



## کاربرد مخلوط های گازی در کالیبراسیون تجهیزات اندازه گیری

شرکت گاز کربنیک اردستان



### ◀ کالیبراسیون چیست؟

داده‌های صحیح برای صنایعی که در آن دستگاه‌های اندازه‌گیری برای  
ارایه تحقیقات انجام می‌شود، بسیار مهم است. برای ارائه اطلاعات  
دقیق، متخصص باید از صحت دستگاه‌ها اطمینان حاصل کند.

وضعیت و صحت دستگاه‌های اندازه‌گیری در این مورد اساسی است.  
برای خدمت به عنوان یک دستگاه قابل اعتماد، آشکارسازها و دستگاه‌ها  
باید به طور منظم و حرفه‌ای کالیبره شوند و مخلوط های گازی  
کالیبراسیون بخش مهمی از این دستگاه‌ها هستند.

کالیبراسیون، فرآیند تنظیم دستگاه‌ها و دتکتورها برای به دست آوردن  
نتیجه‌ای است که با سیستم مرجع تعریف شده مطابقت دارد. به دلیل  
قرار گرفتن در معرض عوامل محیطی یا مسائل دیگر، حسگرهای موجود  
در تجهیزات می‌توانند حساسیت کمتری داشته باشند و از کالیبراسیون  
خارج شوند. داشتن یک کالیبراسیون منظم و مناسب می‌تواند اطمینان

حاصل کند که دستگاه‌ها، اندازه‌گیری‌های نادرست را نشان نمی‌دهد و  
در صورت نیاز به تعمیر یا تغییر تجهیزات هشدار می‌دهد.

### ◀ گاز کالیبراسیون چه نوع گازی است؟

مخلوط‌های گازی باید مطابق با الزامات استانداردهای کیفیت، باشد.  
این استانداردها منبعی را برای صحت و دقت فراهم می‌کنند. همچنین  
استفاده از گاز با توجه به تاریخ انقضا آن بسیار مهم است. استفاده از  
گاز نادرست می‌تواند دلیلی بر ارایه نتایج نادرست باشد و حتی می‌تواند  
خطرآفرین باشد.

گاز کالیبراسیون گازی است که دارای ترکیب و غلظتی دقیق است و  
برای کالیبراسیون دستگاه‌ها و حسگرهای مختلف آنالیز گاز بخصوص  
در صنایعی که نیاز به دقت بالایی دارند، مانند صنایع پتروشیمی، تولید  
برق و پایش کیفیت هوا استفاده می‌شوند.



متخصصان برای فرایند کالیبراسیون، از مخلوط گازهایی استفاده می کنند که می تواند حاوی مونوکسید کربن (CO)، دی اکسید کربن (CO<sub>2</sub>)، دی اکسید نیتروژن (NO<sub>2</sub>)، سولفید هیدروژن (H<sub>2</sub>S)، متان (CH<sub>4</sub>)، اکسیژن (O<sub>2</sub>)، دی اکسید گوگرد (SO<sub>2</sub>)، آمونیاک (NH<sub>3</sub>) و غیره باشد.

### ◀ انواع گازهای کالیبراسیون

گازهای کالیبراسیون برای اطمینان از دقیق بودن حسگرهای تشخیصی گاز، ضروری هستند. گاز کالیبراسیون، که گاهی به آن گاز تخصصی یا مخلوط گاز کالیبراسیون نیز گفته می شود، مخلوطی از گازهایی است که برای آزمایش دستگاهها، مانند آشکارساز گازهای خطرناک، برای خوانش دقیق استفاده می شود. خوانش دقیق برای اطمینان از ایمنی همه ضروری است.

گازهای کالیبراسیون به دو دسته تقسیم می شوند:

#### - گازهای کالیبراسیون صفر (Zero Calibration Gases)

گازهای کالیبراسیون صفر، برای آشکارسازهای گاز که با ساختارهای گاز آنالیت کالیبره شده و حاوی گازهای قابل اشتعال نیستند، استفاده می شود. برخلاف گازهای کالیبراسیون گسترده، گازهای کالیبراسیون صفر حاوی گازی نیستند که دستگاه تشخیص می دهد. گاز کالیبراسیون صفر معمولاً نیتروژن است زیرا یک گاز بی اثر است، به این معنی که در شرایط عادی با سایر گازها واکنش نشان نمی دهد. به عنوان نمونه گاز کالیبراسیون صفر برای آنالیزر اکسیژن و کربن دی اکسید، نیتروژن است.

