



دانشگاه  
صنعتی شریف



انجمن مهندسی  
شیمی ایران



مرکز طراحی فرایند،  
ایمنی و کاهش ضایعات

## سومین همایش ملی مهندسی ایمنی و مدیریت HSE

۱۸-۲۰ اسفند ۱۳۸۸

### مدیریت بحران ناشی از انتشار گاز کلر یافته های مانور مهار نشت گاز کلر در تصفیه خانه آب جلالیه شهر تهران

سید حمید رضا شریف واقفی، دانشجوی دکتری محیط زیست

تهران ، خیابان حجاب ، شرکت آب و فاضلاب تهران، معاونت فنی و مهندسی

[sharifvaghefi@gmail.com](mailto:sharifvaghefi@gmail.com)

عبداله مظفری ، رئیس مرکز مدیریت بحران آب تهران

[abmozafari@gmail.com](mailto:abmozafari@gmail.com)

#### چکیده :

اجرای یک مانور روش شایعی برای ارزیابی و پایش برنامه مقابله و عملیات در بلایا در یک جامعه می باشد. مانور می تواند برای ارزیابی اجزای مختلف یک برنامه استفاده شود. انجام مانور، در اصل برای ارزیابی میزان اثربخشی و کارایی برنامه مقابله و آمادگی در کشور استفاده می شود. در مانور مدیریت بحران ناشی از انتشار گاز کلر، شرکت آب و فاضلاب شهر تهران با همراهی سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی ، پلیس، جمعیت هلال احمر، سازمان پیشگیری و مدیریت بحران شهر تهران، سازمان پدافند غیر عامل، اورژانس تهران و سایر سازمانهای درگیر در این مانور تمرین همکاری در اطفاء نشت گاز کلر را بنمایش گذاردند. لازم بذکر است که این مانور شبیه سازی در مقایسه واقعی گردید. در این مانور به چهار راهبرد استراتژیک کاربرد گاز کلر در تصفیه خانه های آب و فاضلاب به شرح ذیل می توان اشاره نمود:

۱. راهبرد اجتناب از ریسک
۲. راهبرد انتقال ریسک
۳. راهبرد کاهش ریسک
۴. راهبرد پذیرش ریسک

کلمات کلیدی : مدیریت بحران، ایمنی ، نشت گاز کلر، مانور، آب



مرکز طراحی فرایند،  
ایمنی و کاهش ضایعات



انجمن مهندسی  
شیمی ایران



دانشگاه  
صنعتی شریف

## سومین همایش ملی مهندسی ایمنی و مدیریت HSE

۱۸-۲۰ اسفند ۱۳۸۸

### مقدمه :

اجرای یک مانور روش شایعی برای ارزیابی و پایش برنامه مقابله و عملیات در بلایا در یک جامعه (شرکت) می باشد. مانور می تواند برای ارزیابی اجزای مختلف یک برنامه استفاده شود مثل: مخابرات، فرماندهی، آموزش و غیره. انواع مختلفی از مانور وجود دارد که هر کدام برای هدف خاصی طراحی می شوند. هدف تعیین یک مانور و ابعادی از برنامه که باید در یک مانور ارزیابی گردند باید دقیقاً تعریف شوند. نباید یک مانور برای ارزیابی کلیه ابعاد یک برنامه استفاده گردد. مانور یک تمرین برای پرسنل صف و ستادی برای مقابله در برابر بلایا و واکنش در شرایط اضطراری است. انجام مانور، در اصل برای ارزیابی میزان اثربخشی و کارایی برنامه مقابله و آمادگی در کشور استفاده می شود. مانور مانند یک بازی نمایش است. بنابراین نیاز به یک متن سناریو، کارگردان و تعدادی بازیگر دارد.

در یک مانور ممکن است تعداد کمی از افراد یا هزاران نفر شرکت داشته باشند. گاهی در یک مانور، یک سازمان درگیر است و گاهی چند سازمان مختلف درگیر هستند. در این مانور شرکت آب و فاضلاب شهر تهران با همراهی سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی، پلیس، جمعیت هلال احمر، سازمان پیشگیری و مدیریت بحران شهر تهران، سازمان پدافند غیر عامل، اورژانس تهران و سایر سازمانهای درگیر در این مانور تمرین همکاری در اطفاء نشت گاز کلر را بنمایش گذاردند. لازم بذکر است که این مانور شبیه سازی در مقایسه واقعی گردید.

