فصلنامه علمی تخصصی طب کار
دوره چهارم/ شماره سوم/ پاییز ۹۱/ صفحات۹-۱

ارزیابی مواجهه شغلی پرسنل اتاق عمل با گاز هوشبر ایزوفلوران

محمدجواد زارع سخویدی[۱]، ابوالفضل برخورداری[۱]، مریم صالحی[۲*]، شکوفه بهداد[۳]، محمدحسین فلاح‌زاده[٤]

۱. عضو هیأت علمی گروه بهداشت حرفه‌ای، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی و درمانی شهید صدوقی یزد
۲. کارشناس ارشد بهداشت حرفه‌ای، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی و درمانی شهید صدوقی یزد
۳. عضو هیأت علمی گروه بیهوشی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی و درمانی شهید صدوقی یزد
٤. عضو هیأت علمی گروه آمار و اپیدمیولوژی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی و درمانی شهید صدوقی یزد

تاریخ دریافت: ۹۱/۰۳/۰۷ تاریخ پذیرش: ۹۱/۰٦/۲٦

چکیده

مقدمه: پرسنل اتاق عمل به صورت اجتناب ناپذیری در معرض استنشاق گازهای هوشبر از جمله ایزوفلوران هستند. تماس مزمن با این ترکیبات خطر سقط جنین خودبخودی و ناهنجاری‌های مادرزادی را افزایش می‌دهد. در این پژوهش میزان تماس با گاز ایزوفلوران در هوای اتاق عمل و منطقه تنفسی پرسنل اتاق عمل تعیین گردید.

روش بررسی: در یک مطالعه توصیفی تحلیلی مقطعی غلظت ایزوفلوران در نواحی دور و نزدیک در اتاق عمل گوش و حلق و بینی بیمارستان شهید صدوقی یزد با روش OSHA103 و با استفاده از ذغال فعال نمونه‌برداری و با استفاده از دستگاه گاز کروماتوگرافی با دتکتور یونیزاسیون شعله‌ای(GC/FID) تجزیه و تحلیل شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که میانگین غلظت گاز ایزوفلوران حاصل از نمونه‌های گرفته شده $٤/٠٦\pm٤/٠٧mg/m^3$، حداکثر آن $١٩/٥٩٧mg/m^3$ و حداقل آن $٠/١٢٢mg/m^3$ است. میزان آلودگی در محیط تنفسی پرسنل اتاق عمل در ٤٧/٩٪ از نمونه‌های گرفته شده در ناحیه نزدیک، ۳۳/۳٪ در ناحیه دور و ٤٠/٦٪ از کل نمونه‌های گرفته شده، بالاتر از غلظت مجاز پیشنهادی انستیتو ملی ایمنی و بهداشت حرفه‌ای آمریکا بود. گرچه از نظر آماری بین غلظت اندازه‌گیری شده در ناحیه دور و نزدیک، نتایج تفاوت معنی‌داری نشان نداد.

نتیجه‌گیری: میزان آلودگی با گاز هوشبر ایزوفلوران در اتاق عمل مورد مطالعه بالا می‌باشد از طرفی نرخ تولید آلودگی نشان داد که نرخ تولیدآلاینده در روزهای مختلف با توجه به نوع جراحی می‌تواند تا ۱۷ برابر متفاوت باشد. بنابراین اقدامات کنترلی از جمله تعبیه سیستم تهویه هوا و پاکسازی مناسب و استاندارد در اتاق و پایش دوره‌ای عملکرد آنها ضروری است.

کلید واژه‌ها: ایزوفلوران، اتاق عمل، نمونه‌برداری هوا، ارزیابی تماس

*نویسنده مسؤول: آدرس پستی: یزد، بلوار دانشجو، دانشکده بهداشت، تلفن: ٠٣٥١-٦٢٤٠٦٩١، پست الکترونیکی: msalehi892@gmail.com

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-09-07]

مقدمه

ارزیابی میزان تماس افراد جامعه و به ویژه نیروهای کاری با عوامل زیان‌آور شغلی یکی از وظایف اصلی متخصصین بهداشت حرفه‌ای می‌باشد(۱). در این میان ارزیابی تماس استنشاقی به جهت ماهیت آلاینده‌هایی که کارگران با آنها در تماس می‌باشند و توجه به این نکته که عمده‌ترین راه تماس در محیط‌های شغلی، تنفس می‌باشد از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است(۲).

هوشبرهای استنشاقی مایعات تبخیر شونده و غیرقابل اشتعالی هستند که بیش از صد سال است در مراکز درمانی استفاده می‌شوند این داروها به صورت مایع هستند و توسط تبخیرکننده‌ها به صورت گاز به بیمار تجویز می‌شوند. سووفلوران، هالوتان و ایزوفلوران شایع‌ترین این مواد بوده که امروزه به طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرند. تماس استنشاقی شغلی با این مواد هنگامی که داروی هوشبر در اتاق‌های عمل، مطب‌های دندانپزشکی و مراکز دامپزشکی مصرف می‌شود اتفاق می‌افتد(۳).

