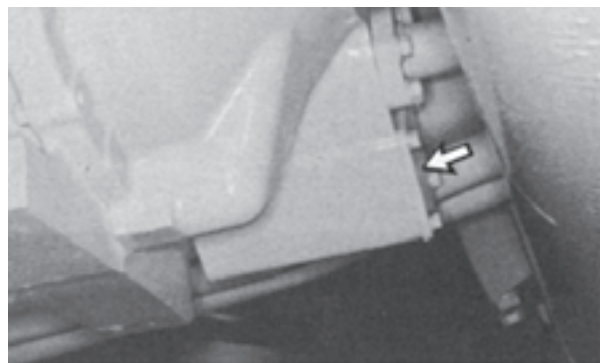
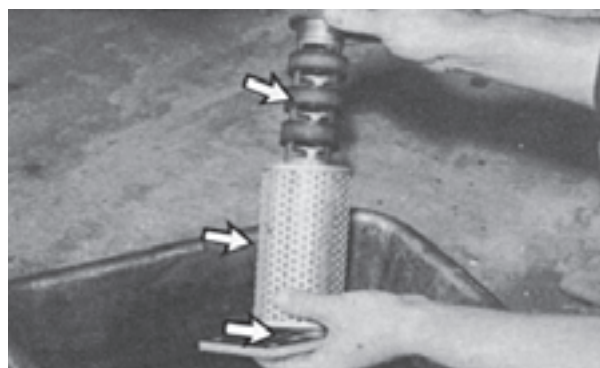


### ب) صافی مغناطیسی را بشویید:



شکل ۸۴-۶ - شستن صافی مغناطیسی

۱- درپوش را بردارید.



شکل ۸۵-۶ - برداشتن درپوش

۲- واشرهای نازک موجدار را بردارید.

۳- صافی، مغناطیس و مجموعه لوله را بردارید.

### تذکر:

مغناطیس‌ها را به اشیاء سخت تزئین و آن‌ها را پرتاب نکنید، ممکن است شکسته شوند.

۴- مغناطیس را از لوله جدا کنید.

۵- مغناطیس، صافی و لوله را در محلول تمیز و غیرقابل اشتعال بشویید.

۶- مغناطیس تمیز، مجموعه لوله، صافی و واشر موجدار را نصب کنید.

۷- کاسه نمد محفظه را بازدید و در صورت آسیب دیدگی تعویض کنید.

۸- درپوش را نصب کنید.

### ج) فیلتر - هواکش را بشویید:



شکل ۸۶-۶ - شستن هواکش

۱- هواکش را بردارید. هواکش را در محلول تمیز و غیرقابل اشتعال بشویید.

۲- فیلتر هواکش نو را نصب کنید.

درپوش پرکن و صافی را تمیز کنید:

۱- درپوش محل پر کردن مخزن گیربکس را بردارید.

۲- رینگ نگه‌دارنده صافی پرکن مخزن گیربکس را

بردارید.

۳- صافی را بردارید. درپوش و صافی را در محلول تمیز

و غیرقابل اشتعال بشویید. صبر کنید تا خشک شوند.

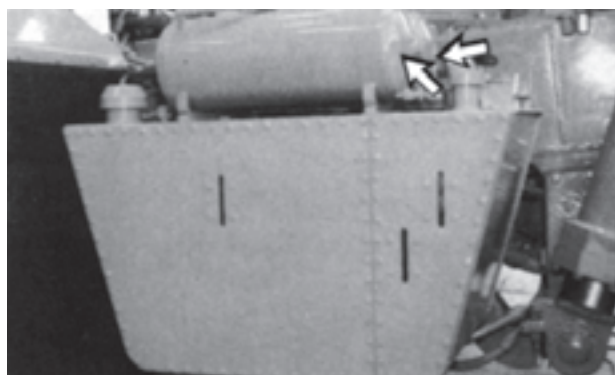
۴- واشر درپوش را بازدید کنید و در صورت آسیب دیدگی،

آن را با واشر نو تعویض کنید.

۵- صافی محل پر کردن روغن و رینگ نگه‌دارنده را

نصب کنید.

مخزن گیربکس را پر کنید:



شکل ۸۷-۶ - پر کردن مخزن گیربکس

۱- مخزن گیربکس را پر کنید. به قسمت «ظرفیت مخازن»

مراجعه کنید.

## فیلتر هواکش را تعویض کنید:

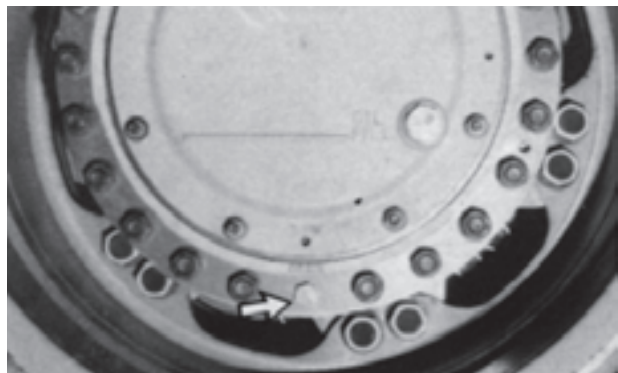
۱- درپوش را بردارید. درپوش را در محلول تمیز و غیرقابل اشتعال بشویید.

۲- صافی هواکش را دور بیندازید. صافی نو و درپوش را نصب کنید.

خشک کن بادی (در صورت نصب): خشک کن را تعویض کنید.

هنگامی که خشک کن قادر به جذب آب نباشد، باید کارتریج آن را بازسازی یا تعویض نمود. برای دریافت ابزار لازم جهت تعمیر و کسب دستورالعمل‌های لازم، با تعمیرگاه مجاز تماس بگیرید.

دیفرانسیل و فاینال درایوها: روغن را تعویض کنید. توجه: در صورت اجرای برنامه نمونه برداری از روغن (S.O.S)، می‌توان از تعویض روغن دیفرانسیل و فاینال درایوها خودداری کرد.



شکل ۸۸-۶- تعویض روغن چرخ‌ها

۱- هر یک از چرخ‌های عقب را به ترتیب به نحوی قرار دهید که پیچ‌های تخلیه در پایین قرار گیرد.

۲- پیچ‌های تخلیه فاینال درایو را باز کنید و روغن را تخلیه کنید.

۳- پیچ تخلیه دیفرانسیل را بردارید. روغن را تخلیه کنید.

۴- تمامی پیچ‌های تخلیه را تمیز و نصب کنید.

۵- پیچ‌های محل پر کردن دیفرانسیل و فاینال درایو را تا زیر سوراخ پیچ‌های مذکور از روغن پر کنید. به جدول «ویسکوزیته روغن و ظرفیت مخازن» مراجعه کنید.

۲- موتور را استارت زده و آن را با دور آرام در جای به روشن کنید. سیستم را از نظر نشتی بازدید کنید.

۳- سطح روغن در قسمت درجه اندازه‌گیری، بر روی علامت FULL باید باشد. در صورت نیاز روغن به آن اضافه کنید. درپوش محل پر کردن روغن را نصب کنید.

سیستم هیدرولیک ترمز، کنورتور و بالابر: روغن را تعویض کنید، صافی و درپوش را تمیز کنید.

دستگاه باید بر روی زمین مسطح پارک شود، ترمزدستی درگیر و موتور خاموش باشد.

۱- برای جلوگیری از ایجاد خلأ در مخزن، درپوش را بردارید. پس از تخلیه مخزن، درپوش را نصب کنید تا از ورود آشفال به درون سیستم جلوگیری شود.

۲- درپوش شیر تخلیه مخزن را بردارید. با نصب یک لوله رابط  $1\frac{1}{4}$  اینچی به طول ۸۸ میلی‌متر در ته مخزن، شیر تخلیه داخلی را باز کنید. روغن را تخلیه کنید.

۳- لوله رابط را بردارید پیچ تخلیه را تمیز و نصب کنید. ۴- درپوش محل پر کردن مخزن ترمز، کنورتور و بالابر را بردارید.

۵- رینگ نگه‌دارنده صافی، محل پر کردن روغن را بردارید. صافی را بردارید.

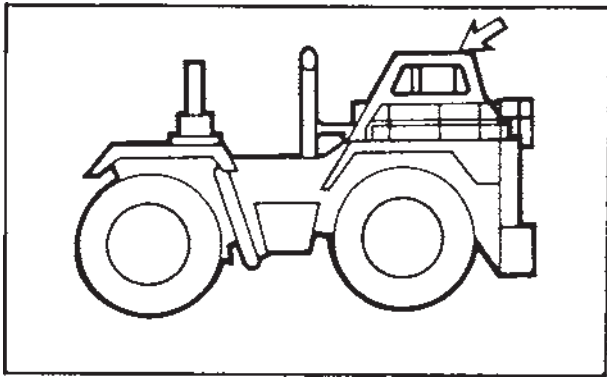
۶- درپوش و صافی محل پر کردن روغن را در محلول تمیز و غیرقابل اشتعال بشویید. صبر کنید تا خشک شوند.

۷- واشر درپوش را بازدید کنید. در صورت آسیب دیدگی، از واشر نو استفاده کنید. صافی محل پر کردن روغن و رینگ نگه‌دارنده را نصب کنید.

۸- مخزن هیدرولیک ترمز، کنورتور و جک بالابر را بردارید. به جدول «ویسکوزیته روغن» و «ظرفیت مخازن» مراجعه کنید.

۹- موتور را روشن کنید و آن را با دور آرام در جا به کار اندازید. سیستم را از نظر وجود نشتی بازدید کنید.

۱۰- سطح روغن بر روی درجه اندازه‌گیری باید روی علامت FULL نگاه‌دارید. در صورت لزوم روغن اضافه کنید. درپوش محل پر کردن را نصب کنید.



شکل ۹۰-۶ - بازدید اسکلت محافظ اتاق راننده

۱- اسکلت محافظ را از نظر شل شدن یا آسیب پیچ‌ها بازدید کنید. پیچ‌های آسیب دیده یا افتاده را فقط با پیچ‌های اصلی دستگاه تعویض کنید. پیچ‌ها را با گشتاور  $720 \pm 25$  نیوتن متر ( $530 \pm 20$  پوند / فوت) محکم کنید.

توجه: قبل از نصب پیچ‌ها، تمام رزوه‌های پیچ‌های ROPS را روغن کاری کنید. عدم روغن کاری، موجب گشتاور نادرست پیچ‌ها می‌شود.

