Archive of SID

فصلنامه علمی تخصصی طب کار
دوره چهارم/ شماره چهارم/ زمستان ۹۱/ صفحات ۵۳-۴۴

ارزیابی میزان آلاینده‌های بنزن و اتیل بنزن در هوای محیط‌های اداری بیمارستان‌های شهرستان یزد

ابوالفضل برخورداری[۱]، محمدحسین مصدق[۲]، مریم خیرمند[۳*]

۱. عضو هیأت علمی گروه بهداشت حرفه‌ای، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد
۲. عضو هیأت علمی گروه داروسازی و سم‌شناسی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد
۳. کارشناس ارشد بهداشت حرفه‌ای، پردیس بین‌الملل دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد

تاریخ دریافت: ۹۱/۰۵/۱۰ تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۰/۲۴

چکیده

مقدمه: بنزن و اتیل بنزن از آلاینده‌های مهم هوای داخلی بوده لذا در محیط‌های اداری می‌تواند حتی در مقادیر جزیی مخاطراتی برای کارکنان شاغل ایجاد نماید. هدف از این مطالعه ارزیابی و تعیین مقادیر این آلاینده‌ها در هوای واحدهای اداری بیمارستان‌های شهرستان یزد بود.

روش بررسی: در یک پژوهش مقطعی در آذر ماه ۱۳۹۰، طبق دستورالعمل انستیتو ملی و بهداشت حرفه‌ای NIOSH۲۷۰۰، ۱۸ نمونه از هوای واحدهای اداری دو بیمارستان دولتی شهرستان یزد با کیسه تدلار نمونه‌برداری، جمع‌آوری و با استفاده از دستگاه گاز کروماتوگرافی با دتکتور یونش شعله‌ای (GC/FID) آنالیز و سنجش گردید. سپس داده‌ها با نرم‌افزار SPSS16 تحلیل شد.

یافته‌ها: میانگین غلظت بنزن بر حسب میکروگرم بر مترمکعب به ترتیب در هوای محیطی اتاق‌های مدیریت (۱/۲۸±۱/۰۹)، حسابداری (۰/۲۵±۰/۵۹) و کارگزینی (۰/۵۶±۰/۴) در بیمارستان‌های مورد مطالعه بیشترین مقدار را نشان داد. میانگین غلظت اتیل بنزن بر حسب میکروگرم بر مترمکعب به ترتیب در هوای اتاق‌های کارگزینی (۰/۵۶±۰/۴۵)، مدیریت (۰/۱۶±۰/۱۷) و حسابداری (۰/۰۰±۰/۰۶) بالاترین مقدار به دست آمد. تفاوت معنی‌داری بین میانگین غلظت ترکیبات بنزن و اتیل بنزن در واحدهای مختلف مورد مطالعه وجود نداشت($P>0/05$). میانگین غلظت این آلاینده‌ها در محیط‌های اداری بازسازی شده و با تراکم کاری بالا بیشتر بوده و از نظر آماری اختلاف معنی‌داری نشان می‌دهد($p<0/05$).

نتیجه‌گیری: نتایج این مطالعه بیانگر ایمن بودن فضای اداری بیمارستان‌ها از نظر غلظت بنزن و اتیل بنزن می‌باشد و در هنگام بازسازی و تغییر دکوراسیون، غلظت آلاینده‌ها افزایش می‌یابد.

کلیدواژه‌ها: ترکیبات آلی فرار، بیمارستان، محیط اداری، گاز کروماتوگرافی، کیفیت هوای داخلی

* نویسنده مسئول: آدرس پستی: دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد، دانشکده بهداشت، گروه بهداشت حرفه‌ای، تلفن: ۰۳۵۱-۶۲۴۰۶۹۱
پست الکترونیکی: m_kheirmand@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

برآورد دقیق میزان آلاینده‌های موجود در هوا، یکی از مهمترین گام‌های ضروری برای کاهش مواجهات انسانی و حفظ سلامت عمومی است. مطالعات محدودی در مورد مفاهیم مقادیر بدون اثر، اثرات مضر و قابل تحمل در ساختمان‌های عمومی، اداری و مسکونی انجام گرفته است و استانداردهای محیط زیست سازمان‌های معتبر مانند سازمان جهانی بهداشت (WHO: World Health Organization) و سازمان دولتی آمریکایی سلامت صنعتی (ACGIH: American Conference of Governmental Industrial Hygienists) تا حدی برای محیط‌های داخلی مفید می‌باشد(۱).

هر چند در سال‌های اخیر مطالعات متعددی بر روی کیفیت هوا در محیط‌های بسته مانند مدارس، منازل، رستوران‌ها انجام گرفته است(۲،۳،۵)، اما پژوهش‌های معدودی در رابطه با ارزیابی آلاینده‌های هوای داخلی بیمارستان‌ها در دنیا، بالاخص کشورهای در حال توسعه و ایران وجود دارد که اکثر آنها نیز به بخش‌های درمانی، آزمایشگاهی و مراقبتی معطوف شده است(۱۴-۶). توجه روزافزون به کیفیت هوای این بخش‌ها ناشی از وجود عواملی همانند مواد بی‌حس‌کننده، ترکیبات شیمیایی، حلال‌ها، تجهیزات پزشکی و عوامل بیولوژیک موجود در بیمارستان‌ها است که قادرند عوارض مضر بیشتری برای بیماران به دلیل سیستم ایمنی پایین و مستعد بودن به انواع عفونت‌ها داشته باشند(۱۵).

