



## بررسی کیفیت آلاینده‌های هوا بر د حیوانخانه تحقیقاتی دانشگاه علوم پزشکی ایران

رسول یاراحمدی<sup>۱</sup>، علی اسرافیلی<sup>۲</sup>، زهرا پنجعلی<sup>۳</sup>، میترا رشیدی<sup>۴</sup>، مریم برهانی جبلی<sup>۵</sup>، آرش سلحشور<sup>۶</sup>

تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۹/۲۷

تاریخ ویرایش: ۹۴/۰۸/۲۵

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۵/۱۷

### چکیده

**زمینه و هدف:** بررسی ذرات، ملکول‌های بیولوژیکی و سایر مواد وارد شده به اتمسفر به عنوان ذرات هوا بر د یکی از حوزه‌های تحقیقاتی در علوم بهداشتی به حساب می‌آیند. مراکز تحقیقاتی نگهداری حیوانات (آزمایشگاهی) به دلیل پتانسیل تولید آلاینده‌های هوا بر د آزاردهنده (همانند بو) به ویژه در مجاورت مناطق مسکونی- اداری و آموزشی باعث تشدید حساسیت و گاهاً شکایت افراد در معرض می‌شود. در راستای پاسخ به چالش ذکر شده بررسی کمی- کیفی آلاینده‌های منتشره از حیوانخانه دانشگاه علوم پزشکی ایران، به منظور شناسایی و ارزیابی میزان مواجهه محققان و شاغلین با ریسک فاکتورهای شیمیایی اجرا گردید. **روش بررسی:** به منظور نمونه‌برداری و ارزیابی آلاینده‌های موجود در حیوانخانه روش‌های استاندارد ASTM D3686-95 به منظور سنجش مواد آلی فرار، ASTM D 4490-90 به منظور سنجش آمونیاک، H<sub>2</sub>S و CO<sub>2</sub> و روش NIOSH 0500 به منظور سنجش گرد و غبار مورد استفاده قرار گرفت. پس از آماده سازی ست‌های نمونه‌برداری و کالیبراسیون آنها، نمونه‌برداری و آنالیزهای کمی و کیفی لازم انجام گردید. **یافته‌ها:** بر اساس نتایج حاصل، گرد و غبار اندازه گیری شده نیاز به اقدامات کنترلی داشته و نیز حاکی از حضور آلاینده‌های سمی بسیاری از جمله زایلن و تری‌کلرومتان در هر یک از سالن‌های حیوانخانه می‌باشد. این‌درحالی است که نتایج آنالیز کمی این مطالعه، مقدار غلظت هر یک از آلاینده‌های آلی فرار را کمتر از حد مجاز تشخیص داده است. همچنین نتایج بررسی آمونیاک در محل نگهداری حیوانات بزرگ همچون خرگوش بیش از موش‌ها بوده است. **نتیجه‌گیری:** بهره‌برداری مکرر بصورت خواسته و ناخواسته (ناشی از تردد افراد) از تهویه طبیعی و کیفیت و کمیت پاکسازی فضای مورد استفاده توسط بخش خدمات حیوانخانه دانشگاه علوم پزشکی ایران، مهم‌ترین عامل موثر شناخته شده در بهبود کیفیت هوا و کاهش غلظت آلاینده‌های با سمیت بالا در این مرکز شناخته شده است.

**کلیدواژه‌ها:** حیوانخانه تحقیقاتی، آلاینده‌های آلی فرار، آمونیاک، هیدروژن سولفید، دی اکسید کربن.

### مقدمه

اعتراض افراد زیادی شوند. رشد شهرنشینی بدون در نظر گرفتن تأسیسات فاضلاب و بهسازی مربوط به منابع آلاینده اصلی‌ترین منشأ تولید بو در مناطق شهریست. در حال حاضر رشد روز افزون صنعت با افزایش تولیدات بودار نیز مسئله را بدتر می‌کند. به یقین می‌توان گفت بوی ناخوشایند بر کیفیت هوا و سبک زندگی انسان‌ها تاثیر می‌گذارد [۱]. با وجود اینکه برخی صنایع همواره در فرآیند خود بو تولید می‌کنند، اما اکثر آنها خارج از مناطق مسکونی قرار دارند و اغلب شکایات ناشی از بوی ساطع شده تنها به

امروزه با افزایش جمعیت، گسترش شهرنشینی و توسعه صنعتی، آلاینده‌های بسیاری به محیط زیست وارد می‌گردد که اغلب قابلیت اثرات ناخواسته بر زندگی انسان‌ها و جانداران بر جای می‌گذارند. در این میان بسیاری از آلاینده‌های منتشره علاوه بر خاصیت سمی و مخاطرات سلامتی، به دلیل خاصیت انتشار بو، آسایش افراد را نیز تحت الشعاع قرار می‌دهند. این درحالیست که بسیاری از آلاینده‌ها حتی در غلظت‌های مجاز نیز بوی مشتمل کننده‌ای منتشر می‌کنند و می‌توانند موجب

۱- عضو هیئت علمی، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، عضو مرکز تحقیقات بهداشت کار ایران، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران.

۲- عضو هیئت علمی، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران.

۳- (نویسنده مسئول) کارشناس ارشد مهندسی بهداشت حرفه‌ای، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران. z-panjali@alumnus.tums.ac.ir

۴- کارشناس ارشد مهندسی بهداشت حرفه‌ای، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.

۵- کارشناس ارشد مهندسی بهداشت حرفه‌ای، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران.

۶- کارشناس ارشد مهندسی بهداشت حرفه‌ای، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.

ترکیبات آلی فرار که ناشی از فعالیت‌های حیوانات آزمایشگاهی یا تحقیقات می‌باشد یکی دیگر از نگرانی‌ها در خصوص آلاینده‌های هوای حیوانخانه‌های تحقیقاتی به شمار می‌روند [۱۱].

علاوه بر مخاطرات شغلی، مواد و آلاینده‌هایی که به صورت ذره‌ای یا گازی از حیوانخانه‌های تحقیقاتی در سطح شهر منتشر می‌شوند، همواره شکایت‌های زیادی را به خود اختصاص می‌دهد. علاوه بر این معمولاً به دلیل نقصان اطلاعات کافی و علمی اقدامات مهندسی کنترل بو در این مراکز صورت نمی‌گیرد. این درحالیست که کیفیت هوای بهینه در محل نگهداری حیوانات آزمایشگاهی برای سلامت و آسایش محققان، مسئولان نگهداری حیوانات، خود حیوانات و نیز صحت آزمایشات الزامی است. لازم به ذکر است که علاوه بر مشخصات ژنتیکی موجودات آزمایشگاهی، شرایط و اثرات محیطی نیز بر پاسخ آزمایش‌ها موثرند. اگر شرایط محیطی آزمایشگاه در شرایط مطلوبی قرار داشته باشد، نتایج حاصل از تحقیقات و آزمایشگاه محققین از اعتبارات بیشتری برخوردار خواهد بود [۱۲]. پژوهش حاضر با رویکرد ارائه راه کارهای کنترلی و طراحی سامانه‌های تهویه اقدام به بررسی کیفیت هوای داخل حیوانخانه تحقیقاتی دانشگاه علوم پزشکی ایران نموده است. در این مطالعه، آلاینده‌های گازی فرار (VOCs)، آمونیاک، هیدروژن سولفید، دی اکسید کربن و گرد و غبار متساعد شده در این محل مورد بررسی قرار گرفت. همانطور که پیش‌تر نیز اشاره شد اولین گام برای داشتن تهویه مناسب داشتن اطلاعات زمینه‌ای در خصوص محیط مورد نظر می‌باشد. لذا در ادامه نتایج بررسی کیفی و کمی آلاینده‌های هوا برد فضای حیوانخانه مرکزی دانشگاه علوم پزشکی ایران مورد بررسی و بحث قرار گرفته است. لازم به ذکر است تحقیق حاضر اولین بررسی هوای حیوانخانه‌های تحقیقاتی در ایران می‌باشد.