در سال ۱۹۷۷ تعداد افرادی که به طور بالقوه در معرض تماس با گازهای هوشبر بوده‌اند ۲۱۵۰۰۰ نفر تخمین زده شده است(٤).

بدیهی است اگر افزایش مراکز و خدمات مراقبت بهداشتی بعد از سال ۱۹۷۷ در نظر گرفته شود این رقم احتمالاً امروزه بسیار بالاتر خواهد بود. در میان علل آلودگی هوای اتاق‌های عمل با گازهای هوشبر می‌توان به مواردی مانند نشت گاز از ماشین بیهوشی، نبود سیستم پاکسازی مواد زائد (Scavenging)، روش‌های بیهوشی رایج، ریختن ماده هوشبر، بازدم بیماران و عدم هدایت گازهای زائد بیهوشی به خارج از اتاق عمل اشاره نمود(٤,٥).

ایزوفلوران یکی از معمول‌ترین مواد بیهوشی‌آور استنشاقی بوده که در سال ۱۹۸۰ برای مصارف بالینی عرضه گردید. این هوشبر با دیس ریتمی قلبی همراه نیست و نسبت به هالوتان و انفلوران کمتر تحت متابولیسم قرار می‌گیرد، بنابراین در مواردی جایگزین هالوتان گردیده است(٦).

شواهد به دست آمده از مطالعات حیوانی و انسانی نشان می‌دهد که تماس مزمن با گازهای هوشبر از جمله ایزوفلوران، خطر سقط جنین خودبخودی و ناهنجاری‌های مادرزادی را افزایش می‌دهد(۷،۸). خطر هپاتیت و بیماری‌های کلیه نیز در بین کارکنانی که با این ماده تماس دارند افزایش یافته است. اثر بر روی سیستم اعصاب مرکزی به علت تماس مزمن با گازهای هوشبر و به دنبال آن سردرد، خستگی، حالت تهوع و استفراغ، خواب‌آلودگی، سرگیجه، تحریک و قرمزی چشم‌ها، تحریک دهان و گلو و تحریک راه‌های تنفسی دیده شده است(۷،۸). انستیتو ملی ایمنی و بهداشت حرفه‌ای آمریکا(NIOSH) توصیه کرده که غلظت‌های در معرض با گازهای هوشبر هالوژنه مانند ایزوفلوران هنگامی که به تنهایی به کار می‌روند از ۲ppmv تجاوز نکند. در مواردی که گاز هوشبر همراه با نیتروس اکساید مورد استفاده قرار می‌گیرد نیز NIOSH میزان ۰/۵ppmv را توصیه کرده است(٤).

در مطالعه‌ای که Koda و همکارانش در سال ۱۹۹۷ به منظور تعیین میزان آلودگی گازهای بیهوشی از جمله ایزوفلوران انجام دادند میانگین غلظت گاز ایزوفلوران ۱۵-۳۰mg/m^3 بدست آمد(۹). مطالعه Hoerauf و همکارانش در اتاق عمل بخش چشم نشان داد که بسته به مکان نمونه‌برداری، غلظت ایزوفلوران می‌تواند تا ۱۰۰۰ برابر متفاوت باشد(۱۰).

با توجه به اینکه در بیمارستان‌های ایران به وفور از ماده هوشبر ایزوفلوران استفاده می‌گردد و تماس با آن ممکن است سلامت پرسنل اتاق عمل را تهدید کند، پایش میزان تماس با این آلاینده‌ها به منظور ارزیابی خطرات و مشکلات بالقوه که در اثر مواجهه ایجاد می‌شوند اهمیت ویژه‌ای یافته است. بر این اساس مطالعه حاضر با هدف بررسی میزان تراکم گاز هوشبر ایزوفلوران

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-09-07]

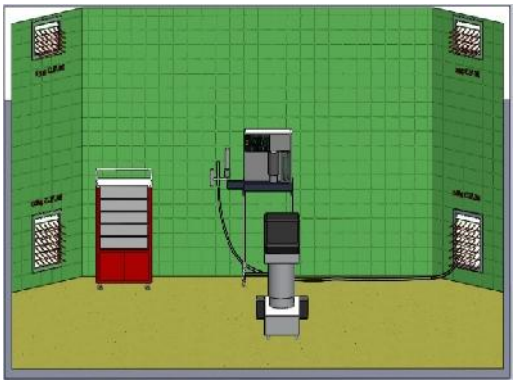
در اتاق عمل گوش، حلق و بینی بیمارستان شهید صدوقی یزد و همچنین بررسی تغییرات درونی در داده‌های تماسی کارکنان و فاکتورهای موثر بر آن در پاییز ۱۳۹۰ انجام گرفته است. در این پژوهش تاثیر مفهوم ناحیه دور و نزدیک بر روی میزان تماس مورد بررسی قرار گرفته است. علاوه بر این پراکندگی داده‌های تماس در شرایط مختلف آزمایش گردیده‌اند.