۲- در صورت سر و صدا کردن ROPS، هنگام رانندگی بر روی زمین‌های ناهموار، نگاه‌دارنده‌های ROPS را تعویض کنید. با جوشکاری صفحات فلزی ROPS، آن را تعمیر نکنید. در صورت مشاهده ترک خوردگی در ساختمان یا نقاط جوشکاری شده، برای انجام تعمیرات، با تعمیرگاه مجاز تماس بگیرید. سیستم هیدرولیک فرمان: روغن را تعویض کنید. موتور را روشن کنید تا روغن سیستم فرمان گرم شود. ماشین را بر روی زمین مسطح پارک، ترمزدستی را درگیر و موتور را خاموش کنید.

۱- پیچ شیر تخلیه مخزن را بردارید.

۲- شیر تخلیه را باز کنید.

۳- صبر کنید تا روغن تخلیه شود. شیر تخلیه را ببندید و

پیچ شیر تخلیه را نصب کنید.

درپوش و صافی محل پر کردن روغن را بشویید:

۱- درپوش محل پر کردن روغن را بردارید.

۲- رینگ نگاه‌دارنده صافی را بردارید.

۳- صافی محل پر کردن روغن را بردارید. درپوش و

صافی را در محلول تمیز و غیرقابل اشتعال بشویید. صبر کنید تا خشک شوند.

۶- پیچ‌های محل پر کردن روغن را تمیز و نصب کنید.  
۷- چند دقیقه با دستگاه بر روی زمین مسطح رانندگی کنید.  
۸- دستگاه را متوقف و پیچ‌های محل پر کردن روغن را بردارید.  
۹- سطح روغن را بازدید کنید.

۱۰- در صورت لزوم روغن اضافه کنید. پیچ‌ها را نصب

کنید.

هواکش را بشویید: هواکش را بردارید و آن را در محلول

تمیز و غیرقابل اشتعال بشویید. هواکش تمیز را نصب کنید.

بلبرینگ‌های چرخ جلو: روغن را تعویض کنید.

توجه: در صورت اجرای برنامه نمونه برداری از روغن

(S.O.S)، می‌توان از تعویض روغن خودداری کرد.

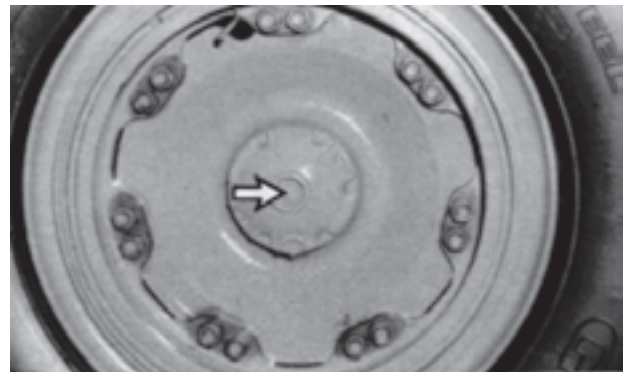
۱- چرخ جلو را به نحوی قرار دهید که پیچ تخلیه در

پایین قرار گیرد.

۲- پیچ تخلیه را بردارید.

۳- روغن را تخلیه کنید.

۴- پیچ تخلیه را تمیز و نصب کنید.



شکل ۸۹-۶ - تعویض روغن محفظه تازیر سوراخ

۵- پیچ محل پر کردن روغن را بردارید.

۶- محفظه را تا زیر سوراخ پیچ محل پر کردن روغن، پر

کنید. به جدول «ویسکوزیته روغن و ظرفیت مخازن» مراجعه کنید.

۷- پیچ محل پر کردن روغن را تمیز و نصب کنید. برای

چرخ جلو دیگر، مراحل فوق‌الذکر را انجام دهید.

اسکلت محافظ اتاق راننده (ROPS): اسکلت محافظ

اتاق راننده را بازدید و پیچ‌ها را محکم کنید.

لقمه‌های نگه‌دارنده را با دقت بازدید و در صورت آسیب، بلافاصله تعمیر کنید. جهت تعمیر یا کسب دستورالعمل‌های لازم، با تعمیرگاه مجاز تماس بگیرید.

لقمه‌های نگه‌دارنده بدنه را بازدید کنید: لقمه‌های نگه‌دارنده بدنه را با استفاده از فشار آب یا آب گرم تمیز کنید. در صورت آسیب دیدگی جهت تعمیر یا کسب دستورالعمل‌های لازم با تعمیرگاه مجاز تماس بگیرید.

### سرویس ۲۰۰۰ ساعته یا یک‌ساله

قبل از انجام هر گونه سرویس و تعمیری بر روی دستگاه، کلیه اخطارها و دستورالعمل‌های مندرج در بخش ایمنی این کتاب را به دقت مطالعه کنید.

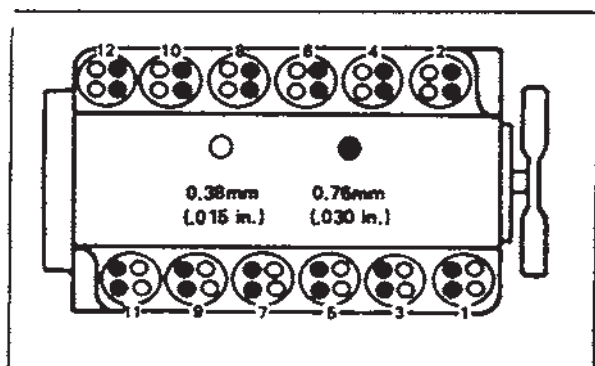
لقی سوپاپ موتور: لقی سوپاپ را تنظیم کنید.

### اخطار!

به منظور اجتناب از آسیب احتمالی، برای چرخاندن فلاویل موتور از استارتر استفاده کنید. اجزاء داغ موتور، موجب سوختگی می‌شوند. قبل از اندازه‌گیری لقی سوپاپ، مدت بیشتری صبر کنید تا موتور خنک شود.

### تذکر:

در حالی که موتور خاموش است، لقی سوپاپ را اندازه بگیرید. برای اندازه‌گیری دقیق، حداقل ۲۰ دقیقه صبر کنید تا سوپاپ‌ها به اندازه سرسیلندر خنک شوند.



شکل ۹۲-۶ - اندازه‌گیری لقی سوپاپ

۴- واشر آب‌بندی درپوش را بازدید و در صورت آسیب دیدگی، آن را تعویض کنید.

۵- صافی، رینگ نگه‌دارنده و درپوش را نصب کنید. سیستم هیدرولیک فرمان را پر کنید:



شکل ۹۱-۶ - پر کردن سیستم هیدرولیک فرمان از روغن

۱- مخزن فرمان را پر کنید به جدول «ویسکوزیته روغن و ظرفیت مخازن» مراجعه کنید.

۲- درپوش محل پر کردن روغن را نصب کنید.

۳- موتور را روشن کرده و چند دقیقه دستگاه را به حرکت درآورید تا روغن گرم شود.

دستگاه را خاموش کنید. سطح روغن را بازدید نمایید. سیستم را از نظر وجود نشتی بررسی کنید.

۴- سطح روغن بر روی درجه اندازه‌گیری باید روی علامت FULL باشد.

۵- در صورت لزوم روغن اضافه کنید.

دورسنج (تاکومتر): گریس خورها را گریس کاری کنید. یک گریس خور را گریس کاری کنید.

ترمزهای عقب: سیستم را از نظر نشتی و ترمزها را از نظر فرسودگی، بازدید کنید.

ترمزها را از نظر فرسودگی و سیستم را از نظر نشتی بازدید کنید. جهت کسب دستورالعمل‌های لازم، با تعمیرگاه مجاز تماس بگیرید.

شاسی اصلی و لقمه‌های نگه‌دارنده بدنه: تمیزنمایید، بازدید کرده و در صورت لزوم، تعمیر کنید.

شاسی اصلی را تمیز کنید.

پس از هر ۱۰۰۰ ساعت کارکرد دستگاه، شاسی و لقمه‌های نگه‌دارنده بدنه را با فشار آب یا آب گرم تمیز کنید. شاسی و

لقی سوپاپ را تا  $\pm 8$  میلی متر ( $0.03$  اینچ) از مقادیر داده شده در جدول زیر تنظیم کنید.

تنظیم سوپاپ	
ورودی (هوا)	$0.38$ میلی متر ( $0.15$ اینچ)
خروجی (دود)	$0.76$ میلی متر ( $0.30$ اینچ)

پس از تنظیم سوپاپ و قبل از نصب درپوش سوپاپ، به قسمت بعدی مراجعه کنید.

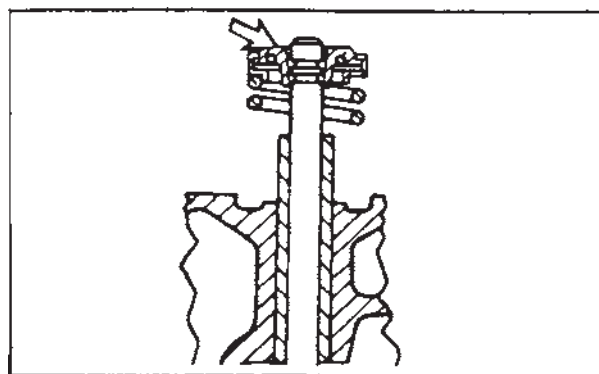
گرداننده‌های سوپاپ موتور: بازدید کنید.

### اخطار!

هنگام بازدید گرداننده‌های سوپاپ، برای جلوگیری از سوختگی بر اثر پاشیده شدن روغن داغ، از ماسک محافظ صورت، لباس و کفش ایمنی استفاده کنید.

پس از تنظیم لقی سوپاپ‌ها و قبل از نصب درپوش سوپاپ:

- ۱- موتور را روشن کنید.
- ۲- موتور را درجا با دور آرام روشن کنید.



شکل ۹۳-۶- بازدید گرداننده‌های سوپاپ

۳- قسمت بالای هر یک از گرداننده‌های سوپاپ را بازدید کنید. هر بار که سوپاپ بسته می‌شود، گرداننده باید کمی بچرخد. اگر سوپاپ بچرخد، با تعمیرگاه مجاز تماس بگیرید.

بین محوری دیفرانسیل: میزان لقی را تنظیم کنید.

برای آگاهی از نحوه تنظیم بین محوری دیفرانسیل به کتاب SERVICE MANUAL دستگاه مراجعه کرده و یا با تعمیرگاه مجاز تماس بگیرید.

بلبرینگ‌های چرخ جلو: تنظیم کنید.

توجه: اولین تنظیم بلبرینگ چرخ باید پس از ۲۰۰۰ ساعت کارکرد دستگاه انجام شود. دومین تنظیم باید پس از ۶۰۰۰ ساعت کارکرد صورت گیرد. برای آگاهی از روش تنظیم، به کتاب SERVICE MANUAL دستگاه مراجعه کنید.

