



دانشگاه جامع علمی کاربردی

مرکز علمی کاربردی دانشگاه علوم پزشکی قم

جزوه

کاربرد تجهیزات و ابزار سنجش

رشته :

کاردانی حرفه ای ایمنی و بهداشت واحدهای صنفی

تهیه کننده :

مهندس جواد برازنده

سال ۱۳۹۳

عوامل فیزیکی

بخش اول : وسایل اندازه گیری و ارزیابی روشنایی



نظارت بر تامین ، حفظ و ارتقاء روشنایی مطلوب به همراه تامین پارامترهای کیفی برای اهداف ایمنی، سلامت و رفاه اجتماعی، مستلزم اندازه گیری و ارزیابی روشنایی در معابر، محوطه ها و داخل اماکن مسکونی، عمومی و صنعتی است . در این قسمت ابتدا مباحث مرتبط با اندازه گیری و سپس مباحث ارزیابی مطرح خواهد شد .

بررسیهای انجام شده توسط مرکز سلامت محیط و کار در سال ۱۳۹۲ بر روی کارگاههای تحت پوشش بازدید نشان داد که ۹ درصد کارگاهها فاقد روشنایی مطلوب بوده است که در آنها ۷ درصد کارگران در معرض روشنایی نامطلوب مشغول به کار هستند.

با توجه به اینکه اندازه گیری و ارزیابی روشنایی در محیط های مختلف نیازمند روش مناسب می باشد ، شناخت کامل در مورد اصول روشهای اندازه گیری ، خصوصیات محیط ، استانداردها، نیاز استفاده کنندگان و جنبه های کیفی تامین روشنایی دارای اهمیت است .

مهمترین نکاتی که باید قبل از اقدام به اندازه گیری و ارزیابی روشنایی در نظر گرفته شود، شامل موارد زیر است:

الف - تعیین هدف اندازه گیری

ب - انتخاب وسیله مناسب اندازه گیری

ج- گردآوری اطلاعات موردنیاز از محل و نیازهای استفاده کنندگان

د- زمان اندازه گیری

ه - تعیین روش مناسب اندازه گیری

و - شناخت و توجه به استانداردهای روشنایی عمومی و موضعی

هدف اندازه گیری

قبل از اقدام به اندازه گیری باید هدف کار معلوم گردد . برای دستیابی به هر هدف، روش ، دستگاه و نحوه ارزیابی متفاوت می باشد . اندازه گیری روشنایی می تواند به منظوره های گوناگون انجام گردد :

الف - اندازه گیری محیطی : به منظور تعیین توزیع شدت روشنایی و متوسط آن، توزیع درخشندگی روی سطوح محیط و بازرسی روشنایی از دیدگاه ایمنی و بهداشت

ب- اندازه گیری موضعی : برای مشخص نمودن شدت روشنایی یا درخشندگی در موضع کار یا موضع خاص

وسایل اندازه گیری

اندازه گیری شدت روشنایی با دستگاهی بنام نورسنج^۱ یا لوکس متر^۲ انجام می شود . نورسنجها انواع مختلفی دارند ولی همه آنها در خصوصیات و قابلیت‌هایی مشترک هستند .

هر نورسنج از سه جزء اساسی تشکیل شده است :

- دریافت کننده
- پردازشگر
- نمایشگر

دریافت کننده شامل حسگر و سیم رابط است . حسگر نورسنج ، سلول فتوولتاییک حالت جامد از جنس سلنیوم، آرسنیدگالیوم یا سیلیکون و معروف به سلول فتو الکتریک^۳ یا فتوسل است . سلول فتوالکتریک انرژی نورانی را در موضع قرارگیری خود دریافت و میزان هم از انرژی الکتریکی آن را به مدار تقویت کننده و پردازشگر دستگاه گسیل می کند . برای حسگرهای نور پایین از سولفید کادمیوم و سلفید کادمیوم استفاده می شود .



پردازشگر

پردازشگر جریان الکتریکی رسیده را تقویت و با توجه به اصول حاکم بر معادلات فیزیک نور پردازش و در صورت نیاز برخی محاسبات را نیز بر روی آن انجام می دهد. در صورتی که دستگاه دارای حافظه باشد، پردازشگر می تواند مقادیر حداقل ، حداکثر و میانگین را ذخیره نماید. یکی از قابلیت‌های مهم دستگاه نورسنج سرعت پاسخ آن است . اغلب این دستگاهها در محدوده پاسخ معمولی هستند و تغییرات سریع شدت روشنایی را حس نمی کنند . برخی از دستگاه ها برای منظوره‌های خاص (مانند حرکت در داخل تونلها) می توانند تغییرات سریع شدت روشنایی را نیز دریافت و ثبت نمایند .

پردازشگرها دارای مبنای محاسبات هستند و مبنای آنها معمولاً لوکس یا فوت کندل می باشد . دقت اندازه گیری نیز یکی دیگر از خصوصیات پردازشی دستگاه است که به دریافت کننده نیز مربوط می باشد.

امروزه اغلب دستگاه های دیجیتال بوده و دقتی در حد ۰/۱ لوکس دارند و برای بازرسیهای معمولی مناسب هستند . اما در انجام اندازه گیری دقیق و امور پژوهشی ممکن است به دقت ۰/۰۱ و بالاتر نیز نیاز باشد که سازندگان معتبری همچون کمپانی هاگز چنین دستگاههایی را به بازار عرضه نموده اند .

قابلیت دستگاه در اندازه گیری محدوده شدت روشنایی یکی دیگر از معیارهای انتخاب دستگاه است . اغلب دستگاه های معمولی شدت روشنایی را تا ۲۰۰۰۰ لوکس ، مدل های بالاتر تا ۵۰۰۰۰ لوکس و مدل های پیشرفته تا ۱۰۰۰۰۰ لوکس اندازه گیری می نمایند . بدیهی است که با توجه به هدف اندازه گیری و نیاز، می توان انواع آن ها را تهیه نمود .

نورسنج هایی که هم اکنون به صورت دیجیتال یا حتی عقربه ای در بازار موجود هستند با توجه به محدوده وسیع اندازه گیری توسط یک سلکتور به چندبخشی $1 \times X$ ، $10 \times X$ ، $100 \times X$ یا بالاتر تقسیم شده اند. نکته در بکارگیری دستگاه این است که در انتخابهای غیر از $1 \times X$ دقت اندازه گیری کاهش می یابد نمایشگرهای فعلی اکثراً دیجیتال هستند و خطای قرائت در آنها منتفی می باشد .

^۱ photometer
^۲ Luxmeter
^۳ Photoelectric

لیکن مشکلات مربوط به کثیف بودن سطح فتوسل تغییر رنگ سطح آن و کیفیت باطری می تواند بر کار نورسنج تاثیر نامطلوب داشته باشد . توصیه می شود ضمن نگهداری مطلوب و تمیز بودن سطح فتوسل، همواره از باتری های مرغوب و ترجیحاً الکابین استفاده شود.

روش کار با دستگاه نورسنج

برای اندازه گیری شدت روشنایی روی یک سطح باید بدون تغییر در شرایط محیط و ایجاد سایه یا نیم سایه مزاحم، فتوسل دستگاه روی سطح مورد نظر قرار گیرد و شدت روشنایی قرائت شود. تغییر زاویه قرارگیری فتوسل باعث خطا در اندازه گیری می شود .

در اندازه گیری محیطی باید فتوسل در ارتفاع موردنظر (ارتفاع عمومی سطح کار) بطور افقی قرار گیرد و شدت روشنایی قرائت گردد.

شکل (۱-۱) نمونه هایی از نورسنج



درخشندگی

درخشندگی یا چگالی سطحی نور با نماد L و واحد (nit) cd/m^2 معرفی می شود . درخشندگی مقدار روشنایی است که از واحد سطح یک منبع روشنایی ساطع می گردد . به عبارت دیگر این کمیت بیان کننده چگالی سطح نور در منبع تولید یا روی سطوح بازتابشی است .

برای رویت اشیاء و تشخیص در حد تاریکی و روشنی باید حداقل ($0.1 cd/m^2$) درخشندگی موجود باشد. در درخشندگی بالاتر تا (cd/m^2) ۳ تشخیص رنگ به سختی امکان پذیر است و در درخشندگی بالاتر از ($100 cd/m^2$) ممکن است چشم را دچار خستگی نمایند یا سبب آزار ناظر گردد. زیرا برای کاهش قطر مردمک چشم لازم است عضلات مردمک بر چشم فشار وارد نمایند .

در شرایطی که چشم انسان در معرض درخشندگی یک منبع یا یک سطح منعکس کننده با درخشندگی بالا قرار گیرد بعلت صدمه موقت به شبکیه چشم و تحریک پذیری بخشی از آن برای مدتی دچار خیرگی یا نورزدگی می گردد.

در محیط های بسته و معابر و محوطه ها سعی می شود که اولاً منابع روشنایی در معرض دید مستقیم افراد نباشد و در صورت اضطرار از چراغهایی با درخشندگی کمتر استفاده گردد .

یک رابطه مهم بین درخشندگی ، ضریب انعکاس و شدت روشنایی سطوح بازتابی وجود دارد که از این سه جزء در صورت داشتن دو تا از آنها ، سومی قابل محاسبه خواهد بود .

$$L = \frac{\rho \cdot E}{\pi}$$

L = درخشندگی سطح (cd/m^2)

E = شدت روشنایی روی سطح LUX

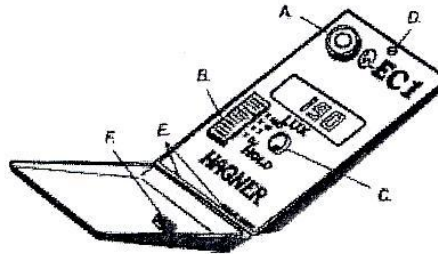
ρ = ضریب انعکاس سطوح Ratio

نحوه کار با دستگاه نورسنج مدل EC1 و ECIX

در استفاده از دستگاه نورسنج باید ابتدا دستورالعمل سازنده دستگاه را مورد مطالعه قرار داد و با توجه به اینکه در اکثر مراکز دانشگاهی و صنعتی از دستگاه نورسنج مدل EC1 ساخت هاگنر سوئد استفاده می شود دستورالعمل استفاده از آن به شرح ذیل می باشد :

الف) دستورالعمل استفاده از نورسنج ساده مدل EC1 و ECIX

- A: دکتور
- B: سوئیچ مربوط به محدوده اندازه گیری
- C: کلید HOLD
- D: پیچ باز کردن دستگاه
- E: برآمدگیهای مربوط به رویه دستگاه
- F: کلید مغناطیسی روشن و خاموش شدن دستگاه



- ویژگی های دستگاه نورسنج مدل EC1 نورسنج دیجیتال مدل EC1 دستگاهی کوچک است که به راحتی می توان از آن در کلیه مکانها استفاده نمود . این دستگاه با دقت ۰/۱ تا ۲۰۰/۰۰۰ لوکس اندازه گیری می کند و دارای سیستم اتوماتیک صفر کردن و روشن و خاموش

شکل (۴) - قسمتهای مختلف دستگاه نورسنج مدل EC1

شدن می باشد و بدین ترتیب تنها کاری که اپراتور دستگاه باید انجام دهد این است که کلید چهار حالت مربوط به اندازه گیری را روی وضعیت مربوطه قرار دهد و یا در مواقعی که نیاز به نگاه داشتن قرائت و بازخوانی در محیط دیگر می باشد کلید HOLD را فشار دهد .

- ویژگی دستگاه نورسنج مدل EC1-X

دستگاه مدل EC1-X برای اندازه گیری روشنایی در محیط هایی طراحی شده است که اپراتور منظور اندازه گیری دقیق تر و پرهیز سایه می بایست از دکتور فاصله داشته باشد. شناساگر این دستگاه به یک کابل ۲ متری متصل می شود برحسب نیاز طول این کابل را می توان اضافه نمود.

نکته قابل اشاره در این نورسنج این است که کالیبراسیون هر دستگاه با دکتور مربوط به آن (شماره سریال یکسان دارند) انجام می شود و در صورت جابجایی دکتورها دستگاه می بایست مجدداً کالیبره شود.

- چگونگی کار با دستگاه

برای روشن کردن دستگاه کفایت تا درپوش آنرا باز کنید . بدین ترتیب دستگاه به صورت اتوماتیک روشن خواهد شد کلید مربوط به تعیین محدوده اندازه گیری را برحسب میزان دقت موردنیاز روی محدوده مناسب قرار دهید . دستگاه شروع به خواندن میزان روشنایی محیط می کند. حال با فشار دادن دکمه HOLD مقدار قرائت شده ثابت می گردد. در قسمت داخلی درپوش دستگاه نیز دستورالعمل کارکرد دستگاه نوشته شده است .

- سرویس و نگهداری

دستگاه با یک باتری استاندارد ۹ ولتی کار می کند . برای جلوگیری از هر مشکلی بهتر است تنها از باتری های آلکالین استفاده شود وقتی کلمه LOBAT روی صفحه نمایش دستگاه ظاهر شد به این معنی است که زمان تعویض باتری فرا رسیده است . البته از این لحظه می توان تا ۲۰ ساعت بعد هم از دستگاه استفاده کرد . برای تعویض باتری بالای صفحه دستگاه را باز کنید . بدین ترتیب روی دستگاه باز می شود . بعد از تعویض باتری رویه دستگاه را دوباره سرچایش قرار دهید . برای این کار مراقب باشید قسمت پایینی رویه دستگاه دقیقاً داخل دو برآمدگی موجود در گوشه های پایینی دستگاه قرار گیرد تا رویه به راحتی بسته شود .

- کالیبراسیون

دستگاه در ابتدای خریداری به دقت توسط کارخانه سازنده کالیبره شده است . به علت پایداری بسیار بالای دیود سیلیکون حساس به نور، دستگاه در مدت طولانی بدون نیاز به کالیبراسیون مجدد به درستی در حالت نرمال کار می کند ولی اگر به هر دلیلی گمان

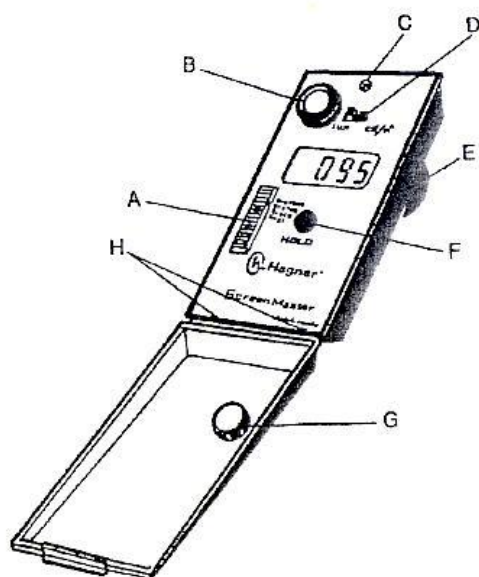
می کنید که دستگاه نیاز به کالیبراسیون مجدد دارد می توانید با فروشنده دستگاه تماس بگیرید . بطور کلی کالیبراسیون این دستگاه هر ۶ یا ۱۲ ماه یکبار توصیه می گردد .

لازم به ذکر است برای اندازه گیری شدت روشنایی روی یک سطح باید بدون تغییر در شرایط محیط و ایجاد سایه یا نیم سایه مزاحم، فتوسل دستگاه روی سطح مورد نظر قرار گیرد و شدت روشنایی قرائت شود. تغییر زاویه قرارگیری فتوسل باعث خطا در اندازه گیری محیطی باید فتوسل در ارتفاع مورد نظر (ارتفاع عمومی سطح کار) بطور افقی قرار گیرد و شدت روشنایی قرائت گردد.

شدت درخشندگی مدل screen Master

Hagner Sc:

چک و دستی می باشد که استفاده از آن بسیار آسان بوده و شدت درخشندگی را در محدوده ۰/۱ تا ۲۰۰/۰۰۰ به ترتیب تحت دو واحد نشان می دهد این دستگاه مجهز به سیستم اتوماتیک صفر کردن و خاموش و دستگاه باید انجام دهد این است که کلید چهار حالتی مربوط یا در مواقعی که نیاز به نگهداشتن قرائت و بازخوانی آن در ؟ استاندارد CIE می باشد که پاسخگوی نیاز اپراتور مبنی بر چشم انسان باشد ، هستند .



تصحیح شده و برای اندازه گیری شدت روشنایی صفحات لازم به کار می رود . تعبیه شده است . اندازه دهانه مجزا ۱ cm² و زاویه اندازه گیری ۳۶ با زاویه فوقانی ۳۶ درجه) این بدان معنی است که دستگاه به ؟ و تبایل صفحات کامپیوتر، روشنایی پیش زمینه و روشنایی ؟ است . (به منظور پیشگیری از انعکاس نور، حسگر می تواند کاملاً ؟ روشنایی صفحات نمایشگر و میزهای کار قرار بگیرد) برای پایش های کلی کیفیت نور هم مناسب است . ؟ را به کمک انگشت شصت مستقیماً به سمت پایین و هم زمان قرار دهید . دستگاه با باز کردن درپوش روشن و با بستن آن خاموش ؟ در وضعیت دلخواه و کلید قرائت را در دامنه ای که بالاترین دقت را ؟ دادن دکمه HOLD مقدار قرائت شده ثابت می گردد .

• کالیبراسیون

دستگاه در هنگام تحویل به دقت کالیبره شد دستگاه در مدت زمان ۲-۳ سال بدون نیاز به هر دلیلی گمان می کنید که دستگاه نیاز به کار دارد.

• منبع انرژی

دستگاه با یک باتری ۹ ولتی کار می کند . برای وقتی کلمه lobat روی صفحه نمایش دستگاه است البته از این لحاظ می توان تا ۲۰ ساعت ؟ دستگاه را باز کنید بدین ترتیب صفحه رویه ؟ جایش قرار دهید . برای این کار مراقب باشید ؟ پایینی دستگاه قرار گیرد تا به راحتی ؟

• نگهداری

پوشش پلاستیکی سفید حسگر روشنایی در برای سنجش درخشندگی نیز توسط یک صفحه شیشه ای با یک پارچه لطیف نمناک تمیز شود .

سنجش درخشندگی

درخشندگی سطوح توسط دستگاه های فتومتر پیشرفته قابل اندازه گیری است . در این دستگاه ها یک سلول دریافت کننده داخلی تعبیه شده است که در واقع توسط یک منعکس کننده تصویر بر سطح مورد اندازه گیری و دانسیته نور آن روی سلول فتوالکتریک می افتد و سلول مربوطه براساس نیست سطح مقدار هم ارز دانسیته نور را بصورت سیگنال الکتریکی به پردازشگر دستگاه می فرستد . شکل دستگاه همانند

دوربین تصویربرداری یا شکاری است که با استفاده از زاویه نمای چشمی آن و متمرکز کردن نقطه دید اپراتور قابلیت اندازه گیری درخشندگی را روی سطوح مختلف دارد.



شکل (۲- ۱)

همانطور که در شکل (۲- ۱) نشان داده شده است در چشمی دستگاه سنجنده روی محورهای زاویه نما، یک دایره تمرکز روی هدف وجود دارد. که اپراتور با تطابق چشمی آن بر روی سطح پائینی موردنظر قادر است همزمان نمایشگر دستگاه را هم ببیند و درخشندگی سطح را سنجش نماید .

چنین دستگاههایی معمولاً دو کاره هستند و با تعبیه یک فتوسل خارجی قادر هستند شدت روشنایی را نیز اندازه گیری نمایند.

دستگاههای پیشرفته قادرند با تعویض سلول دریافت کننده خارجی، مادون قرمز و ماورای بنفش دور را نیز اندازه گیری نمایند .

سلول هایی که قادر به اندازه گیری دو پرتو فوق موسوم به سلولهای فتوکاندکتور^۱ هستند که از جنس سولفید کادمیوم یا سلنید کادمیوم تهیه شده اند .

کالیبراسیون

مشخصه های مهم هر دستگاه اندازه گیری مستقیم، صحت و دقت آن است . در مورد دقت قبلاً توضیح داده شد. اما صحت اندازه گیری یا به عبارت دیگر اعتبار مقادیر اندازه گیری شده دستگاه نورسنج آن است که مقادیر اندازه گیری شده آن با مقادیر واقعی تطابق داشته باشد با توجه به اینکه در این دستگاهها از دریافت کننده فتوالکتریک استفاده می شود حساسیت سلول مربوطه به طیف مرئی است و در نتیجه در صورت امکان با کالیبراسیون خارجی دستگاه (برای اندازه گیری شدت روشنایی) یا کالیبراسیون سلول داخلی (برای اندازه گیری درخشندگی) می توان از قابلیت دستگاه اطمینان حاصل نمود . دو روش برای کالیبراسیون پیشنهاد می گردد :

- کالیبراسیون نقطه صفر
- کالیبراسیون منبع استاندارد

در کالیبراسیون نقطه صفر باید با تاریک کردن سطح سلول دریافت کننده انرژی دریافتی به صفر رسانده شود در مورد سلول خارجی می توان با پوشاندن دریافت کننده توسط یک غلاف ضخیم چرمی یا پارچه ای و حتی پوشاندن آن با کف دست و روشن نمودن دستگاه نمایشگر (در حالت اندازه گیری بدون ضربه) در این حالت باید عدد صفر را نشان دهد .

در غیر این صورت باید با پیچاندن پیچ تنظیم (بتانسیومتر) نمایشگر صفر شود . در صورتی که دستگاه پیچ تنظیم نداشته باشد عدد مربوطه باید بعنوان عدد تصحیح دستگاه در نتایج اندازه گیری لحاظ شود . بطور مثال اگر در شرایط آزمون دستگاه بجای صفر عدد ۱۵ لوکس را نشان دهد این به آن معنی است که در هر بار اندازه گیری باید ۱۵ لوکس از عدد قرائت شده کسر گردد . برای حالات $10 \times X$ و $100 \times X$ (اندازه گیری ۱۰۰۰ لوکس به بالا) استفاده از روش عدد تصحیح دقت کافی ندارد. کالیبراسیون توسط منبع استاندارد باید در آزمایشگاه و تحت

^۱ Photoconductor detector

شرایط مخصوص باشد و در آن باید توسط یک منبع نور با طیف کامل با تابش همدرس در فاصله معین روی سطح فتوسل تابش نماید و با توجه به معلوم بودن دانستیه نور روی سطح دریافت کننده امکان انجام کالیبراسیون وجود دارد. برای کالیبراسیون بخش سنجش درخشندگی که دارای سلول داخلی است، باید توسط اهرم مخصوص که در دستگاه تعبیه شده است روی سلول دریافت کننده تاریک شود. در این حال میزان درخشندگی روی صفحه نمایشگر باید صفر باشد. در غیر این صورت توسط پیچ تنظیم صفر می شود یا عدد انحراف بعنوان عدد تصحیح یادداشت می گردد.

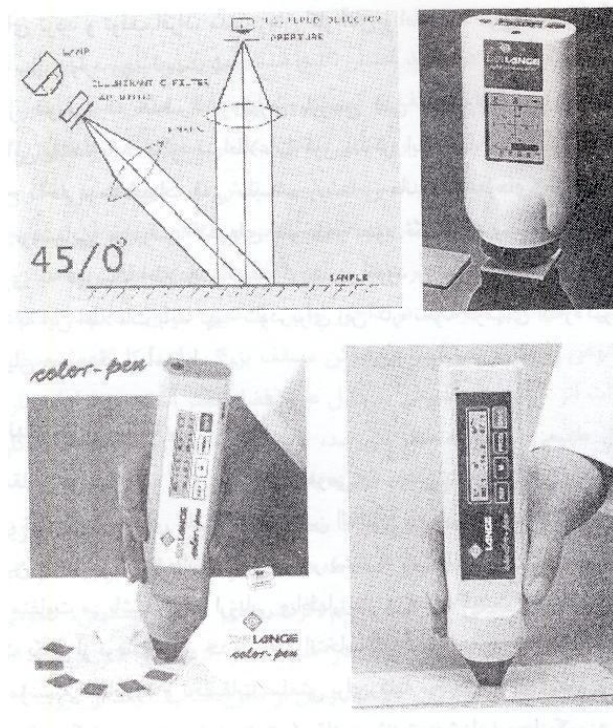
سنجش ضریب انعکاس

برای اندازه گیری دقیق ضریب انعکاس سطوح از یک دستگاه اختصاصی به نام رفلکتومتر^۱ استفاده می شود این دستگاه در واقع فتومتر است که بطور ویژه برای این کار طراحی شده است. در دستگاه های رفلکتومتر پایه بطور عمومی از دو روش برای اندازه گیری ضریب انعکاس استفاده می شود. روش اول شامل مقایسه میزان انعکاس سطح مورد آزمایش با یک سطح مبنا که در مجاورت آن است انجام می گیرد.

سطح مبنا یک سطح متالیک نقره با ضریب ثابت ۹۰٪ است نور اولیه توسط یک منبع با طیف کامل تابش می کند که با عبور از یک مسیر معین دریافت می شود. روش دوم با استفاده از تولید نور در داخل فضای دستگاه و بازتابش مکرر آن توسط نمونه ونهایتاً دریافت آن در حسگر انجام می گردد. برای تعیین ضریب انعکاس از ترکیب نتایج دو روش استفاده می شود.

راه دیگر برای سنجش انعکاس طیف از سطوح با استفاده از مکانیسم اسپکتروفتومتری است این کار توسط یک دستگاه اسپکتروفتومتر ویژه با قابلیت عملیاتی مناسب انجام می گردد. و در آن برای نمونه مورد آزمایش با تولید طیف معین و تاباندن آن از نمونه ،بازتابش از روی سطح مورد آزمایش دریافت و نتایج آن توسط آزمایشگر تفسیر می شود.

دستگاه های پرتابلی که امروزه به بازار عرضه شده اند ، قادرند ضریب انعکاس سطوح و حتی طیف سنجی انعکاس آنها را سنجش نمایند در این دستگاهها نور را از یک روزنه کوچک با زاویه ۴۵ درجه روی سطح مورد آزمایش می تابانند و در زاویه صفر درجه یعنی عمود بر سطح ، بازتابش آن را توسط دریافت کننده ، حس و پس از انجام محاسبات نتایج را روی نمایشگر نشان می دهند.



شکل (۱-۳) نحوه تابش و نمونه دستگاه های رفلکتو-اسپکترومتر

^۱ Reflectometr

شکل (۳-۱) نحوه تابش و نمونه دستگاه های رفلکتومتر ، اسپکترومتر را نشان می دهد . روش های فوق الذکر با آزمایشگاهی هستند و یا نیاز به دستگاه تخصصی دارند یک ره ساده برای تعیین ضریب انعکاس سطوح مصالح استفاده از نورسنج معمولی است این آزمایش در دومرحله انجام می شود .

در مرحله اول، بدون ایجاد مانع یا سایه نسبی روی موضع مورد سنجش، فتوسل دستگاه را روی سطح موضع قرار میدهند و شدت روشنایی را اندازه گیری می کنند . در مرحله دوم فتوسل را رو به سطح موردنظر در فاصله حدود ۱۵ سانتی متری طوری تنظیم می کنند که سایه یا نیم سایه یا نیم سایه فتوسل با دست آزمایشگر روی موضع نیفتد ، در این حالت نیز شدت روشنایی که در واقع میزان بازتابش انرژی نورانی از سطح است ، اندازه گیری می شود .

نسبت عدد قرائت شده در مرحله دوم به عدد قرائت شده در مرحله اول آزمایش، ضریب انعکاس نور سطح موردنظر تحت تابش موجود است.

طبعاً برای نتیجه مطلوب باید در این آزمایش طیف نور تابش کامل باشد آزمایش ساده فوق زمانی معتبر است که منبع نور دارای تابش وسیع یا توزیع نور در محل آزمایش، کاملاً یکدست باشد در صورتیکه شرایط مذکور برقرار نباشد باید از منبع موضعی ثابت استفاده شود و در مرحله دوم آزمایش (زمان اندازه گیری بازتابش) فتوسل دستگاه نورسنج مقابل زاویه بازتابش نور از روی سطح مورد آزمایش قرار گیرد.

گردآوری اطلاعات موردنیاز

اولین مرحله از فرایند اندازه گیری و ارزیابی روشنایی، جمع آوری اطلاعات لازم در محیط مورد سنجش کار و نیازهای استفاده کنندگان می باشد.

اطلاعات موردنیاز را جمع آوری و در فرم های ذیل وارد می نمائیم.

فرم شناسایی وضعیت روشنایی

الف (اطلاعات عمومی واحد کاری (شرکت)

نام واحد کاری	نام کارفرما
تعداد کل شاغلین	محصول تولیدی
شیفت های کاری	صبح <input type="checkbox"/> عصر <input type="checkbox"/> شب <input type="checkbox"/> نوبت کار <input type="checkbox"/>
آدرس	تلفن

ب (مشخصات کارگاه یا قسمت

نام کارگاه	تعداد کل شاغلین	شاغلین در معرض
نوع شیفت بندی و تعداد شاغلین در هر شیفت :	صبح <input type="checkbox"/> (تعداد.....) عصر <input type="checkbox"/> (تعداد.....) شب <input type="checkbox"/> (تعداد.....) نوبت کار <input type="checkbox"/> (تعداد.....)	
ابعاد کارگاه (m)	طول	عرض
	ارتفاع متوسط سطح کار	فاصله چراغها از سطح اندازه گیری و سطح کار :
رنگ آمیزی دستگاهها و تجهیزات:	تیره <input type="checkbox"/> تاحدودی روشن <input type="checkbox"/> روشن <input type="checkbox"/>	
جنس و ضریب انعکاس سطوح	جنس	سقف دیوارها کف
	رنگ	مطلوب <input type="checkbox"/> نامطلوب <input type="checkbox"/>
	ضریب انعکاس	
سیستم روشنایی:	مستقیم <input type="checkbox"/> نیمه مستقیم <input type="checkbox"/> غیر مستقیم <input type="checkbox"/>	
سیستم تامین روشنایی در زمان اندازه گیری:	طبیعی <input type="checkbox"/> مصنوعی <input type="checkbox"/> توام <input type="checkbox"/>	
ذرات معلق و گرد و غبار موثر بر سیستم روشنایی	دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input type="checkbox"/>	
هوای کارگاه	کثیف <input type="checkbox"/> متوسط <input type="checkbox"/> تمیز <input type="checkbox"/>	

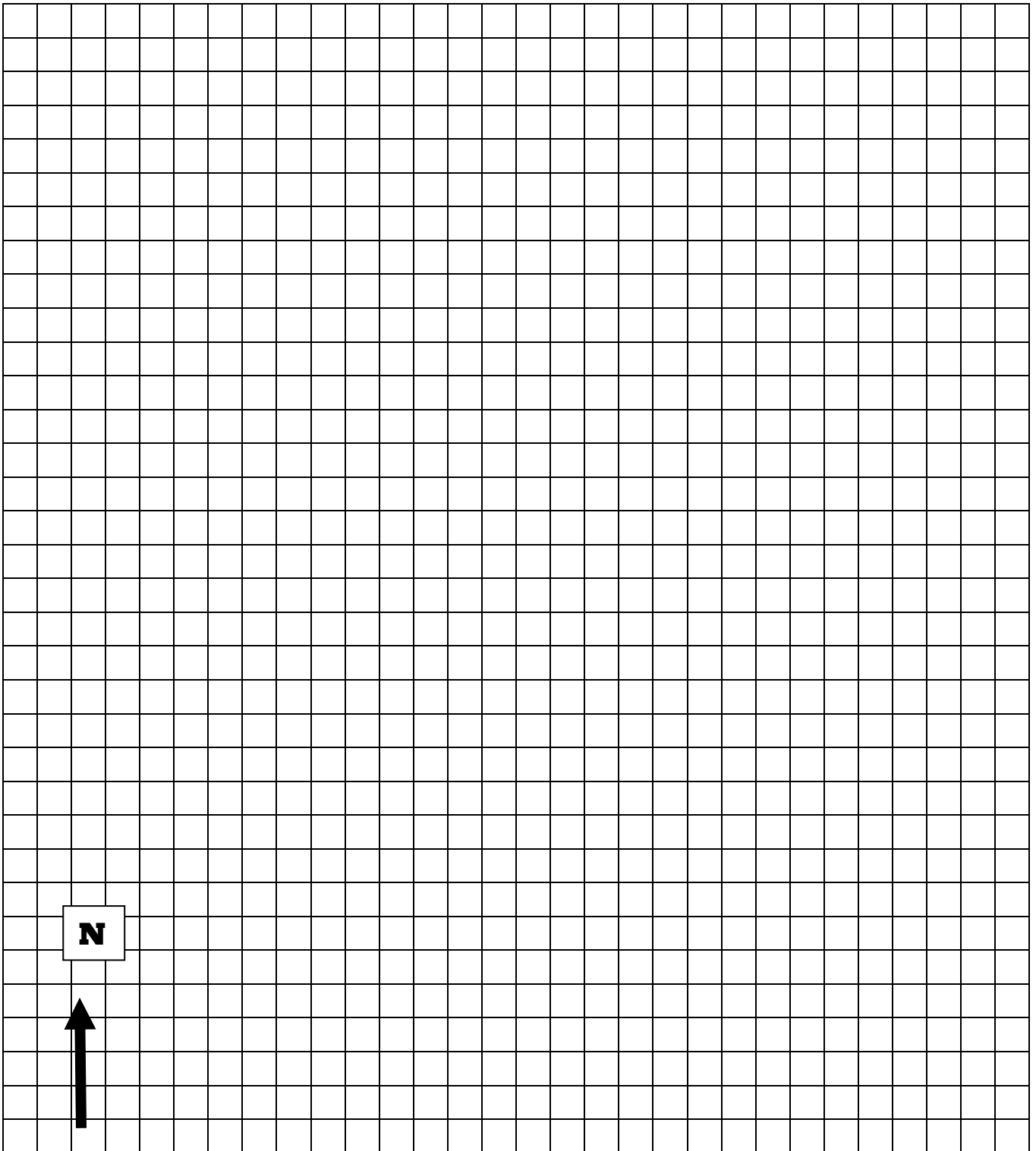
ج (مشخصات سیستم روشنایی

چیدمان چراغها	تعداد کل چراغها	تعداد لامپهای سوخته	درصد لامپهای سوخته
نوع منابع روشنایی:			
توان مصرفی (W):			
تناسب منبع روشنایی با نوع و ماهیت کار:			
وضعیت نگهداری چراغها:			
نظافت سطوح داخلی بنا:			
وجود سایه روشن:			
چیدمان منابع روشنایی :			
روشنایی طبیعی : دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input type="checkbox"/> اگر دارد <input type="checkbox"/>			

د (مشخصات روش ارزیابی

روش اندازه گیری	روشنایی عمومی <input type="checkbox"/> (تعداد ایستگاه.....) روشنایی موضعی <input type="checkbox"/> (تعداد ایستگاه.....) درخشندگی <input type="checkbox"/> (تعداد ایستگاه.....) (چنانچه نیاز به اندازه گیری هر سه مورد هست علامت بزنید)
هدف اندازه گیری	برای هر یک از روش هایی که علامت زده اید، هدف تعیین کنید

ه) پلان منابع روشنایی کارگاه یا قسمت :



راهنما :

- لامپ روشن مقیاس پلان :
- لامپ سوخته
- ایستگاه اندازه گیری
- برآورد هزینه اندازه گیری :
- الگوی قابل استفاده (شکل الگوی آورده شود)

حدود مجاز مواجهه با روشنایی

مقادیر توصیه شده برای روشنایی عمومی و موضعی در محیطهای بسته، محوطه ها و معابر، توسط سازمان های علمی فراملی، بین المللی و موسسات رسمی کشورهای مختلف تدوین و منتشر گردیده است این مقادیر بسته به شرایط اقتصادی و فرهنگی کشورها با هم متفاوت میباشند، برای ارزیابی و اظهارنظر در مورد کمیت روشنایی هر محل، لازم است که یکی از توصیه های حدود مجاز انتخاب گردد.

