Journal of Health

Vol. 14, No. 1, Spring 2023, Pages 7-21

Human Health Risk Assessment of Formaldehyde in the Indoor Air of Women's Beauty Salons in Gonabad City

Ojrati A[1], Qasemi M[2], Zarei A*[3]

1. Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Gonabad University of Medical Sciences, Gonabad, Iran
2. Ph.D Student of Environment Health Engineering, Student Workgroup of Social Development and Health Promotion Research Center, Gonabad University of Medical Sciences, Gonabad, Iran
3. Department of Environment Health Engineering, School of Health, Infectious Diseases Research Center, Gonabad University of Medical Sciences, Gonabad, Iran

**** Corresponding author.*** Tel: +989379436651, Fax: +985157223814, E-mail: a.zarei.tums@gmail.com

Received: Dec 25, 2022 Accepted: Feb 14, 2023

ABSTRACT

Background & objectives*:* Formaldehyde is one of the chemical compounds found in the indoor air of beauty salons, which the workers and even the salon's customers are exposed to. Since formaldehyde is known as a human carcinogen according to the report of the International Agency for Research on Cancer, therefore, this research was conducted to estimate the human health risk of formaldehyde in the indoor air of women's beauty salons in Gonabad city.

Methods: In this analytical cross-sectional study, ten women's beauty salons were selected, and sampling was done under NIOSH standard 3500 at the same time as the providing services. The samples were transferred to the intended laboratory for analysis and statistical analysis, and a health risk assessment of formaldehyde was done using the data. Also, the information recorded in the checklist was used to determine the environmental parameters affecting formaldehyde concentration.

Results*:* The statistical analysis of the samples showed that the concentration of formaldehyde in the indoor air of beauty salons was within the standard limit. Among the different sections of beauty salons, the highest amount of formaldehyde is released from cosmetics. The non-carcinogenic risk of formaldehyde in all beauty salons was less than one, which is in the acceptable range. According to the U.S. EPA standard, the carcinogenic risk of formaldehyde was within the scope of probable carcinogenic risk.

Conclusion*:* Due to the high concentration of formaldehyde in the parts where cosmetics are used and the probable risk of carcinogenicity, it is necessary to investigate and monitor the content of formaldehyde in cosmetic and health products. Also, serious monitoring and control of air ventilation can effectively improve the indoor air quality of beauty salons.

Keywords*:* Health Risk Assessment; Formaldehyde; Indoor Air, Beauty Salons, Gonabad

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-04-04]

[DOR: 20.1001.1.23829710.1402.14.1.1.6]

[DOI: 10.61186/j.health.14.1.7]

ارزیابی خطر سلامتی فرمالدئید در هوای داخلی سالن‌های زیبایی زنانه شهر گناباد

افسانه اجرتی[۱]، مهدی قاسمی[۲]، احمد زارعی[۳*]

۱. گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی گناباد، گناباد، ایران

۲. دانشجوی Ph.D رشته مهندسی بهداشت محیط، کارگروه دانشجویی مرکز تحقیقات توسعه اجتماعی و ارتقاء سلامت، دانشگاه علوم پزشکی گناباد، گناباد، ایران

۳. گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، مرکز تحقیقات بیماری های عفونی، دانشگاه علوم پزشکی گناباد، گناباد، ایران

* نویسنده مسئول. تلفن: ۰۹۳۷۹۴۳۶۶۵۱ فکس: ۰۵۱ ۵۷۲۲۳۸۱۴ ایمیل: a.zarei.tums@gmail.com

چکیده

زمینه و هدف: فرمالدئید یکی از ترکیبات شیمیایی موجود در هوای داخلی سالن‌های زیبایی می‌باشد که پرسنل و حتی مراجعه‌کنندگان سالن نیز در مواجهه با آن قرار می‌گیرند. از آنجایی که فرمالدئید بر اساس گزارش آژانس بین المللی تحقیقات سرطان به عنوان ماده‌ای سرطان‌زا برای انسان شناخته شده است؛ لذا این پژوهش با هدف ارزیابی خطر سلامتی فرمالدئید در هوای داخلی سالن‌های زیبایی زنانه شهر گناباد انجام شد.

روش کار: در این مطالعه تحلیلی- مقطعی، ۱۰ سالن زیبایی زنانه انتخاب شدند و نمونه‌برداری مطابق با استاندارد NIOSH 3500 همزمان با ارائه خدمات انجام گرفت. نمونه‌ها برای آنالیز به آزمایشگاه مورد نظر منتقل شدند و با استفاده از داده‌ها، آنالیز آماری و ارزیابی خطر سلامتی فرمالدئید صورت گرفت. جهت تعیین پارامترهای محیطی موثر بر غلظت فرمالدئید، از اطلاعات ثبت شده در چک لیست مربوطه استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج آنالیز آماری نمونه‌ها نشان داد مقدار غلظت فرمالدئید در هوای داخلی سالن‌های زیبایی در محدوده استاندارد بود. در بین بخش‌های مختلف سالن‌های زیبایی، بیشترین میزان فرمالدئید منتشرشده برای استفاده از لوازم آرایشی می‌باشد. ریسک غیرسرطان‌زایی فرمالدئید در همه سالن‌های زیبایی کمتر از ۱ و در محدوده قابل قبول بود. مقدار ریسک سرطان‌زایی فرمالدئید بر اساس استاندارد US.EPA در محدوده احتمال وجود خطر سرطان‌زایی بود.

نتیجه‌گیری: با توجه به بالا بودن غلظت فرمالدئید در بخش‌هایی که از لوازم آرایشی استفاده می‌شود و وجود خطر احتمالی سرطان‌زایی، بررسی و نظارت بر محتوای فرمالدئید در محصولات آرایشی و بهداشتی الزامی است. همچنین نظارت و کنترل جدی بر تهویه هوا می‌تواند در بهبود کیفیت هوای داخلی سالن‌های زیبایی موثر باشد.

واژه های کلیدی: ارزیابی خطر سلامتی، فرمالدئید، هوای داخلی، سالن‌های زیبایی، گناباد

دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/٤ **پذیرش:** ۱۴۰۱/۱۱/۲۵

مقدمه

سبک زندگی در عصر حاضر باعث شده است تا افراد بیش از ۹۰ درصد از زمان خود را در محیط‌های داخلی سپری کنند (۱،۲). نتیجه تحقیقات نشان می‌دهد که همواره محیط‌های بسته ۵ الی ۱۰ برابر آلوده‌تر از محیط‌های خارجی مجاور خود هستند. بنابراین کیفیت هوای محیط داخلی به دلیل اثر مستقیم آن بر سلامتی، آسایش و بهره‌وری انسان اهمیت زیادی دارد (۱،۳). آرایشگاه‌ها از اماکن عمومی هستند که به علت مراجعه اقشار مختلف جامعه، توجه به کیفیت هوای

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-04-04]
[DOR: 20.1001.1.23829710.1402.14.1.1.6]
[DOI: 10.61186/j.health.14.1.7]