### روش بررسی

الف) تجهیزات مورد استفاده: به منظور نمونه برداری

صنایع مجاور محدود می‌شود. این درحالیست که حیوانخانه‌های تحقیقاتی-که اغلب در دانشگاه‌ها یا پژوهشگاه‌ها قرار دارند- به دلیل حضور در بافت مسکونی و مجاورت با افراد جامعه نه تنها از نظر سم‌شناسی آلاینده‌ها بلکه از نظر آزاردهندگی بوهای ساطع شده از این محل‌ها اهمیت خاصی یافته اند [۲-۳].

بوی مشتمل کننده منجر به بروز اثرات ثانویه در افراد می‌گردند، همچنین در اکثر افراد، بو منجر به بروز حالت تهوع، بی‌خوابی و ناراحتی روانی-عصبی می‌گردد [۱].

علاوه بر مسئله بو، آلاینده‌های بسیاری در فضای تنفسی حیوانخانه‌ها وجود دارند که اثرات سوء بر سلامت انسان و حیوان دارند. بر اساس مطالعه تیلمن<sup>۱</sup> گرد و غبار قابل استنشاق، گازهایی همچون آمونیاک و هیدروژن دی سولفید، باکتری‌ها، قارچ‌ها و اندوتوکسین‌ها با غلظت‌های بسیار بالا در دامداری‌ها و مزارع وجود دارد که منجر به بروز بیماری‌های حاد و مزمن و نیز تغییر عملکرد ریوی می‌گردند [۴].

همچنین بر اساس بررسی مک‌گین<sup>۲</sup> واکنش‌های آلرژیک ناشی از تماس با محصولات جانوری یکی از مهمترین نگرانی‌های سلامت شغلی به شمار می‌رود و تعداد افرادی که در اثر استنشاق این آلاینده‌ها در حیوانخانه‌ها در دچار آلرژی یا بیماری می‌شوند از ۴۰۰۰۰ تا ۲ میلیون نفر متغیر است [۵]. علاوه بر این مطالعه بیسون<sup>۳</sup> نشان داد که ۴-۲۲٪ جامعه کارگران حیوانخانه‌ها و مراکز دامپروری دارای علائم آلرژیک هستند [۶].

علاوه بر این مطالعات نشان داده حیوانات تحقیقاتی مقدار زیادی آلاینده‌های هوا برد همچون مو، اندوتوکسین‌ها، آمونیاک، دی‌اکسید کربن و تراوشات بزاقی را دفع می‌کنند که علت اصلی بروز آلرژی در کارکنان و دیگر حیوانات می‌باشد [۷-۱۰]. همچنین،

<sup>1</sup> Teelmann

<sup>2</sup> Mc Ginn

<sup>3</sup> Beeson

حیوانات، اتاق کار محققان، اتاق مسئول حیوانخانه و محل نگهداری حیوانات مشخص شد (شکل ۱).

بررسی آلاینده‌های آلی فرار (VOCs): به منظور تعیین مقدار آلاینده‌های آلی فرار جاذب زغال فعال و روش نمونه‌برداری ASTM D-3686-95 بکار گرفته شد. لوله‌های جاذب زغال فعال با کمک لوله‌های رابط به پمپ متصل و مکش  $200 \text{ mL min}^{-1}$  کالیبره شد. شایان ذکر است لوله‌های زغال فعال به گونه‌ای متصل شدند که جهت جریان ورودی به پمپ عمود بر سطح مقطع جاذب باشد. تمامی نمونه‌های فردی به مدت ۲ ساعت در ناحیه تنفسی افراد جمع‌آوری گردید. پس از اتمام نمونه برداری، بلافاصله سرپوش پلاستیکی لوله‌ها بسته و تمامی لوله‌ها اعم از شاهد و نمونه‌ها کدگذاری گردیدند و در نهایت تمامی جاذب‌ها به کمک ظرف یخ به آزمایشگاه تجزیه منتقل شد. جاذب‌های مربوط به شاهد و نمونه‌ها در دمای پایین (یخچال آزمایشگاه) نگهداری و ظرف حداکثر یک هفته مورد آنالیز قرار گرفت. برای آماده‌سازی نمونه‌ها ابتدا شیشه جاذب با کمک سوهان از وسط شکسته شد و جاذب زغال فعال در بخش جلو و عقب لوله هر کدام به صورت جداگانه در ویال‌های آزمایش ریخته شد. تمامی نمونه‌ها توسط حلال دی سولفید کربن استخراج و تحت فرآیند فراصوت (اولتراسونیکیت) به مدت ۲ دقیقه آماده‌سازی شد. سپس  $0/1$  میکرولیتر از محلول  $\text{CS}_2$  حاوی نمونه‌های هوا (مجهول) به دستگاه گاز کروماتوگرافی جرمی تزریق شد و نتایج با توجه به داده‌های کتابخانه موجود در حافظه دستگاه مورد شناسایی قرار گرفت. پس از بررسی کیفی، تنها ترکیباتی که با قطعیت بالا شناسایی شده بودند، تعیین مقدار گردیدند.

بررسی گرد و غبار کل: میزان گرد و غبار کل یا  $\text{TD}^5$  بر اساس روش NIOSH 0500 تعیین گردید. بدین منظور صافی PVC تهیه و مورد استفاده قرار گرفت. بر اساس روش استاندارد دبی پمپ بر  $1/8$  لیتر بر دقیقه تنظیم گردید و ناحیه تنفسی کارکنان، به مدت

تجهیزات شامل پمپ فردی SKC مدل 224-PCXRS، پمپ پیستونی SKC، لوله‌های رابط، bypass Filter و جاذب زغال فعال، کاست صافی (SKC Filter Cassette Holder with flexible tubing (Cat. No. 225-1) و صافی  $37$  میلیمتری با پور سایز  $5$  میکرون (SKC PVC Filter Cat. No. 225-5) (37-P)، لوله‌های قرائت مستقیم گازهای آمونیاک، دی سولفید هیدروژن و دی اکسید کربن (SKC) و ترازوی دیجیتالی با دقت ( $0/0001$  گرم) به منظور وزن سنجی بکار گرفته شد.

