

۲۰۴۳۳۴۱

السلامة للجميع

کاربرد درخت حطای فاری در مدلسازی
نشت گاز مونوکسید کربن در ساختمانها

مؤلفان :

سید محمد موسوی ریزی

فرهام امین شرعی



جمهوری اسلامی ایران
وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی

سنجش انتشارات

سرشناسه	موسوی ریزی، سیدمحمد، ۱۳۴۹-
عنوان و نام پدیدآور	کاربرد درخت خطای فازی در مدلسازی نشت گاز مونوکسید کربن در ساختمانها/ مولفان
مشخصات نشر	سیدمحمد موسوی ریزی، فراهم امین شرعی، تهران: انتشارات راه دکتري: سنجش و دانش، ۱۳۹۸.
مشخصات ظاهري	۱۵۹ ص.
شابک	۹۷۸-۶۲۲-۲۴۱-۱۵۲-۷
وضعیت فهرست نویسی	فیبا
موضوع	گاز -- نشت -- پیشگیری -- الگوهای ریاضی
موضوع	Gas leakage -- Prevention -- Mathematical models
موضوع	گاز -- ایران -- نشت -- پیشگیری
موضوع	Gas leakage -- Iran -- Esfahan -- Prevention
موضوع	گاز -- گرمایش و تهویه -- پیش بینی های ایمنی
موضوع	Gas -- Heating and Ventilation -- Safety measures
شناسه افزوده	امین شرعی، فراهم، ۱۳۶۱-
رده بندی کنگره	۵۵/۸۷۹TN
رده بندی دیویی	۵۴۴/۶۶۵
شماره کتابشناسی ملی	۵۷۴۸۵۶۲

عنوان: کاربرد درخت خطای فازی در مدلسازی نشت گاز مونوکسید کربن در ساختمانها

مولفان: سیدمحمد موسوی ریزی، فراهم امین شرعی

ناشر: انتشارات سنجش و دانش

نوبت چاپ: اول ۱۳۹۸

صفحه آرایي: مهدیه مخیری

طراح جلد: مهتاب دوستی

ناظر: نسرين خانی

تیراژ: ۵۰۰ نسخه

«کلیه حقوق برای مؤلف محفوظ است»

بهاء: ۳۰۰۰۰۰ ریال

چاپ و نشر: تهران، ملارد، مارلیک، بلوار هفت تیر، مجتمع تجاری اداری امیر، آکادمی تخصصی دکتری، تلفن تماس: ۰۲۱-۶۵۱۴۰۰۲۷

فروشگاه: تهران، خیابان انقلاب، خیابان دانشگاه، پلاک ۱۲۶، وب سایت: www.sanjesh.ir، پست الکترونیک: ketab.sanjesh@gmail.com

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل اول.....	۱
کلیات.....	۱
مقدمه.....	۲
مسمومیت با گاز مونوکسید کربن.....	۵
گاز سمی مونوکسید کربن، محصول احتراق ناقص.....	۵
پرکاربردترین منبع تولید انرژی حرارتی در ساختمان‌های مسکونی کشور.....	۶
ارزیابی ریسک هذات و تعریف.....	۷
درخت خطای فازی.....	۷
فصل دوم.....	۱۲
سوابق مطالعاتی.....	۱۲
مقدمه.....	۱۳
معرفی پرکاربردترین وسایل گرمایشی و تهیه آب گرم در ساختمان‌های مسکونی شهری.....	۱۵
افزایش آمار مسمومیت با گاز مونوکسیدکربن در سال ۱۳۸۵ نسبت به سال ۱۳۹۴.....	۱۹
گزارش روابط عمومی مرکز پژوهشهای مجلس شورای اسلامی.....	۲۲
سوابق و مطالعات پزشکی مسمومیت با گاز مونوکسیدکربن.....	۲۶
ارتباط ابتلا به زوال عقل و مسمومیت با گاز مونوکسیدکربن.....	۳۷
مرگ و میر ناشی از مسمومیت CO در محیط‌های بسته در ایالات متحده آمریکا.....	۳۷
ارتباط مسمومیت CO حاد با آسیب فیبریلولوئیز و افزایش تولید ترومبین.....	۳۸
بررسی اپیدمیولوژی مرگهای ناشی از گاز مونوکسید کربن رجوع شده به پزشکی قانونی مازندران از ۱۳۸۸-۱۳۹۰.....	۳۸
مرگ و میر ناشی از مسمومیت مونوکسیدکربن غیر عمد و احتمال پیشگیری با آشکارساز مونوکسیدکربن.....	۳۹
توانین بالادستی ساخت و ساز در تامین ایمنی ساختمان‌ها در دوره، طراحی، اجراء و بهره‌برداری.....	۳۹
آخرین ویرایش‌های مباحث ۱۷، ۱۴ و ۲۲ مقررات ملی ساختمان.....	۳۹
مبحث ۱۴ مقررات ملی ساختمان.....	۳۰