### آشنایی با گاز کلر کلر زدگی و نحوه مواجهه با آن:

**تعریف ساده از گاز کلر :** کلر گازی است با رنگ زرد مایل به سبز که بویی تند داشته و بسیار سمی می باشد. به همین دلیل تنفس زیاد آن باعث خفگی شده تا آنجا که از این ماده بعنوان سلاح شیمیایی در جنگ ها استفاده می گردد. کلر در سال ۱۷۴۴ در آزمایشگاهی در سوئد کشف و در سال ۱۸۱۰ به عنوان یک عنصر جدید شناخته شد. نام کلر از کلمه یونانی کلرس که به معنای سبز کمرنگ می باشد، اقتباس گردیده است.

**کلر زدگی چیست:** کلر می تواند باعث تحریک و سوختگی پوست و در صورت استنشاق سبب خفگی سریع گردد.

همچنین بسته به غلظت آن می تواند باعث تحریک مخاط دهان، سیستم تنفسی و چشم شود و هر چه گاز استنشاق شده بیشتر باشد، به همان نسبت خطرها و ضایعات وارد شده به سیستم تنفسی بیشتر خواهد بود. این گاز در صورت نشت ممکن است خطرات غیر قابل جبران را در پی داشته باشد.



دانشگاه  
صنعتی شریف



انجمن مهندسی  
شیمی ایران



مرکز طراحی فرایند،  
ایمنی و کاهش ضایعات

## سومین همایش ملی مهندسی ایمنی و مدیریت HSE

۱۸-۲۰ اسفند ۱۳۸۸

جدول زیر آثار شدت آلودگی هوا به گاز کلر را نشان می دهد.

آثار	غلظت گاز کلر در هوا (PPM)
پس از چندین ساعت قرار گرفتن در فضای آلوده نشانه هایی از وجود گاز کلر تشخیص داده می شود.	۱
می توان بوی کلر را تشخیص داد.	۳/۵
این مقدار را می توان به مدت یک ساعت بدون ناراحتی جدی تحمل کرد.	۴
پس از چند دقیقه، ناراحتی در تنفس احساس می شود.	۵
سبب تحریک گلو می شود.	۱۵/۱
سبب سرفه می شود.	۳۰/۲
تنفس این مقدار از ۳۰ دقیقه تا یک ساعت خطرناک است.	۴۰-۶۰
اکثر حیوانات را در مدت کوتاهی می کشد.	۱۰۰۰

**کاربرد کلر در سالم سازی آب:** پس از تصفیه فیزیکی و شیمیایی آب، میکروارگانیسم ها به ویژه باکتریها به طور کامل از آب

حذف نمی شوند، در حالی که آب شرب باید عاری از هرگونه میکروارگانیسم باشد و بدین منظور از روش های سالم سازی برای حذف کامل میکروارگانیسم ها استفاده می شود.

در سال ۱۸۹۰ کلر و ترکیبات آن بعنوان ضدعفونی کننده های موثر شناخته شدند. در سال ۱۸۹۶ برای اولین بار کلر به عنوان گندزدایی آب مورد مصرف قرار گرفته و در سال ۱۸۹۷ از آن به منظور گندزدایی آب شبکه توزیع پس از بروز یک اپیدمی حصبه در انگلستان، برای مدت کوتاهی استفاده گردید.

**کاربرد کلر در شرکتهای آب و فاضلاب:** هم اکنون گاز کلر به لحاظ مزیت های آن نسبت به سایر گندزداها با وجود

خطرات استفاده از آن، در تمامی تصفیه خانه ها و مخازن آب شهرهای کشور، همانند اکثر کشورهای جهان بکار می رود.

**کلرزدگی:** در مورد کلر زدگی های شدید و حاد، باید فوراً از مراکز فوریت های پزشکی درخواست کمک شود و به موازات آن اقدامات زیر

انجام پذیرد:

۱- در صورتی که هیچ گونه دوره آموزشی درخصوص چگونگی مقابله با نشت گاز کلر نگذرانده و یا تجهیزات مناسب این عملیات را در اختیار ندارید، هنگام نشت کلر بلافاصله محل را ترک و بدلیل آنکه گاز کلر از هوا سنگین تر است و نزدیک زمین باقی می ماند، به مناطق مرتفع پناه ببرید.

۲- در جهت مخالف وزش باد حرکت کنید بطوریکه جریان باد را روی صورت خود حس نمائید.



