

بررسی میزان تراکم فرمالدئید در محیط های کار (مواکز آموزشی و درمانی دانشگاه علوم پزشکی تهران)

دکتر مهدی قاسم خانی^۱

واژه های کلیدی : فرمالدئید ، آسیب شناسی ، آندوسکوپی ، حد تراکم مجاز ، نمونه برداری

چکیده

در این بررسی نمونه برداری از هوای محیط کار به دو روش ، یکی بلند مدت با پمپ های نمونه برداری فردی و دیگری به صورت کوتاه مدت با استفاده از لوله های گازیاب انجام گردید. میانگین تراکم فرمالدئید به روش بلند مدت محیطی در آزمایشگاه های آسیب شناسی ، اطاق های جراحی و بخش های آندوسکوپی به ترتیب ppm ۰/۹۶ ، ۰/۲۵ ، ۰/۱۳ و در کوتاه مدت ۸ ساعته به ترتیب ppm ۰/۳ ، ۰/۲ و ۰/۲ بود.

نتایج حاصل از نمونه برداری بلند مدت و کوتاه مدت حاکی از آن است که میانگین تراکم فرمالدئید در آزمایشگاه های آسیب شناسی بیش از حد تراکم مجاز (حد تراکم استاندارد سقفی فرمالدئید برابر ppm ۰/۳) است. در نمونه برداری کوتاه و بلند مدت ، ساعت و زمان نمونه برداری به طور معنی داری بر روی مقادیر تراکم فرمالدئید موثر است ($P < ۰/۰۵$) و به عبارت دیگر میزان تراکم آلاینده در کلیه ساعت های کاری به علت تغییر در فرآیند پخش فرمالدئید یکسان نیست.

سرآغاز

فرمالدئید گازی است ، بیرنگ با بوئی تند و زننده و تحریک کننده ، وزن مولکولی آن ۳۰/۰۳ می باشد و در الکل ، اتر و آب محلول است. فرمالدئید در ساخت محصولاتی چون اسفنج ها ، فوم های عایق ، رزین ها ، تخته سه لا و فرآورده های بهداشتی دارای کاربرد وسیعی می باشد. یکی از مصارف مهم فرمالدئید در خدمات پزشکی و بهداشتی به عنوان عامل ضد عفونی کننده در بیمارستان ها و تثبیت نمونه های بافت در آزمایشگاه های آسیب شناسی است.

مراکز درمانی و آموزشی دانشگاه علوم پزشکی تهران ، با تعداد زیادی بیمارستان و بخش های تابعه آن یکی از محیط های پرمصرف این ماده است.

اثرات حاد و مزمن فرمالدئید مانند خاصیت تحریک کنندگی بر پوست و مخاط بدن (خارش ، سوزش ، تورم ، اشک ریزش از بینی و ایجاد زخم) ، مشکوک بودن اثر سرطان زایی

آن در دستگاه تنفسی فوقانی در انسان و قطعی بودن سرطان زایی در دستگاه تنفسی فوقانی حیوانات آزمایشگاهی از طرف سازمان های معتبر و بین المللی علمی جهان مورد تأیید قرار گرفته است. با توجه به حساسیت و اهمیت بهداشتی تماس با فرمالدئید و حفظ و ارتقاء سلامتی کارکنان بررسی میزان تراکم فرمالدئید در این محیط ها جهت اصلاح و بهبود وضعیت بهداشتی آنها ضروری می نماید.

نمونه گیری و روش بررسی

در این پژوهش به منظور تعیین میزان تماس کارکنان با آلاینده فرمالدئید و مقایسه نتایج آن نمونه برداری به دو روش انجام شد. در روش اول به صورت بلندمدت و براساس روش پیشنهادی OSHA به شماره CAL/OSHA L-122 و تعداد نمونه پس از یک بررسی مقدماتی از نظر میزان تراکم فرمالدئید توسط فرمول $n = \frac{Z^2 S^2}{d^2}$ (s - انحراف معیار تراکم فرمالدئید برابر ۱، Z - سطح اطمینان ۹۵٪ و با حدود عدد ۲ و d - دقت نمونه برداری برابر ۲ با احتساب ۱۰٪ آن برابر ۰/۲ می شود) پس $n = \frac{1^2 \times 2^2}{2^2}$ به تعداد ۹۹ نمونه محیطی و در روش دوم با استفاده از لوله های گازیاب فرمالدئید و به صورت کوتاه مدت به تعداد ۴۲ نمونه از آزمایشگاه های آسیب شناسی، اطباء جراحی و بخش های آندوسکوپی هفت بیمارستان مهم دانشگاه به همراه آزمایشگاه آسیب شناسی دانشکده دندانپزشکی جمع آوری گردید (۴). محل نمونه برداری با توجه به ابعاد محیط ها (اطباء جراحی و آسیب شناسی ۶ × ۷ مترمربع و آندوسکوپی کوچک تر) و ثابت بودن به طور معمول پست کار پرسنل نزدیک ترین نقطه به منشاء آلودگی و تا حد ممکن در محلی نزدیک به منطقه تنفسی افراد قرار داده شد که بتواند گویای میزان تماس تنفسی افراد باشد.

