



دانشگاه آزاد اسلامی
واحد تهران جنوب
دانشکده تحصیلات تکمیلی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد
“M.Sc”
مهندسی شیمی - مهندسی محیط زیست

عنوان :

مدل سازی انتشار گاز کلر در تأسیسات تصفیه خانه‌ها

استاد راهنما :

استاد مشاور :

نگارش:

با تشکر از:

شرکت آب و فاضلاب شهر تهران

فهرست مطالب

| شماره صفحه | عنوان مطالب |
|---------------|---|
| 1 | چکیده |
| 2 | فصل اول: مقدمه و ضرورت مدلسازی انتشار گاز کلر در تصفیه خانه های آب |
| 8 | فصل دوم: آشنایی با کلر و مخاطرات آن |
| 8 | 2-1 (1-2) آشنایی با گاز کلر |
| 8 | ..... |
| 9 | ..... |
| 9 | 2-1-1 (1-1-2) تعریف ساده از گاز کلر |
| 9 | ..... |
| 10 | ..... |
| 12 | 2-1-2 (2-1-2) تاریخچه ای از کلر |
| 12 | ..... |
| 14 | ..... |
| 15 | ..... |
| 15 | 2-1-3 (3-1-2) تاریخچه تولید کلر در ایران |
| 15 | ..... |
| 16 | ..... |
| 17 | ..... |
| 17 | 2-2 (2-2) کاربردهای کلر |
| 18 | ..... |
| 19 | ..... |
| 20 | 2-2-1 (1-2-2) کاربرد کلر در سالم سازی آب |
| 21 | ..... |
| 23 | ..... |
| 27 | ..... |
| 30 | 2-3 (3-2) ایزوتوپ ها |
| | |
| | |
| | 2-4 (4-2) روش های شیمیایی تولید گاز کلر |
| | |
| | 2-4-1 (1-4-2) الکترولیز سلول جیوه |
| | |

| | |
|----|--|
| 42 | (1-2-3 |
| 44 | مقدمه |
| 44 | ..... |
| 44 | ..... |
| 49 | ..... |
| 50 | (3-3) انتشار |
| 51 | مایع |
| 54 | ..... |
| 54 | ..... |
| 55 | (1-3-3) جریان مایع از طریق سوراخی در تانکر |
| 56 | ذخیره |
| | |
| | (2-3-3) جریان مایع از طریق |
| | لوله |
| | |
| | |
| | (1-2-3-3) شدت جریان |
| | مایع |
| | |
| | |
| | (2-2-3-3) ضریب |
| | اصطکاک |
| | |
| | |
| | (4-3) نشت گاز یا |
| | بخار |
| | |
| | |
| | (1-4-3) جریان گاز یا بخار از طریق یک |
| | سوراخ |
| | |
| | |
| | (1-1-4-3) سرعت |
| | بجرانی |
| | |
| | |
| | (2-1-4-3) شدت جریان |
| | جرمی |
| | |
| | |
| | (3-1-4-3) ضریب |

| | |
|-----|--|
| 94 | ..... |
| 96 | (4-1-4) رطوبت |
| 98 | نسبی |
| 98 | ..... |
| 99 | ..... |
| 99 | ..... |
| 100 | (5-1-4) واحدهای اندازه |
| 102 | گیری |
| 104 | ..... |
| | |
| | (2-4) مدل‌های |
| | پخش |
| | |
| | (1-2-4) انتشار آبی و انتشار |
| | پیوسته |
| | |
| | (2-2-4) تأثیر ارتفاع |
| | نشت |
| | |
| | (3-4) مدل‌های انتشار برای گازهای طبیعی (مدل |
| | گوسین) |
| | |
| | (1-3-4) نشت |
| | پیوسته |
| | |
| | (2-3-4) نشت |
| | آبی |
| | |
| | |
| | (3-3-4) انتشار |
| | کوتاه |
| | |
| | |
| | (4-4) مدلسازی انتشار گازهای سنگین تر از |
| | هوا |

.....

مدل بریتز و (1-4-4)

..... مکوئیل

.....