به منظور تجزیه نمونه‌های آلاینده‌های آلی فرار دستگاه تجزیه گاز کروماتوگرافی جرمی (GC-Mass) و ستون کاپیلاری غیرقطبی (DB 5) به طول  $30$  متر، قطر داخلی  $0/22$  میلی‌متر و ضخامت  $0/2$  میکرون مورد استفاده قرار گرفت. گاز هلیوم به عنوان گاز حامل در دستگاه فوق استفاده شد.

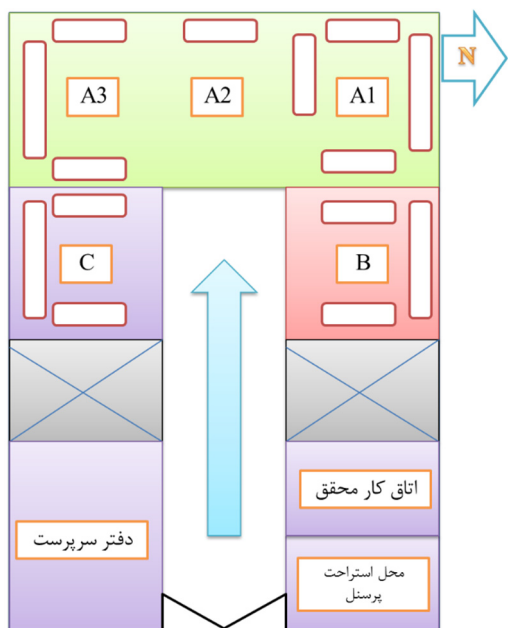
به منظور تجزیه نمونه‌ها از حلال دی سولفید کربن با خلوص GC (مرک آلمان) استفاده شد.

ب) تعیین حجم نمونه: بر اساس توصیه سازمان NIOSH با احتساب  $25\%$  تعداد نمونه‌ها به عنوان شاهد و  $3$  تکرار برای هر ایستگاه و نیز نوبت‌های زمانی صبح و بعدازظهر، تعداد دفعات نمونه‌برداری‌ها  $90$  تعیین گردید.

پ) روش بررسی: مطالعه حاضر یک مطالعه مقطعی بوده که در تابستان  $1393$  در حیوانخانه مرکزی دانشگاه علوم پزشکی ایران انجام گرفت. در ابتدای مطالعه محل حیوانخانه مورد بازدید میدانی قرار گرفت و اطلاعات زمینه‌ای همچون بررسی نوع حیوانات آزمایشگاهی، محل نگهداری مواد شیمیایی، اطلاعات در خصوص شستشوی فضا و سایر موارد جمع‌آوری و نقشه اولیه جانمایی تجهیزات و قفس‌های حیوانات رسم گردید. بررسی‌ها نشان داد این حیوانخانه دارای ترکیبی از انواع موش‌های آزمایشگاهی، رت، همستر و خرگوش می‌باشد، همچنین سالن‌های مربوط به نگهداری آذوقه

<sup>5</sup> Total Dust

<sup>4</sup> Site Visit



شکل ۱- نقشه شماتیک حیوانخانه تحقیقاتی مرکزی دانشگاه علوم پزشکی ایران به همراه ایستگاه‌های نمونه‌برداری (A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>= اتاق نگهداری رت و موش‌ها، A<sub>3</sub>= اتاق نگهداری خرگوش‌ها و موش‌ها، C= اتاق تکثیر موش‌ها)

نتایج نمونه برداری از ذرات گرد و غبار (TD): نتایج نمونه برداری ذرات کل در هوای حیوانخانه در جدول ۱ قرار گرفته است، با توجه به استاندارد ایران (۱۳۹۰) حدود مجاز مواجهه با ترکیب گرد و غبار ناشناخته و حد اقدامات کنترلی (Action level) برابر  $1/5 \text{ mg/m}^3$  خواهد بود که در اتاق‌های B و C در هر دو نوبت صبح و عصر مورد توجه می‌باشد.

نتایج نمونه‌برداری گازهای آمونیاک، دی‌اکسیدکربن و هیدروژن سولفید: بر اساس روش استاندارد ASTM D 4490-90 گازهای آمونیاک، دی‌اکسیدکربن و هیدروژن سولفید به صورت قرائت مستقیم نمونه برداری و تعیین مقدار شدند. نتایج نشان می‌دهد میزان  $\text{H}_2\text{S}$  در تمامی ایستگاه‌های نمونه‌برداری زیر حد مجاز است. در نمونه برداری آمونیاک به علت غلظت‌های پایین و نرخ انتشار یکنواخت از نمونه برداری تمام ایستگاه‌ها صرف نظر شد. با توجه به میزان حد توصیه شده توسط OEL ایران (۱۳۹۰) غلظت تمامی گازها زیر حد اقدامات کنترلی قرار دارند.

۱ ساعت در ایستگاه‌های انتخاب شده به همراه شاهد، مورد نمونه برداری قرار گرفت.

به منظور تعیین مقدار گرد و غبار جمع شده بر صافی روش وزن سنجی توسط ترازو دیجیتال (با دقت  $0/0001$ ) مورد استفاده قرار گرفت و در نهایت میزان گرد و غبار توسط رابطه ۱ و با در نظر گرفتن اصلاحات سایکرومتریک انجام پذیرفت.

رابطه ۱: تعیین میزان غلظت گرد و غبار بر اساس روش 0500 NIOSH

$W_1$  و  $W_2$  به ترتیب وزن صافی قبل و بعد نمونه برداری بر حسب میلی‌گرم

$B_1$  و  $B_2$  به ترتیب وزن شاهد قبل و بعد نمونه برداری بر حسب میلی‌گرم

$V$  حجم نمونه برداری بر حسب مترمکعب پس از تصحیحات سایکرومتریک

$$C(\text{mg/m}^3) = \frac{(W_2 - W_1) - (B_1 - B_2)}{V}$$

بررسی غلظت آمونیاک، دی‌اکسیدکربن و هیدروژن سولفید با روش قرائت مستقیم: در این بخش روش استاندارد ASTM D 4490-90 مورد استفاده قرار گرفت. روش کار به این صورت بود که هوا عمود بر سطح مقطع جاذب به کمک پمپ پیستونی عبور داده شد. به دلیل غلظت پایین گازهای نامبرده در حیوانخانه مکش توسط پمپ ۲ بار با حجم ۱۰۰ mL انجام گرفت.

### یافته‌ها

پس از آنالیزهای انجام شده، در نهایت نتایج به تفکیک تعیین گردید، گرد و غبار (TD) در جدول ۱، آمونیاک، هیدروژن سولفید، دی‌اکسید کربن در جدول ۲ و آلاینده‌های آلی فرار (VOCs) در جدول ۳ ذکر شده‌اند. لازم به ذکر است بر اساس روش استاندارد به ازای هر ۴ نمونه یک شاهد در نظر گرفته شد و یا به عبارت دیگر می‌توان گفت ۲۵٪ از نمونه‌های گرفته شده شاهد می‌باشند.