برای هر گونه نمونه برداری وجود تعدادی نمونه شاهد نیز ضرورت دارد که در این بررسی ۱۵ - ۱۰٪ از تعداد نمونه های محیطی به عنوان شاهد از بخش های اداری مراکز که امکان آلودگی فرمالدئید وجود نداشت تعداد ۱۶ نمونه بلندمدت محیطی و سه نمونه کوتاه مدت جمع آوری گردید. کلیه نمونه برداری ها به لحاظ یک شیفت بودن ساعت کار در صبح انجام شد. در این بررسی به منظور آگاهی از منحنی تغییرات تراکم فرمالدئید در عرض یک ساعت و ۸ ساعت طول مدت کار، اندازه گیری کوتاه مدت انجام گرفت.

نحوه نمونه برداری بدین صورت بود که ابتدا در ساعت اول کار به فاصله هر ۱۰ دقیقه یک نمونه و در مجموع ۶ نمونه با لوله گازیاب در هر محیط و مجدداً در محیط های بعدی به تفکیک گرفته شد. در نوبت بعدی مشابه قبل ولی این بار در ۸ ساعت کار و به فاصله هر یک ساعت از ابتدا تا خاتمه ساعت کار و در مجموع ۸ نمونه در هر محیط و به تفکیک در محیط های بعدی جمع آوری گردید.

نظر به اینکه حد تراکم مجاز فرمالدئید در چندین سال اخیر از طرف کمیته فنی بهداشت حرفه ای کشور و سازمان ACGIH^۱ تنها به صورت سقفی^۲ ($TLV = 0.3 \text{ ppm}$) بیان می شود لذا لزومی به محاسبه میانگین زمانی تراکم^۳ نمی باشد و در هر لحظه مقادیر آلودگی محیط کار نباید از سقف مذکور تجاوز نماید. (۲ و ۱)

روش اندازه گیری بلندمدت فرمالدئید - در این روش فرمالدئید با معرف اسید کروموتروپیک و اسید سولفوریک واکنش نشان داده و تجزیه آن با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر مرئی - فرابنفش از نوع جفت پرتو مدل واریان ۶۳۵ با طول موج ۵۸۰ نانومتر باکوت به ضخامت یک سانتی متر انجام می شود (۴).

وسایل مورد نیاز - ایم پینجر استاندارد حاوی محلول جاذب ، پمپ نمونه بردار فردی با دبی ۱ L/min مدل PCXR₃ - 224 ساخت کمپانی SKC^۳ ، ترمومتر ، مانومتر و وسایل شیشه ای لازم (۴).

روش اندازه گیری کوتاه مدت فرمالدئید - وسایل و مواد مورد نیاز ، در این روش از پمپ دستی آکاردئونی مدل 21/31 accuro ساخت شرکت دراگر و لوله گاز یاب فرمالدئید (شماره ۶۷۳۳۰۸۱) 0.2/a استفاده شد. دامنه اندازه گیری ۲/۵ - ۰/۲ ppm (با ۲۰ ضربه) ، ۰/۵ - ۰/۵ ppm (با ۱۰ ضربه) بوده است.

یافته ها

در این بررسی به منظور تعیین میزان تماس پرسنل مراکز آموزشی و درمانی دانشگاه علوم پزشکی تهران (آزمایشگاه های آسیب شناسی ، اطاق های جراحی و بخش های آندوسکوپی) با فرمالدئید در مجموع با استفاده از روش های اندازه گیری بلندمدت و کوتاه مدت (با نمونه های شاهد) تعداد ۱۶۰ نمونه هوای محیط کار جمع آوری و تجزیه گردید. در نمودار شماره یک توزیع فراوانی مطلق ، میانگین و دامنه تراکم فرمالدئید در نمونه برداری با روش بلندمدت در محیط ها ارائه گردیده است.