۳۰	مبحث ۱۷ مقررات ملی ساختمان
۳۱	مبحث ۲۲ مقررات ملی ساختمان
۳۱	دستورالعمل ها و استانداردها
۳۲	ارزیابی ریسک
۳۲	آنالیز درخت خطا (تکنیک FTA)
۳۲	ناریخچه:
۳۳	رسم درخت خطا
۳۴	معرفی انواع ره داد در درخت خطا
۳۵	انواع گیت (دوره) استاندارد درخت خطا
۳۵	ارزیابی درخت خطا
۳۶	تحلیل کیفی (FT)
۳۶	تحلیل کمی درخت خطا
۳۶	مجموعه برشی حداقل درخت خطا ^۲
۳۷	ارائه دو تحقیق در ارزیابی ریسک با استفاده از تحلیل درخت خطا
۳۷	کاربرد رویکرد درخت خطا برای مکانیزم آلودگی هوای شهری
۳۸	محدودیت تعیین احتمال وقوع شکست ها
۳۸	ارزیابی اطمینان پذیری تصفیه خانه فاضلاب شهری با استفاده از آنالیز درخت خطا
۳۸	کاربرد منطق فازی در تحلیل کمی درخت خطا (تعیین احتمال وقوع شکست ها)
۳۹	ترکیب توزیع احتمالات از کارشناسان در تحلیل ریسک
۳۹	منطق فازی
۴۰	متغیرهای زبانی
۴۱	دیفازی کردن اعداد (نظریه کارشناسان)
۴۲	ارائه چند پژوهش با استفاده از آنالیز درخت خطای فازی
۴۵	آنالیز درخت خطای فازی با استفاده از شبکه های بیزین
۴۷	خلاصه فصل سوم

۴۸	فصل سوم
۴۹	مقدمه
۵۱	مراحل انجام ارزیابی ریسک با استفاده از تحلیل درخت خطا
۵۱	شناخت سیستم مورد پژوهش، اجزا و مخاطرات
۵۲	گاز طبیعی و منشاء آن:
۵۲	دامنه با حدود قابل اشتعال (انفجار):
۵۲	احتراق:
۵۳	سوختن ناقص گاز متان:
۵۳	دستگاه گازسوز (بخاری) آب گرم کن گازی:
۵۳	دستگاه مستقیم:
۵۳	درصد بالای هوای اضافی در احتراق:
۵۴	تخلیه محصولات احتراق با مکش طبیعی:
۵۴	دستگاه با مکش طبیعی:
۵۴	مکش طبیعی:
۵۴	دودکش:
۵۵	انتخاب اجزای سیستم:
۵۵	تعیین رویداد نامطلوب
۵۶	تعیین مولفه‌ها و رویدادهای مؤثر بر رویداد نهایی:
۵۶	مرحله اول: انتخاب کارشناسان (خبرگان)
۵۷	زمینه اطلاعات کسب شده از کارشناسان شرکت کننده در این پژوهش:
۶۱	مرحله دوم: تطبیق مولفه‌ها و رویدادهای شناسایی شده:
۶۱	مولفه‌ها (گروه‌ها) و رویدادهای شناسایی شده:
۶۵	شرح تطبیق مولفه‌ها و رویدادهای شناسایی شده:
۶۶	استاندارد جهانی برای غلظت (CO) در محیط:
۶۷	مولفه عوامل مؤثر بر سوخت ناقص ناشی از خطای بخاری و آب گرم کن گازی

- ۷۸..... شناسایی عوامل مربوط به رویدادهای سوخت ناقص از آب گرم کن گازی
- ۷۸..... استاندارد ملی ایران ۱۲۲۰-بخاری گازسوز دودکش دارا
- ۷۰..... رویداد خطای دستگاه بادبیل نصب در حمام و عدم تامین هوای احتراق
- ۷۲..... بررسی رویدادهای نشست گازهای حاصل از احتراق به فضای ساختمان از دودکش
- ۷۳..... خطاهای مؤثر بر عدم خروج محصولات احتراق از معبر دود، در دوره طراحی، اجرا و بهره برداری
- ۷۸..... مؤلفه عوامل مؤثر مجموعه خطاهای ناشی از عدم بکارگیری نصاب و نظارت مستمر ناظر ذیصلاح
- ۷۸..... بررسی آثار عدم اجرای مقررات ملی ساختمان مبحث ۲۲ در دوره بهره برداری
- ۸۰..... ساختمان نا امن
- ۸۰..... دوره تناوب بازدید بازرسی ساختمان
- ۸۰..... مسئول نگهداری ساختمان چیست؟
- ۸۱..... دوره تناوب بازدید توسط مسئول نگهداری ساختمان برای دستگاههای گازسوز
- ۸۲..... دوره تناوب بازدید دودکش ها و متعلقات، توسط مسئول نگهداری ساختمان
- ۸۳..... مانک چیست؟
- ۸۹..... رسم درخت خطا
- ۸۹..... الگوی تعیین عوامل بلا فصل در رسم درخت خطای تحقیق
- ۹۰..... شرح تعیین رویدادهای بلا فصل و گیت ها
- ۹۱..... دروازه نشست گازهای حاصل از احتراق ناقص به فضای ساختمان
- ۹۱..... دروازه عوامل نشست گازهای حاصل از احتراق ناقص به ساختمان از دودکش
- ۹۳..... دروازه عوامل مؤثر بر خطاهای سوخت ناقص
- ۹۳..... دروازه عوامل مؤثر بر سوخت ناقص ناشی از خطای بخاری و آب گرم کن گازی
- ۹۴..... دروازه عوامل مؤثر بر عدم خروج محصولات احتراق ناقص از معبر دود در دوره طراحی، اجرا و بهره برداری
- دروازه عوامل مؤثر بر رفتار نایمن ناشی از نا آگاهی بهره برداران، ساکنین و یا مالکان ساختمان ها در دوره بهره برداری
- ۹۶..... بر عمل کرد دودکش
- ۹۸..... دروازه رویداد عدم اجرای مقررات ملی ساختمان مبحث ۲۲ در دوره بهره برداری

