأغبرة والتي قد تتضمن خطورة محتملة على صحة العمال المعرضين ما لم يتم اتخاذ إجراءات الوقاية والسيطرة الملائمة. من هنا تتبع أهمية مراقبة بيئة العمل ورصد وتقييم الأخطار الناجمة عن ملوثات بيئة العمل بمختلف أنواعها بما فيها ملوثات الهواء بطرق تقييم ورصد صحيحة ومقبولة وتحليل ومقارنة نتائج المراقبة والرصد مع المعايير والمؤشرات المعتمدة في إطار حماية وحفظ صحة العمال وبيئة العمل والبيئة المجاورة.

ويأتي هذا الكتاب حول **(اعتيان وقياس ملوثات هواء بيئة العمل)** ليلقي الضوء على بعض الطرق المستخدمة في هذا المجال مع شرح لها والأجهزة والأدوات المستخدمة فيها، كما يتضمن الكتاب عدداً من الجداول والأشكال التي تدعم المعلومات الواردة فيه وتسهل فهمها واستيعابها. إلا أنه لا يزال هناك الكثير من الطرق الأخرى الهامة التي لم يناقشها الكتاب ولا بد للاطلاع عليها من الرجوع إلى المصادر العلمية الخاصة بهذا الموضوع. وتجدر الإشارة إلى أننا سنعمد في المعهد من خلال خطط العمل المستقبلية إلى استكمال مختلف الجوانب الفنية المتعلقة بالموضوع من خلال إعداد دليل استرشادي حول (قياس وتقييم ملوثات بيئة العمل).

ونجد لزاماً علينا أن نوجه بطاقة شكر إلى السيد الخبير محمد فؤاد خليفة بني عواد لتعاونه المخلص وجهوده الطيبة في إصدار هذا المنشور والذي حرصنا للأمانة على تقديمه كما ورد من السيد الخبير.

نأمل أن نكون قد وفقنا في تقديم المعلومة الصحيحة والمفيدة بما يحقق الغاية المرجوة في تعميم الفائدة على أطراف الإنتاج الثلاثة ومختلف الجهات المعنية بمسائل حماية بيئة العمل على امتداد الساحة العربية.

والله ولي التوفيق

د. محمود ابراهيم

المحتويات

تقديم 5

1. مقدمة 9

2. معايير الصحة والسلامة المهنية في التعرض المهني 11

3. أسس تقييم التعرض المهني لملوثات هواء بيئة العمل 17

4. الاعتيان المهني للغازات والأبخرة 25

1.4 مدخل 25

2.4 طرق اعتيان الكيماويات المحمولة بالهواء 26

1.2.4 طريقة الجمع 27

- جمع الغازات باستخدام حقائب جمع العينات 29

2.2.4 طرق الادمصاص 34

- جمع العينات باستخدام طريقة الانتشار 36

- اعتيان الغازات باستخدام طريقة البقبقة (الفقاقيع) 41

5. الاعتيان المهني للأغبرة 45

1.5 مدخل 45

2.5 طرق الاعتيان المهني للأغبرة 47

1.2.5 الاعتيان بطريقة المرشح 47

- قياس الغبار الكلي العالق بالهواء باستخدام فلتر الوجه المفتوح قطر 25 ملم أو 37 ملم 58
- قياس تركيز الأغبرة القابلة للاستنشاق العالقة بالهواء باستخدام جهاز الفصل الدوامي (المخروطي) 64

3.5 اعتيان وعد ألياف الأسبست العالقة بالهواء 68

6. معايرة أجهزة اعتيان ملوثات هواء بيئة العمل 75

1.6 اختيار الفلتر وحامل الفلتر ليناسب غباراً أو دخاناً أو ضباباً محدداً 75

2.6 معايرة معدل التدفق باستخدام طريقة فقاعة الصابون 77

7. المراقبة والقياس المباشر لملوثات هواء بيئة العمل 83

1.7 أجهزة القراءة المباشرة 83

1.1.7 أجهزة القراءة المباشرة للغازات والأبخرة 83

- أنابيب الكشف اللونية 88

2.1.7 أجهزة القراءة المباشرة للأغبرة 100

2.7 قياس أبخرة المذيبات العضوية 102

3.7 تعقب سلوك غيمة الأغبرة باستخدام حزمة تندل 106

4.7 اعتيان الكائنات الحية الدقيقة المحمولة بالهواء 108

8. قائمة المصطلحات 113

9. المراجع 119

1. مقدمة

أدَّى التقدم الصناعي الكبير في الدول العربية في العقدين الأخيرين إلى دخول العديد من المواد الكيماوية بكافة أشكالها مما نجم عنه تعرض العمال إلى مخاطر هذه المواد، بالإضافة إلى تطور التشريعات المتعلقة بالسلامة والصحة المهنية والتي تفرض على أصحاب العمل ضمان توفير جو عمل صحي ومريح. ومن أجل تقييم درجة الخطورة على العاملين فمن الضروري قياس تركيز و/أو شدة المخاطر المتوقعة، والتي تكون على صورة أغبرة أو غازات وأبخرة أو ملوثات أخرى.

يهدف هذا الدليل إلى تزويد الأخصائيين العاملين في مجال تقييم التعرض لملوثات هواء بيئة العمل بمعلومات تتعلق بالمبادئ العامة لاعتيان وقياس المخاطر المهنية في بيئة العمل، حيث يعتبر اعتيان وقياس المخاطر المهنية إحدى المهام الرئيسة للعاملين في مجال حماية بيئة العمل وتتلخص هذه المهام في ما يلي :

1 ـ التعرف على المخاطر المهنية

Recognition of Occupational Hazards

2 ـ توقع التعرض إلى هذه المخاطر

Anticipation of Occupational Hazards

3 ـ تقييم المخاطر المهنية

Evaluation of Occupational Hazards.

4 ـ السيطرة على هذه المخاطر

Control of Occupational Hazards

وذلك حتى تكون بيئة العمل آمنة وخالية من كل ما من شأنه أن يؤدي إلى الإضرار بصحة العاملين أو تعريضهم للأذى أو التأثير سلبياً على البيئة المجاورة وقاطنيها . فإذا ما تبين وجود أو احتمال وجود مخاطر مهنية لابد من اعتيان وقياس هذه المخاطر بالطرق العلمية الصحيحة فإذا كان مستوى هذه المخاطر أو درجة

تركيزها في جو العمل يفوق ما هو متوقع أو مقبول صحياً وقانونياً ، يصبح من الضروري اتخاذ الخطوات الضرورية للحد من هذه المخاطر والسيطرة عليها وهذه الحماية لن تتم إلا إذا كانت مبنية على تقييم صحيح . وسنستعرض هذه الطرق المختلفة لتقييم المخاطر المهنية لاحقاً. ويسبق عملية الاعتيان والقياس عادة التعرف على المخاطر المهنية التي قد تكون موجودة أو يحتمل وجودها أو تكونها مستقبلاً في بيئة العمل ويتطلب هذا التعرف معرفة العمليات الصناعية والأنشطة المهنية المختلفة في بيئة العمل وإعداد قائمة بكل المواد الداخلة في العملية أو المنتجة وهذه المعلومات تعطي صورة واضحة عن بيئة العمل والعاملين فيها والمواد المستعملة أو الداخلة في العمليات الصناعية والمخاطر التي تنتج عن التعرض لمثل هذه المواد.

كما يزود هذا الدليل العاملين في مجال الرقابة الصحية بسلسلة من التعليمات التي تغطي طرقاً مختلفة للاعتيان والمراقبة. كما يبين الأنواع المختلفة من الأجهزة والأدوات والمعدات المستخدمة في مهام اعتيان وقياس ملوثات هواء بيئة العمل.

كما أن هناك عدة أسباب ومبررات للقياسات البيئية في بيئة العمل، مثل تقييم مستوى التعرض المهني للعمال، وتزويد المهندسين والقائمين على السيطرة على مخاطر بيئة العمل بالمعلومات الضرورية لتمكينهم من تصميم وسائل السيطرة الفعالة.

كما تجدر الإشارة هنا إلى أن الهدف الرئيسي والهام لإجراء تقييم وقياس مخاطر بيئة العمل هو دعم نتائج الرصد الحيوي الذي يجري للعمال الذين تعرضوا لمصادر ملوثة بهواء بيئة العمل سواء كان هذا التعرض ضمن أو خارج حدود التعرض المقررة من وجهة صحية أو قانونية. حيث يساهم مثل هذا التقييم الذي يطلق عليه بالمعتاد (القياس البيئي) في تفسير نتائج هذا الرصد بشكل علمي.

2. معايير الصحة والسلامة المهنية في التعرض المهني:

يهدف تحليل هواء بيئة العمل إلى تحديد التراكيز في الهواء لمادة معينة ومقارنة النتائج بمعايير الصحة والسلامة المهنية . تعرف هذه المعايير بحدود تراكيز المواد الكيميائية التي يعتقد أنه إذا تعرض لها العمال بشكل متكرر لا تظهر على معظمهم أثار ضارة .

يوجد في بعض الدول حدود تعرض وطنيه خاصة بها لكن الأكثر شيوعا وانتشاراً عالميا هي قيم حدود العتبة (threshold limit values الموضوعة من قبل الجمعية الأمريكية الحكومية لأخصائيي السلامة (ACGIH) وتنشر سنويا مع التعديلات وقد تم تبنيها من قبل معظم بلدان العالم الصناعي.

تعرف (TLVs) بأنها تراكيز المواد في الهواء التي يعتقد بأنه إذا تعرض لها أو دونها العمال بشكل متكرر يومياً لا تظهر على معظمهم أثار ضارة. يمكن للأشخاص ذوي الاستعداد الشخصي أن تظهر عليهم أعراض عدم الراحة وقد تظهر على نسبة ضئيلة منهم تأثيرات صحية ضارة .

تقسم حدود العتبة إلى ثلاث فئات :

أ- المعدل الزمني للتعرض

(TLV- Time Weighted Average (TLV-TWA))

وهو معدل التركيز من أجل ثماني ساعات عمل يوميا أو أربعين ساعة عمل أسبوعياً والذي يمكن أن يتعرض له العامل باستمرار بدون ظهور تأثيرات ضارة.

ب - التعرض قصير الأمد

(TLV- STEL) TLV-Short Term Exposure Limit

وهو معدل التركيز الذي يمكن أن يتعرض له العمال لمده خمس عشرة دقيقة دون معاناة من تأثيرات صحية كالفعل المهيج أو الأضرار النسيجية المزمنة أو غير القابلة للتراجع أو الفعل المخدر والذي يمكن أن يصل إلى درجة قد تؤدي إلى

حادث. يجب أن لا يتكرر هذا النوع من التعرض لأكثر من أربع مرات كل يوم عمل بفاصل ستين دقيقة بين كل تعرضين متتاليين.

ج - الحد السقفي TLV- Ceiling (TLV – C)

وهو التركيز الذي ينبغي عدم تجاوزه في العمل في أية لحظة.

وهنا يجب الإشارة إلى أن حدود التعرض هي خطوط موجهة وليست حداً فاصلا بين الأمان والخطر الصحي وهي تستخدم كدليل للسيطرة على التعرض للملوثات في الهواء.

د - ملحوظة ((skin)) ((جلد))

توضع هذه الملحوظة في جداول حدود السماحية بجانب بعض المواد للدلالة على إمكانية حدوث امتصاص للمادة عن طريق الجلد والأغشية المخاطية المتوفرة. ملحوظة ((Skin)) تهدف للإشارة إلى أن التعرض الكلي لمادة ما سوف يزداد عن طريق الامتصاص الجلدي في حال عدم اتخاذ إجراءات وقائية مناسبة لحماية الجلد.

يعبر عن تراكيز ملوثات الهواء في جداول السماحية بوحدة (جزء من مليون جزء PPM) أو بوحدة (المليغرام في متر مكعب من الهواء mg/m^3)

يمكن إجراء تحويل بين هاتين الوحدتين عن طريق المعادلتين التاليتين:

$$\text{جزء بالمليون} = \frac{24.45}{\text{الوزن الجزيئي}} \times \text{ملغ /م}^3$$

$$\text{ملغ /م}^3 = \frac{\text{الوزن الجزيئي}}{24.45} \times \text{جزء بالمليون}$$

• **اختيار 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 انه يشكل نموذجاً سلبياً للعمال الذين ينظرون إليه كنموذج يحتذى في اتباع سبل الحماية الشخصية ففي الوقت الذي يطلب فيه من العاملين الالتزام باستعمال وسائل الحماية الشخصية يكون 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 .

• **قياس التعرض المهني للملوثات**

إن عملية تقييم المخاطر المهنية عبارة عن برنامج مستمر ومتكامل يشمل الملاحظات والقياس والحكم بناء على ذلك إن كان هناك تجاوز للحدود العتبية أم لا وهذه كلها تعتبر خطوات ضرورية جداً للتعرف على المخاطر الصحية التي يمكن أن يتعرض لها العمال ومدى كفاءة أجهزة وسبل الحماية. وتتطلب الرقابة وعياً كاملاً بالمخاطر المهنية وخبرة عميقة في مجال الإصحاح المهني ولا تعتمد الرقابة على أخذ عينات من الهواء الذي يتنفسه العامل أو تقييم الوضع الصحي للعامل فقط بل هناك أربعة أنواع أو نظم للرقابة المهنية والصحية للعمل وهي رقابة شخصية ورقابة بيئية ورقابة حيوية ورقابة طبية .

آ. **الرقابة الشخصية**

هي عبارة عن قياس مستوى التعرض الشخصي للمخاطر المهنية وهنا لابد من أن يوضع جهاز القياس أو الاعتيان (أخذ العينة) أقرب ما يكون إلى الأنف حيث منطقة عبور الملوثات إلى الجهاز التنفسي .

ب . الرقابة البيئية

عبارة عن قياس تركيز الملوثات البيئية في منطقة العمل حيث يوضع جهاز القياس أو أخذ العينات في المنطقة التي يتواجد فيها العامل.

إن الهدف العام لتقييم التعرض المهني للملوثات هو الحصول على معلومات عن خواص وتركيز الملوثات في هواء منطقة عمل معينة خلال فترة زمنية محدودة. وهناك أسلوبان أساسيان لتقييم التعرض المهني للملوثات وهما:

آ . أخذ العينات عن طريق تمرير كمية محدودة من الهواء خلال وسط جمع مناسب أو ورق ترشيح تتجمع عليه الملوثات التي يحملها الهواء في هذا الوسط أو على ورق الترشيح ويجري بعد ذلك تحليل الوسط لتحديد كمية الملوثات ومكوناتها.

ب ـ استعمال أجهزه القياس المباشر في المواقع Direct Reading Instruments.

وفي كلتا الحالتين يتم تقييم خواص الملوثات وأهم هذه الخواص:

- تركيز الملوثات في وحدة حجم من الهواء ملغم /م^3 أو جزء في المليون.
- طبيعة الملوثات (نوعها).
- تقييم فعالية نظم السيطرة والتحكم بالملوثات (انتشارها في بيئة العمل).

وإن الخاصتين الأوليتين مهمتان لأن التأثير الصحي للملوثات يعتمد بالدرجة الأولى على كمية الملوث التي تدخل إلى الجهاز التنفسي وهذا بدوره يعتمد على تركيز الملوثات في الهواء كما يعتمد التأثير الصحي أيضا على طبيعة الملوثات (عضوية وغير عضوية).

ج . الرقابة الحيوية

وتتضمن قياس التغييرات التي تطرأ على سوائل الجسم أو أنسجته أو هواء الزفير وذلك بهدف تقييم ما امتصه الجسم من المواد الخطرة. ويمكن الاستدلال من

ذلك على مدى كفاءة وسائل السيطرة والتحكم ولا تعتبر الرقابة الحيوية بديلاً عن الرقابة البيئية أو الشخصية ولكنها تعتبر مكملة لها.

د . الرقابة الصحية

ونعني بذلك الفحص الطبي للعمال لتقييم مدى تأثرهم بالمخاطر المهنية في بيئة العمل. ومن الجدير بالذكر أن الرقابة الصحية تزودنا بالمعلومات الخاصة بالمخاطر المهنية بعد التعرض لهذه المخاطر. في حين أن الرقابة الشخصية والرقابة البيئية تعطي صورة عن المخاطر المتواجدة في بيئة العمل والتي تؤثر صحياً على العامل.

3. أسس تقييم التعرض المهني لملوثات هواء بيئة العمل:

تعني استراتيجية تقييم التعرض المهني لملوثات هواء بيئة العمل بأنها الخطة المتكاملة لعملية تقييم مستوى الملوثات في هواء بيئة العمل وعلى ضوء ذلك يتم اتخاذ القرار المناسب . وقبل إجراء عمليات القياس واستناداً لنتائج إجراء تقييم تمهيدي (أولي) لمواقع القياس لابد من إعداد قائمة بالمعدات والأدوات المطلوبة (حسب الطريقة المعتمدة للقياس) وتوفير هذه المعدات وإجراء معايرة للأجهزة المستعملة وكذلك توفير واستعمال أجهزة الوقاية الشخصية أثناء عملية القياس . كما يجب أن يدرك الاختصاصي بان 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 واحدا بل هم يتحركون باستمرار وقد يكون لتحركهم ونشاطهم دور في إثارة ملوثات هواء بيئة العمل وبعثها أو زيادة تركيزها في بيئة العمل .

وقبل البدء بإجراء قياس الملوثات في هواء بيئة العمل. وبعد تحديد أشكال ملوثات الهواء التي يجب القيام بقياسها استناداً إلى أهداف وشكل القياسات التي يجب أن تطبق، على اختصاصي الصحة المهنية الإجابة على الأسئلة التالية:

1 . أين يجب أن تتم عملية القياس ؟
2 . ما هي الفترة الزمنية للقياس ؟
3 . ما هو الوقت المناسب للقياس ؟
4 . من الذي يجب أن يقوم بعملية القياس ؟
5 . كم عدد القياسات التي يجب إجراؤها ؟
6 . كيف يمكن إجراء القياس ؟
7 . هل تتوفر الأجهزة المناسبة لإجراء القياس ؟
8 . هل تتوفر الكوادر الفنية المدربة على استعمال هذه الأجهزة ؟
9 . هل تمت معايرة هذه الأجهزة ؟

• **أين يجب أن تتم عملية القياس ؟**

هناك عادة 3 مواقع رئيسية لأخذ عينات الهواء لقياس مستوى ملوثات هواء بيئة العمل فيها :

- الموقع الأول: منطقة انبعاث ملوثات بيئة العمل أو مصدرها: أي المكان الذي تتم فيه العملية الصناعية المنتجة لملوثات هواء بيئة العمل (أي عند المصدر).
- الموقع الثاني: منطقة العمل بصورة عامة (أي عينه 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 أو تقييم كفاءة وسائل السيطرة والتحكم في الملوثات فعندها يتم أخذ عينات من المصدر أو من بيئة العمل. وتجدر الإشارة هنا إلى أن قياس وتقييم ملوثات هواء بيئة العمل التي يمكن أن يكون لها تأثير هام عبر الجلد يتطلب تطبيق خطة قياس وتقييم خاصة.

• **متى تؤخذ العينة ؟**

وهذا أيضا يعتمد على نوع العمل وطبيعة المعلومات المراد الحصول عليها فإذا كان العمل يتم خلال أكثر من واردية في اليوم فيجب إجراء القياسات في كل وردية 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 حفاظا على الجو الدافئ داخل المصنع.

• **ما هي مدة الاعتيان أو القياس؟**

تعتمد مدة الاعتيان (أي فترة أخذ العينة) على درجة تركيز الملوثات ووسائل القياس المتاحة. وعليه فإن فترة الاعتيان تعتمد على حساسية جهاز القياس والتحليل ويفضل إجراء عملية القياس طيلة الفترة التي يزاول فيها العامل نشاطاً معيناً قد يودي إلى 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 .

• **عدد العينات أو القياسات المطلوب إجراؤها:**

يعتمد عدد العينات أو القياسات المطلوبة على الهدف من إجراء هذا القياس حيث تكفي عينتان على الأقل لتقييم كفاءه 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 أيضا 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 لاتخاذ 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 مده اخذ العينة بل يتقرر ذلك تبعا لنوع العمل وتركيز الملوثات والخبرة التي يتمتع بها فني السلامة والصحة المهنية في مجال تقييم التعرض المهني للملوثات .

- **اختيار أجهزة 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 واختيار الأجهزة يجب أن يتم بالتنسيق والتشاور مع فني المختبر الذي سيقوم بتحليل العينات التي يتم جمعها. ففي حالات كثيرة يتم تحديد جهاز أخذ العينة على ضوء الإمكانيات المتوفرة في المختبر للتحليل ويفضل أن يكون جهاز القياس أو التحليل ذا حساسية أدنى من الحدود العتبية للمادة أو العينة 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 ـ أجهزة القراءة المباشرة.

ب - أجهزه تعمل على إزالة الملوثات من حجم مقيس من الهواء.

ج - أجهزة تعمل على جمع حجم ثابت من الهواء.

وتعتبر المجموعتان (ب.جـ) من الأجهزة التي يتم استخدمها لقياس هواء بيئة العمل من خلال اعتيان (جمع) عينات من هواء بيئة العمل وتحليلها باستخدام طرائق قياس وتحليل مخبرية متنوعة.