میانگین تراکم فرمالدئید به روش کوتاه مدت یک ساعته در آزمایشگاه های آسیب شناسی اطاق های جراحی و بخش های آندوسکوپی به ترتیب برحسب ۰/۸۳ ppm ، ۰/۲۳ و ۰/۷۵ با انحراف معیاری معادل ۰/۲۹ ، ۰/۱۸ و ۰/۲۵ است.

حدود تراکم فرمالدئید با ۹۵٪ اطمینان در محیط های فوق الذکر به ترتیب برحسب ppm ۱/۱۲ - ۰/۵۴ ، ۰/۳۶ - ۰/۰۴ و ۰/۹۹ - ۰/۵ می باشد.

1- American Conference of Governmental Industrial Hygienists.

2- Threshold Limit Value - Ceiling.

3 Time Weighted Average (TWA)

میانگین تراکم فرمالدئید به روش کوتاه مدت ۸ ساعته در آزمایشگاه های آسیب شناسی اطاق های جراحی و بخش های آندوسکوپی به ترتیب برحسب ppm ۰/۳ ، ۰/۲ و ۰/۲ است. حدود تراکم فرمالدئید با ۰/۹۵ اطمینان در محیط های فوق الذکر به ترتیب برحسب ppm ۴/۹۷ - ۱/۱۲ ، ۱/۱۷ - ۰ و ۰/۳۷ - ۰/۰۳ می باشد.

مقادیر تراکم فرمالدئید در نمونه برداری های کوتاه مدت و بلندمدت از نظر تاثیر ساعت و زمان نمونه برداری با انجام آزمون آنالیزواریانس دو طرفه بدون تکرار مورد بررسی قرار گرفت و با حدود ۹۵٪ ($P < ۰/۰۵$) میزان تراکم در ساعت های مختلف کاری یکسان نبوده و این اختلاف از نظر آماری معنی دار بود.

باتوجه به بالا بودن میزان تراکم فرمالدئید در آزمایشگاه های آسیب شناسی ، توزیع فراوانی امکانات بهداشتی ، محیط و استفاده از لوازم حفاظت فردی در این آزمایشگاه ها بررسی شد. وجود تهویه موضعی در این محیط ها ۱۲/۵٪ ، هواکش معمولی ۱۰٪ ، پنجره مناسب برای تهویه طبیعی ۶۲/۵٪ محل مناسب نگهداری نمونه ها ۲۵٪ و میز مخصوص آسیب شناسی ۲۵٪ ملاحظه شد. استفاده از لوازم حفاظت فردی مانند ماسک تنفسی (ساده کاغذی) دستکش و لباس به ترتیب ۳۷/۵٪ ، ۸۷/۵٪ و ۷۵٪ بود.

در نمودارهای شماره ۲ و ۳ مقادیر تراکم فرمالدئید در روش کوتاه مدت ۸ و یک ساعت کار در فواصل به ترتیب هر یک ساعت و هر ۱۰ دقیقه در مقایسه با مقادیر حد تراکم مجاز سقفی در سه محیط کار ارائه شده است.

گفتگو و بهره گیری پایانی

در این بررسی نتایج بدست آمده نشان می دهد که تراکم فرمالدئید با هر دو روش نمونه برداری (کوتاه مدت و بلندمدت) در آزمایشگاه های آسیب شناسی در اغلب اوقات کار بیش از حد تراکم مجاز شناخته شده ($TLV - C = ۰/۳ \text{ ppm}$) از طرف کمیته فنی بهداشت حرفه ای کشور و سازمان ACGIH است. که با مطالعات در سال ۱۹۸۳ و ۱۹۸۱ در امریکا که در آزمایشگاه های آسیب شناسی و بافت شناسی و دیالیز اقدام به نمونه برداری از تراکم فرمالدئید نموده و میانگین مقادیر و دامنه آن به ترتیب ppm (۱/۸ - ۰/۰۹) و ۰/۶ (۶/۷۹ - ۰/۰۴) و ۰/۵ تقریباً مشابهت دارد (۶). بررسی مقادیر فرمالدئید در سال ۱۹۸۴ و ۱۹۸۹ در آلمان و در آزمایشگاه های آسیب شناسی به ترتیب ppm ۰/۵ و ppm (۱/۲ - ۰/۰۱) و ۰/۵ نشان داد (۶) که غالباً بیش از حد تراکم مجاز است و با نتایج بدست آمده در این تحقیق هم خوانی دارد.