دروازه عملی موثر بر خطاهای ناشی از عدم رعایت مفاد مبحث ۱۴ و ۱۷ مقررات ملی ساختمان در دوره طراحی و	۹۸
اجراء.....	
معرفی نرم افزار اسکرم.....	۱۰۰
تحلیل کمی درخت خطا.....	۱۰۱
مشخص کردن مجموعه برش های حداقل.....	۱۰۱
کاربرد منطقی فازی در برآورد احتمال رویدادها.....	۱۰۱
انتخاب کارشناسان.....	۱۰۲
تخصیص وزن کارشناسان.....	۱۰۲
فرآیند پرسش نامه) این نظر کارشناسان.....	۱۰۳
کمی کردن نظرات خبرگان با استفاده از متغیرهای زبانی فازی.....	۱۰۳
اجماع نظر کارشناسان.....	۱۰۴
غیر فازی کردن.....	۱۰۵
استفاده از نرم افزار اکسل.....	۱۰۶
تبدیل اعداد امکانی به اعداد احتمالی.....	۱۰۶
نتایج و رتبه بندی محاسبه وزن احتمال وقوع رویدادهای ایمنی با استفاده از منطق فازی در فصل چهارم ارائه	
می گردد.....	۱۰۷
انتخاب الگوریتم برای محاسبه مجموعه برشی حداقل در نرم افزار اسکرم.....	۱۰۸
دریافت گزارش محاسبات مجموعه های برشی از نرم افزار.....	۱۰۹
تعیین احتمال رویدادهای نهایی.....	۱۰۹
تعیین اهمیت و رده بندی مجموعه های برشی حداقل.....	۱۰۹
کنترل و پاسخ به ریسکهای بحرانی.....	۱۱۰
خلاصه فصل چهارم.....	۱۱۰
فصل چهارم.....	۱۱۲
ارائه نتایج نمودار گرافیکی درخت خطای سیستم و نتایج تحلیلی کمی درخت خطای فازی.....	۱۱۲
مقدمه.....	۱۱۳

۱۱۴	ارائه نتایج و بحث
۱۱۴	تحلیل کیفی مدل گرافیکی درخت خطای سیستم
۱۱۴	منطق جاری بر درخت خطای سیستم
۱۱۶	مکانیزم تولید انرژی حرارتی سیستم به عنوان منطق جاری درخت خطا
۱۱۶	تحلیل دروازه‌های ایجاد شده در درخت خطای سیستم
۱۱۸	تحلیل کمی درخت خطای سیستم
۱۱۸	مراحل تعیین نرخ و احتمال شکست تجهیزات و اجزای سیستم با استفاده از روش منطق فازی
۱۲۰	تخصیص وزن ارزشناسان
۱۲۳	کمی کردن، سنج و غیر فازی کردن نظرات خبرگان با استفاده از متغیرهای زبانی فازی
۱۲۷	نتایج حاصل از تبدیل اعداد دهان به احتمال
۱۲۹	نتایج حاصل از اولویت بندی اعداد احتمالی رویداد های اساسی در جدول شماره (۴-۸)
۱۳۱	بررسی نظر کارشناسان با استفاده از نتایج اعداد امکان و احتمال رویدادها
۱۳۱	مجموعه‌های برش حداقل
۱۳۱	نتایج مجموعه‌برشی حداقل، درخت خطا و بانک اطلاعات حاصله در محیط نرم افزار اسکرم
۱۳۳	اطمینان از صحت درخت خطای رسم شده
۱۳۴	تعیین احتمال رویدادهای نهایی
۱۳۵	تعیین اهمیت و رده‌بندی عناصر مجموعه برشی حداقل
۱۳۷	بررسی اقدامات اصلاحی
۱۴۱	رویداد نا آگاهی بهره‌برداران از لزوم ونحوه انجام بازدیدهای دوره ای و مستمر از سلامت دودکش هاوتجهیزات
۱۴۳	اجراء رابط دودکش یا دودکش فلزی نا ایمن بصورت افقی و با طول زیاد
۱۴۴	رویداد اجراء دودکش با ارتفاع نامناسب (کمتر از یک متر انتهائ آزاد)از روی بام
۱۴۶	بوجود آمدن دودکش ها با قطر نامناسب نسبت به دستگاه گازسوز
۱۴۷	خطای دودکش بدلیل عدم درزبندی و پیوستگی مناسب در راستای دودکش
۱۴۹	خطای دستگاه به دلیل بسته بودن فضا و عدم گردش آزاد هوا و عدم تامین هوای احتراق
۱۵۶	منابع

