Archive of SID

دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر
فصلنامه‌ی کاربرد شیمی در محیط زیست

سال سوم، شماره‌ی ۹
زمستان ۱۳۹۰، صفحات ۵۰-۳۹

مدل‌سازی و ارزیابی ریسک انتشار گاز کلر در تصفیه خانه‌های آب

جواد صالحی آرتیمانی
گروه مهندسی شیمی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شاهرود، شاهرود، ایران
mr.artimani@yahoo.com

هادی شامی‌زاده
عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر، اهر، ایران
H-shamizadeh@iau-ahar.ac.ir

رامین علی‌نژاد شهابی
مرکز تحصیلات تکمیلی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب، تهران، ایران
ramin.alinejadshahabi@gmail.com

مهدی ارجمند
استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب، مرکز تحصیلات تکمیلی، تهران، ایران
m_arjmand@azad.ac.ir

چکیده

ارزیابی ریسک روشی پرکاربرد به منظور مدیریت ابزارهای موثر در ایمنی به منظور کاهش ریسک ناشی از حوادث مختلف می‌باشد، ولی از آنجا که احتمال برخی حوادث هرگز از بین نمی‌رود، این روش الگوریتمی را به منظور ارزیابی کمّی ریسک و کاهش ریسک ناشی از حوادث مختلف را تا جایی که از نظر اقتصادی مقرون به صرفه باشد، ارائه می‌دهد و هر تحلیل اقتصادی مستلزم بهینه سازی منبع مالی می‌باشد. هدف این مطالعه، مدل‌سازی و ارزیابی ریسک ناشی از انتشار گاز کلر در تصفیه‌خانه‌های آب به منظور حفاظت جمعیت و محیط زیست از ذخیره-سازی این ماده سمی می‌باشد. به‌منظور مدل‌سازی این فرآیند، تصفیه‌خانه آب جلالیه واقع در حد فاصل میدان فاطمی و چهارراه فاطمی که در یکی از نقاط پر تراکم شهر تهران قرار دارد، مورد بررسی قرار گرفته است.

کلید واژه‌ها: ارزیابی ریسک، ایمنی، تصفیه خانه‌های آب، کلر.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

بروز حوادث در بسیاری از موارد، قابل درک، پیش بینی و اجتناب نیست.کسب آمادگی لازم برای پاسخ به این بحران‌ها در زمان و مکان بروز، مستلزم شناخت و ارزیابی مکان‌های پرخطر می‌باشد. بروز حادثه در نقاط پرتراکم، دامنه تأثیرات مخرب گسترده‌تری را در جامعه به همراه دارد. میزان خسارت‌های ناشی از این حوادث وابسته به میزان گسترش اولین عکس‌العمل نسبت به حادثه، در محل بروز و محیط اطراف آن است.

پاسخ مناسب به این شرایط، نیازمند هماهنگی مناسب میان افراد و موسسات محلی می‌باشد. این امر، زمانی اجرا می‌گردد که سطح آگاهی در جامعه از احتمال خطر و نیاز برای آمادگی متقابل برای مقابله با آن بالا رود.

اهداف

- بررسی و تحلیل نتایج آنالیز ریسک فردی
- بررسی و تحلیل نتایج آنالیز ریسک اجتماعی
- بررسی و تحلیل نتایج احتمال مرگ و میر افراد
- بررسی و تحلیل نتایج بیش‌ترین غلظت ممکن
- بررسی و تحلیل نتایج نمای جانبی انتشار گاز کلر

داده‌ها و اطلاعات

اطلاعات هواشناسی [3] , [4]

انتشار آلاینده، علاوه بر وابستگی به سرعت و جهت باد، تابع میزان پایداری اتمسفریک و شرایط جوی است. اطلاعات موجود لازم است مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و اطلاعات مربوط به شرایط پایدار، به‌منظور بررسی و ارزیابی حداکثر خطر انتخاب شود. در این مطالعه، اطلاعات هواشناسی مربوط به شهر تهران از ایستگاه هواشناسی مهرآباد گردآوری شده و این اطلاعات برای زمان‌های مختلف سال، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است و شرایط جوی مربوط به پایداری بالا در نظر گرفته شده است.

جمعیت

به منظور محاسبه سطح خطرات اجتماعی ناشی از انتشار آلاینده، لازم است تراکم و توزیع جمعیت در محل وجود خطر مورد ارزیابی قرار گیرد. توزیع جمعیت، تابع دو عامل زمان و مکان است و در طول روز یا شب و همچنین مکان‌های عمومی و ساختمان‌ها متفاوت است. همچنین در ارزیابی خطر لازم است، گروه‌های جمعیتی که در معرض سطح متفاوت خطر هستند (در حوزه سایت و خارج از حوزه سایت) در نظر گرفته شوند [10].

اطلاعات محلی [3][8]

مکان: تهران- تصفیه خانه آب جلالیه- خیابان دکتر فاطمی

ارتفاع از سطح دریا: ۱۲۶۰-۱۲۴۵ متر

اطلاعات شیمیایی [6]

نام شیمیایی: کلر

وزن مولکولی: کیلوگرم مول/ کیلوگرم ۷۰/۹۱

۰/۵ ppm[۲] :TLV-TWA[۱]

۱۰ ppm :IDHL[۳]

۱۰ Ppm :FLC[۴]

دمای جوش: ۳۴/۰۳- °C

فشار بخار در دمای محیط: بیش از ۱ atm[۵]

---

[۱] Threshold limit value-time weighted average: کمترین میزان غلظت قابل تشخیص آلاینده- متوسط وزنی بر حسب زمان برای آلاینده.

