Journal of Occupational Hygiene Engineering Volume 7, Issue 1, Spring 2020, Pages: 21-30

Original Article

doi: 10.52547/johe.7.1.21

Exposure Risk Assessment of Formaldehyde in Four Military Hospitals of Tehran, Iran

Gholamhossein Pourtaghi[1], Abdulrahman Bahrami[2,*], Iman Shaban[3], Elnaz Taheri[4], Zahra PirMohammadi[5]

[1] *Associate Professor, Department of Occupational Health Engineering, Health Research Center, Lifestyle Institute, Baqiyatallah University of Medical Sciences, Tehran, Iran*
[2] *Professor, Department of Occupational Health Engineering, School of Health, Baqiyatallah University of Medical Sciences, Tehran, Iran*
[3] *MSc, Department of Occupational Health and Safety Engineering, Faculty of Health, Baqiyatallah University of Medical Sciences, Tehran, Iran*
[4] *PhD Student, Department of Occupational Health and Safety Engineering, Faculty of Health, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran*
[5] *MSc, Department of Occupational Health and Safety Engineering, Faculty of Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran*

**** Corresponding Author:*** *Abdulrahman Bahrami, Department of Occupational Health Engineering, School of Health, Baqiyatallah University of Medical Sciences, Tehran, Iran. Email: bahrami@umsha.ac.ir*

Received: 25/12/2019
Accepted: 16/03/2020

How to Cite this Article:
Pourtaghi G, Bahrami A, Shaban I, Taheri E, PirMohammadi Z. Exposure Risk Assessment of Formaldehyde in Four Military Hospitals of Tehran, Iran. *J Occup Hyg Eng*. 2020; 7(1): 21-30. DOI: 10.52547/johe.7.1.21

Abstract

Background and Objective: Formaldehyde is a hazardous compound used as a chemical preservative and disinfectant in medical laboratories and hospitals. The aim of this study was to assess the risk of occupational exposure to formaldehyde in different departments of educational hospitals of Baqiyatallah University of Medical Sciences in Tehran, Iran.

Materials and Methods: This descriptive cross-sectional study was performed on a total of 72 staff in different departments of four hospitals using the census method. The National Institute for Occupational Safety and Health method 3500 was used to determine the formaldehyde concentration in the air samples. The risk assessment was conducted using the proposed method of the United States Environmental Protection Agency (EPA).

Results: In this study, the time-weighted average of 8-hour exposure was determined within a range of 0.01-0.08 ppm. The obtained findings showed that the average estimated risk of cancer incidence varied from 1.4×10^{-4} to 30×10^{-4} for the staff of the studied hospitals and was higher than the recommended value (10^{-6}) of the United States EPA. The average potential dose varied from 124-1149. Based on the obtained results, there was a significant difference between cancer risk and potential dose in different hospitals and departments. In addition, the maximum averages of carcinogenic risk and potential dose were 30 and 57.5 times higher than the definite risk and acceptable limit, respectively.

Conclusion: Due to the high risk of formaldehyde, it is required to take engineering and management control measures for the protection of the staff in hospitals.

Keywords: Formaldehyde; Hospital; Risk Assessment; Tehran

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-04]

[DOI: 10.52547/johe.7.1.21]

Copyright © 2020 Journal of Occupational Hygiene Engineering. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) which permits copy and redistribute the material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cite

مقاله پژوهشی

doi: 10.52547/johe.7.1.21

بررسی ریسک مواجهه با فرماالدئید در چهار بیمارستان نظامی شهر تهران

غلامحسین پورتقی[۱]، عبدالرحمن بهرامی[۲،*]، ایمان شبان[۳]، الناز طاهری[۴]، زهرا پیرمحمدی[۵]

[۱] دانشیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، مرکز تحقیقات بهداشت، پژوهشکده سبک زندگی، دانشگاه علوم پزشکی بقیه الله (عج)، تهران، ایران
[۲] استاد، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی بقیه الله (عج)، تهران، ایران
[۳] دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی بقیه الله (عج)، تهران، ایران
[۴] دانشجوی دکتری، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران
[۵] دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران

* **نویسنده مسئول:** عبدالرحمن بهرامی، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی بقیه الله (عج)، تهران، ایران. ایمیل: bahrami@umsha.ac.ir

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۱۰/۰۴
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۱۲/۲۶

تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی همدان محفوظ است.

چکیده

سابقه و هدف: فرمالدئید به عنوان یک ماده شیمیایی نگهدارنده و ضد عفونی کننده در آزمایشگاه‌های پزشکی و بیمارستان‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این ارتباط، مطالعه حاضر با هدف ارزیابی ریسک مواجهه شغلی با فرمالدئید در بخش‌های مختلف بیمارستان‌های آموزشی دانشگاه علوم پزشکی بقیه الله (عج) تهران انجام شد.

مواد و روش‌ها: پژوهش توصیفی- مقطعی حاضر به روش سرشماری در ارتباط با ۷۲ نفر از افراد شاغل در بخش‌های مختلف چهار بیمارستان انجام شد. جهت تعیین غلظت فرمالدئید در نمونه‌های هوا از روش ۳۵۰۰ انستیتوی ملی بهداشت و ایمنی شغلی استفاده گردید. ارزیابی ریسک با استفاده از روش پیشنهاد شده توسط سازمان حفاظت از محیط زیست آمریکا انجام شد.

یافته‌ها: در این مطالعه میانگین متوسط مواجهه هشت ساعته وزنی- زمانی با فرمالدئید در حدود ۰/۰۱ تا ۰/۰۸ بخش در میلیون تعیین گردید. یافته‌ها نشان دادند که محدوده میانگین ریسک سرطان‌زایی به دست آمده برای کارکنان بیمارستان‌های مورد مطالعه از $۱/۴\times۱۰^{-۴}$ تا ۳۰×۱۰^{-۴} متغیر بوده و بیش از میزان توصیه شده توسط سازمان حفاظت از محیط زیست آمریکا می‌باشد. میانگین پتانسیل دوز نیز بین ۱۲۴ تا ۱۱۴۹ متغیر بود. براساس نتایج، ریسک سرطان‌زایی و پتانسیل دوز در بیمارستان‌ها و بخش‌های مختلف اختلاف معناداری داشت. همچنین حداکثر میانگین ریسک سرطان‌زایی به دست آمده، ۳۰ برابر ریسک قطعی و حداکثر میانگین پتانسیل دوز، ۵۷/۵ برابر میزان قابل پذیرش بود.

نتیجه‌گیری: با توجه به بالا بودن ریسک فرمالدئید، انجام اقدامات کنترلی مهندسی و مدیریتی جهت حفاظت از نیروی کار در بیمارستان‌ها ضروری می‌باشد.