اخبار و آمار منتشر شده در رسانه‌ها و مراجع رسمی کشور نشان می‌دهد، هر ساله تعداد قابل توجهی از هموطنان بر اثر حوادث ناشی از استنشاق گاز مونوکسیدکربن منتشر شده در محیط‌های بسته، جان خود را از دست می‌دهند که این حوادث به مرگ خاموش شهرت دارد. تعداد کشته شدگان این حوادث هر ساله و به تفکیک استان‌ها در تارنمای رسمی مرکز پزشکی قانونی کشور منتشر می‌شود و استان اصفهان معمولاً از نظر فراوانی تلفات در بین ۴ استان اول کشور، با نرخ بالاتر تلفات ناشی از مرگ خاموش می‌باشد. ریشه اصلی این حوادث در سیستم‌های گرمایش و تهه آب‌گرم در ساختمان‌های مسکونی قرار دارد.

طبق تعریف رتوف و ده‌ارن، ایمنی عبارت است از حفاظت از زندگی و اثر بخشی انسانها و پیشگیری از وارد شدن آسیب به مواد و تجهیزاتی که در رفع نیازهای انسان دخیل است. (رتوف و دهلیون، ۱۳۹۰)

از جمله مسائل مهم در رسیدن به شرایط مطلوب ایمنی و بهداشت محیط زیست، احداث ساختمان‌های متناسب با استانداردهای ایمنی می‌باشد. ماده ۳۳ قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان، تدوین مقررات ملی را ساختمان را اینگونه تعریف کرده است: مجموعه اصول و قواعد فنی و ترتیب کنترل آنها که باید در طراحی، مناسبه اجرا، بهره برداری و نگهداری ساختمان در جهت تامین ایمنی، بهداشت، بهره‌دهی مناسب، آسایش، صرفه اقتصادی، حفاظت محیط زیست، صرفه‌جویی در مصرف انرژی و حفظ سرمایه‌های ملی بایستی رعایت شود. تدوین این مقررات بر عهده سازمان راه و شهرسازی قرار دارد. در ماده ۳۴ همین قانون بر الزام رعایت مفاد مجموعه مقررات ملی برای ساختمان‌ها تاکید شده است.

سیستم گرمایش و تهیه آب گرم، جزئی از سیستم تأسیسات مکانیکی ساختمان را تشکیل می‌دهد که بایستی در دوره طراحی-اجراء و بهره‌برداری مشمول کنترل‌های لازم قوانین و مقررات ملی از قبیل مبحث ۱۴، ۱۷ و ۲۲ و نشریات مربوط، قرارگیرد.

اولین گام در ارزیابی ریسک، شناخت سیستم مورد مطالعه است. در ابتدای این فصل با تکیه بر آمار مصرف حامل‌های انرژی و هم چنین، نتایج آماری مرکز آمار ایران از پرکاربردترین وسایل گرمایش و تهیه آب گرم در کشور، سیستم مورد پژوهش معرفی خواهد شد. بررسی آمار تلفات حوادث مسمومیت و معرفی رتبه استان اصفهان از این تلفات دیدگاه روشنی از وضعیت کنونی و ضرورت تحقیق ارائه می‌دهد. در انتهای فصل تکنیک ارزیابی ریسک که در این پژوهش استفاده می‌شود معرفی خواهد شد.