[۲] بخش بر میلیون(واحد غلظت، معادل mg/m^3)

[۳] Immediately Dangerous for Life and Health: میزان حداقل غلظت خطرناک برای سلامتی.

[۴] Footprint Level of Concern: میزان غلظتی از آلاینده می باشد که تأثیر مضر و خطرناک در این غلظت نمایان می شود.

[۵] واحد فشار

www.SID.ir

Archive of SID

اطلاعات هواشناسی [4] [3]

- سرعت باد وسطح پایداری: باتوجه به جدول معیار پایداری پاسکویل و سرعت‌های باد می‌توان برای بدترین شرایط از شرایط پایداری F-2 ، D-5 و B-1 استفاده نمود.
- دمای هوا: ۲۰درجه سانتی‌گراد
- رطوبت نسبی: ۴۰٪
- سطح ناهمواری: حوزه شهری

محاسبه فرکانس رخداد

دراین بخش می‌بایست احتمال رخداد گاز کلر محاسبه شود. برای محاسبه دقیق احتمال رخداد نیاز به مدرک P&ID است تا از روی آن تعداد شیرها، فلنج‌ها، تجهیزات وغیره شمرده شود و توسط Excel محاسباتی تهیه شده، برحسب اطلاعات شرکت معتبرDNV، احتمال رخداد محاسبه شود.

سناریو

- نوع سناریو : نوع سناریو در این پروژه leak می باشد
- نوع نشتی (داخل یا خارج ساختمان) : نوع نشتی از نوع داخل ساختمان می باشد
- قطر نشتی: یک اینچ

اطلاعات مخازن ذخیره سازی گاز کلر [2]

- مدل مخازن ذخیره سازی کلر: استوانه ای
- ابعاد مخازن: طول ۲۰۳ سانتی متر، عرض(قطر) ۸۰ سانتی‌متر، شعاع ۴۰ سانتی متر
- جرم مخزن خالی: ۵۵۰ کیلوگرم
- ضخامت دیواره : ۱ سانتی‌متر
- دمای کلر ذخیره: کمتر از (۸-) درجه سانتی‌گراد
- وضعیت کلر ذخیره شده: به صورت مایع و گاز
- سطح مایع موجود در مخزن: ۹۰ درصد
- فشار هر مخزن: ۷ بار
- ارتفاع: ۴متر (ارتفاع هواکش ساختمان در نظر گرفته می‌شود)
- قطر لوله متصل به مخزن: ۱ اینچ

اطلاعات ساختمان وتهویه آن

- نوع سیستم تهویه: اجباری
- محل ونت: روی دیوار
- قطر ونت: این عدد در محاسبه سرعت گاز خروجی به کار می‌رود و در نتایج مدل‌سازی اثرکمی دارد.
- دبی ونت: این عدد اثر بسیار زیادی در نتایج دارد.

این عدد بین یک تا چهار بار تخلیه کامل هوای داخل ساختمان بر دقیقه است که برای پروژه حاضر باتوجه به ابعاد ساختمان دبی کل فن‌ها بین ۲۲۰۰۰ تا ۸۸۰۰۰ مترمکعب در ساعت بدست می‌آید.

- ابعادساختمان: ۴×۴×۲۳ مترمربع

شبیه سازی

مدل مورد استفاده برای ارزیابی ریسک Phast Risk می‌باشد. Phast، مدل پراکندگی هوا به منظور ارزیابی انتشار آلاینده و پیش‌بینی میزان پراکندگی است و برای مطالعه ارزیابی ریسک از Phast Risk می‌توان استفاده نمود. Phast یکی از قوی‌ترین و مشهورترین نرم‌افزارهایی است که به منظور مدل‌سازی حوادث ناشی از رهایش مواد سمی، منفجره و یا آتش و انفجار در پیامد آن‌ها عرضه شده است. نرم‌افزار Phast یکی از چندین محصولی است که توسط شرکت نرم‌افزاریDNV، یکی از پیشگامان ارزیابی مخاطرات و حوادث صنعتی، تهیه شده است. این نرم‌افزار به‌عنوان یکی از ابزارهای تصمیم‌گیری شرکت‌ها و دولت‌ها در امر مخاطرات صنعتی و ایمنی عمومی شناخته شده است. نتایج حاصله از مطالعات جداگانه مدل جامع پیامد UDM[6] (مدل مورد استفاده در نرم افزار) که توسط DNV ارائه شده است، بیانگر آن است که هم تئوری و هم توانایی این مدل در پیش‌بینی

[6] Unified Dispersion Model

www.SID.ir

Archive of SID

حوادث بسیار کارا است. قابلیت‌های ذیل بخشی از توانایی این نرم افزار است.

- تعیین مسافت انتشار ماده شیمیایی با استفاده از خواص فیزیکی و میزان سمیت ماده
- توانایی انجام محاسبات در زمان‌های مقرر
- ترسیم نواحی تحت تاثیر برحسب میزان غلظت ماده شیمیایی
- توانایی پیش‌بینی غلظت ماده شیمیایی در فضاهای بسته و باز در طول انتشار آلاینده
- ترسیم غلظت گاز کلر در نقاط مشخص پس از ۱ ساعت از انتشار آلاینده بر حسب میزان غلظت در فضای باز، میزان غلظت در سطح زمین و میزان غلظت در داخل ساختمان‌ها
- آنالیز ریسک فردی و جمعیتی

فرآیند تصفیه آب در تصفیه‌خانه جلالیه از نوع فیزیکی، شیمیایی و میکروبی می‌باشد. به این منظور، مطابق روش‌های سنتی، کلر نقش اصلی را در تصفیه آب ایفا می‌نماید. فرآیند کلرزنی در طی دو مرحله اولیه و نهایی به منظور حذف و نابودی ارگانیسم‌های نامطلوب، بیماری‌زا و اصلاح نسبی رنگ، بو، طعم و گند زدایی انجام می‌شود.کلر مورد استفاده در این تصفیه‌خانه در ۳ مخزن ذخیره شده است [1].