واژگان کلیدی: ارزیابی ریسک؛ بیمارستان؛ تهران؛ فرم‌آلدئید

مقدمه

فرمالدئید گازی بی‌رنگ با بوی تند و تحریک‌کننده شدیدی است که در مقیاس وسیع از طریق اکسیداسیون گاز متانول تولید می‌شود [۱]. به دلیل حلالیت بالا، این ترکیب می‌تواند موجب تحریک سیستم تنفسی فوقانی گردد. تحریک راه هوایی فوقانی، رایج‌ترین اثر گزارش شده توسط کارگران مواجهه‌یافته می‌باشد که در برخی از موارد در غلظت‌های اندک نیز رخ داده است. علائم تحریک راه هوایی فوقانی شامل: خشکی یا درد گلو، احساس خارش و سوزش بینی، سرفه منظم، خس‌خس سینه و تنگی تنفس می‌باشد [۲-۵]. این ماده از سوی سازمان بین‌المللی تحقیقات در مورد سرطان (IARC: International Agency for Research on Cancer) به عنوان سرطان‌زای قطعی تقسیم‌بندی شده است [۶]. در مطالعات اپیدمیولوژیک در مورد کارگران صنعتی، پاتولوژیست ها و آناتومیست ها ارتباط بین مواجهه با فرمالدئید با افزایش ریسک انواع مختلف سرطان شامل: حفره بینی، نازوفارنکس، ریه، مغز، پانکراس، پروستات، کولون و سیستم لنفوم آتوپیک مشخص گردیده است [۴-۲۰].

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-04]

[DOI: 10.52547/johe.7.1.21]

مسیر تنفسی اصلی‌ترین راه مواجهه شغلی با فرمالدئید است [۵]. حد آستانه مجاز میانگین وزنی- زمانی هشت ساعته (شغلی) (PEL-TWA: Permissible Exposure Limit-Time Weighted Average) با فرمالدئید در اداره ایمنی و بهداشت شغلی آمریکا (OSHA: Occupational Safety and Health Administration) برابر با ۰/۷۵ بخش در میلیون می‌باشد. انجمن متخصصین بهداشت صنعتی آمریکا (ACGIH: American Conference of Governmental Industrial Hygienists) حد سقفی ۰/۳ بخش در میلیون را برای اثرات تحریکی مواجهه با فرمالدئید بر چشم و راه تنفسی فوقانی توصیه نموده است [۲۱].

این ترکیب به عنوان یک ماده شیمیایی نگهدارنده و ضد عفونی کننده در آزمایشگاه های پزشکی و بیمارستان‌ها مورد استفاده قرار می گیرد [۲۲]. مطالعات اندکی در رابطه با ارزیابی ریسک بهداشتی مواجهه با فرمالدئید در بیمارستان ها انجام شده است. LU و همکاران در سال ۲۰۰۵ به ارزیابی ریسک مواجهه با فرمالدئید در چهار بیمارستان گوانگ‌ژو چین پرداختند و مشخص نمودند که دوز بالقوه (PD: Potential Dose) مواجهه ۴۱/۸ میکروگرم در روز با نرخ تنفسی ۰/۶۳ متر مکعب بر ساعت می‌باشد [۲۳].

همچنین در مطالعه‌ای که توسط Sousa و همکاران طی سال ۲۰۱۱ در ارتباط با ارزیابی ریسک سرطان‌زایی فرمالدئید در دو بیمارستان در فورتالزای برزیل انجام شد، یافته‌ها نشان دادند که رنج ریسک سرطان‌زایی این ترکیب از $۲/۸۴\times۱۰^{-۶}$ تا $۳/۰۷\times۱۰^{-۵}$ است و میانگین دوز بالقوه نیز بالاتر از حدود مجاز مقرر گردیده توسط سازمان ملی ایمنی و سلامت شغلی (NIOSH: National Institute for Occupational Safety and Health) با نرخ تنفسی ۱/۰۲ متر مکعب بر ساعت می‌باشد [۲۴].

با توجه به مطالب مذکور و مطابق با بررسی های صورت‌گرفته، هرچند پژوهش هایی در زمینه تعیین مقادیر فرمالدئید در بیمارستان ها انجام شده است؛ اما مطالعات مربوط به ارزیابی ریسک بسیار محدود می باشد؛ از این رو در مطالعه حاضر با هدف صیانت از نیروی کار، مقدار ریسک مواجهه با فرمالدئید در چهار بیمارستان نظامی تهران تعیین شد و ضمن مقایسه بخش های مختلف براساس استاندارد محیط زیست آمریکا (USEPA: United States Environmental Protection Agency) طبقه‌بندی و ارزیابی گردید.

مواد و روش‌ها

پژوهش توصیفی- مقطعی حاضر در سال ۱۳۹۷ در ارتباط با ۷۲ نفر از افراد شاغل در بخش های مختلف چهار مجموعه آموزشی و بیمارستان نظامی شهر تهران (بقیه الله، دانشکده پزشکی بقیه الله، نجمیه و قلب جماران) به روش سرشماری انجام شد. ویژگی‌های دموگرافیک افراد شامل: سابقه کار، نوع شغل افراد، سن و غیره با استفاده از پرسشنامه ثبت گردید.

جمع‌آوری نمونه هوا

به منظور سنجش غلظت فرمالدئید از روش شماره ۳۵۰۰ انستیتوی ملی بهداشت و ایمنی شغلی با حد تشخیص ۰/۵ میکروگرم بر نمونه استفاده گردید. نمونه برداری از هوای استنشاقی افراد شاغل توسط دو بطری گاز شوی متوالی حاوی ۲۰ میلی لیتر جاذب بی سولفیت سدیم با اتصال به پمپ نمونه‌برداری فردی (مدل ۲۲۴، SKC، آمریکا) در ناحیه تنفسی (ارتفاع ۱/۵ متری) با دبی ۱ لیتر بر دقیقه انجام شد. از یک بطری تله گیر در مسیر جهت حفاظت از پمپ نمونه برداری استفاده گردید. کالیبراسیون پمپ نمونه برداری فردی توسط روتامتر انجام شد. به منظور آماده سازی نمونه های جمع آوری شده، ۰/۱ میلی لیتر کروموتروپیک اسید ۰/۱ درصد و ۶ میلی لیتر اسید سولفوریک ۹۸ درصد افزوده گردید. سپس نمونه ها به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۹۵ درجه سانتی گراد حرارت داده شدند. تجزیه نمونه ها در آزمایشگاه عوامل شیمیایی دانشکده بهداشت بقیه الله با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر UV-Vis-NIR (مدل Lambda 950، Perkin Ellmer، آمریکا) در طول موج ۵۴۰ نانومتر انجام شد.

