



شرکت آب و فاضلاب استان تهران
معاونت مالی و پشتیبانی
دفتر نظارت بر حفاظت، ایمنی و سلامت کار



پیشگیری از حوادث مقابله با حوادث گاز کلر

مسمومیت با گاز کلر بیشتر به صورت مسمومیت های تصادفی و صنعتی مشاهده می شود. نشت گاز کلر از لوله‌ها و مخازن حاوی این ماده، یکی از علل بروز مسمومیت های تصادفی و شغلی در صنایع می باشد. یکی دیگر از علل بروز مسمومیت با این گاز در محیط های غیر صنعتی مانند منازل، مخلوط کردن ترکیبات اسیدی (لوله بازکن و جرم بر) با فرآورده های سفیدکننده ی خانگی که حاوی هیپوکلریت می باشند، به ویژه در محیط‌های در بسته و فاقد تهویه منجر به آسیب‌های جدی می‌شود.

خواص فیزیکی و شیمیایی کلر

کلر به دو صورت گاز و مایع وجود دارد. در شرایط محیط به صورت گاز بوده و رنگ سبز متمایل به زرد می باشد. کلر به خودی خود غیر قابل اشتعال است اما چون اکسیدکننده قوی است می تواند در معرض بعضی از مواد باعث اشتعال گردد. بویی تند و تحریک کننده دارد. گاز کلر خشک در دمای کمتر از ۱۰۰ درجه سانتی گراد بر روی آهن و برنج تاثیر زیادی ندارد، بنابراین جهت نگهداری و انتقال آن از مخازن و لوله های فولادی و اتصالات فشار قوی برنجی استفاده می شود. اما در صورتی که گاز مرطوب باشد به شدت بر آهن و

اکثر فلزات اثر کرده، خوردگی به وجود می آورد و باعث پوسیدگی و سوراخ شدن مخازن و خطوط لوله می گردد. گاز کلر به سهولت توسط زغال چوب جذب شده، در تتراکلرید کربن و سایر هیدروکربن های هالوژن دار حل می شود.

کلر در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد و تحت فشار مخصوص به مایع تبدیل می شود. جهت استفاده و حمل و نقل گاز کلر، آن را تحت فشار ۸ اتمسفر فشرده نموده، و به درون سیلندرهای مخصوص شارژ می نمایند. هدایت الکتریکی کلر بسیار پایین است. عامل اکسیدکننده بسیار قوی است و در تماس با پوست بدن ایجاد سوختگی شدید می نماید. در اثر تبخیر کلر مایع، روی پوست یا لباس، دما به شدت کاهش یافته و سرما زدگی موضعی ایجاد می شود. کلر، به میزان جزئی در آب حل شده و محلول اسیدی ضعیفی شامل هیپو کلرو و اسید کلریدریک تولید می کند. کلر با بسیاری از مواد آلی وارد واکنش می گردد که برخی از این واکنش ها شدید یا انفجاری هستند. لذا دور نگه داشتن مواد آلی نظیر روغن ها، حلال ها و سایر هیدروکربن ها از محل ذخیره و مصرف کلر از جمله اقدامات ایمنی است.

موارد مصرف

- کلر، عنصر شیمیایی مهمی در تصفیه آب، (برای از بین بردن باکتری و سایر میکروب های موجود در ذخائر آب آشامیدنی به کار می رود).
- به عنوان مواد گندزدا در سفید کننده و نیز در گاز خردل به شمار می رود. همچنین کلر در ساخت طیف وسیعی از اقلام روزمره کاربرد دارد. برای تصفیه آب استخرهای شنا و فاضلاب ها نیز از آن استفاده می شود.
- در کارخانجات پارچه بافی، در صنعت کاغذسازی برای سفید کردن خمیر کاغذ، صنایع صابون سازی و مواد پاک کننده و سفید کننده، ساخت حلال ها، تولید پی وی سی، تولید نئوپرن، مواد ضد یخ، تولید مواد شیمیایی معدنی و بسیاری مواد دیگر مورد استفاده قرار می گیرد.
- در تولید محصولات کاغذی، مواد ضد عفونی کننده، رنگدانه ها، مواد غذایی، حشره کش ها، رنگ ها، فرآورده های نفتی، پلاستیک، دارو، منسوجات، حلال ها و محصولات مصرفی بسیار زیاد دیگری