بهره‌برداری از ذخایر سوخت فسیلی، صنعت نفت و گاز را در حوضه‌های مختلف تکنولوژی مخصوصاً تامین انرژی به یکی از پرکاربردترین صنایع در جهان تبدیل کرده است. ایران دارنده اولین ذخایر گاز طبیعی و چهارمین ذخایر نفتی جهان میباشد. (بریتیش پترولیوم- ۲۰۱۶) این ذخایر عظیم گاز سیاست‌گذاران این بخش تامین انرژی کشور را به سمت بهره‌برداری گسترده از این محصول هدایت میکند. تا این ۹۶٪ انرژی کشور از فراورده‌های نفتی و گاز میباشد که سهم گاز طبیعی از کل ۶۸/۵ درصد بوده. بومی از این حجم عظیم گاز در بخش خانگی-تجاری و صنایع غیر عمده مصرف میشود. شرکت ملی پخش فراورده‌های نفتی (۱۳۹۳) بیش از ۹۸ درصد از خانوارهای شهری و حدود ۱۰ درصد از خانوارهای روستایی در کل کشور در سال ۱۳۹۵ تحت پوشش شبکه گازرسانی می‌باشند. (شرکت ملی گاز ایران، ۱۳۹۵) براساس آخرین گزارش مرکز آمار ایران از میزان مصرف حامل‌های انرژی در خانوارهای شهری، در سال ۱۳۹۵ تعداد کل واحدهای مسکونی شهری در استان اصفهان ۱/۳۸۵/۴۴۲ واحد بوده است و تمامی (۱۰۰٪) آنها از گاز طبیعی بهره‌مند می‌باشند. (شرکت ملی گاز ایران، ۱۳۹۵)

امروزه با وجود تمام مزایا و منافع که توسعه صنعت برای نسل بشر دارد، سر منشأ خطرات و نارسائی‌های مختلفی بوده که آمار نگران کننده حوادث کوچک و بزرگی که هر لحظه در گوشه‌ای از این دنیای پهناور رخ می‌دهد موبد همین امر است. (رثوف و دهلیون، ۱۳۹۰) استفاده گسترده از گاز طبیعی در بخش تامین انرژی خانگی، طیف وسیعی از بهره برداران را در کشور با تنوع گسترده شرایط جسمی، سنی، فرهنگی و سطح آگاهی در معرض خطرات بالقوه گاز طبیعی و نواقص تجهیزات و اجزاء مربوط به سیستم، قرار می‌دهد.

سیستم گاز سوز تامین گرمایش و آب گرم در ساختمان (تاسیسات مکانیکی) متشکل از اجزاء مختلف، فرآیندی و تجهیزات مکانیکی میباشد که بروز اشکال در عملکرد هر یک با توجه به جایگاه آن در بحیره علت و معلولی می تواند منجر به رخداد حوادث ناگوار برای بهره‌بردار شود. از جمله این رویدادها نشت گاز منواکسید کربن از تجهیزات و اجزای سیستم به سمت مصرف کننده است. که هر سال حوادث ناخوش آیندی را در سطح کشور رقم می‌زند که به مرگ خاموش شهرت دارند. این حوادث تلخ هر ساله موجب مسمومیت و حتی مرگ افراد در کشور می‌شود. گزارش نتایج تحقیق مرکز پژوهش‌های مجلس در سال ۱۳۹۲ در خصوص مسمومیت با گاز منواکسید کربن نشان می‌دهد: طی یک دهه از سال ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۹ آمار موارد فوتی ناشی از مسمومیت با مونوکسید کربن در کشور از ۸۱ نفر در هر صد هزار نفر در سال، به ۲۶ نفر در هر صد هزار نفر رسیده است و این حرکت صعودی آمار مرگ و میر همچنان در دهه ۹۰ نیز ادامه دارد. تعداد مرگ و میر نسبت به تعداد مسمومیت ثابت است. علت رشد حوادث، عوامل انسانی و از راهکارهای کاهش مسمومیت آموزش و الزام به استفاده از سیستم اندازه گیری گاز منواکسید کربن می‌باشد. استان‌های خراسان رضوی، آذربایجان شرقی و اصفهان رتبه های اول تا سوم در این نوع از مرگ و میرها را دارند.

آمار سالانه تعداد متوفیان مسمومیت با گاز مونوکسید کربن، به تفکیک نام استان‌ها در تارنمای رسمی مرکز پزشکی قانونی کشور نمایه می‌شود. در این پژوهش با هدف شناخت

رتبه و سهم استان اصفهان از تلفات این حوادث، جدول شماره (۲-۵) با استفاده از آمار فوت شدگان سال ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۶ در تارنمای مرکز پزشکی قانونی کشور تهیه شد. بررسی این آمار گزارش مجلس شورای اسلامی در خصوص روند افزایش مسمومیت با گاز مونوکسید کربن در استان اصفهان در دهه ۹۰ و هم چنین قرار گرفتن این استان در بین چهار استان کشور با تلفات زیاد را تایید می‌کند. (شرح آمار در فصل دوم ارائه می‌گردد)

مرکز مدیریت حوادث و فوریت‌های پزشکی استان اصفهان، در تارنمای رسمی این مرکز، گزارشی در رابطه با آمار فعالیت‌های سالانه ارائه می‌کند. مقایسه آمار مسمومیت‌های ارجاع شده به این مرکز در سال ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵، نشان می‌دهد: تعداد کل حوادث ۸۶ مورد افزایش و موارد مسمومیت اعزام به بیمارستان، ۸۹ مورد افزایش داشته است. (مرکز مدیریت حوادث و فوریت‌های پزشکی استان اصفهان، ۱۳۹۷)