جدول ۱- نتایج سنجش میزان گرد و غبار کل به روش NIOSH 0500 در حیوانخانه مرکزی دانشگاه علوم پزشکی ایران (تعداد نمونه‌ها = ۱۸)

کد محل نمونه برداری	زمان نمونه برداری	متوسط تراکم ذرات ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	حد مجاز بر اساس OEL ایران
A <sub>1</sub>	صبح	ناچیز	$3 \text{ mg}/\text{m}^3$
A <sub>1</sub>	عصر	$0.92 \pm 0.001$	(PNOS*)
A <sub>2</sub>	صبح	ناچیز	
A <sub>2</sub>	عصر	$0.92 \pm 0.001$	
A <sub>3</sub>	صبح	ناچیز	
A <sub>3</sub>	عصر	$0.92 \pm 0.001$	
B	صبح	$1/85 \pm 0.001$	
B	عصر	$1/85 \pm 0.001$	
C	صبح	$1/85 \pm 0.001$	
C	عصر	$1/85 \pm 0.001$	

\* با توجه به عدم شناخت کیفی از محتوی و آنالیز اجزای تشکیل دهنده ذرات منتشره ایستگاه‌های مورد مطالعه حیوانخانه و بر اساس پیشنهاد کمیته فنی سلامت محیط کار ایران و از طرفی عدم ثبت و گزارش ذرات هواگرد در حیوانخانه با عنوان ذرات (Specified Particles Not Otherwise) PNOS در این تحقیق استفاده شده است.

جدول ۲- نتایج گازهای آمونیاک، دی اکسید کربن و هیدروژن سولفید به روش ASTM D 4490-90 در حیوانخانه مرکزی دانشگاه علوم پزشکی ایران (تعداد نمونه‌ها = ۵۴)

ردیف	کد محل نمونه برداری	زمان نمونه برداری	متوسط غلظت قرائت شده* ( $\text{NH}_3$ ppm)	متوسط غلظت قرائت شده ( $\text{CO}_2$ ppm)	متوسط غلظت قرائت شده ( $\text{H}_2\text{S}$ ppm)
۱	A <sub>1</sub>	صبح	**miss	۱۴۰/۱	ناچیز***
۲	A <sub>1</sub>	عصر	۰/۵۲	۳۲۱/۸	ناچیز
۳	A <sub>2</sub>	صبح	miss	۱۲۷/۶	ناچیز
۴	A <sub>2</sub>	عصر	۰/۹۵	۲۷۱/۴	ناچیز
۵	A <sub>3</sub>	صبح	miss	۱۷۲/۳	ناچیز
۶	A <sub>3</sub>	عصر	۱/۹	۱۵۴/۲	ناچیز
۷	B <sub>1</sub>	صبح	miss	۱۲۳/۲	ناچیز
۸	B <sub>1</sub>	عصر	۰/۵۲	۲۰۷/۷	ناچیز
۹	C	صبح	miss	۳۲۷/۴	ناچیز
۱۰	C	عصر	۱/۹	۴۱۰/۲	ناچیز
			۲۵	۵۰۰۰	۱

\* ضریب تصحیح اعمال شده بر اساس روش برابر  $0.95 \times 0.5$  باشد.

\*\* به علت انتشار یکنواخت آمونیاک و نیز پایین بودن غلظت بخارات آمونیاک در ساعات کار و از طرفی کم بودن شاخص اندازه گیری شده در مقایسه با action level از ادامه نمونه برداری صرف نظر شد.

\*\*\* اندازه گیری‌های قرائت مستقیم جهت بررسی میزان گاز  $\text{H}_2\text{S}$  در ایستگاه‌های نمونه برداری زیر حد تشخیص روش و در حد ناچیز گزارش شد.

اتیل بنزن به صورت کیفی شناسایی شد (جدول ۳). لازم به ذکر است به منظور حذف هر گونه خطای احتمالی در زمان نمونه برداری یا آنالیز دستگاهی، نمونه برداری مجدد تکرار و آنالیز نمونه‌ها در آزمایشگاه معتمد دیگری صورت پذیرفت. نتایج هر دو مرحله نمونه برداری مشابه و غلظت آلاینده‌های شناسایی شده در حد ناچیز گزارش شد.

نتایج آنالیز نمونه‌های حاوی آلاینده‌های آلی فرار (VOCs): بر اساس نتایج بررسی‌های کیفی آلاینده‌های آلی فرار و نتایج آنالیزهای گازکروماتوگرافی جرمی، آن دسته از آلاینده‌ها که حضور آنها در هوای نمونه برداری شده با قطعیت بالا (بیشتر از ۸۰٪) گزارش شد، بر این اساس آلاینده‌های هگزان، ۴-متیل-۳-پنتن-۲-وان، هگزا متیل سیکلوتری سیلوکسان، تری کلرو متان و

جدول ۳- تعیین مقدار آلاینده‌های VOCs به روش ASTM D3686-95 در حیوانخانه مرکزی دانشگاه علوم پزشکی ایران (تعداد نمونه‌ها = ۱۸)

نام ماده	غلظت آلوده‌ترین ایستگاه (ppm)	حد مجاز توصیه شده (ppm)	مواجهه با مخلوط ترکیبات (ppm)
p-xylene	ناچیز	۱۰۰	نتیجه مواجهه با مخلوط مواد بسیار
1,2,3-trimethyl- Benzene	ناچیز	۲۵	کوچکتر از ۱ بوده، لذا مواجهه با مخلوط
3-Penten-2-one-4-methyl	ناچیز	۱۵	در حد قابل قبول در نظر گرفته می‌شود.
Cyclotrisiloxane, hexamethyl	ناچیز	۱۰	
Ethylbenzene	ناچیز	۱۰	
Trichloromethane	ناچیز	۱۰۰	

### بحث و نتیجه‌گیری

بررسی ریسک مواجهه با مواد شیمیایی و کنترل مواجهه با آنها از جمله اهداف سلامت شغلی محسوب می‌گردد. لذا مطالعه حاضر با رویکرد ارائه اقدامات پیشگیرانه و کنترلی در محل حیوانخانه دانشگاه علوم پزشکی ایران صورت گرفت.

بر اساس نتایج مطالعه حاضر، متوسط غلظت ذرات منتشر شده در ایستگاه اندازه‌گیری B و C در هر دو نوبت نمونه‌برداری ۱/۸۵ میلی‌گرم بر متر مکعب بوده که بیانگر ریسک مواجهه قابل توجه است (جدول ۱). لازم به ذکر است میزان تراکم ذرات گرد و غبار در این مرکز تحقیقاتی زیر حد مجاز بوده با این حال با در نظر گرفتن حد اقدامات کنترلی برای مواجهه با ذرات نامعین (PNOS) در ایستگاه‌های B و C قابل توجه می‌باشد. همچنین میانگین و انحراف معیار  $1/4 \pm 0/5$  میلی‌گرم بر متر مکعب می‌باشد. لذا در شرایطی که ریسک مواجهه با آلاینده‌های هوا نامعلوم است، اجرای اقدامات کنترلی پیشنهاد می‌گردد. این در حالی است تراکم بار آلودگی ذرات هوا برد در سایر مطالعات بالاتر از حد مجاز گزارش شده است [۱۷-۱۴]. از طرفی انحراف معیار نمونه‌های جمع‌آوری شده حکایت از یکنواخت بودن انتشار تولید ذرات از منابع (ناشی از فضولات حیوانی، جابجایی تجهیزات و حیوانات، جابجایی محققین در محل آزمایشگاه) دارد، لذا با توجه به نتایج و مقایسه با action level (TLV/2) می‌توان نتیجه گرفت که ریسک مواجهه با ذرات گرد و غبار قابل توجه بوده و

انجام اقدامات کنترلی ضروری است.