در ایران کمیته ای تخصصی تحت نظر موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی برای کلیه محیطهای باز (معابر و محوطه ها) و بسته (مسکونی، عمومی و صنعتی) مقادیر شدت روشنایی مجاز تدوین نموده و کمیته فنی بهداشت حرفه ای کشور که زیر نظر وزارت بهداشت می باشد نیز بخش حرفه ای آن را تایید و منتشر نموده است که در حال حاضر معیار کشوری برای ارزیابی روشنایی می باشند.

در این کتاب جداولی برای تعیین میانگین شدت روشنایی عمومی داخلی اماکن مختلف بر مبنای خصوصیات مکان و دقت موردنیاز برای رویت واضح اشیاء و تصاویر به همراه شاخص یکدستی روشنایی و جدولی برای محوطه ها و معابر آورده شده است این مقادیر حداقل روشنایی موردنیاز را تعیین نموده است. شدت روشنایی موردنیاز برحسب لوکس انتخاب شده است اندازه گیری مقادیر شدت روشنایی باید توسط دستگاه سنجش روشنایی با دقت ۰/۱ لوکس و به صورت کالیبره شده و در ارتفاع سطح کار انجام شود.

در اندازه گیری روشنایی موضعی باید حداقل ۳ ایستگاه در سطح کار (که یکی از آنها محدوده بیشترین زمان رویت باشد) مورد سنجش قرار گیرد. و ارقام هیچ یک از آنها از در توصیه شده نباید کمتر باشد.

روشنایی اضطراری که مربوط به زمانهای خاص نظیر قطع جریان برق اصلی، تعمیرات سامانه اصلی تامین روشنایی و هنگام حوادث است. باید به طور مجزا به گونه ای تامین شده باشد که در هیچ محدوده ای از ۵۰ لوکس برای فعالیت موقت کمتر نباشد. در مسیرهای عبور و محدوده خروج اضطراری افراد شدت روشنایی در کف مکان موردنظر از ۱۰ لوکس کمتر نباشد.

بخش دوم: وسایل اندازه گیری و ارزیابی صوت



روش های اندازه گیری و ارزیابی صدا

نکات مهمی که قبل از اندازه گیری و ارزیابی باید در نظر گرفته شود:

الف - هدف اندازه گیری

ب - تجهیزات اندازه گیری

ج - کالیبراسیون

د- تعیین ایستگاه های اندازه گیری

ه- گردآوری اطلاعات دقیق از کارگاه

و- گردآوری اطلاعات نحوه مواجهه کارگر

ر- استاندارد مواجهه کارگر

هدف اندازه گیری :

الف- اندازه گیری برای اهداف صنعتی (عیب یابی ماشین آلات)

ب- اندازه گیری به منظور تعیین منابع اصلی تولید صدا

ج- اندازه گیری محیطی صدا

د- اندازه گیری برای تعیین میزان مواجهه کارگر

و- مطالعه ماهیت سر و صدا (آنالیز فرکانسی)

ر- مطالعه جهت اجرای روشهای کنترل صدا

تعیین ایستگاه های اندازه گیری :

تعداد و محل ایستگاه های اندازه گیری در هر کارگاه وابسته به هدف اندازه گیری متفاوت خواهد بود. ولی بطور کلی در اندازه گیری و ارزیابی محیطی با توجه به اینکه هدف محللهای استقرار کارگران نبوده و اندازه گیری به منظور تعیین محدوده های خطر در کارگاه و منابع اصلی تولید صدا برای کنترل صدا می باشد، استفاده از روشهای ذیل توصیه می شود .

- روش تهیه نقشه ناحیه بندی صوتی
- روش تهیه نقشه خطوط همتراز
- روش اندازه گیری تصادفی در اطراف منابع صدا

۱) روش تهیه نقشه ناحیه بندی صوتی

این روش برای مشخص نواحی مختلف کارگاه براساس محدوده های تعیین شده تراز فشار صوت است. در این روش کارگاه به نواحی شطرنجی با ابعاد یکسان تقسیم بندی شده و مرکز هر ناحیه یک ایستگاه اندازه گیری می باشد طبعاً هر چه ابعاد نواحی کوچکتر یا مساحت کارگاه بزرگتر باشد تعداد این نواحی بیشتر خواهد بود . هرچند زیاد بودن تعداد نواحی برای حصول نتیجه بهتر است ولی امکانات و نفقات و زمان نیز دارای محدودیت بوده و عملاً زیاد بود تعداد نقاط اندازه گیری مطالعه را با مشکل مواجه خواهد ساخت . لذا می توان برای کارگاهها با توجه به مساحت و امکانات تعداد معین و محدودی ناحیه انتخاب نمود . در این شیوه، کارگاههای تا پنجاه متر مربع به نواحی با ابعاد یک متر، کارگاههای تا یکصد متر مربع را به نواحی با ابعاد ۲متر، و کارگاههای وسیعتر را به نواحی با ابعاد حداکثر ۵ متر تقسیم بندی می شود . نقاط اندازه گیری روی نقشه معین یا با کد محل مشخص شده ، سپس در مرکز تمام نواحی تراز فشار صوت در مقیاس A اندازه گیری می گردد. در مرحله بعد با توجه به سه محدود از تراز فشار صوت، با رنگ ، هاشور یا کد مربوطه نقشه ساده ای ترسیم می شود :

۱. محدود ایمن ($SPL < 65 \text{ dbA}$) با رنگ سفید یا سبز
 ۲. محدوده احتیاط ($65 < SPL < 85 \text{ dbA}$) با رنگ زرد
 ۳. محدوده خطر ($SPL > 85 \text{ dbA}$) با رنگ قرمز
- حاصل کار نقشه ناحیه بندی شده کارگاه با رنگ، هاشور یا کد است که در آن نواحی ایمن، احتیاط و خطر مشخص شده و مهمترین ناحیه آن ناحیه خطر می باشد . برای کنترل مواجهه کارگر، باید توقف یا تردد در نواحی خطر محدود گردد .

۲) روش تهیه نقشه خطوط همتراز

نقشه صوتی یا ایزوسونیک یکی از روشهای متداول ترسیمی در بیان و حتی ارزیابی صدای محیط کار است. در این روش با مشخصاتی که در روش ناحیه بندی گفته شد، کارگاه ناحیه بندی شده و نتایج اندازه گیری بجای نشان دادن با رنگ و کد توسط خطوط هم تراز (ایزوسونیک) نشان داده می شود. این خطوط همانند نقشه های توپوگرافی محدوده های تراز فشار صوت را نشان می دهد. فواصل هر دو خط همتراز مجاور بین یک تا ۳ دسی بل انتخاب می گردد.

۳) روش اندازه گیری تصادفی در اطراف منابع صدا

در اندازه گیری سر و صدای منابع صدا نکات ذیل باید مورد توجه قرار گیرد.

۱. فشردگی نقاط اندازه گیری در اطراف منبع بستگی به حساسیت و دقت روش اندازه گیری دارد. بطور کلی فاصله نقاط اندازه گیری به حدی باشد که تفاوت شدت سر و صدا در نقاط همجوار بیشتر از ۵ Db نباشد.
۲. فاصله میکروفن از منبع تولید صدا نباید کمتر از یک متر باشد.
۳. فاصله میکرفن از دیوار و منابع بزرگ حداقل ۱ تا ۲ متر باشد.
۴. ارتفاع میکرفن از کف زمین و یا از سطح سکوی محل استقرار (Platform) ۱/۵ متر باشد.

گردآوری اطلاعات دقیق از کارگاه :

۱. تهیه نقشه ساده محیط کار که در آن محل نصب دستگاهها و منابع تولید صدا مشخص شده است.
۲. تعیین دقیق منابع ثانویه تولید صدا مانند صدای فن ها و لیفتراکها
۳. اطلاعات مربوط به محل های تردد و توقف کارگران ساعات مواجهه و اوقات تغییر شیفت
۴. شرایط آب و هوایی محل شامل درجه حرارت - درصد رطوبت نسبی هوا و فشار اتمسفر
۵. جنس مصالح کف، دیوار و سقف

گردآوری اطلاعات نحوه مواجهه کارگر :

در اندازه گیری به منظور تعیین حدود مواجهه کارگر، باید در نظر داشت که اندازه گیری صرفاً در محل های توقف یا تردد کارگر و در ناحیه شنوایی وی انجام گردد. ارزیابی مواجهه کارگر با صدا مستلزم اندازه گیری تراز فشار صوت در مقیاس a و مدت زمان مواجهه برای هر کارگر بطور مجزا می باشد.

استاندارد در مواجهه کارگر :

در گذشته برای صدای کوبه ای و پیوسته استاندارد مواجهه متفاوت بود ولی در چند سال اخیر یک الگوی واحد برای مواجهه مجاز مورد پذیرش قرار گرفته است. اصولاً در بیان حد مجاز صدا یک تراز معین در مقیاس a برای ۸ ساعت کار روزانه و ۴۰ ساعت کار هفتگی اعلام گردیده و حد سقفی برای مواجهه نیز آستانه دردناکی یا ۱۴۰ دسی بل اعلام شده است. در صورتی که کارگر بیش از تراز مجاز مواجهه داشته باشد زمان مجاز مواجهه وی باید کاهش یابد. بطور قراردادی به ازای افزایش ۲ یا ۳ یا ۵ دسی بل تراز فشار صوت مدت زمان مجاز مواجهه نصف می گردد. این شیوه را تحت عنوان قاعده ۲ یا ۳ یا ۵ دسی بل می نامند. استاندارد مورد پذیرش در ایران براساس توصیه کمیته فنی بهداشت حرفه ای کشور تراز فشار صوت ۸۵ دسی بل با قاعده ۳ دسی بل است.

تراز سنج صوت^۱

این دستگاه برای اندازه گیری تراز فشار صوت طراحی گردیده است. هر چند که قابلیت و توانایی تراز سنجهای صوتی می تواند متنوع باشد اما هر تراز سنج صوت دارای حداقل سه بخش اساسی زیر است:

الف - میکروفن^۲

ب (پردازشگر^۳

ج (نمایشگر^۴

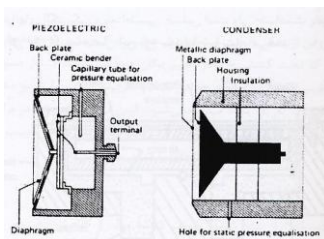
کار هر میکروفن مبتنی بر اعمال فشار صوت بر سطح دیافراگم آن و ایجاد جریان متناظر الکتریکی است.

در پردازشگر بسته به قابلیت دستگاه و نیاز اپراتور، اطلاعات دریافتی از میکروفن تقویت، توزین و پردازش شده و توسط نمایشگر عقربه ای یا دیجیتال مقادیر نمایش داده می شود.

میکروفن

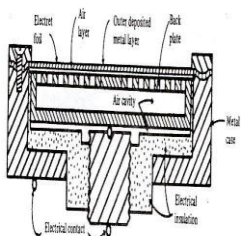
میکروفن ها را به چهار گروه اصلی تقسیم می کنند: کریستالی، الکترون، دینامیک و خازنی.

میکروفن کریستالی



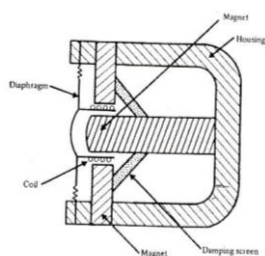
در این نوع میکروفن از کریستالهای کوارتز استفاده شده و اساس کار آن پدیده پیروالکتریک است. براساس این پدیده اگر کریستال تحت فشار یا کشش (نیروی مکانیکی) قرار گیرد. ولتاژی در سطح آن برقرار می شود که با نیروی وارده نسبت مستقیم دارد. این نوع از میکروفن حساسیت یا شیئی نیست به تغییرات رطوبت محیط و نیز میدانهای الکتریکی و مغناطیسی دارد که از محاسن آن است.

میکروفن الکترون



این میکروفن همانند نوع کریستالی عمل نموده ولی به ولتاژ پلاریزاسیون نیازی ندارد و در ساختمان آن از یک فیلم پلیمری پلاریزه دائم بنام الکترون استفاده شده است این نوع میکروفن علاوه بر کوچکی حجم قابلیت های بسیار خوبی برای دستگاه های اندازه گیری در محیط کار دارد.

میکروفن دینامیک



ساختمان این نوع میکروفن از یک بوبین (سیم پیچ) که در یک میدان مغناطیسی قرار گرفته و دیافراگم متصل به بوبین تشکیل شده است، فشار صوت باعث جابه جایی و حرکت دیافراگم گردیده و این حرکت باعث تغییر در جریان تعریف شده مدار می گردد. میکروفن های دینامیک به میدانهای الکتریکی و مغناطیسی حساس است ولی حساسیت پایینی به درجه حرارت دارد.

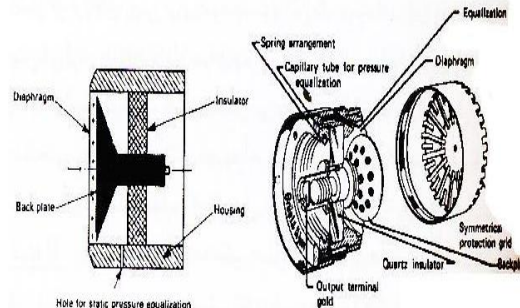
^۱ Sound level meter (S.I.M)

^۲ Microphone

^۳ Processor

^۴ Display

این میکروفن از یک خازن تشکیل شده است که یکی از صفحات جوش آن دیافراگمی است که تحت کشش یا تغییر مکان پیدا میکند. فشار صوت وارد بر آن می تواند باعث تغییر فاصله دو صفحه جوش شده و ظرفیت خازنی را تغییر دهد. و این امر باعث تغییر مشخصات تعریف شده مدار می شود. این نوع میکروفن در برابر میدانهای الکتریکی و مغناطیسی و همچنین فشار حرارت مقاوم بوده ولی به رطوبت هوا حساس می باشد.



پردازشگر

پردازشگر دستگاه تراز سنج شامل تقویت کننده پالس کاهش دهنده شبکه توزین فرکانس، شبکه سرعت پاسخ دستگاه و مدارهای محاسب برای منظورهی خاص می باشد.

شبکه توزین فرکانس

با توجه به اینکه دستگاه تراز سنج صوت می تواند برای منظورهی مختلفی بکار رود لذا می توان مقادیر تراز فشار صوت را براساس شبکه های مختلف توزین فرکانس که در برخی دستگاهها پیش بینی شده است، انتخاب نمود. مثلاً در شبکه A، این قابلیت مقادیر را در فرکانس مرکزی هر باند فرکانس با توجه به منحنی عکس العمل گوش توزین نموده و پس از این عمل تراز فشار صوت را نشان می دهد.

توزین های قراردادی دیگری نیز نظیر Linear- D- C-B نیز وجود دارد دستگاه ترازسنج هنگام توزین فرکانس در برخی فرکانسها تراز صوت دریافتی را کاهش داده و در برخی دیگر (بطور محدود در شبکه D) افزایش می دهد. مقادیر بعداً به spl کلی تبدیل می گردد. در شبکه lin مقدار نمایش داده شده دقیقاً برابر با تراز واقعی فشار صوت است.

شبکه A:

گوش انسان به فرکانسهای بم حساسیت کمتری دارد بعبارت دیگر آستانه شنوایی در این فرکانس ها بالاتر است. در شبکه A مقادیر تراز فشار صوت متناسب با حساسیت گوش انسان در ترازهای پایین توزین می شود. تراز اندازه گیری شده در این وضعیت برحسب DBA بیان می گردد. استانداردهای مواجهه بر این مبنا هستند لذا اندازه گیری صدا بمنظور تعیین حدود مواجهه کارگر نیز با این مقیاس می باشد منحنی توزین فرکانس در شبکه A منطبق با منحنی درک شنوایی انسان خصوصاً در ترازهای کمتر از ۶۰ دسی بل است.

شبکه B:

این شبکه بیان کننده عکس العمل گوش در ترازهای بالاتر از ۶۰ دسی بل است این شبکه در عمل استفاده چندانی ندارد ولی برای ترازهای حدود ۵۵-۸۵ دسی بل مناسب می باشد.

شبکه C:

این شبکه بیانگر درک شنوایی انسان در ترازهای بالا است. بالاتر از ۸۵ DB از این مقیاس استفاده می شود. همچنین براساس نظر ACGIH (2010) برای تعیین حدود سقفی تراز فشار پیک صدای کوبه ای نیز از این شبکه استفاده می گردد.

شبکه D :

این شبکه در بررسی صدا ترافیک وسایل حمل و نقل هوایی استفاده می گردد و اثرات تشدید می گوش در فرکانسهای بالاتر از ۱۰۰۰ هرتز را به خوبی لحاظ می کند.

شبکه خطی Lin :

در این شبکه مقایده تراز فشار صوت در فرکانسهای مختلف توسط دستگاه تراز سنج صوت بدون تغییر در کمیت ، نمایش داده می شود . اندازه گیری صدا در این شبکه برای اهداف کنترل صدا و یا اهداف صنعتی کاربرد دارد .

برای بررسی صدا در محیط کار آنالیز فرکانس صوت در شبکه C یا Lin انجام می گیرد . برای بررسی چگونگی مواجهه کارگر با صدا از شبکه C و برای اهداف کنترل صدا از شبکه C یا Lin استفاده می گردد.

شبکه سرعت پاسخ دستگاه

اصوات مختلف اعم از یکنواخت ، متغییر و کوبه ای در طول زمان تداوم خود دارای تغییرات دامنه فشار بوده و این تغییرات در برخی از آنها لحظه ای است . برای اندازه گیری انواع صدا نمی توان حساسیت عکس العمل زمانی دستگاه را یکسان در نظر گرفت . در تراز سنج های دقیق لازم است تا سرعت درک یا پاسخ زمانی دستگاه با سرعت تغییرات دامنه فشار صوت متناسب گردد . برای این کار از شبکه سرعت پاسخ دستگاه کمک می گیرند تا اندازه گیری متناسب با سرعت تغییرات دامنه فشار صوت باشد.

در دستگاههای تراز سنج برای هر نوع صوت از یک سرعت متناسب استفاده می شود که شامل موقعیت SLOW برای صدای یکنواخت یا منابع صوتی ساکن بوده و حساسیت دستگاه در حد ثابته برای درک تغییرات دامنه صدا می باشد . موقعیت Fast برای اندازه گیری تراز فشار صوت منابع متحرک یا احوال متغییر با زمان و نوبتی مناسب بوده و دستگاه تغییرات سریع دامنه در حد میلی ثانیه را نیز درک می کند، موقعیت Impulse یا Impact برای اندازه گیری اصوات کوبه ای یا ضربه ای مناسب بوده و دستگاه تراز سنج تغییرات دامنه صدا در حد میکرو ثانیه را درک می نماید . در برخی دستگاه ها یک قابلیت با عنوان peak برای سرعتهای بالا پیش بینی شده است (دستگاه های مارک quest) که سرعت پاسخ آن بین fast, و imp می باشد .

مدارهای محاسب

مدارهای محاسب : با توجه به مدل دستگاه، مدارهای محاسب متعدد در دستگاه های صداسنج پیش بینی می شود که امکان اندازه گیری پارامترهای مختلف را فراهم می کند.

تراز فشار صدا (SPL) : مقدار صدایی می باشد که با توجه به سرعت پاسخ دستگاه و حساسیت میکرفن اندازه گیری می شود .

ماکزیمم فشار صدا (SPL max) : بیشترین صدایی که پس از روشن شدن صدا سنج و یا Reset شدن دستگاه ، دریافت شده است .

مینیمم فشار صدا (SPL min) : کمترین صدایی که پس از روشن شدن صدا سنج و یا Reset شدن دستگاه ، دریافت شده است .

تراز معادل صدا (Leq) : متوسط ویا میانگین صدایی که پس از روشن شدن صدا سنج و یا Reset شدن دستگاه تا لحظه قرائت ، دستگاه صداسنج دریافت کرده است.

نمایشگر

نمایشگر دستگاه تراز سنج صوت میتواند عقربه ای ، دیجیتال، نوار نورانی یا نقطه نوری باشد دقت اندازه گیری و قرائت در نوع دیجیتال بیشتر بوده و از این نظر ارجحیت دارد .

کالیبراسیون^۱ تراز سنج صوت

برای اطمینان از صحت کار اندازه گیری توسط تراز سنج صوت لازم است. ابتدا آن را با یک مولد صوتی استاندارد کالیبره می نمایند. این مولد کالیبراتور^۲ استاندارد یا پیستون فون است. این دستگاه در فرکانسهای معینی مثلاً ۱ khz یا ۲۵۰ khz تراز معینی از صوت خالص برابر ۹۴ یا ۱۱۴ دسی بل تولید می کند کالیبراسیون به دو صورت انجام می گیرد.

کالیبراسیون خارجی و کالیبراسیون داخلی

کالیبراسیون داخلی

برخی دستگاه های ترازسنج می تواند مدارهای داخلی خود را نیز از میکروفن بصورت داخلی کالیبراسیون نمایند. این عمل بدون استفاده از کالیبراتور بوده و یا انتخاب دکمه مناسب هنگام روشن بودن دستگاه بر روی تراز معینی (معمولاً ۹۴ دسی بل) کالیبره می شود. این کار اگر چه لازم است ولی کافی نیست و برای اطمینان باید کالیبراسیون خارجی صورت گیرد.

کالیبراسیون خارجی



برای این کار با استفاده از کالیبراتور استاندارد و توجه به دستورالعمل دستگاه ترازسنج کالیبراتور روشن شده و تراز فشار صوت اندازه گیری می گردد. در غیر این صورت بایستی دستگاه داروی حالت سرعت slow و شبکه A و حالت SPLrms قرار داده، انگه پس از نصب کالیبراتور روی میکروفن و روشن کردن کالیبراتور و ترازسنج، بوسیله پیچ تنظیم که بر روی ترازسنج تعبیه شده است عمل کالیبراسیون انجام میگردد. در دستگاههای جدید امکان کالیبراسیون با استفاده از منوی داخلی و بدون پیچ تنظیم نیز وجود دارد. لازم بذکر است که باید اندازه میکروفن و رابط کالیبراتور متناسب بوده و خلاصی نداشته باشد.

روش کالیبراسیون: نحوه کالیبراسیون هر دستگاه با توجه به دستورالعمل سازنده می باشد ولی بطور کامل موارد ذیل باید رعایت شود.

۱- در صورتی که دستگاه مجهز به کالیبراسیون داخلی باشد، این عمل بدون استفاده از کالیبراتور و با انتخاب دکمه مربوطه هنگام روشن بودن دستگاه انجام می شود. در این مرحله از کالیبراسیون مدارهای داخلی دستگاه تست می شود.

۲- پس از کالیبراسیون داخلی با استفاده از کالیبراتور استاندارد و با توجه به دستورالعمل دستگاه ترازسنج عملیات کالیبراسیون خارجی انجام می گیرد. توصیه می شود کالیبراسیون خارجی در یک محیط ساکت انجام شود و اندازه میکرفن صداسنج و رابط کالیبراتور متناسب باشد بطوری که خلاصی نداشته باشد. نحوه تنظیم دستگاه صداسنج در هنگام کالیبراسیون متفاوت می باشد. در بعضی صداسنج ها این عمل با استفاده از پیچ تنظیم انجام می گیرد و در بعضی با استفاده از کلیدهای تعبیه شده روی دستگاه و یا بطور اتوماتیک تنظیم انجام می شود. تغییرات فشار هوا حداکثر به اندازه ۰/۳ db بر کالیبراسیون موثر می باشد. در کالیبراتورهای جدید سنسور اندازه گیری فشار هوا و دما تعبیه شده است و نیاز به اعمال ضرایب خطا در این موارد نمی باشد.

انواع ترازسنج های صوت

براساس استاندارد شماره ANSI- SI4- 1971 (انستیتوی استاندارد ملی آمریکا) ترازسنج ها در ۴ گروه طبقه بندی می شوند.

گروه ۱ (Type1): ترازسنج های نوع دقیق دارای بالاترین کیفیت و کمترین خطا بوده و توانائی اندازه گیری در شبکه های A.B.C.Lin را داشته و برای مقاصد اندازه گیری مناسب هستند.

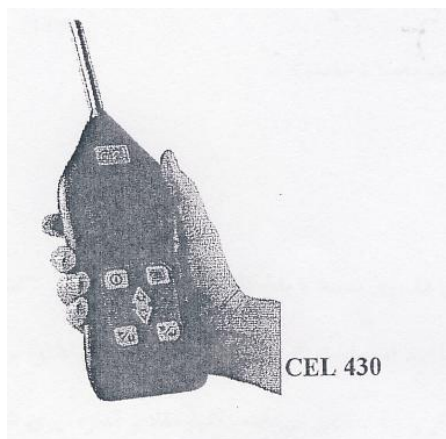
^۱ Calibration
^۲ Calibrator

گروه ۲ (Type2) : نوع استفاده عمومی کیفیت پائین تری نسبت به گروه ۱ دارند ولی در اهداف بررسی صدا در محیط کار قابل استفاده می باشند .

گروه ۳ (Type3) : نوع بازرسی به علت کارایی و دقت پائین برای اهداف بازرسی یا مانیتورینگ کاربرد دارند و دقت آنها حدود ۵ دسی بل است.

گروه ۴ (Type4) : نوع استفاده ویژه که با توجه به مشخصات مربوط به محیط استفاده و نوع استفاده طراحی و کاربرد ویژه دارند. این دستگاهها ممکن است جزیی از دستگاه دیگری باشند.

طبقه بندی صداسنج ها از نظر میزان امکانات



گروه ۱: صداسنج های ساده : که فقط توانایی اندازه گیری تراز فشار صدا (SPL) در شبکه A را دارند .معمولاً محدوده اندازه گیری این صداسنج ها ۳۰db تا ۱۳۵ db می باشد و سرعت پاسخ میکرفن آنها در دو وضعیت slow و fast قابل تنظیم می باشد .

گروه ۲ - صداسنج های با قابلیت اندازه گیری Leq : این دسته از صداسنج ها علاوه بر قابلیت اندازه گیری تراز فشار صدا (SPL) قابلیت اندازه گیری تراز معادل صدا را نیز دارند .بطوری که در صنایعی که تولید و انتشار صدا متغیر می باشد جهت ارزیابی های دقیق تر به خوبی قابل استفاده می باشند .

گروه ۳- صداسنج های آنالیزوردار : از آنجا که کنترل های فردی و محیطی با توجه به توزیع فرکانس صوت امکان پذیر می باشد . در مواردی که سر و صدا بالاتر از حدود مجاز باشد صداسنج های آنالیزوردار در محدوده شنوایی (Hz ۲۰ تا ۲۰/۰۰۰) منحنی آنالیز صدا را معین می کنند . این نوع صداسنج ها معمولاً دارای قابلیت ذخیره اطلاعات و انتقال اطلاعات به PC می باشند و از حساسیت بالایی برخوردار هستند .

آنالیزور طیفی صوت

تجزیه کننده های صوت بطور معمول برای بررسی توزیع فرکانس صوت در پهنای ۱/۱ یا ۱/۳ کنار باند طراحی شده اند و در برخی دستگاهها با قابلیت بالاتر ممکن است ۱/۱۰ اکتاورا نیز تجزیه نمایند .این دستگاهها دارای دو گروه اصلی هستند .

الف) آنالیزور باند ثابت :

این نوع آنالیزور با توجه به فیلتر مربوطه گستره قراردادی و محدودی از فرکانس بین (0.5-200 Hz) را تجزیه می کند .آنالیزورهای هنر و دین (جاروئی) دیجیتالی همزمان از این گروه بوده و عمدتاً آزمایشگاهی و حجم هستند .

ب) فیلترهای درصد باند ثابت :

این گروه دارای فیلترهای اکتا و باند ۱/۱۰ و ۱/۳ و ۱/۲ می باشند که براساس تراز فشار صوت در فرکانس مرکزی پهنه های مختلف ۱/۲ یا ۱/۳ یا ۱/۱۰ را تجزیه و اندازه گیری می کند . پهنای باند فیلتر در این نوع برای فرکانسهای پایین محدود و برای فرکانسهای بالا وسیع بوده و در فرکانس مرکزی از هر باند عمل اندازه گیری را انجام می دهد .

این گروه بصورت پرتابل و عمدتاً قابل اتصال به دستگاه تراز سنج صوت می باشد.



دستگاه صداسنج آنالیزور دار مدل SVAN 953



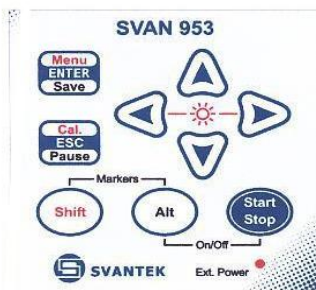
نصب باتری (Batteries Installation)

بخش لاستیکی سیاه رنگ در انتهای درپوش دستگاه را بردارید.

بیج درپوش را باز کنید.

باتری های نو را با در نظر گرفتن قطب های مثبت و منفی در محل مربوطه قرار دهید.

دوباره درپوش را در جای خود محکم و قطعه لاستیکی حفاظ دستگاه را روی آن قرار دهید.





صفحه کلید دستگاه

تنظیم و آماده نمودن دستگاه


• برای چند لحظه کلید های **AIT** و **Start/Stop** را توأمآ فشار دهید تا دستگاه روشن شود.

• برای وارد شدن به منوی اصلی کلید های **Menu/ENTER/Save** و **Shift** را توأمآ



فشار دهید. برای انتخاب گزینه های مورد نظر از کلید های ◀ ▶ و ▲ ▼ استفاده نمائید. برای تأیید گزینه انتخابی از کلید  و برای بازگشت به مرحله قبل از کلید  استفاده نمائید.

• برای بکار گیری دستگاه صداسنج ابتدا تاریخ و زمان دقیق را تنظیم نمائید. برای این منظور وارد منوی اصلی شوید ( + ) و سپس وارد Setup و RTC شوید. برای وارد نمودن تاریخ و زمان از کلید های ▶ و ◀ استفاده نموده و به کمک کلید ◀ +  یا  + ▶ تغییرات مورد نظر را انجام دهید.

• برای تأیید گزینه انتخابی از کلید  و برای بازگشت به مرحله قبل از کلید  استفاده نمائید.


• وارد منوی اصلی شده و سپس به Function وارد شوید تا برنامه اجرائی مورد نظر را از صفحه Measurement Function انتخاب نمائید. برای تأیید گزینه انتخابی از کلید  و برای بازگشت به به منوی اصلی از کلید  استفاده نمائید.

• وارد Input شده و سپس به Measurement Setup بروید و پارامتر های زیر را تنظیم نمائید:
START DELAY: فاصله زمانی بین فشار دادن کلید شروع (Start) و شروع اندازه گیری توسط دستگاه می باشد.

ENTEGR. PERIOD: زمان جمع آوری اطلاعات اندازه گیری می باشد.

REP.CYCLE: تعداد سیکل های اندازه گیری می باشد.

LOGGER: فعال و غیر فعال نمودن عمل ثبت اطلاعات، تنظیم نمودن Logger، تنظیم مدت زمان ثبت اطلاعات، نام گذاری فایل Logger، گزینه انتخابی Logger Meteo که با استفاده از حالت مونیتورینگ فعال می شود.

برای تأیید هر یک از گزینه ها کلید  را فشار دهید.



- وارد Input شده و سپس به Profile 1/2/3 رفته و فیلترهای مورد نظر، دتکتور زمان ثابت و نتایج Logger را برای ذخیره شدن در فایل های Logger تنظیم نمائید.

- برای تأیید هر یک از گزینه ها کلید  را فشار داده و برای بازگشت به به منوی اصلی از کلید  استفاده نمائید.

- به ترتیب وارد Menu، File، Save Options، Save شده و گزینه AUTO SAVE را تیک نمائید تا نتایج اندازه گیری بطور اتوماتیک ذخیره شود. کلید  را برای تأیید نهایی فشار دهید (اگر پیغام "Making a basic time too short AUTO save disabled" بر روی صفحه نمایش ظاهر گردید به صفحه Measurement Setup بازگشته و زمان جمع آوری داده ها را بیشتر از ۱۰ ثانیه نمائید). به کمک کلید های  و  نام فایل ذخیره شده و تغییرات لازم را انجام داده و در انتها آن را با فشار دادن کلید  نهایی نمائید.

- شما قادر خواهید بود تنظیمات انتخاب شده را در فایل SETUP ذخیره نمائید برای این منظور وارد فایل و سپس Save Setup شده و نام فایل مربوطه را ویرایش نموده و با کلید  آن را نهایی نمائید برای اینکه فایل ذخیره شده قبلی را مجدداً اجرا نمائید به قسمت فایل و سپس Load Setup رفته و تنظیمات خود را انجام داده و با کلید  آنرا نهایی نمائید.

- در صورت نیاز دستگاه خود را کالیبره نمائید. (به قسمت کالیبراسیون مراجعه نمائید)

- برای شروع اندازه گیری به قسمت انجام یک اندازه گیری ساده مراجعه نمائید.

کالیبراسیون







میکروفون صداسنج را به Preamplicifier متصل نموده و سپس آنرا به دستگاه صداسنج متصل نمائید. برای استقرار Preamplicifier به صداسنج از اتصال TNC استفاده نمائید.



- به کمک کلید های ( + ) وارد منوی اصلی شوید. سپس به ترتیب وارد Function، Calibration و By Measurement شوید.
- طبق کالیبراتور مورد استفاده خود (بطور مثال 93.9 dB، 113.9 dB) CAL.LEVEL را وارد نمایید.
- میکروفون را به کالیبراتور دستگاه متصل نموده و کالیبراتور را روشن نمایید. (کالیبراتور SV30A بطور اتوماتیک روشن می شود)
- کلید  را برای شروع کالیبراسیون فشار دهید.
- زمانی که کالیبراسیون انجام گردید، پیام CAL.RESULT بطور مثال LEQ=114.22dB بر روی صفحه به نمایش در می آید.
- در صورتیکه نیاز به شروع کالیبراسیون مجدد دارید دوباره کلید  را فشار دهید.
- اگر ضریب کالیبراسیون مورد تأیید می باشد کلید  را فشار دهید.



