

# اثرات گاز دی اکسید کربن بر سلامتی

شرکت ملی گاز

شرکت گاز استان تهران

عاطفه طاهرخانی

## خلاصه:

دی اکسید کربن یکی از گاز های مهم و به عنوان یک عامل اساسی در چرخه حیات موجودات زنده محسوب می گردد و در چرخه فتوسنتز گیاهان نقش اساسی بازی می کند ، همچنین این گاز در طی تنفس گیاهان ، حیوانات، قارچ ها و میکروارگانیسم ها تولید می گردد و سپس به صورت مستقیم و غیر مستقیم در تولید غذا در گیاهان استفاده شده و بدین ترتیب زنجیره کربن شکل می گیرد، دی اکسید کربن همچنین از طریق جذب اشعه های مادون قرمز بازتابش شده از سطح زمین در تعادل دمای زیست کره و جلوگیری از یخ زدگی آن نقش مهمی دارد، اما انتشار بیش از حد این گاز که در نتیجه سوختن سوخت های فسیلی تولید می شود باعث افزایش غیرمتعادل دمای کره زمین و ایجاد گرمایش جهانی که پدیده ای مخرب است می گردد. در عین حال این گاز در صورت افزایش در محیط می تواند اثرات سوء سلامتی نیز به همراه داشته باشد. در این مطالعه سعی شده است که به اثرات گاز دی اکسید کربن بر سلامتی انسان اشاره شود.

برخلاف مونواکسید کربن که یک خفه کننده شیمیایی محسوب می شود و با هموگلوبین خون ترکیب می گردد، دی اکسید کربن یک خفه کننده ساده است و با هموگلوبین خون ترکیب نشده و از طریق جایگزین شدن به جای اکسیژن باعث ایجاد خفگی می گردد.<sup>۱</sup> NIOSH اعلام کرده است که غلظت دی اکسید کربن بیشتر از ۰.۴٪ برای سلامتی و حیات بسیار خطرناک است. دی اکسید کربن به عنوان یک گاز جایگزین شونده در نظر گرفته می شود و میتواند به سایر آلاینده های داخل اتاق وابسته باشد، و بر اساس استاندارد ASHRAE<sup>۲</sup> ۲۰۰۷ غلظت های زیاد CO<sub>2</sub> می تواند با سلامت شغلی ، آرامش و میزان کارایی در ارتباط باشد.

*کلمات کلیدی: دی اکسید کربن، خفه کننده ساده، اثرات بر سلامتی، استاندارد.*

## مقدمه:

دی اکسید کربن یکی از گاز های مهم در چرخه حیات موجودات زنده می باشد، با این وجود انتشار بیش از حد این گاز در محیط زیست که ناشی از فعالیت های بشری است اثرات سوئی را بر محیط زیست گذاشته است. انتشار بیش از حد دی اکسید کربن با توجه به استفاده فراوان از سوخت های فسیلی در دنیا باعث افزایش دمای کره زمین و عوارض ناشی از آن گشته است. از این گذشته

<sup>۱</sup> National Institute for Occupational Safety and Health

<sup>۲</sup> American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers

گاز دی اکسید کربن اثراتی را نیز بر بدن می گذارد، تحقیقات نشان داده است که قرار گرفتن طولانی مدت در معرض مقادیر متوسط و مشخصی از گاز دی اکسید کربن می تواند اثرات سوئی بر سلامتی داشته باشد زیرا بر متابولیسم کلسیم- فسفر در بدن اثر گذاشته و باعث رسوب کلسیم در بافت ها می گردد، همچنین مشخص شده است که دی اکسید کربن برای قلب نیز سمی می باشد زیرا نیروی انقباضی را در قلب کاهش داده و این اثر با افزایش غلظت دی اکسید کربن افزایش می یابد. از این رو برای آن استانداردهایی تعریف شده است.

## مواد و روش ها:

نتایج این مطالعه بر اساس بررسی متون و مقالات علمی معتبر ملی و بین ملی بدست آمده است.