معیار ERPG[۷] [5]

این معیار توسط AIHA[۸] پایه‌گذاری شده و شامل سه سطح می‌باشد:

ERPG-1: بیش‌ترین مقدار غلظت ماده شیمیایی در هوا است که همه افراد می‌توانند به مدت یک ساعت در معرض آن قرار گیرند بدون اینکه مزاحمتی برای آن‌ها ایجاد کند یا بوی ناخوشایندی داشته باشد.

ERPG-2: بیش‌ترین مقدار غلظت ماده شیمیایی در هوا است که همه افراد می‌توانند به مدت یک ساعت در معرض آن قرار گیرند بدون اینکه آسیب جدی یا غیر قابل جبران ببینند یا نتوانند اقدامات ایمنی را انجام دهند.

ERPG-3: بیش‌ترین مقدار غلظت ماده شیمیایی در هوا است که همه افراد می‌توانند به مدت یک ساعت در معرض آن قرار گیرند بدون اینکه زندگی آن‌ها تهدید شود.

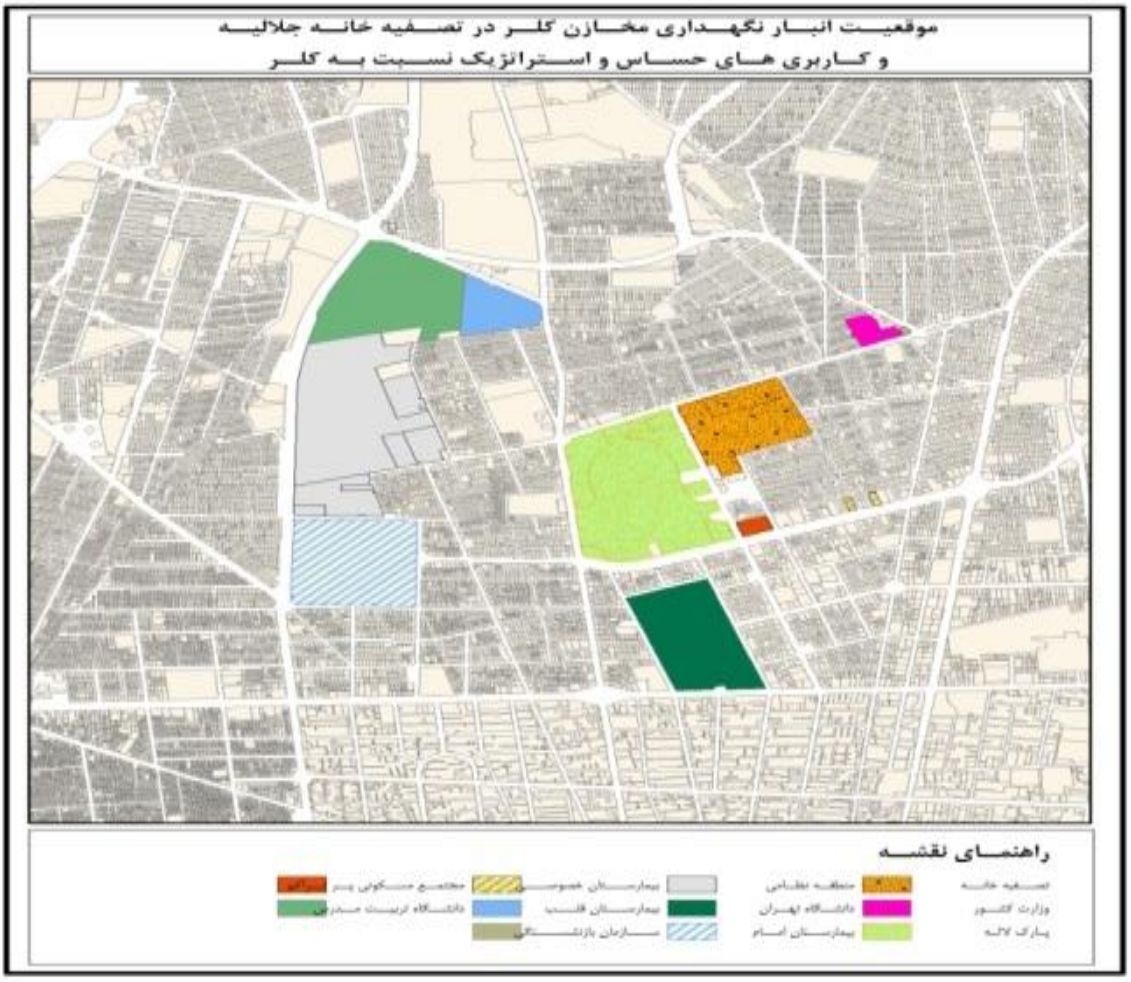
بررسی دامنه انتشار گاز کلر

نحوه انتشار گاز کلر، تابعی مستقیم از جهت باد می‌باشد[9]، [7] برای بررسی نحوه انتشار گاز کلر (نقشه شماره ۱) موقعیت تصفیه‌خانه جلالیه را که کلر برای مصرف تصفیه آب در آن مکان نگهداری می‌شود را با رنگ طوسی روشن در نیمه‌ی راست نقشه مشخص شده است و همچنین کاربری‌های مهم و حساس را نیز با توجه به راهنمای نقشه مشخص نموده است. با استفاده از نمودار مناطق مورد تهدید بر حسب مسافت (نمودار شماره ۱) در این نقشه مشخص شده است.