روش بررسی

این مطالعه یک مطالعه توصیفی-تحلیلی مقطعی است که جهت ارزیابی تماس تنفسی و تعیین میزان مواجهه پرسنل با گاز هوشبر ایزوفلوران و همچنین بررسی تغییرات درونی در داده‌های تماسی کارکنان در اتاق عمل گوش، حلق و بینی بیمارستان شهید صدوقی یزد صورت پذیرفته است. نمونه‌برداری و تجزیه با استفاده از روش استاندارد OSHA103 در نمونه‌برداری ترکیبات بیهوشی‌آور (استفاده از لوله‌های زغال فعال و پمپ نمونه‌برداری فردی و آنالیز به کمک روش گاز کروماتوگرافی- دتکتور یونیزاسیون شعله) انجام گردید(۱۱).

تمام نمونه برداری‌ها با استفاده از پمپ نمونه‌برداری جیبی (Pocket Pump)، مدل-1002TX 210 ساخت شرکت SKC کشور انگلستان، با دبی ۲۰۰ میلی لیتر بر دقیقه انجام گردید. از فلومتر حباب صابون جهت کالیبراسیون پمپ‌های نمونه‌برداری استفاده شد. نمونه‌های هوا با استفاده از لوله‌های ذغال فعال ۱۵۰ میلی‌گرمی (۱۰۰ میلی‌گرم در بخش جلو و ۵۰ میلی‌گرم در بخش عقب) ساخت شرکت SKC انگلستان اخذ گردید. نمونه‌ها از منطقه تنفسی افراد نزدیک به تخت بیمار (ناحیه نزدیک) و از منطقه تنفسی افراد دورتر (ناحیه دور) گرفته شد. ناحیه نزدیک به ناحیه‌ای اطلاق می‌شود که منبع آلودگی و منطقه تنفسی شخص را در بر می‌گیرد و بقیه اتاق ناحیه دور نام دارد(۱۲). برای بررسی تغییرات زمانی غلظت در اتاق عمل، در زمان‌های نیم ساعت قبل از شروع عمل(بررسی غلظت آلودگی زمینه) و نمونه‌های بعدی در دقایق ۳۰-۰ دقیقه، ۶۰-۳۰ دقیقه، ۹۰-۶۰ دقیقه، ۱۲۰-۹۰ دقیقه، ۱۵۰-۱۲۰ دقیقه و ۱۸۰-۱۵۰ دقیقه بعد از شروع عمل به طور همزمان هم در ناحیه دور و هم در ناحیه نزدیک، در اتاق عمل گوش، حلق و بینی یکی از بیمارستان‌های کشور به مدت ده روز و در مجموع ۹۶ نمونه گرفته شد. برای بررسی تغییرات غلظت در نواحی دور و نزدیک نیز، تمام نمونه‌برداری‌های زمانی، در دو ناحیه دور و نزدیک بر اساس محاسبات مربوط به حجم هر کدام از نواحی انجام می‌گردد (در هر ناحیه ۳ نمونه اخذ خواهد شد). تمام اندازه‌گیری‌ها در ۳ دوره مختلف انجام شد، بنابراین تعداد کل نمونه مورد نیاز ۹۶ نمونه محاسبه گردید.

شکل ۱ طرح شماتیک مکان قرارگیری تجهیزات اتاق عمل، دریچه‌های سیستم تهویه و نمونه‌گیری در اتاق عمل مورد مطالعه را نشان داده است.



شکل ۱: طرح شماتیک مکان قرار گیری تجهیزات اتاق عمل، دریچه‌های سیستم تهویه و نمونه گیری در اتاق عمل مورد مطالعه

در این اتاق تعداد چهار هواساز بالای تخت بیمار و چهار هواکش در یک سمت دیوار اتاق عمل (دو هواکش در بالا و دو هواکش در پایین) قرار دارد که لوله اگزوز ماشین بیهوشی درون یکی از هواکش‌های پایینی قرار دارد. ابعاد هواکش‌های بالایی بزرگ‌تر از هواکش‌های پایینی است. لازم به ذکر است تمام نمونه‌ها از یک اتاق عمل و یک بیمارستان گرفته شد.

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-09-07]

پس از اتمام نمونه‌برداری، دو طرف لوله‌های ذغال فعال با در پوش پوشانده شد و پس از برچسب‌گذاری و انتقال به آزمایشگاه در همان روز با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی گازی مدل 3600 Varian همراه با ستون 10%OV-101 CWHP 80/100 (2m×1.8"ss) تجزیه گردید.