کاربرد دارد. در ترکیبات آلی در صورتی که کلر جایگزین هیدروژن شود، (لاسیک مصنوعی) اغلب باعث ایجاد خصوصیات مورد نیاز در این ترکیبات می گردد، لذا در ترکیب آلی از این عنصر بعنوان عامل اکسید کننده و جانشین، به طور گسترده استفاده می گردد.

• یکی دیگر از موارد مصرف گاز کلر به دلیل ماهیت سمی آن، در مقاصد نظامی و به عنوان سلاح شیمیایی است. گاز کلر به عنوان یک سلاح شیمیایی جزء عوامل خفه کننده می باشد.

سیلندرهای کلر

مطابق استاندارد شماره ۷۱۲ ایران، رنگ سیلندر باید زرد باشد. سیلندرهای گاز کلر به طور کل به دو دسته تقسیم می شود.

۱- با درز جوش ۲- بدون درز جوش

که این سیلندرها یا به صورت خوابیده یا به صورت ایستاده حمل و نقل می شود. سیلندرهایی که به صورت خوابیده استفاده می شوند ۴۰۰ تا ۸۰۰ کیلوگرم می باشند. و دارای ۲ شیر هستند سیلندرهایی که به صورت ایستاده استفاده می شوند کمتر از ۷۵ کیلو، ۴۵ کیلو یا ۶۸ کیلوگرم هستند. لازم به ذکر است که سیلندرهای گازهای سمی و خطرناک شیر اطمینان ندارند.

نشانه گذاری سیلندرها کلر مایع

بر روی سیلندر کلر مایع اطلاعات زیر به صورت واضح و دائم باید نشانه گذاری شود.

- پلاک ثبت
- نام و علامت سازنده سیلندر
- وزن خالص
- وزن کلر مایع قابل شارژ
- شماره سریال
- تاریخ ساخت
- فشار گاز
- فشار تست هیدرو استاتیک

تعمیرات بر روی سیلندرهای کلر

طبق استاندارد و بازدید دوره ای سیلندر کلر هر سه سال یک بار انجام می شود.

مراحل آزمون دوره ای

- ۱- تخلیه کامل کلر داخل سیلندر، تحت شرایط ایمن کامل
- ۲- مونتاز قطعات و شیرآلات سیلندر
- ۳- بازرسی چشمی سیلندر، بازرسی از نظر فرو رفتگی و خوردگی
- ۴- انجام عملیات رسوب زدایی فیزیکی و شیمیایی
- ۵- کنترل وزن بعد از رسوب زدایی

- ۶- انجام تست هیدرو استاتیک
- ۷- خشک کردن سیلندر با هوای گرم
- ۸- سیلندر باید تمام مراحل بالا را گذرانده باشد و بعد مورد تعمیر قرار گیرد.
- روش حمل و نقل سیلندرهاى کلر مایع
 - ۱- حداقل ظرفیت جرثقیل ۲ تن باشد.
 - ۲- زنجیرها باید سالم باشند.
 - ۳- در موقع جابجایی حتما با دید مطمئن باشیم که تیرهای بسته و سرشیر روی آنها محکم شده باشد.
 - ۴- سیلندرهاى را از ارتفاع رها نکنیم.
 - ۵- مکان تخلیه به وسایل ایمن مجهز باشد.
 - ۶- رانندگان باید آزمون و آموزش لازم برای رعایت ایمنی کلر را گذرانده باشند.
 - ۷- راننده باید ماسک ضد گاز کلر (برای فرار) داشته باشد.
 - ۸- وجود خاموش کننده های دستی (پودری) در خودرو الزامی است.
 - ۹- کنار سیلندرها نباید آتش روشن شود و کامیون نباید در زیر نور آفتاب توقف نماید.