[7] Emergency Response Planning Guidelines
[8] American Industrial Health Association

www.SID.ir

Archive of SID



نقشه شماره ۱: نمای کلی از کاربری‌های حساس و پرتراکم در اطراف تصفیه‌خانه آب جلالیه [5]

نتایج آنالیز ریسک

نتایج آنالیز ریسک فردی برای شرایط آب و هوایی مختلف

نمودار ریسک فردی نشان دهنده ترازهای مختلف ریسک می‌باشد که به یک فرد وارد می‌شود. نتایج آنالیز ریسک برای هر سه شرایط آب و هوایی و ترکیب هر سه شرایط آب و هوایی در شکل شماره (۱) نمایش داده شده است. ناحیه بین ترازهای $۱۰^{-۶}$ تا $۱۰^{-۴}$ ناحیه ALARP بوده و نواحی خارج از تراز $۱۰^{-۶}$ ناحیه قابل قبول از نظر ریسک می‌باشد. فعالیت در داخل ناحیه با ریسک $۱۰^{-۴}$ خطرناک محسوب می‌گردد. ناحیه بین ترازهای $۱۰^{-۶}$ تا $۱۰^{-۴}$ ریسک قابل قبولی نداشته و اقدامات لازم برای کاهش ریسک هر چه سریع‌تر برای این منطقه باید صورت گیرد. همان‌طور که در شکل (۱) مشاهده می‌شود کل تصفیه‌خانه در ناحیه با ریسک بالا قرار دارد که خطرناک محسوب می‌شود. همچنین نواحی زیادی از اطراف تصفیه‌خانه تا ساختمان سازمان بازنشستگی کل کشور در ناحیه ALARP قرار دارد که باید هر چه سریعتر اقدامات لازم جهت کاهش ریسک انجام بپذیرد. همان‌طور که انتظار می‌رفت در شرایط آب و هوایی F-2 و D-5 که باد عمدتاً غربی است نسبت به شرایط آب و هوایی B-1 غرب تصفیه‌خانه در معرض ریسک بالاتری قرار دارد.

www.SID.ir

Archive of SID

شکل ۱: نتایج ریسک فردی حاصل از هر سه نوع شرایط آب و هوای

شکل۲: نتایج ریسک فردی برای شرایط آب و هوایی F-2

شکل ۳: نتایج ریسک فردی برای شرایط آب وهوایی D-5

شکل ۴: نتایج ریسک فردی برای شرایط آب و هوایی B-1

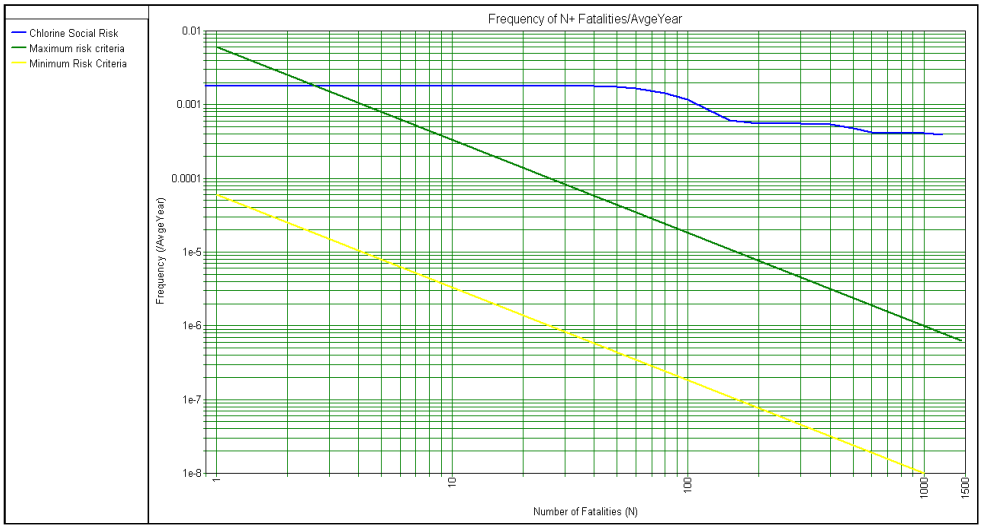
www.SID.ir

Archive of SID

نتایج آنالیز ریسک اجتماعی

با توجه به معیار ریسک ارائه شده در نمودار (۱) ریسک جمعی به هیچ عنوان قابل قبول نیست و خط ریسک جمعی (خط آبی رنگ) در دو ناحیه ALARP و ریسک بالا قرار دارد. با رشد تکنولوژی و افزایش ایمنی در صنعت شهرسازی در هیچ نقطه‌ای از دنیا چنین ریسکی قابل قبول نبوده و به‌عنوان یک محدوده غیر قابل زندگی و بسیار پرخطر با آن برخورد می‌شود. لذا پیشنهاد می‌شود هر چه سریع‌تر کلیه اقدامات لازم جهت کاهش ریسک ناشی از پخش گاز کلر در تصفیه‌خانه مورد نظر صورت پذیرد.