برای بازیافت نمونه‌ها، بر اساس دستورالعمل پیشنهاد شده توسط OSHA، از ۰/۵ میلی لیتر دی‌سولفیدکربن (Merck, 99.5%) استفاده گردید. از سطح زیر پیک جهت تعیین مقدار آلاینده استفاده گردید. دمای محل تزریق کروماتوگرافی گازی در این پژوهش ۱۸۰ درجه سانتیگراد و دمای دتکتور یونیزاسیون شعله ۱۸۰ درجه سانتیگراد تعیین گردید. فلوی گاز حامل(نیتروژن) در این مطالعه ۱ میلی لیتر بر دقیقه در نظر گرفته شد. بر اساس این شرایط، زمان ماند ایزوفلوران ۱/۰۷ دقیقه برآورد گردید.

جهت تعیین مقدار کمی ایزوفلوران، منحنی کالیبراسیون ایزوفلوران در دی‌سولفیدکربن در دامنه غلظتی ۱ تا ۲۰۰ میکروگرم بر میلی لیتر تهیه گردید. از منحنی کالیبراسیون به دست آمده با این شیوه جهت تعیین مقدار آنالیت استفاده گردید. همزمان با نمونه‌برداری، پارامترهای دما و رطوبت نسبی نیز اندازه‌گیری و ثبت گردیدند. در نهایت آنالیز داده‌ها توسط نرم افزار SPSS نسخه ۱٦ و آزمون‌های آماری t-test، همبستگی پیرسون، آنالیز واریانس و مقایسه چندگانه توکی انجام گردید. توزیع آماری داده‌ها از لحاظ نرمال بودن در ابتدای آنالیز با استفاده از تست Shapiro-Wilkins مورد بررسی قرار گرفت.

یافته‌ها

دراین مطالعه تعداد ٤٨ نمونه در ناحیه نزدیک و ٤٨ نمونه در ناحیه دور و در مجموع ۹٦ نمونه از هوای اتاق عمل گرفته شد. میانگین درجه حرارت در اتاق عمل در ساعت‌های مختلف نمونه‌برداری ۲۷ درجه سانتیگراد و حداقل و حداکثر آن ۲۷/۹–۲۵ درجه سانتیگراد، میانگین رطوبت نسبی ۳٤/٥٤ درصد و حداقل و حداکثر آن ۳۵/٤–۳۳/۱ درصد بوده است. میانگین غلظت گاز ایزوفلوران حاصل از نمونه‌های گرفته شده $٤/٠٦\pm٤/٠٧ mg/m^3$، حداکثر آن $١٩/٥٩٧ mg/m^3$ و حداقل آن $٠/١٢٢ mg/m^3$ بوده است. آمارهای توصیفی غلظت در نواحی دور و نزدیک و غلظت کل بر حسب mg/m^3 در تمام روزها در جدول ۱ و ۲ نشان داده شده است.

نتایج نشان داد که در ٤٧/٩ درصد از نمونه‌های گرفته شده در ناحیه نزدیک، ۳۳/۳ درصد از نمونه‌های ناحیه دور و ٤٠/٦ درصد از کل نمونه‌های گرفته شده، میزان آلودگی در محیط تنفسی پرسنل اتاق عمل بالاتر از غلظت مجاز پیشنهادی NIOSH ($٣/٧٧ mg/m^3$یا ۰/۵ ppmv) بوده است. هر چند بررسی نتایج توسط آزمون آماری t-test نشان داد که بین میانگین کل (میانگین حسابی غلظت ناحیه نزدیک و ناحیه دور) غلظت آلودگی با گاز ایزوفلوران و غلظت پیشنهادی NIOSH اختلاف معنی‌دار آماری وجود ندارد(Pvalue>۰/۰۵). نمودار۱، نمودار Box Plot غلظت در نواحی دور و نزدیک را نشان داده است.

همانگونه که مشاهده می‌شود غلظت در ناحیه نزدیک بیشتر از غلظت در نواحی دور می‌باشد. اما میانگین غلظت ناحیه نزدیک و ناحیه دور با آزمون t-test بررسی شد ولی تفاوت آماری بین این دو غلظت مشاهده نگردید(Pvalue>۰/۰۵). نتایج نشان داد بین میانگین غلظت آلودگی با گاز ایزوفلوران در ناحیه نزدیک و نیز ناحیه دور با غلظت مجاز پیشنهادی NIOSH اختلاف معنی‌دار آماری وجود ندارد(Pvalue>۰/۰۵).

نتایج آزمون همبستگی پیرسون برای بررسی همبستگی بین غلظت ناحیه نزدیک و غلظت ناحیه دور نشان داد که بین غلظت ناحیه نزدیک و غلظت ناحیه دور با ضریب همبستگی ۰/۸۳ و Pvalue<۰/۰۵ ارتباط مستقیم و خطی وجود دارد.