در این میان بخش‌های اداری بیمارستان که در فضایی خارج از بخش‌های درمانی و بستری واقع شده، در ارتباط مستقیم با بیماران نبوده، به دلیل دوری از محل‌های آلوده بیمارستان از ارزیابی و پایش‌های محیطی کمتری برخوردارند. از سویی این بخش‌ها به دلیل تعداد زیاد پرسنل، تنوع ویژگی‌های جمعیتی (سن، جنس و غیره)، عدم آگاهی کارکنان از نشانه‌های بیماری‌های ناشی از آلودگی هوای محیط‌های داخلی، ناتوانی‌های پنهان و نیز مصرف بیش از حد کاغذ، استفاده از دستگاه‌های چاپ (پرینتر، کپی، اسکن)، وجود رایانه(۱۶)، دیواره‌های جداکننده (پارتیشن‌ها)، تغییرات مداوم دما(۱۷)، رطوبت و میزان پایین تهویه هوا(۱۸) امکان تحریک‌پذیری و بروز علائم سندرم بیماری ساختمان (SBS: Sick Building Syndrome) را فراهم می‌نمایند. این در حالی است که در ادارات به طور معمول ۶۰-۲۰٪ کارکنان از نشانه‌های مرتبط با سندرم بیماری ساختمان رنج می‌برند که باعث کاهش بهره‌وری آنان می‌گردد(۱۹).

یکی از آلاینده‌های هوای محیط‌های بسته ترکیبات آلی فرار می‌باشند که در اکثر آنها غلظت این ترکیبات بسیار جزئی‌تر از حدود مقادیر محیط‌های داخلی صنعتی است. با این حال بیشتر کارکنان از کیفیت پایین هوای محیط کار ابراز ناراحتی و شکایت می‌نمایند و در افراد حساس موجب درک ناخوشایند بو و تظاهر تحریکات بینی و چشم می‌گردد. تخمین زده شده است که در بین ترکیبات آلی فرار موجود در هوای داخلی، بنزن در سطح بالایی از خطر قرار دارد(۲۰).

دو ترکیب آلی فرار، بنزن و اتیل بنزن به دلیل موجود بودن در بسیاری از مواد و وسایل مصرفی در ادارات، سمیت و اثرات زیان‌آور برای انسان جهت اندازه‌گیری و آنالیز انتخاب شدند. مطابق با طبقه‌بندی آژانس بین‌المللی تحقیقات سرطان (IRAC) بنزن در مقادیر کم توانایی بالقوه برای سرطان‌زایی دارد و اتیل بنزن در مقادیر جزیی اثرات مضری بر سلامت افراد می‌گذارد. این اثرات از تحریک چشم و گلو تا اثرات تنفسی، قلبی، گوارشی، خونی، اسکلتی، کبدی و کلیوی ناشی از تماس حاد قابل تغییر است(۲۱،۲۲).

روش بررسی

در یک مطالعه توصیفی مقطعی هوای اتاق‌های اداری بیمارستان‌های شهید صدوقی و شهید رهنمون شهر یزد در آذر ماه ۱۳۹۰ مورد بررسی قرار گرفت. واحدهای مشترک اداری دو بیمارستان شامل ریاست، مدیریت، امور

www.SID.ir

Archive of SID

مالی (حسابداری)، دبیرخانه، کارگزینی، ماشین‌نویسی، تلفنخانه، پذیرش، آمار و مدارک پزشکی، دفتر امور پرستاری، بهداشت محیط و حرفه‌ای، انتظامات، حراست، انبار، تاسیسات، کارپردازی و تدارکات بودند. از بین واحدهای اداری به روش تصادفی آسان سه مکان مدیریت، حسابداری و کارگزینی جهت سنجش و ارزیابی محیطی انتخاب گردیدند.

بیمارستان شهید رهنمون در مکانی پر ترافیک واقع شده بود. خودروهای مورد استفاده کارکنان در حیاط بیمارستان و در حداقل فاصله با اتاق‌های اداری قرار داشتند. استقرار واحدهای مدیریت و حسابداری در طبقه اول، رنگ‌آمیزی، بازسازی و نصب تزئینات چوبی دیواری و تجهیز شدن به مبلمان جدید اداری، دو ماه قبل از نمونه‌برداری، موجب تمایز آنها با واحد کارگزینی بیمارستان که در طبقه همکف قرار داشت، می‌شد. هر سه واحد در خارج از محیط درمانی قرار داشتند. در مقابل بیمارستان شهید صدوقی فاقد شرایط فوق بود.

با توجه به ممنوعیت استعمال دخانیات در اماکن عمومی، در هیچ یک از بخش‌های اداری دود سیگار محیطی وجود نداشت. همچنین در همه واحدهای نمونه‌برداری برای نظافت یک نوبت در روز از محلول پاک‌کننده استفاده می‌کردند که با توجه به نتایج حاصل از آزمون Chi-square و ضریب همیستگی(correlation) تفاوت معنی‌داری بین غلظت ترکیبات و تعداد دفعات دیده نشد. بنابراین دو متغیر در مطالعه وارد نشدند.