در این خصوص، بایس و همکاران در سال ۲۰۱۳ میزان ذرات در محل نگهداری موش‌ها را بررسی نمودند. نتایج این محققان نشان داد که ذرات قابل استنشاق با غلظت ۸۴ ذره در هر متر مکعب بعد از پاکسازی قفس موش‌ها به ۶۳ ذره در مترمکعب هوا کاهش یافته است. در این مطالعه، پاکسازی منظم قفس‌ها و سالن‌های نگهداری حیوانات به عنوان یک راه‌کار عملیاتی و موثر در کنترل پاتوژن‌ها و بوی متساعد شده از قفس‌ها پیشنهاد شده است [۱۸].

همچنین بر اساس مطالعات دیگر، تکنسین‌ها بیش از محققان و پس از آن کارکنان بخش خدمات این مراکز بیشترین تماس با آلرژن‌ها را داشته‌اند [۱۷ و ۱۹]. نتایج این مطالعات نشان داد که ریسک تماس با آلرژن‌ها در زمان پاکسازی قفس‌ها توسط تکنسین‌ها در مقایسه با تماس با هوای محیط در حدود ۱۰ برابر و بیشتر می‌باشد [۱۶].

همچنین مطالعاتی نیز انجام گرفته است که بین کنترل بو و حذف ذرات در حیوانخانه‌ها ارتباط مستقیمی و محکمی را نشان داده اند. به طوریکه وین‌هایزن ادعا کرده است که با حذف ۱۰۰٪ ذرات، تمام بو در حیوانخانه کنترل شده است [۲۰]. لیچ و مینر نیز استفاده از اسکرابر و حذف ذرات را عامل موثر کنترل بوی حیوانخانه‌ها خوانده‌اند [۲۱]. همچنین نتایج مطالعه هارتنگ نشان داد با کمک صافی‌ها و صافی‌خانه‌ها می‌توان ۶۵٪ از میزان بوی هوای حیوانخانه را کاهش داد [۲۲]. مطالعه کوالسکی در خصوص کنترل ذرات

<sup>6</sup> Particles Not Otherwise Specified

مطالعه سنجش کیفی آلاینده‌های آلی فرار حیوانخانه تحقیقاتی دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران نشان داد که عدم وجود تهویه، احداث ساختمان در زیرزمین دانشکده و نگهداری تعداد زیادی حیوان در فضای نسبتاً کوچک منجر گردیده که تجمع آلاینده‌ها به حدی باشد که همسایگان و کارکنان دانشگاه همواره از بوی بد شکایت داشته باشند [۲۵].

از نظر لاری و همکاران علت ایجاد بو بیشتر به دلیل تجمع فضولات حیوانات در فضا و تجزیه بی‌هوای آنهاست. بر این اساس مهمترین تولیدکننده‌های بو ایندول، اسکاتول، کروزل، ۴-اتیل فیل می‌باشد. این ترکیبات بیشتر ناشی از تجزیه آمینواسیدها همچون تیروزین به وسیله باکتری‌ها در مجازی گوارشی دام تولید می‌شود. آمین‌های فرار شامل ترکیبات متیل آمین، اتیل آمین و غیره می‌باشد، ترکیبات اتیل یا متیل مرکاپتان ناشی از احیای ترکیبات حاوی سولفات می‌باشد که معمولاً در فضای حیوانخانه‌ها وجود دارد [۲۶].

همچنین در مطالعه‌ای که به بررسی میزان VOCs در هوای دامپروری و تولید محصولات لبنی پرداخته بود مشخص شد که متانول، دی متیل سولفید و استون+پروپانال در محل نگهداری گاوها و فضولات دام بیشترین مقدار را داشته است. در مطالعه فوق به نظر می‌رسد علت انتشار متانول و دی متیل سولفید از غذای دام باشد و استون نیز ناشی از تخمیر و گوارش گاوها باشد. منشاء ایجاد متانول از کربوهیدرات‌ها و پروتئین‌ها بوده و دی متیل سولفید از متابولیسم آمینو اسید سیستمین و استون از ریه‌های دام در نتیجه سوخت و ساز اسیدهای چرب ایجاد می‌شود [۲۷ و ۲۸].

در راستای کنترل آلاینده‌های هوا، ژنگ و همکاران با کمک روش پلاسما اقدام به کنترل بو در محل نگهداری خوک‌ها نمودند، این محققین با بهره‌گیری از تکنولوژی پلاسما توانستند در هوایی با حضور مقادیر بالای آمونیاک (۵۵ ppm) و سایر گازهای آلی فرار، ۹۵٪ بو را کاهش دهند [۲۷]. علاوه بر این در مطالعه کاوالسکی و همکاران استفاده از روش

هوابرد نشان داد که علیرغم توصیه به استفاده از صافی‌های هپا<sup>۷</sup> و کارایی بالای آن در کنترل آلودگی قفس‌های حیوانات، روشی مقرون به صرفه نبوده و سالانه بیش از ۱۴۲۰۰ دلار هزینه در بردارد. لذا استفاده از صافی‌های با کارایی اسمی ۹۰ و ۸۰ درصد توصیه می‌گردد [۲۳]. در مطالعه دیگری استفاده از روش UVGI<sup>۸</sup> را برای کنترل عوامل میکروبی و ذرات هوابرد حاوی میکروارگانیسم در محل‌های نگهداری حیوانات آزمایشگاهی به عنوان راهکاری مقرون به صرفه و کارایی بیش از ۹۰٪ پیشنهاد شد [۲۴].

در آنالیز کیفی و کمی انجام شده به منظور شناسایی آلاینده‌های موجود در هوای حیوانخانه دانشگاه علوم پزشکی ایران، حضور آلاینده‌های با سمیت بالا همچون هگزان، ۴-متیل-۳-پنتن-۲-وان، هگزا متیل سیکلوتری سیلوکسان، تری کلرو متان و اتیل بنزن با درصد اطمینان قابل قبول شناسایی شد. در فرضیات اولیه مطالعه به نظر می‌رسید میزان غلظت آلاینده‌های آلی فرار بیش از حد استاندارد باشد، با اینحال نتایج حاصل خلاف این مطلب را اثبات نمود. به طوری که غلظت تمام آلاینده‌های آلی فرار در حد ناچیز گزارش شد. از میان آلاینده‌های تشخیص داده شده توسط گازروماتوگراف جرمی، تنها آلاینده‌هایی که قطعیت آنها بیش از ۸۰٪ بوده است مورد بررسی قرار گرفتند و سایر آلاینده‌ها که دارای عدم قطعیت بالا بودند مورد بحث و بررسی قرار نگرفتند (جدول ۳).