بلبرینگ‌های چرخ عقب

توجه: اولین تنظیم بلبرینگ چرخ باید پس از ۲۰۰۰ ساعت کارکرد دستگاه انجام شود. دومین تنظیم باید پس از ۶۰۰۰ ساعت کارکرد صورت گیرد. برای آگاهی از روش تنظیم، به کتاب SERVICE MANUAL دستگاه مراجعه کنید.

سرویس ۳۰۰۰ ساعته یا دو ساله

قبل از انجام هرگونه سرویس و تعمیر بر روی دستگاه، ابتدا کلیه دستورالعمل‌ها و اخطارهای مندرج در بخش ایمنی این کتاب را به دقت مطالعه کنید.

محلول سیستم خنک‌کننده: محلول خنک‌کننده را تعویض کنید و سیستم را تمیز کنید.

### تذکر:

قبل از مطالعه دستورالعمل‌های مندرج در بخش «مشخصات سیستم خنک‌کننده»، محلول خنک‌کننده را تعویض نکنید.

در صورت کثیف بودن محلول خنک‌کننده یا مشاهده کف در آن، محلول را زودتر از موعد مقرر، تخلیه کنید.

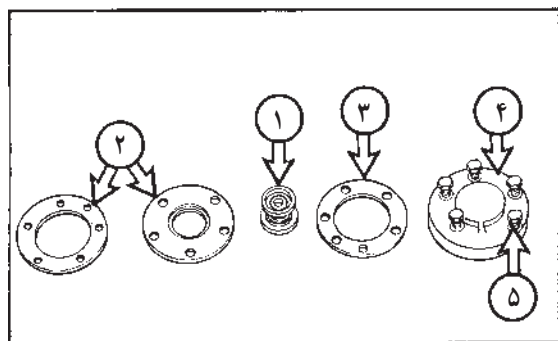
۱- درپوش رادیاتور سیستم خنک‌کننده را به آرامی بردارید تا فشار خارج شود.

۲- شیر تخلیه رادیاتور را باز کنید. محلول خنک‌کننده را تخلیه کنید.

۳- بیج تخلیه محلول خنک‌کننده را از خنک‌کننده (کولر) روغن ترمز و تورک کنورتور بردارید.

۴- بیج تخلیه کولر روغن موتور را بردارید.

۲- پیچ‌های شیر را برداشته و شیر را جدا کنید.



شکل ۹۶-۶ - جدا کردن شیر

۳- شیر (۱)، واشر (۲) و واشر (۳) را بازديد و در صورت لزوم، تعویض کنید.

۴- درپوش شیر فشارشکن (۴) و پیچ‌های نگهدارنده (۵) را بازديد کنید.

۵- شیر فشارشکن را نصب کنید.

پر کردن سیستم خنک‌کننده:

۱- فیلتر سیستم خنک‌کننده را نصب کنید. به قسمت «فیلتر سیستم خنک‌کننده» در بخش «سرویس ۲۵۰ ساعته» مراجعه کنید.

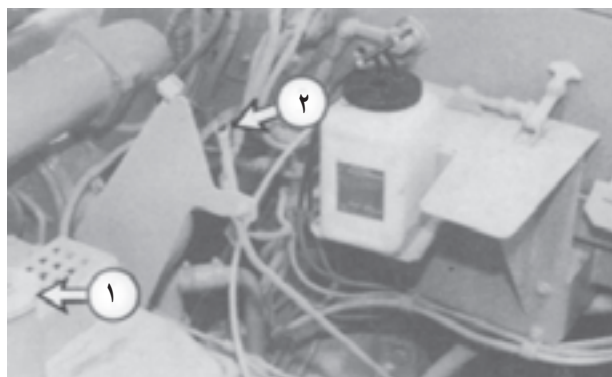
۲- محلول ضدیخ اضافه کنید به جدول «ظرفیت مخازن» مراجعه کنید.

۳- محلول خنک‌کننده را به آرامی اضافه کنید. ۲۰ لیتر در دقیقه. سطح محلول خنک‌کننده باید بالای صفحه و ته لوله پرکن رادیاتور باشد.

۴- در حالی که درپوش محل پر کردن سیستم برداشته شده است، موتور را روشن و آن را به کار اندازید. صبر کنید تا



شکل ۹۷-۶ - بازديد سیستم خنک‌کننده از نظر نشتی



شکل ۹۴-۶ - برداشتن پیچ تخلیه کولر روغن موتور

۵- پیچ تخلیه محلول خنک‌کننده را از کمپرسور هوا بردارید. تمامی پیچ‌های تخلیه را تمیز و نصب کنید.

۶- شیر تخلیه را ببندید. سیستم را با آب تمیز و ۶ تا ۱۰٪ تمیزکننده سیستم خنک‌کننده، پر کنید.

۷- موتور را استارت زده و مدت نیم ساعت آن را به کار اندازید. موتور را خاموش و محلول تمیزکننده فوق‌الذکر را تخلیه کنید.

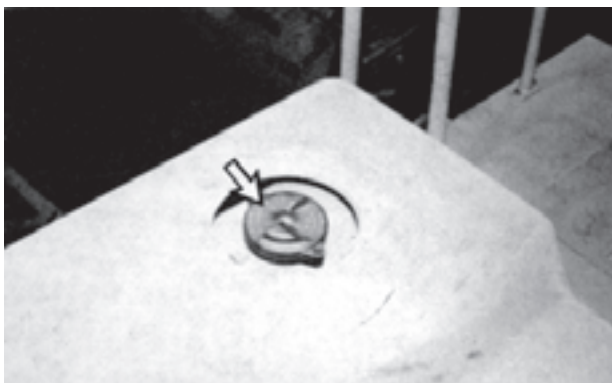
۸- در حالی که موتور خاموش است، سیستم را آبکشی کنید تا زمانی که آب خروجی شفاف باشد.

۹- شیر تخلیه را ببندید.

توجه: در این هنگام، مواد ضدزنگ مخصوص به سیستم اضافه نکنید و فیلتر را عوض نکنید، مگر این که از ضدیخ مخصوص استفاده نکرده باشید، زیرا این ضدیخ خود حاوی مواد ضد زنگ مخصوص می‌باشد.

شیر فشارشکن سیستم خنک‌کننده را تمیز کنید: در صورت جوش آوردن سیستم خنک‌کننده یا کاهش سریع مایع خنک‌کننده، شیر فشارشکن را تمیز و یا تعویض کنید.

۱- درپوش رادیاتور را به آرامی بردارید تا فشار خارج شود.



شکل ۹۵-۶ - قسمت شیر فشارشکن خنک‌کننده را تمیز کنید

قسمت خارجی پره‌های رادیاتور را تمیز کنید: برای تمیز کردن گرد و خاک و آشغال از پره‌های رادیاتور می‌توان از فشار هوا، آب یا بخار استفاده نمود. استفاده از فشار هوا ترجیح داده می‌شود.

محلول گرم و سطح آن ثابت شود. سیستم را از نظر نشتی بازدید کنید.

۵- وضعیت واشر درپوش محل پر کردن سیستم را بازدید و در صورت آسیب آن را تعویض کنید. درپوش را نصب کنید.

### برنامه کار عملی

- ۱- مکانیزم‌های هدایت کامیون، امکانات موجود و اجزای دستگاه را عملاً تشریح کنید.
- ۲- اقدامات قبل از روشن کردن کامیون را انجام دهید.
- ۳- کامیون را روشن کنید.
- ۴- در کنار راننده کامیون نحوه هدایت و انجام عملیات باربری را مشاهده کنید.
- ۵- پارک کردن و خاموش کردن کامیون را در کنار راننده مشاهده و تجربه کنید.
- ۶- موارد ایمنی کار با کامیون را در هنگام بارگیری تحت نظر بگیرید و گزارش کار و پیشنهاد بدهید.
- ۷- کامیون را در کنار سرویس کار سرویس‌کاری کنید.

## بخش دوم

# کاردرمعدن زیرزمینی





## گازسنجی در معادن



هدف‌های رفتاری: پس از پایان این برنامه عملی از هنرجو انتظار می‌رود که بتواند:

۱- با دستگاه تداخل‌سنج (اینترفرومتر) غلظت گاز متان را در هوای معدن تعیین کند.

۲- با دستگاه گازسنج آمپولی، غلظت گازهای منواکسیدکربن، دی‌اکسید گوگرد و غیره را در هوای معدن

اندازه‌گیری کند.

شغلی، کاهش بازده، افزایش حوادث کار و خستگی کارگران مسمومیت کارگران و در معادن زغال‌سنگ انفجار معدن بر اثر افزایش گاز متان و گردزغال در پی خواهیم داشت.

جهت تشخیص گازهای سمی در هوای معدن از روش‌ها و وسایل مختلفی استفاده می‌گردد. یکی از روش‌ها با حس کردن و تغییر شرایط عادی قابل تشخیص است به‌طور مثال اگر اکسیژن هوا کم گردد تنفس سریعتر می‌شود و حتی طپش قلب و استفراغ

در هوای موجود در معادن زیرزمینی گازهای سمی و انفجارآمیزی وجود دارند که باعث مسمومیت افراد و ایجاد خطرهای بزرگی می‌شوند. غلظت این گازها بایستی به‌طور مرتب با دستگاه‌های مخصوص اندازه‌گیری شود تا از حد مجاز بیشتر نشود و در صورت رسیدن به غلظت‌های خطرناک بلافاصله اقدامات لازم مثل خروج کارکنان و تقویت تهویه و جریان هوا انجام شود در غیر این صورت با اتفاقاتی چون مرگ، بیماری‌های

اگر ۱۴/۰ میلی گرم در لیتر باشد مسمومیت جزئی ایجاد می گردد و هرچه این مقدار افزایش یابد مسمومیت ها سخت تر گردیده تا به سرحد مرگ می رسانند. در جدول زیر روش تشخیص حسی و علائم تعدادی از گازهای موجود در هوای معدن ذکر گردیده است.