عملیات

- در صورت نشت داشتن این گاز نسبت به بستن شیر گاز اقدام نماید.
- اگر شیر گاز مورد دار می باشد به وسیله چوب می توانید نشت را بر طرف کنید.
- در صورتی که سیلندر مورد حریق قرار گرفت (باید در نظر داشته باشیم که این گاز تقریبا غیر قابل اشتعال و انفجار می باشد) باید به وسیله پودرهای آتش نشانی حریق مهار گردد. و بلافاصله جلو نشت گرفته شود.

اخطار

در عملیات مربوط به کلر نشت یا حریق به هیچ عنوان از ماسک های فیلتر دار، ماسک های پارچه ای یا دستمال استفاده نشود. در صورت برخورد با این گونه خطرات فقط با سیلندرهاى هوای فشرده عملیات انجام شود.

پوشش های حفاظتی مورد نیاز

افرادی که می خواهند وارد اتسفری شوند که در آنجا گاز کلر نشت پیدا کرده است باید حتما از دستگاه تنفسی هوای فشرده فشار مثبت و لباس های محافظ در برابرمواد شیمیایی استفاده نمایند.

این لباس باید تمامی پوست بدن را پوشش داده و از لباس هایی که بخشی از پوست را پوشش می دهد استفاده ننمایید. در صورت ورود بدون لباس مناسب هیچ بخشی از پوست نباید خیس باشد.

علائم مسمومیت با کلر و نحوه تشخیص آن

تأثیرات نشت گاز کلر بر حسب میزان تنفس متفاوت می باشد:

- ۰.۲-۰.۴ PPM: آستانه بو و بدون خط
- ۱-۳ PPM: مرحله ضعیف همراه با سوزش مجاری تنفسی تا یک ساعت

• ۱۵-۵ PPM: مرحله متوسط همراه با سوزش شدیدتر مجاری تنفسی

• ۳۰ PPM: همراه با درد سریع سینه، استفراغ و سرفه

• ۴۰-۶۰ PPM: مسمومیت شدید

• ۴۳۰ PPM: مرگ بعد از سی دقیقه

• ۱۰۰۰ PPM: مرگ بعد از چند دقیقه

• اگر فرد در محل نزدیک به نشت کلر بدون استفاده از وسیله حفاظتی تنفسی مدت کوتاهی بماند مرگ او حتمی است.

گاز کلر در غلظت های بالا (مانند آنچه که در حوادث صنعتی اتفاق می افتد) ممکن است سبب تخریب بافت های مخاطی راه های تنفسی گردد. این امر به علت تولید گونه های فعال اکسیژن موسوم به «اکسیژن نوزاد» در اثر واکنش کلر با آب موجود در بافت ها می باشد. اسید کلریدریک تولید شده در اثر واکنش کلر با آب نیز به صورت ثانویه ممکن است سبب بروز آسیب بافتی گردد. در تماس با غلظت های پایین کلر (مانند آزاد شدن گاز کلر در اثر اضافه کردن اسید به فرآورده های پاک کننده ی خانگی) سوزش در راه های تنفسی ایجاد می شود.

علائم بالینی در مسمومیت حاد ناشی از تماس با گاز کلر ممکن است به صورت علائم و نشانه های چشمی (مانند احساس سوزش در چشم ها، اشک ریزش، فتوفوبی و ورم ملتحمه)، تظاهرات ریوی (مانند سوزش گلو، بینی و مخاط دستگاه تنفسی فوقانی، آب ریزش از بینی، سرفه، تنگی نفس، تاکی پنه، برونکواسپاسم، لارنگواسپاسم، پنومونی، آسیب حاد ریوی، برونشیت، برونشولیت حاد، هیپوک سی، خفگی و ایست تنفسی)، تظاهرات قلبی (تپش قلب، تاکیکاردی، کاهش اولیه و سپس افزایش فشار خون، دیس ریتمی و کلاپس قلب و عروق)، تظاهرات عصبی (سردرد، گیجی، بیقراری و سنکوپ)، علائم گوارشی (تهوع، استفراغ، سیلان بزاق و دردهای شکمی)، تظاهرات پوستی (سوزش، درد، اریتم، درماتیت و سوختگی شیمیایی) و اختلالات اسید-باز (اسیدوز متابولیک ثانویه به هیپوکسمی) باشند. این علائم ممکن است به صورت فوری و یا به صورت تاخیری (تا چند ساعت بعد از تماس با کلر و بسته به غلظت و زمان تماس) ظاهر شوند.