داخلی آن‌ها حائز اهمیت می‌باشد (۴،۵). افراد در سالن‌های زیبایی در معرض عوامل فیزیکی، شیمیایی و عدم تهویه مناسب قرار می‌گیرند که می‌توانند بر سلامت و آسایش پرسنل و حتی مراجعه‌کنندگان نیز اثر بگذارند (۸-۶). می‌توان گفت یک آرایشگر در طول روز کاری خود به طور مزمن در معرض طیف گسترده‌ای از محصولات آرایشی و مراقبتی با بیش از ۳۰۰۰ نوع ماده شیمیایی قرار دارد (۱۱-۹). استفاده از محصولات آرایشی و بهداشتی همچون شامپو، نرم‌کننده، رنگ مو، اسپری مو، کرم و لوسیون‌ها، پاک‌کننده‌ها، عطرها و غیره به منظور پاکیزگی، ایجاد بوی خوب، محافظت از پوست و بهبود ظاهر به طور گسترده در سالن‌های زیبایی در حال افزایش است (۱۴-۱۲). انتشارات ناشی از این مواد در طول زمان کار در هوای محیط داخلی سالن‌ها باقی می‌مانند و پرسنل، مواد شیمیایی را از طریق پوست خود جذب می‌کنند یا آن‌ها را تنفس می‌کنند (۱۵) و به دنبال آن از سوزش چشم، بینی، گلو، ریه و پوست شکایت دارند (۱۶). VOCها آلاینده‌هایی هستند که عمدتاً در غلظت‌های بالا در سالن‌های زیبایی منتشر می‌شوند (۱۲). فرمالدئید با فرمول مولکولی CH_2O در دمای اتاق بی‌رنگ، قابل اشتعال و بسیار واکنش‌پذیر است (۱۷،۱۸). برخی از ترکیبات تشکیل‌دهنده و نیز اغلب نگهدارنده‌های مورد استفاده در لوازم آرایشی، قابلیت تولید و انتشار این ماده در هوا و به خصوص در صورت وجود منبع حرارتی مانند اتوی مو و سشوار را دارند (۱۹). تا جایی که دپارتمان بهداشت کانادا، رهنمودی را برای حدود ۱۲۳ میکروگرم بر مترمکعب برای مدت ۱ ساعت و ۵۰ میکروگرم بر مترمکعب را برای مدت ۸ ساعت مواجهه در هوای داخلی تعیین کرده است. همچنین مقدار کمتر از ۱۰۰ میکروگرم بر مترمکعب معادل ppm ۰/۰۸ برای ۳۰ دقیقه قرارگیری در معرض فرمالدئید در هوای داخلی توسط WHO تعیین شده است (۲۰،۲۱). در مطالعه اساره- دونکور[1] و همکاران، غلظت فرمالدئید در ۳۶ سالن از ۶۰ سالن زیبایی برای یک دوره کاری ۸ ساعته بیشتر از ۱۰۰ میکروگرم بر متر مکعب بود (۲۲). همچنین در مطالعه ژونگ[2] و همکاران، غلظت فرمالدئید در نیمی از سالن‌های زیبایی مورد نظر، در محدوده استاندارد WHO بود (۲۳). آژانس بین‌المللی تحقیقات سرطان (IARC) در سال ۲۰۱۲ فرمالدئید را به عنوان ماده سرطان‌زا برای انسان در گروه 1A طبقه‌بندی کرده است (۱۸،۲۴). فرمالدئید به‌عنوان یک آلرژن محرک دستگاه تنفس، پوست و چشم شناخته می‌شود. همچنین بین قرارگرفتن در معرض این ماده و ابتلا به سرطان نازوفارنکس و سرطان حلق و بینی ارتباطی وجود دارد (۱۵،۱۸، ۲۴-۲۶). ایوتیونگینا[3] و همکاران در مطالعه خود خطر سرطان‌زایی فرمالدئید را $۴/۶\times۱۰^{-۶}$ بیان کردند که نشان دهنده وجود امکان خطر سرطان‌زایی بود(۲۷). در مطالعه‌ای که توسط لامپلاگ[4] و همکاران انجام شد، خطر سرطان‌زایی فرمالدئید از حداقل خطر تعیین شده توسط EPA (۱×۱۰^{-۶}) برای سرطان‌های نازوفارنکس و لوسمی بیشتر بود. دو نمونه خطر قطعی سرطان و چهار نمونه خطر احتمال سرطان‌زایی را به دنبال داشتند (۲۸). با توجه به ضرورت آگاهی در جهت کیفیت هوای داخلی اماکن عمومی همچون سالن‌های زیبایی و مشاهده مطالعات بسیار کمی به منظور ارزیابی خطر سلامتی فرمالدئید در سالن‌های زیبایی زنانه در ایران، این مطالعه انجام شد.

روش کار

منطقه مورد مطالعه

این مطالعه در شهر گناباد، در جنوب استان خراسان رضوی واقع در شرق ایران، با ارتفاع ۱۱۰۵ متری از سطح دریا انجام شد (شکل ۱). این شهر دارای آب و

[1] Asare-Donkor
[2] Zhong
[3] Evtyugina
[4] Lamplugh

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-04-04]
[DOR: 20.1001.1.23829710.1402.14.1.1.6]
[DOI: 10.61186/j.health.14.1.7]

هوای خشک و نیمه بیابانی است و در سرشماری سال ۱۳۹۵ جمعیت این شهر ۴۰۷۷۳ نفر بود.

شکل ۱. موقعیت شهر گناباد

نمونه‌برداری و تجزیه و تحلیل

این مطالعه از نوع تحلیلی- مقطعی و در فصل تابستان انجام شد. ابتدا ۱۰ سالن زیبایی زنانه در شهر گناباد بر اساس معیارهایی همچون فعال‌بودن و ارائه خدمات پوست، مو و ناخن، گذشت حداقل ۶ ماه از آخرین بازسازی یا تغییر دکوراسیون و حضور حداقل ۲ نفر پرسنل در سالن‌های زیبایی انتخاب گردید. بر اساس استاندارد NIOSH به شماره ۳۵۰۰ (۲۹) برای نمونه‌برداری فعال، از پمپ نمونه‌برداری فردی مدل Airchek Touch و یک بطری گازشوی استاندارد (ایمپینجر) ساخت شرکت SKC انگلستان که با شلنگ رابط به هم متصل شده‌اند، استفاده شد. چنانچه سالن‌ها دارای قسمت‌های متفاوتی برای انجام خدمات بودند، از هر قسمت نمونه جداگانه همزمان با ارائه خدمات برداشت شد. برای هر نمونه داخل ایمپینجر ۲۰ میلی‌لیتر محلول بی‌سولفیت سدیم ۱ درصد ریخته شد. پس از پایان نمونه‌برداری از هوای سالن، محتوای ایمپینجر را به بطری‌های پلی‌اتیلن با چگالی کم انتقال داده و نمونه‌ها تا زمان آنالیز در جای خنک نگهداری شدند (۳۰). علاوه بر این، همزمان با انجام نمونه‌برداری، برای اندازه‌گیری پارامترهای محیطی (دمای هوای داخلی، سرعت جریان هوا و رطوبت نسبی) از آنمومتر و برای اندازه‌گیری ویژگی‌های ساختمان سالن‌ها (مساحت، ارتفاع سقف و حجم فضای داخلی) از متر استفاده شد. اطلاعات نیز در چک لیست مربوطه ثبت گردید.