در کارگران بروز می کند در صورتی که گاز کربنیک هوای معدن زیاد شود سرعت تنفس زیاد می شود و به حدی می رسد که سرعت تنفس در حالت استراحت به ۲ برابر و هرچه این گاز بیشتر شود باعث مرگ می گردد و در مورد گاز سولفید هیدروژن (H<sub>2</sub>S)

جدول ۱-۷- نحوه تشخیص بعضی از گازهای معدن توسط حواس پنجگانه

نوع گاز	روش های تشخیص حسی
مناو اکسید کربن CO	وز وز کردن گوش، سردرد، سرگیجه، طپش قلب، استفراغ، کم شدن قدرت بینایی، از دست دادن توانایی حرکت، کند شدن هوش
دی اکسید کربن CO <sub>2</sub> دارای نام های انیدرید کربنیک یا گاز کربنیک	دارای مزه ای ترش (اسیدی) است و بیشتر در قسمت های پایین و کف کارگاه ها و چاه ها متراکم می شود. از روی نوع سوختن و خاموش شدن چراغ های شعله ای - افزایش سرعت تنفس تا حدی که تنگی نفس شدید و ضعف آوری - بی هوشی و ...
سولفید هیدروژن H <sub>2</sub> S	دارای بوی تخم مرغ گندیده و مزه ای شیرین، سوزش چشم ها و دستگاه های تنفسی و ایجاد مسمومیت
دی اکسید گوگرد SO <sub>2</sub> یا انیدرید سولفور	دارای مزه ای تند و تیز، بوی سوختن گوگرد. در ته چاه ها و کف کارگاه ها جمع می شود، باعث سوزش چشم ها می شود، ایجاد مسمومیت، احساس سردی در نوک انگشتان
نیتروژن N <sub>2</sub> یا ازت	بدمزه، دارای رنگ خرمایی
متان	به تنهایی بویی ندارد ولی به علت همراه بودن با دیگر گازها بوی سبب می دهد

تصاویر زیر تعدادی از دستگاه های تشخیص گازهای معدن آورده شده است.

راه دیگر تشخیص هوای معدن توسط دستگاه ها امکان پذیر است و جهت کنترل هوای معدن حتماً باید از وسایل پیشرفته دیجیتالی و یا مدل های پایین تر آن استفاده گردد. در



ج



ب



الف

شکل ۱-۷- دستگاه های گازسنج در معدن



ب - گازسنج متان (متانومتر)



الف - گازسنج دی اکسید کربن  $CO_2$



ج - نمایشگر دستگاه گازسنج متان



د - گازسنج متان (متانومتر)

شکل ۲-۷- دستگاه‌های گازسنج



۳-۷- دستگاه اعلام خطر نصب به طور ثابت در محل های حساس معدن

۲- هشداردهنده گاز منواکسیدکربن CO در صورتی که این گاز افزایش یابد دستگاه اخطار می دهد.



ب- هشداردهنده افزایش گاز CO

۳- هشداردهنده گاز اکسیژن  $O_2$  می باشد همان گونه که می دانید انسان نیاز به گاز اکسیژن دارد در نتیجه این دستگاه برعکس دستگاه های دیگر وقتی که اکسیژن هوای معدن کم می شود اخطار می دهد.



ج- هشداردهنده کاهش اکسیژن

شکل ۴-۷



شکل ۵-۷- نحوه نصب دستگاه هشداردهنده بر روی کلاه

دستگاه های نمایش داده شده صفحه قبل هریک گاز مخصوصی را اندازه می گیرد که در نوع دیجیتال مقدار گاز مربوطه را نمایش می دهد و در نوع عقربه ای می توان از روی درجه آن ها به مقدار گاز مربوط پی برد.

این نوع دستگاه ها دائماً در حال اندازه گیری هوا هستند و به محض تغییر گازهای هوای معدن از حالت عادی دستگاه با خاموش و روشن شدن چراغ و یا به صدا درآمدن آژیر آن اعلام خطر می نماید و در نقاط حساس معدن نصب می گردند.

در هنگام بازدید و یا محل هایی که امکان نصب دستگاه های خبردهنده ثابت وجود ندارد از دستگاه های همراه که می توان بر روی کلاه ایمنی و یا درب جیب لباس کار نصب کرد استفاده می شود. در اشکال زیر نحوه نصب و انواع این دستگاه هشداردهنده گاز معدن را می بینید. باید توجه داشته باشید این دستگاه ها هرکدام نسبت به یک نوع گاز حساس می باشند که احتمال می رود در معدن ایجاد مشکل می کند به کار می گیریم و برای تشخیص نوع حساسیت این دستگاه ها روی پرچسب آن نام گاز یا علامت اختصاری آن گاز مشخص شده است و جهت تست و اطمینان از درست کارکردن این هشداردهنده ها با زدن شناسی TEST (امتحان) دستگاه را آزمایش کنید. و بعد از حصول اطمینان از صحت کارکرد دستگاه آن را به معدن ببرید.

۱- هشداردهنده گاز سولفید هیدروژن  $H_2S$  می باشد و با افزایش این گاز اخطار می دهد.



الف- هشداردهنده افزایش گاز  $H_2S$



۶-۷. نحوه نصب دستگاه هشداردهنده بر روی لباس کار

## گازسنج یا اینترفرومتر معدنی<sup>۱</sup>

این گازسنج برای اندازه‌گیری گاز متان و گاز کربنیک به کار می‌رود. درجه‌بندی داخل اینترفرومتر از صفر تا ۶ درصد را نشان می‌دهد. حرارت مناسب در گالری برای دقیق نشان دادن مقدار گاز توسط این گازسنج، باید از ۵+ درجه سانتی‌گراد تا ۳۵+ درجه سانتی‌گراد باشد؛ این گازسنج در شرایطی که فشار هوا ۷۴۰ تا ۸۰۰ میلی‌متر جیوه باشد، دقیق کار می‌کند. وزن گازسنج ۱/۳ کیلوگرم است.

### ساختمان و اجزای اینترفرومتر:

- ۱- جلد و بند چرمی و نوار پلاستیکی با شیلنگ.
- ۲- لوله‌مکنده هوا به داخل گازسنج مخصوص اندازه‌گیری گاز متان.
- ۳- لوله‌مکنده هوا به داخل گازسنج مخصوص اندازه‌گیری گاز کربنیک.
- ۴- عدسی دید یا دریچه دید برای خواندن مقدار گاز متان و گاز کربنیک از روی درجه‌بندی.
- ۵- دو عدد درپوش برای حفاظت عدسی و بستن لوله‌مکنده هوای گاز کربنیک.

## ۶- لوله‌اتصالی.

۷- گردونه تنظیم‌کننده درجه‌بندی. برای تنظیم درجه‌بندی و صفر صفر کردن آن باید در هوای آزاد گردونه تنظیم‌کننده را آنقدر بچرخانید تا خط سیاه دوم سمت چپ کاملاً منطبق بر خط صفر گردد.

۸- کپسول حاوی مواد شیمیایی جذب‌کننده CO<sub>2</sub> و کلورور کلسیم (Cl<sub>2</sub>Ca) برای جذب رطوبت.

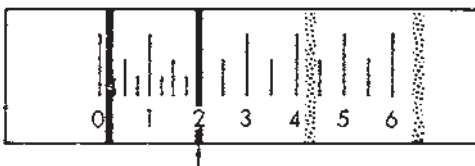
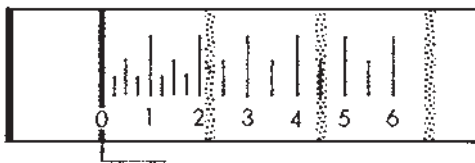
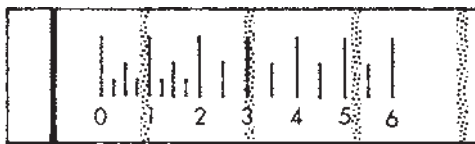
۹- صفحه لوله‌ای تنظیم‌کننده فشار اتمسفر هوا.

۱۰- دریچه مخصوص تاباندن نور برای روشن شدن درجه‌بندی دستگاه.

طرز امتحان کردن اینترفرومتر: امتحان دستگاه اینترفرومتر باید قبل از هر بار رفتن بر تونل انجام شود.

۱- ابتدا باید تلمبه لاستیکی را از نظر سالم بودن امتحان کنید. برای این منظور باید شیلنگ متصل به تلمبه را با انگشت خم کنید؛ به طوری که هوا از آن عبور نکند؛ سپس تلمبه را فشار دهید و چنانچه تلمبه لاستیکی به حالت اول بازگشت به این معناست که تلمبه و سوپاپ مربوطه سالم می‌باشد.

۱- مدل روسی شی ۳- شی ۵



شکل ۹-۷- چگونه قرائت و اندازه‌گیری گاز متان به وسیله اینترفرومتر

است؛ یا کنترل گردونه تنظیم‌کننده بر هم خورده و یا گاز وارد محفظه‌های هوای تمیز داخل شده است.

۶- در این صورت باید ابتدا با تلمبه از راه لوله‌ای که در پایین کپسول قرار دارد دستگاه را در هوای آزاد پر از هوا کرده و اگر باز هم خط سیاه اولی روی عدد صفر قرار نگیرد، توسط گردونه تنظیم‌کننده، خط سیاه را روی عدد صفر قرار دهید.

۲- برای حصول اطمینان از سالم بودن مسیر حرکت هوا در اینترفرومتر بایستی لوله‌های مکند گاز متان و گاز کربنیک را بسته و سپس تلمبه لاستیکی را فشار دهید. هرگاه تلمبه فوراً به حالت اول بازگشت بدین معناست که سیستم گردش هوا در دستگاه بدون درز و نشتی می‌باشد.

۳- قبل از رفتن به تونل به منظور قرار گرفتن درجه روی عدد صفر و تمیز شدن محفظه گاز، باید بیش از ۵ بار تلمبه را فشار دهید.

۴- خط سیاه اولی از سمت چپ همیشه قبل از کنترل گاز در تونل باید روی عدد صفر باشد و خط سیاه دومی از سمت راست باید روی عدد ۲ با ۱/۸۵ قرار گیرد.



شکل ۷-۷- نشان‌دهنده میزان گاز متان



شکل ۸-۷- فشردن تلمبه لاستیکی و انتقال هوا به داخل اینترفرومتر

اگر خط دوم از سمت راست روی عددی کمتر از ۱/۵ و بیشتر از ۲/۲۵ قرار گرفت؛ بدین معناست که سیستم نشان‌دهنده دستگاه خراب شده است و باید اینترفرومتر را در تعمیرگاه مخصوص تعمیر کنید.

۵- اگر پس از ۵ بار فشار دادن تلمبه لاستیکی خط سیاه اولی از سمت چپ روی عدد صفر قرار نگیرد، به دو دلیل

## قواعد اندازه‌گیری گاز متان و گاز کربنیک

در سینه کارها و سایر گالری‌های تهویه‌ای و غیره، گاز متان را باید در بالای گالری و یا (کمر بالا) اندازه‌گیری کنید؛ برای اندازه‌گیری گاز متان باید اینترفرومتر را در کمر بالا گرفته و بیش از ۵ بار تلمبه لاستیکی را فشار دهید و خطای دستگاه  $\pm 0/3$  بوده و در این صورت می‌توان از روی درجه‌بندی درصد گاز متان را حساب کرد. اگر درصد گاز متان بیش از حد مجاز یعنی بیش از ۱ درصد در تونل تهویه‌ای و در ۲ درصد در سینه کار پیشروی ۲ درصد در هوای خروجی معدن  $0/75$  درصد باشد، باید این کارگاه‌ها را تا تهویه کامل محل تعطیل کرد.