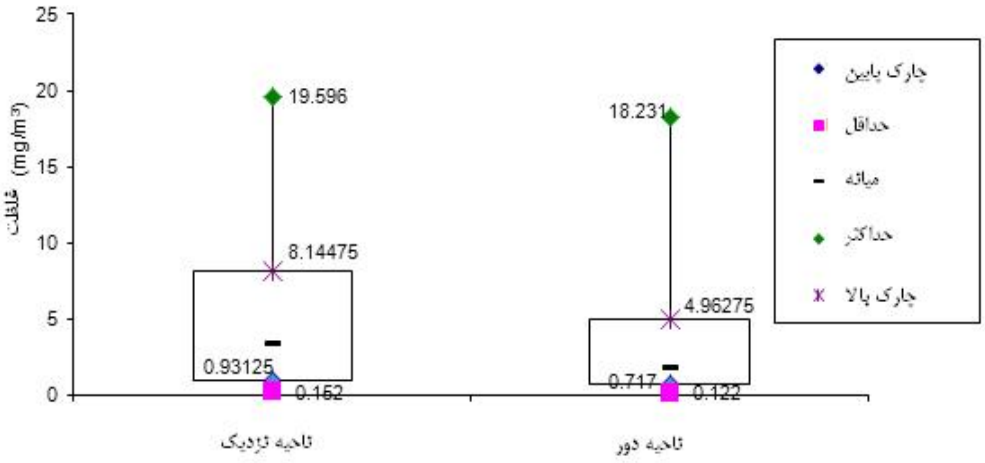
[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-09-07]

برای نواحی دور و نزدیک ضریب تغییرات دو ناحیه محاسبه شد ضریب تغییرات ناحیه نزدیک ۹۳/۳۶ درصد و ضریب تغییرات ناحیه دور ۱۰۷/۸۲ درصد بدست آمد.

آمارهای توصیفی غلظت در نواحی دور و نزدیک در روزهای مختلف و در عمل‌های جراحی گوناگون در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول۱: آماره‌های توصیفی غلظت کل بر حسب mg/m^3 بر حسب نوع جراحی

روز	نوع عمل	میانگین	انحراف معیار	حداکثر	حداقل
اول	تومور فک فوقانی	۵۶۱/۰	۰/۱۸۹	۰/۸۷۳	۰/۳۴۰
دوم	مجرای اشکی(Dacryo-cysto-rhinostomy(DCR))	۴۰۱/۲	۸۲۹/۲	۱۸۵/۹	۱۲۲/۰
سوم	گوش	۳۶۱/۳	۳۶۸/۳	۳۳۱/۹	۶۴۹/۰
چهارم	گوش	۴۰۶/۱	۹۰۳/۰	۲۲۶/۳	۳۳۷/۰
پنجم	پولیپ بینی	۳۸/۳	۲۶۸/۳	۲۶۱/۸	۷۱/۰
ششم	اندوسکوپی	۵۳۴/۳	۴۷۶/۱	۷۰۹/۴	۴۰۷/۰
هفتم	گوش	۷۶۹/۶	۴۸۹/۵	۲۶۲/۱۴	۳۴۸/۰
هشتم	اندوسکوپی	۳۹۲/۵	۹۳/۲	۳۸۴/۸	۷۱۲/۰
نهم	تیغه بینی	۷۳۲/۹	۱۳۷/۸	۵۹۷/۱۹	۷۲۴/۰
دهم	گوش	۴۲۵/۵	۹۸۳/۳	۶۵۲/۱۲	۳۲۶/۰



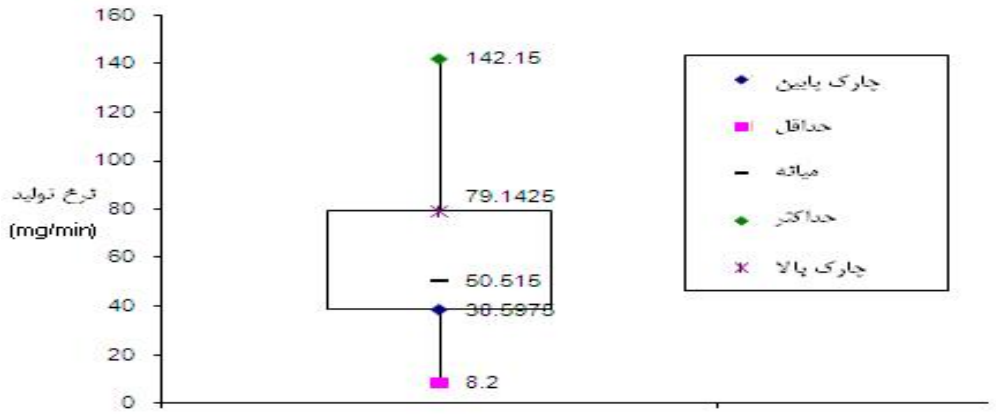
نمودار۱: Box Plot غلظت در نواحی دور و نزدیک

همانگونه که در جدول ۲ مشاهده می‌شود بیشترین مقدار آلودگی هم در ناحیه دور و هم در ناحیه نزدیک مربوط به عمل تیغه بینی در روز نهم بوده است و کم‌ترین آن مربوط به روز اول و عمل تومور فک فوقانی بود. برای تعیین فاکتورهای موثر در تغییرات ایجاد شده در غلظت، نرخ تولید آلودگی و فاکتورهای موثر بر آن در زمان‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفت. در ابتدا دفعات تعویض هوای اتاق عمل بر اساس مستندات موجود تعیین و حجم اتاق ۱۱۴ مترمکعب تعیین گردید. بر این اساس نرخ تعویض هوای اتاق ۷/۵ دفعه تعیین گردید. نتایج نشان داد که نرخ تولید آلودگی در روزهای مختلف در جراحی‌های مرتبط با ENT می‌تواند تا ۱۷ برابر در شرایط مختلف متفاوت باشد. نمودار۲، نمودار تغییرات نرخ تولید آلودگی در روزهای مختلف را نشان داده است.