با توجه به مطالعات مشابه (۷،۲۳) و فرمول محاسبه حجم نمونه $n= \frac{\sigma^2 \times (Z1-\alpha/2)^2}{d^2}$ ،σ: انحراف معیار برابر۰/۸۷ و $Z_{1-\alpha/2}$: سطح اطمینان ۱/۹۶ و d : دقت اندازه‌گیری ۰/٤، تعداد نمونه مورد نیاز ۱۸ عدد مشخص شد. روش نمونه‌برداری ترکیبات هدف از نوع فعال و بر اساس روش $NIOSH_{3700}$ و با استفاده از کیسه تدلار ۵ لیتری ساخت شرکت SKC-America انجام گرفت. جهت مکش هوا از پمپ پرتابل نمونه‌برداری فردی ساخت شرکت SKC-UK که بر روی جریانی معادل ۰/۵ لیتر بر دقیقه تنظیم و در مدت ۸ دقیقه ۸۰٪ از حجم کیسه نمونه‌برداری را از هوای مورد نظر پر می‌کرد، استفاده گردید. به منظور کالیبره کردن کلیه قسمت‌های قرار گرفته در مدار نمونه‌برداری، پمپ نمونه‌برداری و لوله‌های رابط متصل به پمپ و کیسه‌های نمونه‌برداری توسط شیلنگ رابط به یک پیستون حباب صابون متصل گردیدند.

با توجه به کوچک بودن مساحت اتاق‌های منتخب اداری نمونه‌ها فقط در مرکز اتاق در ارتفاع ۱/۳ متری از سطح زمین و به فاصله حداقل ۱/۵ متر از دیوارهای مجاور و در نزدیکی میز کارکنان جمع‌آوری گردید. به منظور تعیین دما و رطوبت از دستگاه رطوبت‌سنج دیجیتال و برای اندازه‌گیری سرعت جریان هوا از دماسنج کاتا نوع خشک استفاده شد. به منظور یکسان‌سازی شرایط در سایت‌های نمونه‌گیری، کل نمونه‌ها در شیفت صبح و بین ساعت‌های ۱۲-۸ صبح جمع‌آوری گردید. برای ممانعت از تاثیر شرایط جوی هوای محیطی فضای خارجی، پس از اتمام مدت زمان نمونه‌برداری، بلافاصله نمونه‌ها جهت استخراج و تجزیه طبق شرایط ذکر شده در دستور کار، به آزمایشگاه انتقال می‌یافتند. با توجه به دستورالعمل شرکت سازنده، هر کیسه تدلار پس از هر بار نمونه‌گیری و استخراج نمونه‌ها ۳ بار از هوای فاقد ترکیبات آلی فرار پر و خالی می‌گردید.

در این مطالعه برای آنالیز نمونه‌ها از دستگاه گاز کروماتوگرافی YL6100 ساخت کشور کره متصل به دتکتور یونش شعله‌ای با ستون J&W Scientific DB-5MS(طول ستون ٦۰ متر، قطر داخلی ستون ۰/۲۵ میلیمتر، ضخامت فیلم ۰/۲۵ میکرومتر و محدوده دمایی ٦۰ تا ۳۲۵ درجه سانتیگراد) استفاده شد. شرایط بهینه تجزیه گاز کروماتوگرافی با درجه حرارت محل تزریق ۲٦۰ درجه سانتیگراد، دمای آشکارساز ۲۸۰ درجه سانتیگراد، جریان گاز هیدروژن ml/min ۳۰، جریان گاز حامل (هلیوم) ml/min ۰/۸، جریان هوا ml/min ۳۰۰ فراهم گردید.

www.SID.ir

Archive of SID

برنامه‌ریزی دمایی دستگاه با دمای ٤٠ درجه سانتیگراد (هم دمایی به مدت ١ دقیقه)، تغییر دما از ١٥ درجه سانتیگراد به ٩٠ درجه سانتیگراد (هم دمایی به مدت ٤ دقیقه) و افزایش دما از ١٠ درجه سانتیگراد به ١٧٠ درجه سانتیگراد (هم دمایی به مدت ٤ دقیقه) انجام گرفت.

برای تعیین کمی بنزن و اتیل بنزن دستگاه با ٤ غلظت استاندارد که غلظت‌های پیش‌بینی شده در هوای مورد مطالعه را پوشش می‌داد، کالیبره شد. حد تشخیص فرایند آنالیز مبتنی بر نسبت پاسخ/ خطا برای بنزن و اتیل بنزن برابر ppb ١٦ بود.

به منظور ارزیابی دقت روش تجزیه، هر نمونه ٣ بار در ستون موئین کروماتوگرافی تزریق شد و یک انحراف معیار در محدوده ٣-٢٪ به دست آمد. در این مطالعه بنزن و اتیل بنزن با درجه خلوص (٩٩٪، ٩٩٪) تجزیه کروماتوگرافی مایع با عملکرد بالا (HPLC: High-performance liquid chromatography) توسط دستگاه گاز کروماتوگرافی از شرکت مرک آلمان تهیه شد.

یافته‌ها

در این پژوهش برای حذف اثر عوامل مخدوش‌گر (confounder) بر میانگین غلظت آلاینده‌های هوای واحدهای مورد مطالعه از آنالیز General Linear Model استفاده شد. بین هیچ یک از متغیرها با میانگین غلظت بنزن و اتیل بنزن در محل‌های نمونه‌برداری بیمارستان‌ها اختلاف معنی‌داری وجود نداشت($p>٠/٠٥$).