سنجش نمونه‌های فرمالدئید در آزمایشگاه بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی گناباد صورت گرفت. برای سنجش نمونه‌ها ابتدا ٤ میلی‌لیتر از نمونه را به فلاسک شیشه‌ای ۲۵ میلی‌لیتری منتقل و سپس ۰/۱ میلی‌لیتر اسید کروموتروپیک و ۶ میلی‌لیتر اسید سولفوریک غلیظ را زیر هود به آن اضافه نموده و همگن شدند. محلول به مدت ۱۵ دقیقه تا دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد در بنماری گرم شد و سپس به مدت ۲ تا ۳ ساعت در دمای اتاق خنک شد. در نهایت توسط دستگاه اسپکتروفتومتر با طول موج ۵۸۰ نانومتر، جذب نمونه‌ها و محلول‌های استاندارد قرائت گردید.

آنالیز آماری

هر سالن از A تا J نام‌گذاری شده و داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS-26 تحلیل شدند. آمار توصیفی برای متغیرهای کمی با استفاده از میانگین و انحراف معیار و به صورت تعداد و درصد ارائه گردید. برای بررسی ارتباط بین متغیرهای کمی، پس از بررسی نرمال بودن و یا عدم نرمال‌بودن داده‌ها از طریق آزمون کلموگروف- اسمیرنف، از آزمون ناپارمتری همبستگی اسپیرمن و برای بررسی ارتباط بین متغیرهای کمی و کیفی نیز از آزمون تی مستقل استفاده شد. نتایج نیز در سطح معناداری ۰/۰۵ تحلیل گردید.

ارزیابی خطر

ارزیابی خطر به عنوان «توضیحات اثرات نامطلوب بهداشتی بالقوه ناشی از قرارگرفتن انسان در معرض خطرات محیطی» تعریف می‌شود (۳۱). خطراتی که سلامت انسان را تهدید می‌کنند به صورت خطر غیرسرطان‌زا و خطر سرطان‌زا طبقه‌بندی می‌شوند. این طبقه‌بندی بر اساس پایگاه داده آژانس بین‌المللی تحقیقات سرطان است (۳۲). در این مطالعه ارزیابی خطر سلامتی ناشی از قرارگرفتن در معرض فرمالدئید در سالن‌های زیبایی با استفاده از روش ارائه شده توسط آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا صورت گرفت. انسان می‌تواند از طریق استنشاق، بلع و تماس پوستی در معرض آلودگی قرار گیرد. اما

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-04-04]
[DOR: 20.1001.1.23829710.1402.14.1.1.6]
[DOI: 10.61186/j.health.14.1.7]

قرارگرفتن در معرض آلاینده‌های هوا از طریق استنشاق مهمترین مسیر در مقایسه با سایر مسیرهای مواجهه است (۳۱). از آن جایی که فرمالدئید یک ماده سرطان‌زا برای انسان است (۳۳)، خطر سرطان‌زایی و غیرسرطان‌زایی برای آرایشگران در سالن‌های زیبایی ناشی از قرارگرفتن در معرض فرمالدئید به صورت زیر محاسبه شد (۱۶،۳٤):

$$CDI = (CA \times IR \times CF \times ED \times EF)/(AT \times BW)$$

در این فرمول CDI نشان‌دهنده مقدار دریافتی مزمن روزانه ($mg.kg^{-1}.day^{-1}$) است. CA میزان غلظت آلاینده در سالن زیبایی ($mg.m^{-3}$) می‌باشد. CF ضریب تبدیل ($mg.\mu g^{-1}$) و بر اساس توصیه آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا، IR نرخ استنشاق روزانه و معادل ۲۰ متر مکعب بر روز است (۳۵). با درنظرگرفتن شیفت کاری ۸ ساعته در روز و ۳۰ روز مرخصی در هر سال، می‌توان EF را ۷٤ روز در سال در نظر گرفت. AT و BW به ترتیب میانگین طول عمر و وزن بدن معادل ۳۶۵×۷۰ روز (۱۶) و ۶۰ کیلوگرم برای خانم‌ها می‌باشند (۲٤). پس از محاسبه CDI، خطر سرطان‌زایی (CR) از طریق فرمول زیر محاسبه شد(۳۶، ۳۷):

$$CR = CDI/CSF_i$$

CSF فاکتور شیب سرطان است که برای فرمالدئید معادل ۰/۰٤۵ با واحد $mg.kg^{-1}.day^{-1}$ می‌باشد (۱۳). اگر مقدار CR بیش‌تر از 1×10^{-4} باشد، نشان‌دهنده وجود «خطر قطعی» است. اگر بین 1×10^{-5} و 1×10^{-4} باشد، بیانگر «خطر احتمالی» است و اگر بین 1×10^{-5} و 1×10^{-6} باشد، بیانگر «خطر ممکن» می‌باشد. همچنین اگر CR کمتر از 1×10^{-6} باشد، طبق رهنمود U.S.EPA به عنوان «خطر ناچیز یا بدون خطر» تشخیص داده می‌شود (۳۸). سپس با استفاده از فرمول زیر خطر غیرسرطان‌زایی برای فرمالدئید محاسبه گردید:

$$HQ = CDI/Rfc$$

در این رابطه Rfc یا همان مقدار مرجع دریافتی از طریق تنفس، بر اساس توصیه آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا به دست آمد (۱۷،۲۲). اگر $HQ>1$ باشد، دارای اثرات نامطلوب غیرسرطان‌زا و اگر $HQ\leq1$ باشد بیانگر قابل قبول بودن اثر می‌باشد (۳۹). مقادیر مربوط به خطر سرطان‌زایی و غیرسرطان‌زایی در جدول ۱ ارائه شده است.

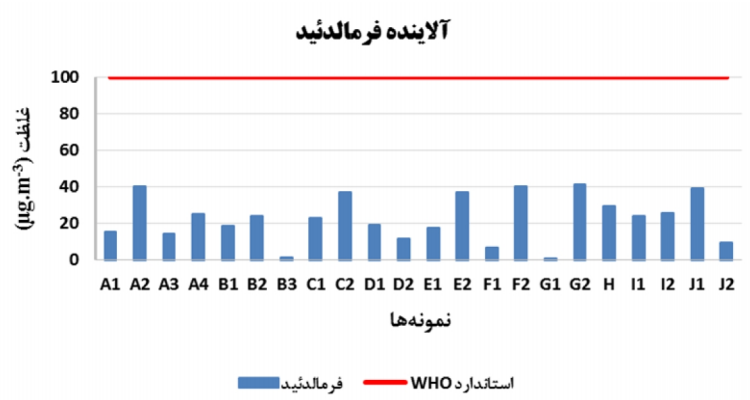
یافته‌ها

غلظت فرمالدئید اندازه‌گیری شده در بخش‌های مختلف هر یک از ۱۰ سالن زیبایی در شکل ۲ نشان داده شده است. میانگین و انحراف معیار آلاینده فرمالدئید در هوای داخلی سالن‌های زیبایی ۱۲/۶۸±۲۲/۹۲ میکروگرم بر مترمکعب می‌باشد. حداقل و حداکثر غلظت فرمالدئید به ترتیب ۱/۰۲ و ٤۱/٤۰ میکروگرم بر مترمکعب تعیین شد.