.....

انتشار (1-1-4-4)

..... پیوسته

.....

.....

انتشار (2-1-4-4)

..... آنی

.....

.....

مدت انتشار (3-1-4-4)

..... کوتاه

.....

.....

4-5) محافظت

..... **کردن**

.....

.....

غلظت در محیط (1-5-4)

..... بسته

.....

.....

نشت (1-1-5-4)

..... پیوسته

.....

.....

نشت (2-1-5-4)

..... موقتی

.....

.....

نشت (3-1-5-4)

..... آنی

.....

.....

رویکردی (4-1-5-4)

| | |
|-----|---|
| | ساده |
| | |
| | |
| | فصل پنجم: مدلسازی انتشار گاز کلر در تأسیسات تصفیه |
| 106 | خانه آب جلالیه شهر تهران |
| 108 | مقدمه: |
| 108 | ..... |
| 108 | ..... |
| 108 | ..... |
| 109 | (1-5) معیارهای سنجش سمیت |
| 109 | مواد |
| 109 | ..... |
| 109 | ..... |
| 112 | (1-1-5) معیار |
| 112 | <i>ERPG</i> |
| 113 | ..... |
| 113 | ..... |
| 114 | (2-1-5) معیار |
| 114 | <i>IDLH</i> |
| 114 | (3-1-5) معیار |
| 114 | <i>TLV-TWA</i> |
| 116 | (4-1-5) معیار <i>TLV-</i> |
| 117 | <i>STEL</i> |
| 117 | ..... |
| 117 | ..... |
| 118 | (5-1-5) معیار |
| 118 | <i>LD50</i> |
| 118 | ..... |
| 119 | ..... |
| 120 | (6-1-5) معیار ارائه شده با توجه به سطوح |
| 122 | آسیب |
| 123 | ..... |
| 126 | (2-5) مخاطرات |
| | کلر |
| | |
| | |
| | (3-5) انتخاب |
| | سناریو |
| | |
| | |

(4-5)

تحلیل

شرایط

.....
.....
.....

(1-4-5) مرور و توسعه

قوانین

.....
.....

(2-4-5)

اهداف

.....
.....

(3-4-5) داده ها و

اطلاعات

.....
.....

(1-3-4-5) اطلاعات

هواشناسی

.....
.....

(2-3-4-5)

جمعیت

.....
.....

(3-3-4-5) وزارتخانه ها، سازمان ها، مؤسسات، شرکت ها

و مکانهای در معرض خطر

(4-3-4-5) اطلاعات

.....
.....

محلی

(5-3-4-5) اطلاعات

شیمیایی

.....
.....

(6-3-4-5) اطلاعات

هواشناسی

.....
.....

(7-3-4-5) اطلاعات مخازن ذخیره سازی گاز

کلر

.....
.....

(5-5) مدل سازی

| | |
|-----|-----------------|
| | پیشنهادات |
| | |
| | |
| | |
| 132 | منابع |
| 132 | ..... |
| 133 | ..... |
| | فهرست منابع |
| | فارسی |
| | |
| | |
| | فهرست منابع |
| | لاتین |
| | |
| | |

فهرست جداول

عنوان

شماره صفحه

شماره

10

جدول 2-1: خواص

اتمی
.....

11

جدول 2-2: اطلاعات عمومی

کلر
.....

11

جدول 2-3: پایدارترین ایزوتوپ های

کلر
.....

12

جدول 2-4: خواص فیزیکی

کلر
.....