میانگین مدت زمان آخرین بازسازی بیمارستان شهید رهنمون به علت عدم تعمیرات در واحد کارگزینی آن بیش از بیمارستان دیگر به دست آمد.

در ارزیابی عوامل جوی و محیطی میانگین دما، سرعت جریان هوا و تعداد دستگاه‌های کپی و چاپ و کامپیوترهای شخصی در بیمارستان شهید رهنمون و میانگین درصد رطوبت نسبی در بیمارستان شهید صدوقی بیشترین مقدار برآورد گردیدند که در جدول١ ارائه شده است.

جدول١- میانگین مقادیر عوامل جوی و محیطی در واحدهای مورد مطالعه به تفکیک بیمارستان شهرستان یزد سال ١٣٩٠

متغیر	بیمارستان		P-value
	بیمارستان شهید صدوقی	بیمارستان شهید رهنمون	
مدت زمان آخرین بازسازی(سال)	٣/٥ (٠/٥٤)	٢١/٥٥ (٢٠/٥)	٠/٠٠
درجه حرارت(C°)	(٢/٦)٢٣/٨٦	(٢/٩٩)٢٧/٣٣	٠/٠٤١
رطوبت نسبی(درصد)	(٥/٧٧)٢٧/٩٥	(٢/٦٤)١٩/١٦	٠/٠٤٨
سرعت جریان هوا(m/s)	(٠/٢٥)٠/٣٩	(٠/١٦)٠/٥٤	٠/٠٠٢
حجم اتاق(m3)	(٣٩/٩٧)١٣٤/٦٧	(١٩٥/٣٤)٢٥٦/٥	٠/٢١
دستگاه‌های چاپ، کپی و کامپیوتر شخصی	(٢/٩٤)٤/٣٣	(٨/٢٨)٩/٦	٠/٧٧

مشخصات عمومی اتاق‌های اداری ساختمان‌های بیمارستان‌های مورد مطالعه در جدول٢ نشان می‌دهد که پوشش دیوار در واحد مدیریت و حسابداری بیمارستان شهید رهنمون با دیگر واحدهای نمونه‌برداری متفاوت می‌باشند. تعداد دستگاه‌های کپی، چاپ و کامپیوتر در واحد حسابداری بیمارستان شهید رهنمون و مساحت اتاق مدیریت بیمارستان شهید صدوقی بیش از قسمت‌های دیگر به دست آمد.

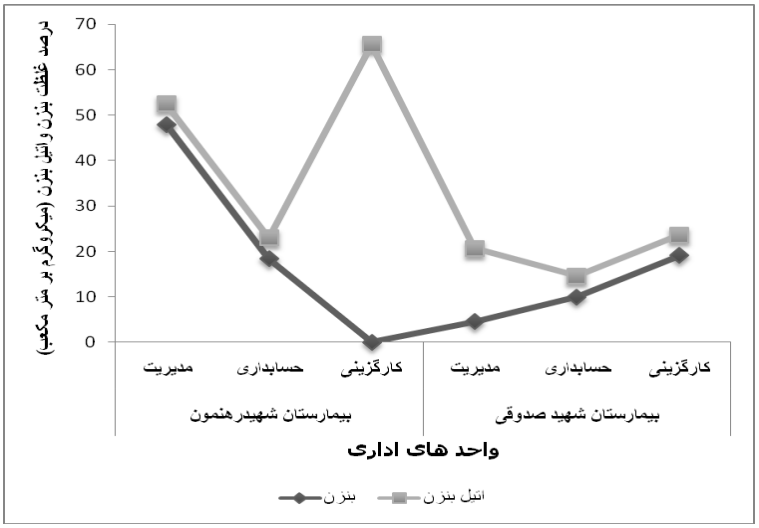
www.SID.ir

Archive of SID

جدول۲- مشخصات عمومی اتاق‌های اداری ساختمان‌های بیمارستان‌های مورد مطالعه یزد۱۳۹۰

واحد مورد مطالعه		بیمارستان	
		شهید رهنمون	شهید صدوقی
مدیریت	پوشش سقف	رنگ روغنی	رنگ روغنی
	پوشش دیوار	فیبر چوبیMDF	رنگ روغنی
	پوشش کف	موزائیک	سرامیک
	مساحت(مترمربع)	۴۸	۹۶
	تعداد دستگاه کپی، پرینتر و کامپیوتر	۱	۲
حسابداری	پوشش سقف	رنگ روغنی	رنگ روغنی
	پوشش دیوار	پوشش بلکا	رنگ روغنی
	پوشش کف	موزائیک	سرامیک
	مساحت(مترمربع)	۳۶	۱۶
	تعداد دستگاه کپی، پرینتر و کامپیوتر	۱۳	۵
کارگزینی	پوشش سقف	رنگ روغنی	رنگ روغنی
	پوشش دیوار	رنگ روغنی	رنگ روغنی
	پوشش کف	موزائیک	سرامیک
	مساحت(مترمربع)	۱۵	۱۵
	تعداد دستگاه کپی، پرینتر و کامپیوتر	۲	۴

نتایج میانگین حسابی و انحراف معیار غلظت‌های بنزن و اتیل بنزن از مجموع ۱۸ نمونه گرفته شده بر حسب میکروگرم بر مترمکعب در اتاق‌های اداری (مدیریت، حسابداری، کارگزینی) به تفکیک هر بیمارستان در نمودار ۱ و جدول۳ فهرست شده است.