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-09-07]

جدول۲: آماره‌های توصیفی غلظت در نواحی دور و نزدیک بر حسب mg/m^3 بر حسب نوع جراحی

روز	نوع عمل	ناحیه	میانگین	انحراف معیار	حداکثر	حداقل
اول	تومور فک فوقانی	نزدیک	۰/۵۷۵	۰/۰۸	۰/۶۵۵	۰/۴۹۵
		دور	۰/۵۴۵	۰/۲۸۶	۰/۸۷۳	۰/۳۴۰
دوم	مجرای اشکی	نزدیک	۲/۶۴۶	۳/۰۸	۹/۱۸۵	۰/۱۵۲
		دور	۲/۱۵۷	۲/۷۸	۸/۳۴۲	۰/۱۲۲
سوم	گوش	نزدیک	۴/۳۵۹	۳/۲۶۲	۹/۳۳	۱/۴۰۵
		دور	۲/۳۶۴	۳/۵۲۲	۸/۶۵۳	۰/۶۶
چهارم	گوش	نزدیک	۱/۷۲۲	۱/۰۲۱	۳/۲۲۵	۰/۸۷۵
		دور	۱/۰۹	۰/۷۳۸	۲/۳۰۸	۰/۳۳۶
پنجم	پولیپ بینی	نزدیک	۳/۷۳۲	۳/۹۷	۸/۲۶۱	۰/۸۵۷
		دور	۳/۰۳	۳/۲۵۲	۶/۷۴۷	۰/۷۱
ششم	اندوسکوپی	نزدیک	۳/۷۵۲	۱/۵۸۷	۴/۷۰۸	۰/۵۷۷
		دور	۳/۳۱۶	۱/۴۷	۴/۴۸۲	۰/۴۰۷
هفتم	گوش	نزدیک	۷/۰۶۳	۶/۱۳۹	۱۴/۲۶۱	۰/۴۷۸
		دور	۶/۴۷۶	۵/۶۹	۱۳/۳۵۶	۰/۳۴۸
هشتم	اندوسکوپی	نزدیک	۵/۹۹۷	۳/۳۳۳	۸/۳۸۳	۰/۷۹۳
		دور	۴/۷۸۷	۲/۵۷۴	۸/۱۹۲	۰/۷۱۱
نهم	تیغه بینی	نزدیک	۱۰/۴۱۵	۹/۳۲۶	۱۹/۵۹۶	۰/۹۵
		دور	۹/۰۴۹	۸/۷۸۴	۱۸/۲۳۱	۰/۷۲۴
دهم	گوش	نزدیک	۷/۶۵۲	۴/۴۹۱	۱۲/۶۵۲	۰/۶۵۲
		دور	۳/۱۹۷	۱/۷۶۸	۵/۱۸۴	۰/۳۲۵



نمودار۲: Box Plot نرخ تولید ایزوفلوران در دوره زمانی ۱۰ روزه برای جراحی‌های انجام شده در بخش گوش، حلق و بینی

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-09-07]

بحث

نتایج این مطالعه نشان داد که آلودگی با گاز هوشبر ایزوفلوران یکی از آلودگی‌های شایع در اتاق عمل مورد مطالعه می‌باشد. بررسی دفعات تعویض هوا نشان داد که تعداد دفعات محاسبه شده برای اتاق مذکور پایین‌تر از مقدار توصیه شده توسط انستیتو معماران آمریکاThe American Institute of Architects(AIA) می‌باشد. بر اساس توصیه این موسسه، حداقل دفعات تعویض هوا در اتاق عمل با درجه حرارت ۲۳-۲۰ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۶۰-۳۰٪ ، باید ۱۵ دفعه در ساعت باشد که باید حداقل ۳ دفعه آن از هوای کاملاً تمیز خارج از اتاق عمل تامین گردد(۱۳).