لازم به ذکر است بر اساس برخی مطالعات، وجود زایلن در فضای حیوانخانه می‌تواند ریسک‌هایی برای موجودات آزمایشگاهی و نیز کارکنان داشته باشد. در صورتی که تهویه و پالایش هوا در فضای حیوانخانه کافی نباشد، تجمع ترکیباتی نظیر زایلن قابلیت بروز آسیب به پرسنل و موجودات آزمایشگاهی را خواهد داشت [۱۹]. در مطالعه حاضر به دلیل شرایط ساختمان حیوانخانه و تهویه طبیعی مناسب، غلظت هر یک از این آلاینده‌ها در حد مجاز شناسایی شد. با اینحال

<sup>7</sup> HEPA

<sup>8</sup> Ultraviolet Germicidal Irradiation

حیوانات دارد. یکی از مهمترین اهداف فراهم آوردن تهویه مناسب در محیط نگهداری حیوانات صحت داده‌های تحقیقاتی می‌باشد [۳۵]. در مطالعات بسیاری در این زمینه علاوه بر آمونیاک بر اندازه‌گیری غلظت کربن دی اکسید در فضای حیوانخانه‌ها متمرکز شده‌اند [۳۱].

از سوی دیگر با توجه به نتایج حاصل از اندازه‌گیری گاز هیدروژن سولفید تراکم گاز  $H_2S$  در تمام ایستگاه‌های نمونه برداری، و در هر دو بازه زمانی صبح و عصر زیر حد تشخیص و ناچیز گزارش شد. بر اساس فرضیات اولیه مطالعه انتظار می‌رفت میزان  $H_2S$  در فضای حیوانخانه‌های تحقیقاتی کمتر از حد مجاز گزارش شود. مطالعات انجام گرفته در دامپروری‌ها و نگهداری دامهای بزرگ همچون گاو، گوسفند و خوک‌ها در سایر کشورها نشان داده است که میزان  $H_2S$  اندازه‌گیری شده به اندازه حیوان، نوع تغذیه و پاکسازی محل نگهداری دام ارتباط دارد [۳۵]. لازم به ذکر است که میزان غلظت هیدروژن سولفید در مقایسه با گاز آمونیاک و دی اکسید کربن کمتر بوده است. در اندازه‌گیری‌های انجام شده در محل نگهداری خوک‌ها در ایالت ایندیانا به مدت ۳۰ روز پیاپی میزان گاز هیدروژن سولفید بین ۶۵ تا ۵۳۶ ppb گزارش شد [۳۸] و در مطالعه دیگری نیز این مقدار برای همین گونه حیوان حدود ۲۰۰ تا ۳۵۰۰ ppb بدست آمد [۳۹].

نتایج اندازه‌گیری  $CO_2$  در فضای حیوانخانه نشان داد که تراکم این آلاینده زیر حد مجاز است و با در نظر گرفتن میزان نرخ تهویه طبیعی نیز این موضوع منطقی به نظر می‌رسد. بیشترین میزان  $CO_2$  در ایستگاه C اندازه‌گیری شد و در نوبت صبح و عصر حدود ppm ۳۲۷/۴ و ۴۱۰/۲ بود. سالن C (محل پرورش و تولید مثل موجودات آزمایشگاهی) دارای مساحت نسبتاً کوچکتري به سایر اتاق‌ها بود که این مسئله باعث چیدمان قفس‌ها با فاصله‌های کم از یکدیگر شده است. بدیهی است در چنین فضای محدودی، که رفت و آمد محققان و کارشناسان به آن ممنوع بوده است، تنفس تعداد زیاد حیوان آزمایشگاهی منجر به افزایش تراکم

جاذب‌های زغال فعال به عنوان یک روش مناسب برای حذف گازهای آلی فرار یاد شده است که در حذف میکروارگانیزم‌ها توانایی ندارد. با این حال بکارگیری روش به همراه UVGI می‌تواند برای کنترل گازها و میکروارگانیزم‌ها موثر واقع گردد [۲۸].

نتایج اندازه‌گیری آمونیاک نشان داد که غلظت در تمام ایستگاه‌های اندازه‌گیری زیر حد مجاز و آستانه تشخیص بو ( $OTL=5$  ppm) است. همچنین نمونه‌برداری در نزدیکی قفس خرگوش‌ها با غلظت  $1/9$  ppm بیش از مجاورت قفس موش‌ها و رت‌ها بدست آمد. با اینحال این نتایج در مقایسه با حد عمل و آستانه مجاز برای انسان خطرناک نمی‌باشد. نتایج مطالعه حاضر همسو با نتایج تارا و همکاران در سال ۲۰۰۸ می‌باشد که به بررسی آلاینده‌های منتشره از قفس‌های خرگوش‌ها در آزمایشگاه تحقیقاتی پرداخته است. این محققان ۱۰ روز پیاپی آمونیاک را مورد پایش قرار داده و حداکثر غلظت آمونیاک در این محل ppm ۳/۲ در روز هفتم گزارش شد [۳۱].

نکته قابل تأمل این است که آمونیاک و ترکیبات آن، به عنوان عمده‌ترین عامل در ایجاد بوی بد این چنین فضاهایی شناخته شده‌اند. علاوه بر تولید بوی مشتمل کننده و آزار دهنده برای محققان، تحقیقات نشان داده است که بالا رفتن غلظت آمونیاک در فضای قفس حیوانات ( $25$  تا  $250$  ppm) باعث افزایش پنومونی در حیوانات آزمایشگاهی شده است. همچنین رت‌هایی که با میزان ppm ۱۰۰ تا ۲۰۰ آمونیاک مواجهه داشته‌اند دچار تغییرات تنفسی به خصوص در نای و گلو شده‌اند. این مقدار به راحتی ظرف یک هفته در قفس‌هایی که پاکسازی نشده‌اند ایجاد خواهد شد. تولید آمونیاک ارتباط نزدیکی با نرخ رطوبت محیط زندگی حیوانات دارد [۳۲-۳۴]. بکارگیری تهویه مناسب در فضاهای بزرگ (فضای تنفس کارکنان) و کوچک (فضای قفسها) بسیار اهمیت دارد. نتایج مطالعات و تحقیقاتی که در این محیط‌ها انجام می‌گیرد ارتباط نزدیکی با سلامت و پاکی محیط

<sup>9</sup> Odor threshold level

نگرفته‌اند. بر این اساس بکارگیری روش‌های کنترل مهندسی هوا به منظور حذف آلاینده‌های ناشناخته فضای حیوانخانه و نیز ایجاد محیطی سالم‌تر و افزایش رفاه تکنسین‌ها و موجودات آزمایشگاهی توصیه می‌گردد.