مواجهه با فرمالدئید

متوسط مواجهه هر فرد با دوز بالقوه مشخص می گردد. دوز بالقوه بیانگر دوز مؤثر مواجهه بوده و می تواند اثرات سلامتی بر انسان در یک محیط خاص را به دنبال داشته باشد. در این مطالعه دوز بالقوه برای هر فرد (i) طبق فرایند مصرفی (تنفسی) با کمک فرمول سازمان حفاظت از محیط زیست آمریکا محاسبه گردید [۲۴،۲۵]:

$$PDi = \sum_{j=1}^{n} C_j\, IR_i T_i$$

که در آن C= میانگین غلظت آلاینده بر مبنای میکروگرم بر متر مکعب، IR= نرخ تنفسی بر مبنای متر مکعب بر ساعت و T= زمان مواجهه ساعت در روز است.

با توجه به دشواری سنجش دقیق نرخ تنفس برای هر فرد، در این مطالعه به منظور محاسبه دوز بالقوه مواجهه هشت ساعته، نرخ تنفسی معادل ۱/۰۲ متر مکعب بر ساعت در نظر گرفته شد [۲۶].

ارزیابی ریسک سرطان‌زایی فرمالدئید با استفاده از روش ارائه شده توسط سازمان حفاظت از محیط زیست آمریکا

ریسک ناشی از مواجهه با فرمالدئید با استفاده از تخمین مقدار جذب روزانه به صورت مزمن (CDI: Chronic Daily Intake) محاسبه گردید. برآورد CDI بر حسب میلی گرم بر کیلوگرم در روز براساس فرمول زیر انجام شد:

$$CDI = \frac{CA\times IR\times ED\times EF\times L}{BW\times ATL\times NY}$$

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-04]

[DOI: 10.52547/johe.7.1.21]

که در آن CA= غلظت آلاینده بر حسب میلی‌گرم بر متر مکعب، IR= نرخ تنفس بر حسب متر مکعب بر ساعت (برابر با ۱/۰۲)، ED= مدت مواجهه بر حسب هفته در سال، EF= فرکانس مواجهه بر حسب هفته در سال، L= طول مدت مواجهه بر حسب سال، BW= وزن بدن بر حسب کیلوگرم، ATL= متوسط طول عمر فرد (۷۰ سال) و NY تعداد روزهای سال (۳۶۵ روز) می‌باشد [۲۴،۲۷،۲۸].

ریسک سرطان (CR: Cancer Risk) نیز با استفاده از ضرب جذب روزانه به صورت مزمن در فاکتور تشدید (SF) براساس سیستم اطلاعاتی یکپارچه ریسک (IRIS: Integrated Risk Information System) محاسبه گردید [۲۴،۲۹،۳۰].

$$CR = CDI \times SF$$

مطابق با سیستم اطلاعاتی یکپارچه ریسک، فاکتور تشدید برابر با ۰/۰۴۵۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم در روز است [۲۴،۲۹-۳۴].

سازمان جهانی بهداشت (WHO: World Health Organization) ریسک سرطان‌زایی در محدوده بین 10^{-6} تا 10^{-5} و کمتر از این مقدار را پذیرفته است؛ درحالی‌که سازمان حفاظت از محیط زیست آمریکا مقادیر کمتر از 10^{-6} را توصیه نموده است [۲۸]. براساس مطالعات پیشین، ریسک سرطان به صورت زیر رتبه‌بندی گردیده است [۳۵]:

بیش از 10^{-4}: ریسک قطعی (Definite risk)

بین 10^{-5} تا 10^{-4}: ریسک محتمل (Probable Risk)

بین 10^{-6} تا 10^{-5}: ریسک ممکن (Possible Risk)

ارزیابی ریسک غیر سرطان‌زایی فرماالدئید به روش ارائه شده توسط سازمان حفاظت از محیط زیست آمریکا

جهت ارزیابی ریسک غیر سرطان‌زایی، شاخص خطر (HI) براساس فرمول زیر محاسبه گردید:

$$HI_{FA} = \frac{C_{FA}}{RfC_{FA}}$$

که در آن CFA غلظت آلاینده بر حسب میکروگرم بر متر مکعب و RfC سطح مواجهه مرجع تنفسی جهت اثرات سلامتی غیر سرطان‌زایی مزمن با فرماالدئید می‌باشد که برابر با ۳/۶ میکرو گرم بر متر مکعب است [۳۶].

غلظت تنفسی مرجع به عنوان غلظتی از ماده‌ای شیمیایی است که اگر انسان از طریق تنفس در مواجهه با آن قرار گیرد، به احتمال زیاد موجب بروز اثرات مضر برای سلامتی در وی نخواهد شد. شاخص خطر معمولاً با ۱ مقایسه گردیده و به عنوان سطحی تفسیر می‌گردد که در آن انتظار رخداد اثرات مضر برای سلامتی وجود ندارد [۳۶].

آنالیز آماری

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای Excel 2016 و SPSS 21 انجام شد. به منظور مقایسه و بررسی داده‌ها با توجه به غیر نرمال بودن آن‌ها از آزمون‌های ناپارامتری Kruskal-wallis و Mann-whitney استفاده گردید.

یافته‌ها

ویژگی‌های دموگرافیک افراد شاغل در بیمارستان‌های تحت پوشش دانشگاه علوم پزشکی بقیه الله (عج) تهران به تفکیک بخش مورد بررسی در جدول ۱ مشخص گردیده است.

در جدول ۲ میانگین متوسط وزنی- زمانی هشت ساعته (TWA) در بخش‌های مورد مطالعه در هر بیمارستان نشان داده شده است. همان طور که مشاهده می‌شود، ۸۷/۵ و ۳۰/۵ درصد از افراد مورد مطالعه به ترتیب با مقادیری بیش از مقدار توصیه شده از سوی سازمان ملی ایمنی و سلامت شغلی (۰/۰۱۶ بخش در میلیون) و حد آستانه مجاز میانگین وزنی- زمانی هشت ساعته اداره ایمنی و بهداشت شغلی آمریکا مواجهه داشته‌اند. بر مبنای نتایج، بالاترین میانگین متوسط وزنی- زمانی هشت ساعته مربوط به دانشکده پزشکی بقیه الله (عج) واقع در شمال تهران و بخش درمانگاه بوده است.

میانگین سطوح دوز بالقوه در جدول ۳ مشخص گردیده است.