انجام یک اندازه گیری ساده (Making a basic measurement)

کلید  را برای شروع و یا توقف اندازه گیری فشار دهید. در طول زمان اندازه گیری شما قادر به تغییر در تنظیمات دستگاه نمی باشد. ظاهر شدن علامت بلندگو () در صفحه نمایشگر نشان دهنده انجام فرآیند اندازه گیری می باشد و علامت پاکت () گویای بارگذاری نتایج در فایل مربوطه می باشد. همچنین علامت باطری () نشان دهنده وضعیت باطری دستگاه می باشد. زمانی که AUTO SAVE فعال باشد نتایج اندازه گیری بطور اتوماتیک پس از سپری شدن زمان Integration Period ذخیره می شود در غیر اینصورت کلید های ( + ) را برای ذخیره داده ها پس از اندازه گیری فشار دهید. همچنین می توانید وارد منوی اصلی شده و سپس از طریق فایل گزینه Save را انتخاب نمایید.

می توانید نام فایل مورد نظر خود را توسط کلید  ویرایش نموده و با کلید  آنرا نهایی نمایید. همچنین می توانید از طریق گزینه Save Next ، آخرین حرف نام فایل بطور اتوماتیک زمانی که فایل را ذخیره می نمایید افزایش می یابد. (بطور مثال 7JANO, 7JAN1, 7Jan2) سپس برای ذخیره داده ها کلید  را فشار دهید.

دو دسته فایل برای ذخیره نمودن نتایج اندازه گیری وجود دارد:

- فایل های نتایج حاوی نتایج اصلی
- فایل های Logger حاوی مشخصات زمانی سیگنال اندازه گیری شده.

نمایش برنامه اختیاری

به منظور آنکه نتایج پروفایل ۱ یا پروفایل ۳ را در وضعیت Logger مشاهده نمایید، کلید  یا  را فشار دهید. به ترتیب به Display Menu و Display Mode وارد شوید تا نتایج فایل قابل نمایش را مشاهده نمایید.



بارگذاری نتایج اندازه گیری

برای مشاهده نتایج اندازه گیری ضبط شده با فشار دادن کلید های **Menu ENTER Save** و **Shift** وارد منوی اصلی شده و سپس به ترتیب وارد فایل و Load شوید و فایل مورد نظر خود را انتخاب نموده و کلید **Menu ENTER Save** را فشار دهید.

حذف نتایج اندازه گیری

- برای حذف نتایج یا تنظیم فایل ها یکی پس از دیگری، به منوی اصلی وارد شده (**Shift** + **Menu ENTER Save**) سپس به ترتیب وارد گزینه فایل و حذف (Delete) شوید و فایل انتخابی خود برای حذف انتخاب نموده و کلید **Menu ENTER Save** را فشار دهید.
- برای حذف تمامی نتایج، فایل های Logger و یا تنظیم تمامی فایل ها، وارد گزینه فایل شده و سپس Delete All را انتخاب نمائید و گزینه های مورد نظر را تیک زده وبا کلید **Menu ENTER Save** انتخاب خود را نهایی نمائید.

دزیمتر صدا^۱

قابل اعتمادترین روش برای اندازه گیری و ارزیابی مواجهه کارگر، دزیمتری می باشد. زیرا در تمام طول شیفت دستگاه دزیمتر به همراه کارگر بوده و مواجهه واقعی وی را اندازه گیری نموده و در پایان شیفت دز دریافتی صدا را نشان میدهد. جهت اندازه گیری، ابتدا دزیمتر را کالیبره نموده و با استاندارد موردقبول تنظیم می نمایند. سپس دستگاه را به کمر کارگر نصب نموده و میکروفن آن را به یقه کارگر وصل کرده و در پایان شیفت می توان با توجه به کارائی دزیمتر، مقادیر دز یا تراز معادل مواجهه ۸ ساعته و یا سایر پارامترهای پیش بینی شده در دستگاه را قرائت و ثبت نمود.

دز عبارت است از نسبت مدت زمان شیفت کاری در شرایط مواجهه به زمان مجاز مواجهه ضربدر یکصد. لذا اگر کارگری در محدوده مجاز کار کند، دز دریافتی وی کمتر یا مساوی صد در صد می باشد:

$$\text{Dose (\%)} = \frac{\wedge}{Ta} \times 100$$

Ta=مدت زمان مجاز مواجهه با توجه به تراز فشار صوت محیط (ساعت)

ساختمان دستگاه دزیمر صدا

در ساختمان هر دزیمر از یک میکروفن که روی سینه یا یقه کارگر نصب می شود . سیم رابط، پردازشگر و نمایشگر استفاده شده است. امروزه دزیمرهایی ساخته شده است که کارائی متنوعی داشته و علاوه بر محاسبه دز دریافتی، Leq ، SPL ، حدافل و حداکثر و برخی مقادیر دیگر را نیز نمایش می دهند . کلیه مقادیر اندازه گیری شده تراز، در شبکه A می باشد .

ویژگی های انجام دزیمری صدا :

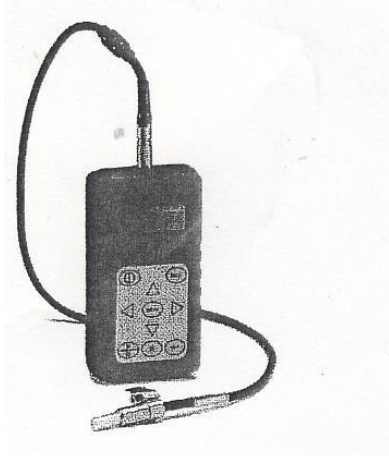
با این روش می توان :

میزان انرژی صوتی دریافتی فرد را تعیین نمود.

زمان استفاده از گوشی حفاظتی را مشخص نمود .

میزان دز معادل صوت (LEQ) را محاسبه نمود .

از طریق دزیمری می توان به صداسنجی رسید.



CEL 320

انواع روش های دزیمری

در دزیمری دو روش وجود دارد :

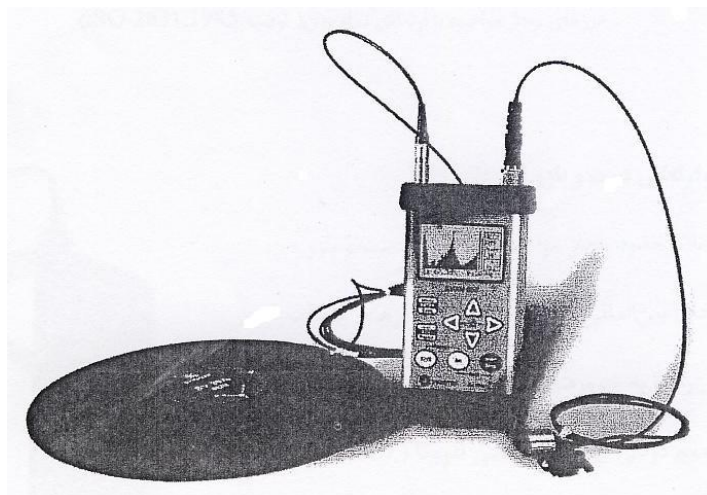
روش بلند مدت (Long Duration – On mode)

روش کوتاه مدت (short Duration – On mode)

تنها تفاوت روش کوتاه مدت و روش بلند مدت در زمان اندازه گیری (نمونه برداری) می باشد. اگر زمان نمونه برداری کمتر از یک ساعت باشد، روش کوتاه مدت و اگر زمان نمونه برداری بیشتر از یک ساعت باشد، روش بلند مدت می باشد .

نکته : در مواردی که بدلیل محدودیت های کاری اپراتور، امکان دزیمری به روش بلند مدت وجود نداشته باشد، از روش کوتاه مدت استفاده شده و با استفاده از روابط موجود، می توان به سهولت نتایج حاصل از روش کوتاه مدت را به کل شیفت کاری تعمیم داد .

بخش سوم : وسایل اندازه گیری و ارزیابی ارتعاش



ارتعاش سنج

اصولاً ارتعاش سنج ها را در دو نوع صنعتی و انسانی می سازند که نوع صنعتی در عیب یابی دستگاه ها کاربرد داشته و تصاویر ارتعاش را بصورت مطلق و بدون توزین فرکانس اندازه گیری می

کند، ولی نوع انسانی علاوه بر امکان توزین فرکانس می تواند برخی محاسبات لازم را نیز انجام دهد.

دستگاه اندازه گیری ارتعاش انسانی نوعی ارتعاش سنج است که براساس نحوه درک بدن نسبت به فرکانسهای ارتعاش تنظیم و دارای شبکه توزین فرکانس است این دستگاهها برای اندازه گیری ارتعاش تمام بدن و ارتعاش دست - بازو - دارای توزین فرکانس مستقل بوده و بسته به هدف و نوع اندازه گیری بکار برده می شوند . اندازه گیری توسط این وسایل می تواند بصورت مقادیر فیزیکی یا تراز ، مخصوصاً تراز شتاب با مقادیر RMS یا PEAK باشد .

امروزه دستگاه های متنوعی با قابلیت های مختلف ساخته شده اند که برخی از آنها فقط برای اندازه گیری ارتعاش دست - بازو و برخی دیگر برای اندازه گیری هر نوع ارتعاش قابلیت دارند . بخش های اصلی هر دستگاه ارتعاش سنج انسانی بشرح زیر است :

الف (دریافت کننده

ب) پردازشگر

ج) نمایشگر

دریافت کننده

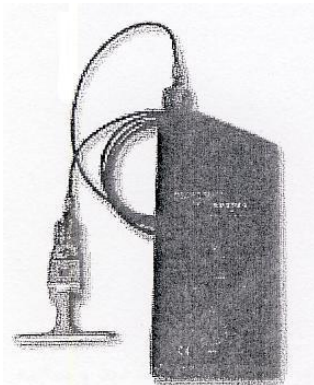
دریافت کننده شامل قسمت حساس به ارتعاش یعنی شتاب سنج، قابل نگهدارنده (در صورت نیاز) ، فیلتر تشدید و سیم رابط است . دریافت کننده بر اساس نوع کاربرد به دو نوع صفحه ای یا بشقابی برای اندازه گیری ارتعاش تمام بدن و مینیاتوری برای دست - بازو تقسیم می گردد

انواع شتاب سنج

پیزوالکتریک (کریستالی)

پیزو دزیستیو

کششی (استرین گیج)



پردازشگر

این بخش از ارتعاش سنج های دریافتی از جهات مختلف را پس از تقویت در ارتباط با جهت و نوع ارتعاش توزین فرکانس نموده و مقادیر را برحسب کمیات مطلق یا تراز بصورت انتگرال زمانی محاسبه می نماید. نمودار این توزین را برای ارتعاش دست بازو و تمام بدن در دو مولفه طولی (LZ) و عرضی (XY) نشان داده است.

مقادیر پس از اندازه گیری ، توزین فرکانس و محاسبات لازم برای هر جهت، در مقایس پیک Peak یا موثر RMS به نمایشگر منتقل می گردد . برخی دستگاهها می توان محاسبات دیگری را مانند تراز یا مقدار معادل زمانی و برخی عملیات دیگر را محاسبه نمایند .

ارتعاش سنج های انسانی می توانند مقادیر جابجایی ، سرعت و شتاب را اندازه گیری نمایند و همانطور که گفته شد کمیت مهم در اندازه گیری ارتعاش، شتاب و تراز شتاب آن است . تفاوت هم ارتعاش سنجهای صنعتی و انسانی در این است که در نوع صنعتی توزین فرکانس انجام نمی گردد و شتاب سنج های نوع صنعتی نیز متفاوت از نوع انسانی است .

نمایشگر

نمایشگر دستگاه ارتعاش سنج بصورت عقربه ای ، نوار نورانی، نقطه نورانی یا دیجیتال است که نوع اخیر بهترین نوع آن می باشد، زیرا قرائت بطور صحیح انجام شده و امکان خطای دید از بین می رود .

بمنظور مطالعه توزیع دامنه ارتعاش در پهنه فرکانس از آنالیزورهای مختلفی استفاده می گردد که بطور مستقل یا به همراه ارتعاش سنج انسانی ارتعاش را در پهنه فرکانسهای ۲۰۰۰-۰/۲ در مقیاس یک یا یک سوم اکتار باند تجزیه می کنند .

دستگاه های ثابت

برای مطالعه تحقیقاتی با مواردی که لازم باشد نتایج ثبت و بعداً مورد مطالعه قرار گیرد از دستگاه های ثابت یا چاپگر (معمولاً روی کاغذ) استفاده می گردد . همچنین دستگاه های پیشرفته قابلیت وصل به کامپیوتر و آنالیز آماری داده ها براساس نرم افزار را دارند . خروجی این دستگاه ها می تواند با اسیلوسکوپ نیز مورد مطالعه قرار گیرد .

کالیبراسیون

قبل از هر بار اندازه گیری باید از صحت و دقت کار دستگاه مطمئن شد. دقت دستگاه وابسته به نوع دستگاه و مشخصات آن است . ولی برای اطمینان از صحت کار دستگاه بایستی آن را با وسیله یا روش استاندارد کالیبره نموده ساده ترین روش کالیبراسیون صفر کردن دستگاه در مکانی است که ارتعاش وجود ندارد. روشهای اختصاصی برای هر دستگاه با استفاده از مولدهای استاندارد امکان پذیر است .

بخش چهارم : وسایل اندازه گیری و ارزیابی فشار

بارومتر و فشارسنج

بارومتر یا **فشارسنج** وسیله ای است برای اندازه گیری فشار اتمسفر (فشار ناشی از وزن هوا در بالاتر از نقطه داده شده). چون تغییر در فشار اتمسفر نشانه ای از تغییر آب و هوایی است پس این وسیله یکی از ابزارهای اصلی پیش بینی آب و هواست. کاهش فشارسنج یا بارومتر نشان دهنده کاهش فشار است که نشان می دهد که فشار کم توده هوا دارد نزدیک می شود. چنین سیستم کم فشاری به طور کلی باعث ایجاد طوفان ها می شوند. افزایش فشارسنج به طور کلی بدین معنی است که با نزدیک شدن توده هوایی با فشار بالا آب و هوایی بدون ابرتر خواهیم داشت .

استفاده دیگری که از فشارسنج ها انجام می شود به عنوان ارتفاع سنج است وسیله ای که ارتفاعات را اندازه گیری می کنند. همانطور که ارتفاع افزایش می یابد فشار اتمسفر کاهش می یابد چون هوای کمتری به سمت پایین فشار می آورد. فشارسنج همچون ارتفاع سنجی است که شاخص آن با فوت یا متر بالای سطح دریا نشانه گذاری شده است .

عمده ترین فشار سنجهای که بر حسب مکانیزم نامگذاری شده است عبارتند از

فشارسنج لوله U شکل

فشارسنج مکئود

فشارسنج جیوه ای

فشارسنج ترموکوپل

فشارسنج صوتی

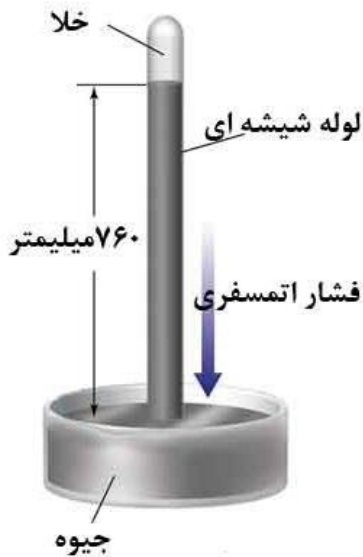
فشارسنج خازنی

فشارسنج گاز ایده آل

فشارسنج آنروید

دو نوع فشارسنج که به طور متداول استفاده می شوند فشارسنج جیوه ای و فشارسنج آنروید است .

فشارسنج جیوه ای



فشارسنج جیوه دارای لوله شیشه ای توخالی است که حدود سه فوت (۰,۹ متر) طول دارد و در یک انتها بسته است و با جیوه پر شده است. انتهای باز در ظرف باز جیوه به نام مخزن قرار داده شده است. ستون جیوه در لوله پایین خواهد آمد تا اینکه وزن (فشار) هوا بر روی جیوه در مخزن فشار می آورد که برابر با وزن جیوه ای است که در لوله باقی مانده است. هر چه فشار اتمسفری بیشتر باشد جیوه در لوله بالاتر خواهد ایستاد. به طور مشابه هر چه فشار اتمسفری کمتر باشد جیوه پایین تر خواهد ایستاد.

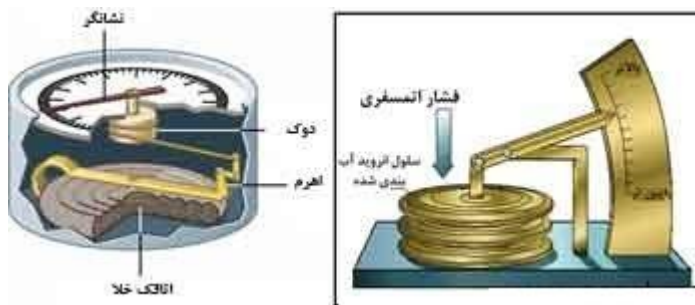
بارومتر یا فشارسنج

تغییر در ارتفاع جیوه یا ستون فشارسنج بنابراین نشان دهنده تغییر مربوط به وزن اتمسفر است. این تغییرات ممکن است با استفاده از نشانه گذاری بر لوله اندازه گیری شوند. متوسط ارتفاع ستون فشارسنج در سطح دریا ۲۹,۹۲ اینچ (۷۶۰ میلی متر) است. این ارتفاع نشان دهنده این است که فشار یک اتمسفر حدود ۱۴,۷ پوند در هر اینچ مربع (۱۰۱۳۰۰ پاسکال) است. (در یک نقشه آب و هوایی، فشار بارومتریک معمولاً با میلی بار بیان می شوند که برابر با یک اتمسفر با ۱۰۱۳ میلی بار است.)

فشارسنج جیوه ای در سال ۱۶۴۳ توسط اوانجلیستا توریسلی فیزیکدان ایتالیایی اختراع شده است که عمدتاً در آزمایشگاه ها و ایستگاه های آب و هوایی استفاده شده است.

ابزاری نیرومندتر که به سادگی قابل حمل است آنروید یا فشارسنج خشک است. فشارسنج آنروید تغییرات بسیار کوچکتر را در فشار اتمسفری نشان خواهد داد.

بارومتر یا فشارسنج



فشارسنج آنروید دارای ظرفی سیلندری با قسمت بالایی منعطف است. هوا به طور جزئی از داخل ظرف حذف می شود و در بالا یا دیافراگم با هر تغییر فشار اتمسفری خم می شود. اهرم های ظریف، این تغییرات را به نشانگری منتقل می کنند که بر روی مقیاس درجه بندی شده حرکت می کند. فشارسنج آنروید با مقیاس های ارتفاع به طور متداول برای ارتفاع سنج های هوایی استفاده می شوند. در ارتفاع تعیین شده تنظیماتی باید برای تغییرات در فشار هوا ناشی از آب و هوا محاسبه شود. فشارسنج هایی که برای استفاده خانگی نیز استفاده می شوند به طور کلی نوع آنروید است.

بخش پنجم: وسایل اندازه گیری و ارزیابی استرس حرارتی

وسایل سنجش استرس حرارتی

یکی از مهم ترین اقدامات جهت ارزیابی استرس حرارتی سنجش کمیات اصلی شرایط جوی می باشد. با اندازه گیری این کمیات می توان مقادیر شاخص های مختلف استرس حرارتی را جهت انجام ارزیابی صحیح محاسبه نمود. همچنین می توان با استفاده از مقادیر کمیات اندازه گیری شده شاخص های سایکرومتریک هوا را نیز تعیین نمود. کمیات اصلی در ارزیابی شرایط جوی محیط کار عبارتند از:

۱. درجه حرارت
۲. سرعت جریان هوا
۳. رطوبت نسبی
۴. فشار هوا

سرعت جریان هوا

جریان هوا یکی از مهم ترین پارامترها در انتقال حرارت بوده و دارای مشخصه سرعت و جهت می باشد. سرعت جریان هوا عبارت است از حرکت مولکول های هوا از نقاط پر فشار به نقاط کم فشار محیط، از این رو سنجش آن از اهمیت بالایی برخوردار است. برای تعیین سرعت جریان هوا روش های مختلفی وجود دارد.

الف - روش قرائت مستقیم

ساده ترین روش و کاربردی ترین روش، استفاده از تجهیزات قرائت مستقیم می باشد که توسط دستگاهی به نام آنومتر یا بادسنج اندازه گیری صورت می گیرد.

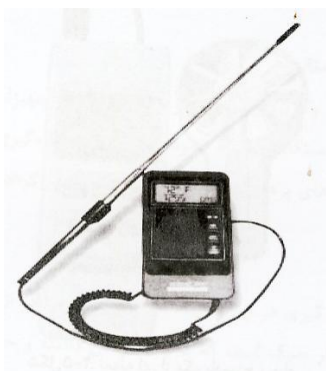
این کار توسط بارسنج های پره ای یا بادسنج حرارتی انجام می گردد.

بادسنج پره ای



اساس کار اندازه گیری در این وسیله تغییرات فشارهوا در اثر عبور جریان هوا از طریق پروانه ای بسیار سبک است که قابلیت گردش داشته و حساس به جریان هوا است. انتهای پروانه به یک دیناموی حساس متصل است که متناسب با سرعت چرخش پره که خود تابعی از سرعت جریان هوا می باشد جریان الکتریکی تولید می نماید. جریان خروجی از دینامودر پردازشگر بادسنج متناسب سازی شده و در نمایشگر عقربه ای یا دیجیتال سرعت جریان هوا نمایش داده می شود در اینجا سرعت گردش پروانه ارتباط مستقیمی با سرعت جریان هوا دارد. از این وسایل در اندازه گیری جریان هوا جهت دار و محیط باز استفاده می گردد و برای کانال های هوا به علت مقاومتی هوای جهت دار و محیط باز استفاده می گردد و برای کانال های هوا به علت مقاومتی که در مسیر ایجاد می کند و سبب آشفتگی بیشتر جریان می گردد توصیه نمی شود این وسایل در دامنه خاصی از سرعت جریان هوا کاربرد دارند.

بادسنج حرارتی



بادسنج (جریان سنج) حرارتی دارای یک سنسور حرارتی است که به یک پردازشگر وصل گردیده است. روش اندازه گیری به روش الکتریکی و براساس استفاده از پل واتسون و اندازه گیری مقاومت مجهول در برابر مقاومت های معلوم است. در اینجا مقاومت های معلوم ثابت و مقاومت متغیر همان مقاومتی است که در مقابل عبور جریان هوا قرار دارد. گرمای تلف شده توسط جریان هوا عبوری از یک جسم بسیار گرم متناسب با سرعت جریان هوای عبوری از روی سطح آن است. در این مکانیسم

میزان کاهش دمای سنسور در اثر عبور جریان هوا توسط پردازشگر دریافت و پس از متناسب سازی توسط نمایشگر عقربه ای یا دیجیتال نشان داده می شود. البته باید توجه داشت که دستگاه های مذکور باید همواره کالیبره شوند و از دقت و صحت اندازه گیری با آنها اطمینان حاصل شود یک نمونه باد سنج حرارتی در ذیل مشاهده می کنید.

ب - استفاده از دماسنج کاتا برای سنجش سرعت جریان هوا

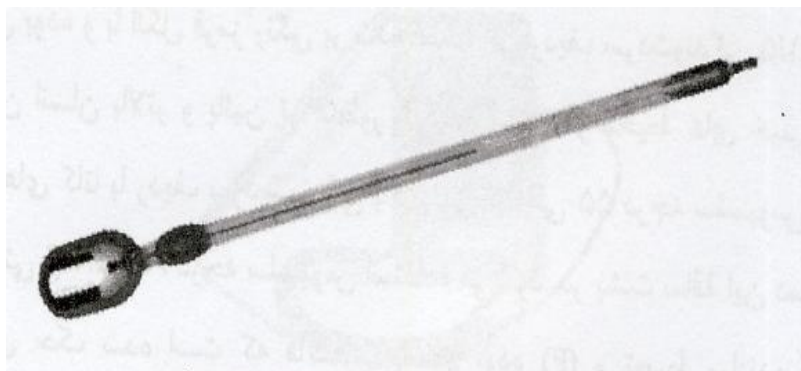
چون در محیط های کار معمولاً جریان هوا دارای جهت های گوناگون است لذا از وسیله ای که میانگین سرعت هوا را مستقل از جهت آن نشان می دهد. استفاده می شود این وسیله دماسنج کاتا نام دارد.

اندازه گیری غیرمستقیم سرعت جریان هوا توسط دماسنج کاتا وبا کمک نمودارهای مربوطه انجام می شود دماسنج کاتا اولین بار در سال ۱۹۱۶ م توسط هیل و همکاران ارائه گردید. دماسنج کاتا دارای مخزنی با حجم بزرگ نسبت به دماسنج های مایعی متداول می باشد. دماسنج کاتا برای اندازه گیری توان سردشوندگی هوا محیط یا میزان آسایش در هوا موجود مناسب بوده و برای اندازه گیری سرعت جریان هوای ملایم بسیار مناسب است.

استفاده از دماسنج کاتا برای سنجش سرعت جریان هوا

دماسنج کاتا اولین بار در سال ۱۹۱۶ توسط هیل و همکاران ارائه گردید. دماسنج کاتا دارای مخزنی با حجم بزرگ نیز به دماسنج های مایعی متداول می باشد. دماسنج کاتا برای اندازه گیری توان سرد شوندگی هوا محیط یا میزان آسایش در هوا موجود مناسب بوده و برای اندازه گیری سرعت جریان هوای ملایم بسیار مناسب است. کاتا ها انواع گوناگون دارند که ساختمان همگی یکسان و متشکل از یک دماسنج الکلی با مخزن بزرگ است. ردیف سردشوندگی آنها نیز متفاوت می باشد و بر روی ساقه این دماسنج دو علاومت حک شده است. (B.A) که معرف ردیف سردشوندگی یا محدوده دمایی عملکرد کاتا است.

دماسنج کاتای نوع خشک استاندارد دارای ردیف سردشوندگی ۳۸-۳۵ درجه سلسیوس بوده و با الکل قرمز رنگی پر شده است. این ردیف سردشوندگی ۱/۵ درجه از دمای بدن انسان بالاتر و پائین تر منظور گردیده است. در محیط های خیلی گرم از دماسنج های کاتا با ردیف سرد شوندگی بالا یعنی ۵۲ الی ۵۵ درجه سلسیوس به رنگ آبی و حتی ۶۳ الی ۶۶ درجه سلسیوس استفاده می شود. در پشت ساقه این دماسنج ها نیز عددی حک شده است که فاکتور دماسنج بوده (F) و توسط سازنده مشخص می گردد. در بالای ساقه دماسنج نیز مخزن کوچکی وجود دارد دماسنج کاتا دارای سه نوع دماسنج کاتای خشک، کاتای تر، کاتای نقره اندود است. این سه نوع کاتا از نظر ساختمانی مشابه هم بوده و تنها تفاوت آنها در مخزن بزرگ آن ها است. دماسنج کاتای خشک دارای مخزن شبه ای بوده و کاتای نقره اندود همانند کاتای خشک است با این تفاوت که مخزن بزرگ آن برای بازتاب تابش های حرارتی، با پوشش نقره ای رنگ پوشش داده شده است.



دماسنج کاتای نقره ای اندود

در کاتای تر، مخزن بزرگ دماسنج توسط پارچه کتانی پوشیده شده است و بدین ترتیب علاوه بر دو طریق انتقال گرما در کاتای خشک (جابجایی و تابش)، میزان انتقال گرما از راه تبخیر نیز در نظر گرفته می شود در کاتای نقره اندود پوشش نقره ای از خطای مربوط به دخالت دمای تابشی در اندازه گیری سرعت جریان هوا جلوگیری می کند. در صورتی که دما در محیط آن قدر زیادی باشد. که مدت زمان سرد شوندگی برای دماسنج کاتای با ردیف سردشوندگی پائین بیش از ۲ دقیقه شود باید از دماسنج های کاتای با ردیف سردشوندگی بالا استفاده

نمود. بطور کلی دماسنج های با ردیف سردشوندگی بالا هم برای محیط های با دمای پائین و هم برای محیط های با دمای بالا کاربرد دارند. در صورتی که در محیط دما بسیار بالا باشد بهتر از دماسنج کاتای نوع تر استفاده شود که انتقال گرما از طریق تبخیر نیز در آن صورت گیرد.

نحوه کار با دماسنج کاتا

قبل از استفاده از دماسنج های کاتا لازم است وسایل زیر آماده گردد:

- دماسنج کاتا مناسب (با توجه به ردیف دمای محیط و نوع تبادلات حرارتی غالب)
- دماسنج جیوه ای یا الکی شیشه ای که از کالیبره بودن آن اطمینان داشته باشیم
- فلاسک یا ظرفی که با آب حدود 80°C پر شده باشد
- سه پایه جهت نصب دماسنج در محیط
- کروномتر

ابتدا مخزن دماسنج کاتا را داخل ظرف آبی قرار داده تا الکل منبسط شود و یک دوم تا دو سوم مخزن بالای دماسنج را پر نماید. باید توجه داشت که دمای ظرف آب نباید از بالاترین دمای قابل تحمل دماسنج فاصله زیادی داشته باشد. زیرا هنگام کار ممکن است سبب شکستن دماسنج گردد. پس از پر شدن مجرای ساقه و شروع پر شدن مخزن بالای دماسنج باید سریعاً دماسنج را از ظرف آب گرم خارج نموده و آن را با یک پارچه نخی خشک نمود (در کاتای نوع خشک) در مرحله بعدی دماسنج در مسیر طبیعی جریان هوا قرار داده می شود (معمولاً در محل موردنظر از یک پایه مطمئن آویزان می گردد) سپس به کمک کرومتر مدت زمانی که سطح الکل فاصله بین دو علامت B.A را طی می کند برحسب ثانیه مشخص می گردد. این عمل ۳ بار تکرار شده و میانگین آن به عنوان زمان سردشوندگی (TC) کاتا ثبت میشود پس از اندازه گیری مدت زمان سردشوندگی کاتا، با استفاده از نمودار یا روابط محاسباتی، توان سردشوندگی تعیین می گردد. توان سردشوندگی کاتا عبارت است از میانگین گرمای منتقل شده در واحد زمان از واحد سطح دماسنج کاتا به هوای اطراف برای اینکه دمای سطح آن در میانگین دمای ردیف سردشوندگی کاتا ثابت بماند. توان سردشوندگی برحسب میلی کالری بر واحد سطح در واحد زمان سنجیده می شود.

مقدار توان سردشوندگی (H) بعد از اندازه گیری زمان سردشوندگی و در نظر گرفتن فاکتور دماسنج کاتا از رابطه $H = F/TC$ بدست می آید. در این رابطه F فاکتور کاتا عبارت است از میانگین گرمای منتقل شده از واحد سطح کاتا به هوای اطراف و برحسب میلی کالری بر سانتی متر مربع بیان می شود.

پس از تعیین توان سردشوندگی به روش بالا، سرعت جریان هوا را می توان از رابطه زیر یا با استفاده از نمودار بدست آورد:

$$\theta = T - t_a \quad V = \left[\frac{H/\theta - a}{b} \right]^2$$

H: توان سردشوندگی $\text{mcal/cm}^2.\text{s}$ (میلی کالری بر سانتی متر مربع در ثانیه)

V: سرعت جریان هوا m/s

t_a : دمای محیط $^{\circ}\text{C}$

a, b: اعداد ثابتی هستند که با توجه به نوع کاری میانگین ردیف سردشوندگی

و سرعت جریان هوا و واحد انتخابی از جدول ذیل تعیین می گردند.

تصویر جدول ضرایب مورد استفاده در محاسبه سرعت جریان هوا

چنانچه دما آنقدر زیاد باشد که مدت زمان سردشوندگی از ۳۸ درجه به ۳۵ درجه سانتی گراد بیش از ۲ دقیقه طول بکشد به جای کاتای نوع معمولی بایستی از کاتای با ردیف سردشوندگی بالاتر استفاده کرد. مقدار سرعت جریان هوا را علاوه بر روش فوق می توان از روی نمودارها و جداول مربوطه بدست آورد .