#### - گازهای کالیبراسیون گسترده (Span Calibration Gases)

گازهای کالیبراسیون گسترده، دارای غلظت مشخصی از گازهای خاص هستند و در دستگاهها و آشکارسازهایی که می توانند آن گازها را اندازه گیری و تشخیص دهند، استفاده می شوند. برای مثال، یک آشکارساز گاز که برای اندازه گیری و تشخیص مونوکسید کربن، متان و سولفید هیدروژن استفاده می شود، باید با مخلوط گاز کالیبراسیون گسترده حاوی این سه گاز کالیبره شود.

### ◀ مزایا و کاربرد استفاده از گاز کالیبراسیون چیست؟

بسیاری از صنایع از گازهای کالیبراسیون برای حفظ محیطهای کاری ایمن استفاده می کنند، مانند استخراج نفت، تولید، و حتی اولین

واکنش دهنده هایی که گازهای بالقوه کشنده را در یک سناریوی نجات آزمایش می کنند. از جمله مزایای استفاده از گاز کالیبراسیون می توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱. کیفیت گازهای کالیبراسیون، موجب افزایش دقت و کاهش خطای اندازه گیری دستگاهها و آشکارسازها می شود.

۲. افزایش اطمینان از نتایج اندازه گیری توسط کالیبره کردن دستگاهها توسط گازهای کالیبراسیون

۳. حفظ کارآمدی و افزایش طول عمر دستگاههای اندازه گیری.

به طور کلی، گازهای کالیبراسیون در مناطقی که اندازه گیری دقیق مهم است، برای ارائه کنترل کیفیت و دقت علمی بسیار مورد نیاز است. به این ترتیب است که گاز کالیبراسیون به طور گسترده در آزمایشگاهها برای دستگاهها و حسگرهای مختلف که غلظت گاز یا نرخ جریان را اندازه گیری می کنند، استفاده می شود. این می تواند دستگاههای کروماتوگرافی گازی باشد که اجزای یک مخلوط گازی را جدا و تجزیه و تحلیل می کند. جریان سنج گاز برای اندازه گیری نرخ جریان گاز از طریق خط لوله یا فرآیند نیز نیازمند دستگاههای حاوی گازهای کالیبراسیون برای دستیابی به دقیق ترین نتایج هستند.

مخلوطهای گازی کالیبراسیون برای کالیبره کردن کروماتوگرافهای گازی که برای کنترل انتشار گازهای گلخانه ای از دودکش های صنعتی موجود در کارخانه های مواد شیمیایی، نیروگاه های دفع زباله و نیروگاه های حرارتی یافت می شوند، استفاده می شوند که نیاز به تجزیه و تحلیل انتشار مداوم دارند.

دستگاههای تنفسی فرد را قادر می سازد برای مدتی طولانی یا کوتاه در فضای غیر قابل تنفس و مسموم بماند و همچنان ظرفیت کامل جسمی و ذهنی خود را حفظ کند. این دستگاه در معادن، کارخانه های گاز، کارخانه های شیمیایی، آهن سازی، کارخانه های فولاد، صنایع ذوب و متالورژی، پالایشگاه های نفت و آتش نشانی و کوهنوردان مورد نیاز است. دستگاه تنفس باید از چنان کارایی و قابلیت اطمینانی برخوردار باشد که ایمنی در برابر گازهای سمی، اتمسفری کمبود اکسیژن، گرمای شدید، رطوبت بالا و خرابی و سقوط در هنگام فاجعه را تضمین کند. بنابراین ضروری است که دستگاه تنفسی در شرایط مختلف، از خلوص اکسیژن تنفس شده اطمینان حاصل کند و آزمایش های دقیق فیزیولوژیکی، فیزیکی، شیمیایی را پشت سر بگذارد.