به علت  $1/5$  برابر سنگین‌تر بودن گاز کربنیک از هوا این گاز در کف گالری قرار می‌گیرد و برای اندازه‌گیری گاز کربنیک چون، گاز متان سبکتر از هواست، در جایی که می‌خواهیم متان را اندازه بگیریم، باید در ارتفاع گالری در حالتی که راه لوله گاز کربنیک بسته است، اندازه‌گیری کنید. برای اندازه‌گیری گاز کربنیک ابتدا باید گاز متان را اندازه‌گیری کرد پس راه گاز کربنیک را باز کنید. در حالی که هر دو راه متان و گاز کربنیک  $CO_2$  باز است، اندازه‌گیری کنید و رقم به دست آمده مجموعه مقدار متان و گاز کربنیک است. مقدار متان اندازه‌گیری شده را از مجموعه مقدار کم کنید.

## وسایل کنترل هوای معدن

مقدار متان، اکسیژن و دی‌اکسیدکربن را با چراغ‌های شعله‌ای نیز می‌توان کنترل کرد؛ اما این اندازه‌گیری صحیح نیست. بنابراین، چراغ‌های شعله‌ای تقریباً برای اندازه‌گیری ترکیبات معدنی به خصوص برای اندازه‌گیری مقدار متان و دی‌اکسیدکربن به کار برده نمی‌شوند. برای اندازه‌گیری مقدار متان و دی‌اکسیدکربن هوای معدن معمولاً از (دستگاه تداخل سنج) یا اینترفرومتر استفاده می‌کنند. در مقایسه با سایر گازسنج‌ها این گازسنج‌ها دارای وزن سبک‌تر و دقت اندازه‌گیری بیشتر می‌باشد و مقاومت آن‌ها در مقابل خرابی زیاد و جابه‌جا کردن آن‌ها آسان است. دستگاه‌های اینترفرومتر فقط از نظر عدم دستگاه نور

داخلی، یعنی؛ نداشتن لامپ برقی یا قوه‌ای با یک‌دیگر فرق می‌کنند. بنابراین، بعضی از آن‌ها دارای حجم و وزن کمتری هستند. این دستگاه‌ها در داخل جعبه‌ای قرار دارند و می‌توان بدون خارج کردن دستگاه از جعبه آن‌ها را مورد استفاده قرارداد. غلظت گازهای خطرناک با مقیاس مخصوص اندازه‌گیری می‌شود.

## مشخصات یک نوع دستگاه تداخل سنج یا اینترفرومتر<sup>۱</sup>

تقسیم مقیاسی از  $0 - 2 - 25\%$  و از  $2 - 6\%$

ردیف اندازه‌گیری  $\pm 0/3$

وزن بدون جعبه  $1/3$  کیلوگرم

ابعاد طول  $90$  میلی‌متر

عرض  $40$  میلی‌متر

ارتفاع  $230$  میلی‌متر

نکته: دستگاه تداخل سنج تا حرارت  $40$  درجه سانتی‌گراد

معدن غلظت صحیح گاز را نشان می‌دهد. طبق مقررات ایمنی معادن گازدار، در همه گالری‌های معدن اندازه‌گیری گاز باید توسط اشخاص انجام شود. در معادن نوع ۱ و ۲ این چنین آزمایش‌هایی باید حداقل دو مرتبه در هر شیفت و برای معادن نوع ۳ و طبقات بالاتر باید حداقل ۳ مرتبه در هر شیفت انجام گیرد. نتایج آزمایش‌ها باید روی تابلوی مخصوص و همچنین، در گزارشی که توسط آزمایش‌کننده تهیه می‌شود، نوشته شود. علاوه بر این، همه افراد و استادکاران باید روش اندازه‌گیری گاز را بیاموزند و افراد ناظر مهندسی باید اندازه‌گیری گاز را کنترل کنند.

برای سهولت در امر اندازه‌گیری باید دستگاه را به گردن آویزان کرد و آن را روی سینه قرار داد. مکش هوای معدن به داخل دستگاه مستقیماً با لوله یا به وسیله لوله لاستیکی که داخل اتصال لوله قرار دارد، انجام می‌شود. حداقل پنج مرتبه تلمبه لاستیکی را با دست راست فشار دهید، تا هوای لوله گاز دستگاه کاملاً خارج شود. اگر هوای معدن دارای متان باشد تصویر تداخلی در امتداد صفحه مدرج جابه‌جا می‌شود.

و عرق کردن، که در این شرایط فرد، فوراً بی‌هوش می‌شود.

## گازسنج آمپولی

گازسنج اسپیراتی - مشخصات دستگاه

۱- حجم کیسه دستگاه ۱٪ لیتر ۲- خطای دستگاه ۰/۱ درصد  
ساختمان دستگاه:

۱- سر لوله لاستیکی دستگاه ۲- فیلتر تصفیه ۳- بدنه دستگاه ۴- کیسه لاستیکی دستگاه ۵- جای شکستی سر آمپول  
۶- کمر با صفحه فلزی مخصوص ازدیاد حجم کیسه یا بلخکی  
۷- سوپاپ خروج

طرز کار با دستگاه گازسنج آمپولی: ابتدا، آمپول گاز را بر روی سر لوله دستگاه نصب می‌کنیم؛ سپس با فشار محفظه، دستگاه سوپاپ محفظه باز می‌شود و هوای داخل محفظه به خارج می‌رود و پس از باز کردن محفظه هوای سوپاپ بسته شده و هوا از طریق آمپول وارد محفظه می‌شود.

طرز امتحان کردن سوپاپ محفظه: (از نظر درست کار کردن).

برای امتحان سوپاپ، ابتدا باید آمپول سر بسته را بر سر لوله نصب کنیم؛ سپس فشار دهیم. پس از خارج شدن هوای داخل کیسه از طریق سوپاپ به صورت حباب کمتر از ۱ دقیقه، نشان‌دهنده خراب بودن سوپاپ دستگاه است.

## ساختمان آمپول گاز منواکسیدکربن (CO)

در آمپول گاز منواکسید کربن CO مواد شیمیایی قرار دارد. وقتی که هوای حاوی گاز منواکسید کربن وارد آمپول CO می‌شود، رنگ مواد داخل آمپول آبی رنگ می‌شود، آمپول مذکور مدرج است. این رنگ آبی بر روی هر کدام از این درجات قرار گرفت می‌توان مقدار درصد گاز را از روی آن حساب کرد. فلش شماره یک نشان‌دهنده طرز قرار گرفتن آمپول در سر لوله دستگاه اسپیراتور و اعداد مشخص شده بیان‌گر تعداد دفعات فشار دادن به دستگاه است. غلظت گاز CO در روی آمپول مدرج مشخص می‌گردد.

از روی جابه‌جا شدن نقطه وسط یا خط سیاه سمت چپ مقدار گاز متان را بخوانید و نتیجه را بر حسب درصد با دقت تا ۰/۱ درصد متان اندازه‌گیری کنید. در هنگام تکرار اندازه‌گیری مقدار متان یا اندازه‌گیری متان در محل دیگر احتیاج به آماده کردن دوباره دستگاه تداخل سنج نیست. به علت این که با ۵ تا ۱۰ مرتبه فشار دادن تلمبه این دستگاه نمونه هوای قبلی خارج و هوای جدید داخل می‌شود. برای اندازه‌گیری مقدار دی‌اکسیدکربن اول مقدار متان را به طریق بالا اندازه‌گیری کنید. سپس؛ سرپوش را باز کرده و بردارید و با ۵ مرتبه فشار دادن تلمبه دستگاه در همان محل و در همان ارتفاع هوا را داخل دستگاه کنید. در این صورت، هوا از لوله زیر سرپوش برداشته شده و داخل می‌شود. به همان طریقی که در مورد متان گفته شد، درجه را بخوانید. عدد به دست آمده مقدار کل متان و دی‌اکسیدکربن را نشان می‌دهد. اگر مقدار کلی را از مقدار متانی که اول اندازه‌گیری کردید، کم کنید مقدار دی‌اکسیدکربن حاصل می‌شود.

دستورهای اندازه‌گیری گازهای سمی (چون منواکسیدکربن، اکسیدهای نیتروژن و سولفید هیدروژن و غیره) با دستگاه و وسایل مخصوص به آن‌ها به طور جامع در دستورالعمل این دستگاه‌ها ذکر شده است.

## اندازه‌گیری گازهای تونل توسط گازسنج آمپولی<sup>۱</sup>

برای اندازه‌گیری هر کدام از گازهای تونلی گازسنج‌های آمپولی در نظر گرفته شده است. اندازه‌گیری گاز متان یا گریزو<sup>۲</sup> گاز کربنیک با اینترفرومتر انجام می‌گیرد. گاز کربن CO در هنگامی که در معدن انفجار یا آتش‌سوزی می‌شود، متصاعد می‌شود.

گاز CO<sub>۲</sub> یا انیدرید کربنیک: گالری‌هایی که دارای داربست چوبی است و به طور ناقص تهویه می‌شود، این گاز متصاعد می‌شود. گاز کربنیک ۱/۵ برابر از هوا سنگین‌تر است، به همین علت؛ همیشه در کف گالری جمع می‌شود.

تشخیص گاز کربنیک بدون گازسنج: این حالت در شخص ظاهر می‌شود. عوارض شدید قلبی، تنگی نفس، سرگیجه

۱- مدل گ - خا - (روسی)

۲- مخلوطی از گازهایی هستند که ۹۵ درصد آن‌ها را متان و بقیه را CO<sub>۲</sub>، N<sub>۲</sub>، H<sub>۲</sub> و گاهی H<sub>۲</sub>S و SO<sub>۲</sub> و CO همراه با هیدروکربن‌های سنگین و غالباً اتان تشکیل می‌دهند و در بعضی اوقات گاز متان به ۱۰۰ درصد نیز می‌رسد.



شیمیایی آمپول، پایین تر از  $2 \times 10^{-2}$  درصد آبی شد، بایستی به سرعت کار را تعطیل و آن گاز را از گالری خارج کرد.



شکل ۱۱-۷- اجزای دستگاه گازسنج

در این تصویر دستگاه گازسنج گ - خا - ۴ و نمونه آمپول‌های آن نمایش داده شده است.