12

جدول 2-5: سایر خواص

کلر
.....

| | |
|---|---|
| 1 | جدول 2-6: طبقه بندی تأثیرات گاز کلر بر حسب مدت تنفس و |
| 7 | میزان غلظت..... |
| 1 | جدول 2-7: فرمول ساخت شربت معالج کلرزدگی برای حجم |
| 9 | لیتر بشرح زیراست..... |
| 4 | جدول 3-1: طول معادل لوله ها در تأسیسات لوله کشی |
| 1 | مختلف را برای جریان آشفته نشان می |
| 1 | دهد..... |
| 4 | جدول 3-2: زبری لوله های |
| 2 | صاف..... |
| 4 | جدول 3-3: وزن مولکولی، نسبت ظرفیت گرمایی و سرعت صوت |
| 4 | برای گازها و بخارات مختلف در دمای 298 k و فشار |
| 8 | 101/3k.pa محاسبه شده |
| 8 | از [23، 24]..... |
| 6 | جدول 4-1: اطلاعات باد داده شده در یک محل (بندر |
| 2 | بارسلونا، |
| 6 | سال 2004)..... |
| 6 | جدول 4-2: مقدار ضریب α وابسته به کلاس پایداری |
| 3 | اتمسفری..... |
| 6 | جدول 4-3: طول سطح زبری برای موقعیت های |
| 4 | مختلف..... |
| 6 | جدول 4-4. معیار پایداری |
| 9 | پاسکوییل..... |
| 7 | جدول 4-5: تعریف آرایه ای از کلاس های |
| 2 | پایداری..... |
| 7 | جدول 4-6: کلاس پایداری بر طبق گرادیان عمودی |
| 2 | دما..... |
| 7 | جدول 4-7: کلاس پایداری بر اساس نوسانات در جهت باد در |
| 2 | ساعات مختلف..... |
| 7 | جدول 4-8: تعریف کلاس پایداری هوا، بر طبق جهت باد و |
| 3 | تابش خورشید..... |

جدول 4-9: معادلاتی برای محاسبه ضرایب پخش σ_z و σ_y در
حالت نشت پیوسته می باشند (فاصله X به متر
می باشد.)
.....
.....

جدول 4-10: معادلاتی برای محاسبه ضرایب پخش σ_z ، σ_y و
 σ_x برای نشت آنی (فاصله X برحسب متر می باشد.
(
.....
.....

جدول 5-1: زمان و محل وقوع حادثه منجر به نشت کلر از
سیلندرها و مخازن تنی.....

جدول 5-2. مهمترین خواص مربوط به سمیت گاز
کلر.....
.....

جدول 5-3. حوادث صنعتی مربوط به گاز
کلر.....
.....

فهرست شکلها

| شماره صفحه | عنوان |
|---------------|--|
| 5 | شکل 1-1: تصفیه خانه شماره یک (جلالیه) |
| 13 | شکل 2-1: طرح کلی از الکترولیز سلول جیوه |
| 14 | شکل 2-2: طرح کلی از الکترولیز سلول دیافراگم |
| 15 | شکل 2-3: طرح کلی از غشائ سلولی |
| 16 | شکل 2-4: شخص کلرزده |
| 21 | شکل 2-5: لباس مخصوص مقاوم در برابر گاز کلر و روش استفاده آن |
| 22 | شکل 2-6: سیلندرهاى با ظرفیت یک تن (شیرهای متصل به آن) |
| 22 | شکل 2-7: سیلندرهاى 50 کیلوگرمی که ایستاده مورد استفاده قرار می گیرند |
| 23 | شکل 2-8: انبار سیلندرهاى بزرگ |
| 24 | شکل 2-9: سیلندر کلر با کلاهک حفاظتی |
| 25 | شکل 2-10: نحوه غیراصولی و بسیار خطرناک جابجائی سیلندرها |

-
- 25 شکل 2-11: نحوه انبار کردن سیلندرهای کوچک
-
- 27 شکل 2-12: نمایی از حوضچه خنثی سازگازکلر درکارخانه شیمیائی
-
- 28 شکل 2-13: حمل و نقل غیراصولی سیلندرهایی 50 و 90 کیلوگرمی
-
- 28 شکل 2-14: لبه انتهائی سیلندر در اثر ضربه ویا پرتاب از لیفت تراک یا جرثقیل دچار آسیب شده است
-
- 36 شکل 3-1: جریان مایع از سوراخی در یک تانک
-
- 39 شکل 3-2: جریان مایع جاری از یک لوله
-
- 45 شکل 3-3: جریان گاز یا بخار از یک لوله
-
- 51 شکل 3-4: جریان گاز در یک لوله
-
- 61 شکل 4-1: نمودار وضع هوا، میزان وزش بادها و جهت آنها (بندر بارسلونا، سال 2004)
- 65 شکل 4-2: سرعت باد در مکان های مختلف
-
- 70 شکل 4-3: حرکت هوا در جو پایدار و ناپایدار از اتمسفر
-
- شکل 4-4: نرخ کاهش حرارتی و رفتار دود یا آلاینده هایی که بطور پیوسته انتشار پیدا می کنند.