در اثر مواجهه حاد با کلر آزاد شده در اثر اختلاط عوامل اسیدی با فرآورده های سفید کننده خانگی محتوی هیپوکلریت، علائم و نشانه های بالینی اغلب به صورت سرفه، اشک ریزش، کونژکتیویت، احساس سوزش در

قفسه سینه، پنومونی و تاکیکاردی ظاهر می شود. در تعداد کمی از بیماران تهوع، تعریق و سردرد بروز می نماید. آسیب حاد ریه در موارد شدید نیز گزارش شده است.

کمک های اولیه

در صورت وجود آلودگی لباس های بیمار با کلر، خارج ساختن لباس های بیمار از تن و شستشوی پوست بدن با مقادیر کافی آب و یا آب و صابون ضروری است. در صورت تماس چشمی، باید چشم ها را با مقادیر کافی از نرمال سالین و یا آب به مدت حداقل ۱۵ دقیقه شستشو داد. در صورتی که بیمار از لنزهای تماسی استفاده می کند، خارج سازی این لنزها از چشم الزامی است. در صورت دوام سوزش، درد، تورم، اشک ریزش و فتوفوبی بعد از ۱۵ دقیقه شستشو، معاینه ی بیمار توسط چشم پزشک توصیه می شود.

در موارد تماس از راه تنفسی، بعد از انتقال و خروج بیمار از محیط آل وده، بیمار باید از نظر بروز علائم و نشانه های دیسترس تنفسی تحت نظر باشد. در صورت تشدید سرفه و سختی تنفس، بیمار باید از نظر بروز هیپوکسی، تحریک راه های تنفسی، برونشیت و پنومونی ارزیابی شود.

در صورتی که مصدوم بیهوش با متشنج است هرگز چیزی از راه دهان به او نخورانید.

الف: استنشاق (در صورتی که تنفس مصدوم قطع شده باشد).

- مصدوم را به فضای باز منتقل کنید.
- لباس های آلوده را بیرون بیاورید.
- احیاء تنفسی را هر چه سریع تر آغاز کنید.
- به کمک فردی مجرب هر چه سریع تر به مصدوم اکسیژن مرطوب وصل نمایید.

ب: اگر مصدوم تنفس طبیعی داشته باشد:

- مصدوم را به محیطی با هوای تازه منتقل نمایید.
- شخص را در وضعیت راحت روی یک صندلی قرار دهید یا بخوابانید، به طوری که موقعیت سر نسبت به بدن در حالت ۴۵ درجه و ۶۰ درجه قرار گیرد.
- مصدوم را گرم نگهدارید و اجازه دهید استراحت کند.
- مصدوم را به تنفس آرام تشویق نمایید.

- در صورت تماس کلر مایع با پوست یا لباس فرد باید سریعاً زیر دوش قرار گیرد و لباس های آلوده شده او در زیر دوش بیرون آورده شود . مناطق تماس یافته با کلر مایع باید با مقادیر فراوانی آب و حداقل به مدت ۱۵ دقیقه و یا بیشتر شسته شود. تماس گاز کلر به پوست باعث سوزش آن می گردد.
- اگر پوست شدیداً آسیب دیده باشد از خنثی کردن آن و یا استفاده از پماد یا هر گونه التیام دهنده دیگر خودداری نمایید.
- در صورتی که پوست شکننده یا تاول زده باشد پس از ضدعفونی کردن قسمت های آسیب دیده مصدوم را به پزشک برسانید.
- در صورت تماس با چشم بلافاصله و حداقل به مدت ۱۵ دقیقه با جریان سریعی از آب ولرم و یا جریان مستقیمی از آب بشویید.