• **معايرة الأجهزة Instrument Calibration :**

لابد 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 أو نقصان أو وقوع أخطاء غير مقبولة من وجهة علمية. هناك عدة طرق للمعايرة وهناك أدوات معايرة أولية ووسيطة وثانوية وهناك أجهزة معايرة أتوماتيكية. ومن الأمثلة 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 دائما 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 بعضا.

الخطأ الكلي = الجذر التربيعي لمجموع مربع الأخطاء

التي تحصل عند إجراء القياس

التعامل مع العينة Handling 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. باختصار يجب تبني تسلسل واضح ومعروف ينظم عملية التسجيل والنقل والتعامل مع العينة والمحافظة عليها لضمان وصولها سليمة دون تغيير للمختبر .

- **تفسير نتائج القياس Interpretation of Results :**

الخطوة الأساسية في التقييم هي تحويل نتائج القياس أو التحليل إلى وحدات تركيز متعارف عليها (ملغم/م^3 أو جزء في المليون) حتى تتم مقارنتها بالمواصفات المعتمدة . ولابد 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 المتوفرة 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 أخذ 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 إلى 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.

4. الاعتيان المهني للغازات والأبخرة

1.4 مدخل

تستعمل أو تنتج العديد من العمليات الصناعية بالإضافة إلى عمليات التحلل الطبيعي أو 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 أو الوصلات أو من خلال الأنابيب ذاتها، وعند فتح أغطيتها لتحرير الغازات إلى الهواء المحيط فلا بد من اتخاذ الإجراءات الوقائية المناسبة لاحتواء هذه الغازات ومراقبة وجودها في هواء مكان العمل.

تعتبر المذيبات المصدر الثاني من المواد القابلة للاستنشاق بسبب قدرتها على التبخر والتفكك من المذاب. وهي عبارة عن سوائل تم اختيارها لإذابة مواد معينة. وبعملها هذا يتشكل البخار، ولسوء الحظ فإن لغالبية المذيبات تأثيرات حيوية. إذ لمعظمها تأثير تخديري على الجهاز العصبي المركزي مسبباً تقليل الاستجابات العصبية، ويعتبر البعض الأخر عوامل سامة أومحسسة، ومنها ما يسبب الأورام والطفرات الوراثية.

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 إلى مجموعتين أساسيتين: طريقة القياس المباشرة باستخدام 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

الأشرطة اللونية من قبل شخص مؤهل كما يمكن أيضاً جمع العينات باستخدام أجهزة الجمع من قبل شخص مدرب على أن يترك أمر التحليل للأشخاص المختصين.

وكما هو الحال في قياس الأغبرة العالقة بالهواء، إذا كان المطلوب قياس تركيز المعدل الزمني للتعرض(TWA) فمن الأفضل جمع عينة من الهواء تغطي فترة العمل بدلاً من استخدام أجهزة القراءة المباشرة و التي تعطي في الغالب قيمة لحظية لتركيز الملوثات. يحتوي بعض أجهزة القراءة المباشرة الحديثة على أجهزة تسجيل يمكن من خلالها معرفة ذروة (أقصى) التركيز وأقل تركيز و معدل التركيز للغاز المقيس، كما أن بعض الأجهزة يمكن أن يرتبط بجهاز الكمبيوتر (الحاسب) وبالتالي يمكن الاستفادة من المعلومات التي توفرها تسهيلات الطباعة بالشكل الذي تتم برمجتها فيه . وهذه التجهيزات تعطي مستويات التركيز في مكان العمل في الوقت الذي يصعب فيه مراقبة التعرض الشخصي للعمال عند منطقة تنفسهم. وعلى أية حال يتوفر الآن أنابيب طويلة المدى مصممة لأخذ عينات شخصية لبعض الملوثات خلال فترة وردية العمل.

2.4 طرق اعتيان الكيماويات المحمولة بالهواء:

يمكن اعتيان الكيماويات المحمولة بالهواء بطريقتين:

الأولى 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 باستخدام محاليل خاصة . ففي الحالة الأولى يحتوي الوعاء على عينة من هواء مكان العمل تمثل معدل خليط الغازات الموجودة في موقع أخذ العينة خلال فترة الاعتيان، 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 .

1.2.4 طريقة الجمع

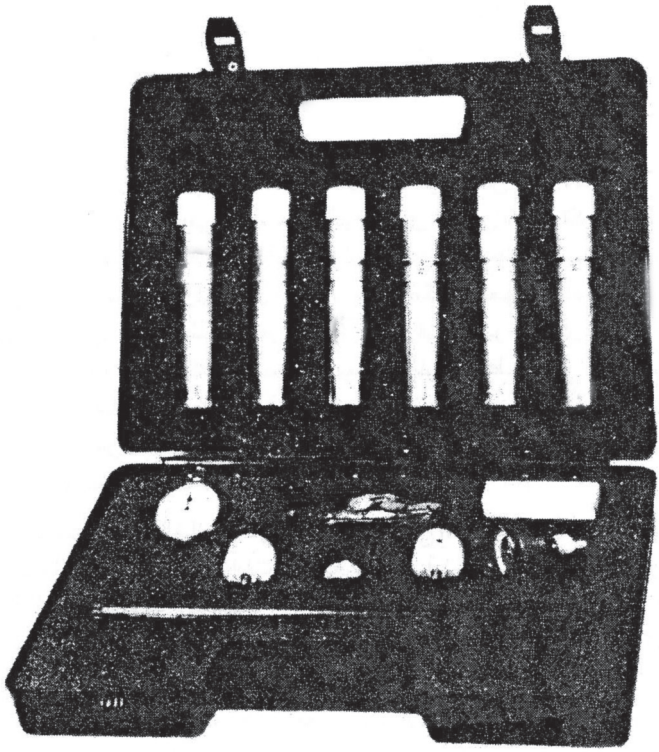
من المهم قبل المباشرة بجمع عينات الهواء مناقشة طريقة جمع العينة المناسبة لتقنيات التحليل المتوفرة في المختبر مع الشخص المحلل عند عودة العينة. حيث تحدد طريقة التحليل نوع الوعاء أو جهاز الجمع الواجب استعماله لإدخال العينة بصورتها النهائية إلى جهاز التحليل.

- **الأجهزة والأدوات المستخدمة:**

إذا كان المطلوب هو إجراء تحليل كامل لعينة هواء مكان العمل، بمعنى، قياس المكونات الطبيعية للهواء النقي، الأكسجين، النيتروجين، وثاني أكسيد الكربون. وقياس بعض الملوثات مثل أول أكسيد الكربون، ثاني أكسيد الكبريت، أكاسيد النيتروجين وبعض المواد الهيدروكربونية مثل الميثان، حينئذٍ يمكن جمعها بوعاء لإعادتها إلى المختبر, ولكن إذا كان المطلوب معرفة تركيز غازات وأبخرة أخرى تم جمعها في الوعاء يبرز هنا خطر إمكانية ادمصاص بعض الملوثات على جدار الوعاء والتي لا يمكن تحريرها عند إجراء عملية التحليل أو قد يتحرر بعضها لاحقا عند إعادة استعمال الوعاء مرة أخرى وعليه فإن هناك بعض المخاطر عند استعمال هذه الطريقة ويتطلب الأمر معرفة سلوك الغازات التي سيتم اعتيانها.

ويمكن جمع الغازات في: محقنة (سيرنج)، أنابيب زجاجية ، حقائب بلاستيكية أو مطاطية ، اسطوانات معدنية أو أوعية زجاجية أو معدنية مفرغة . بالنسبة للعينات اللحظية (المختطفة) يمكن ملؤها باستخدام مضخة يدوية ،أو في حال استخدام الأوعية المفرغة عن طريق فتح صمام التفريغ والسماح للهواء بالدخول. وفي حال استعمال حقائب لجمع العينة تغطي فترة طويلة فيمكن ملؤها ببطء باستخدام مضخات ذات معدل تدفق قليل خلال فترة الاعتيان المطلوبة. يوجد الآن في الأسواق أسطوانات مفرغة موضحة بالشكل (4-1) وهي مزودة بصمام تفريغ للسماح للهواء بالدخول ببطء خلال فترة 8 ساعات. من المساوئ المرتبطة بطريقة الاعتيان هذه أنه باستثناء جامعة عينات غاز الأنبوبة المفرغة من الصعب الحصول على عينة شخصية لأن معظم الأوعية كبيرة جدا أو أنها تناسب فقط الاعتيان اللحظي ومن المساوئ الأخرى لهذه الطريقة أن العينة المجمعة تحتوي

على معدل تركيز الملوثات التي تحدث عند نقطة الاعتيان وهذا التركيز قد يكون قليلاً جداً وعليه فإن أجهزة التحليل المستخدمة لتحديد التركيز يجب أن تكون حساسة جداً .

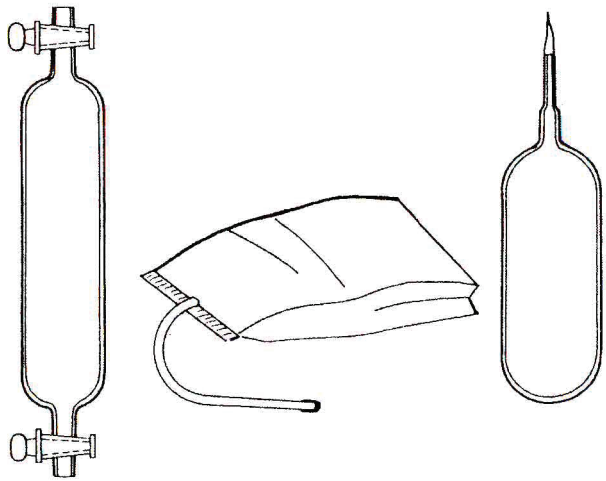


شكل : 4-1 صندوق أخذ العينات الشخصية يعمل بالتفريغ

ـ جمع الغازات باستخدام حقائب جمع العينات

- **الهدف**

من الممكن الحصول على تركيز المعدل الزمني للتعرض لأي غاز محمول بالهواء باستخدام أجهزة القراءة المباشرة إذا تمت تعبئة حقيبة جمع الغازات ببطء خلال فترة الاعتيان شكل (4-2). المزيج المجمع في الحقيبة سيكون عبارة عن متوسط أعلى وأدنى نقاط التركيز التي تحدث خلال فترة الجمع. وعليه، إذا تم إدخال جزء من العينة المجمعة في الحقيبة إلى جهاز القراءة المباشرة، فإنه سيتم تحديد تركيز المعدل الزمني للتعرض. ونظراً لحجم الحقيبة فإنه من الصعب ولكن ليس من المستحيل الحصول على عينات شخصية بهذه الطريقة.



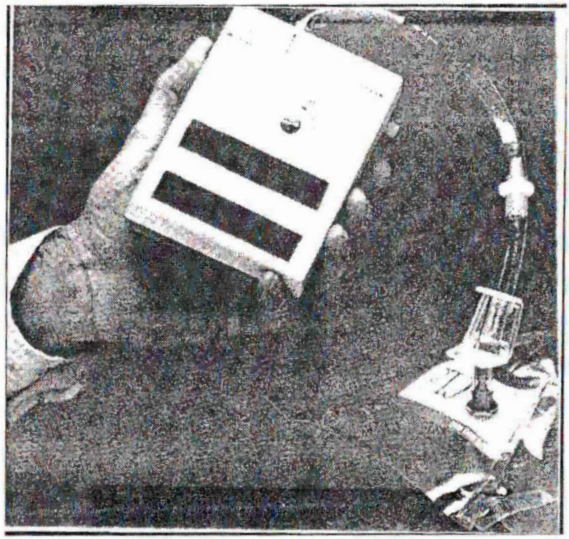
شكل : 4-2 بعض الأوعية والحقائب لجمع العينات اللحظية

- **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 (4-3).

يجب أن يكون معدل التدفق بطيئاً قدر الإمكان وذلك لجعل فترة الاعتيان أطول ما يمكن والاحتفاظ بحجم الحقيبة ضمن نسب معقولة. فإذا كان للمضخة معدل تدفق لنقل 5 ملليلتر/ دقيقة، حينئذ فإنه في غضون 8 ساعات سيتم إمرار 2400 ملليلتر (2.4 لتر) من العينة وهو ما يمثل حقيبة بحجم 13.5 سم^3. على أية حال إذا عملت المضخة بمعدل تدفق 500 ملليلتر/دقيقة لمدة 8 ساعات، فإن حجم الهواء المار سيكون 240 لتراً وهو ما يتطلب حقيبة بحجم 62 سم^3 سيكون من الصعب تدبيرها(manage).

ويبين الجدول (1.4) الحجم الكلي المجموع لفترات اعتيان مختلفة ولمعدلات تدفق مختلفة.



شكل : 4 - 3 تعبئة حقيبة اعتيان باستخدام مضخة

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	
100	6.00	12.00	24.00	48.00	كبيرة جداً بحيث لا يستطيع العامل حملها. ولكن يمكن لشخص نقل واحدة منها فقط
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	

يجب أن تكون الحقائب مصنوعة من بلاستيك قوي غير مسامي وملحومة مع أنبوب تزويد واحد ومزود بوسائل لإغلاقه. تتوفر حقائب مصممة خصيصاً للاعتيان مصنوعة من مواد بلاستيكية مختلفة والبعض منها يدخل في صنعه ألمنيوم مشرَّب في المسامات ليقلل من التسرب والاحتجاز على السطح.

• **طريقة القياس**

1- قم بتفريغ الحقيبة تماماً من الهواء بعد التأكد من أنـها قد نظفت على الأقل أربع مرات بهواء نظيف لإزالة أو تخفيف أية 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 باستعمال شريط لاصق وبالنسبة للاعتيان الشخصي فإنه يتوفر حامل حقيبة وحزام لتعليقها عليه .

5- افتح صمام الحقيبة أو 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.

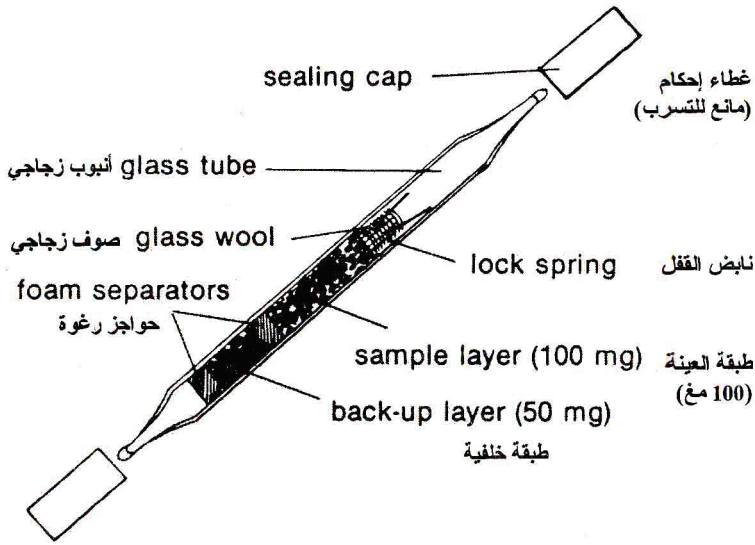
2.2.4 طرق الادمصاص

يتم ادمصاص بعض الغازات والأبخرة بسهولة بواسطة مواد صلبة مثل: السيليكا جل والفحم المنشط شكل (4-4) وأنواع مختلفة من الراتنجات المسامية. وعندما يمر الهواء المحتوي على هذه الغازات أو الأبخرة من خلال المادة يتم ادمصاصه، بالإمكان عمل أو شراء أنابيب معدنية أو زجاجية تحتوي على واحدة من هذه المواد الصلبة مع العلم أن الفحم المنشط هو الأكثر شيوعاً . يجب أن تبقى الأنابيب مغلقة بإحكام حتى تكون جاهزة للاستعمال. عندما يمر تيار هواء مستمر من خلالها بواسطة مضخة هواء فإن المادة الموجودة داخل الأنبوب ستقوم بادمصاص الغازات والأبخرة التي صممت من أجلها، شريطة أن لا تحمل كمية الهواء المارة عبر المادة أكثر من طاقتها حينئذ يمكن تحديد كمية الملوث التي تم جمعها عند العودة إلى المختبر وحساب معدل التركيز بمعرفة كمية الهواء المارة عبر الأنابيب .

من فوائد هذه التقنية أن المضخات والأنابيب صغيرة ويمكن ربطها بالعامل بنفس طريقة جمع عينات الغبار العالق بالهواء وفائدة أخرى أن الملوثات تجمَّع بشكل مركَّز وعليه فإن تقنيات التحليل المطلوبة تكون أقل حساسية من تلك المرتبطة بطرق الأوعية كما أن عدة غازات وأبخرة يمكن جمعها وتحليلها من نفس الأنبوب. ليس بالإمكان جمع جميع الغازات والأبخرة بواسطة أنابيب الادمصاص، فهناك طرق أخرى لجمع الغازات والأبخرة منها بقبقة هواء مكان العمل من خلال ماء أو أي سائل آخر يمر فيه الملوث المراد جمعه. وبعدها يقوم المحلّل بمعالجة الغاز المجمع في المحلول، يعرَّف وعاء السائل "بالمبقبق" لأن الهواء المعتان يدخل بواسطة أنبوب نهايته تحت سطح الماء أو السائل وهكذا فإن الهواء يبقبق من خلاله. لسوء الحظ فإن معظم المبقبقات تتطلب معامله خاصة بحيث تبقى في وضع رأسي قائم لمنع الكاشف والسائل من الانسكاب خارج الوعاء وهذا ما يحد من استعمالها في أخذ العينات الشخصية، لأن العمال الذين يرتدونها لن يكون بإمكانهم الانحناء أو الانثناء. ومن المساوئ الأخرى لهذه التقنية عدم ضمان امتصاص جميع الغاز المار عبر المبقبق ، حيث أن البقبقية لا تضمن الاتصال بنسبة 100% بين الغاز والسائل.

لتحسين الاتصال فانه يمكن استعمال مبقبقات مزججه (مبدده) لها أنبوب إدخال تتكون نهايته من زجاج مسامي حيث تقوم بإنتاج فقاقيع صغيرة للغاية .

- يجب عدم الخلط بين أنابيب الادمصاص وأنابيب الكشف اللونية .

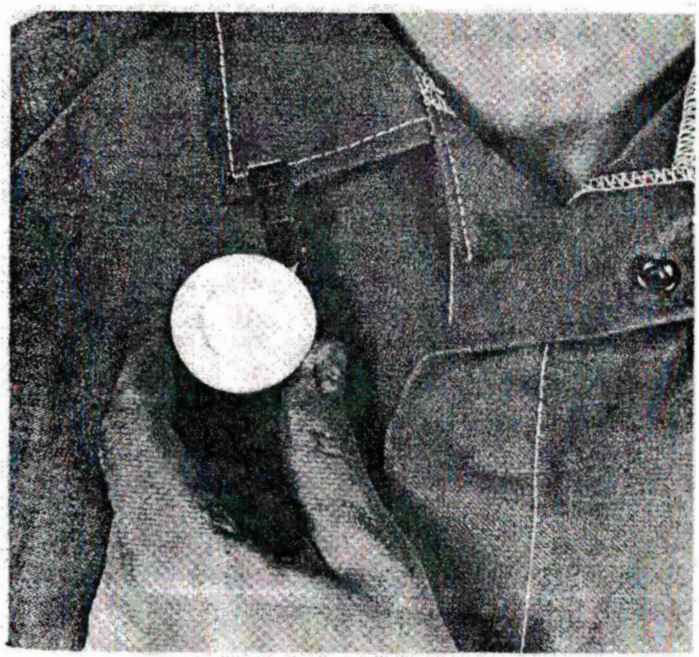


شكل : 4-4 أنبوب يحتوي على الفحم المنشط

ـ جمع العينات باستخدام 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 باستخدام طريقة الانتشار (passive samplers). فالمادة الادمصاصية محتواة في حامل مصمم للسماح للغازات بالانتشار و/ أو أن التسرب إلى سطح الادمصاص. وهذه الحاملات خفيفة الوزن وصغيرة للغاية بما يكفي لحملها مثل البادج (شارة) بدون مضخة أو أنابيب شكل رقم (4-5) . عند نهاية فترة الاعتيان يعاد الحامل إلى المختبر حيث تتم إزالة مادة الادمصاص وتحليل كمية الغازات أو 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 للإشارة إلى مقدار مستوى الملوثات خاصة إذا استخدمت بشكل روتيني مع بعض المضخات وجرى أخذ العينة باستخدام الأنابيب .