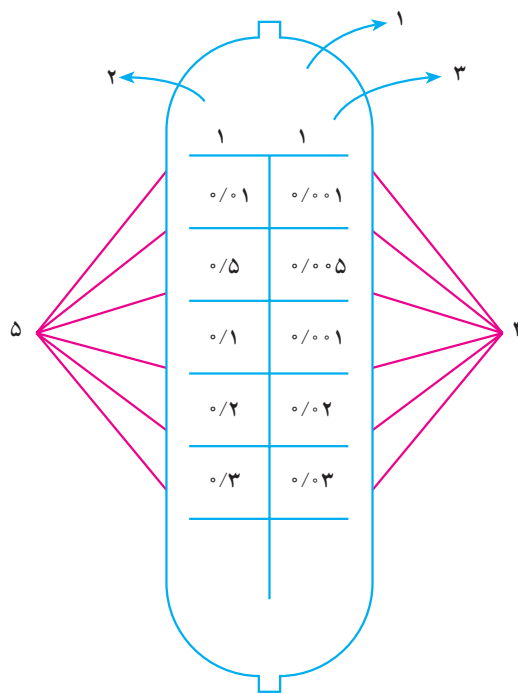


شکل ۱۲-۷- شکستن دو قسمت سر آمپول توسط زائنده دستگاه

اول دو قسمت سر آمپول با زائنده‌ای که روی دستگاه نصب است، می‌شکنیم.



شکل ۱۳-۷- قرار دادن آمپول در داخل دستگاه ۱۴۳



شکل ۱۰-۷

### قواعد اندازه‌گیری گازها

برای اندازه‌گیری گاز کربن، CO لازم است دستگاه اسپیراتور و آمپول گاز کربن CO را برداشته سپس؛ دو سر آمپول را شکسته و در جهت فلش بر روی سر لوله دستگاه اسپیراتور نصب می‌کنیم همان طوری که اسپیراتور را سر بالا و هم سطح دهان گرفته و یک بار فشار داده، در صورتی که مواد شیمیایی داخل آمپول آبی شد، بدین معنی است که در هوای داخل آمپول گاز کربن CO موجود است. درصد گاز کربن به مقدار آبی شدن درجه‌های آمپول بستگی دارد.

در صورتی که با یک بار فشار دادن رنگ مواد شیمیایی داخل آمپول تغییر نکرد، به این معنی است که گاز کربن در هوا موجود نیست، یا درصد گاز کمتر از ۱٪ می‌باشد. در این صورت، باید ۹ بار دیگر کیسه دستگاه را فشار داد. این بار محاسبه درصد گاز بر روی ستون دسته است حساب می‌شود، اگر باز هم پس از ۱۰ بار فشار دادن کیسه دستگاه رنگ مواد شیمیایی باقی ماند، بدین معنی است که در هوای تونل گاز کربن CO موجود نیست. با دستگاه اسپیراتور گ - خا - ۴ می‌توان درصد گاز کربن یک هزارم  $0.001$  تا  $0.3$  محاسبه کرد.

با یک آمپول فقط یک بار می‌توان گاز را اندازه گرفت، اگر با ده بار فشار دادن کیسه هوا دستگاه اسپیراتور رنگ مواد

دستگاه را بالای سر و دهانه کپسول را در جهت جریان هوای داخل معدن قرار می‌دهیم.



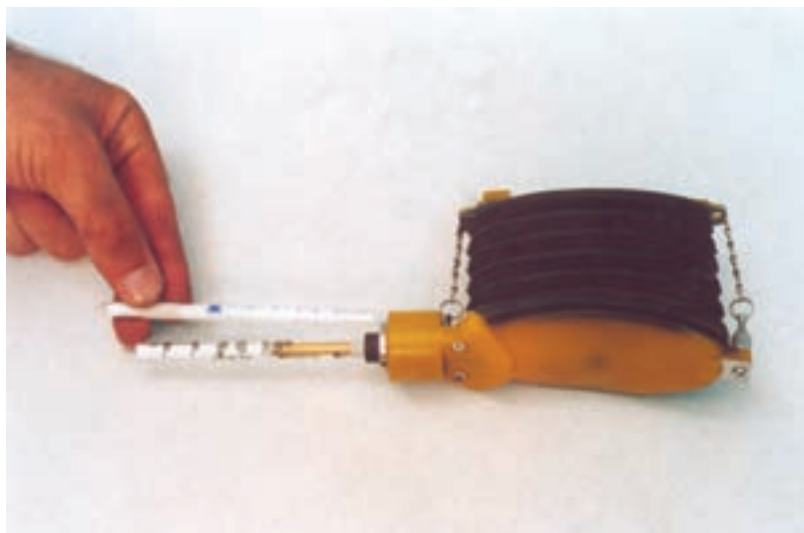
شکل ۱۵-۷ فشار دادن دستگاه برای جذب هوا

سپس؛ آمپول را در داخل دهانه دستگاه قرار داده و فشار می‌دهیم.



شکل ۱۴-۷ قرار دادن دستگاه در مسیر جریان هوای داخل معدن

داخل دستگاه با تغییر رنگ نسبت به کپسول سالم، غلظت گاز از کپسول را نشان داده است.



شکل ۱۶-۷ مقایسه تغییر رنگ کپسول مصرف شده با رنگ کپسول نو

سپس؛ دستگاه (پوار) را در این قسمت چندین بار فشار می‌دهیم. همان‌طور که در تصویر دیده می‌شود، در مقایسه کپسول



شکل ۱۷-۷- انواع کیسول‌های اندازه‌گیری جهت گازهای مختلف معدن

### برنامه کار عملی

- ۱- یک دستگاه تداخل سنج (اینترفرومتر) را از نظر ساختمان و اجزای آن عملاً شناسایی کنید. سپس؛ طرز اندازه‌گیری عیار گاز متان را با آن عملاً تمرین کنید.
- ۲- یک دستگاه گازسنج آمبولی و جعبه آمبول‌های آن را عملاً بررسی کنید و طرز کار با آن را عملاً تمرین کنید.
- ۳- هشداردهنده‌های گاز را تست کرده و بر روی کلاه ایمنی و لباس کار خود نصب کنید.
- ۴- یک دستگاه گازسنج عقربه‌ای و دیجیتالی را عملاً بررسی کنید و مقدار گازهای هوای اطراف خود را اندازه بگیرید.

پس از انجام تمرین‌های عملی در مرکز آموزشی در شرایط واقعی معدن زیرزمینی و معدن زغال‌سنگ مقدار گازهای موجود در هوا را، اندازه‌گیری کنید.

### اندازه‌گیری‌های تهویه



- هدف‌های رفتاری: پس از پایان این برنامه عملی از هنرجو انتظار می‌رود که بتواند:
- ۱- دستگاه هواسنج (آنومتر) را عملاً تشریح کند.
  - ۲- با استفاده از دستگاه هواسنج، سرعت جریان هوای معدن را اندازه‌گیری کند.
  - ۳- با استفاده از دستگاه هواسنج گذر هوا را برحسب فوت مکعب در دقیقه CFM به‌دست آورد.
  - ۴- پس از پایان کار دستگاه آن را سرویس کرده و نگهداری کند.

## روش اندازه‌گیری جریان هوا

برای اندازه‌گیری ابتدا، سطح مقطع را به دو قسمت تقریباً مساوی تقسیم می‌کنیم. سپس، شخص اندازه‌گیر پشت به دیواره ایستاده و دستگاه را در جهت جریان هوا قرار داده و دست را به صورت عمود بر بدن (به صورت راست) نگه می‌دارد. سپس این عملیات را درست روبه‌روی قسمتی که اندازه‌گیری شده، انجام می‌دهیم که در نهایت از متوسط‌گیری دو سرعت به دست آمده و سرعت متوسط مقطع به دست می‌آید.

ابتدا، در اندازه‌گیری سرعت جریان هوا با هواسنج دیویزی، به این گونه عمل می‌کنیم که هواسنج را در تمامی مقطع کار معدنی تغییر می‌دهیم. اندازه سرعت جریان هوای به دست آمده همان سرعت متوسط جریان هوا در مقطع است. سپس؛ به دلیل مشخص بودن اندازه در مقطع، به عنوان سدی در مقابل سرعت جریان هوا است سرعت به دست آمده را در ضریب تصحیحی ضرب می‌کنیم که در این حالت سرعت متوسط حقیقی به دست می‌آید.



شکل ۳-۱-۸- هواسنج پره‌دار



شکل ۲-۱-۸- هواسنج (آنومتر)



شکل ۱-۱-۸- آنومتر یا هواسنج فنجانی

نیز معروف است، از ۴ نیمکره توخالی تشکیل شده است که به یکدیگر متصل‌اند و همه آن‌ها حول محور قائمی دوران می‌کنند. قسمت دورشمار دستگاه، عقربه بلندی دارد که تعداد دورها را مشخص می‌کند و هر دور آن، روی عقربه کوچک تر ثبت و دور عقربه آخری نیز در عقربه کوچک دیگری منعکس می‌شود.

برای به کار انداختن و متوقف کردن دستگاه، از اهرم کوچکی که روی دستگاه تعبیه شده است، استفاده می‌کنند. هواسنج (شکل ۳-۱-۸) که به نام هواسنج پره‌دار<sup>۳</sup> نیز خوانده می‌شود، پره‌های متعددی دارد که در اثر برخورد جریان هوا با آن، محور دستگاه به چرخش درمی‌آید و تعداد دور آن با عقربه‌های دستگاه نشان داده می‌شود.

## وسایل اندازه‌گیری سرعت هوا

برای اندازه‌گیری سرعت هوا در نقاط مختلف معدن، دستگاه و روش‌های بسیار متنوع وجود دارد که متداولترین آن‌ها به شرح زیر می‌باشد:

**الف- هواسنج یا آنومتر<sup>۱</sup>:** گرچه هواسنج‌ها نیز انواع مختلف دارند ولی اساس کار همه آن‌ها یکسان است. همه آن‌ها پروانه‌ای دارند که در اثر حرکت هوا به گردش درمی‌آید و سرعت دوران این پروانه متناسب با سرعت هواسنج است. دستگاه دارای دورشماری است که به کمک آن می‌توان در زمان معین تعداد دورهای پره را شمرد.

هواسنج یا آنومتر (شکل ۱-۱-۸) که به نام هواسنج فنجان<sup>۲</sup>

۱- Anemometer

۲- Cupanemometer

۳- Vaneanemometer

سرعت دورانی دستگاه را به سرعت خطی تبدیل کرد. در هواسنج‌های جدید، سرعت دورانی به‌طور خودکار به سرعت خطی تبدیل می‌شود و عقربه دستگاه مستقیماً سرعت هوا را برحسب متر بر ثانیه (در دستگاه‌های انگلیسی برحسب فوت بر دقیقه) نشان می‌دهد.