نمودار۱- درصد میانگین غلظت بنزن و اتیل بنزن در بخش‌های اداری بیمارستان‌های مورد مطالعه (میکرو گرم بر مترمکعب)-۱۳۹۰

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۳- میانگین غلظت بنزن و تولوئن بر حسب میکروگرم بر مترمکعب ($\mu g/m^3$) به تفکیک محل‌های نمونه‌برداری در بیمارستان‌های دولتی استان یزد۱۳۹۰

بیمارستان		ماده				
		بنزن			اتیل بنزن	
		میانگین(انحراف معیار)	کمینه	بیشینه	میانگین(انحراف معیار)	کمینه	بیشینه
شهید رهنمون	مدیریت	۲/۰۱۰(۲/۳۵۰)	۰/۰۶۰	٤/٦٢٥	۰/۰٦۰(۰/۱۰۲)	۰	۰/۱۷٦
	حسابداری	۰/۷۷۰(۰/۹۳۰)	۰/۰۲۸	۱/۸۱۱	۰/۰٦۰(۰/۱۰۲)	۰	۰/۱۷٦
	کارگزینی	۰/۰۰۲(۰/۰۰۱)	۰/۰۰۱	۰/۰۰۳	۰/۸۵۷(۰/٤۲٤)	۰/۳٦٦	۱/۱۲۱
شهید صدوقی	مدیریت	۰/۱۹۰(۰/۲۵۰)	۰/۰۰۹	۰/٤۷٦	۰/۲۹۷(۰/۲۱۱)	۰/۰٦۰	۰/٤۸
	حسابداری	۰/٤۲۰(۰/۵۲۰)	۰/۰۱۷	۱/۰۰	۰/۰٦۰(۰/۱۰۲)	۰	۰/۱۷٦
	کارگزینی	۰/۸۰۰(۰/۰۹٦)	۰/۰۲۹	۱/۸۸۱	۰/۰٦۰(۰/۱۰۲)	۰	۰/۱۷٦

مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که میانگین و انحراف معیار غلظت بنزن به ترتیب در اتاق مدیریت بیمارستان شهید رهنمون و کارگزینی شهید صدوقی (۲/۳۵۰±۲/۰۱۰) و (۰/۹٦۰±۰/۸۰۰) و غلظت اتیل بنزن به ترتیب در اتاق کارگزینی بیمارستان شهید رهنمون و (۰/٤۲٤±۰/۸۵۷) و مدیریت بیمارستان شهید صدوقی (۰/۲۱۱±۰/۲۹۷) دارای بیشترین مقدار بودند. آزمون میانگین‌ها (ANOVA) اختلاف معنی‌داری را بین میانگین غلظت‌های دو ماده در واحدهای مورد مطالعه نشان نداد(P>۰/۰۵). استاندارد غلظت بنزن و اتیل بنزن طبق مقادیر مجاز اداره ارزیابی خطرات بهداشت محیط (OEHHA: Office of Environment Health Hazard Assessment) سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا (EPA: Environmental Protection Agency) برای حدود مواجهه استاندارد جهت پیشگیری از بیماری‌های مزمن غیرسرطانی در محیط‌های داخلی غیرصنعتی به ترتیب برابر ۱٦ و ۲۰۰ میکروگرم بر مترمکعب می‌باشد(۲٤). نتایج حاصل از آزمون t-test میانگین غلظت هر یک از دو ترکیب را به تفکیک محل‌های نمونه‌برداری به طور معنی‌داری زیر حد استاندارد EPA نشان می‌دهد(P<۰/۰۰۱).

بحث

میزان سرعت انتشار ترکیبات آلی فرار تابع سه فرایند تبخیر، دفع مواد جذب شده و نفوذ درون ماده و مشخصه‌های منابع تولیدکننده است. انتشار این ترکیبات از مواد بسیار متنوع است و با قدمت منبع، روش فرایند انتقال و فاکتورهای محیطی همچون حرارت، رطوبت، تبادل هوایی و سرعت جریان هوا ارتباط دارد(۲۵). از آنجا که غلظت ترکیبات آلی در هر محیط بسته تحت تأثیر غلظت آنها در محیط باز می‌باشد. بنابراین شرایط جغرافیایی منطقه‌ای و آب و هوایی، فعالیت صنعتی و تردد خودروها بر کیفیت هوای محیط‌های داخلی بی‌تاثیر نمی‌باشد(۲٦).

میانگین مقادیر متغیرهای جوی در مطالعه فعلی متفاوت با مطالعات انجام گرفته در کشورهای دیگر جهان می‌باشد(٦،۷،۹).