شكل : 4-5 أخذ العينة بطريقة الانتشار

- **الأجهزة والأدوات المستخدمة:**
  - **المضخات**

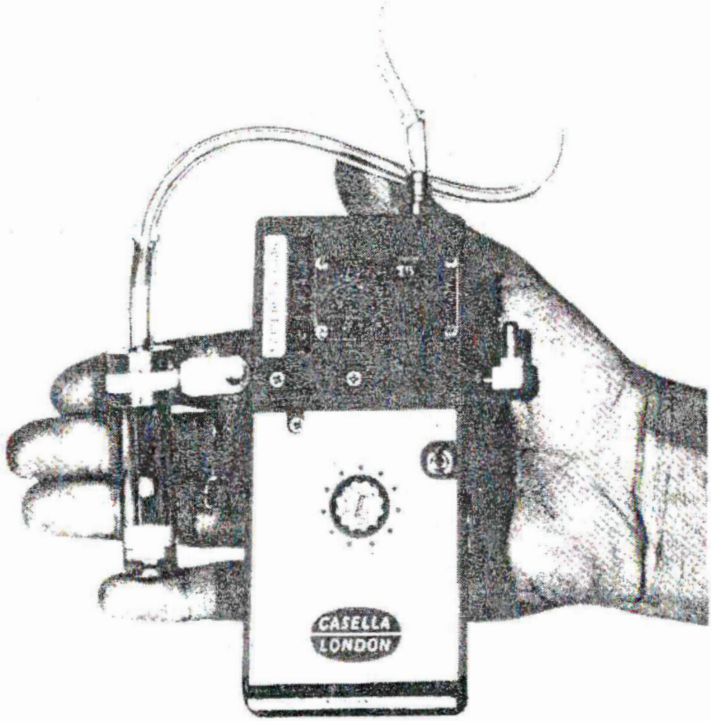
عندما يتم تعبئة الحقائب ببطء وسحب الهواء من خلال أنابيب الادمصاص يتطلب الأمر استخدام معدل تدفق هواء منخفض. تتوفر مضخات تزودنا بمعدل تدفق يصل إلى معدل 2 مليلتر/ دقيقة ولكن المدى لمثل هذا النوع من الاعتيان يتراوح ما بين 2 - 500 مليلتر/ دقيقة. تعمل هذه المضخات بنفس مبادئ اعتيان

الغبار ، وهي المضخة الغشائية ، المضخة الكابسة والمضخة الدوّارة وبإستثناءات معينه فإنها مورده من قبل نفس الصانعين . يتأثر معدل التدفق الصحيح: بتركيز الملوثات المحمولة بالهواء ، قدرة المادة على الادمصاص ، حجم أنبوب الاعتيان وفترة الاعتيان. يتطلب الاعتيان بطريقة البقبقة معدل تدفق أعلى وعليه يفضل استخدام المضخات ذات معدل التدفق المتوسط كالتي تستخدم في اعتيان الغبار.

معظم المضخات لديها أداة تحكم بالتدفق متغيرة إما بواسطة تغيير أشواط الغشاء أو من خلال تغيير سرعة محرك التدوير. إحدى المضخات تعمل عن طريق تزويدها بشفاط من خلال "فوهة حرجة" حيث تحدد كمية الهواء المتدفقة من خلالها، في هذه المضخات يتم تغيير معدل التدفق من خلال تغيير حجم الفوهة. يجب العمل دائماً على مراقبة معدلات التدفق لأية مضخة والتأكد منها من خلال مقياس تدفق فقاعة الصابون أو مقياس تدفق معاير .

- **حاملات (مثبتات) الأنابيب**

من اجل تثبيت أنبوب الادمصاص وتعليقه بالعامل إذا تطلب الأمر ذلك ، تتوفر حاملات أنابيب من قبل مزودي المضخات ذات معدل التدفق المنخفض . ويتم وصل الحامل بالمضخة من خلال أنبوب بلاستيكي مرن .كما هو موضح بالشكل رقم (4-6).



شكل : 4-6 مضخة اعتيان ذات معدل تدفق منخفض وأنبوب ادمصاص وحامل الأنبوب

- **أنابيب الادمصاص**

تم إدراج المواد المستخدمة في عملية ادمصاص الغازات والأبخرة في قائمة على النحو التالي :

الفحم ، سيليكا جل ، الألومينا (أكسيد الألمنيوم) بوليمرات مسامية مختلفة تحت أسماء; Porpak P, Porpak Q,Tenax GC, chromosorb 101, Chromosorb 102, . جميعها لديها القدرة على ادمصاص غازات وأبخرة مختلفة ولكن الفحم المنشط هو أكثرها استعمالاً شكل (4-4) حيث أن له قدرة ادمصاصية مع معظم الغازات أكثر من غيره . يتم احتواء المواد الادمصاصية في أنابيب زجاجية أو معدنية وهذا يعتمد على طريقة تحرير المادة المدمصة في المختبر . تتضمن إحدى الطرق كسر الأنبوب وإسقاط مادة الادمصاص في سائل يعمل على تحرير الغاز أو البخار من مادة الادمصاص إلى المحلول. تستخدم الأنابيب الزجاجية في هذا التطبيق، وهناك طريقة أخرى تتضمن تسخين الأنبوب لدفع الغاز المجمع إلى جهاز الكشف . تستعمل الأنابيب المعدنية في هذه التقنية . يمكن عمل الأنابيب في المختبر أوشراؤها من قبل مزودي مضخات الاعتيان .

الأنابيب المصممة لغسيل المذيبات تتكون من جزئين وذلك للإشارة إلى ما يعرف " بالاختراق" . ويحدث هذا عندما تكون مادة الادمصاص مشبعة بالكامل بالغاز المعتان . فإذا كان الجزء الثاني من الأنبوب خالياً من الغازات المعتانة ومن ثم لم يحدث الاختراق في الجزء الأول فإن العينة الإجمالية التي جمعت على ذلك الجزء يمكن استخدامها في حساب التركيز العالق بالهواء . يحدث الاختراق عندما يكون حجم العينة كبيراً أو عندما تكون فترة الاعتيان طويلة لتناسب التركيز العالق بالهواء في موقع الاعتيان .

بالنسبة للأنابيب المعدنية المستخدمة في عملية المجّ (تحرير) الحراري للغازات فلا يوجد لها جزء ثانٍ لذلك يجب حماية الاختراق بعناية عن طريق حساب أحجام الاختراق والتي يجب أن لا يتم تجاوزها خلال فترة الاعتيان .

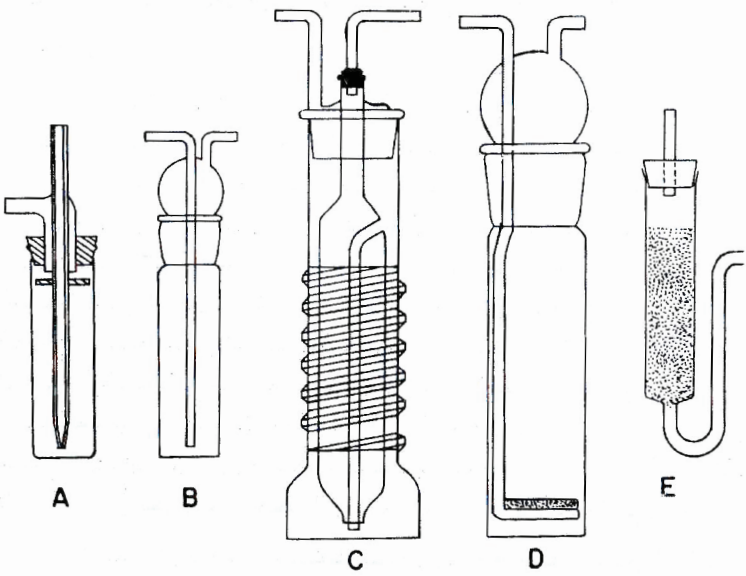
عند اعتيان الغازات والأبخرة العالقة بالهواء يمكن التأكيد على المحلل الذي سيقوم بتحليل العينة المجمعة أن يسدي النصح حول أفضل طريقة للتحليل، وفي حال استخدام أنابيب ادمصاصية ما هي أنسب مادة مدمصّة و ما هو حجم العينة المناسب .

ـ اعتيان الغازات باستخدام طريقة البقبقة (الفقاقيع) bubbler sampling

- **الهدف**

بعض الغازات لا تدمص بسهولة بالمواد الصلبة ولكنها تذوب في السوائل أو تكوّن تفاعلاً كيماوياً مع بعض العوامل الكيماوية عند ملامستها. ومن طرق الإدخال بقبقة هواء مكان العمل من خلال سائل مناسب باستخدام ما يسمى "المبقبق" (Bubbler). يمكن الحصول على تركيز معدل التعرض الزمني من خلال السماح لعملية البقبقة بالاستمرار لفترة من الزمن , يعتمد نجاح هذه التقنية على مدى استعداد الملوث المعني للتفاعل مع الوسط أو العامل الكيماوي، لسوء الحظ فإن طبيعة الفقاعات لا تسمح لجميع الغازات بملامسة السائل مما يمكّن جزءاً من الملوث من الإفلات. للتغلب على هذه المشكلة صممت بعض المبقبقات شكل (4-7) لإنتاج فقاعات صغيرة جداً باستخدام وحدة تسمى (المبقبق المزجج) تم شرحة في السابق(fritted bubblers).كما يمكن ترتيب المبقبقات في مراحل ثانية وثالثة لذلك فإن الهواء الذي يخرج من المرحلة الأولى يمر على المرحلة الثانية أو حتى الثالثة .

إن هذه الأجهزة غير مستعملة بشكل كبير وخاصة إذا كان المطلوب الحصول على عينة شخصية من منطقة تنفس العامل. كما يحد من استعمالها خطر انسكاب السائل إذا لم يتم المحافظة عليها بشكل رأسي. وقد تم مؤخراً تصميم مبقبق مانع للانسكاب . ومع ذلك فإن هناك مقاومة واضحة من قبل العامل لحمل أجهزة قد تحتوي على مواد كيماوية خطرة، لذلك يقتصر استعمال تقنية البقبقة على الاعتيان الثابت لمكان العمل أكثر من الاعتيان الشخصي .



شكل : 4-7 بعض المبقبقات المستخدمة في جمع عينات الغازات والأبخرة

A و B: لغسيل الغازات، C : حلزوني، D : مسامي مزج و E : عمود خرز- زجاجي.

- **الأدوات والأجهزة المستخدمة**

- مبقبق يحتوي على الكمية الصحيحة من السائل المناسب كما أوصى بها المحلل،
- مضخة سحب هواء،
- بعض أنابيب التوصيل،
- منصب ثلاثي مع منصة،
- أشرطة لاصقة،
- مقياس تدفق معاير،

- حامل فلتر مفتوح الوجة يحتوي على فلتر،
- ليف زجاجي يضاف إلى مدخل سلسلة الاعتيان إذا كان جو مكان العمل متربا .

• طريقة الاعتيان

من أجل تحقيق معدل التدفق المطلوب للمضخة فمن المهم إجراء تشغيل تجريبي باستخدام ماء نظيف كميته مساوية للكمية المطلوبة لإجراء الاختبار . ويهدف هذا الإجراء إلى حماية المضخة من أي ضرر قد يلحق بها عن طريق التأكد من عدم حدوث سحب للسائل بشكل غير مقصود إليها. إذا كان المبقبق مملوءاً من قبل وحمل إلى الموقع فيجب الإبقاء عليه في وضع عامودي (رأسي) مع إحكام سد النهايات المفتوحة للأنابيب. من الأفضل أن يملأ المبقبق في الموقع ولكن يتطلب هذا الأمر حمل أجهزة لقياس الكمية الصحيحة من السائل.

1- قم بوصل المبقبق مع المضخة كما في الشكل (4-8).ولا توصل المضخة مع الأنبوب 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 .

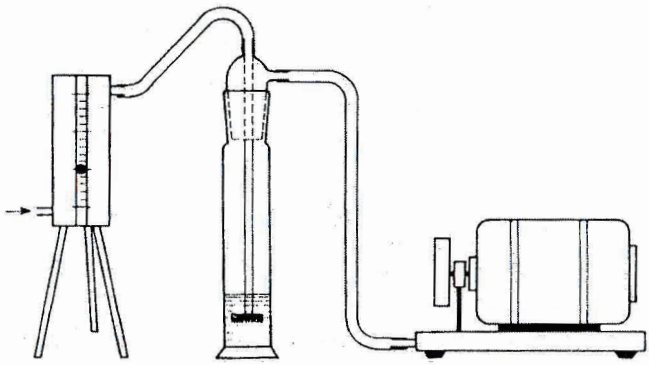
3- قم بتشغيل المضخة على معدل التدفق المضبوط مسبقاً وسجل الزمن.

4- قم بمراقبة وملاحظة معدل تدفق الهواء المار عبر سلسلة الاعتيان باستخدام 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 بأحكام وضع ملصقاً عليه وعنونه.

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



شكل : 4-8 سلسلة الاعتيان باستخدام طريقة البقبقة

- **الحسابات**

نقوم بتحديد كمية الهواء التي مرت من خلال سلسلة الاعتيان وذلك بضرب زمن الاعتيان (بالدقائق) بمعدل التدفق. ثم نقوم بتحويلها إلى المتر المكعب ($م^3$). سيقوم المحلل بإعطاء كمية الملوثات التي تم جمعها بالمليغرام (mg).أو بالمايكروغرام (µg). ومنه يمكن الحصول على التركيز المحمول بالهواء في (mg) أو (µg) بقسمة كمية العينة على التدفق الكلي.

مثال

تم تشغيل مبقبق لمدة 20 دقيقة عند معدل تدفق 1.5 ليتر/ دقيقة في جو يحتوي على الفورمالديهايد(formldehyde). وبين تقرير المحلل أن العينة تحتوي على 0.048 ملغم من الفورمالديهايد .حدد التركيز المحمول بالهواء.

حجم الهواء الكلي المار عبر المبقبق = 20 × 1,5 = 30 ليتر = 0,03 $م^3$

التركيز المحمول بالهواء للفورمالديهايد = 0,048 ÷ 0,03 = 1,6 ملغم/$م^3$

5. الاعتيان المهني للأغبرة

1.5 مدخل

تنتشر الأغبرة العالقة في الهواء في كل مكان وليس في مكان العمل فقط ، فكل عملية صناعية تطلق إلى الهواء كمية من الغبار ، كما يمكن لحركة الأشخاص أن تطلق الغبار العالق على الملابس والجلد إلى الهواء، وحتى الأغبرة المستقرة على الأرض والأسطح 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 إلى العمليات الصناعية التي تطلق الأغبرة إلى 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 .

وتشمل العوامل التي يعتمد عليها تأثير الأغبرة العالقة بالهواء : تركيبها الكيماوي ودرجة تركيزها وحجمها. ويعتبر الحجم العامل الأكثر أهمية في تحديد الجزء من الرئة الذي ستستقر به الأغبرة . يتم تجميع الأغبرة ذات القطر الكبير في الأنف والحلق بينما تترسب الأغبرة الأصغر حجماً في أجزاء ابعد من ذلك في الرئتين ، والمرحلة الثانية في تجميع الأغبرة تكون في الجزء العلوي من المجاري التنفسية مثل القصبات الهوائية والقصيبات حيث تتم عملية التنظيف الذاتية للأغبرة عن طريق الأهداب الدائمة الحركة للأعلى . بينما تصل الأغبرة الصغيرة جداً إلى

الأجزاء العميقة من الرئتين ــ الحويصلات الهوائية (Alveoli) ــ التي يتم من خلالها عملية نقل أكسجين الهواء ، بعض هذه الأغبرة يتم إعادته إلى الهواء خلال عملية الزفير والبعض الآخر يتم التخلص منه بواسطة سوائل الجسم ولكن يبقى جزء من الأغبرة ملتصقاً بالحويصلات الهوائية مسبباً تفاعلات كيماوية وفيزيائية قد تسبب ضرراً دائماً بالرئتين .

يقاس حجم الأغبرة بوحدة تسمى المايكروميتر µ m (micro-meter) والمايكروميتر يساوي 1000 جزء من المليمتر. يبلغ قطر شعرة الإنسان أكثر من 30 µ m . ولسوء الحظ فإن معظم دقائق الأغبرة غير منتظمة في شكلها ونادراً ما تكون كروية أو دائرية لذلك من الصعب إعطاء معلومات دقيقة عن حجمها. وأهم سمة مميزة هي كيف تسلك الأغبرة 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 إرجاع أي دقيقة غير منتظمة الشكل إلى مصطلح القطر الديناميكي الهوائي. لا تصل الأغبرة ذات القطر الديناميكي الهوائي 7 µ m فما فوق في الوضع الطبيعي إلى الحويصلات الهوائية بينما يمكن للأغبرة ذات الأقطار الأقل من 7 µ m تصل إلى الحويصلات الهوائية ولذلك أطلق عليها مصطلح الأغبرة القابلة للاستنشاق (Respirable) .

تعتبر أغبرة الفحم ، والرمل والصخور الصلبة من الأغبرة المؤذية عندما تكون قابلة للاستنشاق ولكنها تنظف بشكل طبيعي من الرئتين عندما تكون أكبر من ذلك. بينما أقطار حبيبات اللقاح ، والأبواغ والرذاذ أكبر من 7 µ m ولكنها تسبب مشاكل في المسالك الهوائية العليا. أما أبخرة المعادن المنصهرة فقطرها صغير – أقل من 1 µ m - يمكن أن تسبب مرض حمى أبخرة المعادن وأمراضاً أخرى خطيرة. ومن المهم عند تحديد تركيز الأغبرة العالقة بالهواء أن نعرف ما هو قطر الأغبرة الذي يجب أن نقيسه والذي سيؤثر في طريقة الاعتيان.

يوجد طريقتان لاعتيان الأغبرة العالقة بالهواء ، الأولى وهي الأكثر شيوعاً، هي عبارة عن تمرير حجم معلوم من الهواء من خلال مرشح (Filter) موزون سابقاً باستخدام مضخة هواء ومن ثم وزن الفلتر بعد أخذ العينة لتحديد وزن الغبار المجمع. وبتقسيم وزن الغبار على حجم الهواء المسحوب من خلال الفلتر نستطيع الحصول على معدل تركيز الغبار خلال فترة الاعتيان. أما الطريقة الثانية، فهي تجري باستخدام أجهزة تعطي قراءة مباشرة لتركيز الغبار لحظة زمن القياس ولكنها لا تعطي معدل التركيز خلال فترة الاعتيان. في الغالب تكون أنظمة الترشيح المتوفرة الخفيفة أو المتوسطة الوزن والتي يحملها العمال كافية لتحديد مستوى التعرض الشخصي للأغبرة العالقة بالهواء. فإذا تحرك العمال داخل الغيمة الغبارية أو حولها أو إذا تباين تركيز انبعاث الغبار من فترة لأخرى فإن القراءات الناتجة تمثل معدل التعرض الشخصي للعمال.

يمكن أيضا استخدام طريقة الترشيح لمراقبة منطقة العمل باستخدام موقع ثابت طوال فترة الاعتيان، في هذه الحالة يجب تعليق معدات الاعتيان إذا كان ممكنا على منصب ثلاثي القوائم أو أي جسم ثابت في المنطقة قيد الدراسة. من أجل تحقيق دقة كافية من المهم وزن الفلاتر إلى أقرب 0.01 ملغم وهذا يتعدى دقة معظم موازين المختبرات. كذلك يجب التحقق من معدلات تدفق المضخات بمقياس تدفق (Rota meter) معاير حتى تتم معرفة حجم الهواء الكلي المار عبر الفلتر بدقة. وقد تم تضمين هذا الفصل جزءاً حول معايرة مقياس تدفق الهواء.

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 الأجهزة لاحقاً.

2.5 طرق الاعتيان المهني للأغبرة

1.2..5 الاعتيان بطريقة الترشيح:

- **الأجهزة والأدوات**

يطلب لتكوين سلسلة الاعتيان تجميع عدة مواد تتكون من :

- مرشح (فلتر) Filter .
- حامل المرشح
- مضخة سحب الهواء (مضخات الاعتيان)
- أنابيب بلاستيكية مرنة للتوصيل
- حزام
- مقياس تدفق لمراقبة معدل تدفق هواء المضخة.