| | | |
|-----|---|--|
| 74 | <i>feumigating (f lofting (e fanning (d coning (c</i> | <i>Looping (a</i> |
| | <i>trapping</i> | <i>neutral (b</i> |
| | | <i>(g</i> |
| | | |
| | | |
| 76 | انتشار 4-5. | شکل |
|  | ..... | پیوسته |
| | | |
| 76 | انتشار 4-6. | شکل |
|  | ..... | آنی |
| | | |
| 78 | شکل 4-7: سیر تکاملی ابری از گاز که به موجب انتشار | |
|  | ..... | پیوسته به وجود |
|  | ..... | می آید |
|  | ..... | شکل 4-8: سیر تکاملی از دودی می باشد که بصورت آنی |
| 79 | انتشار پیدا می کند (غلظت در هر سه توده یکسان | |
|  | ..... | می باشد. |
| | | (|
| | | |
| 80 | شکل 4-9: دودی که بر اثر نیروهای مومنتم و بویوسی | |
| 82 | ..... | اوج |
|  | ..... | می گیرد |
| | | |
|  | ..... | شکل 4-10: بصورت افقی و عمودی غلظت آلاینده را از |
|  | ..... | طریق مدل گوسین نشان می دهد |
| 92 | شکل 4-11: سیر تکاملی از انتشار اولیه مربوط به گاز | |
|  | ..... | سنگین |
| | | |
| 99 | شکل 4-12: غلظت درونی و | |
|  | ..... | بیرونی |
| | | |
|  | ..... | شکل 5-1: تصویر دریافتی از <i>google earth</i> می باشد که |
| 116 | موقعیت محل نگهداری مخازن کلر در تصفیه خانه جلالیه | |
|  | ..... | در آن مشخص می |
|  | ..... | باشد |
| | | |

فهرست نمودارها

| شماره صفحه | عنوان |
|---------------|--|
| 34 | نمودار 3-1: شمای ساده از منابع و مخازن مختلف که بر اثر نشت مواد از آنها در یک محیط فرآیندی و یا بر اثر حمل و نقل می تواند حوادثی رخ بدهد |
| 43 | نمودار 3-2: ضریب اصطکاک f_f ، تابعی از Re و زبری لوله |
| 50 | نمودار 3-3: Ψ تابعی از P_o/P_{con} و γ |
| 66 | نمودار 4-1: نرخ کاهش حرارتی مختلف در کلاس های پایداری متفاوت |
| 67 | نمودار 4-2: نوعی از توزیع حرارتی، تابعی از ارتفاع، در طول شبانه روز. در طول روز، نرخ کاهش حرارتی آدیاباتیک و در طی شب یک لایه اینورژن به وجود خواهد آمد |
| 83 | نمودار 4-3: ضریب پخش σ_y برای نشت پیوسته (ناحیه روستایی) |
| 83 | نمودار 4-4: ضریب پخش σ_z برای نشت پیوسته (ناحیه روستایی) |
| 84 | نمودار 4-5: ضریب پخش σ_y برای نشت پیوسته (ناحیه شهری) |
| 85 | نمودار 4-6: ضریب پخش σ_z برای نشت پیوسته (ناحیه شهری) |
| 88 | نمودار 4-7: ضرایب پخش ($\sigma_x = \sigma_y$)، برای انتشار |