جدول ۱: ویژگی‌های دموگرافیک افراد شاغل در بیمارستان‌های تحت مطالعه به تفکیک بخش مورد بررسی

نام بیمارستان	بخش مورد بررسی	تعداد نمونه	جنسیت بر حسب درصد		سن	وزن
			مرد	زن		
بقیه الله	پاتولوژی	۱۶	۷۵	۲۵	۴۰±۶	۷۰±۳
	تشریح	۶	۸۳	۱۷	۴۱±۵	۷۲±۳
	درمانگاه	۶	۵۰	۵۰	۳۴±۶	۶۷±۴
	اداری	۶	۱۰۰	۰	۴۳±۵	۷۲±۴
دانشکده پزشکی بقیه الله	تشریح	۱۸	۷۳	۲۷	۳۸±۸	۷۱±۵
	درمانگاه	۴	۷۱	۲۹	۴۱±۴	۷۳±۳
نجمیه	آزمایشگاه	۸	۵۰	۵۰	۴۱±۶	۷۳±۴
قلب جماران	آزمایشگاه	۴	۷۵	۲۵	۳۸±۱۰	۶۷±۵

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-04]

[DOI: 10.52547/johe.7.1.21]

جدول ۲: میانگین TWA در بخش‌های مورد بررسی در هر بیمارستان

بیمارستان	بخش مورد بررسی	TWA (بخش در میلیون)
بقیه الله	پاتولوژی	۰۸/۰۲۷±۰/۰
	تشریح	۰۵/۰۱۶±۰/۰
	درمانگاه	۰۳۶/۰۰۲±۰/۰
	اداری	۰۱۵/۰۰۲±۰/۰
دانشکده پزشکی بقیه الله	تشریح	۰۸۵/۰۶۳±۰/۰
	درمانگاه	۰/۱۴
نجمیه	آزمایشگاه	۰۲۵/۰۱۱±۰/۰
قلب جماران	آزمایشگاه	۰۱۳/۰۰۳±۰/۰

جدول ۳: میانگین دوز بالقوه در بخش‌های مورد بررسی در هر بیمارستان

بیمارستان	بخش مورد بررسی	PD (میکروگرم در روز)
بقیه الله	پاتولوژی	۶۳۴±۲۱۹
	تشریح	۳۹۴±۱۳۰
	درمانگاه	۲۸۹±۲۲
	اداری	۱۲۴±۲۲
دانشکده پزشکی بقیه الله	تشریح	۶۷۴±۴۹۹
	درمانگاه	۱۱۴۹±۸۶۶
نجمیه	آزمایشگاه	۱۹۸±۹۲
قلب جماران	آزمایشگاه	۱۰۳±۲۳

جدول ۴: میانگین ریسک سرطان‌زایی و غیر سرطان‌زایی فرمالدئید به تفکیک بخش مورد بررسی در هر بیمارستان

بیمارستان	بخش مورد بررسی	میانگین ریسک سرطان‌زایی	میانگین ریسک غیر سرطان‌زایی
بقیه الله	پاتولوژی	$۱۲\times۹۴\pm۱۰^{-۴}\times۱۰^{-۴}$	۹±۲۷
	تشریح	$۸/۵\times۵\pm۱۰/۲^{-۴}\times۱۰^{-۴}$	۵±۱۷
	درمانگاه	$۴/۴\times۲\pm۱۰/۳^{-۴}\times۱۰^{-۴}$	۱۲
	اداری	$۳/۵\times۰\pm۱۰/۶۳^{-۴}\times۱۰^{-۴}$	۵
دانشکده پزشکی بقیه الله	تشریح	$۱۱\times۱\pm۱۰/^{۴}\times۱۰^{-۴}$	۲۱±۲۹
	درمانگاه	$۳۰\times۲۷\pm۱۰^{-۴}\times۱۰^{-۴}$	۳۷±۴۹
نجمیه	آزمایشگاه	$۱/۴\times۱\pm۱۰/۹۸^{-۴}\times۱۰^{-۴}$	۴±۸
قلب جماران	آزمایشگاه	$۲/۱\times۱۷\pm۱۰/^{۴}\times۱۰^{-۴}$	۱±۴

بر مبنای نتایج، بیشترین سطوح مواجهه مشاهده شده مربوط به بخش درمانگاه دانشکده پزشکی بقیه الله (عج) می‌باشد. میانگین دوز بالقوه در تمامی بخش‌های مورد مطالعه بیمارستان‌ها (به جز بیمارستان دانشکده پزشکی بقیه الله (عج) و بخش آزمایشگاه) از حد مجاز مقرر گردیده توسط سازمان ملی ایمنی و سلامت شغلی (۱۲۰ میکروگرم در روز) بالاتر می‌باشد که بیانگر بالا بودن میزان مواجهه است.

جدول ۴ میانگین ریسک سرطان‌زایی و غیر سرطان‌زایی فرمالدئید را به تفکیک بخش مورد بررسی نشان می‌دهد. بر مبنای نتایج، بالاترین میانگین ریسک سرطان‌زایی و غیر سرطان‌زایی مربوط به دانشکده پزشکی بقیه الله (عج) بخش درمانگاه می‌باشد. در جدول ۵ نیز میانگین و توزیع فراوانی ریسک قطعی، محتمل و ممکن به تفکیک بخش مورد بررسی در هر بیمارستان نشان داده شده است. همان طور که مشاهده می‌شود، بخش درمانگاه دانشکده پزشکی بقیه الله (عج) علاوه بر داشتن بالاترین میانگین ریسک، دارای بیشترین درصد فراوانی ریسک قطعی است.