جدول ۱. متغیرهای به کار رفته به منظور ارزیابی خطر سلامتی فرمالدئید در هوای داخلی سالن‌های زیبایی

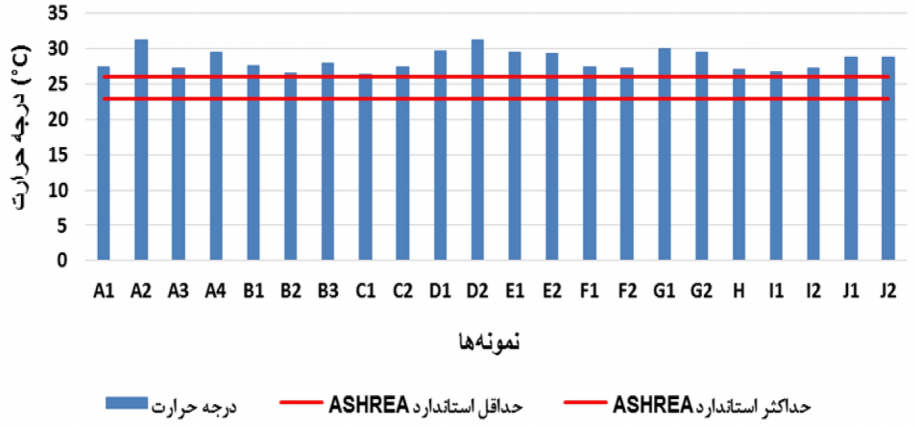
متغیر	تعریف	مقدار	واحد
CDI	متوسط مقدار دریافتی آلاینده از طریق تنفس		$mg.kg^{-1}.day^{-1}$
CA	غلظت آلاینده		$\mu g.m^{-3}$
IR	نرخ استنشاق	۲۰	$m^3.day^{-1}$
CF	ضریب تبدیل واحد	10^{-3}	$mg.\mu g^{-1}$
ED	مدت زمان مواجهه	۳۰	year
EF	دوره یا فرکانس مواجهه	۷٤	$day.year^{-1}$
AT	زمان متوسط	۳۶۵×۷۰	day
BW	وزن بدن(برای خانم‌ها)	۶۰	kg
CSF_i	عامل شیب سرطان از طریق استنشاق	۰/۰٤۵	$mg.kg^{-1}.day^{-1}$
Rfc	مقدار مرجع دریافتی از طریق تنفس	۰/۰۰۹۸۳	$mg.m^{-3}$

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-04-04]
[DOR: 20.1001.1.23829710.1402.14.1.1.6]
[DOI: 10.61186/j.health.14.1.7]



شکل ۲. توزیع فراوانی فرمالدئید در سالن‌های زیبایی زنانه شهر گناباد

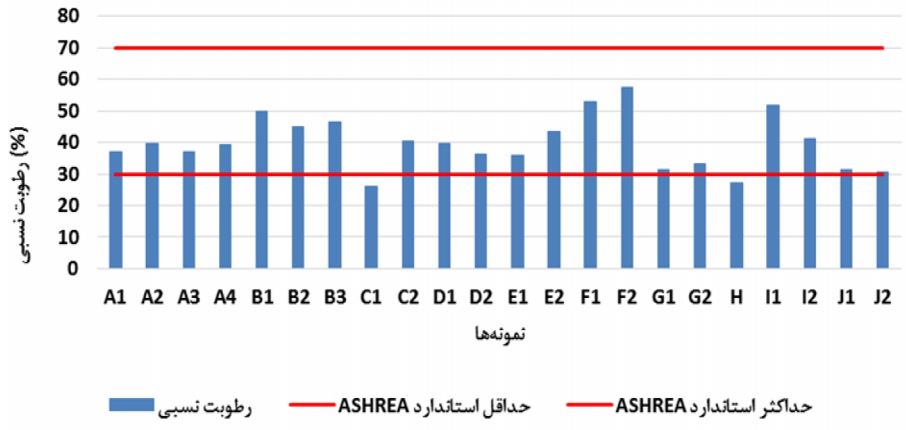
علاوه بر این میانگین عوامل محیطی همچون دمای هوا، رطوبت نسبی و سرعت جریان هوا، نوع تهویه، تعداد افراد حاضر در هر بخش از سالن و همچنین مشخصات فیزیکی ساختمان ثبت شدند. سپس ارتباط بین فرمالدئید و پارامترهای تعیین شده با استفاده از آزمون‌های ناپارامتریک مورد آنالیز آماری قرار گرفت. میانگین، حداقل و حداکثر دمای هوای داخلی ثبت شده به ترتیب ۲۸/۳۸۶، ۲۶/٤ و ۳۱/۲ درجه سانتی‌گراد بود. با توجه به محدوده استاندارد دمای ۲۳ تا ۲۶ درجه سانتی‌گراد بر اساس رهنمود ASHREA 55 برای هوای داخلی در فصل تابستان (٤۰) می‌توان گفت ۱۰۰ درصد داده‌ها بیشتر از محدوده استاندارد تعیین شده بودند (شکل ۳).



شکل ۳. توزیع فراوانی درجه حرارت در سالن‌های زیبایی زنانه شهر گناباد

آزمون همبستگی اسپیرمن نشان داد که بین پارامتر درجه حرارت و غلظت فرمالدئید ارتباط معناداری وجود نداشت (p=۰/۷۲). میانگین، حداقل و حداکثر رطوبت نسبی اندازه‌گیری شده در هوای داخلی سالن‌ها به ترتیب ۳۹/۷۰۹، ۲۶ و ۵۷/٤ درصد بود. با توجه به محدوده استاندارد رطوبت نسبی مشخص‌شده بین ۳۰ تا ۷۰ درصد، توسط رهنمود ASHREA (۲۰۰۹) (٤۱)، تنها ۲ نمونه معادل ۹/۰۹ درصد از داده‌ها کمتر از محدوده استاندارد بودند (شکل ٤). همچنین آزمون همبستگی اسپیرمن نشان داد که بین پارامتر رطوبت نسبی و غلظت فرمالدئید ارتباط معنادار وجود نداشت (p=۰/۷۱).