## اهمیت دی اکسید کربن در چرخه حیات:

اهمیت گاز دی اکسید کربن در چرخه حیات از آنجایی که این گاز به عنوان یکی از ترکیبات هوای تازه می باشد مشخص است. در ارتفاع ۳۰ کیلومتری از سطح دریا و فشار ۱۰ kPa غلظت گاز دی اکسید کربن (۳۶۰ ppm) ۰,۰۳۶٪ تا (۳۹۰ ppm) ۰,۰۳۹٪ متغیر است [۱]. این گاز به عنوان یکی از گاز های مهم و یک عامل اساسی در چرخه حیات موجودات زنده محسوب می گردد و در چرخه فتوسنتز گیاهان نقش اساسی بازی می کند ، دی اکسید کربن در طی تنفس گیاهان ، حیوانات، قارچ ها و میکروارگانیسم ها تولید می گردد و سپس به صورت مستقیم و غیر مستقیم در تولید غذا در گیاهان استفاده شده و بدین ترتیب زنجیره کربن شکل می گیرد، دی اکسید کربن در سیستم بافوری بدن نقش بسیار مهمی برعهده دارد و تنظیم کننده و نگهدارنده pH خون است، به همین دلیل در بدن به آن بافرکربنات می گویند که تشکیل شده است از یونهای بی کربنات و دی اکسید کربن محلول به همراه اسید کربونیک. اسید کربونیک می تواند یونهای هیدروکسید را در بدن خنثی کرده و از این طریق از بالا رفتن pH خون جلوگیری می کند و در زمان کاهش pH خون یون بی کربنات وارد عمل شده و یونهای هیدروژن را که باعث کاهش pH خون شده خنثی کرده و در نهایت باعث ثابت نگه داشتن آن می شود. افزایش و یا کاهش pH برای حیات انسان خطرناک است، از این رو می توان گفت دی اکسید کربن با تنظیم pH خون در بدن نقش حیاتی دارد و برای ادامه حیات ضروری است. بر اساس گزارشات<sup>۱</sup> OSHA

---

<sup>۱</sup> Occupational Safety and Health Administration - Home

تاکنون اثراتی از سرطانزایی در خصوص این گاز مشاهده نشده است همچنین مطالعات در خصوص کارگرانی که به طور مداوم با مقادیر زیاد گاز CO<sub>2</sub> در تماس بوده اند نشان داده است که مواجهه با میزان ۱،۵٪-۱ برای ۴۲ تا ۴۴ روز باعث ایجاد تداخل برگشت پذیر در تعادل اسدیته در خون می گردد و همچنین این میزان مواجهه باعث می شود که عمق تنفس برای فرد زیاد شود (یعنی فرد برای بدست آوردن میزان مورد نیاز اکسیژن نفس های عمیق تری بکشد). همچنین بر اساس این مطالعات اثر بر روی سیستم تولید مثل و جنین در انسان مشاهده نشده است و تنها نتایجی در مورد اثر بر روی حیوانات مشاهده شده که قابل تعمیم به انسان نیست [۲]

### خطرات سلامتی ناشی از دی اکسید کربن:

در سال ۲۰۰۰ یک سازمان تحقیقاتی در آمریکا مطالعاتی را بر روی گاز CO<sub>2</sub> که مربوط به گزارشات حوادث آتش سوزی از سال ۱۹۷۵ بود انجام داد، در این تحقیقات ۵۱ مورد حادثه در خصوص انتشار گاز CO<sub>2</sub> از تجهیزات اطفاء حریق گزارش شده بود که منجر به ۷۲ مورد مرگ و ۱۴۵ مورد جراحت شده بود.

با توجه به اینکه CO<sub>2</sub> گازی تقریباً بی بو و بی رنگ است تشخیص آن در محیط در مقادیر کمتر از ۴۰٪ مشکل بوده و همچنین تشخیص مسمومیت با آن نیز دشوار است، زیرا علائم مسمومیت با دی اکسید کربن مشابه مسمومیت با تعداد زیادی از آلاینده ها است و دارای اثر اختصاصی نیست. همانطور که گفته شد دی اکسید کربن یک خفگی آور ساده است، مکانیسم خفگی به این ترتیب است که افزایش میزان CO<sub>2</sub> باعث کاهش غلظت اکسیژن تا سطح خطرناک برای انسان می گردد. هرچند مطالعات بر روی حیوانات نشان می دهد ترکیب گاز CO<sub>2</sub> با مونواکسید کربن می تواند باعث افزایش سرعت اتصال مونواکسید کربن به هموگلوبین شده و اثر خفه کنندگی آن را تشدید نماید [۳].

تحقیقات و ارزیابی ریسک بهداشتی ناشی از تماس با دی اکسید کربن نشان می دهد که در زمان کوتاه حداکثر دوز قابل تحمل ۳٪ و در زمان طولانی ۱٪ است و بالاتر از این مقادیر بر روی سلامتی در افراد عادی اثر خواهد داشت [۴].