| | |
|-----|--|
| | آنی |
| 89 | نمودار 4-8: ضریب پخش σy ، برای نشت آنی |
| 95 | نمودار 4-9: رابطه بریتر و مککوئیل برای انتشار پیوسته گازهای چگال |
| 96 | نمودار 4-10: ناحیه کراندار با غلظت مشخص داده شده |
| 97 | نمودار 4-11: رابطه بریتر و مککوئیل برای انتشار آنی گاز چگال |
| 101 | نمودار 4-12: منبع پیوسته. تغییرات نسبت c_i/c_0 بصورت تابعی از زمان برای دو موقعیت متفاوت |
| 102 | نمودار 4-13: منبع موقتی. تغییرات c_0 و c_i بصورت تابعی از زمان |
| 104 | نمودار 4-14: منبع آنی. تغییرات c_0 و c_i بصورت تابعی از زمان |
| 119 | نمودار 5-1: مناطق مورد تهدید بر حسب مسافت |
| 120 | نمودار 5-2) میزان غلظت گاز کلر در زمان در ناحیه 1متری پائین دست جریان، 1متر خارج از خط میانی |

-
- نمودار 3-5) میزان غلظت بر حسب زمان از دامنه مناطق
 121 مورد تهدید در ناحیه 100متری پائین دست جریان ، 1متر
 خارج از خط
 میانی.....
-
- نمودار 4-5) میزان غلظت بر حسب زمان از دامنه مناطق
 121 مورد تهدید در مکان 100 متری پائین دست جریان، 100متر
 خارج از خط
 میانی.....
-
- نمودار 5-5) میزان غلظت بر حسب زمان از دامنه مناطق
 122 مورد تهدید و مقایسه بین سطح بندی های موقعیت
 خطرناک، در محل 1000 متری پائین دست جریان 1 متر خارج
 از خط میانی.....
- 123 نمودار 5-6: میانگین نرخ انتشار آلاینده در طول زمان
 انتشار.....
-

فهرست نقشه ها

عنوان

- نقشه 5-1: نمای کلی از کاربری های حساس و پرتراکم در اطراف تصفیه
- نقشه 5-2: میزان غلظت کلر در فواصل مختلف در جهت باد غالب
-
- نقشه 5-3: غلظت (ppm یا mg/m^3) را نسبت به فاصله از محل نشت در تمام
 را نشان می
 دهد.....

چکیده :

ارزیابی ریسک یک حادثه، مستلزم ارزیابی (مدلسازی) پیامدهای آن حادثه است. هدف این پایان نامه، انتقال دانش و اطلاعات بدست آمده از طریق مدلسازی انتشار گاز کلر در تصفیه خانه های آب بوده که برای استفاده مدیران و مسئولان اجرائی مفید می باشد. تشخیص و مشخص سازی خطرات ناشی از کلر به عموم به خصوص کارکنان و ساکنین اطراف محوطه تصفیه خانه آب، باعث پاسخ مناسب در موقع بحران نسبت به انتشار این ماده کشنده خواهد شد که در این پژوهش مورد مطالعه قرار گرفته است. شناسایی خطرات ناشی از عوامل خارجی و تأثیرات زیان بار آنها بر تصفیه خانه های آب حاوی مخازن کلر در این پایان نامه آمده است. مدل سازی و نمایان کردن دقیق محدوده و میزان خطر ایجاد شده حاصل از انتشار کلر توسط نرم افزار که به موجب آن، محل های خطرناک ناشی از انتشار گاز کلر بطور واضح آورده شده است. در نهایت ارزیابی و آزمودن راه هایی به منظور حذف یا کاهش مخاطرات، پیشنهاد راه های کاهش خطر انتشار گاز کلر با در نظر گرفتن منافع اقتصادی و آمادگی برای مقابله سریع با بحران ناشی از انتشار کلر در تحقیق حاضر گنجانده شده است. این پژوهش برای مکانی به نام تصفیه خانه آب جلالیه که در یکی از مناطق پرجمعیت، واقع در مرکز شهر تهران (ما بین میدان فاطمی و چهارراه فاطمی) با تراکم بالای جمعیت در طول روز و همچنین شب می باشد انجام شده است.