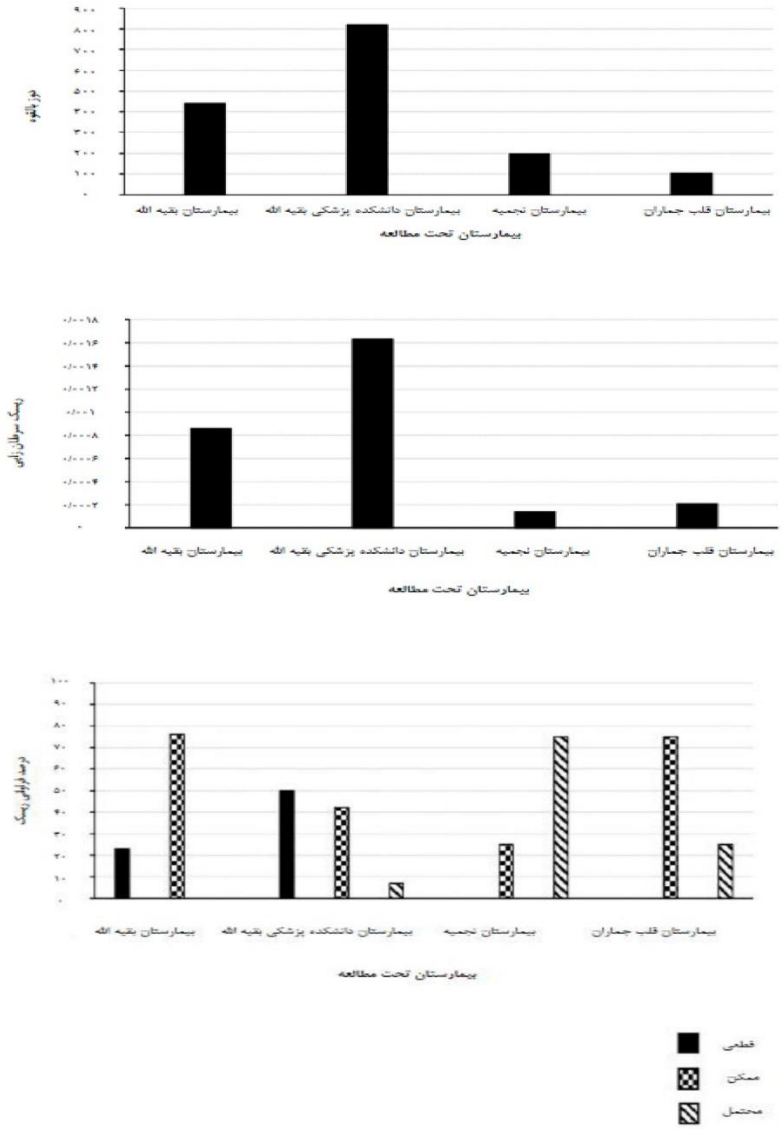
نمودارهای ۱ و ۲ میانگین دوز بالقوه، ریسک سرطان‌زایی و توزیع فراوانی این ریسک را به تفکیک بیمارستان‌ها و بخش‌های تحت مطالعه نشان می‌دهند. بر مبنای نتایج، دانشکده پزشکی

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-04]

[DOI: 10.52547/johe.7.1.21]

جدول ۵: توزیع درصد فراوانی ریسک سرطان‌زایی و غیر سرطان‌زایی فرمالدئید به تفکیک بخش مورد بررسی در هر بیمارستان

بیمارستان	بخش مورد بررسی	توزیع درصد فراوانی سرطان‌زایی بر حسب درصد			توزیع درصد فراوانی غیر سرطان‌زایی بر حسب درصد
		ریسک قطعی	ریسک محتمل	ریسک ممکن	ریسک قطعی
بقیه الله	پاتولوژی	۴۳	۵۶	-	۱۰۰
	تشریح	۱۶	۸۳	-	۱۰۰
	درمانگاه	-	۱۰۰	-	۱۰۰
	اداری	-	۱۰۰	-	۱۰۰
دانشکده پزشکی بقیه الله	تشریح	۴۷	۴۲	۱۰	۱۰۰
	درمانگاه	۵۷	۴۲	-	۱۰۰
نجمیه	آزمایشگاه	۲۵	۷۵	-	۱۰۰
قلب جماران	آزمایشگاه	۷۵	۲۵	-	۱۰۰



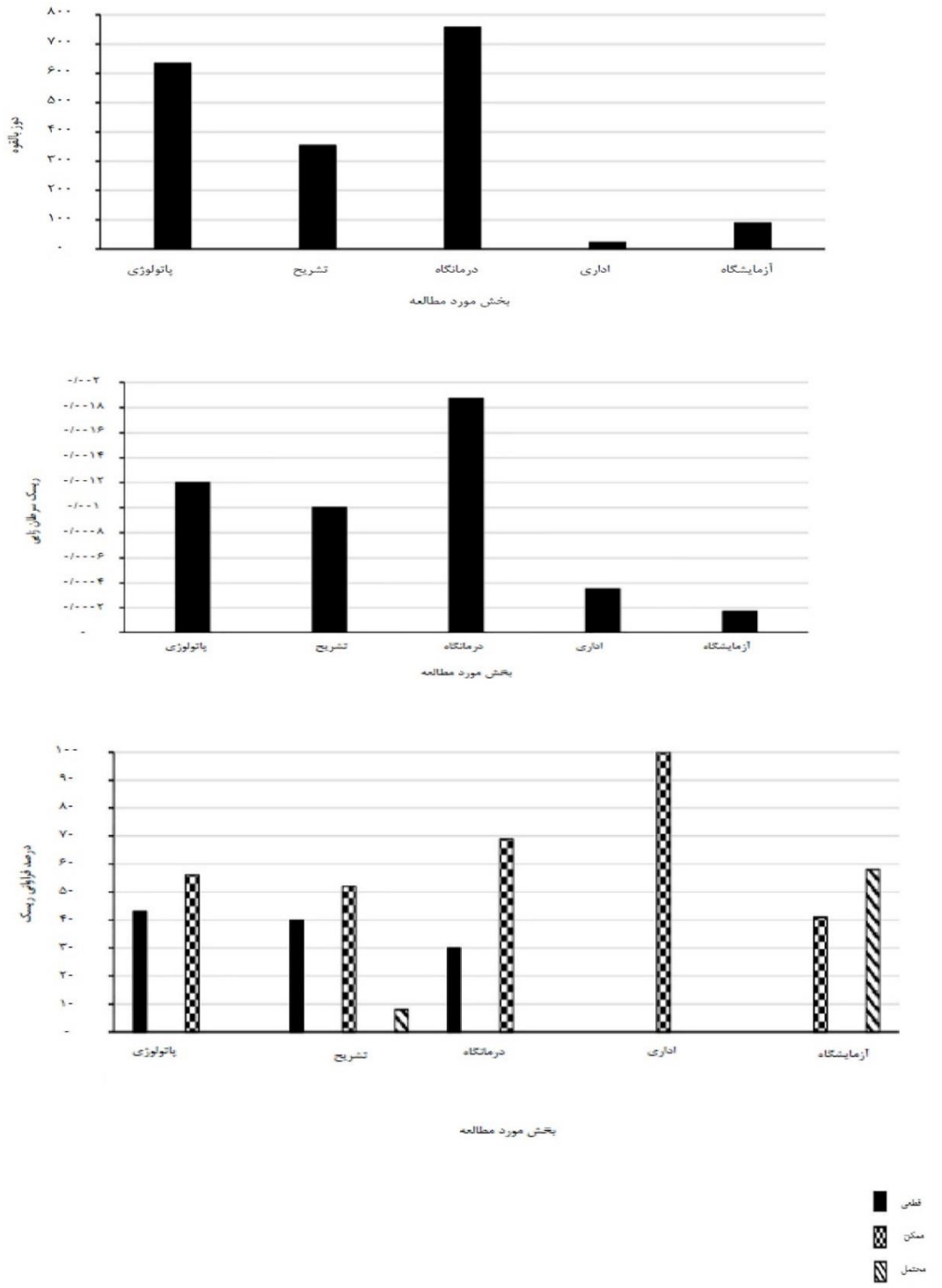
نمودار ۱: میانگین دوز بالقوه، ریسک سرطان‌زایی و توزیع فراوانی این ریسک به تفکیک بیمارستان‌های تحت مطالعه

بقیه الله (عج) دارای بالاترین میانگین دوز بالقوه، ریسک سرطان‌زایی و درصد فراوانی ریسک قطعی می‌باشد.