بیشترین مقدار آلودگی هم در ناحیه دور و هم در ناحیه نزدیک مربوط به عمل تیغه بینی در روز نهم بوده است و کم‌ترین آن مربوط به روز اول و عمل تومور فک فوقانی بود. از آنجایی که اکثر عمل‌های جراحی از جمله عمل تیغه بینی در روز نهم توسط رزیدنت‌های جراحی صورت می‌گیرد و انجام عمل‌های جراحی به دلیل عدم مهارت کافی این افراد ساعت‌ها به طول می‌انجامد می‌توان یکی از دلایل آلودگی با گاز ایزوفلوران در اتاق عمل را عدم مهارت کافی و سرعت کم انجام کار دانست. در مورد روز اول و عمل تومور فک فوقانی، به دلیل بد حال بودن بیمار، گاز ایزوفلوران حین عمل بسته شد. به این دلیل در این روز غلظت آلودگی کمتر از روزهای دیگر بوده است.

در مطالعه‌ای که Koda و همکارانش در سال ۱۹۹۷ به منظور تعیین میزان آلودگی گازهای بیهوشی از جمله ایزوفلوران انجام دادند میانگین غلظت گاز ایزوفلوران $15-30 mg/m^3$ بدست آمد که بالاتر از مقادیر گزارش شده در این پژوهش می‌باشد. هر چند با در نظر گرفتن پراکندگی مشاهده شده در داده‌های تماس بدست آمده از این مطالعه می‌توان دریافت که نتایج تا حدودی با مطالعه Koda همخوانی دارند(۹). البته مطالعه Hoerauf و همکارانش در اتاق عمل بخش چشم نشان داد که بسته به مکان نمونه‌برداری، غلظت ایزوفلوران می‌تواند تا ۱۰۰۰ برابر متفاوت باشد(۱۰).

هر چند نتایج مطالعه Hoerauf برای ارزیابی تماس فردی همخوانی بالایی با نتایج به دست آمده از این پژوهش دارد و مقادیر تماس را در حدود زیر ۲ قسمت در میلیون گزارش کرده است. بر این اساس مقایسه یافته‌های به دست آمده از این پژوهش و سایر پژوهش‌ها نشان می‌دهد که فاکتورهایی از قبیل نوع جراحی، مکان نمونه‌برداری و نشت ماشین‌های بیهوشی می‌تواند منجر به نتایج کاملا متفاوتی در برآورد میزان تماس با این آلاینده گردد.

مقایسه غلظت مشاهده شده برای ایزوفلوران حتی در شرایط یکسان جراحی (به طور مثال روزهای سوم، چهارم، هفتم و دهم مربوط به عمل گوش) توسط آزمون آماری آنالیز واریانس نشان می‌دهد که حتی در جراحی‌های یکسان نیز میزان غلظت مشاهده شده می‌تواند کاملا با یکدیگر متفاوت باشد($P<0/05$). به نظر می‌رسد فاکتورهایی از قبیل میزان تنظیم گاز بیهوشی‌آور، نوع قراردهی ماسک بیهوشی و حتی میزان و تعداد بازدم بیمار می‌تواند مسئول این دامنه تغییرات باشد. مشاهده این گونه تغییرات درونی در داده‌های تماسی گروهی مشابه (SEG) نشان می‌دهدکه نمی‌توان نتایج تماس بدست آمده از یک جراحی مشابه را به جراحی مشابه دیگر تعمیم داد. بر این اساس بهتر است نقش پراکندگی درون گروهی را با شیوه‌های متداول موجود در ارزیابی‌های تماس لحاظ کرد(۱۴،۱۵).

بررسی سرعت جریان هوا در اتاق عمل (با میانگین ۴۴/۴ متر بر دقیقه) و همچنین سیستم تهویه اتاق نشان داد که میزان هوای دمش و مکش شده از اتاق در روزهای مختلف ثابت می‌باشد. بر این اساس به نظر می‌رسد فاکتور دیگری بر روی تغییر غلظت در روزهای مختلف تاثیر داشته باشد. از آنجا که در تمام مدت نمونه‌برداری در این مطالعه از یک ماشین بیهوشی استفاده

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-09-07]

گردید، به نظر می‌رسد نحوه ماسک‌گذاری، میزان تجویز روزانه و مشخصات مربوط به هر بیمار فاکتورهایی هستند که در تغییرات نرخ تولید آلودگی موثر می‌باشند.

مطالعات مختلف بر روی توزیع آلاینده در اتاق‌های مختلف بیانگر تفاوت میان غلظت در مکان‌های مختلف فضا می‌باشد(۱۶،۱۷).

در این مطالعه غلظت آلاینده در منطقه دور، کمتر از منطقه نزدیک برآورد گردید. هر چند تفاوت آماری بین این دو غلظت مشاهده نگردید. با توجه به مقادیر بدست آمده برای نرخ تهویه اتاق و همچنین حجم اتاق، به نظر می‌رسد رژیم توزیع غلظت در فضای مورد بررسی به سمت اختلاط کامل متمایل است. مطالعه دیگری توسط Nicas نشان داده است که در فضاهای با حجم کم و تهویه مناسب رژیم توزیع غلظت به سمت اختلاط کامل میل می‌کند(۱۲). بر این اساس توصیه می‌شود در مطالعات مربوط به مدل‌سازی غلظت در اینگونه فضاها از مدل‌های اختلاط کامل استفاده گردد.