مسمومیت با گاز مونوکسید کربن

میل ترکیبی گاز مونوکسید کربن با سرکلوبیل خون ۲۳۰-۲۷۰ برابرکسیژن است و در نهایت، رسیدن اکسیژن به بافتها را مختل می‌کند و ارگانهایی مانند قلب و مغز که مصرف بالای اکسیژن دارند سریعاً در پی مسمومیت دچار مشکل میشوند. علائم مسمومیت سردرد و سرگیجه و... است که ممکن است با سرماخوردگی اشتباه شود (تراجم، شهرزاد، ۱۳۹۴)

گاز سمی مونوکسید کربن، محصول احتراق ناقص

محدوده‌ای اشتعال پذیری گاز طبیعی ۵ الی ۱۵ درصد است. (گاز متان برای اشتعال بین ۵ تا ۱۵ برابر حجم خود نیاز به هوا دارد) در سیستمهای خارج از این محدوده اشتعال یا انفجار رخ نمیدهد، محصول این سوخت ناقص گاز سمی مونوکسید کربن است. (اسدی، ساسان، ۱۳۹۰)

گاز مونوکسید کربن با فرمول شیمیایی CO بسیار سمی است و رنگ و بوی خاصی ندارد. منابع تولید کننده آن می‌تواند بخاری نفتی یا گازی، اجاق گاز، آب گرمکن یا حتی موتور یک خودرو باشد.

استاندارد جهانی برای این گاز ۵۰ ppm یا ۵۰ واحد گاز در یک میلیون واحد از هوا می‌تواند باشد که در چنین شرایطی حداکثر به مدت ۸ ساعت می‌توان در محیط حضور داشت. (دستورالعمل ایمنی شرکت ملی گاز ایران)

معمول ترین منابع تولید گاز مونوکسید کربن (CO) عبارتند از:

- ۱- گازهای زنجیره ای
- ۲- کوره های نفت و گاز
- ۳- بخاری های چوبی
- ۴- بخاری و شومینه های گازی و چوبی
- ۵- وسایل گازسوز
- ۶- ژنراتورهای قابل حمل
- ۷- بخاری های نفتی یا گازی
- ۸- دود سیگار
- ۹- آگروز خودرو روشن

پرکاربردترین منبع تولید انرژی در ساختمان های مسکونی کشور

نتایج آمارگیری از مصرف حامل های انرژی و ویژگی های محیط زیستی خانوارهای شهری مرکز آمار ایران در سال ۱۳۹۵ در بخش بررسی امکانات و تجهیزات گرمایشی نشان می دهد: از مجموع ۱۸/۱۲ میلیون خانوارهای شهری کشور ۱۰/۷۵ میلیون (۹۸ درصد) حداقل یکی از وسایل و امکانات گرمایشی مانند شوفاژ - فن کویل - پکیج - پمپ - بخاری گازی یا نفتی را در واحد خود برای فصول سرد سال استفاده می کنند. از بین تجهیزات گرمایشی، بخاری گازی با ۷۵/۱ درصد بیشترین سهم را دارد و آب گرم کن گازی دارای ۸۱/۸ درصد سهم بهره برداری از کل می باشد (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۵). خلاصه ای از یافته های مطالعات آمارگیری از مصرف حامل های انرژی و ویژگی های محیط زیستی خانوارهای شهری مرکز آمار ایران در سال ۱۳۹۵ در بخش بررسی امکانات و تجهیزات گرمایشی و تهیه آب گرم در فصل دوم ارائه می شود.

در استان های با آب و هوای سرد (کوبری و کوهستانی)، با توجه به استفاده بیشتر از سوخت های فسیلی، نرخ مرگ و میر در اثر مسمومیت با گاز مونوکسید کربن بالاتر است.

استان های خراسان رضوی، آذربایجان شرقی و اصفهان رتبه های اول تا سوم در این نوع از مرگ و میرها را دارند. عوامل انسانی و فنی در کاهش وقوع مرگ و میر ناشی از مسمومیت با گاز مونواکسید کربن موثرند. (مرکز پژوهش های مجلس شورای اسلامی، ۱۳۹۲)

بنابراین سیستم گرمایش و تهیه آب گرم با استفاده از بخاری و آب گرم کن گازی، در صورت بروز خطا در سیستم می تواند اصلی ترین منبع تولید گاز مونواکسید کربن به سمت مصرف کننده در ساختمان های مسکونی استان اصفهان باشد که ایمنی ساختمان های مسکونی را به خطر انداخته است.