مقایسه میانگین متوسط وزنی- زمانی هشت ساعته، دوز بالقوه، ریسک سرطان زایی و غیر سرطان زایی به تفکیک بیمارستان‌ها، بخش‌ها و جنسیت نشان داد که تفاوت معناداری بین نتایج وجود دارد ($P<۰/۰۵$).

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-04]

[DOI: 10.52547/johe.7.1.21]



نمودار ۲: میانگین دوز بالقوه، ریسک سرطان‌زایی و توزیع فراوانی این ریسک به تفکیک بخش‌های تحت مطالعه

بحث

مطالعه حاضر با هدف تخمین ریسک و پیشگیری از اثرات زیان‌آور ناشی از مواجهه با فرمالدئید در بخش‌های مختلف چهار بیمارستان تحت پوشش دانشگاه علوم پزشکی بقیه الله (عج) تهران انجام شد.

بر مبنای نتایج، بیمارستان‌های دانشکده پزشکی بقیه الله، بقیه الله، قلب جماران و نجمیه به ترتیب دارای بالاترین میانگین ریسک سرطان‌زایی بودند. بالاترین میانگین ریسک سرطان‌زایی در بخش‌ها به ترتیب مربوط به درمانگاه، پاتولوژی، تشریح، اداری و آزمایشگاه بود. اگرچه در بررسی بیمارستان‌ها به تفکیک بخش مورد مطالعه، درمانگاه دانشکده پزشکی بقیه الله (عج) دارای بالاترین میانگین متوسط وزنی- زمانی هشت ساعته، دوز بالقوه، ریسک سرطان‌زایی و درصد فراوانی ریسک قطعی بود؛ اما در بررسی بخش‌ها، قسمت پاتولوژی و تشریح دارای بالاترین درصد فراوانی ریسک قطعی بودند. ریسک قطعی سرطان زایی در

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-04]

[DOI: 10.52547/johe.7.1.21]

بخش‌های پاتولوژی، تشریح و درمانگاه به ترتیب دارای فراوانی ۴۳، ۴۰ و ۳۰ درصد بود. در مقایسه مقدار ریسک بنزن با حد توصیه شده سازمان جهانی بهداشت، ۹۷/۴ درصد ریسک فرمالدئید غیر قابل پذیرش بود. علاوه‌براین، تمام بیمارستان‌ها و بخش های مورد بررسی دارای ریسک سرطان زایی و غیر سرطان‌زایی بیش از حد توصیه شده از سوی سازمان حفاظت از محیط زیست آمریکا بودند که این نتایج موجب ایجاد نگرانی در مواجهه با فرمالدئید است. با وجود آنکه مواجهه با فرمالدئید در اکثر موارد کمتر از حدود استاندارد شغلی است؛ اما امکان ابتلا به سرطان در همین شرایط کاری و طی مدت ۳۰ سال مواجهه با تعریف سازمان حفاظت از محیط زیست آمریکا وجود دارد؛ چنانچه در جمعیت یک میلیون نفری، مواجهه با یک ماده شیمیایی و یا یک عامل مخاطره‌آمیز باعث ایجاد سرطان به میزانی گردد که نسبت استاندارد مرگ و میر بیش از نسبت استاندارد در حالت طبیعی جامعه به علت بیماری مورد مطالعه باشد و اختلاف معناداری مشاهده گردد، امکان سرطان‌زایی ترکیبات شیمیایی وجود دارد. از سوی دیگر چنانچه جمعیت مورد مطالعه صد هزار نفر گردد، احتمال سرطان‌زایی وجود دارد. علاوه‌براین اگر در جمعیت ده هزار نفری وقوع مرگ و میر بیش از حالت نرمال جامعه مورد مطالعه باشد، ماده مورد نظر سرطان زای قطعی خواهد بود.

متوسط ریسک سرطان زایی فرمالدئید در این پژوهش با مطالعه LU و همکاران ($۱/۱\times۱۰^{-۴}$ میکروگرم بر متر مکعب) همخوانی داشت [۲۳]. ریسک سرطان‌زایی فرمالدئید در مطالعه Sousa و همکاران در دامنه‌ای از $۸/۷۶\times۱۰^{-۶}$ تا $۳/۵۸\times۱۰^{-۵}$ قرار داشت که پایین‌تر از مقادیر به دست آمده در این پژوهش بود. یکی از دلایل این تفاوت، استفاده آن‌ها از مقادیر توصیه شده از سوی سازمان حفاظت از محیط زیست آمریکا (به جای مدت، فرکانس و سال‌های مواجهه) به منظور ساده‌سازی محاسبات بود؛ اما در این مطالعه از مقادیر واقعی جهت برآورد ریسک سرطان زایی فرمالدئید استفاده گردید.

مقادیر میانگین متوسط وزنی- زمانی هشت ساعته در بخش‌های مختلف بیمارستان‌های مورد بررسی با سایر مطالعات در زمینه ارزیابی ریسک ذکر شده همخوانی دارد؛ اما پژوهش حاضر نسبت به مطالعه قاسم‌خانی و همکاران که در سال ۲۰۰۱ در بخش های مختلف (آزمایشگاه پاتولوژی، جراحی و آندوسکوپی) بیمارستان‌های شهر تهران انجام شد، دارای مقادیر غلظت کمتری است. این تفاوت می‌تواند ناشی از دلایل مختلفی مانند متفاوت بودن بخش‌های تحت بررسی باشد. علاوه‌براین، در مطالعه آن‌ها میانگین متوسط وزنی- زمانی هشت ساعته محاسبه نگردیده و غلظت‌ها براساس میانگین مقادیر مواجهه بلند مدت (۶۰ دقیقه) بیان شده‌اند [۱].