درکاتای خشک با ردیف سردشوندگی ۳۸-۳۵ درجه سانتی گراد :

$$H/\theta \leq 0.6 \Rightarrow v \leq 1 \text{ m/s}$$

$$H/\theta > 0.6 \Rightarrow v > 1 \text{ m/s}$$

درکاتای نقره اندود با ردیف سردشوندگی ۳۸-۳۵ درجه سانتی گراد :

$$H/\theta \leq 0.501 \Rightarrow v \leq 1 \text{ m/s}$$

$$H/\theta > 0.501 \Rightarrow v > 1 \text{ m/s}$$

درکاتای خشک با ردیف سردشوندگی ۵۴/۵-۵۱/۵ درجه سانتی گراد :

$$H/\theta \leq 0.563 \Rightarrow v \leq 1 \text{ m/s}$$

$$H/\theta > 0.563 \Rightarrow v > 1 \text{ m/s}$$

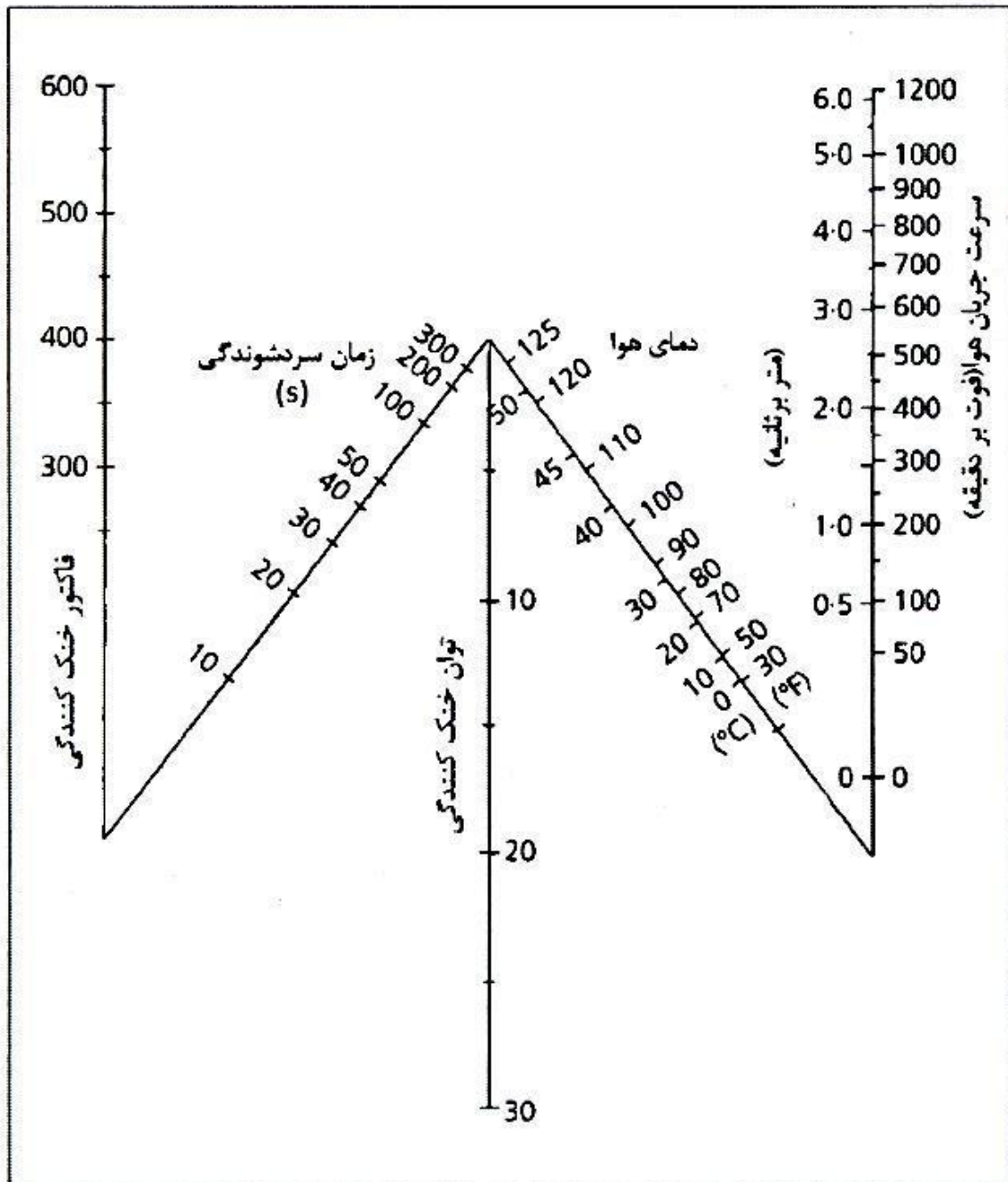
درکاتای نقره اندود با ردیف سردشوندگی ۵۴/۵-۵۱/۵ درجه سانتی گراد :

$$H/\theta \leq 0.461 \Rightarrow v \leq 1 \text{ m/s}$$

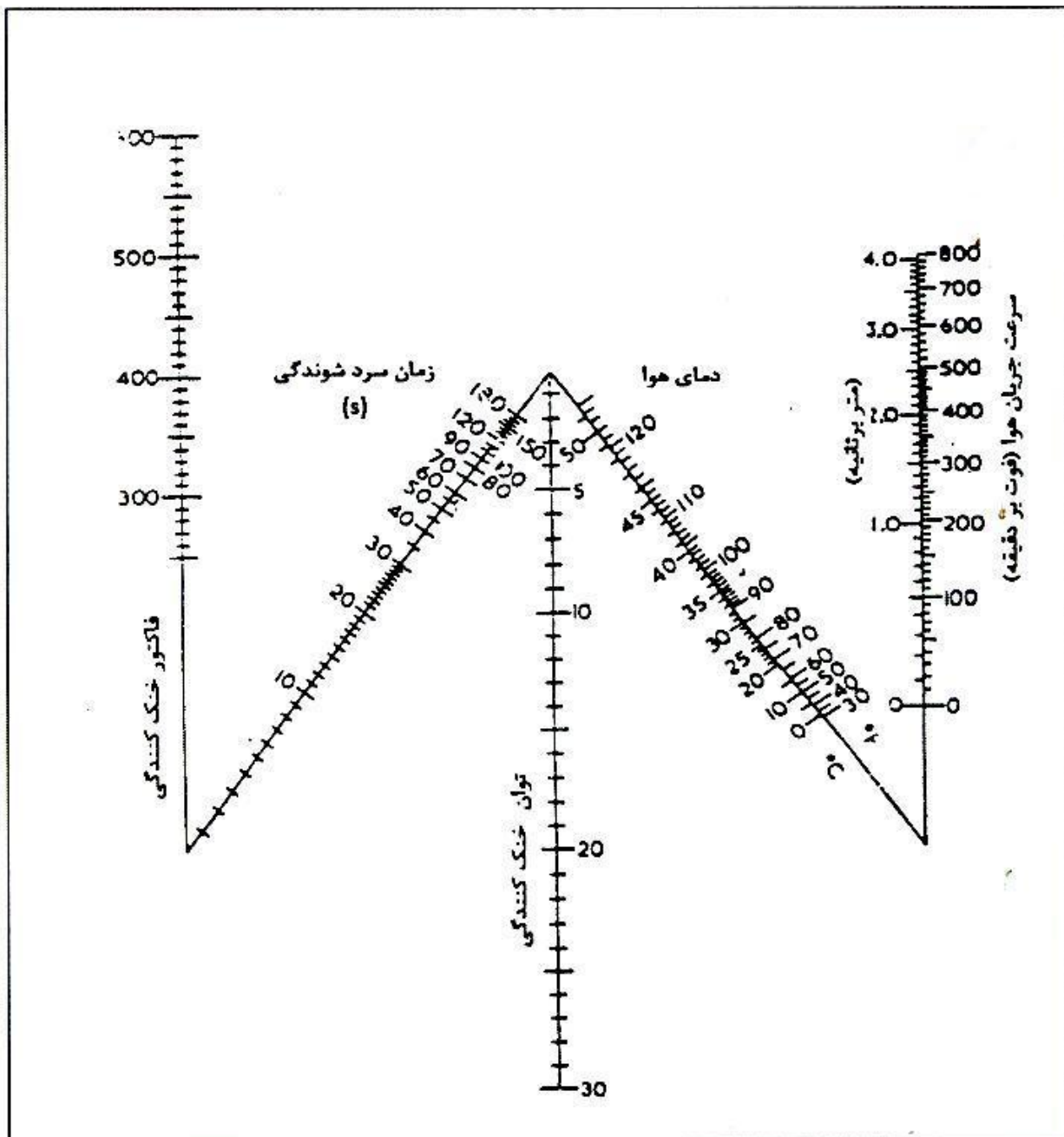
$$H/\theta > 0.461 \Rightarrow v > 1 \text{ m/s}$$

روش استفاده از نمودار

در روش استفاده از نمودار برای تعیین سرعت جریان هوا، پس از تعیین زمان سرد شوندگی کاتا، میزان فاکتور کاتا مدت زمان سرد شوندگی بر روی شاخه های مربوطه در نمودار مشخص می گردد . نقاط مشخص شده با استفاده از یک خط راست به هم متصل شده را امتداد داده می شود تا خط توان سردشوندگی را قطع نماید . سپس دمای خشک هوا نیز بر روی خط مربوطه مشخص می شود. نقاط تعیین شده روی خط دمای خشک و توان سردشوندگی به هم متصل شده و امتداد داده می شود تا خط سرعت جریان هوا را در یک نقطه قطع نماید . در این نقطه سرعت جریان هوا قرائت می گردد . حرکت روی شاخه های نمودار از چپ به راست است . شکل های ۱ تا ۴- نمودارهای مورد استفاده را براساس استاندارد BS-3276 را نشان می دهد .

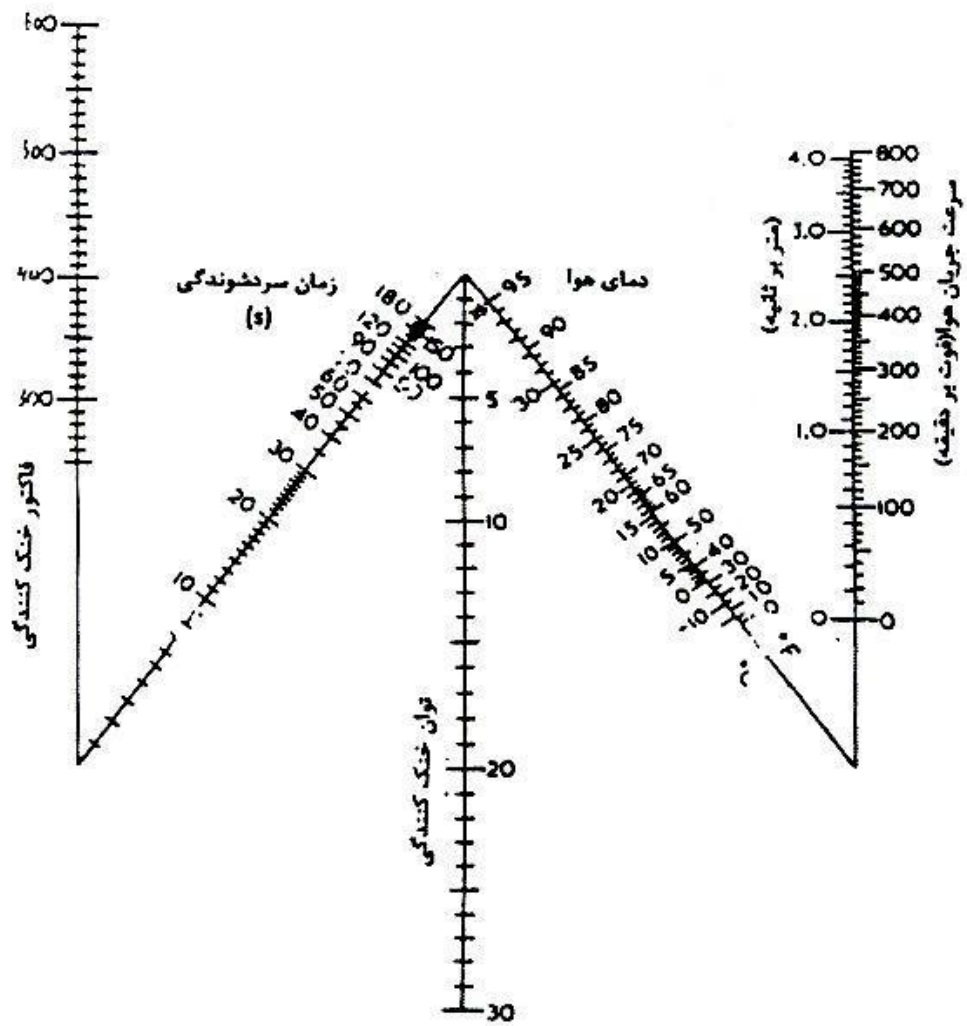


تعیین سرعت جریان هوا با استفاده از مقادیر کاتای نقره اندود محدوده ۵۲-۵۵
 درجه سانتی گراد (براساس BS 3276)

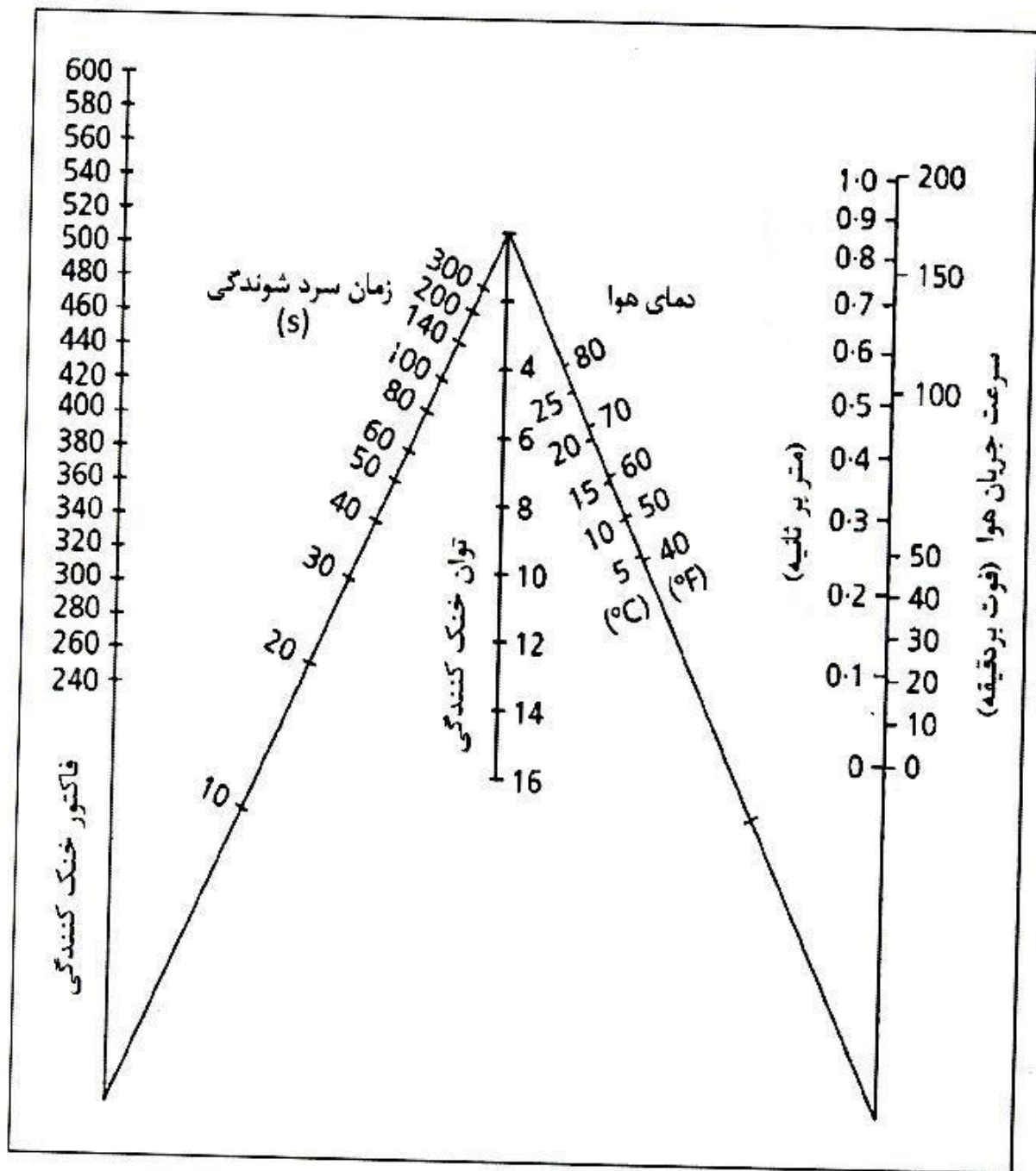


تعیین سرعت جریان هوا با استفاده از کاتای ساده محدوده ۵۴/۵-۵۱/۵ درجه

سانتی گراد (براساس BS 3276)



تعیین سرعت جریان هوا با استفاده از کاتای ساده محدوده ۳۸-۳۵ درجه سانتی
 گراد (براساس BS 3276)



تعیین سرعت جریان هوا با استفاده از کاتای نقره اندود محدوده ۳۵-۳۸ درجه

سانتی گراد (براساس BS 3276)

مثال :

جهت اندازه گیری سرعت جریان هوا در یک کارگاه ذوب فلزات با استفاده از دماسنج کاتای نقره اندود با ردیف سرد شونددگی ۵۱/۵ الی ۵۴/۵ درجه و فاکتور کاتای ۵۱۰، میانگین زمان سردشوندگی پس از سه بار تکرار برابر با ۳۹ ثانیه تعیین گردید . دمای خشک هوا برابر با ۳۸ درجه سانتی گراد است . سرعت جریان هوا را محاسبه نمائید .

$$H = (510/39) = 13$$

$$T = 53 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\theta = T - t_a$$

$$\theta = 53 - 38 = 15$$

$$b = 0.43 \quad a = 0.02 \quad V > 1 \text{ m/s} \quad H / \theta = 13 / 15 = 0.86$$

$$V = 3.88 \text{ m/s} \quad V = \left[\frac{0.86 - 0.02}{0.43} \right] 2$$

ویژگی های هوای نم دار

هوا ترکیبی از هوای خشک و بخار آب است . میزان بخار آب موجود در هوا در دماهای مختلف تعیین کننده شرایط سایکرومتریک هوا محیط کار محسوب می شود ویژگی های هوا نم دار با اندازه گیری دمای تر و خشک از طریق چارت سایکرومتریک قابل تعیین می باشد در شکل ۱۲-۲ نحوه تعیین این ویژگی های نمایش داده شده است مقیاس عمومی نمودار نشان دهنده میزان نم موجود در هوا (ظرفیت رطوبت) برحسب کیلوگرم بخار آب در کیلوگرم هوای خشک می باشد . مقیاس افقی نمودار نشان دهنده دمای خشک هوا است را شل منحنی شکل سمت چپ نمودار دمای تر را نشان می دهد . از محل اتصال دمای تر و دمای خشک، میزان رطوبت هوا روی منحنی های مدرج شده در داخل چارت تعیین می گردد.

اگر دمای خشک و تر را به هم متصل گردد و به سمت راست چارت روی خط راست افقی ادامه داده شود میزان نم موجود در دمای خشک تعیین میگردد. اگر از محل تعیین دمای تر مستقیما به سمت راست ورودی خط افق ادامه داده شود، میزان نم اشباع در دمای تر تعیین می گردد . از چارت رطوبت سنجی استفاده های زیادی می شود لیکن براساس نیاز برخی از استفاده های آن در این مبحث خواهد آمد .

رطوبت نسبی هوا

رطوبت نسبی هوا عبارت است از خارج قسمت فشار بخار آب موجود در هوا در دمای خشک به فشار بخار آب اشباع در همان دما و با داشتن این مقادیر و تعیین آن ها از طریق چارت سایکرومتریک از رابطه زیر قابل محاسبه است :

$$RH (\%) = \frac{PV}{PS} \times 100$$

مثال :

اگر میزان فشار بخار آب در یک دمای مشخص برابر با ۲ kpa باشد و فشار بخار اشباع نیز برابر با ۲/۹ kps باشد، میزان رطوبت نسبی هوا چقدر است؟

$$RH (\%) = \frac{2}{2.9} \times 100$$

$$RH = 69\%$$

با اندازه گیری دما توسط دماسنج خشک و دماسنج تر، مقدار رطوبت به کمک روابط، جداول، خط کش و نمودار رطوبت سنجی تعیین می شود.

در اندازه گیری دمای تر و خشک چرخان لازم است که جریان هوای اجبای با سرعت حدود ۲/۵ متر بر ثانیه از سطح بخش حساس دماسنج ها عبور داده شود. یکی از دلایل آن این است که میزان سرعت جریان هوای یکسانی از اطراف مخزن دماسنج در شرایط مختلف جوی در محیط عبور نماید و از خطای اندازه گیری جلوگیری شود. رطوبت نسبی هوا را به روش های مختلف می توان اندازه گیری نمود. رطوبت سنج ها برای تعیین رطوبت نسبی استفاده می شوند و انواع آن شامل وسایل زیر است:

۱. رطوبت سنج اولیه مثل دیواری، آسمن و چرخان
۲. رطوبت سنج عقربه ای که براساس تغییر طول یک رشته (معمولاً مو) طراحی شده است.
۳. قرائت مستقیم (دیجیتال - عقربه ای)

رطوبت سنج دیواری، شامل قابی است که از در دماسنج تر و خشک تشکیل شده است. و به طور ثابت بر روی دیوار در ارتفاع مناسب نصب می گردد.



با قرائت دمای تر و خشک طبیعی پس از ۲۵ دقیقه می توان با استفاده از خط کش محاسباتی مربوطه تعداد رطوبت نسبی هوا را به دست آورد.

رطوبت سنج چرخان و آسمن، عبارت از دو دماسنج تر و خشک است که در یک قاب قرار دارد و در نوع چرخان توسط دسته حول محور خود چرخانده می شود.

شکل دماسنج چرخان

و در نوع آسمن توسط پروانه برقی یا کوکی هوا در اطراف مخازن دماسنج ها به حرکت در می آید.

شکل دماسنج آسمن

تفاوت آنها با نوع دماسنج دیواری در مدت زمان قرائت است به طوری که با توجه به توصیه کارخانه سازنده در نوع چرخان مدت زمان یک الی دو دقیقه می باشد هنگام قرائت بایستی اول دماسنج تر و سپس دماسنج خشک قرائت گردد.

در قرائت مستقیم رطوبت نسبی از دستگاه های دیجیتال استفاده می شود که برای اطمینان از صحت و دقت مقدار نشان داده شده می بایستی دستگاه کالیبره شوند. برای مشخص نمودن رطوبت نسبی در صورتی که مقدار دمای تر طبیعی وجود داشته باشد فقط از خط کش محاسباتی استفاده می شود ولی در مورد دمای تر چرخان پس از قرائت دمای تر و خشک می توان به وسیله خط کش محاسباتی یا به وسیله چارت سایکرومتریک و جدول ذیل یا روابط محاسباتی، مقدار رطوبت نسبی هوا را بدست آورد. هر چه فاصله دمای تر و خشک کمتر باشد میزان رطوبت نسبی هوا بیشتر خواهد بود.

جدول تعیین رطوبت نسبی

دمای تر

دمای تر بنا به تعریف، حداقل دمایی است که بتوان در آن هوا را در فشار ثابت با تبخیر آب خنک نمود.

دمای تر توسط دماسنج شیشه ای یا تر موکوپل که قسمت حساس آن به کمک یک فتیله مرطوب نگه داشته میشود، اندازه گیری می گردد. فتیله باید بصورت؟ بافته شده باشد تا هیچ گونه درزی نداشته باشد. جهت مرطوب نگه داشتن فتیله از یک مخزن آب استفاده شده و انتهای فتیله درون آن قرار می گیرد.

به منظور کاهش خطا در دماسنج های تر، باید موارد زیر را رعایت نمود:

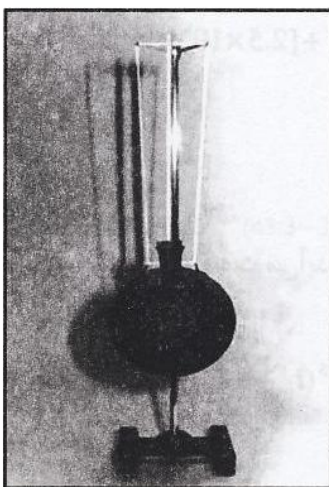
- فتیله از جنسی تهیه شده باشد که قابلیت آب را داشته (نظیر کتان) و به صورت استین بدون درز باشد.
- برای مرطوب کردن فتیله از آب مقطر استفاده شود.
- فتیله باید در اندازه ای باشد که نه خیلی محکم و نه خیلی گشاد روی قسمت حساس دماسنج قرار گیرد.
- فتیله باید همیشه تمیز باشد و با توجه به وجود آلودگی هوا و شدت آن، نسبت به تعویض فتیله اقدام گردد.
- فتیله باید تمامی رو به قسمت حساس دماسنج را بپوشاند و در صورتی که روی دماسنج، عمق غوطه وری مشخص شده باشد، باید فتیله تا آن محل را بپوشاند.
- فاصله آزاد فتیله (فاصله سطح آب تا انتهای پایین مخازن) باید حدود ۲-۳ سانتی متر باشد تا از تاثیر دمای آب روی دماسنج جلوگیری شده و از خشک شدن فتیله در اثر فاصله زیاد نیز پرهیز شود.
- به منظور رسیدن به تعادل دمایی در این دماسنج، توصیه می گردد که حداقل ۱۵ دقیقه صبر نمود و در صورت قرائت یکسان دما پس از سه مرتبه آن را به عنوان دمای تر، قرائت و یادداشت کرد.
- باید دقت نمود که فاصله آزاد فتیله با هوای محیط در ارتباط باشد و در فضای محور ظرف قرار نگیرد. این مسئله در شکل ذیل نشان داده شده است.
- دماسنج هایی که برای اندازه گیری دمای تر طبیعی استفاده می گردند باید دارای شرایط زیر باشند.
- قسمت حساس دماسنج بصورت استوانه ای باشد.
- قطر خارجی قسمت حساس دماسنج باید حدود $0.6 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ باشد.
- طول قسمت حساس و یا غوطه وری دماسنج حدود $5 \text{ mm} \pm 30 \text{ mm}$ باشد.
- گستره دمایی دماسنج $40-5^{\circ}\text{C}$ باشد.
- صحت دماسنج $50^{\circ}\text{C} \pm$ باشد.

یکی از عواملی که در اندازه گیری دمای تر باعث خطا می شود وجود تابش های حرارتی در محیط است. این تابش ها سبب بالا رفتن دمای آب، گرم شدن دماسنج و نهایتاً اندازه گیری دمای تر بیش از مقدار واقعی می گردد. برای از بین بردن آن لازم است مخزن دماسنج بیرونی بازتاب دهنده تابش های حرارتی استفاده گردد.

دمای تابشی :

دمای تابشی، دمایی است که با گرمای تابشی منتشره از سطوح داغ متناسب می باشد میزان گرمای تابشی دریافت شده توسط فرد در یک محیط به عوامل مختلفی نظیر منبع یا منابع گرمائی، ابعاد یا منابع، وضعیت قرارگیری آنها نسبت به انسان و مشخصات جوی بستگی دارد. دمای تابشی را می توان به سه روش زیر اندازه گیری نمود.

استفاده از دماسنج گوی سان :



دماسنج گویسان جهت اندازه گیری دمای تابشی

استفاده از دماسنج گوی سان یکی از متداول ترین طرق اندازه گیری دمای تابشی محیط است. دماسنج گوی سان کره ای مسی است که رنگ سیاه مات رنگ آمیزی شده (جسم سیاه) و یک سنسور حساس به دما نظیر قسمت حساس دماسنج جیوه ای یا الکلی، یک ترموکوبل و یا یک دماسنج مقاومتی در مرکز آن قرار گرفته است. کره مذکور با قطره های مختلف ساخته شده و در دسترس می باشد. براساس استانداردهای موجود کلیه محاسبات براساس دماسنج گوی سان با کره ای به قطر 150 mm (۱۶ اینچ) پایه ریزی شده است. به منظور اندازه گیری دمای دماسنج گوی سان، دماسنجی با مشخصات زیر توصیه شده است :

- قطره : 150 mm
- در حد امکان نازک
- ردیف اندازه گیری دما: $120-20^{\circ}\text{C}$
- صحت دماسنج : برای دماسنج های $50-20^{\circ}\text{C}$ معادل $0.5^{\circ}\text{C} \pm$ برای دماسنج های 120°C معادل $1^{\circ}\text{C} \pm$

برای پوشش یکنواخت رنگ سیاه بر روی کره، توصیه شده است که از روشهای الکتروشیمیایی استفاده گردد. نمونه ای از دماسنج گوی سان در شکل زیر نشان داده شده است:

دماسنج گوی سان به راههای تابشی و جابجایی با محیط اطراف خود تبادل حرارتی نموده و به تعادل دمایی می رسد. زمان لازم برای رسیدن به تعادل ۱۰-۳۰ دقیقه برآورد شده است. نحوه قرائت دماسنج گوی سان مطابق دستورالعمل کلی قرائت دماسنج ها است که قبلاً اشاره گردیده است

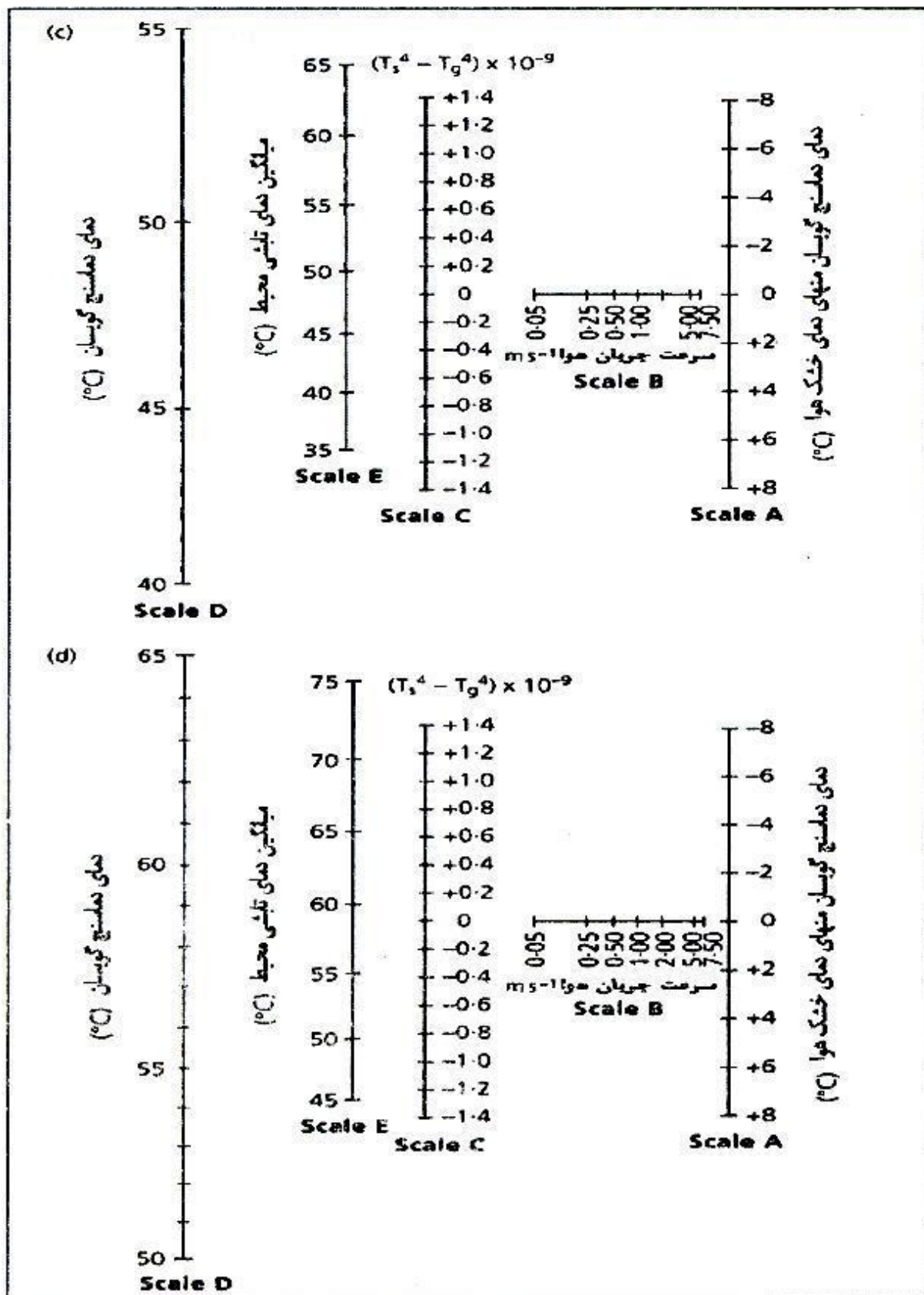
شاخص دمای تراگوی سان WBGT

این شاخص مهمترین شاخص برای ارزیابی تنش حرارتی محیط کار می باشد و به وسیله آن مجموع تاثیرات مستقیم و غیرمستقیم دمای محیط، رطوبت، دمای تابشی، سرعت جریان هوا به صورت یک شاخص تعیین می گردد. در حال حاضر بیشترین کاربرد واحد ارزیابی تنش های گرمایی در محیط کاری دارد.

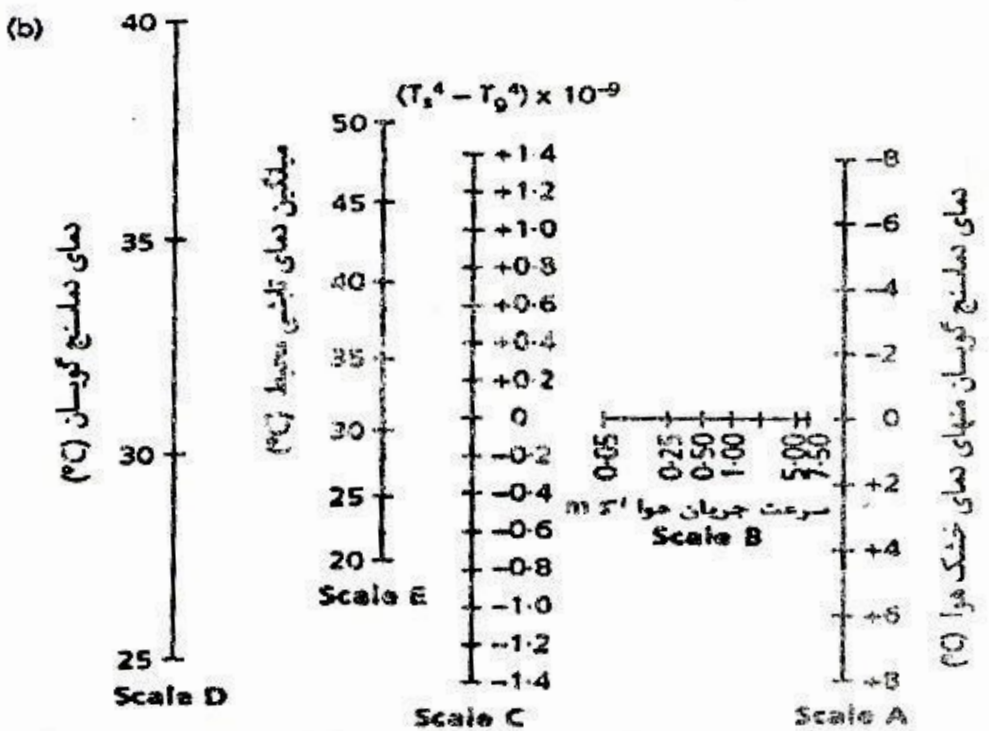
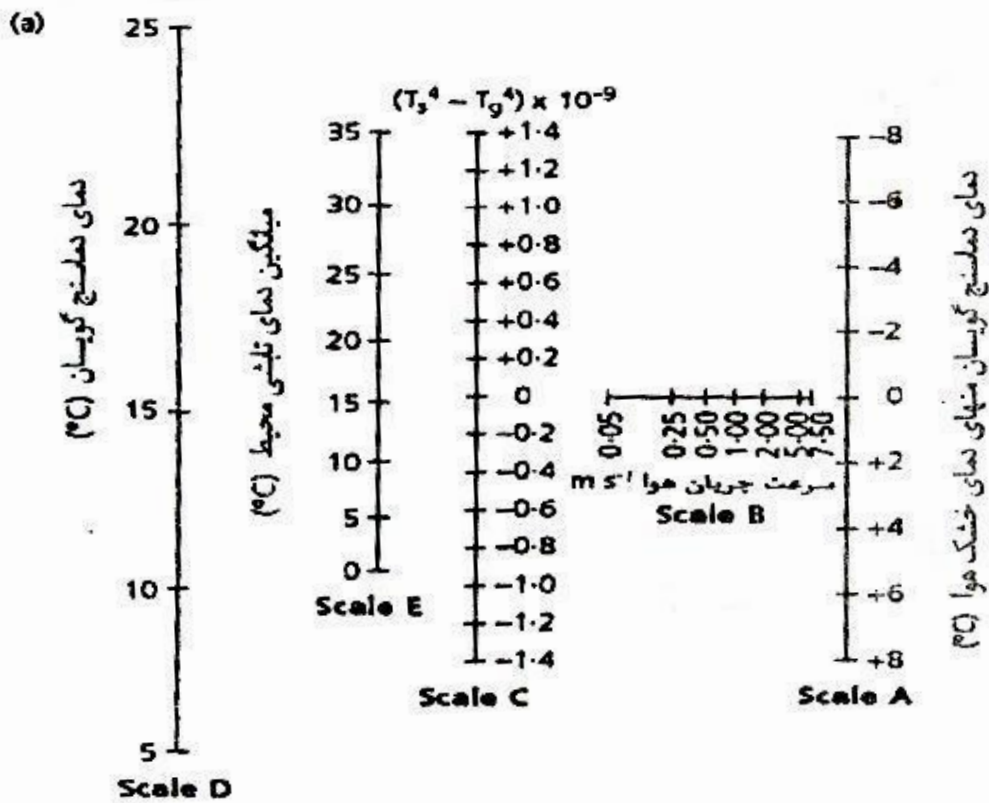
الف) دماسنج

ب) دماسنج تر

ج) دماسنج گوی سان



نمودار تعیین میانگین دمای تابشی (دماهای بالای محیط)



نمودار تعیین میانگین دمای تابشی (دمای پائین و متوسط محیط)

بخش ششم: وسایل اندازه گیری و ارزیابی اشعه

عوامل شیمیایی

بخش اول : پمپ های نمونه برداری فردی

پمپ های نمونه برداری فردی

پمپ های نمونه برداری وسایلی هستند که در مدار نمونه برداری هوا به روش های فعال، هوای موردنیاز برای نمونه برداری آلاینده را از طریق مکش تامین می نمایند.