اقداماتی نظیر استفاده از مواد کم خطرتر به جای گاز کلر، استفاده از سیستم تهویه مناسب‌تر (قرارگیری خروجی تهویه در ارتفاعی بالاتر از مکان فعلی (۴ متر) یا استفاده از تعداد بیشتری تهویه با دبی تخلیه بالاتر)، تدوین برنامه واکنش در شرایط اضطراری، استفاده از سیستم پاشش مواد خنثی‌ساز گاز کلر، ایجاد دستورالعمل جهت انجام مطالعات مدیریت ریسک تصفیه‌خانه‌ها قبل از ساخت آن‌ها می‌تواند ریسک مربوطه را کاهش دهد.



نمودار ۱: نتایج ریسک اجتماعی انتشار گاز کلر به صورت نمودار F-N برای هر سه شرایط آب و هوایی

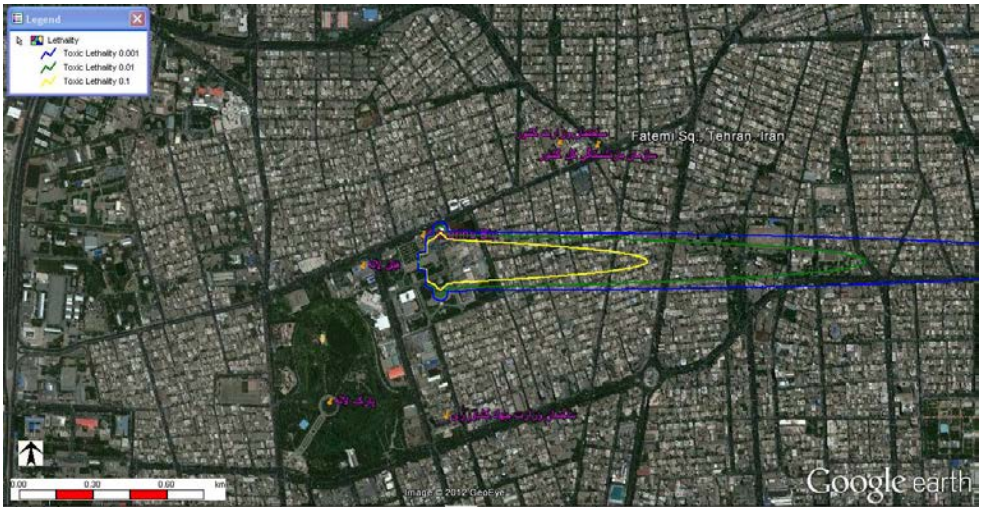
نتایج احتمال مرگ و میر افراد برای شرایط آب و هوایی مختلف

نتایج احتمال مرگ و میر افراد در سه سطح ۰/۰۰۱، ۰/۰۱ و ۰/۱ برای هر یک از شرایط آب و هوایی در اشکال (۵)، (۶)، (۷) نمایش داده شده است. این نتایج با فرض باد غالب غربی ارائه شده و مسلماً در طی سال تمامی جهت‌ها می‌تواند در معرض این سطح از کشته شدن قرار بگیرد.

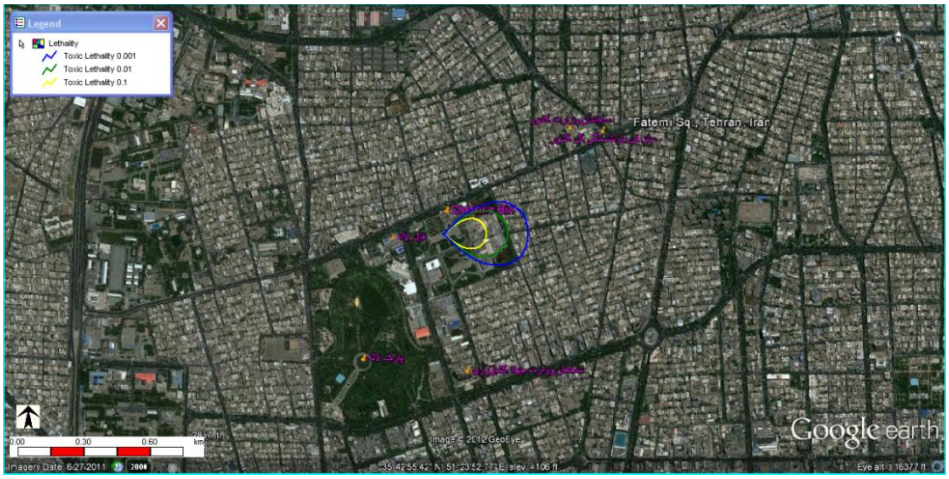
همان طور که ملاحظه می‌شود در شرایط آب و هوایی F-2 مناطق دورتری تحت تاثیر قرار می‌گیرد و در شرایط آب و هوایی B-1 مناطق با سطح بیشتری تحت تأثیر قرار می‌گیرد. کم‌خطرترین شرایط آب و هوایی مربوط به D-5 می‌باشد که علت آن سرعت بیشتر باد و در نتیجه اختلاط سریعتر گاز کلر با هوا می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵: احتمال کشته شدن افراد برای شرایط آب و هوایی F-2 و باد غربی