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-04-04]
[DOR: 20.1001.1.23829710.1402.14.1.1.6]
[DOI: 10.61186/j.health.14.1.7]



شکل ٤. توزیع فراوانی رطوبت نسبی در سالن‌های زیبایی زنانه شهر گناباد

میانگین، حداقل و حداکثر پارامتر سرعت جریان هوای داخلی اندازه‌گیری شده در سالن‌ها به ترتیب ۰/۷ m/s ،۰/۸۱±۰/۷ m/s و ۲/۵۵ m/s می‌باشد. بر اساس آزمون همبستگی اسپیرمن بین غلظت فرمالدئید و سرعت جریان هوا ارتباط معنادار از نوع معکوس مشاهده شد (p=۰/۰۰) (r=-۰/۹۵۸). از بین ۲۲ نمونه تنها ۲ نمونه دارای تهویه طبیعی و مکانیکی بوده و سایر نمونه‌ها تنها از تهویه طبیعی برخوردار بودند. میانگین غلظت آلاینده فرمالدئید در سالن‌های دارای تهویه طبیعی ۱۱/۹۲±۲۳/٤۱ میکروگرم بر مترمکعب و در سالن‌های دارای تهویه طبیعی و مکانیکی ۱۹/۸۱±۱۹/۷۹ میکروگرم بر مترمکعب بود. با این حال، بر اساس آزمون T، بین میانگین غلظت آلاینده فرمالدئید در شرایط دارای تهویه طبیعی و میانگین غلظت آلاینده فرمالدئید در شرایط دارای تهویه طبیعی و مکانیکی، تفاوت آماری معناداری مشاهده نشد (p=۰/۶۵۷). آزمون همبستگی اسپیرمن بین غلظت فرمالدئید و تعداد افراد حاضر در سالن‌ها با میانگین ۶/۳۶ نفر، رابطه معناداری را نشان نداد (p=۰/۹۸۶). همچنین بر اساس آزمون اسپیرمن بین هیچ یک از پارامترهای فیزیکی ساختمان شامل حجم فضا (p=۰/۳۷۶)، مساحت (p=۰/٤۶۹) و ارتفاع سقف (p=۰/٤۸۸) با غلظت فرمالدئید ارتباط آماری معناداری مشاهده نشد. علاوه بر این آزمون اسپیرمن بین عمر ساختمان سالن‌های زیبایی با میانگین ٤/۵ سال و غلظت فرمالدئید ارتباط معناداری را نشان نداد (p=۰/۷۹). مقادیر عددی پارامترها در جدول‌های۲، ۳ و ٤ بیان شده است. با توجه به جدول ۵، محدوده مقادیر CDI از طریق استنشاق برای فرمالدئید در نمونه‌های هوای داخلی سالن‌های زیبایی زنانه شهر گناباد از $٤/۳۳\times۱۰^{-٤}$ تا $۸/۷۲\times۱۰^{-٤}$ با میانگین $۶/۸۲\times۱۰^{-٤}$ می‌باشد. با استفاده از مقدار دریافتی روزانه مزمن (CDI)، مقدار خطر غیر سرطان‌زایی که با شاخص HQ بیان می‌شود، برای فرمالدئید در هوای داخلی سالن‌های زیبایی بر اساس توصیه آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا (۱۷) محاسبه گردید. با توجه به داده‌های نمایش داده‌شده در شکل۵، خطر غیرسرطان‌زایی برای فرمالدئید در همه نمونه‌ها کمتر از ۱ و در محدوده قابل قبول است. سپس خطر سرطان‌زایی برای فرمالدئید با استفاده از روش توصیه شده توسط آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا (۳۵) محاسبه گردید. داده‌های مربوط به خطر سرطان‌زایی در جدول ۶ بیان شده‌اند.

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-04-04]
[DOR: 20.1001.1.23829710.1402.14.1.1.6]
[DOI: 10.61186/j.health.14.1.7]

جدول ۲. مقادیر عددی پارامترهای اندازه‌گیری شده و خدمات ارائه شده در هر بخش از سالن‌های زیبایی زنانه شهر گناباد

کد نمونه	غلظت فرمالدئید ($\mu g.m^{-3}$)	درجه حرارت (°C)	رطوبت نسبی (٪)	سرعت جریان هوا ($m.s^{-1}$)	نوع تهویه	تعداد افراد حاضر	محل و نوع خدمات
A1	۱۵/۳۲	۲۷/٤	۳۷/۲	۱/۳۲	طبیعی	٤	فضای عمومی (رنگ مو)
A2	٤۰/۵	۳۱/۲	۳۹/۷	۰	طبیعی مکانیکی	۲	اتاق رنگ مو
A3	۱٤/۳۵	۲۷/۲	۳۷/۱	۰/۹۹	طبیعی	۳	فضای عمومی (براشینگ مو)
A4	۲۵	۲۹/۶	۳۹/۳	۰/۶۶	طبیعی	۵	اتاق میکاپ و شنیون
B1	۱۸/۹۶	۲۷/۶	٤۹/۹	۱/۰۷	طبیعی	۲	اتاق پوست
B2	۲٤/۳۶	۲۶/۶	٤۵/۱	۰/۶۶	طبیعی	۲	اتاق ناخن (کاشت و لاک ناخن)
B3	۱/۵	۲۷/۹	٤۶/٤	۲/۲۲	طبیعی	۸	فضای عمومی (براشینگ مو و میکاپ و شنیون)
C1	۲۳/۲	۲۶/٤	۲۶	۰/۶۶	طبیعی	۷	فضای عمومی (کراتین و رنگ مو)
C2	۳۷	۲۷/۵	٤۰/۳	۰	طبیعی	۵	اتاق میکاپ
D1	۱۹/٤	۲۹/۷	۳۹/۶	۰/۶۶	طبیعی	۵	فضای عمومی (رنگ مو)
D2	۱۱/۶	۳۱/۲	۳۶/۲	۱/۳۲	طبیعی	۳	اتاق شنیون
E1	۱۷/۸٤	۲۹/۶	۳۵/۹	۱/۰۷	طبیعی مکانیکی	۱۰	فضای عمومی (رنگ مو)
E2	۳۷/۳	۲۹/٤	٤۳/۵	۰	طبیعی	۱۱	فضای عمومی (میکاپ و شنیون)
F1	۶/۹۲	۲۷/۵	۵۳/۱	۱/۲۳	طبیعی	۶	فضای عمومی (کراتین مو)
F2	٤۰/۵۲	۲۷/۳	۵۷/٤	۰	طبیعی	۵	اتاق میکاپ
G1	۱/۰۲	۳۰/۱	۳۱/٤	۲/۵۵	طبیعی مکانیکی	۱۲	فضای عمومی (رنگ مو)
G2	٤۱/٤	۲۹/۶	۳۳/٤	۰	طبیعی	۱۸	فضای عمومی (میکاپ)
H	۲۹/۳۶	۲۷/۱	۲۷/۲	۰/۶۶	طبیعی	۶	فضای عمومی (رنگ مو)
I1	۲۳/۹۶	۲۶/۷	۵۱/۷	۰/۶۶	طبیعی	۲	اتاق پوست
I2	۲۵/۵۶	۲۷/۲	٤۱/۱	۰/۶۶	طبیعی	۷	فضای عمومی (رنگ مو و کاشت مژه)
J1	۳۹/٤	۲۸/۸	۳۱/۵	۰	طبیعی	۹	فضای عمومی (میکاپ و براشینگ)
J2	۹/۶۸	۲۸/۹	۳۰/۶	۱/٤۸	طبیعی	۸	فضای عمومی (میکاپ و شنیون)