ونورد فيما يلي عرضاً مفصلاً لبعض هذه التجهيزات:

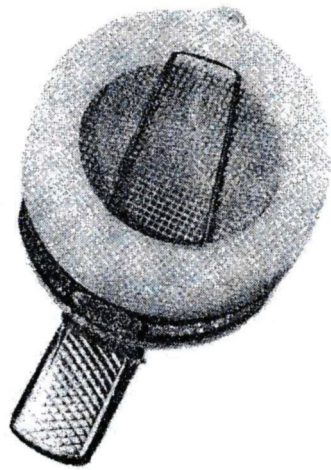
• المرشحات (Filters)

الفلاتر عبارة عن مواد مصنوعة من مواد متنوعة بخواص مناسبة لأنواع مختلفة من التحليل. وهذا الموضوع تمت تغطيته بتفصيل أكثر تحت عنوان "اختيار الفلتر وحامل الفلتر ليلائم غباراً أو دخاناً أو ضباباً محدداً" والذي ستجده لاحقا في هذا الفصل. تعتبر الفلاتر بشكل أساسي" ليفية" في تركيبها ، مصنوعة من الزجاج ، الورق ، البولستر ين أو من "غشاء" من مشتقات سليلوزية ، PVC وعديد الكربونات، ويتوفر أيضا فلتر فضي ملبد . يجب اختيار الفلتر الصحيح ليناسب الملوث المحمول بالهواء والذي سيتم اعتيانه والتحليل اللاحق الذي سيتم إجراؤه، على سبيل المثال يمكن إذابة بعض الفلاتر في مواد كيماوية لإجراء مزيد من التحليل للغبار المجموع، وبعضها يمكن جعله شفافاً لإجراء فحص بصري مجهري للمادة المعتانة. بينما تسمح بعض الفلاتر الأخرى للغبار المتجمع بالبقاء على السطح لإجراء فحص مسح إلكتروني مجهري. بعض الفلاتر تكون حساسة لمحتوى الرطوبة الجوية أكثر من غيرها وتحتاج إلى تهيئة مسبقة قبل وزنها واستعمالها. إن الفلاتر المستخدمة لاعتيان الغبار متوفرة بقطر 13 ، 25، 37، 47، 50، 55ملم وأكبر من ذلك. تستخدم الفلاتر الأصغر قطرا بشكل أكبر في الاعتيان الشخصي بينما تستخدم الأكبر في الأعمال التي تتطلب أحجاماً كبيرة . تتراوح أحجام ثقوب الفلاتر ما بين 1.0 µ m إلى 10.0 µ m ولكن يجب ملاحظة أن حجم الثقب لا يحدد حجم الغبار الذي سيتم جمعه وهذا يعني أن فلترا حجم ثقبه 5.0 µ m قادر على احتجاز أغبرة أصغر من 5.0 µ m بسبب قوى القصور الذاتي والإلكتروستاتية التي

تحدث داخل وسط الفلتر. وننصح باستخدام فلاتر ذات أحجام ثقوب تتراوح ما بين 5.0 - 10.0 μ m لاعتيان الأغبرة القابلة للاستنشاق وذلك لتقليل العبء على المضخات . ولعد الدقائق والألياف باستخدام المجهر الضوئي فإنه من المفيد استخدام فلاتر معلّمة بشبكة مربعة حيث أنها تساعد على التركيز أثناء العد.

• **حاملات الفلاتر** (Filter Holders)

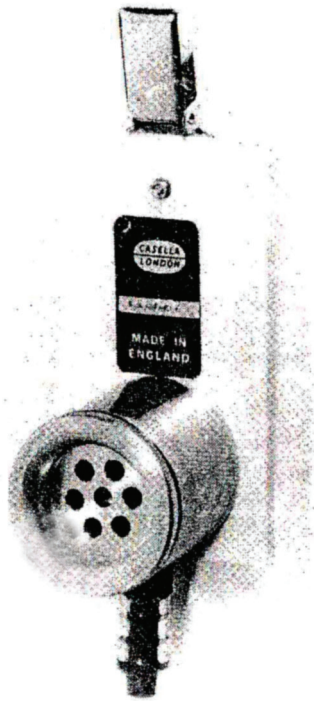
لأجل تجهيز الفلتر وتوصيله بالمضخة من خلال الأنابيب يتم استخدام حامل فلتر بالإمكان تعليقه على الحزام أو ربطه بموقع ثابت. يكون قطر حاملات الفلاتر لأغراض الاعتيان الشخصي عادةً 25 أو 37 ملم وهي تكون إما ذات وجه مفتوح أو مغطاة جزئيا كما هو موضح في الأشكال 1.5 ، 2.5 ، 3.5 . ومن المهم اختيار النوع الصحيح من الحوامل ليناسب المادة التي سيتم جمعها. وهناك تفاصيل عن مختلف الأنواع المستخدمة في الجدول 1.6 . وحيثما يتطلب الأمر انتقاء الحجم كما هو الحال بالنسبة لاعتيان الأغبرة القابلة للاستنشاق فإنه يتم استخدام حامل من نوع حلزوني يقوم بإعطاء قوة طاردة مركزية للدقائق عندما تمر من خلاله وبهذه الطريقة فإن الدقائق الكبيرة تنفصل عن الدقائق الأصغر والتي تتجمع على الفلتر. يتم فصل الغبار القابل للاستنشاق عن الغبار الكلي من خلال تنظيم معدل تدفق الهواء ليكون مناسبا لتصميم الحامل المخروطي لتنقية الهواء من الغبار. ويوضح الشكل (5-4) حاملاً مخروطياً يحمل فلتراً قطره 37 ملم وتتوفر وصلة مهايئة (Adaptor) للسماح باستخدام فلاتر بقطر 25 ملم. هذا الحامل المخروطي يتطلب معدل تدفق هواء 1.9 لتر/ دقيقة. بالنسبة للاعتيان الثابت للأغبرة القابلة للاستنشاق توجد بعض وحدات الاعتيان تتكون من حامل فلتر مثل جهاز MRE113A المبين في الشكل (5-8). هذا الجهاز يستخدم بصورة عامة في المناجم والمقالع . ويتم فيه اختيار حجم جامع العينة للأغبرة القابلة للاستنشاق من خلال "جهاز تنقية بالفصل" حيث أن الأحجام الأكبر تستقر على سلسلة من الصفائح المتوازية التي يمر من بينها الهواء المحمل بالغبار قبل أن يصل إلى الفلتر ذي القطر 55 ملم. وكما هو الحال بالنسبة لانتقاء كافة الأحجام فان معدل تدفق هواء العينة يجب أن يكون ثابتا ومستمراً.



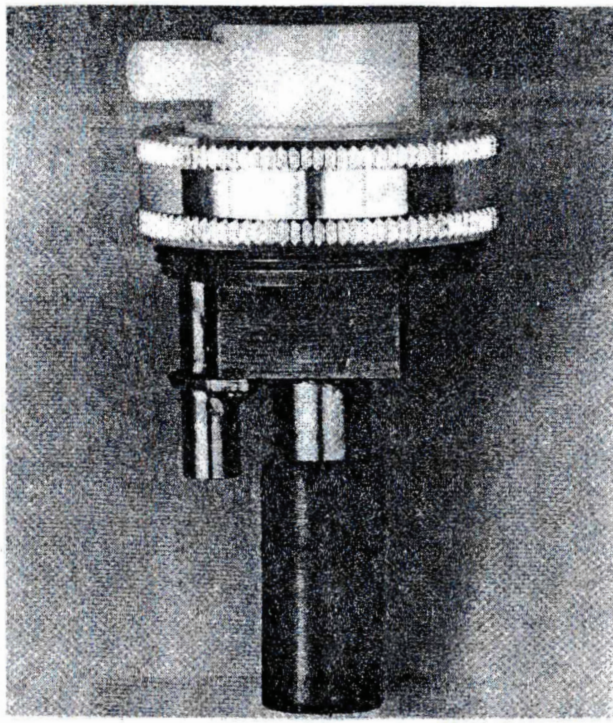
شكل : 5-1 حامل فلتر مفتوح
الوجه قطره 37 ملم



شكل : 5-2 حامل فلتر UKAEA



شكل : 5-3 حامل فلتر UKAEA المعدّل



شكل : 5-4 حامل الفلتر المخروطي

- **مضخات الاعتيان**

يوجد ثلاثة أنواع أساسية من المضخات (وحدة المضخة) :

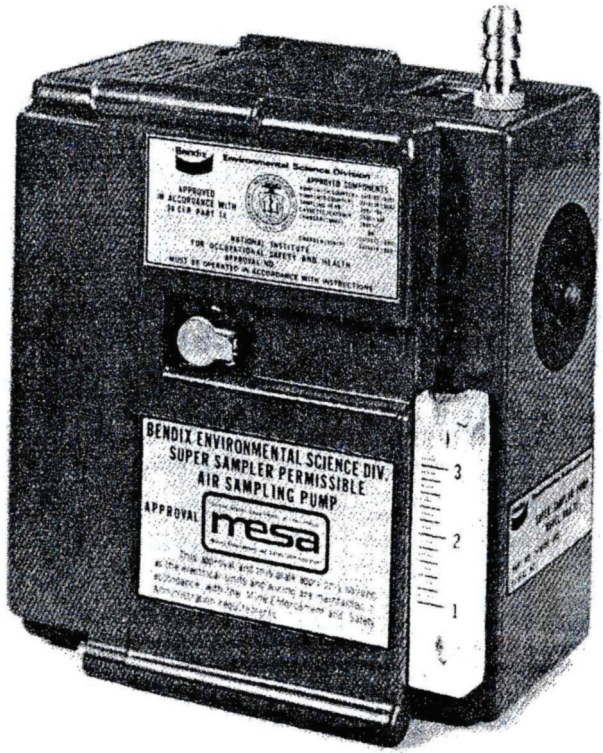
- ذات أرياش دوارة جافة كما هو الحال في مضخة (Rotheroe and Mitchell) ;
- غشاء العمل الأحادي المستخدم في مضخات (Casella, Dupont And MSA) ;
- مكبس العمل المزدوج المستخدم في مضخات (Pitman) .

من وجهة نظر اعتيان الغبار فمن المهم الإشارة إلى أن المضخات الدوّاره تعطي أكثر معدلات التدفق انتظاماً، بينما تنتج مضخات المكبس والغشاء معدلات تدفق متذبذبة وتتطلب إضافة منظم تدفق إلى سلسلة الاعتيان إذا كان المطلوب إجراء انتقاء لحجم الدقائق. ويوجد لدى بعض المضخات الحديثة منظم تدفق.

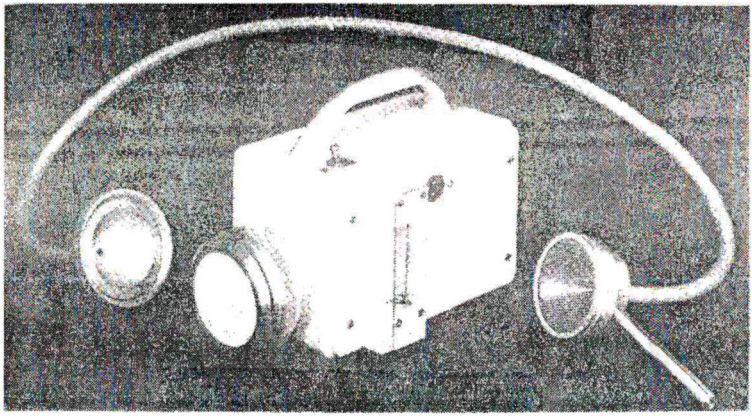
لتجميع كميات من الغبار في فترة زمنية معقولة تكون مناسبة لوزن لاحق أو أي شكل آخر من أشكال التحليل، قد يتطلب الأمر استخدام مضخات ذات معدلات تدفق عالية, وهذا يمكن عمله بسهولة أكثر في مواقع الاعتيان الثابتة حيث تتوفر مضخات تعمل بالطاقة الكهربائية تصل طاقتها إلى سحب 100 لتر/ دقيقة.

أما بالنسبة للاعتيان الشخصي فتستخدم مضخات محمولة خفيفة الوزن تعمل بالبطاريات وبعضها يستطيع السحب لغاية 4.5 لتر/ دقيقة. يوجد في بعض هذه المضخات مقياس تدفق يمكن من خلاله التأكد من معدل التدفق بين الحين والآخر، لكن المضخات الغشائية مزودة بعداد أشواط (Stroke-counter) للإشارة إلى عدد نبضات الغشاء التي تحدث خلال فترة الاعتيان والتي يمكن من خلالها حساب التدفق الكلي. جميع هذه المضخات متوسطة التدفق تعمل بالبطاريات وغالبا ما تكون قابلة للشحن ويقوم المزودون بتضمين أجهزة الشحن مع المضخات. إن الأنواع الحديثة من هذه المضخات لديها منظم تدفق ثابت ذاتي وقابلة للبرمجة بحيث تسمح بالعمل في أماكن يصعب تواجد الفنيين فيها وفي جميع الأوقات. كما تتوفر مضخات بتقنيات رقمية.

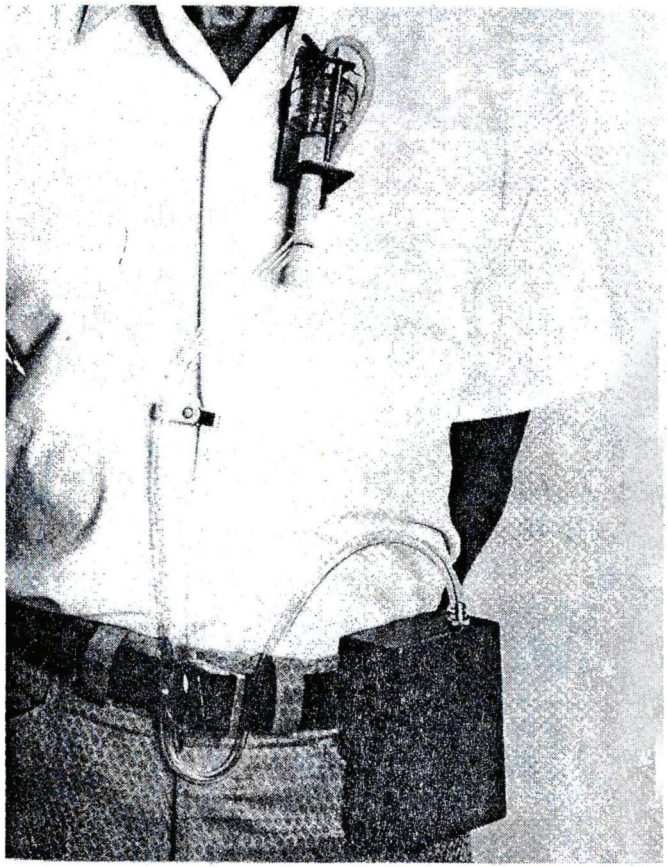
ملاحظة: ننصح بعدم تشغيل المضخات بدون وصلها بالمرشح لأن الغبار قد يصل إلى قاعدة الصمام أو إلى الدوّار (Rotor) .



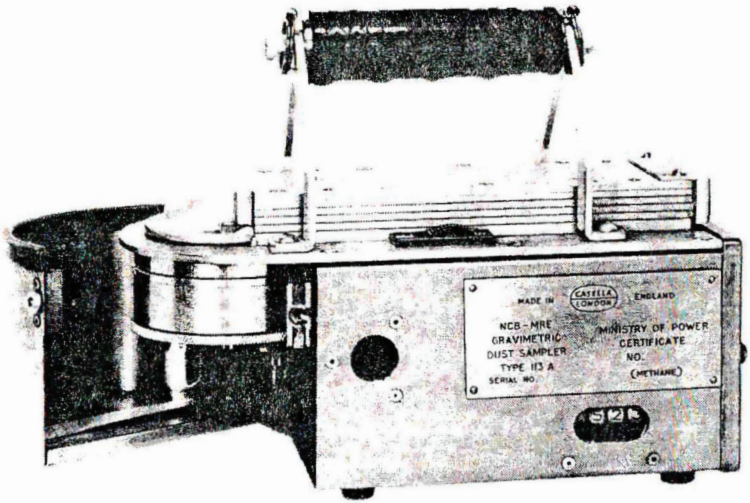
شكل : 5-5 مضخة اعتيان شخصية



شكل : 5-6 مضخة اعتيان أحجام كبيرة



شكل : 5-7 سلسلة الاعتيان محمولة على حزام العامل



شكل : 5-8 جهاز أخذ عينات الغبار القابلة للاستنشاق

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

الهـدف

تعتبر هذه الطريقة من الطرق الأساسية المستخدمة في تقنيات قيـاس الغبـار العالق بالهواء، وتستخدم للحصول على تركيز الغبـار الكلـي بشكل عـام فـي منطقـة تنفس العامل أو في مواقع ثابتة محددة. وهذه التقنية قابلة للتعديل فيما إذا طلب تحديد حجم أو نوع الغبار المطلوب جمعه وتقييمه. وهذه التعديلات تشمل تغيير نوع الفلـتر و/ أو حامل الفلتر كما هو مبين في الفصل السادس.

الأجهزة والأدوات المستخدمة

- مضخة اعتيان يتراوح معدل تدفقها من 1.0 ــ 4.5 لتر / دقيقة،
- حامل فلتر مفتوح الوجه نظيف قادر على حمل فلتر قطره 25 ملم أو 37 ملم،
- مقياس تدفق معاير،
- فلاتر ألياف زجاجية قطرها 25 ملم أو 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،

ويلزم لجمع عينات ثابتة بعض المنـاصب مثل ثلاثي القوائم تقيل الـوزن وبعض الأدوات لربط الحامل والمضخة مثل الشريط اللاصق.

طريقة القياس

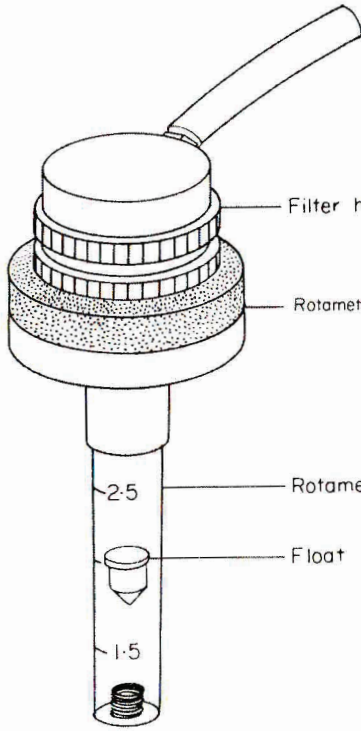
1. يجب تهيئة الفلتر قبل وزنه لأن وزن الفلاتر يختلف بسبب محتوى الرطوبة النسبية للهواء 0 وذلك بوضع كل منها في مزلقة بتري طوال الليل في الغرفة التي سيتم الوزن فيها.
2. وزّن الفلاتر إلى أقرب 0.01 ملغم . دائماً قم بوزن عدد أكثر من الفلاتر المطلوبة للاعتيان حتى يستخدم أحدها للضبط والآخر كاحتياط في حال تعرضه للتلف العرضي أو التلوث. إذا سقط الفلتر أو لمِس فيجب طرحه لأن وزنه سوف يتغير.
3. قم بنقل الفلاتر الموزونة إلى موقع القياس في مزالق بتري معنونة ومستقلة عن بعضها.
4. قم بفك غطاء حامل الفلتر وباستخدام ملقط ضع بعناية الفلتر الموزون على الشبكة وأعد الغطاء إلى مكانه. لا تشد الغطاء أكثر من اللازم لأن ذلك سيعرض الفلاتر للتلف وقم بإعطاء رقم ولاصق عنونة لكل حامل فلتر.
5. ركب سلسلة الاعتيان من خلال توصيل حامل الفلتر مع المضخة بواسطة الأنابيب البلاستيكية وضعها في موقع الاعتيان. إذا كان موقع الاعتيان على العامل فمن الأفضل وضع سلسلة الاعتيان على الحزام. كما في الشكل (5-7).
6. علق وجه حامل الفلتر باتجاه الأمام بحيث يكون في أقرب نقطة من منطقة تنفس العامل قدر الإمكان أمام الكتف وثبت المضخة على الحزام. إذا كان موقع القياس ثابتاً وجّه حامل الفلتر إلى مكان القياس ويفضل أن يكون الموقع الثابت منصباً ثلاثي القوائم.
7. شغّل المضخة وسجل زمن التشغيل وراقب معدل التدفق من خلال مقياس التدفق المعاير. قم بتعديل معدل تدفق الهواء المار عبر سلسلة الاعتيان إذا كان ذلك ضرورياً ليتوافق مع معدل التدفق المطلوب. لمراقبة معدل التدفق قم بوضع وجه حامل الفلتر للأسفل باتجاه السداد الإسفنجي لمقياس التدفق. وعبر تثبيت الأنبوب الزجاجي لمقياس التدفق في وضع عامودي بمستوى

العينين لاحظ موقع الطوافة كما هو مبين في الشكل (5-11) . يشير مستوى العلامة في أعلى الطوافة إلى معدل التدفق . من الضروري مراقبة معدل تدفق المضخة من وقت لآخر خلال فترة الاعتيان وتعديله عند الضرورة في محاولة للإبقاء على معدل تدفق ثابت. بالإمكان ضبط معدل تدفق المضخة من خلال إدارة برغي التحكم باستخدام مفك صغير. بعض المضخات لا يمكن تعديل معدل التدفق فيها. تحتوي المضخات الحديثة على معدّل تدفق ذاتي ثابت مساوٍ لمعدل التدفق عند بدء التشغيل خلال فترة الاعتيان. بعض المضخات لديها عداد شوطي (Stroke-counter) أو ساعة توقيت يتوجَّب ملاحظة مقدارها عند بداية ونهاية فترة الاعتيان. يعتمد طول فترة الاعتيان على الظروف الخاصة بالاعتيان. ولكن الدقة سوف تفقد إذا تم سحب كمية غير كافية من الهواء عبر الفلتر. نوصي بأن يتم حساب أقل زمن اعتيان من خلال المعادلة التالية:

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

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

8. عند انتهاء فترة الاعتيان أقفل المضخة وسجل الوقت .
9. بعد التعرض انزع الفلتر بعناية باستخدام ملقط وأعده إلى مزلقة بتري.
10. يجب تهيئة الفلتر كما في خطوة رقم 1 في غرفة الميزان خلال فترة مماثلة لتلك الفترة التي استخدمت للوزن الأولي قبل إعادة الوزن. كذلك يجب إعادة تهيئة فلتر الضبط وإعادة توزينه.
11. سجّل جميع القراءات والنتائج كما هيَ في جدول مشابه للجدول رقم 5-1.



شكل : 5-11 مقياس تدفق مستعمل مع حامل فلتر مفتوح الوجه

الحسابات

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

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

ملاحظة: إذا تغير معدل التدفق خلال فترة الاعتيان يجب إجراء الحسابات لكل تغير وجمع كافة الأحجام.