در ادامه اثرات حاصل از دی اکسید کربن در غلظت های مختلف آمده است:

- قرارگیری در مدت طولانی در مقدار ۱٪ باعث ایجاد خواب آلودگی می گردد.
- در غلظت ۲٪ اثراتی مانند مواد مخدر بر بدن داشته و باعث بالا رفتن ضربان قلب و فشار خون می گردد و باعث می شود که میزان شنوایی کاهش یابد [۱].
- در ۵٪ باعث تحریک مرکز تنفس، سرگیجه، گیجی و سختی تنفس همراه با سردرد می گردد. حالت های اضطراب و آشفتگی هم می تواند در این غلظت ها ایجاد شود [۵].
- در غلظت های حدود ۸٪ باعث سردرد، تعرق، تاری دید، رعشه و کاهش هوشیاری بعد از ۵ تا ۱۰ دقیقه در معرض قرار گیری، می گردد. [۱].

## هایپرکاپنیا (Hypercapnia) یا افزایش غلظت دی اکسیدکربن در خون

هایپرکاپنیا یا هایپرکاپنی از واژه یونانی hyper به معنی بالا و kapnos به معنی دود استخراج شده است و به حالتی گفته می شود که غلظت دی اکسیدکربن در خون بالا است، زمانی که این اتفاق در بدن می افتد بر اثر یک واکنش طبیعی، بدن در شرایط تامین اکسیژن بیشتر قرار می گیرد، مانند جابجایی ناگهانی سر در هنگام خواب. اگر در این واکنش شکستی رخ دهد و بخوبی انجام نشود می تواند به مرگ منجر شود و کشنده باشد، مانند سندرم مرگ ناگهانی نوزادان. هایپرکاپنیا در کل به دلیل تنفس کم ( زمانی که نفس ها عمیق نیست)، ناراحتی های ریه و یا در زمانی که هوشیاری فرد کم است اتفاق می افتد، همچنین می تواند در زمانی که مقادیر دی اکسید کربن در محیط بیشتر از حد نرمال است (مانند فوران آتش فشان و پدیده های زمین گرمایی) در بعد وسیع زیست محیطی اتفاق افتد و یا می تواند به دلیل تنفس مجدد دی اکسیدکربنی که از بازدم می آید ایجاد شود [۶].

### استانداردهای دی اکسیدکربن در محیط های کاری:

با توجه به ریسک حاصل از تماس با دی اکسید کربن OSHA اعلام کرده است که متوسط غلظت دی اکسیدکربن در ۸ ساعت کاری در روز برای افراد بزرگسال نباید از (۰,۵٪) ۵۰۰۰ ppm بیشتر گردد. حداکثر غلظت مجاز برای نوزادان، کودکان، افراد پیر و افرادی که دارای مشکلات تنفسی هستند به میزان قابل توجهی کمتر از این مقدار است. حداکثر مقدار مجاز در مدت کوتاه ( کمتر از ۱۰ دقیقه) که توسط NIOSH و ACGIH اعلام شده است (۳٪) ۳۰,۰۰۰ ppm است. NIOSH همچنین اعلام کرده است که غلظت دی اکسیدکربن بیشتر از ۰,۴٪ برای سلامتی و حیات بسیار خطرناک است. [۲] هرچند تجربیات واقعی نشان داده است که این غلظت ها برای یک مدت زمان مشخص می توانند قابل تحمل باشند [۷].

سازگاری با افزایش غلظت CO<sub>2</sub> در انسان مشاهده شده است. تنفس مداوم CO<sub>2</sub> می تواند باعث سازگاری در غلظت ۰,۳٪ برای مدت ۱ ماه و سازگاری با غلظت ۰,۴٪ برای مدت یک هفته گردد. از آنجایی که سازگاری با مقادیر CO<sub>2</sub> فیزیولوژیکی و برگشت پذیر است پیشنهاد شده است که حداکثر غلظت مجاز دی اکسید کربن در فضای بسته ۰,۲٪ در نظر گرفته شود، کاهش سطح کارایی و یا فعالیت های فیزیکی طبیعی در این غلظت مشاهده نشده است [۸].

باید به این نکته هم توجه داشت که در فضای کاری بسته مقدار دی اکسید کربن بسیار بیشتر از مقادیر محیط های باز خواهد بود.

---

<sup>۱</sup>American Conference of Government Industrial Hygienists

دی اکسید کربن به عنوان یک گاز جایگزین شونده در نظر گرفته می شود و میتواند به سایر آلاینده های داخل اتاق وابسته باشد، بر اساس استاندارد ۶۲٫۱<sup>۱</sup> ASHRAE ۲۰۰۷ غلظت های زیاد CO<sub>2</sub> با سلامت شغلی ، آرامش و میزان کارایی می تواند در ارتباط باشد.

