

## ارزیابی ایمنی سیستم کلر زنی ایستگاههای تصفیه آب شهر تهران

دکتر بهاد عدل<sup>۱</sup> \_ مهندس ایرج ممدفاه<sup>۲</sup> \_ زینب السادات نظام الدینی<sup>۳</sup>

۱. عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی تهران

۲. عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی همدان

۳. دانشجوی کارشناسی ارشد بهداشت حرفه ای

### چکیده

رشد و توسعه علوم و صنایع و بکارگیری هزاران نوع ترکیب شیمیایی در صنایع در عین اینکه بسیاری از نیازهای جوامع را در ابعاد مختلف تامین نموده است، پیامدهای مصیبت باری را نیز بدنبال داشته است. از نظر ایمنی در میان مواد شیمیایی، گاز نظیر کلر به علت استفاده فراوان، تاریخچه طولانی از نظر حوادث بزرگ جایگاه خاصی دارد. توجه به تعداد زیاد ایستگاههای تصفیه آب در تهران و پراکنده بودن آنها در سطح شهر، تراکم جمعیت در اطراف آنها، پیوسته بودن و قفه بودن عملیات کلر زنی در طی ۲۴ ساعت به همراه عواملی همچون کم اطلاعی سازمانها و ارگانهای کمک رسانی و واحدهای درمانی از انتشار، نحوه مقابله و ... اهمیت خطر نشت گاز در این ایستگاهها را چند برابر می کند.

در پژوهش حاضر که در ایستگاههای تصفیه آب شهر تهران صورت گرفته است در مرحله اول چگونگی نحوه عملکرد در این ایستگاهها مورد بررسی قرار گرفته و سپس خطر نشت گاز کلر در سیستم تصفیه آب با استفاده از تکنیک HAZOP مورد ارزیابی قرار گرفته است.

نتایج مطالعه نشان می دهد بدلیل نقص های سخت افزاری و خطاهای انسانی در فرایند راهبری و نگهداری تاسیسات کلر زنی احتمال نشت احتمالی این گاز بالاست. از مهمترین علل امر می توان به عدم وجود برنامه های تعمیرات پیشگیرانه بدلیل درک پایین از ریسک خطرات کلر، بین افراد مرتبط اشاره کرد. یافته های مطالعه بر تعریف و اجرای برنامه های نگهداری و برگزاری دوره های آموزش ایمنی مداوم برای کادر درگیر تاکید می کند.

**کلمات کلیدی:** سیستم های کلر زنی، تصفیه آب، کلر، ایمنی، آنالیز درخت خطا

### مقدمه

جوامع امروز بشری به منظور تامین احتیاجات زندگی روزمره ناچار به مصرف مواد و تولیدات صنعتی بوده و خواه ناخواه در تامین این نیازها بسوی استفاده از تکنیکهای جدید صنعتی پیش می روند. با رشد و توسعه روزافزون علوم و صنایع و کشف و بکارگیری هزاران نوع ترکیب شیمیایی در صنایع، در عین اینکه بسیاری از این نیازها در ابعاد مختلف تامین شده است، عوارض سوء و پیامدهای مصیبت باری نیز به وقوع پیوسته است که منجر به تخریب منابع اقتصادی، انسانی و زیست محیطی در قالب انفجار و آتش سوزی و یا نشت و پراکندگی مواد شده است که برای نمونه می توان به حوادثی نظیر Flixborough, Pasadena و بوپال هندوستان اشاره کرد.

بررسی حوادث شیمیایی در شهرهای بزرگ و صنعتی نشان می دهد که در میان مواد شیمیایی و گازهای شناخته شده گازهایی نظیر کلر و امونیاک بعلاوه استفاده فراوان، تاریخچه طولانی از نظر ایجاد حوادث بزرگ داشته اند. گاز کلر یکی از مواد شیمیایی بسیار مهم و پرمصرف در صنعت می باشد که افراد شاغل در صنایع مربوطه هم در مراحل تولید و هم در هنگام استفاده از کلر در خطر تماس با آن هستند. در کشور ما حدود ۱۰۰۰ نفر در کارخانه

های تولید کلر و چندین هزار نفر در صنایعی که به نحوی از کلر استفاده می کنند، مانند نساجی، کاغذسازی، پتروشیمی و تصفیه آب در خطر تماس با کلر هستند. این گاز در غلظت ۱۰ تا ۲۰ ppm در عرض ۳۰ دقیقه باعث ایجاد مسمومیت شده و در غلظتهای ۱۰۰ تا ۱۵۰ ppm در عرض ۵ تا ۱۰ دقیقه سبب مرگ انسان می شود. در شرایط عادی اگر ۱۰ تن کلر در هوا منتشر شود در محدوده ۲ کیلومتری از منبع غلظتی برابر ۱۴۰ ppm و در محدوده ۵ کیلومتری غلظتی در حدود ۱۵ ppm ایجاد خواهد کرد که با توجه به تراکم جمعیت در شهرهای بزرگ با این مثال ساده عمق فاجعه بوضوح روشن می شود. از اینگونه حوادث در ایران نیز می توان به حادثه نشت گاز کلر از سیلندر ۵۰ تنی در شهر آستارا که باعث مرگ ۴۰ نفر و مصدوم شدن ۲۰۰ نفر گردید و همچنین حادثه نشت گاز کلر در آذرماه ۱۳۸۰ در یکی از ایستگاههای تصفیه آب شهر تهران که منجر به فوت ۲ تن و صدمه دیدن حدود ۵۰ نفر اشاره کرد. توجه به تعداد زیاد این ایستگاهها (در تهران ۲۴ ایستگاه) و پراکنده بودن آنها در سطح شهر، تراکم جمعیت در اطراف آنها، پیوسته و بدون وقفه بودن عملیات کلرزی در طی ۲۴ ساعت، به همراه کم اطلاعی سازمانها و ارگانهای کمک رسانی و واحدهای درمانی از انتشار، نحوه مقابله و ... اهمیت خطر نشت گاز در این ایستگاهها را چند برابر می کند.