لحساب الوزن الحقيقي للفلتر قم باتباع الخطوات التالية:

وزن الفلتر قبل التعرض = X1 (ملغم)

وزن الفلتر بعد التعرض = X2 (ملغم)

وزن فلتر الضبط قبل = Z1 (ملغم)

وزن فلتر الضبط بعد = Z2 (ملغم)

وزن الغبار على الفلتر = X1-X2 - (Z1-Z2) (ملغم)

$$\text{تركيز الغبار في الهواء (ملغم)} = \frac{\text{وزن الغبار على الفلتر (ملغم)}}{\text{حجم الهواء (V) م}^3}$$

المشاكل المتوقعة

1. يجب اتخاذ الحيطة والحذر لتجنب تلوث الفلاتر بشكل عرضي أو متعمد نتيجة دخول الغبار والتصاقه بها. يجب مسكها دائما بملاقط. يجب استخدام حامل فلتر من نوع UKAEA إذا كان هناك خطر من وجود دقائق كبيرة من الغبار من غير المحتمل استنشاقها ويتم قذفها باتجاه الفلتر وكذلك يجب دائما استخدام هذا الحامل أثناء اعتيان الأغبرة الثقيلة مثل أغبرة الرصاص أو مركبات الرصاص والزئبق.
2. إذا تغير معدل التدفق دون أن تتم ملاحظته خلال فترة الاعتيان. يمكن عندها إجراء تقدير للتدفق الكلي بالاعتماد على معدل التدفق الملاحظ مع الانتباه إلى أن الحسابات الناتجة ستكون تقريبية بشأن التركيز الحقيقي للغبار.

3. يجب نزع الفلاتر التالفة وطرحها وبالتالي فقدان العينة.
4. يمكن أن تحمل الفلاتر أكثر من طاقتها إذا كان معدل الاعتيان مرتفعا جدا أو إذا كان تركيز الغبار كثيفا . إذا كان هذا متوقعا يجب تخفيض معدل تدفق الاعتيان أو تقليل فترة الاعتيان.
5. يمكن للفلاتر الزائدة الحمل أن تفقد الغبار نتيجة تحريكها أو نقلها.

جدول 5-1 نموذج مقترح لتسجيل عينات الغبار

المسح: ..... أخذت من قبل: .....

الموقع: ..... التاريخ: .....

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

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

الهدف

من أجل فصل الجزء القابل للاستنشاق من الغبار العالق بالهواء عن الغبار الكلي يتم تعديل طريقة الفلتر مفتوح الوجه الأساسية، حيث يتم استخدام حامل فلتر مخروطي (دوامي) يقوم بفصل الغبار عند معدل تدفق هواء مقداره 1,9 لتر/ دقيقة وفقا لمنحنى مميز مشابه لمنحنى فصل الأغبرة في المسالك الهوائية العليا من الجسم. هذه التقنية مماثلة لطريقة فلتر الوجه المفتوح باستثناء أنه من المهم المحافظة على معدل تدفق مستمر وثابت مقداره 1.9 لتر/ دقيقة خلال فترة الاعتيان. لتحقيق ذلك من المهم استخدام مضخات ذات معدل تدفق يمكن مراقبته.

الأجهزة والأدوات المستخدمة

يلزم لقياس تركيز الأغبرة القابلة للاستنشاق ما يلي:

- فرازة مخروطية،
- مضخة لديها معدل تدفق مقداره 1.9 لتر/ دقيقة تعمل على مبدأ التدوير، تزودنا بمعدل تدفق مستمر لفصل مرض. بينما تتطلب العاملة على مبدأ التردد جهاز تنظيم التدفق وذلك لضمان انتظام تدفق الهواء في المخروط.

تستخدم مخاريط BCIRA أو Higgins شكل (5-12) فلاتر قطرها 25 ملم بينما تستخدم مخاريط (SIMPEDS) شكل (5-13) فلاتر قطرها 37 ملم. أما المعدات الأخرى المطلوبة فهي نفس المعدات المستخدمة لقياس الأغبرة الكلية باستخدام فلتر الوجه المفتوح.

طريقة القياس

1- يجب أن يتم توزين الفلاتر كما في خطوة 1 و 2 في قياس الغبار الكلي.

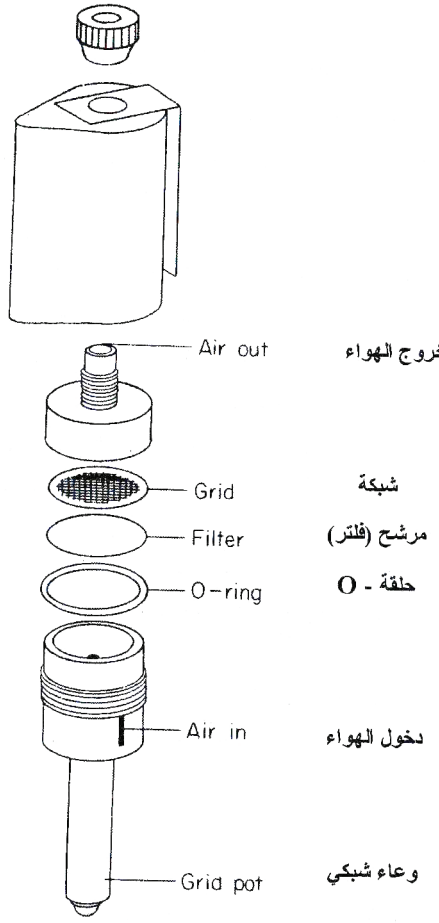
2- يختلف تركيب الفلاتر في المخاريط باختلاف الفرازة المستخدمة، فبالنسبة لمخاريط Higgins من الضروري فك الجهاز ووضع فلتر قطره 25 ملم على الشبكة، لاحظ شكل (5-12) ومن ثم إعادة تركيب الفرازة بعناية وإغلاقها بإحكام وبدون شد زائد لضمان عدم تلف الفلتر. أما بالنسبة لمخروط SIMPEDS فيتم تركيب فلتر قطره 37 ملم يركب في حافظة متماسكة بشريط معدني مرن شكل (5-13) . تتوفر وصلات مهايئة (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 أن معدل التدفق يجب أن يكون ثابتا عند 1.9 لتر/ دقيقة ويجب مراقبته باستمرار خلال فترة الاعتيان باستخدام مقياس تدفق معاير. يمكن وضع قاعدة مخروط Higgins بإحكام على الوسادة الإسفنجية لمقياس التدفق و المحافظة على وضع أنبوبة مقياس التدفق بشكل عمودي عند مستوى العين لقراءة معدل التدفق بسهولة.

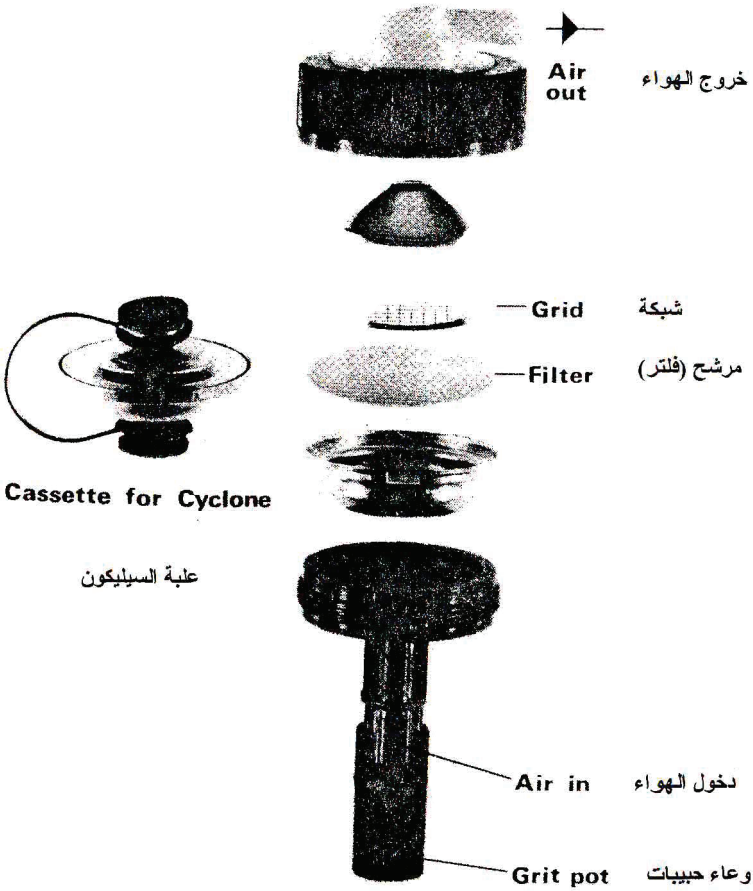
أما بالنسبة لمخروط SIMPEDS فمن الضروري وصل مقياس التدفق بفوهة المدخل بواسطة أنابيب مطاطية .

الحسابات

هي نفس طريقة الحسابات المستخدمة في قياس الأغبرة الكلية المستخدمة في طريقة فلتر الوجه المفتوح الملخصة سابقاً.



شكل : 5-12 صورة تفصيلية لمخروط Higgins



شكل : 5-13 صورة تفصيلية لمخروط SIMPEDS

المشاكل المتوقعة :

1- إذا تغير معدل تدفق المضخة عن 1.9 لتر/ دقيقة خلال فترة الاعتيان فإن الفلتر لن يجمع عينات ممثلة للأغبرة القابلة للاستنشاق مع أنه بالإمكان قبول تغيير في معدل التدفق قدره + 0.1 لتر / دقيقة عن 1.9 لتر/ دقيقة . فإذا قل معدل التدفق فإن الأغبرة ذات الحجم الأكبر من الأغبرة القابلة للاستنشاق تتجمع على الفلتر و بالتالي ستكون النتيجة مرتفعة ومبالغاً فيها . وقد يحصل العكس إذا كان معدل التدفق أكبر من 1.9 لتر/دقيقة.

2- تتباين كتلة دقائق الغبار باختلاف مكعب القطر، وإن الأغبرة القابلة للاستنشاق صغيرة جداً وبالتالي فإن وزنها خفيف جداً وعليه فإنه من الصعب الحصول على وزن كافٍ من الأغبرة على الفلتر لإعطاء نتيجة موثوقة. لتقليل هذة التأثيرات فإننا ننصح بزيادة فترة الاعتيان.

3- يجب نزع الفلاتر التالفة وطرحها حيث أنه من غير الممكن الحصول على وزن ذي معنى منها.

3.5 اعتيان وعد ألياف الأسبست العالقة بالهواء

الهدف

يتواجد الأسبست في كثير من مواقع العمل. فعلى سبيل المثال يستعمل الأسبست كعازل حراري على الأنابيب وأسطح المباني وفي تبطين المركبات, وكمادة ماصة للصوت على الجدران والأسقف، وكمواد مخفضة للصوت، وكمادة في البناء مثل بناء الأسطح والجدران والأنابيب والأقنية، وفي تبطين كوابح المركبات وفي أماكن عديدة أخرى حيث يتم الاستفادة من خواصها العديدة والمفيدة . وحيث أن هناك مخاطر صحية ناتجة عن استنشاق الألياف في استخدام وصناعة وإزالة هذه المادة. وحيث أن التشريع في الدول المتقدمة يوجب المراقبة والسيطرة على الألياف المحمولة بالهواء، بات من الضروري وضع تراكيز وحدود عتبية لهذه

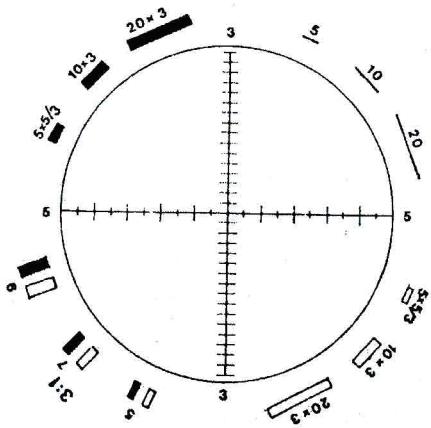
الألياف المحمولة بالهواء. وإن طريقة الاعتيان مماثلة لطريقة فلتر الوجه المفتوح في قياس الأغبرة الكلية.

الأجهزة والأدوات المستخدمة

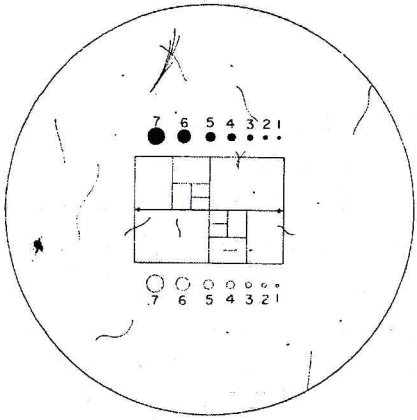
هي نفس المعدات المطلوبة لطريقة فلتر الوجه المفتوح باستثناء أن الفلتر يجب أن يكون من النوع الذي يمكن تنظيفة ليسمح بمرور الضوء من أجل الفحص المجهري. إن الفلتر المصنوع من أسيتات السليلوز (Cellulose Acatate) بقطر 25ملم مناسب ولكن يفضل أن يكون سطحه مخططا بشكل شبكة ليساعد في التركيز وعد الألياف. ومن المحاليل الشائعة الاستخدام لتنظيف الغشاء محلول تراي أسيتات الغليسيرول (glycerol triacetate) وقد طورت طرق أخرى لغسيل الغشاء تشمل بخار الأسيتون وDMP و Euparol ، ماصة دقيقة، مجهرا قادرا على التكبير لغاية 500 مرة مزودا بإنارة متباينة الطور ومقياس عدسة عينية نوع Becket and Walton شكل (5-14)، وإذا لم يتوفر فنوع BS3625 شكل (5-15)، شرائح مجهرية، أغطية زجاجية، عدادين رقميين بزر ضاغط.

طريقة القياس

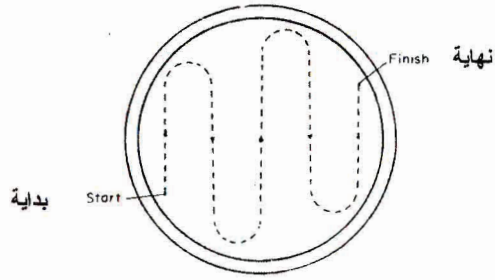
هي نفس طريقة الاعتيان كما في اعتيان الغبار الكلي إلا أننا لا نحتاج إلى توزين الفلتر قبل أو بعد الاعتيان . إن حجم العينة مهم حيث يحتاج الأمر إلى أخذ عينة كافية لضمان الدقة بينما نجد أن العينة الكثيرة للغاية تجعل التحليل اللاحق صعبا أو مستحيلا. الخبرة فقط تستطيع تحديد حجم العينة الأكثر ملاءمة ولكن على سبيل التوجيه، عندما يكون التركيز المتوقع في حدود عشر ألياف لكل مليلتر، فإننا نوصي بأخذ عينة حجمها 10 لتر، وعندما يكون التركيز المتوقع 2 ليفة لكل ملياليتر فإننا نوصي بأخذ عينة حجمها 50 لترا. وللتركيز الأقل من ذلك فإن حجم العينة يجب أن يزيد عن 100 لتر.



شكل : 5-14 مقياس عدسة عينية Becket and Walton



شكل : 5-15 مقياس عدسة عينية BS3625



شكل : 5-16 طريقة نمطية لمسح الشريحة أثناء عد ألياف الأسبست

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

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

2- علّم الشريحة المجهرية النظيفة عند أحد أطرافها وضعها بشكل متطابق مركزياً فوق الورقة الزرقاء .

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

4- ضع الغشاء المحمَّل بعناية على منطقة محلول التنظيف باستخدام ملاقط غير حادة بحيث يكون السطح الذي يحوي الأغبرة للأعلى واتركه لمدة ثلاث دقائق.

5- ضع الغطاء الزجاجي فوق الغشاء و اتركه لمدة 30 دقيقة .

لتقدير عدد الألياف القابلة للاستنشاق على الغشاء اتبع الخطوات التالية:

1- حدد ظروف إنارة ذات طور متباين على المجهر واضبط أبعاد مقاييس العدسة العينية عند 500× تكبير بواسطة مايكروميتر المنضدة إذا كان المجهر يستخدم بانتظام للعد، عندها يعرف حجم مقياس العينية.

2- ضع الشريحة على منضدة المجهر وركز على درجة التكبير المنخفضة لمشاهدة توزيع الألياف فوق كامل الشريحة ولتحديد ما إذا كانت الألياف موزعة بالتساوي أم لا .

3- غير إلى التكبير العالي (500× أو ما يقاربه) .إذا كانت الألياف موزعة بالتساوي قم باختيار الحقول عشوائيا وعد حتى تحصل على 200 ليفة قابلة للاستنشاق، أو إذا كانت الشريحة تحتوي على ألياف قليلة، افحص لغاية 100حقل . أستخدم العدادات الرقمية لتسجيل عدد الألياف و عدد الحقول المختارة .لا تعد الحقول القريبة من الطرف الخارجي للفلتر لأنة قد يتلوث من حامل الفلتر ويعطي نتيجة خاطئة.

4- إذا كانت العينة غير موزعة بالتساوي أو متناثرة اختر 100 حقل وشاهدها وفق النمط المبين بالشكل 5-16 .

ملاحظة: يمكن تعريف الألياف القابلة للاستنشاق وفقاً لما يلي : "هي الألياف التي يكون طولها أكبر من 5 µm وتكون نسبة طولها إلى عرضها على الأقل 1:3 وقطرها 3 µm ". تساعد الخطوط والأسطر حول وخارج عينية Walton and Becket في الشكل (5-14) على اختيار الألياف الصحيحة للعد . الألياف المتداخلة مع حقل الرؤية يجب أن تضمَّن في العد إذا كان أكثر من نصف طولها في الحقل.

الحسابات

ليكن :

القطر الفعّال للغشاء (القطر الحقيقي أقل بسبب تداخل حافة دائرة حامل الفلتر) = D ملم

قطر كل حقل منظور = d ملم

عدد الحقول المفحوصة = n

عدد الألياف التي تم عدها = N

حجم الهواء المعتان = V ملليتر

الحجم (V) =

معدل تدفق المضخة (لتر/دقيقة) × زمن الاعتيان (دقيقة) × 1000 ملليتر

عدد الألياف المقدرة في العينة = $n \div N \times d2 \div D2$ ليفة

$$\text{تركيز الألياف} = \frac{\text{العدد التقديري للألياف}}{\text{الحجم}} \quad \text{ليفة/ ملليتر}$$

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

ألياف الكريسودولايت (crocidolite) : 0,2 ليفة / ملليتر عندما تقاس لأكثر من 10 دقائق .

أنواع أخرى: 2 ليفة / ملليتر عندما تقاس خلال فترة (4) ساعات .

يجب أن لا يتعدى التعرض قصير الأمد (STEL) 12 ليفة / ملليلتر، عندما يجري القياس خلال أي فترة 10 دقائق .

شكلت جمعية الصحة والسلامة لجنة للنظر في المخاطر الصحية الناجمة عن التعرض للأسبست. وقد أصدرت هذة اللجنة توصيات محددة تتعلق بمعايير الأسبست الجديدة عرفت بـ"حدود التحكم" (Control limits) وفقا لما يلي:

ألياف الكريسودولايت (crocidolite) : 0.2 ليفة / مليلتر لفترة اعتيان 4 ساعات.

ألياف الكريسوتايل (chrysotile) : 1.0 ليفة / مليلتر .

ألياف الأموسايت (amosite) : 0.5 ليفة /مليلتر .

المشاكل المتوقعة.

1- قد يكون الحقل ملوثاً بكثافة بأغبرة أخرى مما يجعل من الصعب رؤية الألياف . في هذه الحالة قم بتخفيض معدل تدفق الاعتيان أو تقليل زمن الاعتيان .

2- للتأكد من أن مستوى الرؤية مركّز بشكل صحيح استخدم دائماً غشاء له سطح شبكي وركّز على خطوط الشبكة .

3- تزداد الدقة في العدّ من خلال تمضية أطول مدة زمنية ممكنة في كل حقل.

4- يجب توخي الحرص للتأكد من نظافة كامل المكان لمنع أي تلوث غير مرغوب فيه للعينة.

5- يجب استخدام نظام للعد حسب ما هو متفق عليه بين أفراد المختبر يشير إلى الاختلافات الشخصية في مميزات العد.

6. معايرة أجهزة اعتيان ملوثات هواء بيئة العمل

يستخدم العديد من الطرق في معايرة التجهيزات والتقنيات المستخدمة في اعتيان ملوثات هواء بيئة العمل نذكر في مقدمتها الطرق التالية:

1.6 اختيار الفلتر وحامل الفلتر ليناسب غباراً، أو دخاناً أو ضباباً محدداً:

عند اعتيان غبار محدد معروف التركيب أو النوع فمن المهم استشارة المحلل قبل البدء بعملية الاعتيان لأن طريقة التحليل سوف تختلف بالنسبة للتركيب الكيماوي المختلف للغبار. تتطلب كل طريقة تحليل تقديم الغبار بطريقة خاصة كما أن المحلل سوف يسدي النصح بشأن الفلتر الذي يناسب التقنية التي سيتم استخدامها. يبين الجدول رقم (6-1) أنواع الأغبرة التي ستصادفنا في الميدان و الفلتر المناسب لجمع العينة عليه وحامل الفلتر المطلوب استخدامه . وعند استخدام تقنيات انتقاء الحجم مثل الحامل المخروطي للأغبرة القابلة للاستنشاق فمن المهم التأكد من أن معدل تدفق الهواء الصحيح هو الذي يمر ليناسب نوع المنقي (Selector) الذي يجري استخدامه وأن معدل التدفق ليس متذبذباً.