جدول۳. مشخصات ساختمانی هر بخش از سالن‌های زیبایی زنانه شهر گناباد

کد نمونه	مساحت (m^2)	حجم فضا (m^3)	کد نمونه	مساحت (m^2)	حجم فضا (m^3)
A1	۲٤	۷۲	E1	٤۵	۱۲۶
A2	۱۸	۵٤	E2	٤۵	۱۲۶
A3	۲٤	۷۲	F1	۲۸	۷۸/٤
A4	۱۸	۵٤	F2	۱۲	۳۳/۶
B1	۱۲	۳۶	G1	۱۱۰	٤۱۸
B2	۹	۲۷	G2	۱۱۰	٤۱۸
B3	٤۰	۱۲۰	H	۲۸	۸٤
C1	۱۰۰	۳۰۰	I1	۱۲	۳۶
C2	۱۲	۳۶	I2	۲٤	۷۲
D1	۶۵	۲۰۱/۵	J1	۳۰	۹۳
D2	۱۲	۳۷/۲	J2	۳۰	۹۳

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-04-04]
[DOR: 20.1001.1.23829710.1402.14.1.1.6]
[DOI: 10.61186/j.health.14.1.7]

جدول ٤. مشخصات ساختمان سالن‌های زیبایی زنانه شهر گناباد

کد نمونه	ارتفاع سقف (m)	عمر ساختمان (سال)
A	۳	۶
B	۳	٤
C	۳	۱۰
D	۳/۱	۵
E	۲/۸	۱/۵
F	۲/۸	۲
G	۳/۸	٤
H	۳	۵
I	۳	۵
J	۳/۱	۱/۵

جدول ۵. متوسط مقدار دریافتی مزمن آلاینده از طریق تنفس در روز

کد نمونه	غلظت فرمالدئید* ($\mu g.m^{-3}$)	CDI ($mg.kg^{-1}.day^{-1}$)
A	۲۳/۷۹۲۵	۶/۸۹ ×۱۰$^{-٤}$
B	۱٤/۹٤	٤/۳۳ ×۱۰$^{-٤}$
C	۳۰/۱	۸/۷۲ ×۱۰$^{-٤}$
D	۱۵/۵	٤/٤۹ ×۱۰$^{-٤}$
E	۲۷/۵۷	۷/۹۹ ×۱۰$^{-٤}$
F	۲۳/۷۲	۶/۸۷ ×۱۰$^{-٤}$
G	۲۱/۲۱	۶/۱٤ ×۱۰$^{-٤}$
H	۲۹/۳۶	۸/۵ ×۱۰$^{-٤}$
I	۲٤/۷۶	۷/۱۷ ×۱۰$^{-٤}$
J	۲٤/۵٤	۷/۱۱ ×۱۰$^{-٤}$

*در این جدول از میانگین غلظت فرمالدئید در هر سالن استفاده شده است.

شکل ۵. خطر غیر سرطان‌زایی فرمالدئید در هوای داخلی سالن‌های زیبایی زنانه شهر گناباد

جدول۶. خطر سرطان‌زایی فرمالدئید در هوای داخلی سالن‌های زیبایی زنانه شهر گناباد

کد نمونه	CR
A	۳/۱ ×۱۰$^{-۵}$
B	۱/۹۵ ×۱۰$^{-۵}$
C	۳/۹۲ ×۱۰$^{-۵}$
D	۲/۰۲ ×۱۰$^{-۵}$
E	۳/۵۹ ×۱۰$^{-۵}$
F	۳/۰۹ ×۱۰$^{-۵}$
G	۲/۷۶ ×۱۰$^{-۵}$
H	۳/۸۳ ×۱۰$^{-۵}$
I	۳/۲۳ ×۱۰$^{-۵}$
J	۳/۲ ×۱۰$^{-۵}$

حداقل و حداکثر و میانگین خطر سرطان‌زایی محاسبه‌شده برای فرمالدئید در هوای داخلی سالن‌های زیبایی به ترتیب ۱۰$^{-۵}$×۱/۹۵، ۱۰$^{-۵}$×۳/۹۲ و ۱۰$^{-۵}$×۳/۰۷ و در محدوده خطر احتمال سرطان‌زایی می‌باشند.

بحث

ابتدا میزان غلظت فرمالدئید در هوای داخلی سالن‌های زیبایی طبق روش استاندارد NIOSH تعیین شد و سپس خطر سرطان‌زایی و غیرسرطان‌زایی فرمالدئید با استفاده از روش U.S.EPA محاسبه شد. طبق استاندارد WHO، مقدار مجاز قرار گیری در معرض فرمالدئید برای مدت ۳۰ دقیقه کمتر از ۱۰۰ میکروگرم بر متر مکعب است؛ بنابراین با توجه به نتایج مطالعه حاضر می‌توان گفت غلظت تمام نمونه‌های فرمالدئید در حد مجاز و در محدوده استاندارد می‌باشند. در مطالعه هادی و همکاران نیز تمام غلظت‌های فرمالدئید اندازه‌گیری‌شده کمتر از ۱۰۰ میکروگرم بر مترمکعب بر اساس رهنمود WHO برای ۳۰ دقیقه مواجهه بود (۱۶). این نتیجه هم‌راستا با مطالعه حاضر می‌باشد. در مقابل، در پژوهش پکس و همکاران میانگین غلظت فرمالدئید

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-04-04]
[DOR: 20.1001.1.23829710.1402.14.1.1.6]
[DOI: 10.61186/j.health.14.1.7]