### تقدیر و تشکر

این مطالعه حاصل طرح تحقیقاتی مصوب مرکز تحقیقات بهداشت کار دانشگاه علوم پزشکی ایران به شماره ۲۲۵۷۸-۱۳۲-۰۲-۹۲ می‌باشد. در پایان از خانم دکتر نصیری، رئیس حیوانخانه تحقیقاتی دانشگاه علوم پزشکی ایران و آقای مهندس نوری مسئول حیوانخانه که در طول فرآیند انجام این پروژه به نحو شایسته‌ای با گروه تحقیق همکاری نمودند، بسیار سپاسگزاریم.

### منابع

1. Guidelines on odour pollution & its control, May 2008, central pollution control board, Ministry of Environment & Forests, Govt. of India Parivesh Bhawan, East Arjun Nagar, Delhi.
2. Donham KJ, Haglund P, Peterson Y, Rylander R, Belin L. Environmental and health studies of farm workers in Swedish confinement buildings. *British Journal of Industrial Medicine*. 1989; 46: 31-37.
3. National Institutes of Health Ventilation Design Handbook on Animal Research Facilities Using Static Microisolators, VOLUME I, Farhad Memarzadeh, Division of Engineering Services Office of Research Services National Institutes of Health Bethesda, Maryland. 1998.
4. Teelmann K, Weihe WH. microorganism counts and distribution patterns in air conditioned animal laboratories. *Laboratory Animals*. 1974; 8: 109-118.
5. McGinn SM, Janzen HH, Coates T. Atmospheric pollutants and trace gases: atmospheric ammonia, volatile fatty acids, and other odorants near beef feedlots. *J Environ Qual*. 2003;32: 1173-1182.
6. Beeson MF, Dewdney JM, Edwards RG, Lee D, Orr RG. Prevalence and diagnosis of laboratory animal allergy. *Clin Allergy*. 1983; 13: 433-442.
7. Bush RK, Stave GM. Laboratory animal allergy: an update. *ILAR J*. 2003;44:28-51.

دی اکسید کربن می‌گردد. مطالعه اوئم و همکاران در خصوص اندازه‌گیری میزان دی اکسید کربن در فضای حیوانخانه تحقیقاتی میانگین این گاز را حدود ppm ۵۱۷ نشان داد [۴۰]. همچنین نتایج مطالعات سیلورمن و همکاران در خصوص بررسی قفس نگهداری موش مجهز به سامانه تهویه موضعی (IVCs) نشان داد استفاده از این سامانه در کنترل آلودگی محیط حیوانخانه موثر است و اندازه‌گیری ۹ روز پیاپی دی اکسید کربن داخل قفس از ppm ۳۰۰۰ و آمونیاک از ppm ۳/۲ تجاوز نکرد [۴۱]. علاوه بر این برای دستیابی به شرایط مطلوب در حیوانخانه‌ها HSE-UK بهره‌گیری از سامانه‌های تهویه موضعی در هر قفس را از الزامات و تسهیلات آزمایشگاهی می‌داند [۴۲].

تأسیس بسیاری از حیوانخانه‌های تحقیقاتی در مناطق مسکونی و ایجاد بوی آزار دهنده برای همسایگان همواره به عنوان یک چالش در مراکز تحقیقاتی به شمار می‌رود. مطالعه حاضر با رویکرد کنترل آلاینده‌های بد بو منتشره از حیوانخانه‌های تحقیقاتی، اقدام به اندازه‌گیری آلاینده‌های آلی فرار، گرد و غبار کل، آمونیاک، دی اکسید کربن و هیدروژن سولفید نمود. علی‌رغم اینکه نتایج بدست آمده از مطالعه کنونی سطح آلاینده‌ها و ریسک مواجهه با مواد سمی را کمتر از حدود مجاز مواجهه شغلی توصیف می‌کند با این حال، به دلیل محدودیت روش‌های نمونه برداری و دستگاه‌های شناسایی در خصوص تمامی آلاینده‌های حاضر به طور همزمان، بدون مطالعات تکمیلی نمی‌توان حضور در حیوانخانه را کاملاً بی‌خطر خواند. با توجه به ماهیت حیوانخانه و حضور موجودات زنده، به نظر می‌رسد استفاده از روش‌های نمونه برداری که قابلیت جذب و شناسایی آمین‌ها، اوره، سایر مواد آلی و متابولیت‌های آن‌ها را داشته باشد مناسب است. لذا نمی‌توان با اطمینان گفت که هوای حیوانخانه برای حضور کارکنان در آن بی‌خطر است، چراکه ممکن است آلاینده‌های سمی در آن حضور داشته باشند که مورد شناسایی قرار

<sup>1</sup> Individually ventilated cages

- Observed at Chebogue Pt, Nova Scotia, Journal of Geophysical Research-Atmospheres. 2007;112 (10).
20. Veenhuizen MA, Bundy DS. Development and Evaluation of Atmospheric Dust Removal System. ASAE Paper No Mc 90-111. ASAE St. Joseph Michigan; 1990.
21. Licht LA, Miner JR. A Scrubber to Reduce Livestock Confinement Odors. Trans, of ASAE. 1979;22(5): 1152-1156.
22. Hartung J. Dust in Livestock Building as Carrier of Odors. In Odor Prevention and Control of Organic Sludge and Livestock Farming eds. V.C. Nelson, J.H. Voorburg and P.L'Hermite London, England. 1986;321-332.
23. Kowalski WJ. Technologies for controlling respiratory disease transmission in indoor environments: theoretical performance and economics. M.S. thesis. The Pennsylvania State University; 1997.
24. Kowalski, W. J. Design and optimization of UVGI air disinfection systems. Ph.D. thesis. The Pennsylvania State University; 2001.
25. Panjeali Z, Rezaee F, Yarahmadi R, Esrafil A, Rashidi M. Airborne contaminants evaluation of central animal housing. National Industrial Ventilation & Hygiene Conference. 4<sup>th</sup>. 2014.
26. Jacobson L, Hetchler B, Schmidt D, Nicolai R, Heber A, Ni J, et al. Quality Assured Measurements of Animal Building Emissions: Odor Concentrations, Journal of the Air & Waste Management Association. 2008;58(6):806-811.
27. Zhang R, Yin Y, Yamamoto T, Bundy D. Control of ammonia and odors in animal houses by a ferroelectric plasma reactor. Conference Paper. November 1994. Conference: Industry Applications Society Annual Meeting. 1994, Conference Record of the 1994 IEEE.
28. Allen G, Coe H, Clarke A, Bretherton C, Wood R, Abel SJ, et al. Southeast Pacific Atmospheric Composition and Variability Sampled along 20° S during VOCALS-REx. Atmospheric Chemistry and Physics. 2011;11(11):5237-5262.
29. Kowalski W, Bahnfleth W, Carey D. Engineering Control of Airborne Disease Transmission in Animal Laboratories. American Association for Laboratory Animal Science. 2002;41(3): 9-11.
30. Williams J, Yi Wang N, Cicerone R, Yagi K, Kurihara M, Terada F. Atmospheric methyl halides and dimethylsulfide from cattle. Global Biogeochem Cyc. 1999;13(2): 485-91.
31. Ooms T, Artwohl J, Conroy L, Schoonover T, Wood RA. Laboratory animal allergens. ILAR J; 2001, 42:12-16.
9. Hobbs PJ, Misselbrook TH, Pain BF. Characterization of odorous compounds and emissions from slurries produced from weaner pigs fed dried feed and liquid diets. J Sci Food Agric. 1997;73: 437-445.
10. McGinn SM, Janzen HH, Coates T. Atmospheric pollutants and trace gases: atmospheric ammonia, volatile fatty acids, and other odorants near beef feedlots. J Environ Qual. 2003;32:1173-1182.
11. Ooms T, Artwohl J, Conroy L, Schoonover T, Fortman J. Concentration and Emission of Airborne Contaminants in a Laboratory Animal Facility Housing Rabbits, J Am Assoc Lab Anim Sci. 2008;47(2): 39-48.
12. Capes G, Murphy J, Reeves CE, McQuaid JB, Hamilton JF, Hopkins JR, et al. Secondary Organic Aerosol from Biogenic VOCs over West Africa During AMMA. Atmospheric Chemistry and Physics. 2009;9(12): 3841-3850.
13. Gordon S, Tee RD, Nieuwenhuijsen MJ, Lowson D, Harris J, AJ. NT. Measurement of airborne rat urinary allergen in an epidemiological study. Clin Exp Allergy. 1994; 24: 1070-7.
14. Eggleston PA, Newill CA, Ansari AA, Pustelnik A, Lou S-R, Evans III R, et al. Task-related variation in airborne concentrations of laboratory animal allergens: Studies with Rat n I. J Allergy Clin Immunol. 1989;84: 347-52.
15. Turner WA, McKnight FT, Jones RB, Barth JM, Paigen BJ, Ohman JL, et al. Air quality evaluations of animal room facilities utilized for the production of laboratory mice. ASHRAE Trans. 1993;98: 262-71.
16. Ohman L, Hagberg K, MacDonald R, Jones Jr R, Paigen B, JB K. Distribution of airborne mouse allergen in a major mouse breeding facility. J Allergy Clin Immunol. 1994; 94: 810-7.
17. Hollander A, Heeder D, Doekes G, H. K. Determinants of airborne rat and mouse urinary allergen exposure. Scand J Work Environ Health. 1998;24: 228-35.
18. Baias R, Cristina R. Microbiological and environmental factors survey in two laboratory animal facilities from Western Romania. African Journal of Microbiology Research. 2013;7(15): 1428-1433.
19. Holzinger R, Millet DB, Williams B, Lee A, Kreisberg N, Hering SV, et al. Goldstein, Emission, Oxidation, and Secondary Organic Aerosol Formation of Volatile Organic Compounds as