لأخذ العينة، تابع كما في طريقة اعتيان الغبار الكلي أو طريقة الفرز الدوامي الموصوفة سابقاً ولكن باستخدام نوع الفلتر وحامل الفلتر المفصَّل في الجدول 6-1 المذكور.

جدول رقم 6-1

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 الإلكتروني حيود أشعة اكس	استر سيليلوز * 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 معدّل
سيليكا	حيود أشعة اكس الأشعة تحت الحمراء	غشاء فضي كلوريد البولي فينيل	مخروطي مخروطي
رصاص، معادن ثقيلة، أكاسيدها وأملاحها	ادمصاص ذري مكشاف طيفي	استر سيليلوز ألياف زجاجية	UKAEA بثقب قطره 4 ملم
الأغبرة المزعجة, بشكل عام	قياس وزني مجهرية بصرية	استر سيليلوز ألياف زجاجية	وجه مفتوح وجه مفتوح
أغبرة غير معروفة	حيود أشعة اكس	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 سيليلوز ألياف زجاجية	وجه مفتوح وجه مفتوح
دخان وأبخرة 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 12,5 ملم وفيها 6 ثقوب قطرها 4 ملم ، حول ثقب مركزي قطره 4 ملم. كما في شكل (5-3).

2.6 معايرة معدل التدفق باستخدام طريقة فقاعة الصابون (Soap bubble)

الهدف

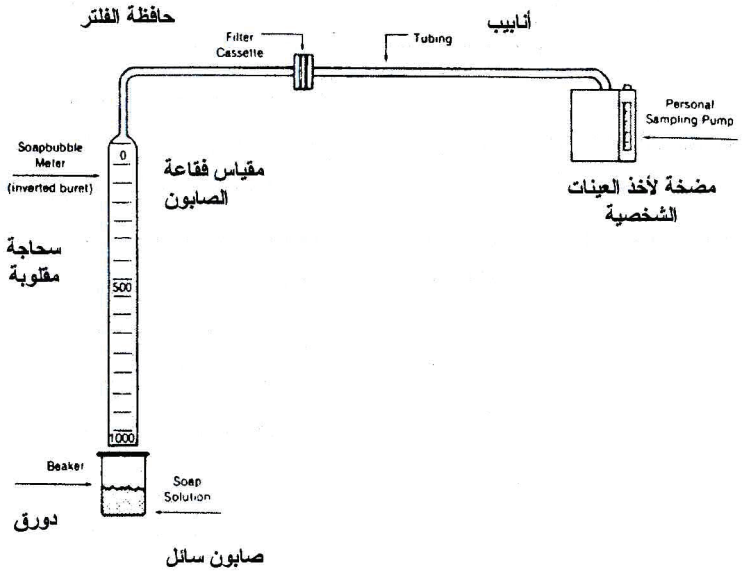
عند إجراء عمليات الاعتيان للغبار أو الغازات في موقع العمل فمن الضروري مراقبة معدل تدفق الهواء المسحوب بالمضخة من حين لآخر وغالباً ما يستخدم مقياس تدفق محمول يجب معايرته أولاً. تعتبر تقنية فقاعة الصابون من أفضل طرق المعايرة المتوفرة لرخصها وإمكانية الاعتماد عليها .

الأجهزة والأدوات المستخدمة

كما هو موضح في الشكل رقم (6-1) تتكون الأجهزة والأدوات المستخدمة في معايرة معدل التدفق مما يلي:

- مضخة هواء ذات معدل تدفق مستمر قادرة على تزويد الهواء بما يتناسب مع معدل التدفق لمقياس التدفق المراد معايرته،
- سحاحة زجاجية مدرجة بالميللتر،
- مقياس التدفق المراد معايرته،
- بصيلة مطاطية أو كأس أو دورق،
- أنابيب بلاستيكية مرنة ذات حجم ملائم لوصل الأدوات والمواد،
- قطعة زجاجية بشكل حرف T ،
- حامل أو حاملين،
- مشابك وملاقط للأنابيب،
- صابون سائل،
- ساعة توقيت،
- قطن خام.

يلزم للمضخات ذات معدل التدفق المتوسط (1 - 4.5 لتر/ دقيقة) سحاحة بحجم 250 مللتر، وللمضخات ذات معدل التدفق الأقل سحاحة بحجم 100 مللتر. وفي الغالب تكون أدوات المعايرة مع حقيبة المضخات.



شكل : 6-1 أدوات معايرة مقياس التدفق

طريقة المعايرة

1. اغسل السحاحة بالماء ومن ثم رطب السطح الداخلي بطبقة رقيقة من الصابون السائل. يمكن إجراء ذلك من خلال صب القليل من الصابون بالسحاحة ومن ثم غسله بالماء من الكأس.
2. ركب المعدات كما هو مبين في الشكل 3-9 وقم بوضع سدادة صغيرة من القطن عند نهاية السحاحة لمنع الصابون من الدخول إلى المضخة.
3. ضع الصابون السائل في البصيلة المطاطية أو الكأس .
4. ثبت مقياس التدفق في وضع عامودي باستخدام أحد الحوامل والتركيبات المناسبة .
5. شغّل المضخة لسحب الهواء عبر النظام.
6. اضغط البصيلة المطاطية برفق أو ارفع الكأس لإطلاق الصابون السائل في مجرى الهواء وذلك من أجل تشكيل فقاعة الصابون.
7. وقّتْ فقاعة الصابون أثناء مرورها من علامة الصفر إلى علامة الـ250 مليلتر على السحاحة وأعد هذا العمل خمس مرات بحيث تحدد في كل مرة معدل التدفق. عند مراقبة موقع الفقاعة لتوقيتها فمن المهم إبقاء إحدى العينين بمستوى العلامة.
8. من خلال مثبتات الأنابيب أو تغيير معدل تدفق المضخة بالإمكان تغيير موقع الطوافة في مقياس التدفق وإعادة الخطوات 6 و 7 . ويجب إجراء ذلك لعدة معدلات تدفق بما يسمح به مدى مقياس التدفق.

النتائج والحسابات

باستخدام جدول بياني مماثل للجدول 2.6 سجل النتائج كما أخذت. ولحساب معدل التدفق الفعلي (Fa) ، نستخدم العلاقة التالية:

$$\text{معدل التدفق الفعلي (Fa)} = \frac{V}{t} \times 60 \text{ لتر / دقيقة}$$

حيث أن :

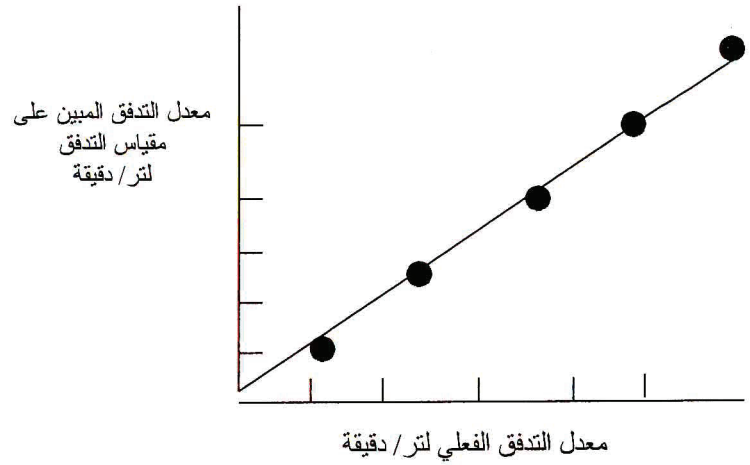
V : عبارة عن حجم مسار الفقاعة باللترات (1 لتر = 1000 مليلتر).

t : عبارة عن الزمن بالثواني.

جدول :2.6 جدول النتائج لمعايرة مقياس التدفق

التدفق المبين على مقياس التدفق لتر/ دقيقة		0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	0.4
الزمن المستغرق لحركة الفقاعة بين العلامات (بالثواني)	القراءات 1 2 3 4 5								
متوسط القراءات الخمس									
التدفق الفعلي (لتر/دقيقة)									

شكل : 6-2 رسم بياني نموذجي لمعايرة مقياس التدفق



عَيِّن متوسط معدلات التدفق المحسوبة مقابل المعدلات المبينة على ساق مقياس التدفق كما هو مبين في الشكل 6-2 . هذا الرسم يجب أن يبقى دائما مع مقياس التدفق وذلك لقياس معدلات تدفق المضخة أثناء إجراء الفحص أو المسوحات.

المشاكل المحتملة

1. ربما تتذبذب طوافة مقياس التدفق بسبب احتواء المضخة على خاصية تذبذب التدفق. لتخفيض ذلك، إمّا أن نقوم بوضع منظم تدفق في الخط أو استبدال المضخة بأخرى دورانية.

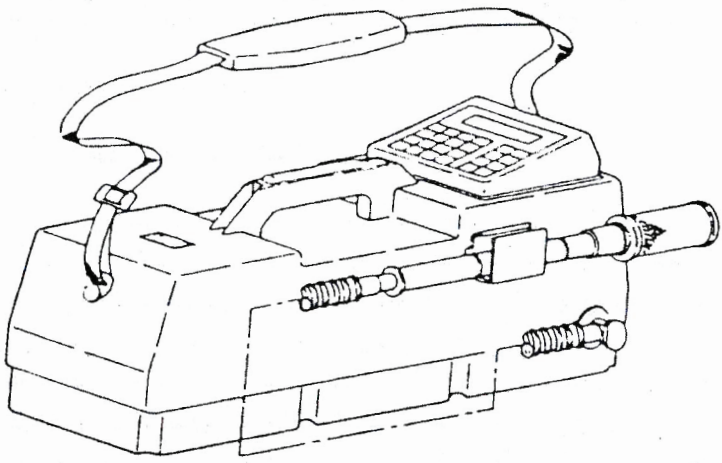
2. يمكن أن تنفجر الفقاعة الصابونية قبل وصولها إلى نهاية مسارها وذلك بسبب الجوانب أو كون السماحة جافة جداً. لمنع حدوث ذلك يجب نزع السماحة من مثبتاتها وترطيب جوانبها بصابون سائل وماء كما في الخطوة رقم 1 في طريقة المعايرة.

7. المراقبة والقياس المباشر لملوثات هواء بيئة العمل

1.7 أجهزة القراءة المباشرة

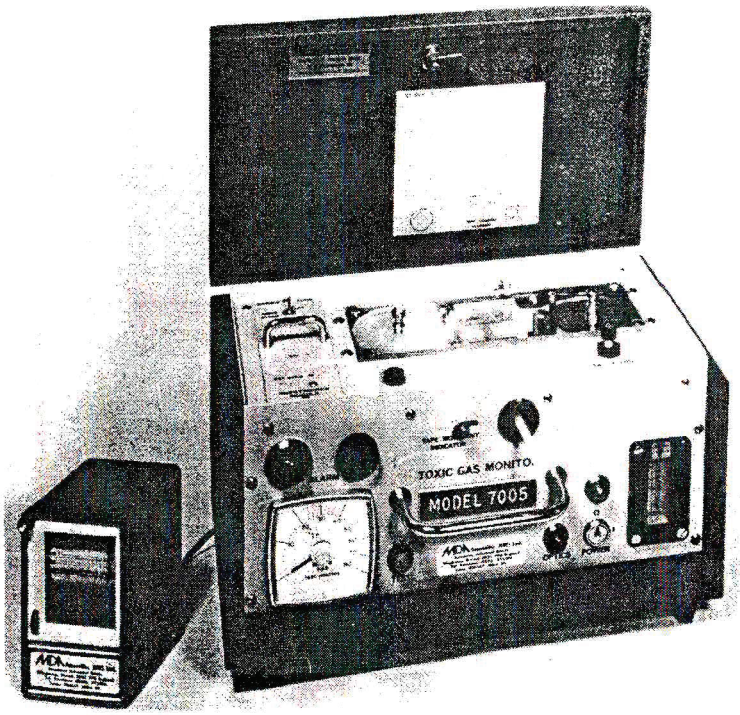
1.1.7 أجهزة القراءة المباشرة للغازات والأبخرة

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 وتعديله لقياس العديد من الغازات المختلفة باستخدام حزمة من الأشعة تحت الحمراء ذات طول موجي متغير شكل (7-1)، ويستطيع بعض الأجهزة الكشف عن تركيز مزيج من الغازات أو سلسلة ضمن مجموعة أو عائلة من المركبات ولكنها غير محددةٍ لأي واحدٍ منها . هذا الجهاز لديه القدرة على تحديد نوع الغازات عن طريق تزويده بعامود الفصل الكروماتوغرافي للغازات (G C) يجعله عبارة عن جهاز فصل كروماتوغرافي للغازات صغير يسهل حمله.



شكل : 7-1 جهاز لتحليل الغازات والأبخرة يعمل على مبدأ الأشعة تحت الحمراء

يوجد أيضاً نوع من الأجهزة موضح بالشكل (7-2) يقوم بسحب الهواء من خلال شريط ورقي مشرَّب بمادة كيماوية تتفاعل مع بعض الغازات منتجه صبغة (لون) كثافتها تعتمد على تركيز الغاز العالق بالهواء . وبتسليط حزمة من الضوء عبر الصبغة على خلية حساسة للضوء يمكن قياس كثافة الصبغة وبالتالي حساب تركيز الغاز . ويمكن استعمال الجهاز للكشف عن العديد من الغازات عن طريق تغيير الشريط الورقي المشرَّب ليناسب الغاز المحدد . كما يستخدم مبدأ تغيّر اللون في الأجهزة التي تستخدم عوامل كيماوية سائلة بدلاً من الشريط الورقي .



شكل : 7-2 جهاز أخذ العينة باستخدام الشريط الورقي

تتوفر أجهزة القياس المباشر على نطاق واسع ومن الصعب تغطيتها في كتاب كهذا . إن 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 المحمولة (GC) معرفة جيده بالكيمياء للحصول على نتائج يعتمد عليها .

معايرة المجسات باستخدام قارورة المعايرة Calibration bottle

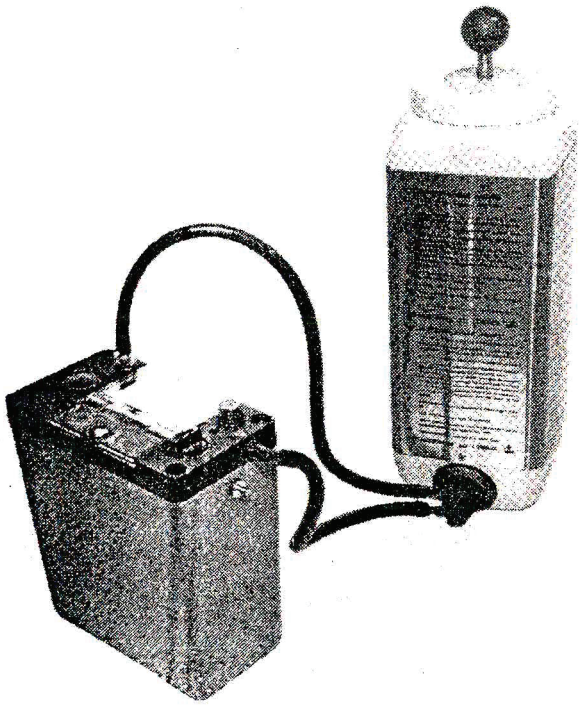
- **الهدف**

التأكد من أن المجس يقوم بقراءة نفس التراكيز الحقيقية في مكان إجراء القياس دون زيادة أو نقصان.

- **الأجهزة والأدوات المستخدمة**
  - قارورة معايرة،
  - أمبولة ذات تركيز معلوم للمجس المطلوب معايرته،
  - جهاز القياس الذي يحتوي على المجس،
  - أنابيب بلاستيكية مرنة للتوصيل.

- **طريقة القياس**

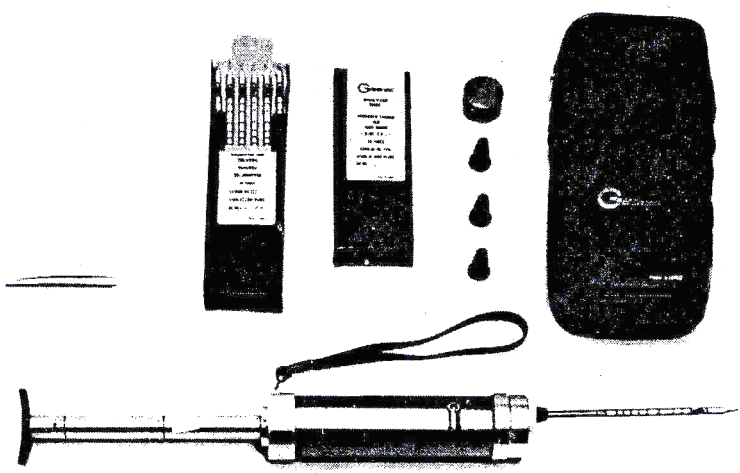
1 - افتح غطاء قارورة المعايرة.
2 - ضع الأمبولة ذات التركيز المطلوب في المكان المخصص لها في غطاء قارورة المعايرة.
3 - أغلق غطاء قارورة المعايرة بأحكام.
4 - أوصل الجهاز بأنابيب قارورة المعايرة بالطريقة الصحيحة.
5 - شغل الجهاز وضع مفتاح التشغيل على وضع المعايرة (Cal.)
6 - اكسر الأمبولة وذلك بضغط المكبس الموجود على الغطاء .
7 - انتظر لمدة 3-5 دقائق وراقب مؤشر قراءة الجهاز.
8 - إذا كان الجهاز يشير إلى التركيز الموجود على الأمبولة فهو كذلك. وإذا كان غير ذلك (+،-) نقوم بضبط المؤشر باستخدام مفتاح ضبط الحساسية للجهاز حتى يشير إلى التدرج المطلوب.
9 - افصل الجهاز عن قارورة المعايرة ، وزوده بالهواء النقي لمدة 3-5 دقائق .(ففي هذه الحالة يجب أن يعود مؤشر الجهاز إلى الصفر). وبهذا يكون قد تمت معايرة المجس
10 - أقفل الجهاز.
11 - أزل بقايا الأمبولة من قارورة المعايرة ونظفها جيداً.



شكل : 7-3 قارورة معايرة المجسات

ـ أنابيب الكشف اللونية

توجد طريقة مقارنة بسيطة للكشف عن الغازات العالقة بالهواء وذلك باستخدام أنابيب كشف، تتكون من أنابيب زجاجية تحتوي على بلورات معالجة بكاشف كيماوي يتفاعل مع الغاز الموجود والذي يجري كشفه بدءاً من حافة المدخل ويتغير اللون نتيجة لذلك . وعندما يتم سحب الهواء الملوث خلال الأنبوب يحدث تغيير على امتداد طول الأنبوب ويعتمد ذلك على تركيز الغاز الموجود . يبين المقياس المدرج المطبوع على الجانب الخارجي للأنبوب التركيز المقيس من خلال قياس طول اللون لحجم العينة الخاص . تتوفر مضخة شفط تشغل يدوياً لضمان اعتيان حجم صحيح إذا تم تشغيلها وفقاً لتعليمات الصانعين . يبقى طرفا الأنبوب مغلقين بإحكام ولا يتم كسرهما إلا قبل إدخاله إلى المضخة. ومن الأمثلة على هذه المضخات الموضحة بالشكل (7-4) .



شكل : 7-4 عدة أنابيب الكشف اللونية

حيث توجد شركتان متخصصتان في صناعة هذه الأجهزة هما شركتا Gastec و Drager ويتوفر من خلالهما أنابيب كشف لما يزيد عن 200 مادة . نود الإشارة هنا إلى أن الأنابيب الموردة من قبل هذه الشركات غير قابلة للتبادل ، بمعنى أن أنابيب Drager لا يمكن استخدامها بمضخة Gastec والعكس صحيح .

تبدو التقنية بسيطة ولكن توجد بعض الصعوبات التي قد تؤدي إلى حدوث خطأ في النتائج التي يتم الحصول عليها . حيث تتلف الأنابيب الكاشفة مع مرور الزمن فمعظمها لها عمر تخزين لا يزيد عن السنتين إذا خزنت عند درجات الحرارة العادية، إضافة إلى وجود بعض الغازات الأخرى التي تتداخل مع الغاز الذي سيتم قياسه ، لذلك يجب قراءة النشرات المرفقة مع كل أنبوب واتباع تعليماتها. ومن المهم أيضاً أن يتم إمرار حجم العينة المحدد كاملاً من خلال الأنبوب وإلا فإن النتيجة ستصبح باطلة . وهذا يعني أن أي ضرر يلحق بالمضخة مؤدياً إلى تسرب الهواء المتدفق سيقلل من حجم الهواء المار عبر الأنبوب .