پمپ های نمونه بردار فردی، هوا را در محدوده ی 5 ml/min تا 5 L/min مکش می کنند و می توان آن ها را براساس دبی به شکل زیر تقسیم بندی نمود :

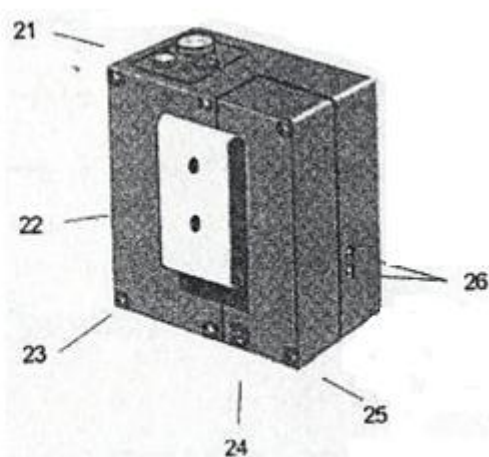
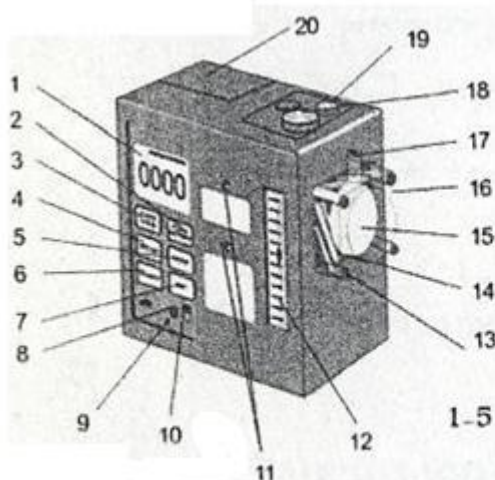
- پمپ های فلو پایین (Low-flow pumps) : پمپ هایی با دبی ۵-۲۰۰ ml/min
- پمپ های فلوی خیلی پایین (ultra-low-flow pumps) : پمپ هایی با دبی ۲۰-۸۰ ml/min
- پمپ های چند محدوده ای (multirange pumps) : پمپ هایی با دبی ۵ ml/min تا ۵ L/min

در پیوست حاضر اجزای اصلی و عملکرد کلی دونوع پمپ نمونه بردار فردی که در ایران کاربرد بیشتری دارند، ارایه میشود. بدیهی است قبل از کار با هر نوع پمپ باید دفترچه ی راهنمای ارایه شده توسط شرکت سازنده پمپ را به دقت و به طور کامل مطالعه نمود .

آشنایی با پمپ نمونه برداری فردی

ساخت SKC مدل 224-PCTX8

(دبی : ۵۰۰۰-۱۰۰۰ ml/min ، این پمپ قابل تنظیم در فلوی پایین ۵-۱۰۰ ml/min نیز می باشد)



پمپ نمونه بردار فردی ساخت شرکت SKC مدل 224-PCTX8

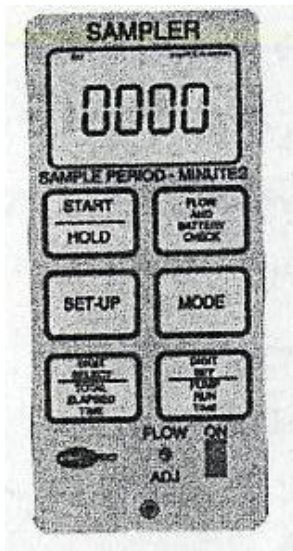
قسمت های مختلف پمپ (شکل بالا) :

۱. صفحه ی نمایشگر LCD	۱۴. O Ring فیلتر
۲. تکمه ی تنظیم فلو و کنترل باطری	۱۵. فیلتر محافظ
۳. تکمه ی روشن/حالت موقت	۱۶. محفظه ی فیلتر محافظ
۴. تکمه ی تنظیم (SET-UP)	۱۷. ورودی هوا
۵. تکمه ی حالت (MODE)	۱۸. پوشش بخش مکش
۶. تکمه ی انتخاب (SELECT)	۱۹. پوشش پیچ حالت فلو پایین
۷. تکمه ی تنظیم انتخاب (SET)	۲۰. مجموعه ی باطری ها
۸. پیچ تنظیم فلو	۲۱. پوشش رویی
۹. پیچ نگهداری پوشش پمپ	۲۲. گیره ی اتصال به کمر
۱۰. کلید خاموش /روشن	۲۳. پیچ های بدنه ی پمپ (۴ پیچ)
۱۱. پیچ های مربوط به نگاه دارنده ها	۲۴. محل اتصال به شارژر باطری
۱۲. فلومتر	۲۵. پیچ های مجموعه ی باطری ها (۲ پیچ)
۱۳. پیچ های محل قرارگیری فلیترها(۴ پیچ)	

کنترل های پمپ

کلید خاموش / روشن : (ON/OFF SWITCH) شماره ی ۱۰

با روشن کردن پمپ، صفحه ی نمایشگر LCD فعال شده و چهار صفر را نشان می دهد. SWITCH کلمات SAMPLE در بالای سمت راست صفحه ی نمایشگر و کلمه ی BATT در بالای سمت چپ صفحه ی نمایشگر ظاهر می شود (شکل ۵-۲)



پیچ تنظیم فلو (flow ADJUST) شماره ی ۸

برای تنظیم فلو از کوچک ترین آچار موجود در وسایل ضمیمه ی پمپ استفاده کنید . برای افزایش فلو، پیچ را در جهت عقربه های ساعت بپیچانید . محدوده ی چرخش این پیچ به طور تقریبی ۵ دور است. هرگز برای پیچاندن اعمال فشار نکنید و مطمئن شوید که آچار به درستی داخل شکاف پیچ قرار گرفته است.

تکمه ی روشن /حالت موقت (START/HOLD BUTTON) شماره ی ۳

اگر پمپ با روش گفته شده در بالا روشن شود، با یک بار فشردن این تکمه کار پمپ را متوقف می شود و زمان سنج در همان نقطه باقی می ماند. کلمه ی HOLD در سمت چپ پایین صفحه ی نمایشگر ظاهر می شود. با دوباره فشردن این تکمه ، پمپ و زمان سنج آن دوباره شروع به کار می کنند. کلمات SAMPLE RUNNING در سمت راست بالای صفحه ی نمایشگر ظاهر می شود.

تکمه ی تنظیم فلو و کنترل باطری (FLOW AND BATTERY CHECK BUTTON) (شماره ی ۲)

این تکمه فقط زمانی فعال می شود که پمپ با فشار تکمه ی START/HOLD BUTTON ، در حالت HOLD قرار گرفته باشد . با فشردن تکمه ی تنظیم فلو، پمپ شروع به کار می کند اما زمان سنج هنوز متوقف است . کلمه ی HOLD در سمت چپ پایین صفحه ی نمایشگر به حالت چشمک زن است . در این حالت می توان فلو را بررسی نمود .

کلمه ی BATT در بالای سمت راست صفحه ظاهر می شود . اگر شارژ باطری کامل باشد، OK و اگر شارژ باطری در حال اتمام باشد LO ظاهر می شود . در حالت معمول فقط کلمه ی BATT ظاهر می شود.

SET-UP BUTTON (شماره ی ۴)

کاربرد این تکمه ، آماده سازی پمپ برای تنظیم زمان تاخیری شروع به کار پمپ و نیز مدت زمان نمونه برداری است . پمپ را با فشار تکمه ی START/HOLD BUTTON ، در حالت HOLD قرار دهید . در این حالت رقم سمت راست زمان سنج به حالت چشمک زن در می آید و کلمات SET-UP DELAYED START زیر زمان سنج ظاهر می شود .

حالا زمان سنج آماده ی تنظیم است، برای تنظیم بخش زیر را بخوانید .

MODE BUTTONE (شماره ی ۵)

با هر بار فشردن این تکمه زمان سنج به حالات زیر تغییر می کند :

PERIOD DELAYED START , SAMPLE PERIOD & PUMP DELAYED START

برای تنظیم زمان شروع به کار پمپ به صورت تاخیری است .

PERIOD SAMPLE PERIOD & PUMP برای تنظیم زمان نمونه برداری است .

برای وارد کردن عدد هر یک از حالات بالا، باید از تکمه های DIGIH SET DIGIT SELECT به روش زیر استفاده کنید.

DIGIT SET (شماره ی ۷)

با فشار دادن این تکمه رقم سمت راست زمان سنج که به حالت چشمک زن است، افزایش می یابد .

DIGIT SELECT (شماره ی ۸)

برای تغییر دادن رقم های دیگر با فشردن این تکمه، رقم موردنظر را انتخاب کنید و با تکمه ی شماره ی ۸ آن را تغییر دهید.

دقت کنید که برای تعیین زمان نمونه برداری بایستی برای SAMPLE PERIOD و PUMP PERIOD اعداد موردنظر تعیین شوند .

باید بدانیم :

۱- جهت شارژ باطری های پمپ، در پشت پمپ محلی برای اتصال شارژ به مجموعه باطری های پمپ در نظر گرفته شده است . باطری های پمپ از نوع نیکل - کادمیوم و قابل شارژ هستند . پمپ های نمونه برداری قبل از اولین استفاده باید به طور کامل شارژ شوند، بدیهی است باطری های بعد از هر بار استفاده نیز باید دوباره شارژ شوند.

۲- برای انجام تنظیم های مختلف پمپ مانند تنظیم دبی، باز و بسته کردن پیچ های مختلف پمپ و ...، بایستی از آچار مخصوص دو سر که توسط شرکت سازنده به همراه پمپ ارایه می گردد، استفاده نمود. دلیل این کار جلوگیری از هرز شدن پیچ های پمپ است .

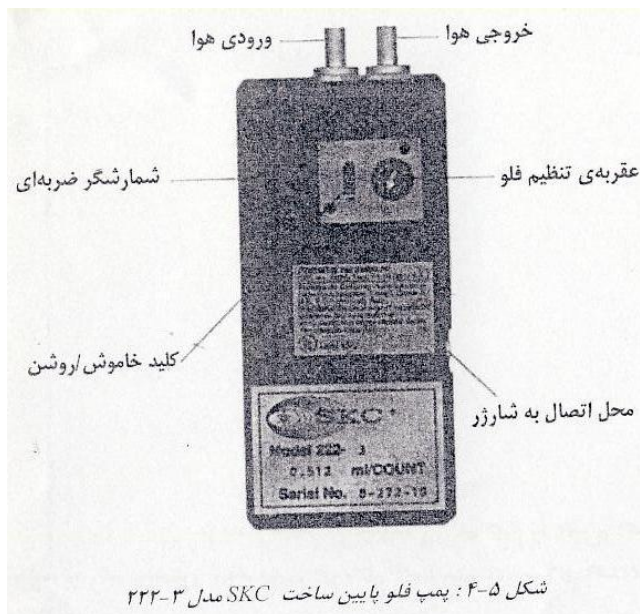
۳- دقت کنید که برای استفاده از پمپ در حالت فلوی بالا (۵۰۰-۱۰۰۰ ml/min) بایستی پیچ تنظیم فلوپایین (پیچ موجود در زیر پوشش شماره ی ۱۹) را غیرفعال نمود (شکل ۵-۳) به این منظور پوشش پیچ (شماره ی ۱۹) را برداشته و پیچ موجود در زیر آن را با آچار مخصوص به طور کامل در جهت عقربه های ساعت به سمت پایین بچرخانید دقت کنید، پیچ بیش از حد لازم سفت نشود، سپس پوشش را دوباره سر جای خود قرار دهید . در این حالت پمپ در وضعیت فلو بالا بوده و فلو با استفاده از پیچ تنظیم فلو (شماره ی ۸) قابل تنظیم است .

۴- برای استفاده از پمپ در حالت فلو پایین (۵-۵۰۰ ml/min) بایستی پیچ تنظیم فلو پایین را طی مراحل زیر فعال نمود :
 ✓ با پیچ تنظیم فلو (شماره ی ۸) فلومتر پمپ را روی فلوی تقریبی ۱/۵ ml/min تنظیم کنید.



✓ پوشش پیچ (شماره ی ۱۹) را برداشته و پیچ را سه تا چهار دور در خلاف جهت عقربه های ساعت بچرخانید . پس از طی مراحل فوق، نگاه دارنده ی لوله ی (یک یا چند بخشی) فلو پایین را به ورودی پمپ (شماره ی ۱۷) وصل نموده و لوله های جاذبی که دو سر آن شکسته شده است، درون آن قرار دهید و فلو را فقط با استفاده از چرخاندن پیچ روی نگاه دارنده ی لوله تنظیم کنید . توضیحات کامل در مورد تنظیم فلو با این نگاه دارنده ها در گفتار ۳ ارایه شده است.
 ✓ حالا پمپ در وضعیت فلو پایین قرار دارد . برای جلوگیری از ورود غبار، پوشش پیچ (شماره ی ۱۹) را دوباره سر جای خود بگذارید .

آشنایی با نوعی پمپ نمونه بردار فردی فلو پایین (ساخت skc مدل ۳-۲۲۲)



شکل ۵-۴: پمپ فلو پایین ساخت SKC مدل ۳-۲۲۲

محدوده ی فلوی این مدل پمپ ۲۰۰-۵۰ ml/min می باشد و کاربرد آن فقط برای نمونه برداری از گازها و بخارها با لوله های جاذب و یا کیسه های نمونه برداری است . شمارنده ضربه ای موجود روی پمپ، نشان دهنده تعداد پالس یا ضربه ی دیافراگم پمپ در مدت زمان نمونه برداری می باشد، لازم به ذکر است براساس اطلاعات مندرج در راهنمای این نوع پمپ و نیز بدنه ی پمپ ، با هر ضربه یا به ازای هر شماره ۰/۵۱۲ میلی لیتر هوا مکش می گردد. (شکل ۵-۴) .

فلوی پمپ از طریق چرخاندن عقربه ی تنظیم فلو که روی صفحه مدور درجه بندی شده قرار گرفته، تنظیم می شود.

برای افزایش دبی پمپ می توان عقربه را با استفاده از آچار مخصوص در جهت عقربه های ساعت (به طرف ۱۰۰) و برای کاهش فلو عقربه را در خلاف جهت عقربه های ساعت (به طرف صفر) بچرخاند .

اندازه گیری فلوی پمپ :

روش اول : با استفاده از کالیبراتور

دو سر یک لوله ی جاذب را شکسته و پس از این که پمپ به مدت ۵ دقیقه کار کرد، خروجی لوله جاذب را با یک لوله قابل انعطاف به ورودی پمپ و ورودی لوله جاذب را به یک کالیبراتور (مانند فلومتر حباب صابون یا کالیبراتور دیجیتالی) وصل کنید و با چرخاندن عقربه ی تنظیم فلو، دبی را به میزان مورد نیاز تنظیم کنید. بدیهی است حاصل ضرب مدت زمان نمونه برداری در دبی پمپ نمایانگر حجم هوای نمونه برداری می باشد.

روش دوم: با استفاده از شمارشگر ضربه ای

- ۱- قبل از روشن کردن پمپ عدد اولیه ی شمارشگر را یادداشت کنید.
- ۲- دو سر یک لوله ی جاذب را شکسته و با یک لوله ی قابل انعطاف، ورودی پمپ را به خروجی لوله ی جاذب وصل کنید.
- ۳- پمپ را روشن نموده و در مدت زمان مورد نیاز (که براساس روش مرجع نمونه برداری تعیین شده) نمونه برداری را انجام دهید .
- ۴- پس از پایان زمان نمونه برداری، پمپ را خاموش نموده و عدد ثانویه ی شمارشگر را یادداشت کنید.
- ۵- فاکتور پمپ \times (عدد اولیه ی شمارشگر - عدد ثانویه ی شمارشگر) = حجم هوای نمونه برداری (ml)

تعیین فاکتور پمپ :

هدف از تعیین فاکتور پمپ ، تصحیح میزان مکش در هر ضربه یا شمارش (برحسب میلی لیتر در هر ضربه) می باشد . به این منظور بایستی مراحل زیر را دنبال نمود:

۱. وصل نمودن ورودی پمپ به خروجی فلومتر حباب صابون با یک لوله ی رابط
۲. روشن نمودن پمپ
۳. تنظیم دبی پمپ روی 100 ml/min از طریق چرخاندن عقربه ی تنظیم فلو
۴. خاموش نمودن پمپ و ثبت عدد اولیه ی شمارشگر
۵. روشن کردن پمپ و کار کردن آن به مدت ۱ دقیقه
۶. خاموش نمودن پمپ و یادداشت عدد ثانویه ی شمارشگر
۷. تفریق عدد اولیه ی شمارشگر از عدد ثانویه (حاصل این تفریق تعداد شمارش در 100 CC) است
۸. محاسبه فاکتور پمپ (برحسب میلی لیتر در هر شمارش) با معادله زیر :

$$\text{PUMP Factor(ml per count)} = \frac{100}{\text{Number of count per } 100 \text{ ml}}$$

بررسی این فاکتور باید بطور دوره ای انجام شود (توصیه شرکت سازنده، بررسی فاکتور به ازای هر ۴۰ ساعت کار پمپ است).

وسایل کالیبراسیون استانداردهای اولیه

الف) کالیبراسیون پمپ نمونه بردار فردی با بورت حباب صابون

کالیبراسیون پمپ عبارت است از تعیین حجم دقیق هوای مکش شده توسط پمپ از طریق یک وسیله ی استاندارد اولیه مانند بورت حباب صابون، کالیبراتور دیجیتالی مانند فلومترهای الکترونیکی و یا وسیله ی کالیبراسیون ثانویه مانند گاز متر تر، خشک ، روماتر کالیبره شده و ... بورت آزمایشگاهی یک لوله ی شیشه ای مدرج عمودی است که در آزمایشگاه شیمی برای اندازه گیری حجم های دقیق مایعات به کار می رود (با دقت $\pm 0.05 \text{ CC}$) و برای کالیبراسیون پمپ نیز می توان از آن استفاده نمود .

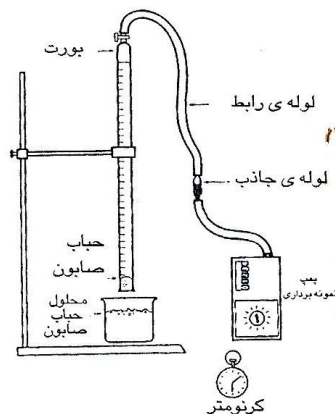
تجهیزات موردنیاز :

۱. پمپ نمونه بردار فردی
۲. زمان سنج (کرنومتر)
۳. بورت آزمایشگاهی با حجم مناسب
۴. محیط نمونه بردار

(دقت : در مدار کالیبراسیون باید از محیط نمونه برداری مانند محیط نمونه بردار مورد استفاده در نمونه برداری استفاده نمود، محیط نمونه بردار مورد نظر در اینجا ، لوله ی جاذب است) .

روش کار :

- ۱- مطابق شکل ذیل پمپ، لوله ی جاذب و بورت را توسط لوله های لاستیکی طوری به هم وصل کنید که خروجی لوله ی جاذب به ورودی پمپ و ورودی آن به بالای بورت وصل گردد.



مدار کالیبراسیون پمپ نمونه برداری با بورت

نکات مهم :

- ✓ در مدار کالیبراسیون باید بورت را به صورت وارونه و عمودی روی پایه ی مربوط به آن قرار داد .
- ✓ به یاد داشته باشید بخش دوم لوله ی زغال فعال، خروجی و بخش اول آن ورودی محسوب می شود همچنان علامت پیکان روی لوله ی جاذب نیز همواره باید به طرف پمپ قرار گیرد.
- ✓ اگر برای مدار کالیبراسیون همواره از یک لوله ی زغال فعال استفاده می کنید، دقت نمایید که این لوله را باید به طور دوره ای تعویض نمود، زیرا ممکن است لوله به علت عبور بیش از حد حباب صابون، از رطوبت اشباع و در نتیجه سبب افزایش مقاومت در برابر عبور جریان هوا شده و خطا ایجاد شود .
- ۲- پمپ را روشن نموده و از طریق تماس مختصر سطح محلول صابون با ته بورت، یک حباب صابون داخل بورت ایجاد کنید . نکته : هیچ گاه ته بورت را در محلول صابون غوطه ور نکنید زیرا ممکن است مقداری از این محلول به داخل پمپ یا محیط نمونه بردار کشیده شود . این عمل را چندین بار تکرار کنید تا زمانی که دیواره ی بورت مرطوب شده و یک حباب صابون، طولی از بورت را بدون شکسته شدن طی کند، به جای این کار می توان بصورت را بدون شکسته شدن طی کند، به جای این کار می توان بورت را از مایع پر نمود و آن را چندین بار سرو ته کرد (البته برای انجام این کار باید ابتدا اتصال پمپ و محیط نمونه بردار را با بورت قطع کنید) .
- ۳- توسط پیچ تنظیم دبی روی پمپ، دبی را مطابق بامقدارموردنظر در روش مرجع تنظیم نمایید . هدف به دست آوردن دبی موردنظر با اختلاف ۱۰٪ است .
- ۴- برای تشخیص دبی پمپ بر حسب میلی لیتر در دقیقه قدم های زیر را اجرا کنید :

- حباب صابون مناسبی ایجاد و با استفاده از زمان سنج دقیق، زمان طی مسافت حباب صابون را در یک حجم مشخص از بورت (مثلا ۱۰۰ CC) ثبت کنید. این کار را سه مرتبه تکرار کنید، نتایج را به صورت دهم ثانیه نوشته و میانگین آن ها را بگیرید.
- دبی پمپ را با فرمول زیر محاسبه کنید :

$$\text{دبی پمپ (ml/min)} = \frac{\text{حجم (میلی لیتر)}}{\text{میانگین زمان (ثانیه)}}$$

به عنوان مثال چنانچه در یک آزمایش ، سه حباب صابون ایجاد شده هر یک حجم ۱۰۰ CC را در زمان های ۳۰/۳ ، ۲۹/۸ ، ۳۱/۴ ثانیه (۳۰/۵ ثانیه= میانگین) طی نماید دبی پمپ خواهد بود:

$$Q \left(\frac{ml}{min} \right) = \frac{100 \text{ ml}}{30.5} \times 60$$

۵- کالیبراسیون پمپ به شیوه ی فوق باید قبل و بعد از نمونه برداری انجام شود. میانگین این دو دبی جهت محاسبه حجم هوای نمونه برداری شده به کار می رود:

متوسط دبی پمپ \times مدت زمان نمونه برداری بر حسب دقیقه = حجم هوای نمونه برداری شده

نکته : اختلاف دبی نمونه برداری قبل و بعد از نمونه برداری نباید بیش از ۵٪ باشد .

۶- مشخصه های شرایط جوی (دما، فشار، رطوبت) باید در طی کالیبراسیون و نیز نمونه برداری اندازه گیری شوند . اگر این شرایط در طی کالیبراسیون و نمونه برداری مشابه بود، نیازی به تصحیح حجم هوای نمونه برداری شده از نظر شرایط جوی وجود ندارد، اما اگر نمونه برداری در شرایطی صورت می گیرد که اختلاف دما یا فشار اختلاف فاحشی با شرایط کالیبراسیون دارد، تصحیح حجم هوای نمونه برداری شده اهمیت ویژه ای می یابد . برای تصحیح حجم هوا از رابطه ی زیر می توان استفاده نمود. لازم به ذکر است در بهداشت حرفه ای دمای استاندارد، ۲۵ درجه سانتیگراد (۲۹۸ درجه کلوین) و فشار استاندارد ۷۶۰ میلی متر جیوه است.

$$V_{std} = V_{meas} \times \frac{P - P_W}{760} \times \frac{298}{273 + t}$$

V_{std} = حجم هوای نمونه برداری شده در شرایط استاندارد (لیتر)

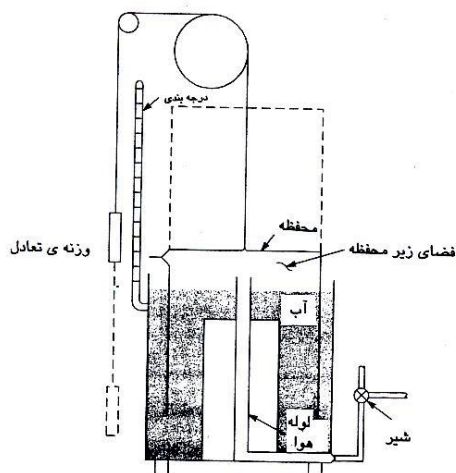
V_{meas} = حجم هوای نمونه برداری شده در شرایط نمونه برداری (لیتر)

P = فشار هوا (mmHg)

P_W = فشار بخار آب (mmHg)

T = دمای هوای نمونه برداری (°C)

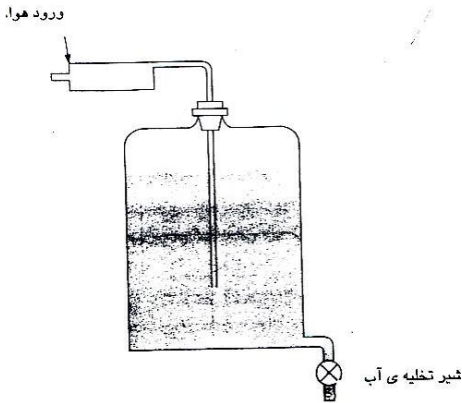
ب) اسپرومتر یا گازومتر



اسپیرومتر یک محفظه ی توخالی استوانه ای شکل است که یک قاعده ی باز و یک قاعده ی بسته دارد . این محفظه در یک مایع غوطه ور است و بوسیله ی زنجیری که با انتهای آن وزنه ای آویزان شده در حالت تعادل قرار دارد. حجم هوایی که وارد اسپرومتر می شود از روی تغییر ارتفاع و سطح مقطع بدست می آید ($V=H \times A$) . کارخانه ی سازنده اسپرومتر را به وسیله ی ظرف هایی که حجم استاندارد و کاملا مشخص دارند، کالیبره می کند . هنگامی که هوا وارد استوانه می شود آن را به سمت بالا حرکت داده و قلم متصل به آن نیز حرکت می کند، میزان این تغییر بر روی یک کاغذ ثبت می شود . در شکل ذیل نمونه ای از اسپرومتر به طور شماتیک نشان داده شده است .

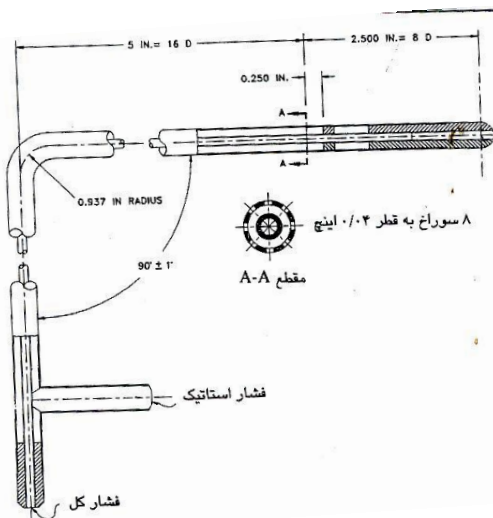
ج) بطری ماریوتی

بطری ماریوتی وسیله ای تقریباً مشابه با اسپرومتر است که در آن ابتدا حجم آب جابجا شده اندازه گیری می شود، سپس از روی آن حجم هوا سنجش می شود. وقتی شیر بطری باز است، آب خارج می شود و هوا از لوله ی بالا جایگزین آن می شود. حجم هوای وارد شده برابر با حجم مایع خارج شده از بطری است. برخی بطری ها مدرج هستند و میزان آب تخلیه شده و در نتیجه حجم هوای وارد شده را می توان از روی تغییر ارتفاع آب بطری به دست آورد. برخی از بطری ها مدرج نشده اند در این حالت آب خارج شده در یک ظرف مدرج جمع آوری می شود و مستقیماً حجم هوای جایگزین شده تعیین می شود. شکل ذیل شمایی از یک بطری ماریوتی را نشان می دهد.



د) لوله ی پیتو

اسپیرومتر، بطری ماریوتی و پیستون بدون اصطکاک استانداردهای اولیه برای اندازه گیری حجم کلی هوای نمونه برداری می باشند. لوله ی پیتو، استاندارد اولیه ای است که برای اندازه گیری سرعت جریان هوا نمونه برداری استفاده می شود. به طور کلی، وسایلی که سرعت جریان هوا را اندازه گیری می کنند با استفاده از رابطه ی $Q=VA$ حجم هوای نمونه برداری شده را تعیین می نمایند. با مشخص بودن سطح مقطع لوله ی نمونه برداری و سرعت جریان هوا در آن، می توان Q یعنی فلوی عبوری را برحسب cfm یا lit/min و ... بدست آورد.



لوله ی پیتو وسیله ای است که سرعت سیال را با اندازه گیری اختلاف فشار تعیین می کند. در حرکت هر سیال دو فشار وجود دارد که عبارتند از فشار استاتیک (SP) و فشار سرعت (VP). فشار استاتیک ناشی از وارد کردن نیرو از سوی مولکول های سیال به تمام جهات و به جدار لوله ای است که در آن

سیال جاری است و فشار سرعت ناشی از حرکت مولکول های هواست. فشار استاتیک بازگو کننده ی انرژی پتانسیل و فشار سرعت گویای انرژی جنبشی سیال در حال حرکت است. هرچه سرعت سیال بیشتر باشد، فشار سرعت آن نیز بیشتر است.

با استفاده از روابطی که بین سرعت سیال و فشار سرعت سیال وجود دارد، با داشتن هر یک می توان دیگری را بدست آورد. لوله ی پیتو فشار سرعت را اندازه گیری می کند و سپس از روی فشار سرعت می توان به سرعت دست یافت.

لوله ی پیتو از دو لوله ی هم مرکز تشکیل شده است و در واقع در آن وسایل اندازه گیری فشار استاتیک و فشار کل در یک وسیله جمع شده است. رابطه ی بین فشار سرعت و فشار استاتیک به صورت زیر بیان می شود:

$$TP = VP + SP$$

در این فرمول: TP = فشار کل، VP = فشار سرعت، SP = فشار استاتیک

با داشتن دو فشار از سه فشار ذکر شده، می توان فشار دیگر را از رابطه ی بالا بدست آورد.

لوله ی پیتو فشار استاتیک و فشار کل را اندازه گیری می کند، با کم کردن فشار استاتیک از فشار کل فشار سرعت بدست می آید. شکل ۲-۴ لوله ی پیتو را نشان می دهد.

دقت لوله ی پیتو به توانایی اندازه گیری فشار سرعت بستگی دارد. برای سرعت های بیشتر از 2500 fpm ($12/7 \text{ m/s}$) می توان از مانومتر u شکل معمولی استفاده کرد، اما اگر سرعت کمتر از این مقدار باشد باید از مانومتر شیب دار استفاده شود.

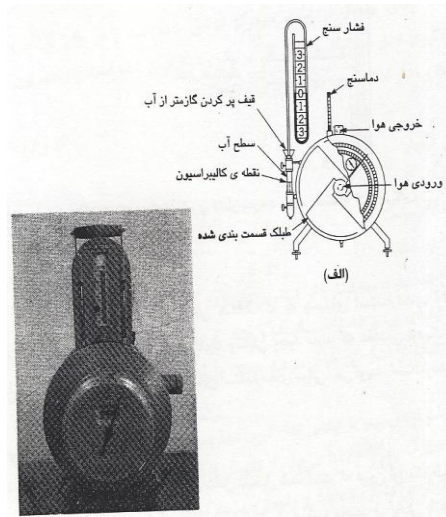
استانداردهای ثانویه

استانداردهای ثانویه وسایل مهمی هستند که به وسیله ی استانداردهای اولیه کالیبره می شوند. در بین استانداردهای ثانویه وسایلی وجود دارند که دقتشان نزدیک به استانداردهای اولیه است . گاهی به این وسایل استانداردهای میانی می گویند. استانداردهای میانی شامل گازمتر تر و گازمتر خشک هستند .

الف (گازمتر تر

گازمتر تر از یک ظرف استوانه ای شکل تشکیل شده است که درون آن یک طبلک چهار قسمتی وجود دارد و در آب نیمه غوطه ور است . در مرکز و محیط هر بخش (اتاقک) یک سوراخ وجود دارد . هوا از مرکز وارد شده و از سوراخ محیطی خارج می شود . هوایی که وارد اتاقک می شود باعث سبک شدن آن شده و اتاقک را به سمت بالا حرکت می دهد . پر و خالی شدن متناوب اتاقک ها باعث گردش طبلک می شود . در اینجا، در واقع هوا جایگزین مایع (آب) می شود و در مرحله ی بعد عمل عکس انجام می شود .

تعداد گردش طبلک متناسب است با حجم هوایی که از گازمتر عبور کرده است و وسیله دارای صفحه ای مدرج است که نتیجه را توسط عقربه ای که حرکت دارد برحسب واحد حجم بیان می کند . گاهی نتیجه به صورت دیجیتال ارائه می شود .



شمایی از یک گازمتر تر و گازمتر واقعی

حجم آب در درون گازمتر تر بایستی مقدار معینی باشد که از سوی کارخانه سازنده مشخص شده است . همچنین وسیله در هنگام استفاده باید تراز باشد . وقتی وسیله از آب پر شد، می بایست ابتدا مقداری هوا از آن « عبور داد تا آب از هوا (گاز) اشباع شود. دقت گازمتر تر ۰/۵ درصد است. اگر هوا آلاینده ای داشته باشد که محلول خورنده ای را ایجاد کند، گازمتر آسیب خواهد دید. این وسیله برای فلوهای بالا کاربرد ندارد . برای کالیبره کردن گازمتر تر از بطری ماریوتی یا اسپرومتر استفاده می شود. شکل فوق گازمتر تر را نشان می دهد.

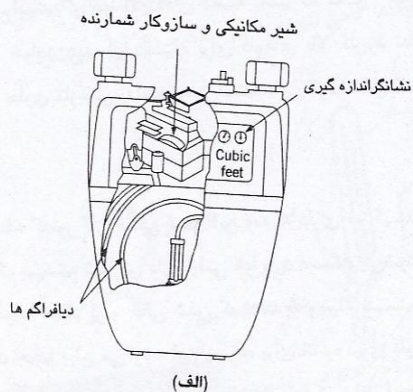
ب) گازمتر خشک

گازمتر خشک مشابه کنتور گاز خانگی است . این وسیله دارای دو کیسه است که به هم متصل می باشد و یک سیستم شمارش دارد . وقتی هوا وارد دستگاه می شود کیسه ها به تناوب پر و خالی می شوند . تعداد پر و خالی شدن کیسه ها به وسیله سیستم شمارنده تعیین می شود و به صورت حجم بیان می گردد. این وسیله ، برای اندازه گیری فلوی عبوری در گستره ی ۵ تا ۵۰۰۰ لیتر در دقیقه مناسب است. گازمتر خشک برای فلوهای پایین دقت مطلوبی ندارد . برای کالیبره کردن آن از گازمتر تر کالیبره شده و یا اسپرومتر استفاده می شود .