بطور کلی ایمنی یعنی اینکه اطمینان داشته باشیم سیستم برای تمام افراد، محیط و تجهیزات بی خطر است. به همین منظور، اصول و آنالیزهای مهندسی ایمنی سیستم جهت درک صحیح عوامل بوجود آورنده خطرو پیچیدگی کنترل آنها استفاده می شود و ارزیابی ریسک اطلاعات لازم را فراهم می کند و به سنجش آنها کمک می کند. (نیکلاس-ژ-باهر)^۱

ارزیابی ریسک، اهداف و تعریف

به منظور پیشگیری یا کاهش ریسک حوادث مختلف، نیازمند پیاده سازی روشهایی در محیطی علم مدیریت ریسک میباشیم. هدف از مدیریت ریسک شناسایی، ارزیابی، حذف و یا کنترل کانونهای خطر در محیط کار میباشد. ارزیابی ریسک یکی از مهمترین مراحل مدیریت ریسک است که ابزار قدرتمندی را جهت اولویت بندی ریسکهای موجود در محیط ایجاد میکند. (ناصرزاده، الله یاری، میرحبیبی، ۱۳۹۲)^۱

یکی از این ابزارها استفاده از روش آنالیز درخت خطا (FTA) می باشد.

درخت خطای فازی

هدف اصلی یک درخت خطا، ارزیابی احتمال رخ دادن رویداد نهی ر - - - رویدادهایی است که در وقوع رویداد نهایی نقش بسزایی دارند. تحلیل درخت خطا (FTA)

یک روش جزء گرا است در این حالت یک رویداد به عنوان رویداد رأس مشخص شده و با روش منطقی رو به پایین (از کل به جز) علتها و ریشه‌های وقوع رویداد رأس تعیین میشود. با مشخص شدن تمامی مقادیر احتمال رویدادها از ابتدا تا انتها، ارقام احتمال رخداد یک وضعیت نهایی و اغلب ناگوار سیستم تعیین میشود بنابراین تجزیه و تحلیل درخت خطای یکی از مدل‌های مطلوب ارزیابی مخاطرات به شمار می‌رود. (سمیه میرزا و همکارانش ۱۳۹۳)

در ساخت مدل منطقی درخت با بهره‌گیری از دانش متخصصین، درخت خطا با درجه‌های فازی تعریف شود و همچنین ورودی‌ها به صورت گزاره‌های فازی با تابع عضویت بین صفر و یک در نظر گرفته شود. (ولی درهمی و همکاران، ۱۳۷۸)

در این پژوهش انتشار گاز منواکسیدکربن به عنوان رویداد راس در نظر گرفته می‌شود و ریشه‌های وقوع آن با توجه به نوع سیستم (گرمایش و تهیه آب گرم با استفاده از بخاری و آب گرم کن گازی)، در دوره‌های راسی، ترا و بهره‌برداری، تعیین خواهد شد.

در سال ۲۰۰۶ مطالعاتی در ایالات متحده آمریکا روی بیماران بستری شده با مسمومیت با CO انجام شد، این مطالعات نشان داد که مرگ و میرهای دراز مدت ناشی از آسیب‌های قلب پس از مسمومیت‌های متوسط تا شدید به طور چشمگیری افزایش دارد. (Christopher R. ۲۰۰۶). تحقیقات نشان می‌دهد، مسمومیت با گاز منواکسیدکربن نه تنها باعث مرگ آنی افراد می‌شود، بلکه موجب تحمیل بیماری‌های مختلف و حتی بروز مرگ دراز مدت در نجات یافتگان خواهد شد.

استان اصفهان بعد از تهران و مشهد سومین شهر بزرگ ایران است و از نظر وسعت، بعد از استانهای خراسان، کرمان، سیستان و بلوچستان و فارس حائز مقام پنجم است. (شهرداری استان اصفهان، ۱۳۹۷)

فراوانی زیاد و فزاینده مسمومیت و تلفات گاز سمی منواکسیدکربن در ساختمان‌های مسکونی، هم‌چنین رتبه قابل توجه استان اصفهان از این تلفات، تعارض اهداف تامین ایمنی در

قوانین بالادستی ساخت و ساز را با وضعیت موجود در این استان بزرگ نشان می دهد که ادامه این روند می تواند خسارات جبران ناپذیری را بر شهروندان تحمیل نماید.

استفاده از بخاری و آب گرم کن گازی به عنوان پرکاربرترین دستگاه تولید انرژی حرارتی در کشور است که در صورت شکست اجزای سیستم، به اصلی ترین منبع تولید گاز مونوکسیدکربن به سمت مصرف کننده، در خانه های مسکونی این استان و به خطر افتادن ایمنی و جان انسان ها تبدیل می شود.

توجه به خسارات عاطفی و اقتصادی وارد شده به اجتماع و خانواده های بازماندگان حوادث مرگ خاموش، همچنین تعارض وضعیت موجود با اهدافی که مطابق آن قوانین و مقررات ملی ساخت و ساز تبیین شده است، دست مایه انجام این تحقیق شد تا با در نظر گرفتن قوانین حاکم بر ساخت و ساز، شکست عناصر دخیل در سیستم، ضریب اطمینان ایمنی استفاده از بخاری و آب گرم کن گازی، به عنوان سیستم تامین گرمایش و آب گرم برای واحدهای مسکونی تعیین گردد.