شکل ۶: احتمال کشته شدن افراد برای شرایط آب و هوایی D-5 و باد غربی

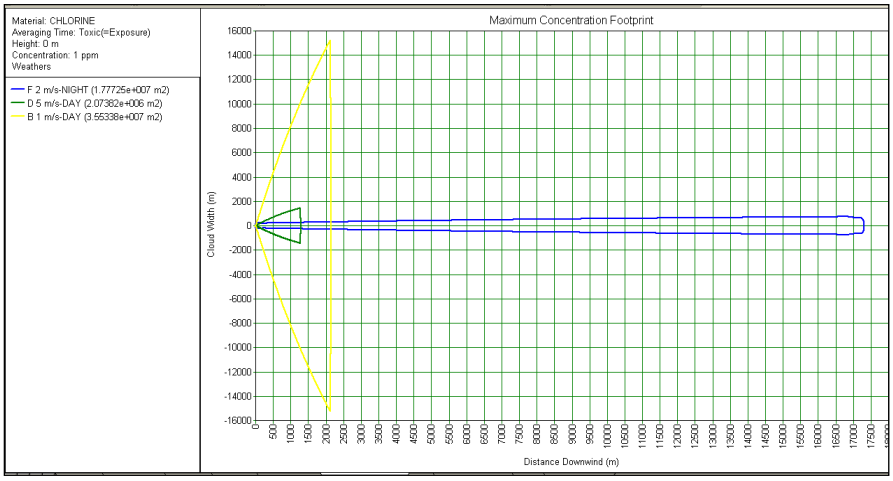
شکل ۷: احتمال کشته شدن افراد برای شرایط آب و هوایی B-1 و باد غربی

www.SID.ir

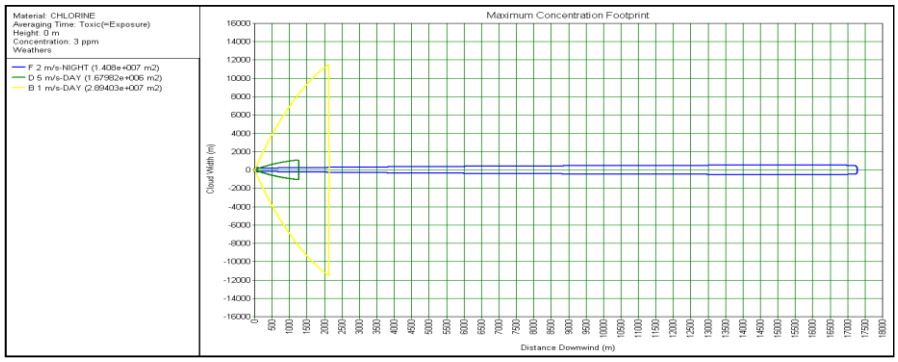
Archive of SID

ماکزیمم غلظت گاز کلر از نمای بالا برای شرایط آب و هوایی مختلف

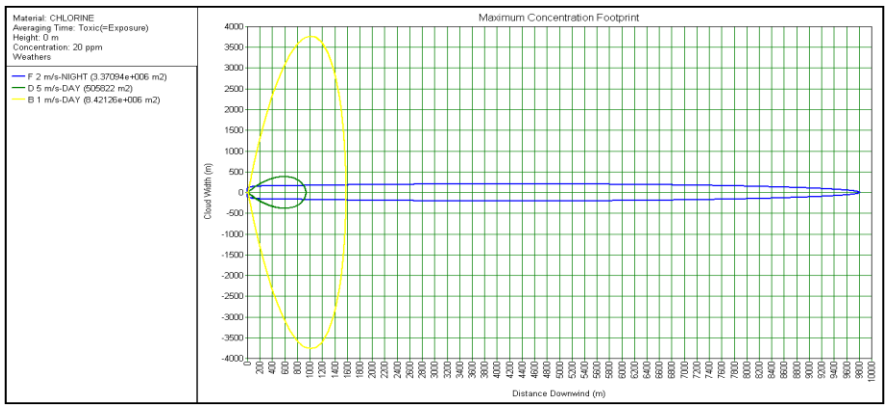
با توجه به تغییرات غلظت گاز کلر با زمان در هر نقطه نتایج مربوط به بیش‌ترین غلظت گاز کلر برای سه غلظت ۱، ۳ و ۲۰ در مقیاس ppm از نمای بالا در نمودارهای (۲)، (۳) و (۴) نمایش داده شده است. این غلظت‌ها به ترتیب متناظر با سطوح ERPG 1، ERPG 2 و ERPG 3 می‌باشد.



نمودار ۲: ماکزیمم غلظت گاز کلر از نمای بالا برای غلظت ۱ ppm (ERPG 1) و شرایط آب و هوایی مختلف



نمودار ۳: ماکزیمم غلظت گاز کلر از نمای بالا برای غلظت ۳ ppm (ERPG 2)و شرایط آب و هوایی مختلف