مرکز طراحی فرایند،  
ایمنی و کاهش ضایعات



انجمن مهندسی  
شیمی ایران



دانشگاه  
صنعتی شریف

## سومین همایش ملی مهندسی ایمنی و مدیریت HSE

۱۸-۲۰ اسفند ۱۳۸۸

- ۳- اگر شخصی دچار کلر زدگی شده است و شما آموزش با تجربه لازم در این زمینه را دارید، باید بلافاصله وی را از فضای آلوده خارج کرده و به محل سالم منتقل نمایید.
- ۴- همواره سعی شود مصدوم به صورت شیبدار و در موقعیتی قرار گیرد که سر وی پایین ترین نقطه بدن او باشد.
- ۵- به علت آلوده بودن به گاز کلر، تعویض لباسهای شخص کلر زده توصیه می شود.
- ۶- فرد کلر زده باید در جای گرم و راحت نگهداری شده و آرامش او حفظ شود.
- ۷- از اجتماع افراد، در منطقه نشت گاز جدا خودداری شود.
- ۸- استفاده از دستگاه تنفس مصنوعی بجز در موارد حاد توصیه نمی شود در صورت نیاز به استفاده این کار زیر نظر پزشک انجام شود
- ۹- به طور کلی در مواجهه با این حوادث، پزشک باید از افت فشار خون جلوگیری نموده و تحت نظر او اکسیژن دهی صورت پذیرد
- ۱۰- پزشک باید التهابات و آماس ریوی را در نظر داشته باشد
- ۱۱- داروهای آدرنالین و پنتاترین و مرفین و ... برای جبران کمبود اکسیژن خون بیمار، به علت تشدید ناراحتیهای ریه نباید مورد استفاده قرار گیرد. استفاده از داروی امیل نیتريت (نیترو گلیسرین) نیز که سبب افت فشار خون میشود، (چون فشارخون قبلا به دلیل کلر زدگی پایین آمده) منع گردیده است.
- بیمار پس از بهبودی اولیه از عوارض ریوی نیاز به مراقبتهای پزشکی و پرستاری دارد تا از ابتلا وی به امراض ریوی و ذات الریه جلوگیری به عمل آید.
- ۱۲- در موارد کلر زدگی خفیف معمولا شخص کلر زده احساس بسته بودن راه تنفسی و خفگی می کند، دچار ترس و وحشت میشود که در این موارد می توان با خوردن شربت اکسیکتورانت ، مایعات گرم ترجیحا چای غلیظ هر پانزده دقیقه یکبار به مدت یکساعت آثار کلر زدگی را برطرف نموده و آرامش را به شخص کلر زده بازگرداند.

### انجام مانور می تواند در موارد زیر ارزشمند باشد ( مزایای انجام یک مانور )

۱. ارزیابی برنامه مقابله و آمادگی در یک جامعه ( یا شرکت )
۲. بررسی میزان اثربخشی و کارایی برنامه آمادگی و مقابله
۳. افزایش آگاهی پرسنل و مدیران
۴. افزایش مهارت ها
۵. آشکار عنوان کارایی ها



دانشگاه  
صنعتی شریف



انجمن مهندسی  
شیمی ایران



مرکز طراحی فرایند،  
ایمنی و کاهش ضایعات

## سومین همایش ملی مهندسی ایمنی و مدیریت HSE

۱۸-۲۰ اسفند ۱۳۸۸

۶. ارزیابی کارایی افراد
۷. تثبیت آموزش ها
۸. ارزیابی استراتژی های مدیریت بحران
۹. تثبیت برنامه های واکنش
۱۰. تشخیص خلاءهای کارکردی
۱۱. ارزیابی میزان کارایی تجهیزات، تکنیک ها و فرآیندها
۱۲. تمرین همکاری های درون سازمانی و برون سازمانی
۱۳. آزمایش تکنیک ها و تکنولوژی های نوین

با توجه به مزایای اشاره شده می توان هدف از انجام مانور مهارت نشت گاز کلر را در بخشهای زیر بیان نمود:

۱. ارزیابی کارایی تیم های اطفاء گاز کلر تصفیه خانه
۲. تمرین همکاری واحدهای مختلف شرکت در شرایط اضطراری
۳. افزایش آگاهی پرسنل و مدیران در خصوص مخاطرات نشت گاز کلر
۴. برقراری تعامل با سازمانهای همکار در مدیریت بحران از جمله آتش نشانی، هلال احمر، پلیس و سازمان پیشگیری و مدیریت بحران شهر تهران
۵. تشخیص نقاط ضعف و خلاء های کارکردی در واکنش به نشت گاز کلر
۶. ارزیابی استراتژیهای موجود و دستیابی به راهبردهای جدید
۷. تمرین فراخوانی واحدهای درون شرکت و سازمانهای همکار در کمتر از ۲۴ ساعت و هماهنگ سازی کلیه واحدهای درگیر مانور