روش اندازه‌گیری سرعت با هواسنج به این صورت است که ابتدا تعداد دورهای دستگاه را در زمان معین به کمک عقربه‌های دستگاه مشخص می‌کنند و از تقسیم دورهای زده شده بر زمان، سرعت دورانی دستگاه را به دست می‌آورند. برای هر دستگاه هواسنج، جدول و یا منحنی‌ای وجود دارد که به کمک آن می‌توان



شکل ۴-۱-۸- چند هواسنج جدید

متناسب است و می‌توان وضعیت تعادل را مستقیماً برحسب سرعت هوا مدرج کرد. حساسیت این دستگاه آن است که تغییرات سرعت هوا بلافاصله در آن منعکس می‌شود.

ب- سرعت سنج<sup>۱</sup>: این دستگاه پروانه دو شاخه‌ای دارد که در اثر عبور جریان هوا، دور محور خود تغییر حالت می‌دهد و با توجه به سرعت هوا، وضعیت تعادلی می‌یابد که با سرعت جریان



شکل ۵-۱-۸- سرعت سنج

ج- لوله پیتو<sup>۱</sup>: لوله پیتو یکی دیگر از وسایل اندازه گیری سرعت است که برای اندازه گیری دقیق سرعت در یک نقطه به کار می رود و بیشتر جنبه آزمایشگاهی دارد.

### تعیین سرعت متوسط هوا

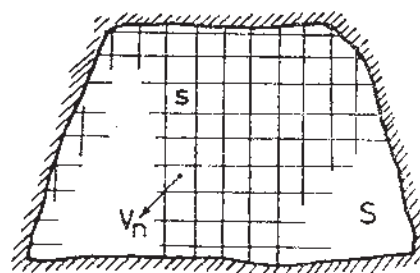
با استفاده از وسایلی که قبلاً توضیح داده شد، می توان سرعت هوا را در هر نقطه محاسبه کرد. اما برای تعیین شدت جریان هوا، دانستن سرعت متوسط هوا در هر مقطع لازم است. در زیر به شرح روش های تعیین سرعت متوسط هوا می پردازیم.

الف - روش محاسبه ای: در این روش ابتدا سرعت ماکزیمم هوا را در محور مقطع اندازه گیری و سپس به کمک رابطه  $V_M = 0. V_{max}$  سرعت متوسط را محاسبه می کنند. این روش زیاد دقیق نیست و معمولاً در مواردی از آن استفاده می کنند که سرعت هوا کم باشد و وجود یک هواسنج در مسیر جریان، باعث اغتشاش وضعیت کلی جریان نشود.

ب- روش متوسط گیری ریاضی: در این روش، سطح مقطع کار معدنی را به تعدادی سطوح کوچک تقسیم می کنند مثلاً با کشیدن سیم هایی در دو امتداد عمود بر هم، آن را به چهار ضلعی های کوچکی تقسیم می کنند. اگر سطح این سطوح کوچک به ترتیب  $S_1$  و  $S_2$  و  $S_n$  و سرعت هوا در مرکز آنها  $V_1$  و  $V_2$  و  $V_n$  باشد، سرعت متوسط هوا از رابطه زیر به دست خواهد آمد که در آن  $S$  سطح کلی مقطع است.

$$V_m = \frac{S_1 V_1 + S_2 V_2 + \dots + S_n V_n}{S}$$

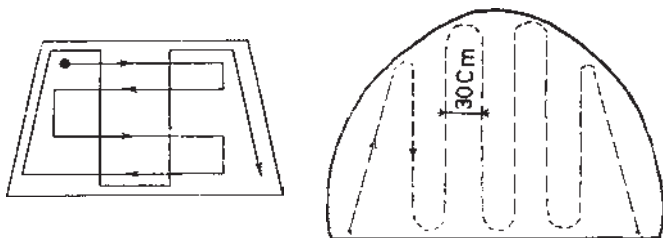
این روش دقیق ولی به زمان فراوانی نیاز دارد و معمولاً در تحقیق های علمی به کار می رود.



شکل ۲-۸- روش اندازه گیری

ج- روش تغییر مکان هواسنج: در این طریقه، هواسنج را در سرتاسر مقطع کار معدنی تغییر مکان می دهند.

از آن جا که در این روش هواسنج در همه نقاط مختلف مقطع قرار می گیرد. بنابراین، سرعتی که به دست می آید، در واقع؛ سرعت متوسط هوا در مقطع است. از آن جا که وجود شخص اندازه گیر در جلو جریان، تا حدودی باعث اختلال جریان هوا می شود، بایستی سرعتی را که بدین ترتیب به دست می آید در ضرایب تصحیحی (که در هر حالت بستگی به نحوه کار و نوع هواسنج دارد) ضرب کرد و سرعت متوسط حقیقی را به دست آورد. در عمل برای جلوگیری از اغتشاش جریان هوا در نتیجه وجود شخص اندازه گیر، ابتدا به کمک یک نخ قائم، مقطع کار معدنی را به دو قسمت تقسیم می کنند. سپس؛ شخص اندازه گیر در قسمت راست مقطع قرار می گیرد و سرعت متوسط قسمت چپ را اندازه می گیرد. در مرحله بعدی شخص در قسمت چپ قرار می گیرد به این ترتیب سرعت متوسط قسمت راست مقطع را به دست می آورد. سرعت متوسط مقطع از متوسط گیری این دو قسمت حاصل می شود.



شکل ۳-۸- جهت حرکت دادن آنومتر در مقطع تونل برای اندازه گیری سرعت هوا

۱- Pitot tube

## شدت جریان هوای معدن

آشنایی: همان طور که گفته شد؛ حجم هوایی که در واحد زمان از یک مقطع کار معدنی عبور می کند شدت جریان هوا نام دارد. اگر از نشت هوا در طول مسیر حرکت آن در یک کار معدنی صرف نظر کنیم و کار معدنی انشعابی نداشته باشد، شدت جریان هوا در تمام طول مسیر ثابت خواهد بود.

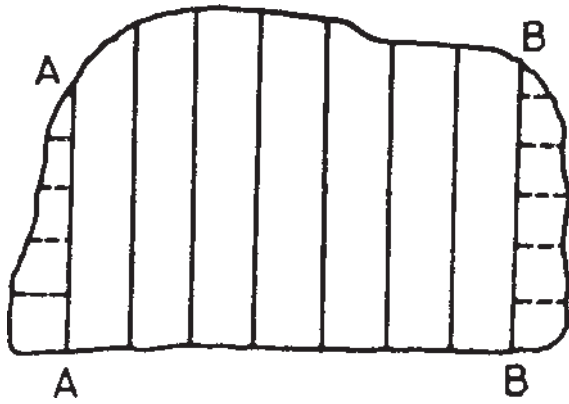
برای محاسبه شدت جریان هوای معدن در یک کار معدنی، ابتدا بایستی سرعت متوسط هوا در مقطع کار معدنی مزبور ( $V_m$ ) محاسبه کرد و آن گاه با ضرب آن در سطح مقطع ( $S$ )، شدت جریان ( $Q$ ) را به دست آورد.

$$Q = V_m \cdot S$$

این رابطه نشان می دهد که در طول یک کار معدنی بدون انشعاب، هر چه قدر سطح مقطع کار معدنی کمتر شود، سرعت زیادتر است و برعکس در مقاطع بزرگ، سرعت کمتر می شود. معمولاً شدت جریان هوا را برحسب مترمکعب در ثانیه یا دقیقه بیان می کنند. نحوه تعیین سرعت متوسط هوا را در کارهای معدنی دیدیم و اینک به شرح روش های تعیین سطح مقطع کار معدنی می پردازیم.

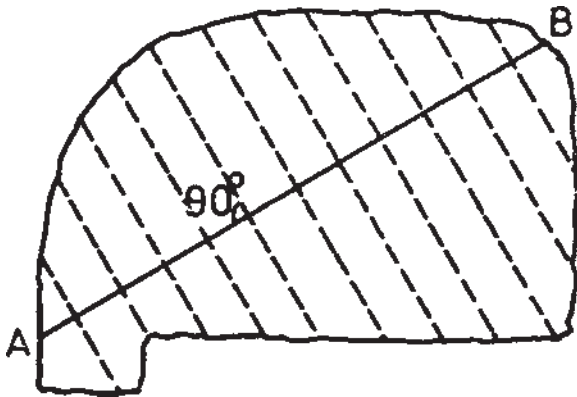
**نحوه تعیین سطح مقطع کارهای معدنی:** در مواردی که کار معدنی شکل منظم هندسی داشته باشد، به آسانی می توان سطح مقطع آن را تعیین کرد. اما در بعضی حالت ها کار معدنی شکل منظم هندسی ندارد و بایستی با استفاده از روش هایی که به شرح آن می پردازیم؛ سطح مقطع آن را تعیین کرد. در همه این روش ها ابتدا سعی می کنند که به نحوی شکل دقیق سطح مقطع کار معدنی را روی کاغذی رسم کنند. پس از رسم آن، اندازه گیری آن سطح با سطح سنج یا وسیله دیگر آسان است و با معلوم بودن مقیاس شکل می توان سطح مقطع واقعی کار معدنی را به دست آورد. متداول ترین روش های اندازه گیری سطح مقطع کار معدنی به شرح زیر است:

**الف - با استفاده از تعدادی شاغول:** سطح مقطع را به شکل های منظم تقسیم می کنند و با اندازه گیری سطوح این شکل ها، سطح مقطع کلی را به دست می آورند.



شکل ۴-۸- استفاده از شاغول جهت تعیین سطح مقطع

**ب - با استفاده از نخ:** بین دو نقطه از کار معدنی (مثل A و B در شکل) نخ می بندند و آن گاه با اندازه گیری عرض کار معدنی در امتداد عمود بر نخ در نقاط مختلف، آن را به چهار ضلعی هایی تقسیم و بدین ترتیب سطح آن را حساب می کنند.



شکل ۵-۸- استفاده از نخ جهت اندازه گیری سطح مقطع

**ج - روش قطبی:** در این روش که به نام روش قطبی نامیده می شود؛ ابتدا، یک قطعه مقوای مستطیل شکل را به حالت قائم در کف کار معدنی و در وسط قاعده آن قرار می دهند و سپس به کمک یک نخ، امتدادهای MP مختلف را روی مقوا رسم و در هر حالت طول  $r$  را نیز روی خط مربوط یادداشت می کنند با این روش، شکل دقیق مقطع کار معدنی روی مقوا رسم می شود که به سهولت می توان سطح آن را اندازه گیری کرد.



گرفته می شود.