کلیات درمان مسمومیت با کلر

درمان اولیه شامل تجویز اکسیژن ۱۰۰٪ و مرطوب برای مدت کوتاهی به بیمار می باشد. سپس براساس میزان راحتی در تنفس بیمار، باید غلظت اکسیژن را تنظیم نمود . هدف اصلی درمان، ایجاد درصد اشباع اکسیژن (Oxygen Saturation) ۱۰٪ و یا بالاتر در بیمار است . نتایج بررسی ها نشان داده اند که تجویز توام اکسیژن مرطوب با آگونیست های بتا آدرنرژیک دارای نقش موثری در درمان بروئوکواسپاسم در بیماران مسموم با گاز کلر می باشند.

در صورت وجود شواهدی از بروز آسیب حاد ریوی، برقراری تهویه و اکسیژناسیون کافی ، تجویز مایعات کریستالوئیدی ضروری است . در صورت وجود عفونت ریوی، تجویز آنتی بیوتیک های مناسب الزامی است. سایر عوارض در بیماران (مانند دیس ریتمی های بطنی، اختلالات اسید- باز و سوختگی های شیمیایی) در صورت وجود باید به صورت علامتی- حمایتی درمان شوند.

بیماران دچار دیسترس شدید تنفسی که به درمان چندین ساعته با اکسیژن مرطوب و بروئوکودیلاتورها پاسخ مناسبی نداده اند و دارای شواهدی از هیپوکسی و آسیب حاد ریوی، ناپایداری در وضعیت همودینامیک و یا سوختگی های شدید می باشند باید در بیمارستان بستری شوند.

در بسیاری از بررسی ها مشخص گردید بیمارانی که در مواجهه با کلر آزاد شده از اختلاط اسیدها با فرآورده های پاک کننده خانگی قرار گرفته اند، دارای درجات خفیفی از مسمومیت می باشند. در این

بیماران، در صورت نیاز به درمان، می توان بعد از اینکه بیمار حداقل به مدت ۶ ساعت در یک مرکز درمانی تحت نظر بوده و دارای پالس اکسی متری و رادیوگرافی طبیعی قفسه صدری باشد، وی را مرخص نمود و درمان را در منزل ادامه داد. کلیه بیماران دچار مسمومیت های شدید ناشی از کلر بعد از ترخیص از بیمارستان باید از نظر وضعیت تنفسی و عوارض درازمدت ریوی پایش شوند.

هشدارها

کلر، موجب تحریک دستگاه تنفسی به خصوص در کودکان و کهنسالان می شود. کلر در حالت گازی، باعث تورم غشای مخاطی شده، در حالت مایع موجب سوختگی پوست می شود. مقدار $3/5 \text{ ppm}$ آن لازم است تا به عنوان بویی متمایز شناخته شود و مقدار 1000 ppm آن کشنده است. به همین علت، در طول جنگ جهانی اول، کلر یکی از گازهایی بود که بعنوان گاز جنگی مورد استفاده قرار گرفت.

مواجهه با این گاز نباید از $0/5 \text{ ppm}$ فراتر رود (با میانگین وزنی زمان ۴۰-۸ ساعت در هفته). مواجهه شدید با مقدار زیاد کلر غلیظ (اما نه مقدار کشنده) می تواند باعث ادم ریه یا آب آوردن آن که وضعیتی بسیار ناگوار است، گردد. تماس دائم با مقادیر کم آن ریه ها را ضعیف کرده، آسیب پذیری ریه ها را در برابر بیماری های دیگر افزایش می دهد. در صورت مخلوط شدن مواد سفید کننده با آمونیاک، اوره و سایر محصولات شوینده، احتمال تولید گازهای سمی وجود دارد. این گازها حاوی مخلوطی از گاز کلر و تری کلرید نیتروژن هستند؛ بنابراین باید از چنین ترکیبی اجتناب کرد.

منبع: وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

دفتر نظارت بر حفاظت، ایمنی و سلامت کار