نتایج این بررسی نیز نشان می دهد که باتوجه به عدم تهویه مناسب در منشاء آلودگی در آزمایشگاه های آسیب شناسی (۱۲/۵٪ آزمایشگاه ها دارای تهویه موضعی) و نگهداری نامناسب نمونه های بافتی (۲۵٪ دارای محل مناسب نگهداری نمونه) باعث انتشار آلاینده فرمالدئید در محیط کار در سطح بیش از حد تراکم مجاز در غالب اوقات ساعت کاری گردیده و باتوجه به عدم

استفاده از وسایل حفاظت فردی مناسب (۳۷/۵٪ پرسنل دارای ماسک تنفسی کاغذی) و اثرات زیان آور این ماده . آزمایشگاه های آسیب شناسی محیط آلوده ای بوده و لازم است هرچه سریع تر اقدامات کنترل کننده جهت کاهش مقادیر تراکم فرمالدئید انجام شود. در بخش های آندوسکوپی و اطاق های جراحی تراکم فرمالدئید در برخی اوقات بیش از حد تراکم مجاز است. لذا مشکل آلودگی جلدی به نظر نمی رسد. در خاتمه به منظور کنترل آلاینده فرمالدئید موارد زیر توصیه می گردد:

۱- استفاده از کنترل های مهندسی :

الف - تهویه موضعی

ب - تهویه عمومی (رقتی)

۲- تغییر و اصلاح در محیط و روش انجام کار

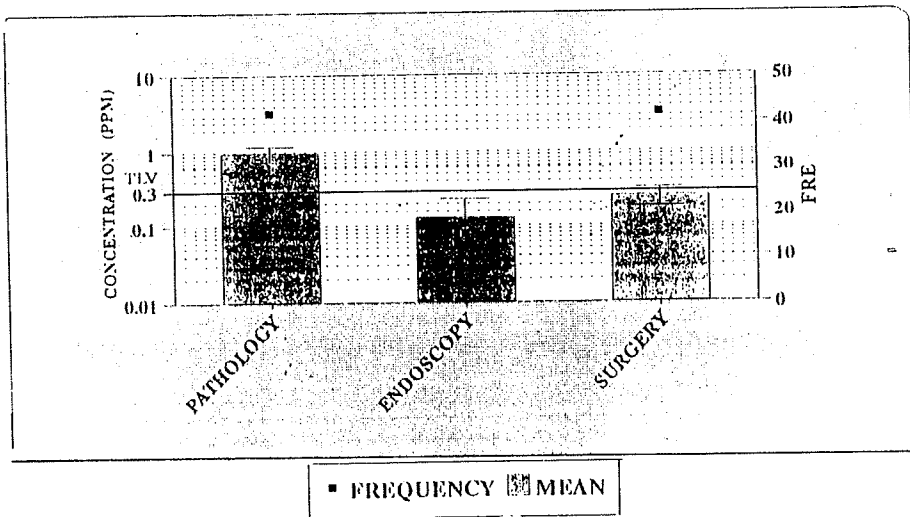
۳- استفاده از وسایل حفاظت فردی

۴- آموزش بهداشت

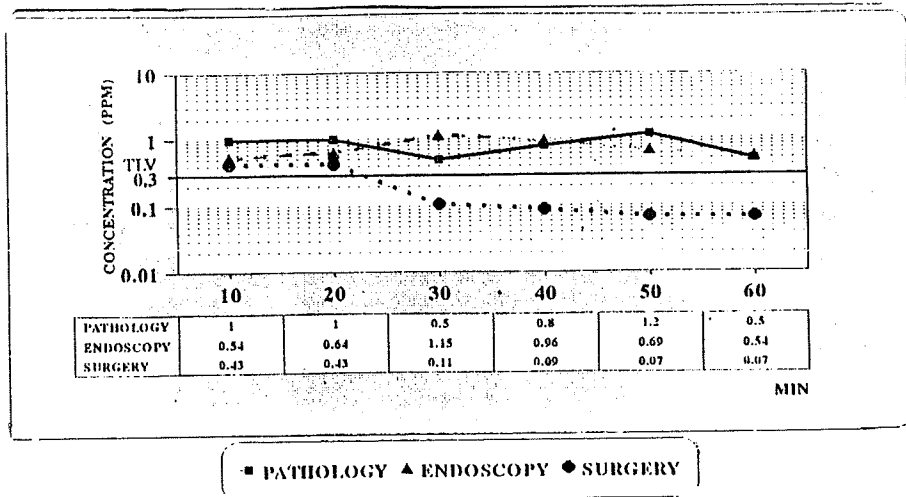
۵- انجام معاینات دوره ای (۷).