اختلاف در ویژگی‌های جوی میان دو بیمارستان ممکن است توانایی تاثیرگذاری بر غلظت ترکیبات هدف را داشته باشد. سرعت جریان پائین نه تنها به طور نسبی هوای تازه کمتری برای شاغلین فراهم می‌کند بلکه سبب افزایش میانگین غلظت ترکیبات آلی و مواجهه بیشتر

www.SID.ir

Archive of SID

کارکنان می‌گردد(۵). در این مطالعه دو فاکتور مهم رطوبت نسبی و سرعت جریان هوا در دو بیمارستان متفاوت بودند. درصد رطوبت نسبی در بیمارستان شهید صدوقی بیش از بیمارستان شهید رهنمون بود و در بیمارستان شهید رهنمون سرعت جریان هوا نسبت به بیمارستان دیگر مقدار بیشتری را نشان می‌داد. بالا بودن میانگین رطوبت نسبی در بیمارستان شهید صدوقی ممکن است ناشی از قرارگیری بخش اداری در ساختمان مرکزی بیمارستان و مجاورت با بخش‌های درمانی باشد که به دلیل باز بودن درب‌های ورودی راهروهای اداری به این قسمت‌ها به نظر می‌رسد که همواره شرایط محیطی آنها تحت تاثیر فعالیت‌های درمانی و تبادلات هوایی این مکان‌ها قرار می‌گیرد که بی‌تاثیر بر افزایش انتشار آلاینده‌ها نخواهد بود . طبق گزارش Wolkoff و همکاران افزایش رطوبت نسبی(RH) از ۰٪ به ۵۰٪ موجب فزونی انتشار ۲- اتیل ۱- هگزانول از فرش به علت انتشار ثانویه گردید(۲۷). تاثیر دو فاکتور رطوبت نسبی و سرعت جریان هوا در میزان انتشار این ماده در ساختمان‌های سنگاپور در مطالعه Zuraimi و همکاران نیز مورد تائید قرار گرفته است. اگر چه قابل توجه بودن میانگین غلظت بنزن در مطالعه مذکور به پایین بودن میزان تهویه نسبت داده شده است(۵). قریب به ٦۵٪ غلظت بنزن و ۷۵٪ غلظت اتیل بنزن در واحدهای نمونه‌برداری بیمارستان شهید رهنمون به دست آمده‌اند که ممکن است به دلیل انتشار این مواد از محیط اطراف محل نمونه‌برداری که مشرف به پارکینگ خودرو کارکنان و بیماران بوده، تردد مداوم وسائط نقلیه و در نتیجه تبخیر بنزین را به همراه دارد ناشی گردد. همچنین قرارگیری بیمارستان در ناحیه مرکزی و پر ترافیک شهر یزد بر هوای بیمارستان بی‌تاثیر نیست. در مطالعه Lu و همکاران همبستگی نسبتا بالایی بین غلظت ترکیبات BTEX (به جز بنزن) در بیمارستان گزارش شده است که انتشار این ترکیبات از خودروها را به عنوان یکی از منابع مهم آلودگی محسوب کرده‌اند(۲۸). از طرفی به علت زمان نمونه‌برداری و بسته بودن پنجره‌ها و نیز واقع شدن اتاق‌های مدیریت و حسابداری در طبقه اول نسبت به واحد کارگزینی که در طبقه همکف و مقابل به پارکینگ خودروها قرار گرفته و به طور مستمر به دلیل مراجعات کارکنان از درهای باز استفاده می‌نمایند، تفاوت محسوسی در غلظت دو نوع ترکیب مشاهده شد.

بر اساس مطالعه Kataoka و همکاران غلظت کلی هیدروکربن‌های آلی مانند تولوئن و اتیل بنزن در اتاق‌های مورد مطالعه از یک بیمارستان تازه احداث قبل از استقرار کارکنان از حدود توصیه شده تجاوز نمود که ناشی از مواد ساختمانی داخلی مانند مبلمان و رنگ‌آمیزی سطوح گزارش شده است. این غلظت‌ها پس از یک سال به ۰/۰۱ و ۰/۰۰۵ کاهش یافتند(۲۹).

بالا بودن میانگین غلظت بنزن در بیمارستان شهید رهنمون احتمالا" به دلیل انتشار این ماده از چسب چوب مورد استفاده در تزئینات داخلی چوبی و مبلمان در اتاق مدیریت به علت بازسازی در طی۲ ماه گذشته می‌باشد. تاثیر دکوراسیون و استفاده از حلال‌های صنعتی در تغییر غلظت ترکیبات BTEX محیط‌های داخلی در مطالعه Lee و همکاران مورد تایید قرار گرفته است(۳۰). اختلاف در وسایل مصرفی از قبیل رایانه، چاپ و کپی، چسب، کاغذ و جوهر موجب تغییر در غلظت ترکیبات فرار می‌گردد. در مطالعه Bako-Biro و همکاران انتشار برخی آلاینده‌های شیمیایی از قبیل فنل، تولوئن، اتیل هگزانول، استیرن (حاصل دهیدروژنه شدن اتیل بنزن) و فرمالدئید از کامپیوترهای شخصی در ساختمان‌های اداری شناسایی گردید. غلظت بنزن اندازه‌گیری شده داخلی در ادارات به دلیل وجود منابعی همچون دستگاه‌های فتوکپی و پرینتر به طور معمول بیش از مقادیر ساختمان‌های مسکونی است(١٦).

در مطالعه Caselli و همکاران وجود ترکیبات آلی فرار در روزنامه‌فروشی‌ها و توسط Lee و همکاران اثرات این مواد در مواجهات شغلی کارمندان فتوکپی‌ها تائید شده است(۳۱،۳۲).

www.SID.ir

Archive of SID

با توجه به اینکه تولیدکنندگان پوشش بلکا (پوشش‌های سلولزی الیافی) را فاقد ترکیبات آلی فرار می‌دانند، تفاوت دو برابری غلظت بنزن در اتاق حسابداری بیمارستان شهید رهنمون نسبت به شهید صدوقی ممکن است به دلیل مساحت و تعداد بیشتر دستگاه‌های رایانه و چاپ باشد. افزون بودن این ماده در اتاق کارگزینی بیمارستان شهید صدوقی به نظر می‌رسد به دلیل وجود منابع داخلی مانند تجمع، نگهداری و استفاده از کاغذهای چاپ و کپی شده، کاربرد جوهر استمپ و دستگاه‌های پرینت مایع باشد. نتایج یافته‌های Kataoka بر روی وسایل مورد استفاده دانش‌آموزان مدارس ابتدایی انتشار بنزن و اتیل بنزن از مواد مصرفی مانند جوهر و چسب را تائید می‌کند(۲۹).