از مخلوط‌های گازی کالیبراسیون هیدروکربنی مذکور برای کالیبراسیون و بررسی عملکرد صحیح دستگاه‌های گاز کروماتوگرافی آزمایشگاهی، کروماتوگرافی گازی کنترل فرآیند و آنالیزها و آشکارسازهای گاز در پالایشگاه‌های نفت و گاز طبیعی و کارخانه‌های مواد شیمیایی استفاده می‌شوند.

### • BTEX in Nitrogen

این مخلوط گازی حاوی بنزن ( $C_6H_6$ )، تولوئن ( $C_7H_8$ )، اتیل بنزن ( $C_8H_{10}$ ) و زایلن ( $C_8H_{10}$ ) در بالانس نیتروژن در طیف وسیعی از غلظت‌ها است که عمدتاً به عنوان یک مخلوط گاز کالیبراسیون برای کروماتوگراف‌های گازی نصب شده در واحدهای کنترلی برای نظارت بر کیفیت هوا استفاده می‌شود.

### • Propane in Air

این یک مخلوط گاز حاوی پروپان ( $C_3H_8$ ) در طیف وسیعی از غلظت‌ها است که معمولاً در زمینه‌های زیست محیطی و خودرو استفاده می‌شود. برای نظارت بر کیفیت هوا به عنوان یک مخلوط گاز کالیبراسیون برای کروماتوگراف‌های گازی نصب شده در واحدهای کنترلی که توسط بدنه‌های کنترل محیطی کار می‌کنند و در دنیای خودرو برای تجزیه و تحلیل گازهای خروجی در طول آزمایش انتشار موتور استفاده می‌شود.

### • گاز کالیبراسیون انواع سنسورها آنالایزرها و نشت یاب‌ها

گاز کالیبراسیون سنسورها، آنالایزرها و نشت یاب‌ها برای کالیبره کردن انواع مختلفی از آنالایزرها برای استفاده توسط پالایشگاه‌های نفت و گاز طبیعی و کارخانه‌های مواد شیمیایی برای کالیبراسیون و عملکرد صحیح دستگاه‌های گاز کروماتوگرافی آزمایشگاهی، کروماتوگرافی گازی کنترل فرآیند و آنالایزرها و آشکارسازهای گاز برای تست میزان آلاینده‌های خودروها و ... استفاده می‌شوند. مانند:

### • گازهای کالیبراسیون در دستگاه‌های تست آلاینده‌های خودرو :

۴۰٪ هیدروژن و ۶۰٪ نیتروژن در دستگاه‌های تست آلاینده‌های خودرو برای اندازه‌گیری میزان آلاینده‌های خروجی از اگزوز خودرو استفاده می‌شوند. هیدروژن یک گاز سوختنی است که می‌تواند شبیه به گازهای خروجی اگزوز باشد. همچنین نیتروژن یک گاز خنثی و غیرسمی است که به عنوان حامل هیدروژن عمل می‌کند. بنابراین

بر اساس قوانین ملی و اروپایی، آلاینده‌های موتور خودرو باید به طور منظم مطابق با استانداردهای دقیق اندازه‌گیری شود. بنابراین، این قانون، آزمایش‌کنندگان انتشار گازهای گلخانه‌ای و مهندسان تحقیقاتی را ملزم می‌کند که از گازهای با خلوص بسیار بالا و مخلوط‌های گاز کالیبراسیون بسیار دقیق استفاده کنند که نه تنها باید این الزامات استاندارد محصول را برآورده کنند، بلکه باید گواهی شده و از نظر اندازه‌شناسی به یک مرجع قابل ردیابی باشند. این مخلوط‌ها معمولاً حاوی اجزای خاصی مانند اکسید کربن ( $CO$ )، اکسید نیتروژن ( $NO$ )، دی اکسید کربن ( $CO_2$ )، اکسیژن ( $O_2$ ) و هیدروکربن‌هایی مانند متان یا پروپان هستند.