- **قياس تراكيز الغازات المحمولة بالهواء باستخدام أنابيب الكشف اللونية**

- **الهدف**

غالباً ما يكون من الضروري الحصول على مؤشرات سريعة لتركيز الغاز المحمول بالهواء. وقد يتطلب الأمر فحص تراكيز بعض الغازات في مواقع مثل الخزانات، البالوعات، الأوعية الكبيرة والأماكن المغلقة قبل السماح للعمال بالدخول إليها. ومن المفيد أيضاً فحص هواء مكان العمل لمراقبة التراكيز العامة لبعض الغازات من حين لأخر . ولتحقيق هذا الغرض يمكن استخدام أنابيب كشف قصيرة الأجل. ولكن عليك أن تتذكر أن هذه الأجهزة تعطي مؤشراً لفترة قصيرة من الزمن. وغالباً ما يكون أقل من دقيقة واحدة . يعتمد الوقت المستغرق الذي يلزم لإعطاء نتيجة على نوع الغاز المراد الكشف عنه وعلى نوع الأنبوب المستعمل وعلى مقاومة الأنبوب للتدفق. وفي لغة الإصحاح المهني يعرف هذا "بالعينة المختطفة" (Grab sample) أو اللحظية ولا تزودنا بتركيز معدل التعرض الزمني (TWA) .

بالنسبة لبعض الغازات تتوفر أنابيب كشف طويلة الأجل تستخدم في أجهزة اعتيان 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 أماكن 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 (7-5) والمضخة ذات المكبس (Piston type) كما هو موضح بالشكل (7-7) 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 أجله.

يعتمد نوع الأنبوب الكاشف المتوفر على الغاز الذي سيتم قياسه الأمر الذي يفرض التفاعل الكيماوي الذي يحدث داخل الأنبوب لإنتاج صبغة المؤشر . وفي بعض الأنواع يبيَّن التركيز بواسطة طول عمود الصبغة الملونة والذي يقاس بمقابلته مع المقياس المدرج المطبوع على جدار الأنبوب الزجاجي . بعض الأنابيب يوجد عليها مقياسان مدرجان ليلائما عددين 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 (7-6) 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**

آ - باستعمال المضخة الكيرية (النافخة)

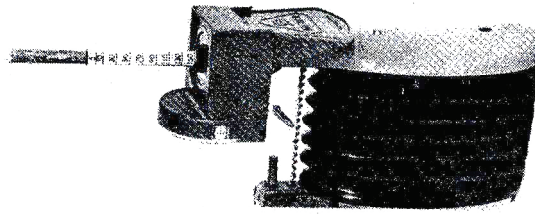
قبل القيام بإجراء القياسات، فمن الضروري إجراء بعض الفحوصات الأولية على المضخة.

1- للكشف عن وجود تسرب في الكير : أدخل أنبوباً الكشف الزجاجي بدون كسر نهايتيه 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.

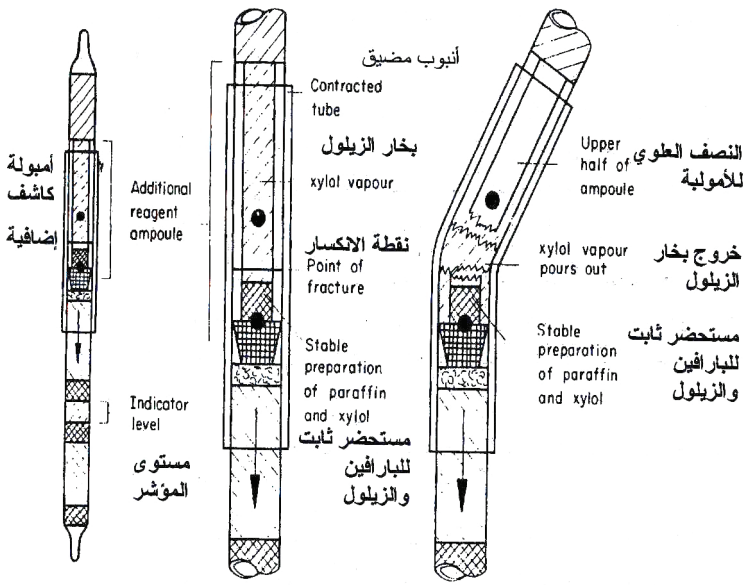
2- للكشف عن وجود انسداد في قنوات السحب : اضغط الكير حتى يغلق تماماً، ولعدم وجود أنبوب في مكانه فإن الكير سوف يفتح فوراً بعد رفع الضغط عنه، فإذا كانت القنوات مسدودة فإن الكير سوف يفتح ببطء .

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.



شكل : 7-5 مضخة كيرية تستخدم لأنابيب الكشف اللونية
مجهزة بعدَّاد Draeger



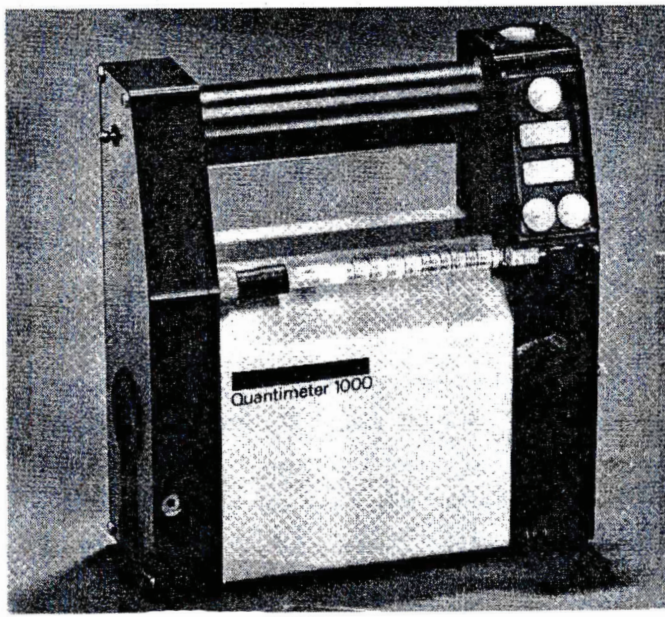
شكل : 7-6 أنابيب كشف بأمبولة

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 بتركيبه حسب التعليمات.

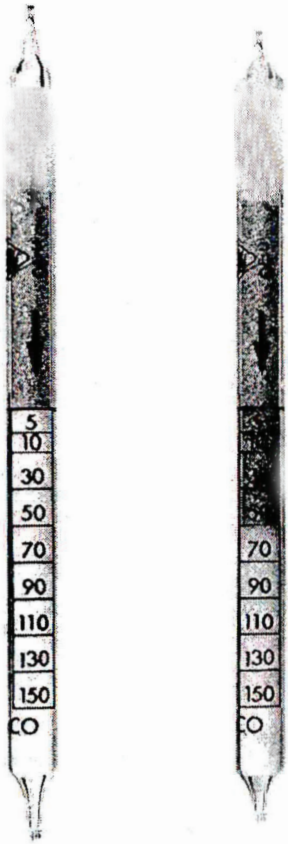
5- اضغط على الكير وارفع يدك فوراً سوف يفتح بمعدل محكوم بمقاومة التدفق للأنبوب. لا تعيق هذه العملية التشغيلية بمحاولة التحكم في معدل الفتح. سوف يفتح الكير عندما تكون سلسلة الحديد مشدودة. إذا كان هناك غاز كافٍ موجود في الهواء المعتان، فسوف تظهر بقعة داكنة تبدأ من الصغر وتمتد إلى أعلى الأنبوب كاستجابة لتركيز الغاز الموجود. انظر الشكل (7-8).

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 هذا وفق تعليمات الصانعين. يتوفر عدَّاد أشواط كخيار في بعض المضخات. في نهاية الفحص اقرأ التركيز كما هو موصوف أعلاه.



شكل : 7-7 مضخة حديثة ذات مكبس
تستخدم لأنابيب الكشف اللونية للاعتيان لفترات طويلة



شكل : 7-8 أنبوب كشف لوني مستعمل وآخر غير مستعمل
يبين طول عامود الصبغة تركيز غاز CO (50 جزء في المليون)

ب - باستعمال المضخة ذات المكبس

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

1- للكشف عن وجود تسرب في الصمام : أدخل أنبوب الكشف دون أن تكسر أياً من نهايتيه في فوهة المضخة، حرك مقبض المضخة كي لا تكون النقطتان الحمراوان أو الشحطتان في نفس الخط واسحب مقبض المضخة بالكامل عدة مرات بسرعة معتدلة. ومن ثم اسحب المقبض لمسافة 6 ملم وأمسكه لمدة دقيقتين ثم أتركه.إذا عاد المقبض إلى مسافة بحدود 1,5 ملم من موضع الإغلاق فإن الصمامات تكون عاملة. إذا لم تكن كذلك فإن الصمامات تحتاج إلى تزييت أو تشحيم وفقاً لتعليمات المصنعين.

2- لفحص الحجم الحقلي: أدخل أنبوباً غير مكسور كما في السابق، صف النقاط الحمراء أو الشحطتين على الخط واسحب المقبض بالكامل حتى يقفل في الموقع المفتوح. انتظر لمدة دقيقة ومن ثم أدر المقبض ربع دورة واتركه. فإذا كانت تعمل بشكل جيد يجب أن يعود إلى مسافة بحدود 6 ملم أو أقل من موضع الإغلاق الكامل. لا تسمح له بالرجوع بشكل مفاجئ ولكن قم بتوجيهه برفق إلى أن يعود إلى مكانه كما هو. إذا لم يعد كما وصف فيجب تزييته أو تشحيمه وفقاً لتعليمات المصنعين .لإجراء الفحص عليك القيام بقراءة التعليمات الموجودة في صندوق أنابيب الكشف بعناية.

3- اكسر نهايتي أنبوب الكشف باستخدام فتحة الكسر الموجودة على المضخة.

4- أدخل الأنبوب إلى فوهة سحب المضخة وتأكد من أن السهم الموجود على الأنبوب يتجه باتجاه المضخة. إذا تم استخدام أنابيب مزدوجة قم بوصل النهايات المعلمة بحرف C بواسطة أنبوب مطاطي قصير.

5- ادفع مقبض المضخة بالكامل، صف النقاط الحمراء (الشحطتين) على الخط واسحب المقبض حتى موقع الشوط المطلوب - نصف شوط أو شوط كامل - وفقاً لمتطلبات الفحص وحسب تعليمات المصنعيين. سوف يقفل المقبض في الموقع المطلوب ولا يعود. إذا كان هناك غاز كافٍ في الهواء المعتان فسوف تظهر بقعه داكنة تبدأ من الصفر وتمتد إلى أعلى الأنبوب لتركيز الغاز الموجود. لا تترك المقبض حتى يتوقف تمدد (انتشار) الصبغة.

6- قم بقراءة التركيز كما هو مطبوع على جدار أنبوب الكشف بمطابقته مع نهاية الصبغة.

7- إذا تطلب الأنبوب مزيداً من الأشواط (Stroke) كما هو موضح في بيانات تعليمات المصنعين .أدر المقبض ربع دورة لتحرير وضع الأقفال وكرر العملية حتى الوصول لعدد الأشواط المطلوب وراقب عدد الأشواط بعناية ثم اقرأ التركيز حسب التعليمات .

تقوم الشركات الصانعة لأنابيب الكشف بإصدار كتيبات شاملة تلخص المميزات الأساسية لجميع الأنابيب التي ينتجونها وتعطي إرشادات حول مكان حدوث عدم الدقة. هناك بعض الملاحظات العامة المهمة والتي يجب إبداؤها فيما يتعلق باعتيان أنابيب الكشف من اجل إرشاد المستخدم والتأكد من أن النتائج التي تم الحصول عليها قد تم التحقق منها وفقاً لما يلي:

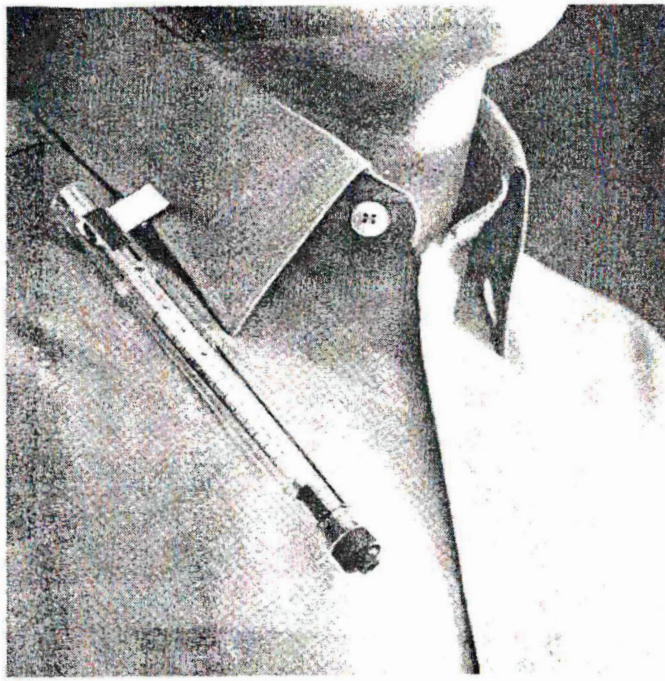
1- يمكن اعتماد النتائج التي تم الحصول عليها لغاز معين شريطة التأكد من عدم وجود أي غاز أخر يتدخل في التفاعل الكيماوي الذي يحدث داخل الأنبوب ويؤثر في نتائج الصبغة. وتشير الكتيبات أو النشرات المرفقة مع الأنابيب إلى الغازات التي تتداخل معها. لذلك من المهم عدم إجراء أي فحص قبل الرجوع إلى الدليل أو الكتيب.

2- يجب أن تكون المضخة في حالة جيدة وأن يتم إحكام إغلاق الأنبوب مع فوهة سحب (شفط) المضخة بشكل جيد.

3- يجب أن لا يزيد عمر الأنبوب المستعمل عن سنتين من تاريخ الصنع المطبوع على جدار الصندوق ويفضل تخزينه في الثلاجة المنزلية العادية.

4- أنابيب الكشف مصممة لتعمل عند درجة حرارة 20م ° وضغط جوي طبيعي 760 ملم زنبقي ودرجة رطوبة بنسبة 50%. ويمكن في معظم الحالات أن تتحمل مجالاً واسعاً من الانحراف عن هذه الظروف، ولكن في حالة الأنابيب الحساسة إلى هذه العوامل يجب استخدام لوحة التصحيح الموجودة في صندوق الأنابيب .

5- من المهم استعمال أنابيب جديدة لكل فحص. إذا لم تظهر أي صبغة بعد الاستعمال يجب رمي الأنبوب وعدم استعماله مرة أخرى.

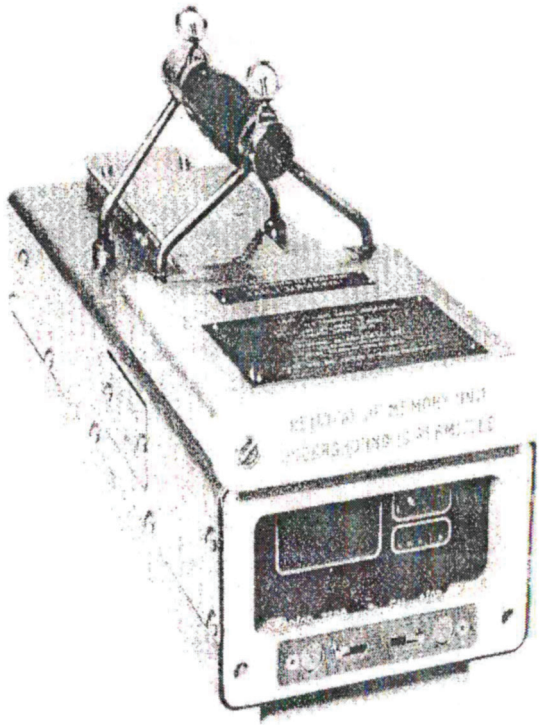


شكل : 7-9 أنبوب كشف لوني لفترة اعتيان طويلة تمتد لعدة ساعات مع حامل الأنبوب

2.1.7 أجهزة القراءة المباشرة للأغبرة

بالمقارنة مع طريقة الترشيح التي تتطلب حسابات واستخدام تقنيات وزن دقيقة فإن أجهزة القراءة المباشرة تتمتع بميزة مؤداها أنه يمكن تحديد ذروة التركيز ومن ثم وضع الإجراءات العلاجية لها موضع التنفيذ فوراً. وبالإمكان 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 اللازمة لطرق الترشيح يجعل شراءها أمراً صعباً.

تعتمد الأجهزة في تشغيلها على أحد المبادئ الفيزيائية التالية: بعثرة الضوء بدقائق الغبار المحمول بالهواء، أوامتصاص الأغبرة المترسبة على فيلم (Mylar) من قبل أشعة بيتا، أو الاختلاف في تردد ذبذبة بلورة الكوارتز عندما تكون محملة بالغبار (هذه التقنية الأخيرة تعرف بالميزان الدقيق الكهربيضغطي ((Piezo-electric microbalance)). لكل من هذه الأجهزة شاشة عرض رقمية أو عداد يعطي قراءة لتركيز الغبار بالملغم/ م^3 باستثناء الأجهزة التي تقيس عدد ذرات الغبار. وبسبب التغيرات في الخواص الفيزيائية للغبار فإن الأجهزة لا تكون دقيقة لجميع الأنواع لذلك فإنها تتطلب معايرة للغبار الذي سيتم قياسه في سحابة غبار ذات تركيز معلوم. بعض الشركات الصانعة تلحق وسيلة لجمع عينة 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 : 7-10 جهاز القراءة المباشرة لعينات الغبار

2.7 قياس أبخرة المذيبات العضوية

• جمع عينة شخصية لأبخرة المذيبات باستخدام أنابيب الادمصاص

• الهدف

لكي نحصل على تركيز المعدل الزمني (TWA) لتعرض العامل إلى أبخرة المذيبات العضوية فمن الضروري جمع عينة ممثلة من منطقة تنفس العامل خلال فترة التعرض. ويمكن أن يتم ذلك من خلال إدمصاص الأبخرة بوسط مثل الفحم . توجد أوساط أخرى لجمع أبخرة المذيبات يترك أمر اختيارها للمحلل أو طريقة التحليل المناسبة للأبخرة موضوع الكشف والقياس .

• الأجهزة والأدوات المستخدمة

- مضخة ذات معدل تدفق منخفض ،
- أنابيب ادمصاص ،
- حامل الأنبوب ،
- أنبوب بلاستيكي مرن لوصل الأنبوب بالمضخة ،
- مقياس تدفق معاير ،
- وحزام .

• طريقة الاعتيان

1. اكسر نهايتي أنبوب الادمصاص أو انزع الأغطية عند كل نهاية ، وقم بإدخال إحدى نهايته إلى الحامل ، ووصل النهاية الأخرى مع المضخة من خلال الأنبوب البلاستيكي .
2. علّق حامل الأنبوب بالعامل عند أقرب مسافة ممكنة لمنطقة تنفسه، في طية صدر السترة أو الملابس القريبة من عظام الترقوة، والتي تعتبر المكان المناسب لذلك . ضع المضخة في جيب مناسب أو علقها على حزام العامل .
3. شغل المضخة 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 الفوهة هي الموصى بها من قبل الشركة الصانعة لإعطاء معدل التدفق المطلوب ، بالنسبة للأنواع الأخرى من المضخات تأكد من معدل التدفق من خلال مقياس تدفق معاير وسجل مقداره . يمكن بالرجوع إلى المحلل أو طرق التحليل المعتمدة معرفة معدل التدفق المطلوب وفترة الاعتيان المناسبة .
5. تأكد من معدل التدفق بين الحين والأخر بواسطة مقياس التدفق .
6. عند نهاية فترة الاعتيان أوقف المضخة وسجل الزمن والقراءة على العداد الشوطي إذا كان مستعملاً .
7. انزع الجهاز عن العامل وضع الأغطية على نهايتي أنبوب الادمصاص المفتوحتين واغلقهما بإحكام وقم بعنونة الأنبوب لأغراض التعريف .
8. قم بإرسال الأنبوب إلى المختبر وذكّر المحلل بالمواد المحتمل وجودها مدمصّة على الوسط والمواد المطلوب تحليلها.

• **الحسابات**

من الضروري أولاً التأكد من كمية الهواء المارة عبر الأنبوب ، ويعتمد حساب حجم الهواء المار على نوع المضخة المستخدمة ، بالنسبة للمضخات ذات العداد الشوطي يجب التأكد من العداد الكلي للأشواط أثناء فترة الاعتيان وذلك من خلال طرح القراءة الأولى من الثانية ومن ثم ضرب النتيجة بمقدار الإزاحة لكل شوط وفقاً لما أوصى به الصانع بالنسبة للفوهة المستعملة . قم بتحويل النتيجة من اللترات إلى المتر المكعب ($م^3$). بمعنى أنه إذا كانت النتيجة بالمليلتر/دقيقة . قم بضرب تلك القيمة بالعدد الكلي للدقائق التي انقضت أثناء فترة الاعتيان ومن ثم بالقسمة على مليون (1000000)*. بعد تحليل أنبوب الادمصاص سوف يتم إعطاء الكميه الإجمالية لكل بخار تم اختباره في الملغرام (mg) أو المايكروغرام (µg) .