در هنگام بهره برداری زغال در کارگاه های استخراج از درزه شکاف سنگ ها و زغال گازهای متان و دی اکسید گوگرد خارج می شود و هوای تنفسی کارگران را آلوده می کند، بنابراین؛ طبق محاسبات بالا به ازای هر نفر در دقیقه  $6\text{m}^3$  هوا نیاز است  $6 \times 30 = 180\text{m}^3 / \text{min}$  هوا برای تنفس افراد نیاز داریم و برای رقیق شدن گازها و متصاعد شدن آنها در معادن زغال مقدار هوایی علاوه بر آن در نظر گرفته می شود و با کنترل مداوم دستگاه گازسنج در خروجی های کارگاه ها درصد گاز مشخص می شود. در صورت بالا بودن درصد گاز، نیاز به هوای ورودی بیشتری داریم که مقدار آن با هواسنج اندازه گیری و هوای مورد نیاز به دی هوا اضافه می شود؛ درحدی که ایجاد گرد و غبار نکند.

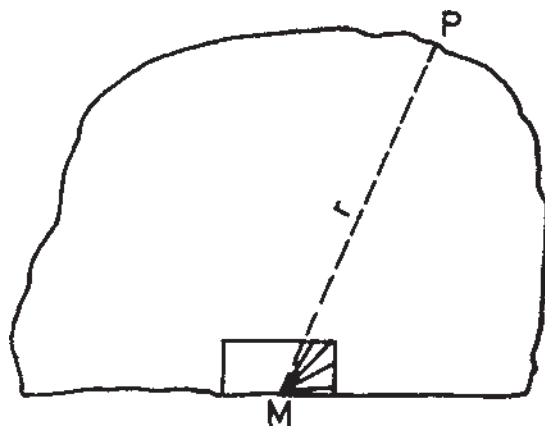
### معرفی اجزای دستگاه هواسنج

۱- جداره نگاه دارنده: دایره شکل است که این دایره دارای قطر ۱۱ سانتی متر است که همه اجزای هواسنج در داخل ورودی این دایره قرار دارند، (مانند صفحه مدرج، پره ها و میله ها).  
۲- صفحه مدرج: دارای ۳ میله نگاه دارنده می باشد و در وسط دایره قرار گرفته است در پشت آن پره ها قرار دارند که سیستم کار آن مانند ساعت است با چرخیدن پره توسط هوای ورودی [ با نیروی چرخشی پره ها با یک میله نازک که پره ها حول این میله می چرخند، این نیرو را به عقربه صفحه مدرج منتقل می کند.

۳- پیچ تنظیم پره هواسنج: در طرف دیگر دایره ۳ میله نگاه دارنده وجود دارد که در شعاع دایره تقسیم شده و در وسط دایره هستند. پیچ تنظیم از قسمتی که میله پره حول آن می چرخد، به آن بسته می شود.

۴- اهرم شماره ۱: برای صفر کردن دستگاه قبل از اندازه گیری می باشد.

۵- اهرم شماره ۲: برای قفل کردن دستگاه در فاصله زمانی یک دقیقه پس از اندازه گیری می باشد تا در آن عددی که در فاصله یک دقیقه اندازه گیری دستگاه، عقربه ها را ثابت نگه دارد.



شکل ۶-۸- استفاده از صفحه مقوایی برای اندازه گیری سطح مقطع

د- روش عکاسی: در این روش، با استفاده از یک لامپ مخصوص، محیط مقطع کار معدنی را روشن و با دوربین عکاسی از آن عکس برداری می کنند. بدین ترتیب شکل دقیق مقطع به دست می آید که به آسانی می توان سطح آن را تعیین کرد.



شکل ۷-۸- اندازه گیری سطح مقطع به روش عکاسی

### هدف از به کار بردن دستگاه هواسنج

از دستگاه هواسنج برای اندازه گیری هوای معدن در حال استخراج استفاده می شود تا مقدار گذر هوای مورد نیاز ما برای کار کردن کارگران در شرایط هوای تمیز یا مناسب، اندازه گیری شود.

برای مثال اگر در کارگاهی ۳۰ نفر کارگر به صورت فعال کار کنند، برای هر نفر در دقیقه  $6\text{m}^3$  در دقیقه هوا در نظر



شکل ۸-۸ - هواسنج با جعبه آن



شکل ۸-۹ - طرز گرفتن هواسنج در مسیر جریان هوا



شکل ۱۰-۸ - قفل کردن عقربه توسط اهرم برای مدت یک دقیقه

## ۶ - دستگیره نگه دارنده دستگاه در دست کارگر:

دستگاه در جای مخصوصی برای محافظت از آن در مقابل ضربه و هر گونه اتفاق دیگر قرار می‌گیرد. این جلد چرمی که دارای بند است برای آسانی کار به گردن آویزان می‌شود.

## اقدامات قبل از استفاده

- ۱- کنترل کامل پره‌ها از نظر ضربه خوردگی.
- ۲- آسیب پره‌ها در مقابل فشار هوای زیاد، یعنی؛ هیچ‌گونه خم شدن در پره‌ها وجود نداشته باشد.
- ۳- کنترل اهرم شماره یک تا اطمینان حاصل شود که عمل صفر کردن دستگاه درست انجام شده است.
- ۴- کنترل اهرم شماره دو برای حصول اطمینان جهت قفل شدن عقربه با اهرم در زمان معین می‌باشد.

## دستورالعمل کاربرد آنومتر<sup>۱</sup>

- ۱- اهرم بالای آنومتر را به سمت چپ حرکت دهید.
  - ۲- اهرم موجود در کنار صفحه مدرج را به سمت پایین کشیده تا همه عقربه‌ها صفر شوند.
  - ۳- آنومتر را به طور مستقیم در جریان هوا قرار دهید.
  - ۴- اهرم بالای آنومتر را به سمت راست کشیده تا حرکت شروع شود. (اهرم باید دقیقاً به سمت راست کشیده شود تا دستگاه درست کار کند.)
- مدت زمان اندازه‌گیری یک دقیقه است و نتیجه بر حسب فوت بر دقیقه خواهد بود که یک اندازه‌گیری خطی از جریان هوا است. با استفاده از چارت تصحیح، سرعت به دست آمده را باید اصلاح کنید.



شکل ۱۱-۸ - قرائت مشخصه‌های اندازه‌گیری

چارت تصحیح هواسنج دیویس بر حسب (F.P.M فوت بر دقیقه)

استاندارد		نوع	
عدد واقعی	عدد مشخص شده	عدد واقعی	عدد مشخص شده
۷۰	۱۹	۱۸۰۰	۱۸۶۰
۸۰	۳۶	۲۰۰۰	۲۰۶۵
۹۰	۵۰	۲۲۰۰	۲۲۷۵
۱۰۰	۸۵	۲۴۰۰	۲۴۹۰
۲۰۰	۱۸۰	۲۶۰۰	۲۷۰۰
۳۰۰	۲۹۰	۲۸۰۰	۲۹۱۰
۴۰۰	۴۰۰	۳۰۰۰	۳۱۲۰
۵۰۰	۵۰۵	۳۲۰۰	۳۳۳۵
۶۰۰	۶۱۰	۳۴۰۰	۳۵۵۰
۷۰۰	۷۱۵	۳۶۰۰	۳۷۶۵
۸۰۰	۸۲۰	۳۸۰۰	۳۹۷۵
۹۰۰	۹۲۵	۴۰۰۰	۴۱۸۰
۱۰۰۰	۱۰۳۰	۴۲۰۰	۴۳۹۰
۱۲۰۰	۱۲۳۵	۴۴۰۰	۴۵۹۵
۱۴۰۰	۱۴۴۵	۴۶۰۰	۴۸۰۰
۱۶۰۰	۱۶۵۵	۴۸۰۰	۵۰۲۵
		۵۰۰۰	۵۲۶۰

## دستورالعمل تعیین دبی هوا برحسب فوت مکعب بر دقیقه (CFM)

برای سنجیدن شدت جریان هوا برحسب فوت مکعب بر دقیقه، هنگامی که دستگاه در یک مساحت محدود به کار برده می‌شود، بایستی به شرح زیر عمل کنید:

- ۱- دستگاه را به مدت یک دقیقه در دهانه تونل قرار دهید.
  - ۲- در صورت امکان در چند نقطه مختلف در امتداد تونل اندازه‌گیری انجام داده و میانگین بگیرید.
  - ۳- به کمک چارت موجود باید عدد قرائت شده را اصلاح کنید.
  - ۴- عدد تصحیح شده را در سطح مقطع تونل (برحسب فوت مربع) ضرب کرده و شدت جریان برحسب فوت مکعب بر دقیقه به دست می‌آید (CFM).
- یادآوری این نکته لازم است که از آنجایی که سرعت جریان هوا در مرکز سطح مقطع و محور تونل ماکزیمم است؛ اگر اندازه‌گیری در این نقطه انجام می‌شود، بهتر است که سرعت اصلاح شده را در ضریب اصلاح شده دیگر ضرب کنید به صورت زیر:

$$V_m = QV_{max}$$

## برنامه کار عملی

- ۱- یک دستگاه هواسنج (آنومتر) را به طور عملی کاملاً بررسی کنید و قسمت‌های مختلف آن را به خصوص صفحه مدرج و عقربه‌ها را مشاهده کرده و اعداد و نوشته‌ها را قرائت کنید.
  - ۲- در مقابل یک جریان هوای محسوس نظیر باد پنکه یا دریچه کولر قرار گرفته و سرعت هوا را با آنومتر اندازه‌گیری کنید.
- پس از پایان کار با دستگاه، آن را سرویس کنید و در جعبه خود قرار دهید.

در شرایط حقیقی یک تونل زیرزمینی، سرعت هوا و گذر آن را اندازه‌گیری کنید.

$$Q = \frac{V}{t}$$

سرعت متوسط  $V_m$

سرعت ماکزیمم  $V_{max}$

و یا این که در یک سطح مقطع سرعت را در چند نقطه اندازه‌گیری کرده و میانگین بگیرید.

## سرویس و نگهداری دستگاه پس از پایان کار

- ۱- پره‌ها باید سالم باشد. به علت ظرافت و نازکی پره، خم و یا شکسته نشوند.
- ۲- تنظیم صفحه مدرج (شاخص) که به هم نخورده باشد.
- ۳- شیشه صفحه مدرج (شاخص) سالم باشد.
- ۴- پس از هر بار عملیات هواسنجی، دستگاه را با الکل شست و شو داده و برای استفاده دوباره آماده کنید. به علت وجود گرد و غبار زغال و چربی آن پره‌های دستگاه سنگین می‌شود.
- ۵- پس از استفاده از دستگاه، آن را در جعبه مخصوص قرار داده و درب آن را ببندید.