همچنین در صنعت پتروشیمی، مخلوط‌های گازی کالیبراسیون برای کالیبره کردن کروماتوگراف‌های گازی برای تعیین ترکیب واقعی گازهای پالایشگاه استفاده می‌شود. به عنوان مثال، مخلوط‌های گاز مبتنی بر هیدروژن در فرآیندهای پالایش نفت خام برای اندازه‌گیری ترکیب جریان‌های گاز تولید شده در ستون‌های تقطیر استفاده می‌شوند، بنابراین امکان کنترل دقیق فرآیندهای تبدیل را فراهم می‌کنند.

### ◀ نمونه‌هایی از انواع مخلوط‌های گازی کالیبراسیون

انتخاب گاز کالیبراسیون مناسب، مهم‌ترین قدم است. گازی باید انتخاب شود که با نوع گازی که باید اندازه‌گیری شود مطابقت داشته باشد و غلظتی مشابه با غلظتی که انتظار می‌رود در نمونه یافت شود، داشته باشد. نمونه‌هایی از انواع مخلوط‌های گازی به شرح زیر است :

### • گاز کالیبراسیون هیدروکربنی

مخلوط‌های گازی هیدروکربنی، شامل ترکیباتی هستند که از هیدروژن و کربن تشکیل شده‌اند. و بر اساس تعداد و نوع اتم‌های کربن و نحوه اتصال آن‌ها به هم، می‌توانند به چند گروه اصلی تقسیم شوند. از این مخلوط‌ها به عنوان گاز کالیبراسیون در صنایع شیمیایی، نفت و گاز، آشکارسازها و دستگاه‌های تست آلاینده‌های خودرو و کالیبره کردن مشعل‌ها می‌توان استفاده کرد. نمونه‌هایی از مخلوط‌های گازی هیدروکربنی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

– Methane, Acetylenes, Ethane, Ethylene, Propane



ترکیب این دو گاز می‌تواند برای کالیبره کردن دستگاه‌های تست آلاینده‌گی خودرو مناسب باشد.

#### • گازهای کالیبراسیون LEL

حد پایین انفجار (Lower Explosive Limit) کوچکترین نسبت حجمی ماده قابل اشتعال به هوا می‌باشد که قابلیت انفجار دارد. به بیان دیگر، به کمترین درصد غلظت یک گاز یا بخار گفته می‌شود که با قرار گیری در نزدیکی جرقه، شعله یا گرما می‌تواند منفجر شود. در صورتی که این غلظت کمتر از LEL تعیین شده باشد، حتی در حضور جرقه و گرما نیز امکان اشتعال گاز وجود ندارد. جهت کالیبراسیون سنسورهای انواع دتکتورها و آنالایزرهای گازی، انواع دستگاه‌های گاز سنج و نشت یاب و هشدار دهنده‌های وجود گاز‌های اشتعال‌زا در معادن، پالایشگاه‌ها در صنایع گاز و ... استفاده می‌شود.

#### • گازهای کالیبراسیون کربن دی‌اکسید (CO<sub>2</sub>)

دی‌اکسید کربن یکی از رایج‌ترین ترکیبات در جهان است. CO<sub>2</sub> گازی نامرئی بوده و مخلوط‌های گازی کالیبراسیون حاوی کربن دی‌اکسید عمدتاً به عنوان آشکار ساز یا دتکتورهای دی‌اکسید کربن استفاده می‌شود.

نمونه‌هایی از این مخلوط‌های گازی به شرح زیر است:

- 900 ppm CO<sub>2</sub>, 18ppmCO, 20.9% O<sub>2</sub>
- 2% CO<sub>2</sub>, 10ppm C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, 2%O<sub>2</sub>
- 50ppm CO, 5000ppm CO<sub>2</sub>

#### • گاز کالیبراسیون ناکس (NO<sub>x</sub>)

اکسید نیتریک و دی‌اکسید نیتروژن را می‌توان به نام گاز ناکس (NO<sub>x</sub>) شناخت که این به دلیل قابلیت تبدیل متقابل این دو در واکنش‌های اسماگ فتوشیمیایی خواهد بود. در واقع می‌توان اینگونه عنوان کرد که یکی از انواع گاز ناکس (NO<sub>x</sub>) با نام دی‌اکسید نیتروژن با فرمول شیمیایی NO<sub>2</sub> به صورت توأمان، هم آلاینده اولیه و هم ثانویه است. از میان انواع گاز ناکس (NO<sub>x</sub>) یا همان اکسیدهای نیتروژن، گاز دی‌اکسید نیتروژن بالاترین غلظت را در هوای آزاد به خود اختصاص داده است. این نمونه گاز ناکس (NO<sub>x</sub>) در نگاه کلی به رنگ