در مجموع میانگین غلظت بنزن و اتیل بنزن در ساختمان‌های اداری دو بیمارستان معادل $۹/۳\mu g/m^3$ و $۲/۱\mu g/m^3$ برآورد گردید که ممکن است این اختلاف به دلیل ماندگاری کمتر اتیل بنزن نسبت به بنزن و تبدیل سریع آن به ترکیبات دیگر مانند استیرن باشد(۲۲).

میانگین میزان بنزن ساختمان‌های اداری در ۸ کشور اروپایی $۱٤/٦\mu g/m^3$ و در ادارات سنگاپور مقدار آن $۸۷/۱\mu g/m^3$ تخمین زده شد(۳۳). این در حالی است که برای مجموع غلظت اتیل بنزن در این ساختمان‌ها هیچ عددی گزارش نشده است(۵).

در این پژوهش به علت محدودیت در کسب اطلاعات یکسان از محیط‌های مورد پژوهش مانند شرایط چیدمان اتاق، تراکم، نگهداری و بایگانی کاغذها، ابزارهای اداری مورد استفاده (چسب مایع، جوهر استمپ، انواع لاک‌ها) و نحوه به کارگیری پارتیشن‌ها و موکت‌های دیواری که هر یک به نوبه خود در جذب، دفع و انتشار ترکیبات موثر هستند، این عوامل نادیده گرفته شده‌اند. تفاوت مقادیر منتج از مطالعه فعلی با دیگر کشورها می‌تواند حاکی از شیوه نمونه‌گیری، دقت در آنالیز دستگاهی، اختلاف در کارایی سیستم تهویه، شرایط جغرافیایی و آب وهوایی و فرهنگ دکوراسیون داخلی و پوشش بناها در ساختمان‌های اداری کشورها داشته باشد.

نتیجه‌گیری

با توجه به اینکه در بررسی متون تاکنون هیچ مطالعه‌ای در ایران به منظور بررسی غلظت ترکیبات آلی فرار در بخش‌های اداری بیمارستان‌ها انجام نگرفته است، می‌توان نتایج این پژوهش را صرفا یک مطالعه مقدماتی برای این مکان‌ها محسوب کرد. به طور کلی غلظت‌های اندازه‌گیری شده دو ترکیب به سبب نوع فعالیت، اندازه اتاق، وضعیت تهویه و دکوراسیون داخلی، تجهیزات اداری و محل قرارگیری این واحدها در دو بیمارستان متفاوت بودند. علیرغم پائین بودن غلظت ترکیبات بنزن و اتیل بنزن در محیط‌های اداری بیمارستان‌های مورد مطالعه، ارزیابی گسترده‌تر با ترکیبات آلی بیشتر به منظور تعیین مواجهات شغلی کارکنان، کاهش ریسک و خطرات مواد شیمیایی در محیط‌های داخلی و سرانجام تعیین دستورالعمل‌های حفاظتی ضروری است.

این مقاله حاصل پایان نامه تحقیقاتی مصوب دانشگاه علوم پزشکی و خدمات درمانی شهید صدوقی می‌باشد.

منابع

1. Sola XG. Indoor air quality: Introduction. In: Stellman JM, editor. Encyclopedia of occupational health and safety. 4th ed. Geneva: International Labour Office 1998: 2-26.
2. Posudin Y. Vovatile organic compounds in indoor air: scientific, medical and instrumental aspects. Department of Horticulture, University of Georgia, USA: National University of life and environmental sciences of Ukraine 2010: 1-88.
3. Norback D, Torgén M, Edling C. Volatile organic compounds, respirable dust, and personal factors related to prevalence and incidence of sick building syndrome in primary schools. Br J Ind Med 1990; 47(11): 733-41.