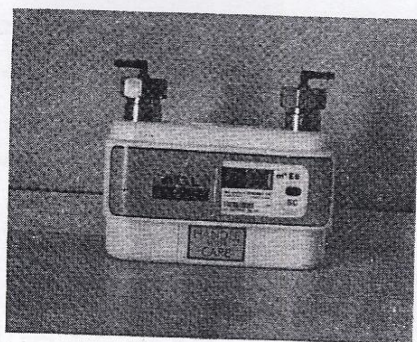
ج) وسایلی که از طریق تبدیل انرژی های پتانسیل و جنبشی به یکدیگر فلوئی عبوری را اندازه می گیرند

استانداردهای ثانویه که در این گروه قرار می گیرند براساس اصل بقای انرژی فلوئی عبوری را سنجش می کنند . آنها از تئوری برنولی که به صورت زیر بیان می شود استفاده می کنند:

$$VP_1 + SP_1 = VP_2 + SP_2 + h_e$$



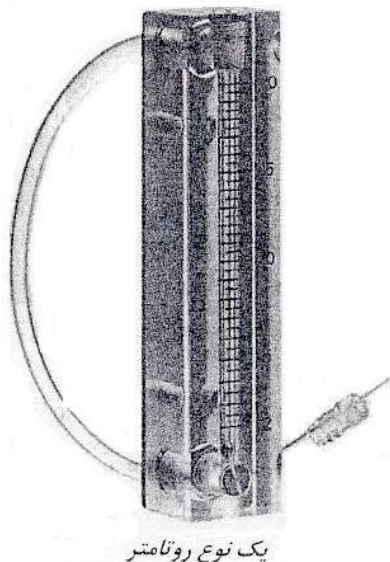
در تمام این وسایل مانعی در سر راه عبور هوا وجود دارد که باعث می شود سرعت سیال افزایش یابد و بدین ترتیب انرژی جنبشی فزونی گیرد . در اثر این پدیده، از انرژی پتانسیل (فشار استاتیک) کاسته خواهد شد . فلو را می توان با مشخص نمودن افت فشار، جریان در گلوگاه ، چگالی سیال و ضریب تخلیه بدست آورد .



فلومترهایی که بر این اساس کار می کنند، فلوئی عبوری را اندازه گیری می کنند و به دو دسته تقسیم می شوند. گروه بزرگتر که شامل روزانه، وانتوری و نازل ها می شوند و دارای مانعی در سر راه عبور هوا هستند به نام Variable head meter گفته می شوند (علت این نامگذاری این است که فشار سرعت تغییر می کند) و گروه دیگر که شامل روتامترها هستند، با نام Variable head meter خوانده می شوند، زیرا در این جا فشار سرعت تغییر نمی کند بلکه سطح مقطع مجرای عبور هوا تغییر می یابد .

شکل ۲-۶: الف) شمایی از یک گازمتر خشک، ب) گازمتر خشک واقعی دیجیتال.

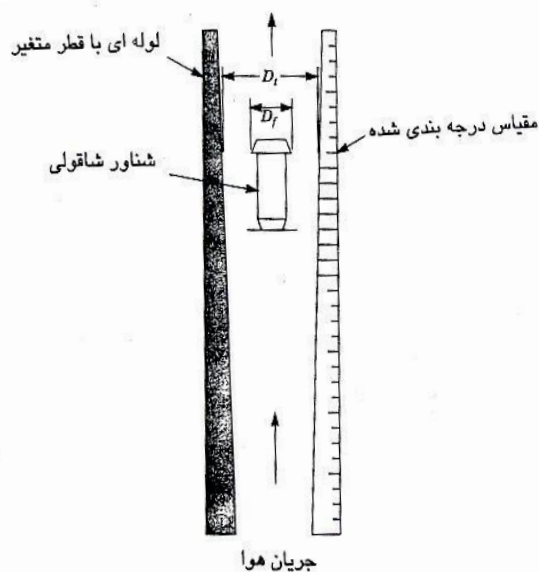
د) کالیبراسیون پمپ نمونه بردار فردی با روتامتر



روتامترها متداول ترین وسیله ی اندازه گیری فلوئی عبوری هستند . آنها به عنوان یک استاندارد ثانویه ی اصلی برای کالیبراسیون پمپ های نمونه برداری کاربرد دارند و توسط یک وسیله استاندارد اولیه مانند فلومتر حباب صابون یا یک وسیله استاندارد ثانویه نظیر گاز متر خشک یا تر کالیبره می شوند. این وسیله از یک لوله شیشه ای یا پلاستیکی مدرج مخروطی شکل (که داخلش یک جسم شناور وجود دارد) تشکیل شده است و از نظر کاربردی در محدوده های مختلف دبی عرضه می شوند .

شناورها به شکل های گوناگونی شامل کروی، شاقولی ، قرقره ای و سیلندری ساخته می شوند . برای تعیین فلو، نقطه ای از شناور که بیشترین قطر و ارتفاع را دارد در نظر گرفته می شود .

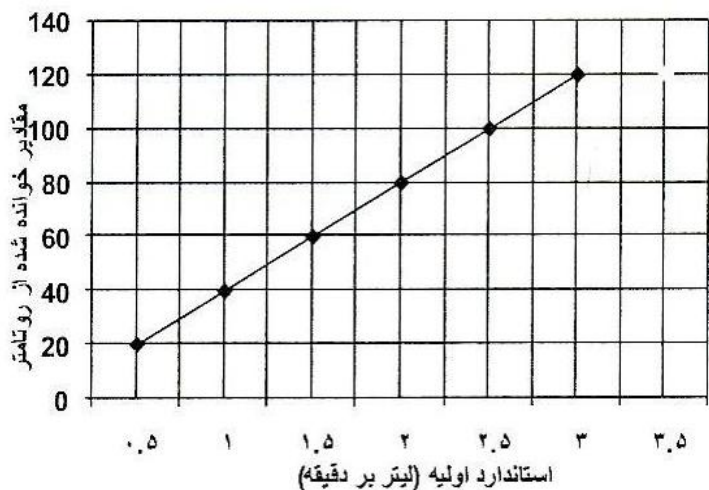
برخی از شناورها، شیاری دارند که باعث می شود بچرخند. علت اینکه نام روتامتر بر آنها نهاده شده همین موضوع بوده است. امروزه، شناورهایی ساخته می شود که چرخش ندارند، با این حال باز هم به آنها روتامتر می گویند. شکل ذیل روتامتری با شناور شاقولی را نشان می دهد.



پمپ نمونه برداری هوا به وسیله یک لوله ی رابط به خروجی بالایی روتامتر وصل می شود و جریان هوای مکش شده از انتهای لوله سبب حرکت جسم شناور به سمت بالا می شود. ارتفاع جسم شناور از انتهای لوله ی روتامتر میزان دبی را نشان می دهد، با توجه به اشکال مختلف جسم شناور (کروی، شاقولی، سیلندری و قرقره ای) همواره باید دقت نمود که برای تعیین فلو باید نقطه ای از شناور که دارای بیشترین قطر و ارتفاع است، در نظر گرفت. روتامتر باید همیشه در شرایط مشابه جوی مشابه با شرایط محلی که استفاده می شود، کالیبره گردد. در صورت تفاوت بیش از ۵٪ بین شرایط کالیبراسیون (TC_{cal} ، PC_{cal}) با شرایط محل نمونه برداری (TS_{sample} ، PS_{sample}) می توان از معادله ی زیر برای تصحیح و محاسبه میزان فلوی واقعی (Q_{actual}) استفاده نمود. این تصحیح فقط برای کالیبراسیون روتامتر کاربرد دارد:

$$Q_{actual} = Q_{CaL} \times \sqrt{\left[\frac{T_{sample}}{T_{cal}} \times \frac{P_{sample}}{P_{cal}} \right]}$$

روتامترها از راه مقایسه با وسایل کالیبراسیون اولیه کالیبره می شوند. به عنوان مثال یک پمپ نمونه برداری هوا، روتامتر و کالیبراتور حساب صابون با استفاده از یک لوله ی قابل انعطاف به یکدیگر متصل می شوند، میزان فلوی اندازه گیری شده را با استفاده از فلومتر حساب صابون می خوانیم و میزان فلوی متناسب با آن را نیز از روی روتامتر خوانده و برای حدود ۵ فلوی مختلف پمپ ثبت می کنیم. نتایج فلو را میتوان از راه رسم یک گراف خطی که فلوی روتامتر را در مقابل فلوی کالیبراتور حساب صابون نشان می دهد، به دست آورد.



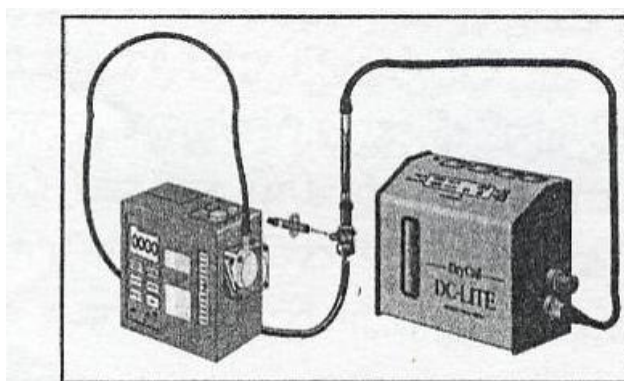
قابلیت حمل روتامتر و کالیبراتورهای الکترونیکی سبب شده که امکان کالیبراسیون ایده آل پمپ های نمونه بردار فردی در محل نمونه برداری و بررسی دوره ای میزان فلو در حین نمونه برداری افزایش یابد.

روتامترها باید در همان شرایط دما و فشار کالیبره شوند که مورد استفاده قرار می گیرند، در غیر این صورت، کالیبراسیون معتبر نمی باشد

روتامترها هم در آزمایشگاه و هم در وسایل نمونه برداری متداول ترین وسایل اندازه گیری فلوی عبوری هستند. روتامترهای کوچک در تعیین فلو دقت کمتری دارند و روتامترهای بزرگتر (بلندتر) دقتشان بیشتر است. نوع متداول آن دقتی در حدود $\pm 5\%$ درصد دارد. روتامترها به وسیله ی یک استاندارد اولیه نظیر فلومتر حباب صابون یا یک استاندارد ثانویه دقیق تر نظیر گاز متر خشک یا گازمتر تر کالیبره می شوند.

کالیبراسیون پمپ نمونه بردار فردی با فلومترهای الکترونیکی

فلومترهای الکترونیکی حباب صابون دارای یک حسگر الکترونیک فلو (مثل مادون قرمز) هستند که به طور خودکار زمان موردنیاز برای عبور حباب از یک حجم معین را اندازه گرفته و میزان جراین هوا را از راه ریز پردازنده محاسبه کرده و آن را روی نمایشگر LCD برحسب لیتر یا میلی لیتر در دقیقه نشان میدهد. دستگاه هایی نیز وجود دارند که در آن ها به جای حباب صابون از یک کالیبراتور خشک استفاده می کنند. در کالیبراتور خشک به جای حرکت حباب صابون، حرکت یک جسم بدون اصطکاک (مثل گرافیت / کربن) در یک سیلندر اندازه گیری می شود. همه کالیبراتورهای الکترونیکی باید به طور دوره ای توسط کارخانه سازنده کالیبره شده و با یک استاندارد اولیه دیگر بازنگری شوند. این نوع کالیبراتورها به دلایل مختلف و از جمله اندازه، آسانی استفاده، صحت و دقت به سرعت جایگزین کالیبراتورهای دستی حباب صابون می شوند، با این وجود فراگیرندگان تازه کار باید با جنبه های اصولی کالیبراسیون و محاسبات کالیبراتورهای دستی حباب صابون برای اندازه گیری دقیق میزان فلو آشنا باشند. در این حالت نیز تصحیح حجم هوای نمونه برداری شده همانند آنچه در بالا ذکر شده، مورد تاکید است.



مدار کالیبراسیون پمپ نمونه برداری با فلومتر دیجیتالی

خطای ناشی از نمونه برداری و حمل نمونه

عواملی همچون عدم دقت در نمونه برداری، عدم تنظیم دبی در پمپ نمونه برداری در محیط کاری یا محیط بیرون، اشکال در وسیله نمونه بردار، عدم ثبات نمونه در طی نمونه برداری، خروج آلاینده از نمونه گیر به دلیل اشباع شدن، حمل نمونه در ظروف غیر مجاز، تغییر در نمونه در طی حمل و غیره می تواند باعث ایجاد خطا در نتیجه شده و مقادیر اندازه گیری شده با مقدار واقعی متفاوت خواهد بود.

خطاهای فاحش علمی در نمونه برداری

- ۱- عدم آزادی کارگر در حین نمونه برداری
- ۲- مقایسه نمونه برداری لحظه ای با TWA
- ۳- مقایسه نمونه برداری محیطی با TWA
- ۴- مقایسه ساعات مواجهه و صرف نظر از ساعات غیرمواجهه در محاسبات نهایی
- ۵- عدم نیاز به تصحیح حجم
- ۶- عدم استفاده از نمونه شاهد
- ۷- مقایسه ذرات کل با استاندارد تنفسی

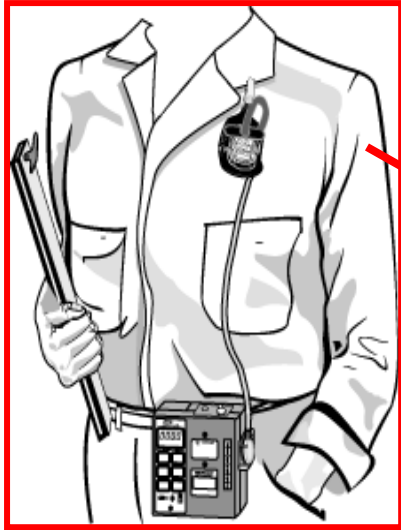
تقسیم بندی آئروسول ها بر حسب ورود به دستگاه تنفسی انسان:

۱- قابل تنفس (Inhalable): ذرات با قطر (آئرودینامیکی) کوچکتر از $100\mu\text{m}$ می باشند. این ذرات قادرند در هر نقطه از دستگاه تنفس اعم از راههای تنفسی فوقانی، میانی و تحتانی ته نشین شوند.

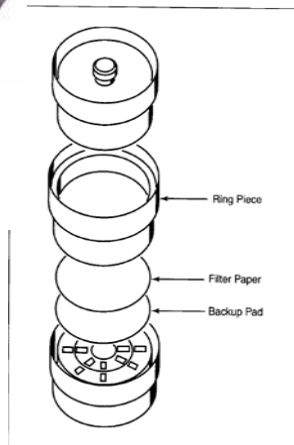
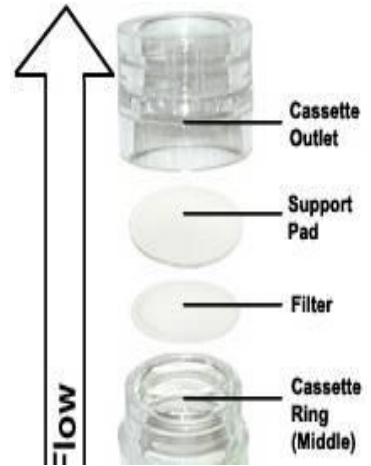
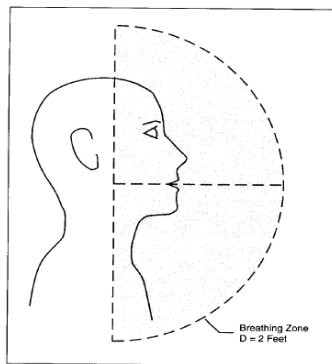
۲- توراسیک (Thoracic): ذرات با قطر کمتر از $25\mu\text{m}$ که می توانند در هر نقطه از راههای هوایی (نای و نایژه) و ناحیه کیسه های هوایی ته نشین گردند.

۳- قابل استنشاق (Respirable): ذرات با قطر کمتر از $10\mu\text{m}$ که می توانند تا انتهائی ترین حبابچه های ریوی و منطقه تبادل گازی ریه نفوذ کنند.

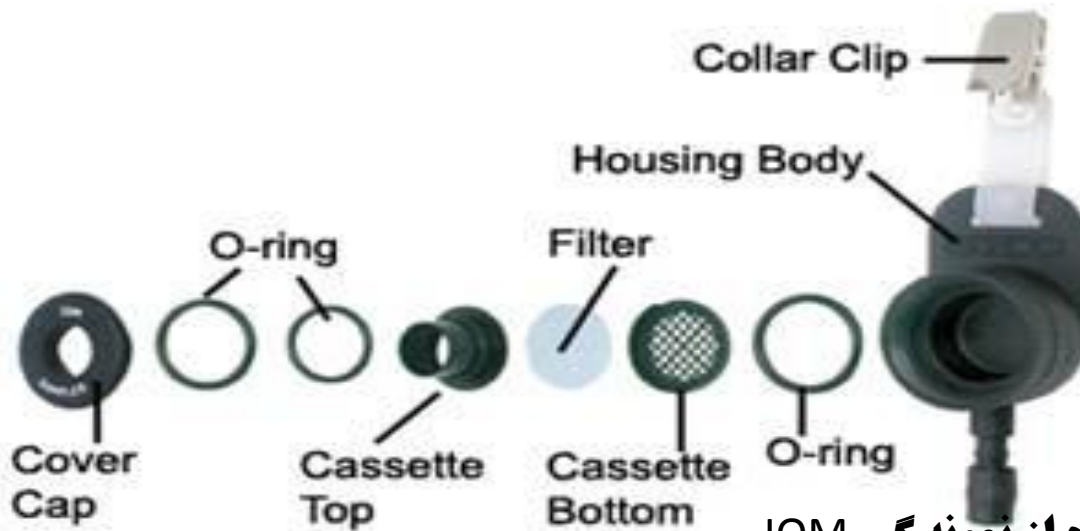
نمونه برداری از ذرات کل در منطقه تنفسی کارگر



منطقه تنفسی کارگر



IOM SAMPLER



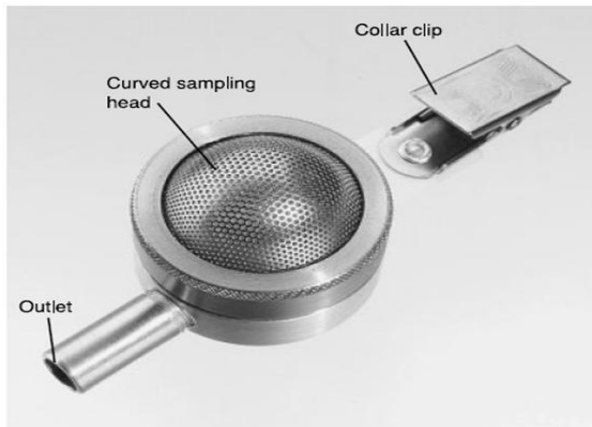
روش استفاده از نمونه گیر IOM

- ✗ قرار دادن یک فیلتر ۲۵mm با استفاده از پنس داخل نگهدارنده
- ✗ قرار دادن فیلتر و نگهدارنده در داخل دسیکاتور به مدت یک شب و توزین آنها با همدیگر
- ✗ قراردادن فیلتر و نگهدارنده در محل خود در نمونه گیر و بستن درپوش و اتصال مجموعه به پمپ
- ✗ کالیبراسیون در دبی ۲L/min با استفاده از آداپتور کالیبراسیون مخصوص
- ✗ نمونه گیری و توزین مجدد فیلتر و نگهدارنده با همدیگر یا آنالیز شیمیائی آنها

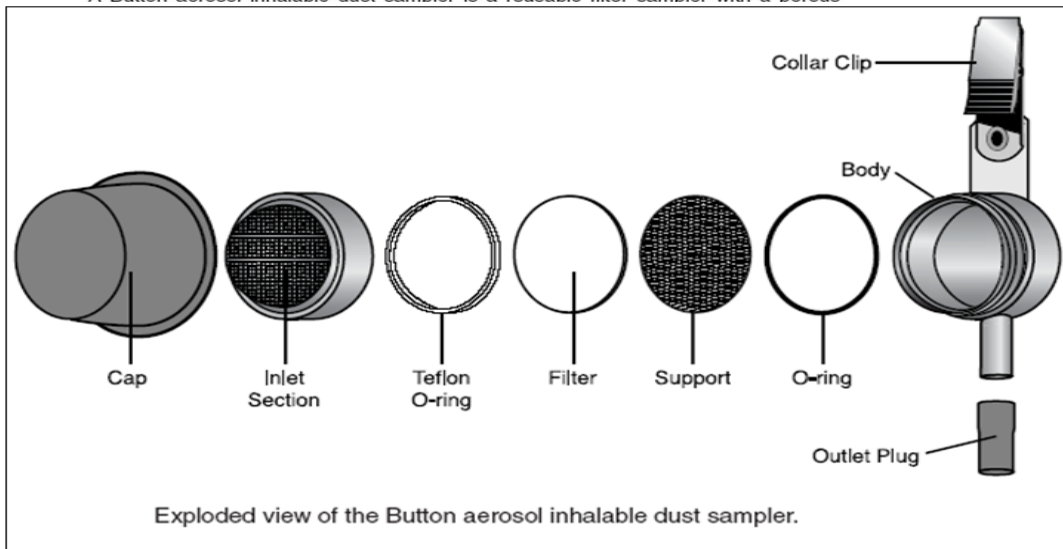
مزایای IOM

- ✗ با توجه به توزین همزمان فیلتر و نگهدارنده، کل ذرات ورودی به نمونه گیر مورد آنالیز قرار می گیرند.
- ✗ چنانچه مقداری از ذرات بطور تصادفی از فیلتر جدا شوند، داخل نگهدارنده باقی مانده و توزین می شوند.

Button Sampler



A Button aerosol inhalable dust sampler is a reusable filter sampler with a porous



Exploded view of the Button aerosol inhalable dust sampler.

روش استفاده از Button Sampler

- ✘ ورودی نمونه گیر باز شده و ارینگ تفلونی آن برداشته شود.
- ✘ یک فیلتر ۲۵mm با پور سایز ترجیحاً بیشتر از $1\mu\text{m}$ بر روی توری پشتیبان استیلی قرار گرفته و ارینگ مجدداً سر جای خود گذاشته شده و ورودی نمونه گیر بسته شود.
- ✘ نمونه گیر با دبی $4\text{L}/\text{min}$ کالیبره شود. (با آداپتور مخصوص)
- ✘ برداشتن فیلتر از روی توری پس از نمونه گیری و انتقال فیلتر به آزمایشگاه در داخل قاب پلاستیکی

7-HOLE SAMPLING HEAD



Conical Inhalable Sampler (CIS)



CIP-10 Inhalable Sampler



Respicon Inhalable Sampler



جمع آوری ذرات به روش گریز از مرکز

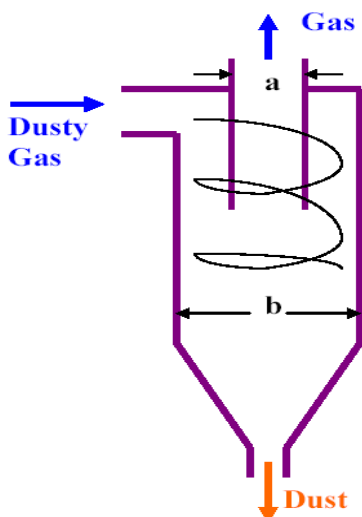


Figure 1. Schematic diagram of a cyclone.

- ✘ وسایلی که توسط مکانیسم گریز از مرکز کار می کنند ، سیکلون نامیده می شوند (Cyclon).
- ✘ همانند رسوب دهنده های الکترواستاتیکی در بزرگ برای کنترل ذرات در صنایع و در مقیاس کوچکتر برای نمونه برداری از ذرات بکار می روند.
- ✘ عملکرد و شکل:
- ✘ در سیکلون ذرات قابل استنشاق از ذرات غیرقابل استنشاق جدا می شوند.
- ✘ ذرات غیرقابل استنشاق در قسمت پائین سیکلون جمع آوری شده و ذرات قابل استنشاق در خروجی آن بر روی فیلتر جمع آوری می شوند.
- ✘ سیکلون جزء وسایل نمونه بردار با سایز انتخابی است.

سیکلون آلومینیومی



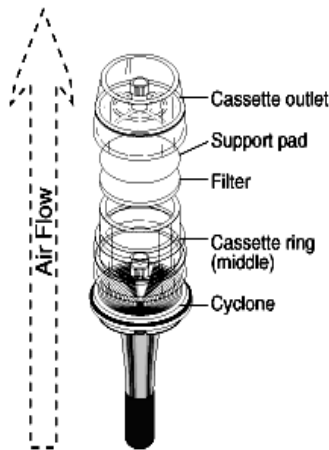
○ نمونه بردار سبک ذرات قابل استنشاق که به همراه فیلتر کاسکد سه بخشی مورد استفاده قرار می گیرد. جنس فیلتر، پورسایز و پد پشتیبان فیلتر براساس روش نمونه برداری مشخص می گردد. ذرات قابل استنشاق برای آنالیز بر روی فیلتر جمع آوری می شوند، در صورتیکه ذرات درشت تر در انتهای سیکلون جمع آوری می شوند. این سیکلون ها در دو سایز ۲۵mm و ۳۷mm ساخته شده اند. ساختار آلومینیومی آن اثرات الکترواستاتیکی روی ذرات را از بین می برد.

○ در سه فلوی نمونه برداری قابل استفاده است که هر کدام دارای راندمان خاصی هستند بدین صورت که:

$$F = 2.5 \text{ lit/min} \rightarrow D_{50} = 4\mu\text{m}$$

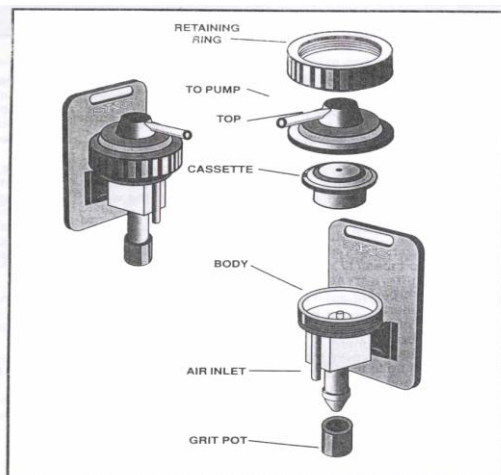
$$F = 1.9 \text{ lit/min} \rightarrow D_{50} = 5\mu\text{m}$$

$$F = 2.8 \text{ lit/min} \rightarrow D_{50} = 3.5\mu\text{m}$$



سیکلون های پلاستیکی

یکی از نمونه بردارهایی است که برای جمع آوری گردوغبار قابل استنشاق توصیه گردیده است. شدت جریان هوای عبوری از سیکلون برابر با ۷٫۱ لیتر در دقیقه بوده و قادر است کلیه ذرات کوچکتر از ۷ میکرون را جدا نموده و بر روی فیلتر ته نشین نماید. برای ذرات با قطر ۵ میکرون دارای راندمان ۵۰٪ است. کلیه ذرات درشت تر از ۷ میکرون نیز جدا شده و در مخزنی در پائین سیکلون ته نشین می شوند.



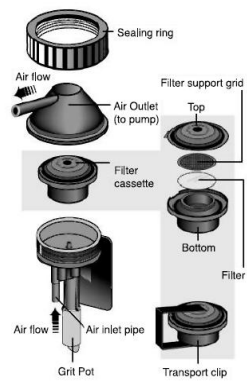
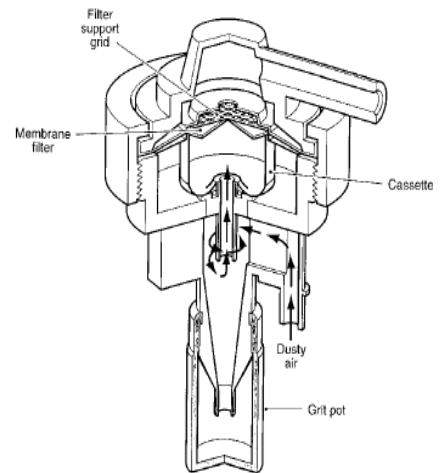


Figure 2.46 Exploded view of a respirable dust cyclone. (SKC)



Nylon Cyclone



جمع آوری ذرات از طریق برخورد

اساس این روش :

هرگاه جریان هوای حاوی ذرات به صفحه ای برخورد کند، در جهت جریان تغییر ناگهانی ایجاد می شود و ذرات نمی توانند مسیر حرکت هوا را تعقیب نمایند و در نتیجه بر روی سطح جمع آوری می شوند.

به وسایلی که بر اساس پدیده برخورد به سطح جامد کار می کنند ایمپکتور گفته می شود.

ایمپکتورها معمولاً چند صفحه ای ساخته می شوند تا ذراتی را که اندازه های مختلفی دارند، در صفحات مختلف جمع آوری نمایند.

کونیمتر و کاسکید ایمپکتور نمونه ای از وسایل این گروه هستند.

کاسکید ایمپکتور

- برای تعیین تراکم ذرات و همچنین تعیین اندازه ذرات طراحی شده است.
- از یک سری ۴ تایی جت (Jet) تشکیل شده است که بر روی صفحه شیشه ای عمود می باشند.
- روزنه جت ها به طور متوالی کوچکتر می شود (ذراتی که اندازه های متفاوتی دارند بر روی صفحات جداگانه ای جمع آوری شوند)
- نمونه های جمع آوری شده توسط میکروسکوپ شمارش شده یا تعیین وزن می شوند.



○ نمونه بردار اندرسن (Anderson Ambient Sampler)

○ ذرات را در ۸ مرحله جداسازی کرده و آماده تجزیه می کند.

ایمپینجرها بر اساس اصل Impingement کار می کنند. در ایمپینجر ذرات به سطح مایع برخورد کرده و پس از جمع آوری در مایع مطالعه میکروسکوپی بر روی آنها انجام می گیرد.

ایمپکتورهای آندرسن

ایمپکتورهای ساکن نظیر ایمپکتورهای چند مرحله ای آندرسن جهت تفکیک ذرات استنشاقی و غیراستنشاقی بیوائروسل کاربرد دارند .

ایمپکتور چند مرحله ای اندرسون

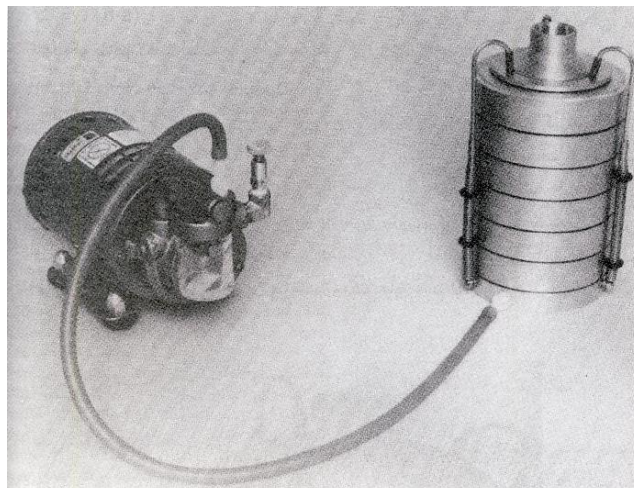
این ایمپکتورها برای نمونه برداری از بیوائروسلها توسط کارخانه های مختلف تولیدی می گردند کاربردی زین آنها نمونه بردار آندرسن معروف است که نخستین بار در سال ۱۹۷۰ میلادی بعنوان یک نمونه بردار استاندارد میکروبی توصیه شده است .



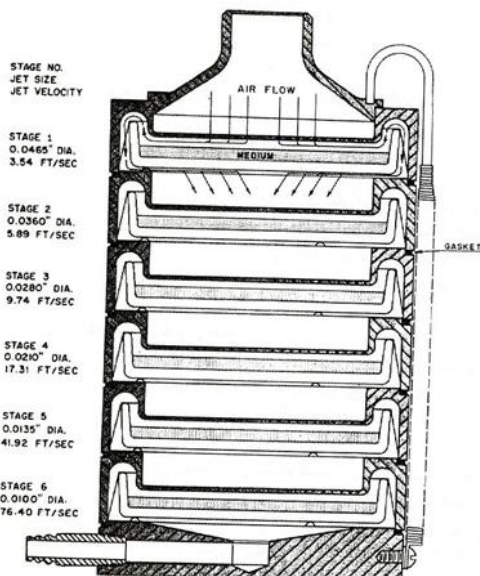
ایمپکتور تک مرحله ای اندرسون

ایمپکتورهای ساکن نظیر تمام نمونه بردارها ، ذرات را بر روی پلینهای کشت جمع آوری ی کنند و در اماکنی که ذرات هوابرد کم باشد مورد استفاده قرار می گیرد.

سه نوع ایمپکتور آندرسن ۶ مرحله ای ، ۲ مرحله ای و تک مرحله ای برای جمع آوری میکروارگانیسم طراحی شده اند .



ایمپکتور چند مرحله ای اندرسون



مکانیسم اساسی جهت جمع آوری ذرات توسط ایمپکتورهای تک مرحله ای و چند مرحله ای

کونیمتر Konimeter

کونیمتر در واقع یک ایمپکتور یک مرحله ای می باشد.

ساختمان کونیمتر:

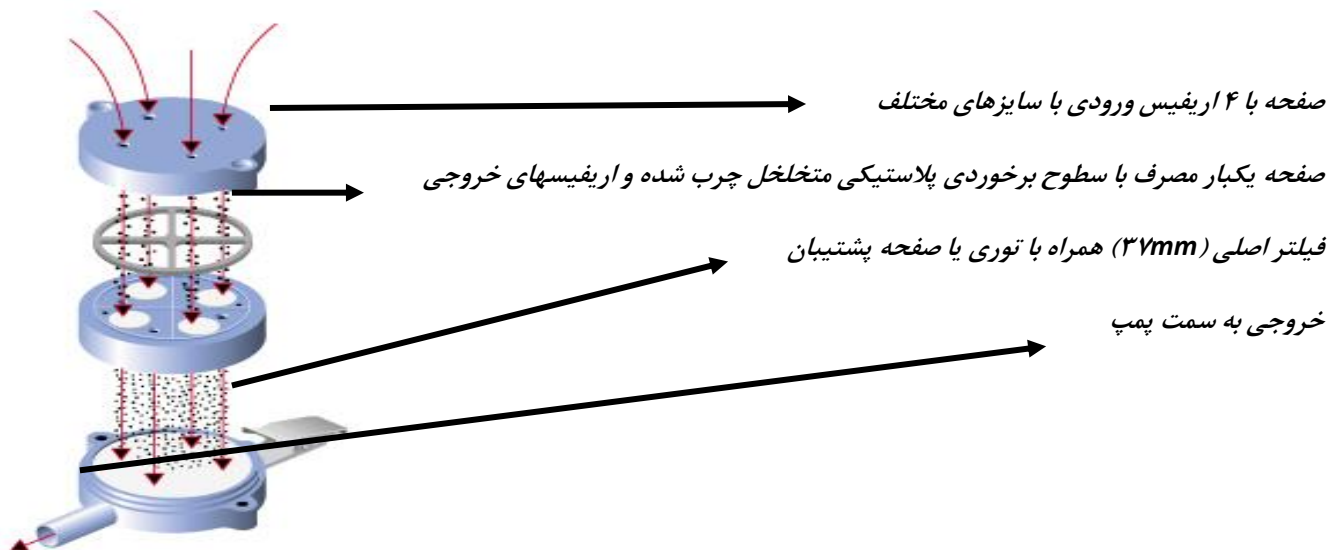
از یک پمپ پیستونی و یک صفحه دایره ای شکل تشکیل شده است.