قرمز مایل به نارنجی نزدیک به قهوه‌ای و دارای نقطه جوش بیست و یک درجه سانتی‌گراد و فشار جزئی است که آن را در حالت گازی نگاه خواهد داشت. از ترکیب گاز ناکس در ازت برای سنجش آلاینده‌های محیطی استفاده می‌کنند. مخلوط‌های حاوی اکسید نیتروژن (NO) در طیف وسیعی معمولاً در زمینه‌های زیست‌محیطی و خودرو استفاده می‌شود. برای نظارت بر کیفیت‌ها به عنوان یک مخلوط گاز کالیبراسیون برای کروماتوگراف‌های گازی نصب شده در واحدهای کنترلی که توسط بدنه‌های کنترل محیطی کار می‌کنند و در دنیای خودرو برای تجزیه و تحلیل گازهای خروجی در طول آزمایش انتشار موتور استفاده می‌شود.

#### • گاز کالیبراسیون کلر

گاز کالیبراسیون کلر در بالانس نیتروژن و در بالانس هوا موجود است و عموماً برای کالیبره کردن آشکارسازهای گاز کلر مورد استفاده قرار می‌گیرد.

#### • گاز استاندارد دستگاه آنالیز تنفسی

ونتیلیاتورها نقش حیاتی در تامین اکسیژن بیماران مبتلا به نارسایی تنفسی و اطمینان از اشباع اکسیژن بیمار تا سطوح بالای ۵۰ درصد به طور مداوم دارند. بنابراین این امر مهم است که دستگاه‌های مذکور به دقت کالیبره شوند. جهت اطمینان از صحت و دقت ونتیلیاتور از مخلوط گاز کالیبراسیون شامل ۳۰، ۶۰ و یا ۹۰ درصد اکسیژن در بالانس نیتروژن، گاز کربن دی‌اکسید و اکسیژن به ترتیب برای بررسی صحت آنالایزرهای گاز کربن دی‌اکسید و اکسیژن استفاده می‌شود. علاوه بر این گازهای اکسیژن، کربن دی‌اکسید و نیتروژن در کالیبراسیون دستگاه‌های موجود در اتاق‌های عمل مراکز آزمایشگاهی پزشکی و دستگاه‌های تنفسی و ... استفاده می‌شود.

ترکیب ۵۰۰۰۰ کربن دی‌اکسید و ۱۰-۲۰٪ اکسیژن در بالانس نیتروژن در کالیبره کردن دستگاه‌های آنالیز خون بکار می‌رود.

#### • گاز کالیبراسیون استاندارد آنالایزرهای آنالیز

آنالایزرهای آنالیز گاز، دستگاه‌ها و حسگرهایی هستند که به طور مداوم و پیوسته ترکیب و غلظت گازها و مخلوط‌های گازی را در صنایع و حوزه‌های گوناگون مانند صنایع پتروشیمی، پزشکی، محیط زیست و کنترل آلاینده‌های هوا و ... استفاده می‌شوند.