دوز بالقوه نشان‌دهنده سطوح مواجهه گروه‌های متفاوت با ترکیبات شیمیایی بوده و با افزایش آن ریسک اثرات زیان‌آور بر انسان افزایش می‌یابد [۲۵]. مقادیر دوز بالقوه در این پژوهش از سایر مطالعات و نیز از ۱۲۰ میکروگرم در روز (به جز بیمارستان قلب جماران) بالاتر بود. در مطالعه Sousa و همکاران دوز بالقوه دارای مقادیر اندکی بالاتر از ۱۲۰ میکروگرم در روز بود که دلیل بالاتر بودن مقادیر به دست آمده در این پژوهش، بیشتر بودن غلظت فرمالدئید است [۲۴]. دوز بالقوه در مطالعه Lu و همکاران (۴۱/۵ میکروگرم در روز) بسیار کمتر از نتایج مطالعه حاضر بود. این پژوهشگران میزان نرخ تنفسی را برابر با ۰/۶۳ متر مکعب در روز در نظر گرفته بودند که در مطالعات دیگر توصیه نشده است. بیشترین میزان دوز بالقوه به ترتیب مربوط به بیمارستان‌های دانشکده پزشکی بقیه الله، بقیه الله، نجمیه و قلب جماران بود. در بخش های مورد بررسی نیز به ترتیب درمانگاه، پاتولوژی، تشریح، آزمایشگاه و بخش اداری دارای بالاترین میزان دوز بالقوه بودند. از آنجایی که بالا بودن مقادیر دوز بالقوه بیانگر افزایش سطوح مواجهه است، می‌بایست میزان مواجهه در قسمت های دارای مقادیر بالایی از دوز بالقوه کاهش یابد. کاهش دوز بالقوه با کاهش غلظت فرمالدئید و زمان مواجهه میسر خواهد شد.

با توجه به موارد ذکر شده، انجام اقدامات کنترلی مهندسی و مدیریتی طبق اولویت‌بندی مشخص گردیده جهت صیانت از نیروی کار ضروری می‌باشد.

نتیجه‌گیری

در این مطالعه ارزیابی ریسک سرطان‌زایی چهار بیمارستان تحت پوشش دانشگاه علوم پزشکی بقیه الله (عج) در تهران انجام شد. نتایج نشان دادند که فرمالدئید یکی از عوامل موجب نگرانی در بیمارستان ها است که نیازمند انجام اقدامات کنترلی و مهندسی جهت پیشگیری از عوارض زیان‌آور آن در کارکنان می‌باشد.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله نویسندگان مقاله مراتب تشکر و قدردانی خود را از معاونت مدیریت پژوهشی دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی بقیه الله به دلیل تأمین منابع مالی، تجهیزات مورد نیاز و همکاری در به اتمام رساندن این پژوهش اعلام می‌نمایند.

تضاد منافع

نویسندگان تصریح می‌نمایند که هیچ‌گونه تضاد منافعی در مطالعه حاضر وجود ندارد.

سهم نویسندگان

غلامحسین پورتقی: ایده اصلی، نظارت بر جمع‌آوری اطلاعات، نگارش پیش نویس مقاله

عبدالرحمن بهرامی: ایده اصلی، نظارت بر جمع‌آوری

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-04]

[DOI: 10.52547/johe.7.1.21]

داده‌ها، نگارش مقاله

ایمان شبان: جمع‌آوری داده، سهیم در نوشتن بخشی از مقاله

الناز طاهری: نگارش مقاله و تحلیل آماری آن

زهرا پیرمحمدی: نگارش مقاله

حمایت مالی

مطالعه حاضر بخشی از یک پروژه تحقیقاتی با شماره طرح ۹۵۰۶۰۰۰۸۰۴ می‌باشد که از سوی دانشگاه علوم پزشکی بقیه الله (عج)، پشتیبانی شده است.