صفحه جمع آوری با لایه نازکی از ماده چسبنده روکش شده است. هوا توسط پمپ پیستونی با فشار از طریق یک روزنه و با سرعت زیاد به صفحه ای که در نزدیکی روزنه قرار دارد، برخورد می نماید.

صفحه مورد نظر گردان بوده و به ۳۰ قسمت مساوی برای شمارش ذرات تقسیم شده است. پس از شمارش نتیجه به صورت "تعداد ذرات در میلی لیتر هوا" گزارش می شود



Parallel Particle Impactor (PPI)



رسوب دادن ذرات به روش الکترواستاتیک

- رسوب دهنده های الکترواستاتیکی (Electrostatic precipitator) در مقیاس بزرگ: برای کنترل ذرات در صنایع
- در مقیاس کوچک: برای رسوب ذرات موجود در هوا
- کار این دستگاه در ۲ مرحله ای است: در مرحله اول ذرات باردار شده و در مرحله دوم جمع آوری می شوند.
- ذرات جمع آوری شده یا وزن می شوند یا تحت مطالعه میکروسکوپی قرار می گیرند.
- نکته ایمنی: در محیط هایی که گازها و بخارات قابل اشتعال و انفجار وجود دارد نمی توان استفاده کرد.
- نکته بهداشتی: در طی پدیده باردار کردن ممکن است ازن تولید شود (گاز محرک)

رسوب دادن ذرات به روش حرارتی

- در رسوب دهنده های حرارتی دو سطح سرد و گرم وجود دارد و ذرات به علت اختلاف درجه حرارت بین دو سطح از هوا جدا شده و بر روی سطح سرد ته نشین می شوند.
- ترموفورزیس: حرکت ذرات از سمت جسم گرم به سمت جسم سرد تحت گرادیان دمایی
- فاصله بین سطح داغ (سیم) و سطح سرد بسیار کم و معمولا کمتر از ۲ میلی متر است.
- ذرات جمع آوری شده تحت مطالعه میکروسکوپی قرار می گیرند
- کارایی وسیله برای ذرات کوچکتر از ۵ میکرون قابل قبول است.
- در صورتیکه برای جمع آوری میست استفاده شود، نباید دما بالا باشد.

جمع آوری ذرات به روش ته نشینی (الوتراسیون) یا صاف و خالص کردن

- وسایل این گروه (الوتریاتورها) ذرات را بر اساس نیروی ثقل آنها جدا می کنند.
- در الوتریاتورها یکدسته صفحات بسیار نازک آلومینیومی وجود دارد که با فواصل مساوی و معینی در یک کانال چهارگوش قرار گرفته اند و هوا با سرعت معینی از آنها عبور می کند.

○ الوتریاتورها به دو شکل هستند:

○ الوتریاتور افقی Horizontal Elutriator

○ الوتریاتور عمودی Vertical Elutriator

اساس کار الوتریاتور: هنگام عبور هوا از کانال این وسیله، ابتدا ذرات درشت تر ته نشین می شوند. ذرات کوچکتر در هوا معلق بوده و پس از مدتی با توجه به جرم و سایزشان در طول کانال از هوا جدا شده و ته نشین می شوند.

هگزالت (Hexlet)

○ وسیله ای است که از اصل الوتراسیون برای جداسازی ذرات استفاده می کند. یک نوع الوتراسیون افقی است

○ برای نمونه برداری ذرات قابل استنشاق از هوا استفاده می نماید.

○ جداسازی در ۲ مرحله انجام می گیرد. مرحله نخست ذرات غیر قابل استنشاق از هوا جدا شده و در مرحله دوم ذرات قابل استنشاق بر روی فیلتری به نام فیلتر انگشتانه ای ته نشین می شوند.

○ فیلتر از دستگاه جدا شده و مطالعات لازم بر روی آن انجام می گیرد

بستر های نمونه گیر (فیلتر ها)

فیلتر بهترین بستر نمونه گیر برای جمع آوری ذرات است. انتخاب فیلتر به خاصیت فیزیکی و شیمیایی ذرات و نیز روش تجزیه آن بستگی دارد در حین عبور هوا از روی فیلتر ذرات در خلل فرج فیلتر به دام افتاده و جمع آوری و مورد تجزیه قرار می گیرند انواع اصلی فیلتر ها شامل موارد زیر است:

۱. فیلتر های PVC ذرات غبار معمولی وسیلیس

۲. فیلتر های فایبرگلاس ذرات و آفت کش ها

۳. فیلتر های غشایی سلولزی فیوم ها یا ذرات فلزی والیاف آزیست

۴. فیلتر های غشایی نقره ای تجزیه سیلیکا

۵. فیلتر های پلی تترا فلوئورواتیلن PTFE نمونه برداری آرد

فیلتر های متداول در نمونه برداری آئروسول ها

- فیلترهای غشایی نقره ای
- فیلترهای سلولزی
- فیلترهای نوکلئو پور
- فیلترهای فایبر گلاس
- فیلتر های تفلونی
- فیلترهای پلاستیکی
- فیلترهای غشایی

فیلتر های سلولزی

از خمیر سلولز تهیه شده اند.

○ خصوصیات این فیلترها :

- حجم خاکستر کم
- ارزان
- اندازه های متنوع
- قدرت کششی خوب

○ مهم ترین عیب این فیلترها جذب رطوبت زیاد و مقاومت زیاد آنها در برابر جریان هوا است (افت فشار زیادی دارند)

فیلترهای فایبر گلاس:

در افت فشار یکسان نسبت به فیلترهای سلولزی راندمان جمع آوری زیادی دارند.

مزایای فیلترهای فایبر گلاس:

تامین دبی ثابت در طول نمونه برداری

تحت تاثیر رطوبت قرار نمی گیرند.

مقاومت خوب در برابر حرارت

واکنش پذیری کم در برابر اغلب آلاینده ها

مناسب برای عمده آنالیزهای وزن سنجی

معایب فیلترهای فایبر گلاس:

برای نمونه برداری از سیلیس آزاد مناسب نیستند(حاوی سیلیس هستند)

قدرت مکانیکی کم - نسبتا گران

ترکیباتی که توسط فیلترهای فایبر گلاس جمع آوری می شوند

آلدرین، مالاتیون، پاراتیون، بنزیدین، اتیلن گلیکول، جیوه، میست های روغن معدنی

فیلتر PVC

○ مقاومت خوب در برابر اسیدها و بازها

○ عدم جذب قابل توجه بخار آب

○ استفاده برای جمع آوری ذراتی مثل سیلیس

○ قابل استفاده در روش آنالیز دیفراکسیون اشعه ایکس جهت تشخیص ساختارهای کریستالی

○ استفاده برای روشهای وزن سنجی

فیلترهای پلاستیکی

○ فیلترهای پلاستیکی از رشته های پلی استیرن و پلی کلرووینیل ساخته می شوند.

○ از نظر عملکرد شبیه فیلترهای فایبر گلاس هستند.

○ راندمان جمع آوری این فیلترها زیاد است

○ مقاومت کم نسبت به جریان هوا

○ علاوه بر مزایای فیلترهای فایبر گلاس در حلال های مشخصی مثل استن حل می شوند.

○ معایب این فیلترها: قدرت مکانیکی ضعیف کاهش راندمان جمع آوری در حضور قطرات مایع

فیلترهای غشایی استر سلولزی

- از جنس استر استات و استر نیترات هستند
- فیلتر مخلوط استر سلولزی MCE: Mixed Cellulose Ester
- افت فشار فیلترهای غشایی نسبت به فیلترهای فایبر گلاس و سلولزی مشابه ، بیشتر است. برای جمع آوری ذرات فلزات و آزبست استفاده می شود. دارای پورسایز $4,0-8,0 \mu m$
- مزایای فیلترهای غشایی:
- راندمان جمع آوری بالا
- عدم ایجاد تداخل در هنگام تجزیه شیمیایی (به علت محدود بودن ترکیب شیمیایی این فیلترها)
- معایب فیلترهای غشایی:
- نازکی و تردی
- افت فشار نسبتا زیاد
- مسدود شدن بوسیله قطرات مایع

فیلترهای غشایی نقره ای

- در ساخت این فیلترها از فلز نقره استفاده شده است برای جمع آوری آئروسول های مایع مناسب هستند. (برخلاف فیلترهای سلولزی یا غشایی)
- در محیطی که H_2S وجود دارد نمی توان استفاده کرد. (تشکیل سولفید نقره)
- برای تجزیه کوارتز با روش پراش اشعه ایکس (XRD) استفاده می شود.

فیلترهای نوکلئوپور

- دارای منافذ استوانه ای شکل با قطر یکنواخت هستند.
- شفاف هستند و ثبات حرارتی و شیمیایی خوبی دارند. و افت فشار زیادی ایجاد می کنند.
- مقاومت شان در برابر جریان هوا همانند فیلترهای غشایی است
- این فیلترها دارای بنیان پلی کربناته و پلی استر هستند. در نتیجه مقاومت شان زیاد است .
- بدین جهت نوکلئوپور گفته می شوند که برای دستیابی به پور سایز مناسب منافذ این فیلترها از طریق بمباران نوترونی ایجاد می شود

فیلترهای تفلونی

- فیلتری از جنس پلیمری است.
- تفلون (PTFE): پلی تترافلورو اتیلن
- شبیه فیلترهای PVC است. از لحاظ شیمیایی، مقاوم بوده هیدروفوبیک است.
- کاربرد برای نمونه برداری از هیدروکربنهای آروماتیک (مثل بنزوپیرن که از قیر یا آسفالت داغ منتشر می شود)

انواع روشهای نمونه برداری از گازها و بخارات

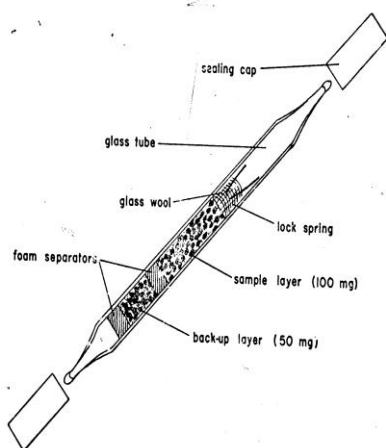
- نمونه برداری با جاذبههای سطحی
- نمونه برداری با جاذبههای سطحی آغشته به ترکیبات شیمیایی
- نمونه برداری با فیلترهای آغشته به ترکیبات شیمیایی
- نمونه برداری با بطریهای گاز شوی
- نمونه برداری با روشهای قرائت مستقیم

نمونه برداری با استفاده از جاذبههای سطحی

- زغال فعال
- سیلیکاژل
- کروموزرب
- پروپاک
- تناکس

زغال فعال

زغال فرم بی شکل کربن است که در نتیجه سوختن بسیاری از مواد کربن دار تشکیل شده و با حرارت دادن همراه با بخار در درجه حرارت $800-900^{\circ}\text{C}$ به زغال فعال تبدیل می گردد. موسسه بهداشت و ایمنی شغلی در آمریکا زغال فعالی که منشأ پوست نارگیل یا پترولیوم داشته را جهت نمونه برداری از مواد شیمیایی توصیه نموده است. زغال فعال مهم ترین و در عین حال پر استفاده ترین وسیله نمونه برداری از گازها و بخارات در هوای محیط کار می باشد. زغال فعال پس از جنگ جهانی اول جهت نمونه برداری از گازها و بخارات مورد استفاده قرار گرفت.



معایب

- ۱- حجم هوای نمونه برداری شده با توجه به ظرفیت زغال فعال محدود بوده و نیز افزایش دبی عبوری باعث خارج شدن مواد آلاینده از طرف دیگر زغال فعال می گردد.
- ۲- رطوبت موجود در هوا باعث کاهش جذب ترکیبات آلی بوسیله زغال فعال می گردد.
- ۳- در طی عمل نمونه برداری، مقاومت زغال فعال بر روی دبی پمپ تأثیر گذاشته و گذشت زمان باعث کاهش دبی پمپ می گردد.
- ۴- فرد نمونه گیر ممکن است در طول عمل نمونه برداری و نیز در طی عمل تجزیه و ساختن محلول استاندارد با مواد سمی در تماس باشد.
- ۵- در صورتیکه تعداد مواد آلاینده در محیط بسیار زیاد باشد تجزیه آنان با گاز کروماتوگراف ایجاد تداخل در پیکها می نماید.

سیلیکاژل

فرم بی شکل سیلیس است که در نتیجه واکنش شیمیایی بین اسید سولفوریک و سیلیکات سدیم به وجود می آید. سیلیکاژل به فرم گرانول های براق ، سفید و دانه ای شکل در اندازه های مختلف ساخته می شود. سیلیکاژل ترکیب قطبی بوده و ترکیبات قطبی را بهتر از زغال فعال جذب می نماید به همین دلیل نیز جاذب رطوبت بوده و افزایش جذب رطوبت باعث ترک آلاینده از آن می گردد.

کروموزب و پروپاک

این دو جاذب سطحی که در نمونه برداری از آلاینده و پرکردن ستونهای کروماتوگرافی کاربرد دارند و شامل ترکیبات مختلفی از استیرن با دی وینیل بنزن، اتیل وینیل بنزن و سایر ترکیبات قطبی وینیل بنزن هستند .

مزایا

- ۱- وسیله نمونه برداری کوچک و قابل حمل بوده و در موقع نمونه برداری محلول شیمیایی مورد نیاز نیست.
- ۲- شیوه تجزیه سریع بوده و امکان تجزیه مجدد وجود دارد.
- ۳- با بکارگیری برنامه ریزی دمایی مناسب در دستگاه گاز کروماتوگراف می توان عوامل مداخله کننده را کاهش داد.
- ۴- با جاذبهای سطحی می توان بطور همزمان ترکیبات شیمیایی مختلف را نمونه برداری کرده و با بکارگیری برنامه ریزی دمایی و ستون مناسب در دستگاه گاز کروماتوگراف آنان را تجزیه نمود.

نمونه برداری

دو طرف لوله جاذب سطحی را توسط دستگاه برش لوله جاذب سطحی برش داده تا هوا براحتی وارد آن گردد و از طرف دیگر خارج شود چنانچه از دو لوله جاذب سطحی بصورت سری استفاده می شود بعد از شکستن دو طرف لوله های جاذب سطحی با یک لوله رابط به طول تقریبی ۵ سانتیمتر به ترتیبی به یکدیگر وصل می گردند که بخش بزرگتر زغال فعال در مجاورت محیط و بخش کوچکتر آن در سمت پمپ قرار گیرد.

لوله جاذب سطحی مطابق جهت علامت روی آن (←) به پمپ نمونه برداری وصل می گردد. در موقع اتصال جاذب سطحی می توان از نگهدارنده جاذب سطحی استفاده نمود که سرپوش کاملاً محفوظ داشته و لوله شیشه ای جاذب سطحی را محافظت می نماید.

لازم است که لوله جاذب سطحی بطور عمودی در مسیر جریان هوا قرار گرفته و در صورتیکه عمل نمونه برداری فردی انجام می گیرد آنرا به یقه کارگر در مجاورت سیستم تنفسی وصل نمود ضمناً " هوا نباید قبل از ورود به جاذب سطحی از مسیر دیگری بگذرد .

بعد از خاتمه نمونه برداری دو طرف لوله جاذب سطحی توسط سرپوش پلاستیکی بسته و به آزمایشگاه منتقل می گردد (مشابه همین عمل در صورتیکه از دو لوله جاذب سطحی استفاده گردد).

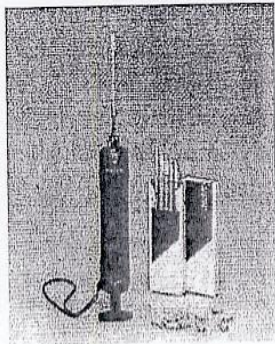
یک عدد لوله جاذب سطحی مشابه لوله جاذب سطحی که عمل نمونه برداری با آن انجام شده به عنوان شاهد انتخاب کرده و تمام عملیاتی که در رابطه با نمونه اصلی انجام شده است (شکستن دوطرف ، گذاشتن سرپوش پلاستیکی و حمل) جهت نمونه شاهد انجام می گیرد. با این تفاوت که هوا نباید از نمونه شاهد عبور نماید.

بخش دوم : روش کار با انواع گازسنج ها

روش کار با انواع گازسنج ها

" نمونه برداری و اندازه گیری مستقیم گازها و بخارات "

منظور از نمونه برداری و اندازه گیری مستقیم گازها و بخارات ، استفاده از روش و دستگاه هایی است که نمونه برداری و تجزیه آلودگی را تماماً انجام داده و بلافاصله بتوان میزان تراکم آلودگی را تعیین نمود .



۱- لوله های گازباب

از جمله روشها و وسایلی که برای اندازه گیری یا قرائت مستقیم گازها و بخارات بکار می رود، میتوان به لوله های گازباب اشاره نمود.

اساساً لوله گازباب ترکیبی از دو عامل، یکی پمپ و دیگری لوله های معرف رنگ سنجی می باشد. پمپ ممکن است به صورت یک حباب فشرده ساده یا پمپ آکاردئونی و یا یک پمپ پیستونی باشد . این وسیله برای نمونه برداری بلند مدت پیشنهاد نمی گردد . پمپ های پیستونی و آکاردئونی براساس کشیدن حجم ثابتی از هوا (معادل ۵۰ یا ۱۰۰ میلی لیتر) در هر ضربه طراحی شده اند .

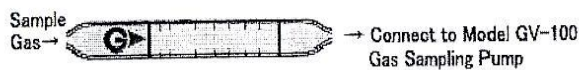


لوله شیشه ای باریک معرف با قطر ۴ تا ۶ میلیمتر، ارگرنولهای پر شده است که این گرانولها معمولاً از زلهای جاذب مثل سیلیکاژل، آلومین فعال شده و یا گرانولهای بی اثر و ... تشکیل گردیده و به ماده شیمیایی مخصوص آغشته شده است. وقتی که هوای حاوی یک آلاینده خاص یا گروهی از آلوده کننده ها ، به داخل لوله کشیده می شود . معرف تغییر رنگ می دهد. این عمل بر مبنای روش شیمیایی قرار دارد.

هم اکنون لوله های گازباب با دو هدف نمونه برداری کوتاه مدت و بلند مدت کاربرد یافته که متفاوت از یکدیگرند، در نونه برداری کوتاه مدت با لوله های گاز باب از پمپ های دستی (آکاردئونی یا پیستونی) استفاده می شود

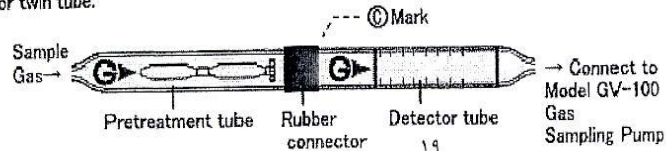
طرز مصرف لوله های گازباب :

For single tube:



راهنمایی قدم به قدم برای استفاده از لوله های گازباب، بطور خلاصه به شرح ذیل میباشد :

For twin tube:

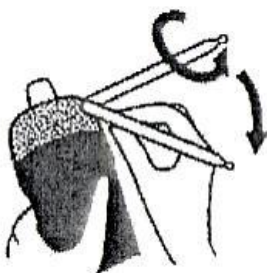


(۱) انتخاب لوله براساس میزان تراکم آلودگی

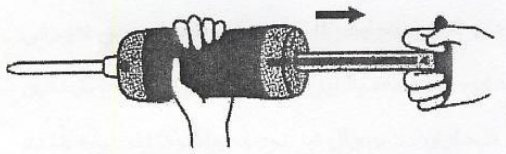
(۲) بازدید تاریخ مصرف لوله، هرگز نباید پس از گذشت تاریخ مصرف از لوله استفاده کرد .

(۳) بازدید پمپ بر طبق دستور سازنده

(۴) تطبیق شرایط جوی محیط و لوله : برخی از عوامل مانند دمای محیط فشار یا رطوبت بر لوله اثرات نامطلوب می گذارد . به هر حال قبل از مصرف باید کاملاً از سالم بودن لوله اطمینان حاصل کرده، سپس آنرا مصرف نمود.

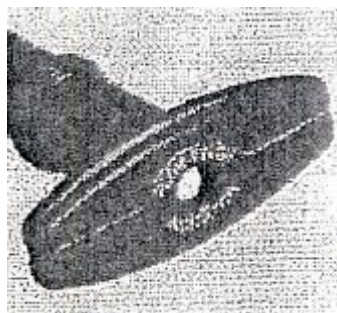


(۵) پس از شکستن دو سر لوله طبق کارخانه سازنده آنرا محکم داخل پمپ قرار داده ، بطوریکه جهت جریان هوا در لوله، با فلش مشخص شده بر روی لوله یکی باشد. باید دقت کرد که محل شکستن لوله ها، دستها را زخمی نکند .

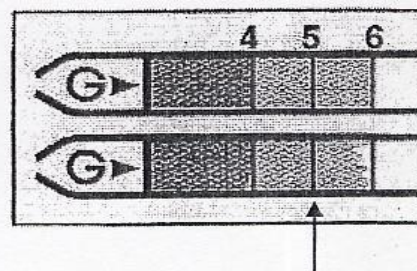
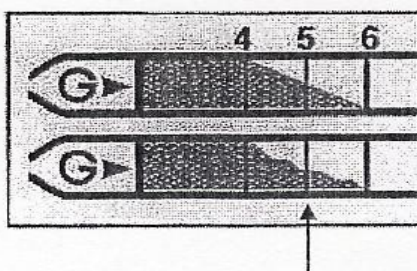
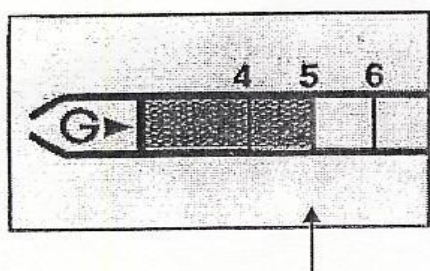


۶) با ضربات پمپ طبق دستور هوای نمونه از داخل لوله عبور می کند . (تعداد دفعات مکش = n)

۷) پایان مکش بوسیله نشانگر تعبیه شده در دستگیره پمپ مشخص میگردد.



۸) ارزیابی لکه تغییر رنگ داده بلافاصله انجام می گیرد، مگر آنکه دستور سازنده روش دیگری باشد . طول و رنگ لوله ممکن است بر اثر زمان تغییر نماید. بنابراین قرائت و ثبت طول رنگ باید قبل از هرگونه تغییری انجام پذیرد. (شکل زیر نحوه قرائت صحیح را نشان می دهد)



۹) جداسازی لوله از پمپ، بر طبق دستور انجام گیرد.

۱۰) پاکسازی پمپ ب هوای پاک برای رفع آلوده کننده های خورنده انجام می پذیرد.

دقت لوله های گازیاب:

دقت اندازه گیری با لوله های گازیاب بطور کلی خیلی خوب است . آشکار است که یک سری عوامل مختلف میتوانند بر دقت لوله ها اثر گذارد که در این رابطه میتوان به حجم نمونه پمپ، واکنش شیمیایی کامل، کالیبراسیون سازنده، ارزیابی بررسی کننده رنگ، نوع لوله گازیاب و ... اشاره نمود .

دقت تعدادی از لوله ها توسط سازنده تضمین شده و دارای انحراف معیاری معادل ۱۰٪ میباشد و به بندرت به بیشتر از ۲۰٪ می رسد . بنابراین حدود ۱۰ درصد خطا در عمل قابل قبول می باشد . لوله های گازیاب توسط شرکت های سازنده کالیبره شده اند و دیگر نیاز به کالیبراسیون مجدد ندارند.

عمر لوله های گازیاب و شرایط نگهداری :

خواص شیمیایی معرف پر شده داخل لوله با گذشت زمان تغییر می نماید . تا حد ممکن باید از چنین تغییراتی اجتناب نمود . تمام لوله های دارای تاریخ مصرف می باشند که این زمان معمولاً بین یک تا سه سال می باشد. نگهداری لوله ها در دمای اتاق معمولاً مناسب میباشد که البته گاهی نگهداری در یخچال نیز توصیه می شود. اگر لوله ها در دماهای پایین (تقریباً ۴ درجه سانتیگراد) نگاه داشته شوند، تغییرات خواص شیمیایی معرفها به حداقل ممکن خواهد رسید . نگهداری در دمای پایین باعث افزایش عمر لوله نشده و بعد از انقضای تاریخ مصرف لوله، نباید آنرا مصرف نمود .

از نگهداری لوله ها در مکانهای زیر باید خودداری بعمل آید:

- کنار پنجره و در معرض نورخورشید
- قفسه های نزدیک منابع حرارتی
- کنار موتورهای ماشین

تأثیر عوامل محیطی بر لوله های گازیاب :

لوله های گازیاب در شرایط طبیعی فشار محیط خارجی، دما و رطوبت توسط سازنده کالیبره شده اند. (فشار ۱۰۱۳ میکروبار برابر با ۷۶۰ میلیمتر جیوه دمای ۲۰ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۶۵ تا ۷۰ درصد) عوامل مختلف محیطی باعث تغییرات جزئی در گازیاب می شوند. زمان نمونه برداری با لوله ها، اگر شرایط محیطی منطبق با استاندارد نبود باید میزان قرائت شده را با شرایط استاندارد تطبیق یا تصحیح نمائیم.

به منظور تصحیح فشار از رابطه ذیل استفاده می گردد :

$$C = \frac{R}{P/1013}$$

C: تراکم واقعی گاز R: قرائت لوله

برای تطبیق دما نیز، خنک یا گرم کردن گاز در دمای مناسب توسط برخی از سازنده ها پیشنهاد شده است. تصحیح دما و رطوبت با توجه به بروشور داخل جعبه دتکتور تیوب انجام می گیرد.

نمونه برداری درازمدت با لوله های آشکارساز

جهت نمونه برداری های درازمدت با لوله های آشکارساز از پمپ نمونه برداری فردی با دبی ۱۰ تا ۲۰ میلی لیتر در دقیقه استفاده می گردد. واحد اندازه گیری بر روی لوله های آشکارساز مورد استفاده در نمونه برداری دراز مدت بر حسب میکرولیتر (μl) است که در نهایت مقدار μl با توجه به حجم هوایی نمونه برداری شده به ppm تبدیل می گردد. در استفاده از این نوع لوله ها باید به حداکثر مدت زمان نمونه برداری توجه گردد تا حجم نمونه برداری از حجم توصیه شده بیشتر نشود. زمان نمونه برداری، دبی و حجم هوای نمونه برداری شده بوسیله شرکت سازنده لوله آشکارساز توصیه می شود. در پایان باید شرایط مربوطه به دما و فشار در محاسبات آورده شود. لازم بذکر است در طی عمل نمونه برداری لازم است لوله آشکارساز در وضعیت عمودی قرار گیرد.

مراحل نمونه برداری با لوله های آشکارساز مخصوص نمونه برداری درازمدت

- ۱- قبل از استفاده از لوله های آشکارساز، برای تعیین دقت لوله ها، یکی از لوله ها را می توان با مقادیر معین از ترکیب شیمیایی آزمایش نموده این عمل جزء مراحل نمونه برداری بوده و میزان بازیافت ماده موردنظر از لوله تعیین می گردد.
- ۲- لوله آشکارساز از نظر زمان استفاده مورد بازرسی قرار گرفته و برگه اطلاعات داخل جعبه که در آن توصیه های مربوط به زمان نمونه برداری، دبی و حجم هوای نمونه برداری ذکر شده است مورد مطالعه قرار گیرد.
- ۳- پمپ = نمونه برداری فردی با یک وسیله کالیبراتور در حالتی که لوله آشکارساز به آن متصل است کالیبره می گردد. دبی پیشنهاد شده معمولاً بین ۱۰ تا ۲۰ میلیتر در دقیقه است.
- ۴- دو سر لوله آشکارساز جدید جهت نمونه برداری را شکسته و مطابق علامت (\leftarrow) به پمپ وصل می گردد. زمان شروع نمونه برداری را یادداشت نموده تا با توجه به دبی توصیه شده، حجم نمونه تعیین گردد.
- ۵- با خاتمه زمان نمونه برداری، آخرین تغییر رنگ روی لوله آشکارساز خوانده شده و محاسبات مربوطه انجام میگردد.

پمپ های مورد استفاده در نمونه برداری آبی با لوله های آشکارساز

پمپ های نمونه برداری مورد استفاده برای لوله های آشکارساز به دو دسته کلی تقسیم می شوند :

۱- پمپ های پیستونی (شکل شماره ۶-۲)

۲- پمپ های آکاردئونی

هر چند که هر دو پمپ مقدار هوایی را که هر بار وارد لوله آشکارساز می نمایند ml ۱۰۰ بوده ولی نحوه عمل آنان با هم متفاوت است بعضی از پمپهای پیستونی دارای یک اوریفیس در ابتدای ورودی بوده که مقدار هوای وارد شده به پمپ را کنترل می نمایند ولی بعضی از پمپ های پیستونی اوریفیس نداشته و کنترل دبی بیا متفاوت لوله آشکارساز انجام می گیرد. لوله های آشکارسازی که به پمپهای آکاردئونی وصل میگردند اندکی بلندتر از آشکارسازهای هستند که به پمپهای پیستونی وصل می شوند بعضی از پمپ های پیستونی یا آکاردئونی با هر بار کشیدن عمل شمارش را بطور خودکار انجام می دهد ولی در بعضی دیگر شماره آنان را بایستی با دست تغییر داد.

در پمپهای آکاردئونی با هر بار رها کردن دسته ، ۱۰۰ میلی لیتر هوا وارد می گردد که امکان محدود کردن ۱۰۰ ml حجم هوا وجود ندارد در حالیکه در پمپهای پیستونی امکان محدود کردن وجد داشته و در بعضی از پمپها ۵۰ ml را می توان کشید و با چرخاندن دسته ، پمپ قفل می گردد و حتی در بعضی دیگر از پمپها امکان کشیدن ۲۵ و ۷۵ میلی لیتر نیز وجود دارد .

روی اکثر پمپ ها سوراخی کوچک جهت شکستن قسمت های ورودی و خروجی لوله های آشکارساز وجود داشته که عمل نمونه برداری با سهولت و بدون نیاز بوسیله دیگری جهت شکستن انجام گیرد.

تست نشت هوا در پمپهای آکاردئونی

دسته پمپ را فشار داده آنگاه یک لوله آشکارساز استفاده نشده (دو سر آن نشکسته باشد) به پمپ وصل می گردد به مدت ۲ دقیقه صبر کرده چنانچه دسته پمپ به وضعیت اولیه خود بازنگردد نشانه عدم نشتی در پمپ می باشد.

تست نشت هوا در پمپهای پیستونی

- ۱- چنانچه پمپ پیستونی دو تا اوریفیس داشته باشد سر پمپ را چرخانده و در بالاترین موقعیت قرار داده می شود .
- ۲- یک عدد لوله آشکارساز استفاده نشده به پمپ وصل می گردد و دسته آن بطرف عقب در جایی که قفل می گردد کشیده می شود این عمل بطور معمول با فشار انجام می گیرد.
- ۳- بمدت ۲ دقیقه صبر کرده و دسته پمپ به آهستگی رها می گردد که به پمپ آسیبی وارد نشود چنانچه هیچگونه نشتی در پمپ وجود نداشته باشد باید دسته در قسمت انتهای پیستون متوقف گردد چنانچه توقف در بیش از ۵ CC در مدت ۲ دقیقه انجام گیرد و با گذشت زمان تغییری ایجاد نشود در پمپ احتمالاً نشت وجود دارد.

روش کالیبراسیون پمپهای پیستونی و آکاردئونی

- ۱- چنانچه پمپ مورد استفاده دارای دو اوریفیس باشد عمل کالیبراسیون جهت هر اوریفیس بطور جداگانه انجام می گردد.
- ۲- قبل از کالیبراسیون پمپ از نظر وجود نشت بایستی آزمایش گردد.
- ۳- ورودی لوله آشکارساز متصل به پمپ به قسمت بالای یک بورت ۲۰۰ میلی لیتر با یک لوله انعطاف پذیر وصل می گردد.
- ۴- انتهای بورت را در محلول گذاشته و در همان لحظه دسته پمپ پیستونی کشیده می شود چنانچه از پمپ آکاردئونی استفاده می گردد ابتدا دسته ارتجاع پذیر را کاملاً به هم فشرده و در زمانی که انتهای بورت در محلول است بخش ارتجاعی رها می گردد تا هوا وارد پمپ شود .
- ۵- زمان رسیدن حباب از قسمت مردج تا زمانی که متوقف می گردد بوسیله کرومتریاداشت شده و با توجه به حجم بورت دبی پمپ محاسبه می شود .

زمان رسیدن حباب با زمان مشخص شده در برگه اطلاعات لوله آشکارساز مقایسه شده و میزان دقت در کالیبراسیون تعیین می گردد. چنانچه میزان خطا بیش از ۵٪ باشد پمپ بایستی تعمیر گردد.

نمونه برداری غیرفعال براساس تغییر رنگ

کاربرد نمونه برداری های غیرفعالی که براساس درجه تغییر رنگ عمل می نمایند راحت بوده بطوریکه برای شروع نمونه برداری در یک مکان آویخته می شوند، با افزایش زمان تماس درجه تغییر رنگ بیشتر شده که اساس عمل مانند لوله های آشکارساز مورد استفاده در روش فعال است . بدین صورت که یک ماده شیمیایی به یک گرانول بی اثر و یا کاغذی آغشته می شود که با عبور آلاینده از روی ماده شیمیایی واکنش رخ داده و منجر به تغییر رنگ می گردد . کاغذ یا گرانول در داخل یک سطح متخلخل و یا در داخل لوله قرار می گیرد لوله یا کاغذ دوزیمتر در داخل یک نگهدارنده قرار میگیرد که نگهدارنده دوزیمتر را در مدت استفاده محافظت نموده و تاثیرات هوای جاری در محل نمونه برداری را به حداقل می رساند . نگهدارنده دارای یک گیره بوده که بوسیله آن بر روی یقه کارگر یا محل موردنظر وصل می گردد . مقدار ماده آلاینده از روی مقایسه واحد تغییر رنگ ایجاد شده با رنگ توصیه شده بوسیله کارخانه سازنده مشخص می شود. در بعضی از لوله ها مقیاس ppm در ساعت (ppm-HR) نوشته شده که در پایان از تقسیم عد بدست آمده به ساعت نمونه برداری محاسبه می گردد . بعضی از لوله ها برای استفاده در چندین روز طراحی شده اند این لوله ها را می توان برای ۱ تا ۷ روز در مکانهای که آلودگی ناچیز است وصل کرده و هرچند که

نتایج بدست آمده چندان دقیق نیست ولی جهت تعیین آلاینده و یا اطلاعات اولیه مفید می باشند دبی پیش بینی شده جهت نمونه برداری های غیرفعال معمولاً در حدود 0.1 ml/min است که در پایان محاسبات براساس آن انجام می گیرد. از معایب این روش می توان به تاثیر سرعت جریان هوا در جلوی وسیله نمونه بردار، تصحیح دمایی و میزان دبی ورودی اشاره کرد که این عوامل باید برای هر آلاینده جداگانه در نظر گرفته شود. دقت دوزیمترهای غیرفعال در حدود 0.25 است که با توجه به نوع کارخانه سازنده متفاوت می باشد.