- <https://www.gnw.co.uk/blog/what-is-flue-gas-analyser->
- <https://instrumentationtools.com/h-b-gas-analyzer-principle-calibration-procedure/>
- <https://falatec.ir/%D8%AF%D8%B3%D8%AA%D8%A7%D9%87%D9%87%D8%A7%D8%B%8C-%D8%A7%D9%86%D8%AF%D8%A7%D8%B2%D9%87-%DA%AF%DB%8C%D8%B1%DB%8C-%D9%88-%D8%A2%D9%86%D8%A7%D9%84%D8%A7%D8%B%8C%D8%B2%D8%B1%D9%87%D8%A7%DB%8C-%D8%A2/#:~:text=%D8%A7%DB%8C%D9%86%20%20%D8%A7%DB%8C%D9%86%20%20%D8%A7%DB%8C%D9%85%DB%8C%20%D8%A7%DB%8C%D9%88%D8%B1%D8%AF%D8%A7%D8%B1%20%D9%85%DB%8C%20%D8%A7%DB%8C%D9%84%D8%A7%D8%B%8C%D8%B2%D8%B1%D9%87%D8%A7%DB%8C-%D8%A2/#:~:text=For%20the%20calibration%20process>
- <https://scottmedicalproducts.com/solutions/calibration-gases/blood-gas-calibration-gases/>
- <https://rotarex.com/blogs/what-calibration-gases-are-used-for#:~:text=For%20the%20calibration%20process>
- <https://www.mdmetrology.co.th/content/29402/calibration-gas>
- <https://www.instrumentdepot.com/blog/three-types-of-calibration-gases-and-what-they-are-used-for>
- <https://perfecta.siad.com/en/news/metrological-gas-mixtures-what-they-are-and-how-they-are-used-instrument-calibration>

آنالایزر اکسیژن برای اندازه گیری اکسیژن پس از احتراق استفاده می شود. آنالایزر اکسیژن داده هایی را برای کنترل هوای سوخت در فرآیند احتراق فراهم می کند. آنالایزرهای اکسیژن نقش حیاتی در کیفیت فرآیند، ایمنی، کاربردهای محیطی و فرآیند احتراق دارند. نظارت بر سطح اکسیژن برای برخی از صنایع به دلایل ایمنی، جلوگیری از ایجاد حادثه و نشت گازهای خطرناک، اجباری است. آنالایزرهای گازهای سوخت فسیلی دستگاه های الکترونیکی هستند که وظیفه اصلی اندازه گیری گازهای بالقوه مضر مانند دی اکسید کربن یا مونوکسید کربن را دارند. علاوه بر این، آنالایزرهای گاز سوخت فسیلی را می توان برای اندازه گیری عوامل دیگر مانند دمای هوا و سطح اکسیژن برای تعیین اینکه آیا دستگاه به درستی تهویه می شود استفاده کرد. گازهای کالیبراسیونی که برای آنالایزرهای گازی استفاده می شود بطور معمول اکسیژن، نیتروژن بدلیل بی اثر بودن با سایر گازها و کربن دی اکسید می باشد.

### نتیجه

همانطور که پیش تر اشاره شد، گازهای کالیبراسیون، مخلوط های گازی مهمی برای بررسی و تنظیم دستگاه ها و حسگرهای آنالیز گاز برای عملکرد صحیح و ارائه نتایج اندازه گیری دقیق هستند. استفاده از گازهای کالیبراسیون قابلیت اطمینان تجزیه و تحلیل و اندازه گیری در صنایع را بهبود می بخشد، جایی که حفظ استانداردهای کیفیت و ایمنی مهم است. نگهداری و مراقبت مناسب از گاز کالیبراسیون برای اطمینان از حفظ غلظت و دقت گاز مهم است. گاز کالیبراسیون باید در جای خشک و خنک نگهداری شود. دور از نور خورشید و منابع گرما، سیلندر گاز و تجهیزات اتصال را به طور منظم باید بررسی شود تا از عدم نشتی اطمینان حاصل کنید.

### مراجع

- <https://scottmedicalproducts.com/solutions/calibration-gases/blood-gas-calibration-gases/>
- [https://newradargas.com/PRODUCTS/Mixture\\_Gases/171.html?gad\\_source=1&gclid=Cj0KCQjwtsy1BhD7ARIsAHOi4xYLalVFGXqd\\_aGS5WK108nY1DFr7H-awpxiseCQnIEc2MdkuUG8NUAaAjCyEALw\\_wcB](https://newradargas.com/PRODUCTS/Mixture_Gases/171.html?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwtsy1BhD7ARIsAHOi4xYLalVFGXqd_aGS5WK108nY1DFr7H-awpxiseCQnIEc2MdkuUG8NUAaAjCyEALw_wcB)
- <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/2498/1/012023>
- <https://www.tipl.com/product/oxygen-analyser>