سپاسگزاری

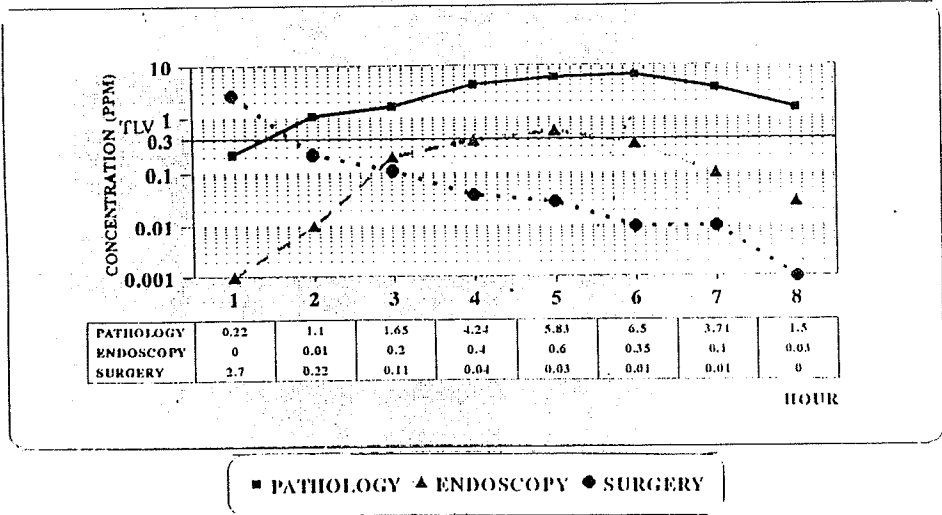
در خاتمه لازم می دانم از جناب آقای دکتر محمود محمودی ، دانشیار گروه آمارزیستی دانشکده بهداشت ، سرکار خانم فرحناز جهان پیمان ، کارشناس آزمایشگاه بهداشت حرفه ای مجتمع آموزش عالی ابوریحان ، سرکار خانم مریم بابایی از مرکز کامپیوتر دانشکده بهداشت و کلیه همکاران و دوستان محترم و عزیز که در تمامی مراحل در انجام این تحقیق به انحاء مختلف مرا دلسوزانه و با جدیت یاری نمودند تشکر و قدردانی نمایم.



نمودار ۱ - توزیع فراوانی میانگین و حدود بالاوپایین تراکم فرمالدئید به روش درازمدت



نمودار ۲ - مقایسه منحنی تراکم فرمالدئید در نمونه برداری یک ساعته آن



نمودار ۳ - مقایسه منحنی تراکم فرمالدئید در نمونه برداری هشت ساعته آبی

کتابنامہ

- ۱- کمیٹہ فنی بہداشت حرفہ ای کشور (۱۳۷۴): حدود تماس شغلی عوامل بیماری زا ، انتشارات وزارت بہداشت ، درمان و آموزش پزشکی ، صفحہ ۱۱۶ .
- 2- ACGIH (1996): TLVS Threshold Limit Values for Chemical Substances and Biological Exposure Indices , 22 , 1995.
- 3- American Conference of Governmental Industrial Hygienists (1992): Notice of Intended Change Formaldehyde. Appl. Occup. Environl. Hyg., 7(12) , 852 - 874 , December.
- 4- American Public Health Association (1977): Methods of Air Sampling and Analysis , Second Edition , 303 - 307 .
- 5- Emil , J. Bardana (1992): Occupational Asthma , Hanley Belfus , Inc , 151 - 171.
- 6- International Agency of Research on Cancer , World Health Organization (1995): IRAC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans: Wood Dust and Formaldehyde , Vol. 62 , Lyon , 217 - 294.
- 7- Occupational Safety and Health Administration OSHA (1992): Code of Federal Regulations : Occupational Exposure to Formaldehyde , Final Rule, 29 CFR Part , 992 - 1016 , 1910.