در پایان پیشنهاد می‌شود که به منظور جلوگیری از تماس بیش از حد با گازهای بیهوشی‌آور از جمله ایزوفلوران، محیط‌های اتاق عمل مجهز به سیستم تهویه هوا و Scavenging مناسب و استاندارد باشند. بررسی دوره‌ای عملکرد سیستم تهویه، تعیین و ممیزی تعداد دفعات تعویض موثر هوا و استفاده از سیستم پاکسازی نزدیک به لوله خروجی ماشین بیهوشی می‌تواند در کاهش غلظت و در نتیجه کاهش تماس پرسنل اتاق عمل با این ماده موثر باشد. در صورت وجود یک دستگاه گاز ردیاب می‌توان منابع انتشار آلاینده و نشتی‌های موجود در ماشین بیهوشی را تشخیص داد. به دلیل حساسیت کار در اتاق عمل و نیز تداخل ابزار نمونه‌برداری در کار پرسنل اتاق عمل امکان جمع‌آوری نمونه‌های فردی به خوبی وجود نداشت، بنابراین در صورت وجود دستگاه قرائت مستقیم جهت اندازه‌گیری گاز هوشبر ایزوفلوران، پراکندگی زمانی غلظت را بهتر می‌توان نشان داد.

منابع

1. AIHA Exposure Assessment Committee, Wil F.Ten Berge. Mathematical models for estimating occupational exposure to chemicals. illustrated ed. AIHA Press; 2000:1
2. Sanaie Gh. Industrial Toxicology. 2nd ed. Tehran: Tehran Uni Publishing Co; 2006.(Persian)
3. Reichle FM, Conzen PF. Halogenated inhalational anaesthetics. Best practice & research Clinical anaesthesiology. 2003 Mar;17(1):29-46
4. NIOSH Criteria for a Recommended Standard: Occupational Exposure to Waste Anesthetic Gases and Vapors, U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Center for Disease Control, National Institute for Health for Occupational Safety and Health, Cincinnati, OH, 1977; DHHS (NIOSH) Publ. 77-140
5. Zare Sakhvidi MJ, Bahrami A, Ghiasvand A, Mahjub H, Tuduri L. Field application of SPME as a novel tool for occupational exposure assessment with inhalational anesthetics. Environmental monitoring and assessment. 2011 Nov 18
6. Stoelting RK, Miller RD. Basics of Anesthesia: Churchill Livingstone; 2007:641
7. Kharasch ED, Frink EJ, Jr., Zager R, Bowdle TA, Artru A, Nogami WM. Assessment of low-flow sevoflurane and isoflurane effects on renal function using sensitive markers of tubular toxicity. Anesthesiology. 1997 Jun;86(6):1238-53
8. Hoerauf K, Lierz M, Wiesner G, Schroegendorfer K, Lierz P, Spacek A, et al. Genetic damage in operating room personnel exposed to isoflurane and nitrous oxide. Occupational and environmental medicine. 1999 Jul;56(7):433-7

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-09-07]

9. Koda S, Kumagaj S, Toyoto M, Yasuda N, Ohara H. [A study of waste anesthetic gases monitoring and working environmental controls in hospital operating rooms]. Sangyo eiseigaku zasshi = Journal of occupational health. 1997 Jan;39(1):38-45.(Japanese)
10. Hoerauf K, Harth M, Wild K, Hobbhahn J. Occupational exposure to desflurane and isoflurane during cardiopulmonary bypass: is the gas outlet of the membrane oxygenator an operating theatre pollution hazard? British journal of anaesthesia. 1997 Apr;78(4):378-80
11. Occupational Safety and Health Administration. Air Sampling Method, Inhalation Anesthetice Material. No 103- OSHA , Available at: http://www.osha.gov/dts/chemicalsampling/data/CH_247970.html. Access date: April 10, 2012.
12. Nicas M. Estimating exposure intensity in an imperfectly mixed room. American Industrial Hygiene Association journal. 1996;57(6):542-50
13. AIA Guidelines for Design and Construction of Hospital and Health care Facilities, The American Institute of Architects Press, Washington, DC, 2006. A Supplement to ASHRAE Journal. Page: 34
14. Cullen AC, Frey HC. Probabilistic Techniques in Exposure Assessment: A Handbook for Dealing with Variability and Uncertainty in Models and Inputs: Springer; 1999:2-6
15. Tielemans E, Marquart H, De Cock J, Groenewold M, Van Hemmen J. A proposal for evaluation of exposure data. The Annals of occupational hygiene. 2002;46(3):287-97
16. Nicas M, Plisko MJ, Spencer JW. Estimating benzene exposure at a solvent parts washer. Journal of occupational and environmental hygiene. 2006;3(5):284-91
17. Spencer JW, Plisko MJ. A comparison study using a mathematical model and actual exposure monitoring for estimating solvent exposures during the disassembly of metal parts. Journal of occupational and environmental hygiene. 2007; 4(4):253-9

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-09-07]