برای ۱۵ دقیقه مواجهه، ۱۶۷۳ میکروگرم بر متر مکعب و بیش از حد استاندارد بود (۴۲).
در مطالعه پتفی[1] و همکاران میانگین غلظت فرمالدئید در سالن‌های زیبایی در طی کراتین مو به ۱۲۷/۵ میکروگرم بر متر مکعب رسید که از استاندارد حد مواجهه شغلی (OEL) در اتحادیه اروپا کمتر بود (۴۳). از آن‌جایی که غلظت فرمالدئید در مطالعه حاضر کمتر از حد استاندارد است و آنالیز آماری بین غلظت فرمالدئید و سرعت جریان هوا رابطه معنادار معکوس را نشان داد، می‌توان گفت هر چه سرعت جریان هوای داخلی سالن‌ها بیشتر باشد، غلظت فرمالدئید در هوا نیز کمتر است. هم‌راستا با مطالعه حاضر، در پژوهش طاهری و همکاران نیز سرعت جریان هوای داخلی در کاهش غلظت آلاینده، موثر شناخته شد (۴۴). با وجود این که سیستم‌های تهویه در سالن‌ها می‌توانند یک عامل کلیدی در تعیین غلظت آلاینده باشند اما در مطالعه لامپلاگ و همکاران با وجود این که تمامی سالن‌های زیبایی دارای سیستم تهویه مکانیکی بودند ولی غلظت فرمالدئید بیشتر از حد مجاز توصیه شده توسط سازمان ملی ایمنی و بهداشت شغلی گزارش شد (۲۸). همچنین در مطالعه هادی و همکاران غلظت فرمالدئید در سالن‌هایی با تهویه طبیعی در مقایسه با سالن‌هایی با تهویه مکانیکی کمتر بود (۱۶). با این وجود یافته‌های مطالعه حاضر نشان داد که غلظت فرمالدئید و نوع تهویه ارتباط معناداری ندارند که می‌تواند به دلیل حجم زیاد فضای سالن یا کافی‌نبودن تهویه باشد. بر اساس استاندار ASHREA، محدوده مناسب دمای هوای داخلی تعیین شده است. در مطالعه حاضر با مشاهده داده‌های دمایی ثبت شده و نوع خدمات ارائه شده در هر بخش می‌توان گفت استفاده از اتو و سشوار در زمان تثبیت رنگ مو و براشینگ مو و همچنین دستگاه بخار گرم در اتاق‌های پوست، دمای هوای داخلی سالن‌ها را افزایش می‌دهند. به همین دلیل دمای هوای داخلی تمام سالن‌ها بیشتر از محدوده استاندارد تعیین شده بود. با این حال بین دمای هوا و غلظت فرمالدئید ارتباط معناداری مشاهده نشد. در مطالعه لابرچ[2] و همکاران حداقل و حداکثر دمای ثبت‌شده به ترتیب ۱۷ و ۲۶ درجه سانتی‌گراد گزارش شد (۴۵). این محدوده دمایی می‌تواند به دلیل تفاوت در نوع خدمات ارائه شده باشد. در مطالعه دونکور و همکاران نیز بین غلظت فرمالدئید با میانگین ۱۳۰/۵۳ میکروگرم بر مترمکعب و دمای هوا با میانگین ۳۲/۵ درجه سانتی‌گراد ارتباط معناداری وجود نداشت (۲۲)، این نتیجه هم‌سو با مطالعه حاضر می‌باشد. در مطالعه‌ای که در چند سالن زیبایی شهر تهران انجام شد، بین غلظت آلاینده و دمای هوای داخلی سالن‌ها همبستگی معناداری مشاهده شد (۱۶). این نتیجه غیرهم‌سو با مطالعه حاضر می‌باشد. این ارتباط می‌تواند به این دلیل باشد که دمای بالاتر باعث افزایش انتشار ترکیبات آلی فرار می‌شود (۴۶). یکی دیگر از عوامل محیطی، رطوبت نسبی می‌باشد که مقدار مجاز آن توسط استاندارد ASHREA تعیین شده است. نتایج مطالعه حاضر حاکی از آن است که رطوبت نسبی در اتاق‌های پوست به دلیل استفاده از دستگاه بخار آب، بیشتر از سایر بخش‌ها می‌باشد. با این وجود تمام داده‌های رطوبت نسبی در محدوده استاندارد بودند. در مقابل در پژوهش چانگ[3] و همکاران رطوبت نسبی در محدوده ۶۰/۲ تا ۷۶/۲ درصد و کمی بیشتر از استاندارد بود (۴). هم‌راستا با مطالعه حاضر، در پژوهش پاویلونیس[4] و همکاران نیز رطوبت نسبی با میانگین ۴۸ درصد، در محدوده استاندارد گزارش گردید (۴۷). هر چه افراد بیشتری به سالن‌های زیبایی مراجعه کنند، خدمات بیشتری دریافت می‌کنند و به دنبال آن آلاینده فرمالدئید

[1] Peteffi

[2] Labrèche
[3] Chang
[4] Pavilonis

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-04-04]
[DOR: 20.1001.1.23829710.1402.14.1.1.6]
[DOI: 10.61186/j.health.14.1.7]

بیشتری منتشر می‌شود. با این وجود در مطالعه حاضر، ارتباط آماری معناداری بین تعداد افراد حاضر و غلظت آلاینده فرمالدئید در سالن‌های زیبایی یافت نشد. در مقابل، در مطالعه دونکور و همکاران بین غلظت فرمالدئید و تعداد افراد حاضر ارتباط مثبت و معناداری مشاهده شد (۲۲). همچنین در مطالعه کواچ[1] و همکاران نیز ارتباط آماری معناداری بین غلظت فرمالدئید و تعداد پرسنل حاضر در سالن مشاهده شد (٤٨). یکی از منابع داخلی فرمالدئید، مصالح ساختمانی می‌باشد. به همین دلیل در مطالعه دونکور و همکاران بین عمر ساختمان و غلظت فرمالدئید ارتباط معناداری وجود داشت (۲۲). در حالی که در مطالعه حاضر ارتباط آماری معناداری بین غلظت فرمالدئید و عمر ساختمان سالن‌ها مشاهده نشد. در پژوهش حاضر بین غلظت فرمالدئید و هیچ یک از ویژگی‌های ساختمان از جمله مساحت، ارتفاع سقف و حجم فضا ارتباط آماری معناداری مشاهده نشد. در پژوهشی که بر روی سالن‌های زیبایی تایپه انجام شد، بین غلظت آلاینده فرمالدئید و مساحت سالن‌ها ارتباط معنادار از نوع معکوس گزارش گردید (٤). این نتیجه غیرهمسو با مطالعه حاضر می‌باشد. به این صورت که سالن‌های بزرگتر، غلظت آلاینده فرمالدئید کمتری داشتند. بنابراین سطح بیشتر، باعث رقت غلظت آلاینده می‌شود. در مطالعه‌ای در ۱۰ سالن زیبایی، بین غلظت ترکیبات آلی فرار از جمله فرمالدئید با حجم فضای سالن‌ها، ارتباط آماری معناداری یافت نشد (٤٧)، این نتیجه هم‌راستا با نتیجه مطالعه حاضر می‌باشد. در مطالعه حاضر، HQ محاسبه‌شده در همه سالن‌های زیبایی کمتر از ۱ بود، بنابراین می‌توان گفت هیچ یک از نمونه‌ها دارای اثرات نامطلوب غیرسرطان‌زا نمی‌باشند. در مطالعه دونکور و همکاران میانگین مقادیر HQ محاسبه شده برای آلاینده فرمالدئید ۱/۳ گزارش شد. حدود ۵۰ درصد از مقادیر HQها بیشتر از ۱ بودند و برای آرایشگران خطر سلامتی به دنبال داشتند (۲۲)؛ بنابراین نتایج این مطالعه هم‌سو با مطالعه حاضر نمی‌باشد. همچنین در مطالعه روویرا[2] و همکاران که در هوای داخلی ساختمان‌هایی از جمله خانه‌ها، مهدکودک، کلاس درس و غیره انجام شد، بیش از ۹۷ درصد از نمونه‌های فرمالدئید، HQ بیشتر از ۱ و خطر غیرسرطان‌زایی به همراه داشتند (۱۷). این مطالعه نیز هم‌راستا با مطالعه حاضر نمی‌باشد. در مطالعه حاضر، خطر سرطان‌زایی محاسبه شده بیشتر از ۱×۱۰^{-۵} و در محدوده خطر احتمالی است. در حالی که در مطالعه هادی و همکاران، حداقل و حداکثر خطر سرطان‌زایی فرمالدئید در سالن‌های زیبایی به ترتیب $۳/۱۳\times۱۰^{-۶}$ و $۲/۷۰\times۱۰^{-۵}$ بود (۱۶). بنابراین، این میزان غلظت فرمالدئید احتمال و امکان خطر سرطان‌زایی را به دنبال داشت. در مطالعه‌ای غیر هم‌راستا با مطالعه حاضر که توسط روویرا و همکاران در محیط‌های داخلی انجام گرفت، CR محاسبه شده برای فرمالدئید در بیش از ۹۵ درصد نمونه‌ها بیشتر از ۱×۱۰^{-٤} بود و خطر سرطان‌زایی قطعی را به دنبال داشتند (۱۷). در مطالعه‌ای که در هوای داخلی خانه‌های آپارتمانی انجام شد، در ۷۵ تا ۹۹ درصد از نمونه‌ها، CR محاسبه شده برای فرمالدئید بیشتر از دستورالعمل US.EPA (۱×۱۰^{-۶}) بود (٤۹). بنابراین امکان خطر سرطان‌زایی را به دنبال داشتند. نتایج این مطالعه هم‌سو با مطالعه حاضر نمی‌باشد.