در شروع نمونه برداری، لوله های دوزیمتر شکسته و یا اینکه چنانچه بصورت بسته باشند. از پوشش در آورده و در محل نمونه برداری موردنظر گذاشته می شوند زمان شروع و خاتمه نمونه برداری ثبت شده و پس از پایان نمونه برداری طول رنگ ایجاد شده با منحنی کالیبراسیون که بوسیله کارخانه سازنده توصیه شده است مقایسه و مقدار غلظت تعیین می گردد.

لوله های اشکارساز قابل حمل و ارزان بوده، غلظت آلاینده را سریعاً مشخص نموده و جهت بسیاری از ترکیبات شیمیایی در دسترس هستند.

۲. گازسنج های الکتروشیمیایی

اصولاً این دستگاه ها نسبتاً کوچک و قابل حمل بوده و وزنی کمتر از ۲ پوند دارن در بعضی از انواع آنها یک پمپ مکنده وجود دارد که هوا را به درون دستگاه می کشد. هوا از درون یک محفظه نمونه برداری که حاوی یک سنسور یا گیرنده حساس است عبور می کند و در اثر فعل و انفعال شیمیایی تولید سیگنال الکترونیکی می شود و نتیجه روی قرائت کننده دیجیتالی یا آنالوگ تفسیر می شود. جهت شناسایی هر گاز نیاز به سنسور مربوطه می باشد که باید قبل از استفاده براساس دستورالعمل سازنده کالیبره گردد. این گازسنج ها به شکل تک سنسوره و چند سنسوره در دسترس می باشد ولی تنوع سنسورهای موجود می باشد و برای آلاینده هایی که بیشتر در محیط های صنعتی تولید می شود موجود میباشد.

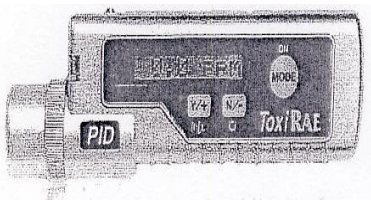


۳. گازسنج یونیزاسیون نوری

اشکارسازهای یونیزاسیون نوری یا PIDs که گاهی به این نام خوانده می شوند، نمونه ای از دستگاه هایی هستند که عمدتاً برای شناسایی بخارهای آلی نظیر الکل ها، کتون ها و سایر ترکیبات به کار میروند.

مکانیسم عملکرد، استفاده از انرژی نوری حاصل از یک لامپ کوچک ماورای بنفش است. پمپ درون دستگاه، هوا را به درون اتاقک آزمایش می کشد؛ که در اینجا انرژی نوری ساطع شده از لامپ توسط مولکول های آلاینده جذب می شود. این عمل باعث می شود ذرات باردار شده یا یون هایی تولید شود که توسط یک الکتروود جمع آوری شده و تولید جریان می کند؛ که میزان جریان متناسب با غلظت یون های آلاینده ی (مولکول ها) موجود در اتاقک آزمایش است. نتایج فرستاده شده توسط سیگنال درون دستگاه به وسیله ی قرائت کننده، خواننده می شود. یکی از محدودیت های این نوع دستگاه ها این است که آن ها غیر اختصاصی هستند؛ به عبارت دیگر، این دستگاه ها اغلب برای شناسایی یا غربالگری مجموعه ای از آلاینده های شناخته شده یا مشکوک، مفید می باشند. محدودیت دیگر این دستگاه ها این است که عملکردشان وابسته به یونیزه شدن مولکول ها توسط لامپ در اتاقک آزمایش است. بعضی از مولکول ها برای یونیزه شدن نیاز به انرژی بیشتری دارند. مقدار انرژی مورد نیاز برای یونیزه کردن یک مولکول، مشخصه ای فیزیکی است که پتانسیل یونیزاسیون یا IP موسوم است و برحسب الکترون ولت با نماد ev نمایش داده می شود. (برای مثال، پتانسیل اتیل بنزن، 8.76 ev است).

همچنین انرژی سطوح خروجی لامپ ها در آشکارسازهای یونیزاسیون نوری (PID) ها، برحسب ev داده شده اند. به منظور شناسایی و ردیابی یک آلاینده با استفاده از یک PID، پتانسیل یونیزاسیون مولکول های آلاینده باید برابر یا کمتر از انرژی خروجی لامپ در دستگاه باشد. چون پتانسیل یونیزاسیون بخارهای رایج هوا برد بسیار متفاوت است، اغلب PID ها می توانند با لامپ هایی که انرژی های خروجی متفاوتی دارند تطبیق داده شوند. این امر باعث استفاده از یک لامپ در محدوده ی انرژی موردنیاز برای شناسایی



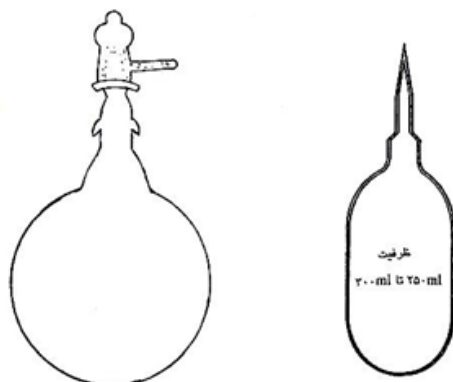
وجود الاینده های مربوطه می شود . استفاده از یک لامپ پرنرژی ممکن است به نظر برسد که محدوده ی وسیعی از کاربرد را فراهم نماید؛ اما لامپ های پرنرژی بادوام نبوده و نمی توانند برای یک ترکیب خاص، پاسخی مانند پاسخ یک لامپ کم انرژی ، ایجاد نمایند . استفاده از لامپ پرنرژی به هیچ وجه کیفیت دستگاهی که به وسیله ی خصوصیت فیزیکی منحصر به سنسور محدود شده است، افزایش نمی دهد .

نمونه برداری گراب

این نوع نمونه برداری تحت عنوان اندازه گیری کوتاه مدت، نمونه برداری نقطه ای یا آبی نیز خوانده می شود . علت این نامگذاری این است که مدت زمان نمونه برداری معمولاً کمتر از ۵ دقیقه است . این روش، روش مناسبی برای اندازه گیری حداکثر تراکم آلاینده در هوای محیط کار است . متداول ترین وسایلی که در نمونه برداری آبی استفاده می شود عبارتند از :

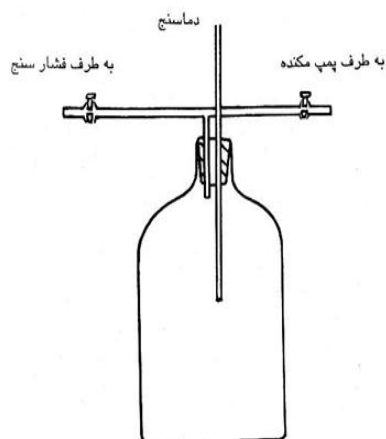
الف) فلاسکهای خلاء : ظروفی با ظرفیت ها و شکل های گوناگون هستند . در همه ی این وسایف فشار داخل ظرف به وسیله ی مکش هوای درون آن کاهش می یابد. گنجایش آنها ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ میلی لیتر است . پس از اینکه فشار داخل ظرف با استفاده از پمپ تقریباً به صفر رسید، سر فلاسک بسته می شود . در هنگام استفاده ، سر فلاسک شکسته شده (فلاسک های شیشه ای) و نمونه برداری انجام می گیرد . سپس مجدداً سر آن بسته شده (به وسیله ی موم) و به آزمایشگاه منتقل می گردد.

بعضی فلاسک های خلاء فلزی هستند . در مورد ظروف فلزی گفتنی است که نمی توان از آنها برای نمونه برداری از برخی از انواع آلاینده هایی که با فلز ترکیب می شوند استفاده نمود . ظروف فلزی همانند قوطی حشره کش هستند که هوای درون آنها تخلیه شده است . با فشار بر روی سر قوطی ، هوا وارد آن شده و پس از اتمام نمونه برداری به آزمایشگاه منتقل می شود . در شکل ذیل برخی از انواع ظروف خلاء نشان داده شده است.



ظروف خلاء مورد استفاده در نمونه برداری گراب.

برخی مواقع، هوای داخل بطری یا فلاسک کاملاً تخلیه نمی شود . در این حالت، خلاء نسبی در داخل فلاسک نمونه برداری وجود دارد . شکل ذیل یک بطری نمونه برداری با خلاء نسبی را نشان می دهد .



روش استفاده از این ظرف بدین ترتیب است که با باز کردن شیر منتهی به پمپ ، هوای داخل ظرف تخلیه می شود و یک خلاء نسبی در ظرف ایجاد می شود . پس از بستن شیر ، شیر فشارسنج باز می شود و فشار درون ظرف اندازه گیری می شود . سپس فشارسنج و پمپ باز شده و بطری برای نمونه برداری به محیط کار منتقل می شود با مشخص بودن عوامل موثر و با استفاده از فرمول زیر حجم هوای نمونه برداری شده تعیین می شود.

$$V_2 = V_1 \left[1 - \frac{T_2 P_1}{T_1 P_2} \right]$$

بطری نمونه برداری با خلاء نسبی

در این فرمول :

T1 = دمای مطلق هوای درون بطری در حالت تخلیه

T2 : دمای مطلق هوای درون بطری پس از نمونه برداری

P1 = فشار هوای درون بطری در حالت تخلیه

P2 = فشار هوای درون بطری پس از نمونه برداری

V1 = حجم بطری

V2 = حجم هوای نمونه برداری شده

ب) جابجایی گاز یا مایع : در روش جابجایی گاز یا مایع، از یک ظرف که حجم معینی دارد دو دارای دو شیر ورودی و خروجی است استفاده می شود. آن گاه در حالی که هر دو شیر باز است به وسیله ی پمپ، هوا مکش می شود (شکل ۳-۳). حجم هوایی که مکش می شود می بایست ۱۰ تا ۱۵ برابر حجم ظرف باشد تا تراکم آلاینده در هوای درون آن حتی الامکان به تراکم موجود در هوای نمونه برداری (هوای محیط) نزدیک شود. زمان لازم برای اینکه تراکم آلاینده در ظرف به ۹۹٪ تراکم آن در هوای محیط برسد از رابطه ی زیر بدست می آید :

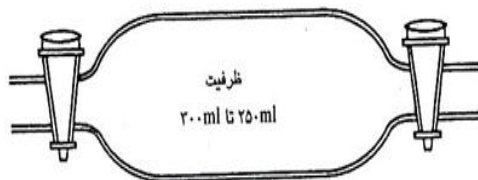
$$T_{\%99} = 4/605 \frac{a}{b}$$

a = حجم ظرف (lit)

b = فلوی پمپ (lit/min)

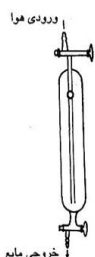
t = زمان (min)

پس از نمونه برداری هر دو شیر بسته شده و ظرف به آزمایشگاه منتقل می شود.



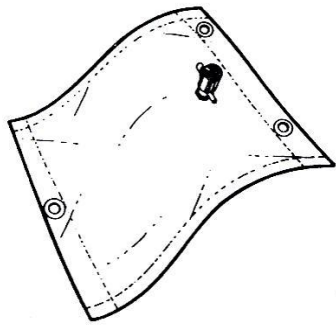
وسیله و روش کار در نمونه برداری از گازها و بخارات براساس جابجایی گاز.

گاهی اوقات نیز از روش جابجایی مایع استفاده می شود. در این حالت ظرف از آب پر شده و شیرها بسته می شوند. در محیط کار هر دو شیر باز می شود. هنگام خارج شدن آب از ظرف، هوای محیط کار جایگزین می شود. این روش، ساده ترین روش گرفتن حجم معینی از نمونه ی هواست. البته از این روش، باید هنگامی استفاده شود که آلاینده در آب نامحلول باشد. ظرف های مورد استفاده در این روش شیشه ای یا فلزی هستند برای نمونه برداری از هوایی که آلاینده آن SO2 و NO2 و به طور کلی آلاینده هایی که با فلز ترکیب می شوند، نمی توان از ظروف فلزی استفاده کرد.



ظرف شیشه ای برای نمونه برداری مداوم براساس روش جابجایی مایع.

نوعی از این وسایل وجود دارد که در نمونه برداری مداوم مورد استفاده قرار می گیرد (شکل فوق). این وسیله از جنس شیشه بوده و دارای دو شیر یکی در پایین و دیگری در بالا می باشد. ظرف از مایع پر می شود و سپس به محیط کار انتقال می یابد. آنگاه در محیط کار، هر دو شیر به گونه ای باز می شود که سرعت خروج مایع بسیار کم باشد. بدین ترتیب، نمونه برداری در مدت طولانی یک یا چند ساعت انجام می پذیرد.



پ) کیسه های نمونه برداری : کیسه های نمونه برداری هم در جمع آوری و

نمونه گیری از هوا و هم در تهیه ی اتمسفر استاندارد با تراکم در حد ppb و تا ۱۰ درصد حجمی مورد استفاده قرار می گیرند . کیسه ها دارای اندازه ، جنس و شکل متفاوتند و در حجم های ۲۵۰ میلی لیتر، ۵ لیتر تا ۱۵ لیتر که در بهداشت حرفه ای بیشترین کاربرد را دارند ساخته می شوند . البته برخی انواع پلی اتیلنی آنها ۱۰۰ تا ۲۰۰ لیتر گنجایش دارند (وقتی به حجم بالایی از هوا نیاز باشد از آنها استفاده می شود) جنس این کیسه ها از مواد پلاستیکی نظیر پلی استر، PVC ، تفلون یا دیگر فلوروکربن هاست . کیسه های نمونه برداری سبک بوده ، غیرقابل شکستن، ارزان قیمت و استفاده از آنها آسان است. هوای موردنظر به وسیله ی پمپ به داخل کیسه منتقل می شود .

حجم این کیسه ها مشخص است ، به گونه ای که بیشتر از آن حجم ، هوا وارد کیسه نمی شود و غیرقابل انعطاف اند . تحقیقات نشان داده است که کیسه های تدار (که از جنس فلوروکربن هاست) بهترین نوع برای نمونه برداری کوتاه مدت است و کیسه های آلومینیومی برای وقتی که نمونه قبل از تجزیه مدت زمان طولانی باقی می ماند بهترین گزینه اند . کیسه ها باید برای نشت یابی آزمایش شوند . کیسه های استفاده شده می بایست با هوای فشرده تمیز شوند (چند دفعه آن را پر و خالی می کنند) تا فاقد هرگونه آلودگی گردند. انواع حجمی تر این کیسه ها می توانند برای نمونه برداری درازمدت نیز مورد استفاده قرار گیرد . شکل ۳-۵ نمونه ای از این کیسه ها را نشان می دهد .

ت) سرنگ های نمونه برداری : سرنگ ها حجم های مختلفی دارند (۱۰ تا ۵۰ میلی لیتر) ، شیشه ای یا پلاستیکی بوده ، ارزان

قیمت و کاربرد ساده ای دارند.

نمونه برداری مداوم یا درازمدت

در اغلب موارد برای اندازه گیری تراکم گازها و بخارات در هوای محیط کار، به علت پایین بودن غلظت آلاینده می بایست حجم زیادی از هوا از ماده جاذب عبور داده شود تا آلاینده به وسیله ی محیط جاذب استخراج و تغلیظ گردد و مقدار کافی از آلاینده بدام افتد . در این مورد وسایل نمونه برداری از هوا عبارتند از:

وسایل جمع آوری و جذب مواد

دستگاه های مکند هوا

وسایل اندازه گیری حجم هوا

در اینجا به بحث پیرامون وسایل جمع آوری و جذب آلاینده پرداخته می شود . وسایلی که برای نمونه برداری مداوم ساخته شده اند براساس مکانیسم های گوناگونی که مهمترین آنها جذب و جذب سطحی می باشند آلاینده موردنظر را از نمونه ی هوا جدا می کنند . در زیر، هر یک از این مکانیسم ها به طور جداگانه شرح داده شده اند .

جاذب ها

نظریه ی جذب گازها و بخارات از هوا به وسیله ی محلول جاذب توسط الکینز مطرح شد . براساس این نظریه، آلاینده در محلول جاذب حل می شود یا واکنش می دهد (نظیر آمونیاک در اسید سولفوریک) . در طول نمون برداری رفته رفته تراکم آلاینده در محلول جاذب افزایش می یابد . تا زمانی که تعادل میان تراکم آلاینده، در محلول جاذب و هوا ایجاد شود، افزایش تراکم آلاینده در محلول جاذب ادامه خواهد داشت . عمل جذب هیچ گاه کامل نیست . بخشی از آلاینده ممکن است در اثر ادامه ی نمونه برداری از محلول جاذب خارج شود، اما به وسیله ی آلاینده ای که در هوای ورودی وجود دارد جایگزین می گردد. بدین ترتیب، وقتی تعادل یاد شده ایجاد شد، تراکم آلاینده در محلول جاذب

دیگر افزایش نمی یابد. برخی از آلاینده هایی که می توان از طریق جذب نمونه برداری کرد عبارتند از آمونیاک، بوتانول، CO₂، تتراکلرید کربن، استن، استالدئید، فرم آلدئید، NO₂، اوزون، کلر، فنل، SO₂ و ...

براساس تحقیقات انجام شده راندمان جمع آوری و جذب آلاینده در روش جذب به عوامل زیر بستگی دارد:

- حجم هوای نمونه برداری شده

- حجم محلول جاذب

- فراریت آلاینده موردنظر

بدین ترتیب، راندمان جمع آوری را می توان با استفاده از روش های زیر افزایش داد.

- سرد کردن محلول جاذب

- افزایش حجم محلول جاذب با سری کردن چند محیط جاذب

به طور کلی، جذب گازها و بخارات به وسیله ی واکنش های شیمیایی به عوامل زیربستگی دارد:

- اندازه ی حباب های هوای تولید شده در بطری گازشوی

- واکنش آلاینده با مولکول های محلول جاذب

- سرعت واکنش

- وفور محلول جاذب

اگر سرعت واکنش زیاد باشد و محلول جاذب به اندازه ی کافی وجودداشته باشد، آلاینده به خوبی به دام افتاده و در محلول نگه داشته می شود. برعکس، اگر سرعت واکنش کم باشد و فلوی نمونه برداری به اندازه ی کافی پایین نباشد، از راندمان جمع آوری و جذب کاسته خواهد شد.

براساس مطالب گفته شده، می توان عوامل مهم و موثر در جذب آلاینده توسط محلول جاذب را به صورت زیر بیان داشت:

الف) حلالیت آلاینده در محلول جاذب

ب) قدرت حلالیت محلول جاذب

پ) میزان انتشار آلاینده در مایع

ت) فشار بخار آلاینده در دمای نمونه برداری

ث) واکنش شیمیایی آلاینده با محلول جاذب (مثلاً نقش پیوند ئیدروژنی در جمع آوری استن در کلروفرم)

ج) سطح تماس (اندازه ی حباب هوا) و زمان تماس (فلوی عبوری) آلاینده با محلول جاذب، به منظور جمع آوری و جذب آلاینده براساس پدیده جذب چهار نوع وسیله وجود دارد که عبارتند از:

الف) بطری گازشوی ساده (ب) جاذب های مارپیچی (پ) بابلرهای متخلخل (ت) ستون حاوی گلول های شیشه ای

عمل اصلی در همگی آنها ایجاد تماس کافی بین آلاینده و محلول جاذب است به طوری که آلاینده از طریق انحلال یا واکنش شیمیایی در محلول جاذب به دام افتاده و جذب می شود. هر یک از انواع یاد شده خود دارای انواع گوناگونی هستند که در زیر شرح داده شده اند.

الف) بطری های گازشوی ساده:

این بطری ها برای جمع آوری و جذب آلاینده هایی که به سادگی در محلول جاذب حل می شوند یا واکنش می دهند مناسبند. حل شدن متانول و بوتانول در آب، استر در الکل و کلریدهای آلی در بوتیل الکل، مثال هایی از این موردند. در مورد جذب از طریق واکنش، می توان H₂S که با سولفات کادمیوم واکنش می دهد یا آمونیاک که با اسیدسولفوریک رقیق واکنش می دهد را در نمود.

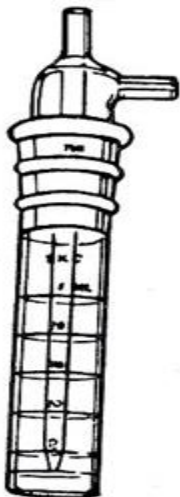
بطریهای گازشوی، ظروف کوچک شیشه ای با ظرفیت های مختلف می باشند که محلول جاذب در آنها ریخته می شود و در بالای آنها دو مجرا برای ورود و خروج هوا تعبیه شده است. تنها راه ورود هوا لوله ای است که به یکی از مجاری در بالای بطری متصل بوده و تا نزدیکی ته بطری در حالی که در درون محلول جاذب غوطه ور است ادامه دارد. هنگامی که دستگاه مکنده بکار افتد، راه خروج هوا اجباراً از داخل محلول می باشد و در نتیجه هوا ضمن عبور از محلول جاذب گازها و بخارات خود را بجای می گذارد. میزان جذب آلودگی به عوامل گوناگون نیز جمله ارتفاع مایع و قطر بطری نمونه گیری بستگی دارد. اگر دو، سه یا چهار بطری بطور سری پشت سر هم قرار گیرند، راندمان جمع آوری و جذب گازها و بخارات افزایش می یابد.

بطری های گازشوی ساده دارای انواع مختلف می باشند که معروفترین آنها عبارتند از:

-ایمپینجر گرین بورگ - اسمیت: این نوع ایمپینجر طرح اولیه و اصلی ایمپینجرهاست که ابتدا برای نمونه برداری و جمع آوری گرد و غبار طراحی و ارائه شده بود، اما بعدها به طور گسترده ای برای جمع آوری فیوم ها و بخارها بکار گرفته شد. این وسیله از یک نازل تشکیل شده که در یک سیلندر یا فلاسکی که حاوی محلول جاذب است قرار می گیرد. در طرح اصلی قطر خارجی نازل ۱۳ mm و طول آن ۳۲ cm و انتهای آن به صورت روزنه با قطر ۲/۳ میلی متر بوده که در سیلندر یا فلاسکی به حجم ۵۰۰ ml که حاوی ۲۵۰-۲۲۵ میلی لیتر محلول جاذب بوده، قرار می گرفت. طرح ارائه شده سپس توسط محققان دیگر از جمله هیچ اصلاح گردید و اینک ایمپینجر گرین بورگ - اسمیت و هیچ دارای لوله ای با قطر خارجی ۱۵mm و طول ۲۷/۵ cm استو روزنه ی انتهایی نیز ۲/۳ mm می باشد این نازل در سیلندر یا فلاسکی با ارتفاع ۲۱ cm و قطر ۵ cm قرار گرفته است. هوای موردنظر با دبی یک فوت مکعب در دقیقه و با سرعت ۱۰۰ متر در ثانیه از میان ۱۰۰ ml -۷۵ محلول جاذب کشیده و نمونه برداری می گردد.

-میدجت ایمپینجر: این بطری نمونه گیر یکی از پرمصرف ترین وسایل نمونه برداری هوای آلوده در بررسیهای مختلف است. طرح اولیه میدجت ایمپینجر در سال ۱۹۳۸ به صورت یک لوله ی شیشه ای و یک متوقف کننده لاستیکی ابداع گردید (شکل ۳-۶). گرچه طرح اولیه میدجت ایمپینجر برای نمونه برداری از آئروسول ها (گرد و غبار و ...) بوده، اما جهت نمونه برداری از گازها و بخارات نیز مورد استفاده قرار گرفت.

راندمان جمع آوری این بطری ۹۵-۸۵ درصد است. در صورتی که گاز یا بخار موردنظر به میزان بالایی در مایع جاذب محلول باشد و یا اینکه به سرعت با محلول واکنش دهد این راندمان به ۹۹-۹۵ درصد نیز می رسد. همچنین، می توان با سری بستن دو میدجت ایمپینجر راندمان جمع آوری را افزایش داد.

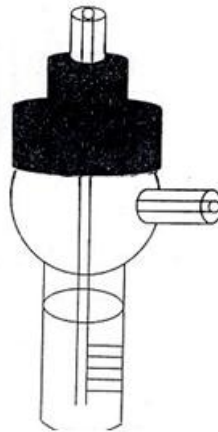


میدجت ایمپینجر.

گنجایش میدجت ایمپینجر ۳۰ میلی لیتر است، اما حجم مایع جاذبی که در آن ریخته می شود معمولاً ۲۰-۱۰ میلی لیتر می باشد. در نمونه برداری از آئروسول ها، هوا با دبی ۲/۸ لیتر در دقیقه از محلول جاذب عبور کرده و نمونه برداری انجام می شود. هنگامی که هدف، جمع آوری و نمونه برداری از گازها و بخارات است فلوی نمونه برداری حداکثر ۲ لیتر در دقیقه است. بر روی لوله ی ورودی هوا (نازل) یک قطعه ی پلاستیکی قابل تنظیم وجود دارد که قطر آن کمی کمتر از قطر داخلی میدجت ایمپینجر است. صفحه ی پلاستیکی پس از ریختن محلول جاذب کمی بالاتر از سطح محلول تنظیم می شود تا از پیدایش حباب های بزرگ هوا و همچنین از ورود محلول جاذب به پمپ مکنده جلوگیری کند. برای تعیین راندمان جمع آوری، ابتدا چند میدجت ایمپینجر به صورت سری با یکدیگر متصل می شوند، سپس درون آنها به مقدار کافی محلول جاذب ریخته شده، آنگاه هوای حاوی آلاینده موردنظر از نظر عبور داده می شود. پس از اتمام نمونه برداری، مقدار آلاینده جذب شده در تمام میدجت ایمپینجرها اندازه گیری می شود. آنگاه، با استفاده از رابطه ی زیر راندمان جمع آوری و جذب تعیین می شود.

$$\text{مقدار آلاینده در میدجت ایمپینجر اول} \\ \text{مقدار کل آلاینده} \times 100 = \text{راندمان جمع آوری}$$

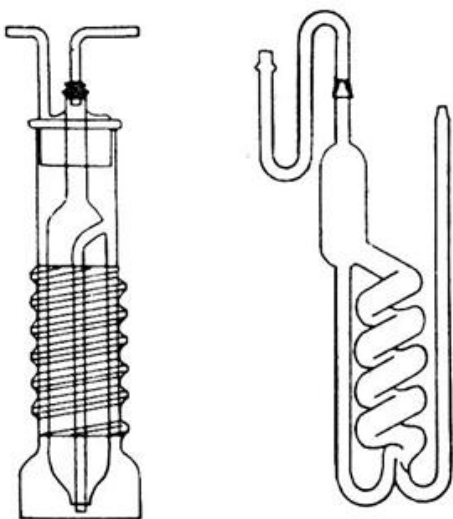
میکروایمپینجر : میکروایمپینجر در واقع طرح کوچک شده ی میدجت ایمپینجر است (به مقیاس $\frac{1}{p}$). فلوی نمونه برداری و نیز حجم مایع جاذب برابر $\frac{1}{p}$ مقدار آن در میدجت ایمپینجر است . این وسیله به گونه ای طراحی شده است که محلول جاذب درون آن در اثر واژگونی و جابجایی به بیرون نمی ریزد و به همین دلیل این وسیله برای نمونه برداری های فردی مناسب است . شکل ذیل نمونه ای از میکروایمپینجر را نشان می دهد.



شمایی از یک میکروایمپینجر که در نمونه برداری فردی با روش جذب استفاده می شود.

(ب) بطری های نمونه گیر با لوله ی مارپیچی :

در بطری های جاذب مارپیچی ، بین هوای نمونه برداری شده و محلول جاذب تماس طولانی تری برقرار می گردد، زیرا در این نوع وسیله، نمونه ناچار است که یک مسیر مارپیچی را که ۵ تا ۱۰ برابر مسیر دربطری های ساده است از میان مایع طی نماید. افزایش زمان ماند و طولانی تر شدن مسیر عبور آلاینده از درون محلول جاذب سبب می شود که بطری های نمونه گیر با لوله های مارپیچی وسیله ای مناسب برای آلاینده هایی باشند که انحلال متوسطی داشته یا واکنش آهسته ای با محلول جاذب دارند. شکل روبرو دو نمونه از بطری های نمونه گیر با لوله ی مارپیچی را نشان می دهد.



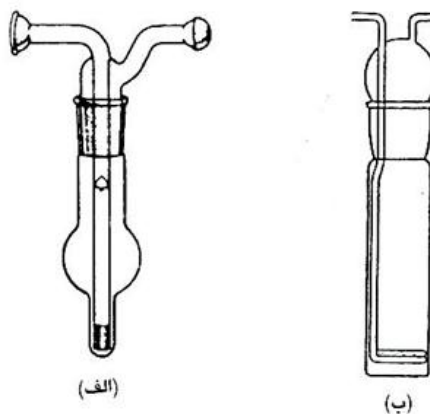
بطری های نمونه گیر با لوله ی مارپیچی.

پ) بابلرهای متخلخل :

در این بطری ها ، لوله ی ورودی هوا در انتها به صورت متخلخل درآمده و این امر باعث می گردد که هوای وارده از سطح متخلخل گذشته و حباب های بسیار ریزی ایجاد شود و در نتیجه سطح تماس گاز یا بخار با محلول جاذب افزایش یابد . به همین دلیل، بابلرهای متخلخل نسبت به بطری های ساده از راندمان جذب بالاتری برخوردار هستند .

بابلرهای متخلخل خود به انواع ریز (برای آلاینده هایی که فرارند و جمع آوری آنها دشوار است)، درشت (برای آلاینده هایی که حلالیت آنها کم و واکنش پذیری پایینی دارند) و خیلی درشت (برای آلاینده هایی که قابل حل یا واکنش پذیر هستند) طبقه بندی می شوند .

اگر چه نوع ریز برای نمونه برداری مناسب تر می باشد، اما افت فشار زیادی را ایجاد می کند. هنگام نمونه برداری با بابلرهای متخلخل، نمونه هوا باید دارای گردو غبار کمی باشد، زیرا ذرات معلق منافذ سطح متخلخل را مسدود نموده و یا در تجزیه اختلال ایجاد می کند . برای رفع این مشکل باید یک ماده غیرفعال یا پیش فیلتر غیرجاذب نظیر فیلتر فایبرگلاس با PVC در ورودی جریان هوا قرار گیرد . شکل ۳-۹ دو نمونه از بابلرهای متخلخل را نشان می دهد .

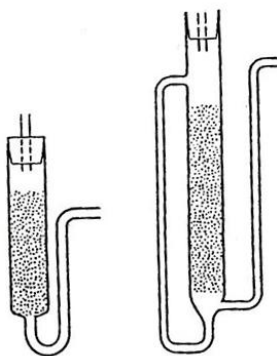


بابلرهای متخلخل. الف) بابلر متخلخل که برای نمونه برداری از دی اکسید ازت استفاده می شود و ب) بابلر متخلخل معمولی.

ت) ستون های حاوی گوی های شیشه ای :

ستون های حاوی گوی های شیشه ای هنگامی کاربر دارند که جمع آوری محلول های غلیظی از آلاینده موردنظر باشد در این ستون ها گوی های شیشه ای با محلول جاذب آغشته می شوند و بدین ترتیب سطح وسیعی را برای جمع آوری نمونه فراهم می سازند . (شکل ۳-۱۰) در اینجا، فلوی نمونه برداری پایین بوده و در گستره ی ۰/۲۵ تا ۰/۵ لیتر در دقیقه قرار دارد .

در جدول ذیل فلوی نمونه برداری و گنجایش انواع بطری های گازشوی که مورد بحث قرار گرفتند ارایه شده است.



ستون های حاوی گوی های شیشه ای برای نمونه برداری از آلاینده های هوا

فلوی نمونه برداری و گنجایش بطری های گازشوی جاذب

فلوی نمونه برداری ml/min	گنجایش محلول جاذب (ml)	نوع بطری های گازشوی جاذب
۵-۳۰۰۰	۵-۱۰۰	بطری های گازشوی ساده
۴۰-۵۰۰	۱۰-۱۰۰	بطری های نمونه گیر با لوله مارپیچی
۵۰۰-۱۰۰/۰۰۰	۱-۱۰۰	بابلرهای متخلخل
۵۰۰-۲۰۰۰	۵-۵۰	ستون های حاوی گلوله های شیشه ای

جذب سطحی

هنگامی که منظور از نمونه برداری، جمع آوری بخارهای غیرمحلول یا واکنش پذیر باشد روش جذب سطحی غالباً روش انتخابی است بسیاری از جامدات دارای این خاصیت هستند که مقدار زیادی گاز و یا ماده حل شده در حلالی را جذب نمایند. عمل جذب یک پدیده سطحی بوده و سطح جسم جاذب (جامد) ماده ی جذب شونده را به صورت یک لایه ی مولکولی به خود می گیرد.

عوامل موثر در جذب سطحی مواد عبارتند از:

الف) سطح ماده: قدرت جذب سطحی تابعی از سطح ماده ی جذب کننده است. بهترین جذب کننده ها موادی هستند که به تقسیمات بسیار کوچک تقسیم شوند. اگر یک مکعب کوچک به ضلع یک اینچ از گل نرم از وسط هر سطح آن به دو قسمت مساوی تقسیم شود،

پژوهش:

هر یک از دانشجویان در رابطه با یک دستگاه اندازه گیری تحقیق نموده و مطالب خود را با سر تیتراهای ذیل ارائه نماید

نام دستگاه

معرفی دستگاه

ویژگی دستگاه

کاربرد دستگاه

توضیحاتی در خصوص موضوع اندازه گیری دستگاه

نحوه کار با دستگاه

منابع:

۱. گلمحمدی رستم مهندسی صدا و ارتعاش ویرایش چهارم ۱۳۸۹، انتشارات دانشجو همدان
۲. گلمحمدی رستم مهندسی روشنایی چاپ اول بهار ۱۳۸۴، انتشارات دانشجو همدان
۳. بهرامی عبدالرحمن روش های نمونه برداری و تجزیه آلایندهای هوا جلد اول، دوم و سوم چاپ دوم ۱۳۸۷ انتشارات فن آوران