مرکز طراحی فرایند،  
ایمنی و کاهش ضایعات



انجمن مهندسی  
شیمی ایران



دانشگاه  
صنعتی شریف

## سومین همایش ملی مهندسی ایمنی و مدیریت HSE

۱۸-۲۰ اسفند ۱۳۸۸

### سناریو مانور اطفاء گاز کلر:

#### یک مورد حادثه نشت گاز کلر

یک مورد نشت گاز کلر مورخ ۱۳۸۶/۹/۷ ساعت ۱۰:۱۰ صبح در هنگام حمل سیلندر یک تنی بر روی یک کامیون که قصد ورود به شرکت را دارد، در محوطه روبروی تله متری رخ می دهد. با بررسی بعمل آمده توسط راننده کامیون، مشخص می گردد که نشت از محل شیر سیلندر می باشد.

راننده مراتب را سریعاً توسط بی سیم به تله متری اطلاع داده تا از آن طریق تیم واکنش در شرایط اضطراری که توسط مسئول شیفت بهره برداری تصفیه خانه، با به صدا درآوردن آژیر خطر مطلع میشوند وارد عمل گردند.

همچنین سریعاً با اطلاع توسط مسئولین تله متری، ستاد فرماندهی تشکیل و مدیریت تصفیه خانه ها به عنوان مدیر عملیات اطفاء تعیین می گردد که با کسب دستورات لازم از فرمانده حادثه (مهندس قاسمی) تیم اطفاء را هدایت می کنند. ستاد فرماندهی سریعاً در یک کانکس در نزدیکی محل حادثه مستقر می شوند.

مسئول تیم واکنش در شرایط اضطراری که تحت نظارت مدیر عملیات اطفاء می باشد بلافاصله نسبت به احضار سایر اعضای تیم واکنش در شرایط اضطراری به منظور تجمع در محل اتاق واکنش در شرایط اضطراری جهت پوشیدن لباس ضد اسید و مجهز شدن به کپسول هوان با تمام وسایل موردنیاز از جمله کیت مخصوص نشت گاز کلر (مجهز به کلاهک، پیستوله محتوی محلول آمونیاک، مفتول های کشی و آچارهای مربوطه، چکش و ...) جعبه کمک های اولیه و بلندگوی دستی، سوت، نوار خطر و برانکارد و ... اقدام می نماید. از آنجا که نشت گاز کلر شدید بوده امکان نزدیک شدن به محل نشت بدون وسایل حفاظتی وجود نداشته و مسئول تیم امکان آسیب دیدگی در محل شیر کپسول را عامل قطعی حادثه اعلام می نماید.

اعضای تیم پس از تجهیز به وسایل ایمنی سریعاً توسط دو دستگاه اتوموبیل به محل اعزام و ضمناً ترتیب اعزام یکدستگاه لیفتراک مجهز به وسایل ایمنی نیز به محل حادثه داده می شود. راننده لیفتراک نیز به کپسول هوا و ماسک تنفسی مجهز می باشد. اعضاء تیم شامل ۸ نفر فوراً به دو تیم ۴ نفره تقسیم شده و یک تیم مسئولیت بررسی و کنترل کانون حادثه (محل نشت) و خروج مصدومین احتمالی از نشت را بعهده گرفته و یک تیم مسئول اطفاء نشت گاز کلر می گردد. در این هنگام با همکاری حراست و بسیج به عنوان حلقه های (۱ و ۲) حفاظتی، دربهای ورودی شرکت مسدود می گردد. اعضاء تیم بررسی و کنترل کانون حادثه با بستن نوار خطر تا شعاع ۵۰ متری و با همکاری پرسنل نیروی بسیج و حراست، حفاظت از افراد غیرمرتبط را بر عهده گرفته و با توجه با اعلام وضعیت و جهت باد که توسط مدیر عملیات اطفاء مشخص و اطلاع داده شده است، افراد را به سمت تعیین شده هدایت می نمایند. اعضاء حلقه ۲ و ۳ حفاظت مرتباً با بلندگوی دستی از پرسنل می خواهند که در اطراف حادثه تجمع ننموده و در قسمت های فوقانی ساختمان ها آماده شنیدن هشدارها باشند و در صورت احساس ناراحتی و سوزش در گلو و ریه ها به درمانگاه مراجعه نمایند. واحدهای آسیب پذیر در جهت باد با همکاری بسیج و