Ajd F. Concentration and Emission of Airborne Contaminants in a Laboratory Animal Facility Housing Rabbits. *J Am Assoc Lab Anim Sci*. 2008; 47(2): 39-48.

32. Broderson JR, Lindsey JR, JE C. The role of environmental ammonia in respiratory mycoplasmosis of rats. *Am J Pathol*. 1976;85: 115-30.

33. Gamble MR, Clough G. Ammonia build-up in animal boxes and its effect on rat tracheal epithelium. *Lab Anim*. 1976;10: 93-104.

34. Memarzadeh F. National Institutes of Health Ventilation Design Handbook on Animal Research Facilities Using Static Microisolators. Division of Engineering Services Office of Research Services National Institutes of Health, Bethesda; 1998: Vol I.

35. Jacobson L, Bicudo J, Schmidt D, Wood-Gay S, Gates R, Hoff S. Air Emissions From Animal Production Buildings, ISAH, Mexico. 2003.

36. Arogo J, Zhang RH, Riskowski GL, Day DL. Hydrogen sulfide production from stored liquid swine manure: a laboratory study. *Transactions of the ASAE*. 2000;43:1241-5.

37. Schiffman SS, Bennett JL, Raymer JH. Quantification of odors and odorants from swine operations in North Carolina. *Agricultural and Forest Meteorology*. 2001;108: 213-40.

38. Ni J, Robarge W, Xiao C. Volatile organic compounds at swine facilities: A critical review. *Heber A J Chemosphere*. 2012; 89:769-88.

39. Zhu J, Jacobson LD, Schmidt DR, Nicolai R. Daily variations in odor and gas emissions from animal facilities. *ASAE Applied Engineering in Agriculture*. 2000;16: 153-8.

40. Clark PC, McQuitty JB. Air quality in six Alberta commercial free-stall dairy barns. *Canadian Engineering Agriculture*. 1987;29: 77-80.

41. Silverman J, Bays D, Cooper S, Baker S. Ammonia and Carbon Dioxide Concentrations in Disposable and Reusable Ventilated Mouse Cages. 2008;48(2): 57-62.

42. Control of laboratory animal allergy. Guidance Notes EH76. Health and Safety Executive (HSE). available online at: [www.hse.gov.uk/pubns/eh76.pdf].

## Airborne contaminants evaluation of central animal housing of Iran University of Medical Sciences

Rasoul Yarahmadi<sup>1</sup>, Ali Esrafil<sup>2</sup>, Zahra Panjali<sup>3</sup>, Mitra Rashidi<sup>4</sup>, Maryam Borhani Jebeli<sup>5</sup>,  
Arash Salahshour<sup>6</sup>

Received: 2015/08/08

Revised: 2015/11/16

Accepted: 2015/12/18

### Abstract

**Background and aims:** Survey of the particulates, biological molecules and other harmful materials which enter into earth's atmosphere as airborne agents is one of research interest of health sciences. Animal housing laboratories for producing malodor especially near residential, educational and official areas can cause neighbors complainant. In order to overcome this challenge qualitative and quantitative evaluation of airborne contaminants of Iran University of Medical Sciences animal housing had been done.

**Methods:** In order to sampling and evaluation of the airborne contaminants in the animal housing the ASTM D3686-95 (for VOCs), ASTM D 4490-90 (for NH<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub> and, H<sub>2</sub>S) and, NIOSH 0500 (for total dusts) standard methods had been used. According to the survey goals apparatus and equipment were prepared and calibrated.

**Results:** According to the results, the unspecified mixed dusts need controlling measures and, also showed the presence of the toxic substances like xylene and ethyl benzene, 1, 2, 3-trimethyl Benzene. However, the analyses of these show trace concentration of mixture exposure in the air. High number of animals in the small areas and large animal such as rabbits are responsible for more ammonia production.

**Conclusion:** More frequently passing through the salons and geographical condition of the building and also natural ventilation of the laboratory all are good methods reducing the concentration of pollutions. In the other hand long times presence of employees in the laboratory could cause reduce sensitively. Nevertheless, in order to increase employees and researcher welfare the implementation of general ventilation is recommended

**Keywords:** Animal housing laboratory, Ammonia, VOCs, Carbone dioxid, H<sub>2</sub>S.

1. Department of Occupational Health, Research Center for Occupational Health, School of Public Health, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

2. Department of Environmental Health, School of Public Health, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

3. (Corresponding author) MSc Occupational Health, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran. z-panjali@alumnus.tums.ac.ir

4. MSc Occupational Health, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

5. MSC Occupational Health, School of Public Health, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

6. MSc Occupational Health, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.