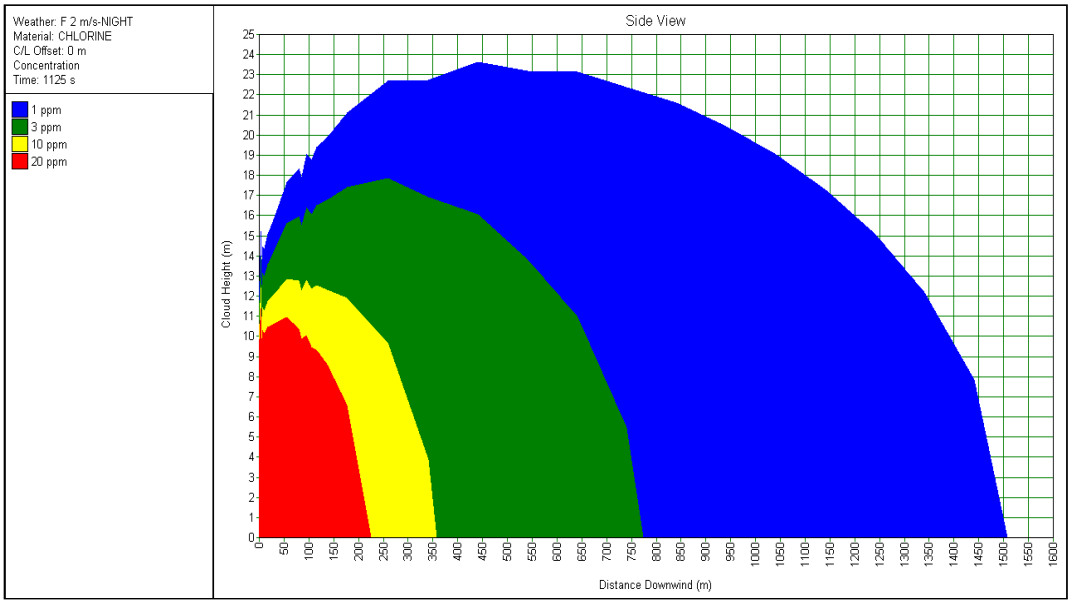
نمودار ۴. ماکزیمم غلظت گاز کلر از نمای بالا برای غلظت ۲۰ ppm (ERPG 3) و شرایط آب و هوایی مختلف

www.SID.ir

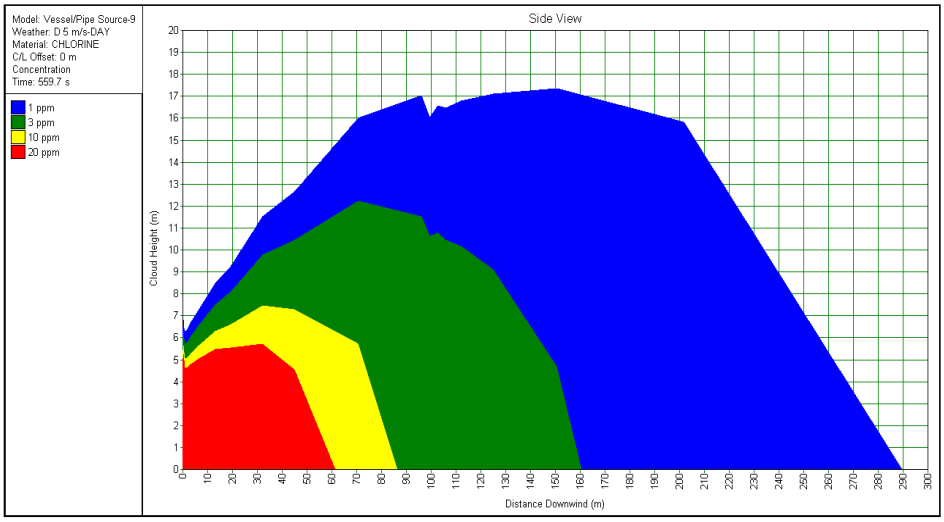
Archive of SID

نمای جانبی انتشار گاز کلر برای شرایط آب و هوایی مختلف

نتایج مربوط به انتشار گاز کلر از نمای کنار در اشکال ۵ و۶ و ۷ برای هر سه نوع شرایط آب و هوایی و برای غلظت‌های ۱، ۳، ۱۰ و ۲۰ در مقیاس ppm ارائه شده است. غلظت ۱۰ ppm متناظر با IDLH می‌باشد. همان‌طور که انتظار می‌رود هرچه پایداری هوا کمتر می‌شود انتشار گاز کلر در جهت عمودی بر سطح زمین بیشتر شده است. به عبارتی دیگر شرط آب و هوایی B-1 (شرایط جوی ناپایدار) گاز بیش‌تر در جهت عمودی انتشار یافته است و در شرط آب و هوایی F-2 گاز کلر بیشتر در جهت افقی انتشار یافته است.



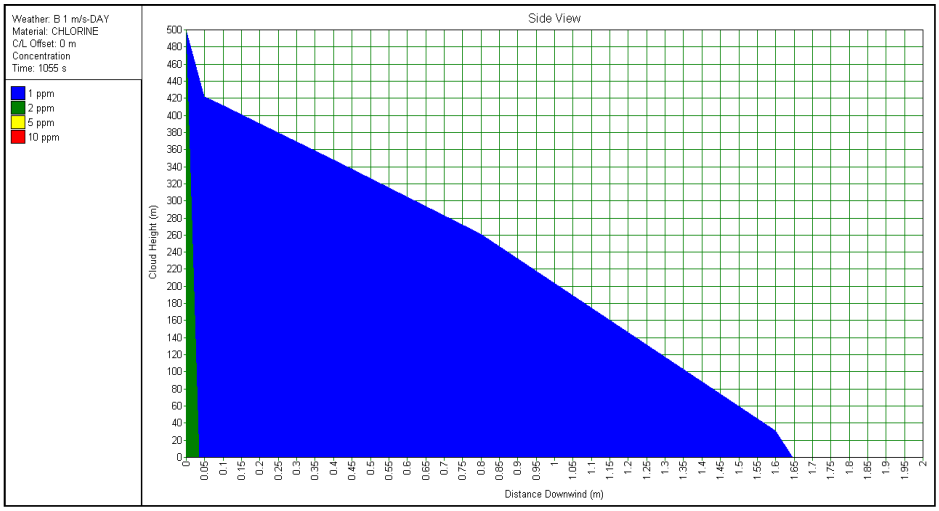
نمودار۵: نمای از کنار انتشار گاز کلر برای شرایط جوی F-2