دانشگاه  
صنعتی شریف



انجمن مهندسی  
شیمی ایران



مرکز طراحی فرایند،  
ایمنی و کاهش ضایعات

## سومین همایش ملی مهندسی ایمنی و مدیریت HSE

۱۸-۲۰ اسفند ۱۳۸۸

حراست تخلیه، و به مکانهای امن منتقل می گردند. (بویژه مهد کودک شرکت) اعضاء تیم اطفاء وارد عمل شده، و تلاش خود را برای اطفاء سیلندر در حال نشت آغاز می نمایند. بدلیل وسعت نشت گاز کلر با هماهنگیهای بعمل آمده با واحد درمان، فرمانده حادثه سریعاً درخواست اعزام آمبولانس (جهت انتقال مصدومین احتمالی) می کند، و با هماهنگی با واحدهای برون سازمانی (آتش نشانی) جهت همکاری و حفظ نظم و با جلوگیری از تردد وسائل نقلیه و مسدود کردن پیاده روها به حفظ امنیت منطقه کمک شایانی می نمایند. اعضاء تیم اطفاء پس از صرف مدت زمانی موفق می شوند کپسول مذکور را اطفاء نموده و توسط لیفتراک مجهز به کمر بند ایمنی، کپسول آسیب دیده به درون تصفیه خانه منتقل شده تا مورد استفاده قرار بگیرد. اعضاء تیم اطفاء پس از پایان کار به زیر دوش مخصوص رفته و مشغول پاکسازی چشم ها، صورت، دستها و ... می گردند. مسئول تیم واکنش در شرایط اضطراری مراتب را جهت عادی سازی اوضاع، به شرط حضور اعضاء تیم بررسی و کنترل، در محل حادثه اعلام می نماید و به منظور تکمیل گزارشات فنی و فرم های مربوط به حوادث اضطراری محل حادثه را ترک می نماید. اعضاء تیم بررسی و کنترل کانون حادثه با همکاری بسیج و حراست جهت عملیات پاکسازی و جمع آوری نوار خطر و باز کردن راه امن و نظارت بر خروج پرسنل و حصول اطمینان از برطرف شدن سایر موانع، در محل باقی می ماند.

پس از اتمام کامل عملیات، مسئول تیم با ارائه گزارش به واحد تله متری، از سایر اعضاء می خواهد که در اتناق شرایط اضطراری به منظور تحویل وسائل و تجهیزات به کار گرفته شده و بررسی مانور از زوایای مختلف حضور یابند. و مراتب را جهت بررسی نهایی به مدیر عملیات اطفاء و فرمانده حادثه اطلاع دهند روابط عمومی آبنای شهر تهران نیز مسئولیت فیلمبرداری از کل مانور را بر عهده دارد.

### نتیجه گیری :

آموخته های مانور اطفاء نشت گاز کلر علاوه بر موارد اشاره شده در بخش مزایای انجام یک مانور، شامل دستیابی به چهار راهبرد استراتژیک کاربرد گاز کلر در تصفیه خانه های آب و فاضلاب به شرح ذیل می باشند:

#### الف- راهبرد اجتناب از ریسک

۱. استفاده از روش های گندزدایی غیرشیمیایی از جمله فتوکاتالیست (UV)، فن آوری نانو و ...
۲. طراحی تصفیه خانه های جدید بر مبنای عدم استفاده از گاز کلر و جایگزینی روشهای نوین تصفیه

#### ب- راهبرد انتقال ریسک

۱. رعایت حریم محل تصفیه خانه از محدوده طرح جامع شهر (با در نظر گرفتن باد غالب در منطقه)
۲. بیمه نمودن کپسولهای گاز کلر و نیز انسانهای تحت تأثیر



مرکز طراحی فرایند،  
ایمنی و کاهش ضایعات



انجمن مهندسی  
شیمی ایران



دانشگاه  
صنعتی شریف

## سومین همایش ملی مهندسی ایمنی و مدیریت HSE

۱۸-۲۰ اسفند ۱۳۸۸

### ج- راهبرد کاهش ریسک

۱. پیش تصفیه آب، قبل از تصفیه خانه ها جهت کاهش میزان آلودگی آب ورودی
۲. تقلیل گام به گام مقدار گاز کلر (مواد ضد عفونی کننده شیمیایی)
۳. حفاظت بهداشتی از حوزه ها، آبگیرها و رودخانه با ایجاد حریم

### د- راهبرد پذیرش ریسک

۱. ایجاد آمادگی لازم (نرم افزاری و سخت افزاری) برای مواجهه و واکنش به ریسک
۲. تهیه و تمرین سناریوهای مختلف پذیرش ریسک و اتخاذ تدابیر لازم

### مراجع و منابع :

➤ گزارش مانور گاز کلر- شرکت آب و فاضلاب تهران ۱۳۸۶

### Crises Management of chlorine emission

**Keywords:** Crises Management, chlorine emission, maneuver, water