REFERENCES

1. Ghasemkhani M, Jahanpeyma F, Azam KJ. Formaldehyde exposure in some educational hospitals of Tehran. *Ind Health*. 2005;**43**(4):703-7. PMID: 16294927 DOI: 10.2486/indhealth.43.703
2. Kim CW, Song JS, Ahn YS, Park SH, Park JW, Noh JH, et al. Occupational asthma due to formaldehyde. *Yonsei Med J*. 2001;**42**(4):440-5. PMID: 11519088 DOI: 10.3349/ymj.2001.42.4.440
3. Alexandersson R, Hedenstierna G. Pulmonary function in wood workers exposed to formaldehyde: a prospective study. *Arch Environ Health*. 1989;**44**(1):5-11. PMID: 2916856 DOI: 10.1080/00039896.1989.9935865
4. Coggon D, Harris EC, Poole J, Palmer KT. Extended follow-up of a cohort of British chemical workers exposed to formaldehyde. *J Natl Cancer Inst*. 2003;**95**(21):1608-15. PMID: 14600093 DOI: 10.1093/jnci/djg046
5. Rahimifard H, Heidari H, Abbasinia M, Noruzi M, Mahdinia M, Arast YJ. Respiratory effects induced by occupational exposure to formaldehyde among health care staff. *Int J Occup Hyg*. 2015;**5**(1):26-30.
6. Orsiere T, Sari-Minodier I, Iarmarcovai G, Botta AJ. Genotoxic risk assessment of pathology and anatomy laboratory workers exposed to formaldehyde by use of personal air sampling and analysis of DNA damage in peripheral lymphocytes. *Mutat Res*. 2006;**605**(1):30-41. PMID: 16584911 DOI: 10.1016/j.mrgentox.2006.01.006
7. Blair A, Saracci R, Stewart PA, Hayes RB, Shy C. Epidemiologic evidence on the relationship between formaldehyde exposure and cancer. *Scand J Work Environ Health*. 1990;**16**(6):381-93.
8. Luce D, Leclerc A, Bégin D, Demers PA, Gérin M, Orlowski E, et al. Sinonasal cancer and occupational exposures: a pooled analysis of 12 case–control studies. *Cancer Causes Control*. 2002;**13**(2):147-57. PMID: 11936821 DOI: 10.1023/a:1014350004255
9. Blair A, Stewart P, O'Berg M, Gaffey W, Walrath J, Ward J, et al. Mortality among industrial workers exposed to formaldehyde. *J Natl Cancer Inst*. 1986;**76**(6):1071-84. PMID: 3458945
10. Partanen T. environment, health. Formaldehyde exposure and respiratory cancer-a meta-analysis of the epidemiologie evidence. *Scand J Work Environ Health*. 1993;**19**(1):8-15.
11. Hildesheim A, Dosemeci M, Chan CC, Chen CJ, Cheng YJ, Hsu MM, et al. Occupational exposure to wood, formaldehyde, and solvents and risk of nasopharyngeal carcinoma. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*. 2001; **10**(11):1145-53. PMID: 11700262
12. Hauptmann M, Lubin JH, Stewart PA, Hayes RB, Blair AJ. Mortality from solid cancers among workers in formaldehyde industries. *Am J Epidemiol*. 2004;**159**(12):1117-30. PMID: 15191929 DOI: 10.1093/aje/kwh174
13. Bertazzi PA, Pesatori AC, Radice L, Zocchetti C, Vai TJ. Exposure to formaldehyde and cancer mortality in a cohort of workers producing resins. *Scand J Work Environ Health*. 1986;**12**(5):461-8. PMID: 3787218 DOI: 10.5271/sjweh.2111
14. Gardner M, Pannett B, Winter PD, Cruddas AM. A cohort study of workers exposed to formaldehyde in the British chemical industry: an update. *Occup Environ Med*. 1993;**50**(9):827-34. PMID: 8398877 DOI: 10.1136/oem.50.9.827
15. Marsh GM, Youk AO, Stone RA, Buchanich JM, Gula MJ, Smith TJ, et al. Historical cohort study of US man-made vitreous fiber production workers: I. 1992 fiberglass cohort follow-up: initial findings. *J Occup Environ Med*. 2001; **43**(9):741-56. PMID: 11561358 DOI: 10.1097/00043764-200109000-00004
16. Walrath J, Fraumeni JF Jr. Cancer and other causes of death among embalmers. *Cancer Res*. 1984;**44**(10):4638-41. PMID: 6467219
17. Hayes RB, Blair A, Stewart PA, Herrick RF, Mahar H. Mortality of US embalmers and funeral directors. *Am J Ind Med*. 1990;**18**(6):641-52. PMID: 2264563 DOI: 10.1002/ajim.4700180603
18. Collins JJ, Esmen NA, Hall TA. A review and meta-analysis of formaldehyde exposure and pancreatic cancer. *Am J Ind Med*. 2001;**39**(3):336-45. PMID: 11241567 DOI: 10.1002/1097-0274(200103)39:3<336::aid-ajim1022>3.0.co;2-k
19. Hauptmann M, Lubin JH, Stewart PA, Hayes RB, Blair A. Mortality from lymphohematopoietic malignancies among workers in formaldehyde industries. *J Natl Cancer Inst*. 2003;**95**(21):1615-23. PMID: 14600094 DOI: 10.1093/jnci/djg083
20. Pinkerton LE, Hein MJ, Stayner LT. Mortality among a cohort of garment workers exposed to formaldehyde: an update. *Occup Environ Med*. 2004;**61**(3):193-200. PMID: 14985513 DOI: 10.1136/oem.2003.007476
21. Delikhoon M, Fazlzadeh M, Sorooshian A, Baghani AN, Golaki M, Ashournejad Q, et al. Characteristics and health effects of formaldehyde and acetaldehyde in an urban area in Iran. *Environ Pollut*. 2018;**242**(Pt A):938-51. PMID: 30373039 DOI: 10.1016/j.envpol.2018.07.037
22. Jerusalem JG, Galarpe VR. Determination of formaldehyde in air in selected hospital-histopathology laboratories in Cagayan de Oro, Philippines. *J Chem Health Saf*. 2015; **22**(1):10-4. DOI: 10.1021/acs.chas.8b22106
23. Lü 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. PMID: 16740294 DOI: 10.1016/j.scitotenv.2006.03.044
24. Sousa FW, Caracas IB, Nascimento RF, Cavalcante RM. Exposure and cancer risk assessment for formaldehyde and acetaldehyde in the hospitals, Fortaleza-Brazil. *Build Environ*. 2011;**46**(11):2115-20. DOI: 10.1016/j.buildenv.2011.04.006
25. Cavalcante RM, Seyffert BH, D'Oca MG, Nascimento RF, Campelo CS, Pinto IS, et al. Exposure assessment for formaldehyde and acetaldehyde in the workplace. *Indoor Built Environ*. 2005;**14**(2):165-72. DOI: 0.1177/1420326X05052564
26. US Environmental Protection Agency (USEPA). Exposure factors handbook. Washington, DC: US Government Printing Office; 1997.
27. Rahimnejad S, Bahrami A, Ghorbani Shanh F, Rahimpoor R. Comparation of health risk assessment carcinogenic hydrocarbons in Workplace air in an oil-dependent industry by the Environmental Protection Agency (EPA) and the Department of Human Resources Malaysia. *Iran Occup Health*. 2017;**14**(5):107-17. [Persian]
28. Shanh FG, Rahimnejad S, Bahrami A, Farhadian M. Risk assessment of workers' exposure to volatile organic compounds in the air of a petrochemical complex in Iran. *Indian J Occup Environ Med*. 2017;**21**(3):121-7. PMID: 29618911 DOI: 10.4103/ijoem.IJOEM_86_17
29. US Environmental Protection Agency (USEPA). Risk assessment guidance for superfund, volume I, human health evaluation manual (part A). Washington, DC: EPA Press; 1989.
30. US Environmental Protection Agency (USEPA). Integrated risk information system. Washington, DC: US Government Printing Office; 2004.
31. US Environmental Protection Agency (USEPA). Risk assessment guidance for superfund (RAGS) Part A. Washington, DC: US Government Printing Office; 1996.

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-04]

[DOI: 10.52547/johe.7.1.21]

32. US Environmental Protection Agency (USEPA). Air risk assessment work plan. Air and Radiation Division, Tristate, Risk Assessment Project. Washington, DC: US Government Printing Office; 1997.
33. US Environmental Protection Agency (USEPA). Exposure factors handbook. Washington, DC: US Government Printing Office; 1993.
34. US Environmental Protection Agency (USEPA). Guidelines for exposure assessment. Washington, DC: US Government Printing Office; 1992.
35. Ramírez N, Cuadras A, Rovira E, Borrull F, Marcé RM. Chronic risk assessment of exposure to volatile organic compounds in the atmosphere near the largest Mediterranean industrial site. *Environ Int*. 2012;**39**(1):200-9. PMID: 22208760 DOI: 10.1016/j.envint.2011.11.002
36. Wu PC, Li YY, Lee CC, Chiang CM, Su HJ. Risk assessment of formaldehyde in typical office buildings in Taiwan. *Indoor Air*. 2003;**13**(4):359-63. PMID: 14636230 DOI: 10.1111/j.1600-0668.2003.00205.x

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-04]

[DOI: 10.52547/johe.7.1.21]