وأخيراً قم بقسمة الوزن المعطى على الحجم الكلي للعينة لإعطاء التركيز بالمليغرام / م^3 (mg/m^3) أو بالميكروغرام / م^3 ($\mu g/m^3$) .

مثال:

مضخة تقوم بتمرير 5 مليلتر / دقيقة، تم أخذ عينة بواسطتها لمدة 6 ساعات وأربعين دقيقة باستعمال أنبوبة ادمصاص تحتوي على الفحم في هواء مكان عمل ملوث بمذيبات الدهان . بيّن تقرير التحليل أن العينة تحتوي على الكميات التالية من المذيبات: 1 - بيوتانول 1- Butanol . 0.156 mg ، زايلين 0.298 mg وستيرين 0.178 mg احسب التركيز المحمول بالهواء لكل منها .

الحل:

زمن الاعتيان الكلي = 6 × 60 + 40 = 400 دقيقة

حجم الهواء الكلي المار عبر الأنبوب عند معدل تدفق 5 مليلتر / دقيقة

= 5 × 400 = 2000 مليلتر = 0,002 م^3*

التركيز:

$$\text{بيوتانول} = \frac{0.156}{0.002}$$

= 78 ملغم / م^3

$$\text{زايلين} = \frac{0.298}{0.002} = 149 \text{ ملغم / م}^3$$

$$\text{ستيرين} = \frac{0.187}{0.002} = 93.5 \text{ ملغم / م}^3$$

* **ملاحظة** : يجب الإشارة إلى أن معظم الأخطاء و القياسات غير الدقيقة في عملية الفحص هذه أو أية فحوصات مماثلة يكمن في معدل التدفق للمضخة الذي

قد يصل إلى نسبة خطأ مقدارها ± 10%. وعليه فإنه من غير الحكمة أن نكون متحذلقين بشأن الرقم الأخير في النتيجة.

- **المشاكل المتوقعة**

يجب أخذ الحيطة والحذر من مشكلة "الاختراق" والتي تحدث عندما تتشبع مادة الادمصاص أكثر من حملها . فبعد الاعتيان لفترة من الوقت قد تصبح مادة الادمصاص مشبعة بالبخار، ولا يعد بالإمكان جمع المزيد من البخار مما يجعل عملية استمرار الاعتيان غير مجدية . وليس بالإمكان دائماً معرفة متى سيحدث هذا الأمر، قد يحدث عندما يكون معدل الاعتيان عالياً أو عندما يكون تركيز الأبخرة الذي بني على أساسه المعدل أدنى من المقدّر. بعض الأنابيب الخاصة تحتوي على مرحلة ثانية تحلل بشكل منفصل عن المرحلة الأولى. فإذا كانت المرحلة الثانية لا تحتوي على أبخره ممتصة فعندها يمكن القول بأن الاختراق لم يحدث، وأن المرحلة الأولى تحتفظ بكامل العينة. وإذا كان هناك بعض الشك حول مدى تركيز الأبخرة وهو الأمر المحتمل حدوثه في مكان العمل، مما يعطي شعوراً بعدم التيقن فيما إذا كان الاختراق سيحدث أم لا، فعندها يجب إضافة أنبوب ادمصاص ثانٍ إلى الأول موصول على التوالي بواسطة قطعة صغيرة من أنبوب البلاستيك. يجب تحليل كل أنبوب على حدة بشكل منفصل. يمكن اتخاذ المزيد من الحيطة و الحذر من خلال إضافة أنبوبين آخرين (مرحلتين) متتابعين، وبذلك نكون وفرنا 4 مراحل من الادمصاص. شريطة أن تكون المرحلة الأخيرة خالية من البخار لدى تحليلها. وعندها يمكننا الافتراض بثقة بأن جميع البخار قد تم جمعه في المراحل السابقة.

يجب أن يدخل جميع البخار المجمَّع على كل المراحل في عمليات الحساب. ومن المهم استشارة المحلل بشأن الاختراق. حيث أنه من الممكن تقدير أوقات الاعتيان لمنع حدوثه بشرط أن تكون الأبخرة التي سيتم جمعها معروفة التركيب بالإضافة إلى تقدير معقول للتراكيز المحمولة بالهواء.

3.7 تعقب سلوك غيمة الأغبرة باستخدام حزمة تندل (Tyndall Beam)

• **الهدف:**

العديد من دقائق الغبار صغيرة جداً بحيث يصعب رؤيتها بالعين المجردة تحت ظروف الإضاءة العادية ولكن عند تمرير حزمة ضوء قوية عبر غيمة الدقائق فإنها تعكس الضوء للمشاهد ونتيجة لذلك يمكن رؤيتها بسهولة. يمكن ملاحظة حدوث هذه الظاهرة الطبيعية عندما يمر شعاع من أشعة الشمس إلى داخل مبنى مظلم حيث يلقي ضوءاً قوياً على الدقائق العالقة بالهواء . وقد استفاد العالم تيندل من هذا المبدأ لمشاهدة سلوك غيمات الغبار مستخدماً حزمة ضوئية كما أن اسمه اقترن بهذه التقنية منذ ذلك الوقت وحتى الآن. وعليه فإنه لو استخدم مصباح محمول ذو حزمة إضاءة قوية متوازية عبر بيئة يشتبه بأنها مغبرّة، يمكن مشاهدة حركة دقائق الغبار (شكل 7-11). وبالرغم من أن هذه الطريقة لا تعطي قياسات رقمية إلا أنها تفيدنا في تحديد كفاءة نظم التهوية المرتبطة في عمليات انبعاث الغبار من خلال مشاهدتها وإجراء التصاميم التصحيحية المناسبة لاحتجاز الغبار. ومن المفيد استخدام فيلم فوتوغرافي أو شريط فيديو لتسجيل الحدث .

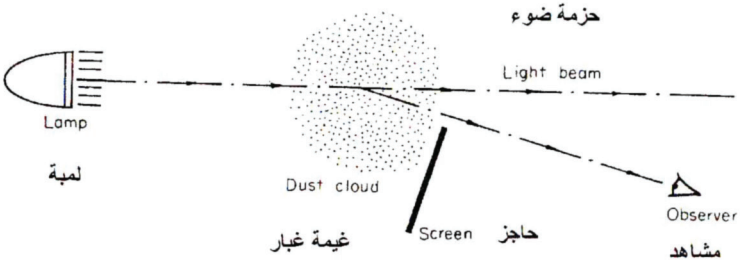
الأجهزة و الأدوات المستخدمة

مصباح ذو حزمة إضاءة متوازية قوية يعمل على البطارية أو مصدر كهرباء (يعتبر ضوء الضباب في السيارات غير ملائم ولكن الضوء الكشّاف (Spot-light) أفضل)، منصب ثلاثي القوائم لتركيب المصباح عليه وشاشة سوداء. هناك جهاز ضوء تيندل متوفر تجارياً في حقيبة محمولة مزودة بعاكس مصباح مصمم لتقديم حزمة ضوئية قوية ومتوازية.

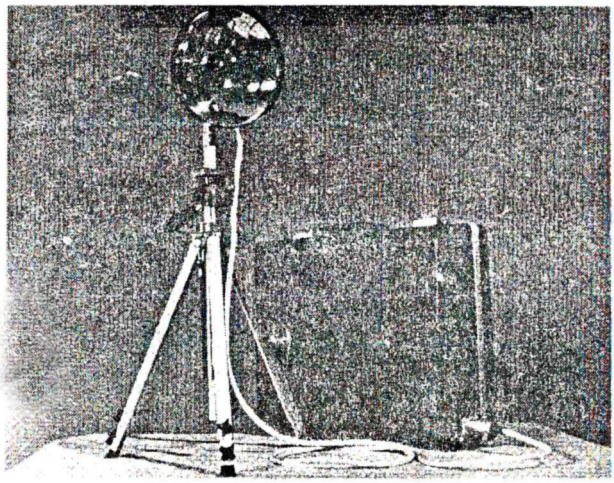
الطريقة

ركب المصباح والشاشة كما هو مبين في الشكل (7-12) والمشاهِد في الوضع المشار إليه . عند تشغيل المصباح و توجيهه على غيمة الغبار يجب أن يرى بوضوح كما تتم مشاهدة حركة الدقائق، إما بالتصوير الفوتوغرافي أو عن طريق

فيلم فيديو . يمكن تعديل الوضع الأفضل للمصباح والشاشة من خلال التجربة والخطأ ولكن من المهم حجب المصباح عن أعين المشاهِد أو الكاميرا لمنع الوهج.



شكل : 7-11 تخطيط لجهاز حزمة تيندل فيما يتعلق بغيمة الغبار



شكل : 7-12 صندوق لمبة حزمة تيندل

4.7 اعتيان الكائنات الحية الدقيقة المحمولة بالهواء

• **مدخل**

يوجد العديد من الكائنات الحية الدقيقة والتي قد تكون عالقة بالهواء في مواقع عمل مختلفة على شكل بكتيريا، فيروسات، أبواغ، ريكتسيا وفطريات. وتشمل مصادرها العديدة الإنسان، الحيوانات، الكائنات، المرضية (المعدية) التي تستعملها المختبرات، المطابخ، والأماكن التي تتواجد فيها المياه الراكدة عند درجات حرارة مناسبة لحضانتها وتكاثرها . لذلك يفترض بأن كل شخص في العمل، المنزل وفي أي مكان أخر هو عرضة لهذه الكائنات. في معظم الحالات تكافح آليات الدفاع في الجسم البشري هذه التعرضات ولكن استمرار الاتصال مع الكائنات الحية الدقيقة أو التعرض المستمر إلى السلالات السامة منها قد يؤدي إلى حدوث رد فعل عكسي على الجسم البشري (مرض).

يتطلب قياس التعرض إلى هذه الكائنات الدقيقة أولاً تحديد حجمها، ثانياً تفريقها وتحديد نوعها، وثالثاً تحديد تركيزها في الهواء. وبسبب المدى الواسع لوجود هذه الكائنات- على سبيل المثال تم تحديد ما يزيد على 30 نوعاً منها في الماء من جهاز واحد لضبط الرطوبة (humidifier) - فإنها تتطلب وجود خبير في الكائنات الحية لاعتيانها، زراعتها (تكاثرها) وفحصها تحت المجهر لتحديد نوعها وتحديد تركيزها في الهواء.

• **الأجهزة والأدوات المستخدمة**

- جهاز إعتيان البكتريا المحمولة بالهواء شكل (7-13) و (7-14)،
- صحن بتري(Petri-dish) مملوء بمادة غذائية (الآجار)،
- مضخة سحب هواء معايرة،
- حاضنة (Incubator)،
- جهاز عد المستعمرات (Colonies-Counter) .

- **طريقة الاعتيان**

1- ضع صحن بتري المملوء بالآجار على القرص الدوّار في جهاز أخذ عينة البكتيريا.

2- اضبط وضع القرص الدوار مع صحن بتري على المسافة الصحيحة من فرضة الاعتيان (slit) باستخدام مفتاح التحكم الخارجي.

3- شغل مضخة سحب الهواء. واضبط معدل سحب الهواء وسرعة القرص الدوار وسجل زمن التشغيل .

4- عند الانتهاء من فترة الاعتيان سجل الزمن.

5- ضع صحن بتري في الحاضنة لمدة 24 ساعة على درجة حرارة 37 °م.

6- قم بوضع الصحن على جهاز عد المستعمرات وعد المستعمرات المتكونة وسجل الرقم.

- **الحسابات**

من الضروري أولاً معرفة كمية الهواء المار على صحن بتري وذلك من خلال ضرب معدل سحب الهواء مع الزمن المنقضي في أخذ العينة بالدقائق (معدل التدفق × الزمن بالدقائق). وبعد ذلك قم بتحويل اللترات إلى المتر المكعب ($م^3$). وبقسمة عدد المستعمرات على الحجم ($م^3$) نستطيع الحصول على تركيز البكتيريا.

مثال:

مضخة سحب تقوم بسحب 28 ليتر هواء / دقيقة. تم أخذ عينة بواسطتها لمدة ساعة. وبعد حضن العينة تبين أن العينة تحتوي على 18 مستعمرة .احسب معدل التركيز العالق بالهواء من البكتريا .

الحل

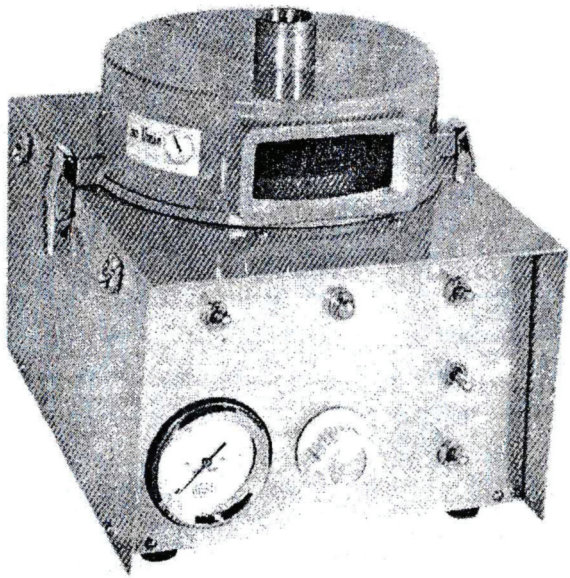
زمن الاعتيان الكلي = 60 دقيقة

حجم الهواء الكلي المسحوب والمار عبر صحن بتري

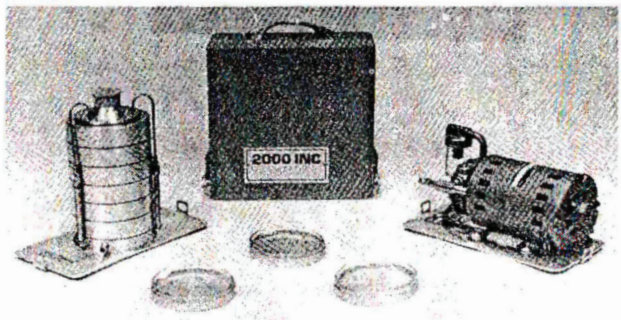
= 60 × 28 = 1680 لتر = 1.68 م^3

18 ÷ 1.68 = 1,7 مستعمرة / م^3

ملاحظة : إذا كان عدد المستعمرات كبيراً جداً وكانت المستعمرات متداخلة على صحن بتري نوصي بإعادة الاعتيان لفترات متفاوتة 5 دقائق، 10، 15، 20، 25، 30 دقيقة ....الخ



شكل : 7-13 جهاز أخذ عينات البكتيريا



شكل : 7-14 عدة أخذ عينات حيوية

8. قائمة المصطلحات

Airborne	محمول (عالق) بالهواء
Asbestos	الأسبست (الأمينت)
Alveoli	الحويصلات الهوائية
Ampoule	الأمبوله
Analysis	التحليل
Adsorption	الإدمصاص
Absorprtion	امتصاص
Balance	ميزان
Bag,Sampling	حقيبة اعتيان
Beaker	كأس
Beam	حزمة
Bellow pump	مضخة كيرية
Breathing zone	منطقة التنفس
Bubbler	مبقبق
Burette	سحاحة
Concentration	تركيز
Contaminants	ملوثات
Charger	شاحن
Charcoal	فحم

Calibration	معايرة
Colorimetric detectors	كواشف لونية
Correction factor	معامل التصحيح
Critical orifice	فوهة حرجة
Cyclone	مخروط
Damage	تلف (ضرر)
Dust	غبار
Desorption	مجّ (تحرير)
Density	كثافة
Detector tube	أنابيب كشف
Diffusion	انتشار
Direct reading instruments	أجهزة القراءة المباشرة
Discharge nozzle	فوهة إخراج
Evaporation	تبخر
Extraction	استخلاص
Fiber count	عد الألياف
Fritted	مزجج
Fluids	موائع (سوائل)
Filter	مرشح (فلتر)
Flow rate	معدل التدفق
Filter holder	حامل المرشح

Flow meter	مقياس التدفق
Flow smoother	منظم التدفق
Fumes	أدخنة وغازات
Float	طواقة
Grid	شبكة
Gauge	ساعة قياس
Graticules	مقياس عينية
Grab sampling	عينة خطفية (لحظية)
Gravimetric analysis	تحليل بالقياس الوزني
Heavy metals	المعادن الثقيلة
Incubator	حاضنة
Infra-Red	تحت الحمراء
Impinger	وعاء البقبقة
Imprignated	مشربة
Long-term	طويل الأمد (الأجل)
Low flow rate	معدل تدفق منخفض
Micro-balance	ميزان دقيق
Membrane	غشاء
Microscope	مجهر
Medium flow rate	معدل تدفق متوسط
Micro-organisms	كائنات حية دقيقة

Magnifications	تكبير
Metals fumes fever	حمى أبخرة المعادن
Nuisance	مزعجة
Over load	حمل زائد
Optical	بصري
Particles	دقائق
Pollutants	ملوثات
Piston pump	مضخة كابسة
Personal exposure	تعرض شخصي
Pulsating	نبضي
Pore size	حجم الثقوب
Pattern	نمط
Phase contrast lighting	إضاءة ذات طور متباين
Pulse counter	عداد نبضي
Passive sampler	الإعتيان بالانتشار
Paper tape monitor	مراقبة باستخدام الشريط الورقي
Peizo-electric microbalance	الميزان الدقيق الكهربيضغطي
Petry-slides	مزلقة بتري
Petry-dish	صحن بتري
Quartz crystal	بلورة كوارتز
Rotameter	مقياس تدفق

Respirable	قابل للاستنشاق
Respiratory passages	مسالك هوائية
Results sheet	صفيحة النتائج
Sampling	الإعتيان
Survey	دراسة أو مسح
Soap bubble method	طريقة فقاعة الصابون
Stain	صبغة
Scanning	مسح
Stroke counter	عداد أشواط
Suction	شفط أو سحب
Size selection	انتقاء الحجم
Saturation	مشبع
Static	ساكن أو ثابت
Time-weighted average	معدل التعرض الزمني
Total dust	الغبار الكلي
Train	سلسلة

9. المراجع

1- Monitoring For Health Hazards at Work ,

Inidira Ashton , Frank.S.Gill / Paper Back / Blackwell /

Science, Inc. / January 1999.

2- Fundamental of Industrial Hygiene,

National Safety Council / 1993.

3- Air Sampling Instruments For Evaluation Of Atmospheric

Contaminants /ACGIH /

4- PATTYs

Industrial Hygiene And Toxicology:Volume 1 General

Principls / Jhon Wiley And Sons / Canada 1978

5- Encyclopedia Of Occupational Health And Safety :Volume 1

ILO-Geneva

المعهد العربي
للصحة والسلامة المهنية

* إحدى المؤسسات التنفيذية التابعة لمنظمة العمل العربية.
* أنشئ المعهد بناء على قرار مؤتمر العمل العربي رقم (303) لعام 1981 في دورته التاسعة وبدئ بتشكيله عام 1983 بناء على قرار مؤتمر العمل العربي رقم (397) في دورته الحادية عشرة.
* مقره مدينة دمشق – الجمهورية العربية السورية وذلك بناء على البروتوكول الموقع بين حكومة الجمهورية العربية السورية ومنظمة العمل العربية (1983).
* بوشر العمل بالمعهد عام 1985 بعد استكمال تجهيزه وتأثيثه.
* يهدف المعهد إلى تحقيق سياسات وخطط منظمة العمل العربية في مجال بيئة العمل، من خلال التطوير المستمر للقدرات التقنية والطبية والتنظيمية للكوادر العاملة في أجهزة الصحة والسلامة المهنية لدى أطراف العمل الثلاثة وتنمية الوعي الوقائي والصحي لديهم.
* يعمل المعهد على تحقيق أهدافه من خلال النشاطات التالية:

1 – إعداد الدراسات والأبحاث وإقامة الحلقات والندوات العلمية المتصلة بمشكلات بيئة العمل.
2 – إقامة الدورات التدريبية المتخصصة بالصحة والسلامة المهنية على المستويين القومي والقطري.
3 – العمل كمركز معلوماتية عربي في مجال اختصاصات المعهد من خلال إصدار الموسوعات والنشرات والمجلات والقواميس وتقديم المشورة الفنية للدول العربية.
4 – إنتاج وترجمة وتوزيع الوسائل المستخدمة في التعليم والتوعية (دراسات – أفلام – فيديو – سلايدات – ملصقات...).
5 – المشاركة في تنفيذ برامج التعاون الفني وتقديم المعونة الفنية المتصلة بتنفيذ الأبحاث والدراسات الخاصة في مجال بيئة العمل.
6 – التعاون والتنسيق مع المنظمات والهيئات العربية والدولية العاملة في مجال الصحة والسلامة المهنية.
7 – تنفيذ المهام التي يكلف بها المعهد من قبل مكتب العمل العربي.

المعهد العربي للصحة والسلامة المهنية - دمشق - دمر - التجمع السكاني المهني - الجزيرة الثالثة

دمشق - ص.ب: 5770 - هاتف 3122616 - فاكس: 3122617 - 11 - 00963

بريد إلكتروني: E-mail. a.l.o.alsalameh@net.sy