نمودار۶: نمای از کنار انتشار گاز کلر برای شرایط جوی D-5

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار ۷: نمای از کنار انتشار گاز کلر برای شرایط جوی B-1

نتیجه گیری

خطر نشت گاز کلر به عنوان یک ماده پر کاربرد در تصفیه‌خانه‌های آب و فاضلاب، امری اجتناب‌ناپذیر است. تصفیه‌خانه جلالیه در آینده با استفاده از ظرفیت‌های موجود، راهکارهایی جهت جایگزینی شیوه‌های نوین تصفیه مانند استفاده از علم نانو، استفاده از ازن به‌جای استفاده از کلر و یا انتقال تصفیه‌خانه به منطقه کم‌جمعیت را در دستور کار خود داشته باشد. همچنین به اداره نشت کلر و شرکت آب و فاضلاب شهر تهران نیز توصیه می‌شود با استفاده از زنگ خطر یا هر شیوه مناسب دیگر اطلاع رسانی، تمامی مناطق در معرض خطر را از بروز انتشار کلر در هنگام نشت آن آگاه نماید. از جمله مراکز با تراکم بالای جمعیت که باید در هنگام نشت کلر اطلاع رسانی شوند عبارتند از: ساختمان‌های وزارت کشور، وزارت جهاد کشاورزی، شرکت آب و فاضلاب استان تهران، سازمان بازنشستگی کشور، ساختمان‌های مسکونی اطراف تصفیه‌خانه، بیمارستان‌های خصوصی ساسان و پارس، ساختمان‌های پزشکان و بانک‌های واقع در بلوار کشاورز مابین میدان ولیعصر تا انتهای بلوار کشاورز، پارک لاله، دانشگاه تهران، دانشگاه تربیت مدرس، بیمارستان امام خمینی، بیمارستان قلب، دانشکده علوم پزشکی(ارتش جمهوری اسلامی ایران) واقع در اتوبان چمران نزدیک میدان توحید و مجتمع مسکونی سامان واقع در تقاطع بلوار کشاورز و خیابان حجاب. در ضمن با در نظرگرفتن جهت باد غالب، ساختمان وزارت کشور و همچنین سازمان بازنشستگی کشور از جمله مناطقی می‌باشند که در هنگام انتشار کلر (به طور خواسته یا ناخواسته) در تصفیه خانه جلالیه در معرض میزان غلظت کلر از ۲۰ ppm الی ۱۰۵۰۰۰۰ ppm قرار می‌گیرند که این میزان از غلظت کلر بسیار خطرناک و کشنده می‌باشد. جهت آمادگی برای مقابله با خطرات ناشی از نشت کلر در تصفیه‌خانه جلالیه، سازمان‌ها، ارگان‌ها، نهادها و ساختمان‌های مسکونی که در معرض خطر نشت کلر قرار دارند، باید پدافند غیر عامل خود را فعال نمایند و همچنین از طریق بروشورها و یا در صورت امکان طی برگزاری مانورهایی، کارمندان و اهالی ساختمان‌ها را با خطر گاز کلر آشنا نموده و نیز راه‌های مقابله با آن را به آن‌ها آموزش دهند.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

[1] بروشور تصفیه خانه جلالیه (شماره یک)، معاونت بهره برداری، مدیریت نگه‌داری و بهره برداری تصفیه خانه‌ها، امور تصفیه‌خانه جلالیه *www.tpww.co.ir*

[2] اطلاعات دریافتی از اسناد و مدارک اداره نشت کلر، شرکت آب و فاضلاب استان تهران

[3] اسناد و مدارک از CD بانک اطلاعات، اداره پایگاه داده، کنترل کیفیت و مدیریت اطلاعات، سازمان هواشناسی کل کشور www.weatsher.ir/Farsi/ www.irimet.net/irimo/publications/metrayaneh.pdf

[4] ایستگاه مهرآباد، مرکز پایش آلودگی هوای استان تهران، اداره کل حفاظت محیط زیست تهران

[5] نقشه تولیدی از GIS، مربوط به طرح جامع شهر تهران، سال ۱۳۸۵، وزارت مسکن و شهرسازی

[6] Verschueren, K., 1983. Handbook of Enviornmental Data of Organic Chemicals. 2nd ed. New York, NY:Van Nostrand Reinhold Co.

[7] Safety Bulletin U.S. Chemical Safety And Hazard Investigation Board, " Emergency Shutdown Systems For Chlorine Transfer", No. 2005-06-I-LA| June 2007, WWW.Cal-Osha.Com/Download.Aspx?Id=80162&Langtype=1033

[8] Google Earth

[9] Steven Hanna1 And Joseph Chang, ,"Gaps In Toxic Industrial Chemical (Tic) Model Systems", 2008a,*Harmo.Org/Conferences/Proceedings/_Cavtat/.../O_S1-01.Pdf*

[10] U.S. Chemical Safety And Hazard Investigation Board," DPC Enterprises Chlorine Release", Investigation Digest, Festus, Missouri August 14, 2002, CSB Headquarters: 2175 K Street NW, Suite 400, Washington D.C. 20037

www.SID.ir