### روش کار

این مطالعه یک پژوهش تحلیلی بشمار می رود که محل انجام آن ایستگاههای تصفیه آب شهر تهران می باشد. جمع آوری داده ها از روش Walking - Talking - Through بصاحب، مشاهده و بررسی اسناد صورت گرفته است. سپس با استفاده از تکنیک شناسایی و ارزیابی خطر HAZOP خطرات فرایند شناسایی شده و اثرات آنها بر روی سیستم تعیین شده اند. این تکنیک بر پایه این اصل استوار است که "سیستم زمانی ایمن است که تمام پارامترهای عملیاتی آن نظیر دما، فشار، ویسکوزیته و... در محدوده طبیعی و قابل قبول باشد". در این روش با استفاده از یکسری از کلمات کلیدی انحرافات احتمالی فرایند در حالت استاندارد و همچنین اثرات احتمالی آنها بررسی می شود. در این مطالعه ابتدا سیستم به واحدهای مطالعاتی کوچکتر (Node) تقسیم شده و سپس از طریق طرح سوالاتی با استفاده از کلمات کلیدی از قبل تعریف شده نظیر بیشتر، کمتر و ... و پاسخ به آنها انحرافات احتمالی سیستم و اثرات آنها ارزیابی شده و در پایان سطح ریسک وقوع هر یک از انحرافات تعیین شده است. تعیین سطح ریسک نیز در این پژوهش بر مبنای طبقه بندیهای شدت خطر در استانداردهای نظامی امریکا (MIL-STD-88213) صورت گرفته است.

### نتایج

نتایج مطالعه نشان می دهد که به دلیل نقصهای سخت افزاری و خطاهای انسانی در فرایند راهبری و نگهداری تاسیسات کلرزی احتمال نشت اتفاقی این گاز بالاست. از مهمترین علل این امر می توان به عوامل متعددی همچون عدم وجود برنامه تعمیر و نگهداری صحیح، آموزش ناکافی اپراتور، فشار و بار کاری زیاد پرسنل، عدم وجود دستورالعمل و قوانین مدون و یکپارچه، عدم نظارت بر اجرای دستورالعملهای موجود، کمبود امکانات و تجهیزات و ... که می تواند باعث بروز انحرافات و مشکلاتی در سیستم شود و پیامدهایی نظیر ترکیدن سیلندر حاوی کلر و نشت و پراکندگی وسیع گاز کلر را به همراه داشته باشد، اشاره کرد. بخشی از نتایج بدست آمده در قالب جداول ذیل ارائه شده اند.

### بمٹ و نتیجہ گیری

همانگونه که اشاره شد بروز انحرافاتى هرچند کوچک و به ظاهر کم اهمیت ممکن است پیامدهای بسیار ناگوار و غیر قابل جبران را بدنبال داشته باشد. نتایج مطالعه حاضر با آشکار ساختن انواع انحرافات احتمالی و پیامدهای آن بر وجود نقاط ضعف متعدد سیستم مورد مطالعه تاکید کرده، سطح ریسک هریک از خطرات راتعیین کرده و پیشنهادات اصلاحی را ارائه می کند و در نهایت سطح ریسک، پس از اقدام اصلاحی را نیز محاسبه می کند. با توجه به نتایج بدست آمده عللی نظیر خطاهای انسانی و عیوب سخت افزاری که خود می توانند ناشی از عدم وجود دوره های آموزشی مناسب و عدم وجود برنامه های تعمیر و نگهداری مناسب باشند، بالاترین سطح ریسک را به خود اختصاص داده و باعث ایجاد بیشترین خسارات در سیستم می شوند. همچنین نتایج محاسبه سطح ریسک پس از انجام اقدامات اصلاحی، نشان می دهند در صورتی که عیوب مشخص شده در سیستم مورد بررسی به بهترین نحو حذف یا کنترل شوند، میزان احتمال وقوع حادثه و یا شدت پیامد حادثه به میزان چشمگیری کاهش می یابد.

### منابع

1. U.S.Environmental Protection Agency. Superfund Exposure Assessment Manual, 122.1998
2. Harris. R. G. and Joseph J.C. Risk assessment and risk Management for the Chemical Process Industry. New York : Van Nostrand Reinhold, 1991.
3. محمدفام ایرج، مهندسی ایمنی، همدان: انتشارات فن آوران، ۱۳۷۹
4. صادقیپور حسن، فرهی مسعود، نیک روش شهریار، راهبری تصفیه خانه های فاضلاب، انتشارات موسسه فرهنگی انتشاراتی راستان، ۱۳۷۹