#### استانداردهای شغلی NIOSH درمورد دی اکسید کربن

REL	5,000 ppm (0.5%)	TWA, 10-hr day, 40-hr week
STEL	30,000 ppm (3%)	15-minute TWA
IDLH	40,000 ppm (4%)	Immediately dangerous to life/health

#### نتیجه:

دی اکسید کربن مدت زیادی است که به عنوان یکی از عوامل مخاطره در محیط های کاری محسوب می شود. زیرا این گاز به میزان قابل توجهی از هوا سنگین تر است و می تواند جایگزین اکسیژن شود. همچنین در محیط های باز و غیر بسته مانند کانال ها ، گودال ها و یا دره ها نیز می تواند به سطح خطرناک برسد.

واکنش طبیعی در هنگام مواجهه با گاز CO<sub>2</sub> در انسان وجود ندارد درحالی که انسان در مواجهه با گازهایی مانند سولفیدروژن از طریق حس بویایی متوجه مقادیر اندک (درحد ppm) از آن می گردد، ویا گاز آمونیاک و یا دی اکسیدسولفور را از این طریق متوجه می شود، درحالی که در رابطه با گاز CO<sub>2</sub> به این ترتیب نیست، در واقع گاز دی اکسید کربن به میزان ۰٫۰۳۷٪ در هوایی که ما تنفس می کنیم وجود دارد و این عامل زمانی که می خواهیم میزان CO<sub>2</sub> را در محیط اندازه گیری کنیم تداخل ایجاد می کند زیرا میزان زمینه آن زیاد است.

آنچه که مهم است جایگزینی دی اکسید کربن به جای اکسیژن است که ایجاد خفگی می کند، تنفس مقادیر زیاد و قابل توجه CO<sub>2</sub> اسیدیته خون را تغییر داده و اثرات تنفسی ، قلبی-عروقی و سیستم اعصاب مرکزی ایجاد می کند. اطلاعات حاصل از مطالعات انجام شده می تواند برای تعیین میزان Dangerous Toxic Load (DTL) مورد استفاده قرار گیرد. شاخص DTL توسط آزمایشگاه های ایمنی و بهداشت در محاسبه پتانسیل اثر CO<sub>2</sub> زمانی که در مقادیر زیاد در فضا منتشر شده است مورد استفاده قرار می گیرد ،

DTL شرایط در معرض قرار گیری را بر حسب غلظت موجود در هوا و مدت زمانی که فرد در معرض گاز دی اکسید کربن قرار داشته است تشریح می کند و نهایتاً سطح سمیت ویژه را در آن شرایط مشخص می کند.

<sup>۱</sup> American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers

١. Davidson, Clive. ٧ February ٢٠٠٣. "Marine Notice: Carbon Dioxide: Health Hazard". Australian Maritime Safety Authority.
٢. Occupational Safety and Health Administration. Chemical Sampling Information: Carbon Dioxide. Retrieved ٥ June ٢٠٠٨.
٣. Health Effects of Carbon Dioxide Gas. December ٢٣, ١٩٩٧. Canadian Centre for Occupational Health & Safety.
٤. Health effects of acute and prolonged CO<sub>2</sub> exposure in normal and sensitive populations. Susan A. Rice and association Inc. USA.
٥. Gowda Shilpa (٢ November ٢٠٠٧). "New Insight into Panic Attacks: Carbon Dioxide is the Culprit". <http://www.jyi.org/news/nb>.
٦. N Engl J Med ٣٦١:٧٩٥ The sudden infant death syndrome
٧. Glatte Jr H. A., Motsay G. J., Welch B. E. (١٩٦٧). "Carbon Dioxide Tolerance Studies". *Brooks AFB, TX School of Aerospace Medicine Technical Report SAM-TR-٦٧-٧٧*. <http://archive.rubicon-foundation.org/٦٠٤٥>. Retrieved ٢٠٠٨-٠٥-٠٢.
٨. Lambertsen, C. J. (١٩٧١). "Carbon Dioxide Tolerance and Toxicity". *Environmental Biomedical Stress Data Center, Institute for Environmental Medicine, University of Pennsylvania Medical Center (Philadelphia, PA)* IFEM Report No. ٢-٧١. <http://archive.rubicon-foundation.org/٣٨٦١>. Retrieved ٢٠٠٨-٠٥-٠٢.