نرخ شکست عناصر، ضریب اطمینان و به تبع آن، نوعی برداشتی حداقلی حاصل از نتایج پژوهش، می تواند مسیر روشن تری را در شناخت ریشه های حوادث مسمومیت با گاز مونوکسید کربن، پیش روی تصمیم گیرندگان و متولیان امر در جهت بهبود وضع موجود قرار دهد.

چگونه می توان با استفاده از درخت خطای فازی، ضریب اطمینان و ریسک انتشار گاز مونوکسیدکربن در خانه های مسکونی استان اصفهان در سیستم گرمایش و تهیه آب گرم با استفاده از بخاری و آب گرم کن گازی را ارزیابی کرد؟

عوامل موثر بر انتشار گاز مونوکسیدکربن در خانه های مسکونی استان اصفهان در سیستم گرمایش و تهیه آب گرم با استفاده از بخاری و آب گرم کن گازی کدام است؟ (یادآوری: دوره طراحی، اجرا، بهره برداری)

نرخ احتمال رخداد عوامل موثر بر انتشار گاز منواکسیدکربن در خانه‌های مسکونی استان اصفهان در سیستم گرمایش و تهیه آب گرم با استفاده از بخاری و آب گرم‌کن گازی چقدر است؟

چگونه می‌توان مجموعه برش حداقل انتشار گاز منواکسیدکربن در خانه‌های مسکونی استان اصفهان در سیستم گرمایش و تهیه آب گرم با استفاده از بخاری و آب گرم‌کن گازی را الویت بندی کرد؟

عدم اجرای مقررات ملی ساختمان چقدر بر انتشار گاز منواکسیدکربن در خانه‌های مسکونی استان اصفهان در سیستم گرمایش و تهیه آب گرم با استفاده از بخاری و آب گرم‌کن گازی تاثیر دارد؟

تعیین احتمال انتشار گاز منواکسیدکربن در خانه‌های مسکونی استان اصفهان در سیستم گرمایش و تهیه آب گرم با استفاده از بخاری و آب گرم‌کن گازی. فهم بیشتر از سیستم و شناخت اجزاء و وابستگی‌های بین آنها، با استفاده از نظر متخصصان و ترسیم درخت خطای سیستم.

تعیین عوامل موثر بر انتشار گاز منواکسیدکربن در خانه‌های مسکونی استان اصفهان در سیستم گرمایش و تهیه آب گرم با استفاده از بخاری و آب گرم‌کن گازی. تعیین نرخ احتمال رخداد عوامل موثر بر انتشار گاز منواکسیدکربن در خانه‌های مسکونی استان اصفهان در سیستم گرمایش و تهیه آب گرم با استفاده از بخاری و آب گرم‌کن گازی.

در فصل دوم، ابتدا آمار فراوانی و نرخ تلفات مسمومیت با گاز مونوکسید کربن در کشور و جایگاه استان اصفهان از این تلفات با استفاده از منابع دسترس سازمان‌های ذیربط ارائه می‌گردد. مرکز تحقیقات مجلس شورای اسلامی در سال ۱۳۹۲، گزارشی را در ارتباط با آمار مسمومیت با این گاز تهیه کرده است که خلاصه‌ای از این گزارش در فصل دوم ارائه می‌گردد. شرکت ملی گاز استان اصفهان تحقیقی در سال ۱۳۹۵ تحت عنوان ریشه‌یابی حوادث

گاز مرتبط با گاز طبیعی، در استان اصفهان انجام داده است که خلاصه‌ای از یافته‌های این پژوهش در فصل دوم ارائه می‌شود. تحقیقات مرتبط با گاززدگی عمدتاً در زمینه علوم پزشکی انجام شده است که به طور خلاصه به تعدادی از آن‌ها اشاره خواهد شد و نهایتاً نتایج و روش کار تعدادی از پژوهش‌ها که با استفاده از درخت خطای فازی انجام شده است در فصل دوم ارائه می‌گردد.

شناسایی رویدادهای اساسی و میانی عمدتاً با استفاده از مجموعه مقررات ملی ساختمان و دستورالعمل‌های ایمنی سازمان‌های ذیربط انجام می‌شود که در فصل سوم به طور کامل ارائه خواهد شد. پس از آن در باره نرم افزار (SCRAM) ^۱، و نحوه ساخت نمودار کیفی (گرافیکی) درخت خطا در آن ارائه می‌شود. هدف از ارزیابی با درخت خطا تعیین مجموعه حداقل برش و احتمال تعداد رویداد راس است. در این فصل چگونگی دریافت نظر کیفی کارشناسان در قالب فرم‌های اداری داده فازی، کمی کردن نظرات و محاسبه احتمال وقوع هر رویداد و همچنین محاسبه ضریب اطمینان سیستم ارائه می‌گردد.