www.SID.ir

Archive of SID

4. Reijula K, Sundman-Digert C. Assessment of indoor air problems at work with a questionnaire. Occup Environ med 2004; 61(1): 33-8.
5. Zuraimi MS, Roulet CA, Tham KW, Sekhar SC, Cheong KWD, Wong NH, et al. A comparative study of VOCs in Singapore and European office buildings. Building and Environment 2006; 41: 316-29.
6. Allou L, Marchand C, Mirabel Ph, Le Calve L. Aldehydes and BTEX Measurements and Exposures in University Libraries in Strasbourg (France). Indoor and Built Environment 2008; 2(17): 138-45.
7. Kang MS, Hong JR, Gil HW, Yang JO, Lee EY, Hong SY, et al. Benzene and toluene concentrations in a hemodialysis room in a medium sized South Korean city. Korean J Intern Med 2008; 23(3): 111-5.
8. Shahtaheri SJ, Afshar M, Majedifar M, naslseraji J. Occupational exposure to xylene in workers, employing at pathology wards of hospitals belonging to the Qazvin University of Medical Sciences. Journal of Faculty of Medicine 2012; 63(1): 32-9.
9. Lu H, Cai QY, Wen S, Chi Y, Guo S, Sheng G, et al. Carbonyl compounds and BTEX in the special rooms of hospital in Guangzhou, China. J Hazard Mater 2010; 178(1-3): 673-9.
10. Leung M, Chan AH. Control and management of hospital indoor air quality. Med Sci Monit 2006; 12(3):SR17-23
11. Sousa FW, Caracas IB, Nascimento RF, Cavalcante RM. Exposure and cancer risk assessment for formaldehyde and acetaldehyde in the hospitals, Fortaleza-Brazil. Building and Environment 2011; 46(11): 2115-2120.
12. GhasemKhani M, Azam K. Formaldehyde exposure in some educational hospitals of Tehran. Industrial Health 2005; 43: 703-7.[Persian]
13. Alizadeh A, Zargari M. Study of formaldehyde concentration in room spaces of private and govermental hospitals in Sari Township. Budapest Convention Center, Budapest, Hungary: Toxicology Letters 2002: S1-173.[Persian]
14. Lee JH, Kim J, Lee SW, Suh J, Yu JS, Park E, et al. The clinical effects of hospitalization in a low pollutant room on atopic dermatitis. Asia Pacific allergy 2011; 1: 1:87-92.
15. Hellgren UM, Hyvarinen M, Holopainen R, Reijula K. Perceived indoor air quality, air-related symptoms and ventilation in Finnish hospitals. Int J Occup Med Environ Health 2011 Mar; 24(1): 48-56.
16. Bako-Biro Z, Wargocki P, Weschler CJ, Fanger PO. Effects of pollution from personal computers on perceived air quality, SBS symptoms and productivity in offices. Journal of Indoor Air 2004; 14: 178−187.
17. Mendell MJ, Mirer A. Indoor Thermal Factors and Symptoms in Office Workers: Findings from the U.S. EPA BASE Study. Indoor Air J. 2009; 19(4): 291-302.
18. Mendell MJ, Lei Q, Apte MG, Fisk Wj. Estimated Ventilation Rates And Work-related Symptoms in U.S Office Buildings -The Base Study. Beijing, China: Tsinghua University Press; 2005: 3758-62.
19. Olesen, Bjarne. Productivity and Indoor Air Quality. Danish Technical Research Foundation. Unpublished Work. 2008: 1-19.
20. Takeshi Ohur TAYSMF. Organic air pollutants inside and outside residences in Shimizu, Japan: Levels, sources and risks. Science of the Total Environment 2006; 366: 485-99.
21. Research Triangle Institute, United States. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological profile for benzene. U.S. Department of Health and Human Services Public Health Service Agency for Toxic Substances and Disease Registry; 2007. 1-382.

www.SID.ir

Archive of SID

22. Research Triangle Institute, United States.Agency for Toxic Substances and Disease Registry. TOXICOLOGICAL PROFILE FOR ETHYLBENZENE. U.S. Dept. of Health and Human Services, Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry; 2010. 1-260.
23. Maghsoodi Moghadam R, Bahrami A, Mahjoob H, Ghorbani F. Evaluation of benzene, toluene and p,m& o-Xylene contaminants at Mahshahr petrochemical complex during 2008-9. Scientific Journal of Ilam University of Medical Sciences 2012; 19(2): 49-59.[persian]
24. Charles K, Magee RJ, Won D, Luszty KE. Indoor air quality guidelines and standards. canada; 2005. Report No.: RR-204
25. Hansen DL. Volatile Organic Compounds. Indoor air quality issues. New York: Tayler & Francis; 1999: 35-45.
26. Kumar A, Viden I. Volatile organic compounds: Sampling methods and their worldwide profile in ambient air. Environ Monit Assess 2006; 131: 301-21.
27. Wolkoff P. Impact of air velocity, temperature, humidity, and air on long-term VOC emissions from building products. Atmospheric Environment 1998; 32(14-15): 2659-68.
28. Lu H, Wen S, Feng Y, Wang X, Bi X, Sheng G, et al. Indoor and outdoor carbonyl compounds and BTEX in the hospitals of Guangzhou, China. Sci Total Environ 2006; 368(2-3): 574-84.
29. Hiroyuki K, Yasuhiro O, Tomoko M, Kaori N, Keita S, Kurie O, et al. Indoor Air Monitoring of Volatile Organic Compounds and Evaluation of Their Emission from Various Building Materials and Common Products by Gas Chromatography-Mass Spectrometry. Advanced Gas Chromatography-Progress in Agricultural, Biomedical and Industrial Applications 2012; 161-83.
30. Lee SC, Guo H, Li WM, Chan LY. Inter-comparison of air pollutant concentrations in different indoor environments in HongKong. Atmospheric Environment 2002; 36(12): 1929-40.
31. Caselli M, de Gennaro G, Saracino MR, Tutino M. Indoor contaminants from newspapers: VOCs emissions in newspaper stands. Environmental Research 2009; 109(2): 149-57.
32. Lee CW, Dai YT, Chien CH, Hsu DJ. Characteristics and health impacts of volatile organic compounds in photocopy centers. Environmental Research 2006; 100(2): 139-49.
33. World Health Organization. WHO guidlines for indoor air quality: selected pollutants. Copenhagen; Denmark: The WHO European Centre for Environment and Health, Bonn Office, 2010: 15-39.

www.SID.ir