نتیجه‌گیری

مطالعه حاضر نشان داد که غلظت فرمالدئید در هوای داخلی تمام سالن‌های زیبایی در محدوده استاندارد بود و تنها با پارامتر سرعت جریان هوا ارتباط داشت. بیشترین غلظت فرمالدئید برای بخش خدمات آرایش صورت و استفاده از لوازم آرایش بود. این افزایش غلظت می‌تواند به این دلیل باشد که یکی از مهمترین منابع فرمالدئید، نگهدارنده‌های لوازم

[1] Quach

[2] Rovira

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-04-04]
[DOR: 20.1001.1.23829710.1402.14.1.1.6]
[DOI: 10.61186/j.health.14.1.7]

آرایش هستند. از آن جایی که خطر غیرسرطان‌زایی فرمالدئید در محدوده قابل قبول اما خطر سرطان‌زایی آن در محدوده خطر احتمالی طبقه‌بندی شد، پیشنهاد می‌شود سازمان‌های ذیربط برای بررسی و نظارت جدی بر محتوای فرمالدئید در محصولات آرایشی و بهداشتی اقدامات لازم را انجام دهند. همچنین نظارت و کنترل جدی بر تهویه هوای داخلی می‌تواند در کاهش غلظت آلاینده فرمالدئید و به‌دنبال آن بهبود کیفیت هوای داخلی سالن‌های زیبایی به عنوان یک مکان عمومی پر رفت و آمد تاثیرگذار باشد. برای بیان محدودیت‌های این مطالعه می‌توان به این نکته اشاره داشت که افراد حاضر در سالن‌های زیبایی که تحت تاثیر آلاینده‌ها قرار می‌گیرند، دارای سن، وزن و میزان تنفس متفاوت هستند و علاوه بر این تحت تاثیر غلظت‌های مختلف در ساعات روز و فصول مختلف قرار می‌گیرند. از طرفی در محاسبات خطر سلامتی، از میانگین غلظت فرمالدئید در هر سالن استفاده شده است. این امر می‌تواند بر مقدار خطر سرطان‌زایی و غیرسرطان‌زایی محاسبه شده تاثیر بگذارد و میزان خطر را کمتر یا بیشتر از مقدار واقعی نشان دهد. برای کاهش این محدودیت‌ها در مطالعات آینده، می‌توان خطر سرطان‌زایی و غیرسرطان‌زایی را برای گروه‌های سنی مختلف و در فصول مختلف سال انجام داد تا دقت در محاسبات افزایش یابد.

تشکر و قدردانی

این پژوهش بخشی از یافته‌های پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط می‌باشد که در دانشگاه علوم پزشکی گناباد با شناسه اخلاق IR.GMU.REC.1400.195 تصویب شده است. بدین وسیله از حمایت این دانشگاه و همکاری پرسنل سالن‌های زیبایی زنانه شهر گناباد در انجام این پژوهش صمیمانه تشکر و سپاسگزاری می‌شود.

References

1- Kim H-t, Kim T-w, Hong W-h, Tanabe S-i. Concentration of formaldehyde, acetaldehyde, and five volatile organic compounds in indoor air: the clean-healthy house construction standard (South Korea). Journal of Asian Architecture and Building Engineering.2017;16(3):9-633.
2- Kukadia V, Upton S. Ensuring good indoor air quality in buildings. BRE Trust, Bucknalls lane, Watford, Herts, WD25 9XX. 2019.
3- Sohrabi Pirdosti P, Sahraei J. Assessment of Indoor Air Quality of Residential Homes in Kermanshah. Journal of Environmental Science Studies. 2019;4(1):1002-12.
4- Chang CJ, Cheng SF, Chang PT, Tsai SW. Indoor air quality in hairdressing salons in Taipei. Indoor Air. 2018;28(1):173-80.
5- Aghalari Z, Ashrafian AH, Mirzaei M, Lalehi D, Jafarian S. The Survey of Environmental Health in Public Places of Babol in 2015-2016: A Short Report. 2018;377-384
6- Lee S, Chang M. Indoor and outdoor air quality investigation at schools in Hong Kong. Chemosphere. 2000;41(1-2):109-13.
7- Mandiracioglu A, Kose S, Gozaydin A, Turken M, Kuzucu L. Occupational health risks of barbers and coiffeurs in Izmir. Indian journal of occupational and environmental medicine. 2009;13(2):92.
8- Tagesse M, Deti M, Dessalegn Dadi BN, Eshetu TT, Tucho GT. Non-Combustible Source Indoor Air Pollutants Concentration in Beauty Salons and Associated Self-Reported Health Problems Among the Beauty Salon Workers. Risk Management and Healthcare Policy. 2021;14:13-63.
9- Jung PK, Lee J-H, Baek JH, Hwang J, Won J-U, Kim I, et al. The effect of work characteristics on dermatologic symptoms in hairdressers. Annals of Occupational and Environmental Medicine. 2014;26(1):1-9.
10- Ronda E, Hollund BE, Moen BE. Airborne exposure to chemical substances in hairdresser salons. Environmental monitoring and assessment.2009;153(1):83-93.

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-04-04]
[DOR: 20.1001.1.23829710.1402.14.1.1.6]
[DOI: 10.61186/j.health.14.1.7]

11- Hollund B, Moen B, Lygre S, Florvaag E, Omenaas E. Prevalence of airway symptoms among hairdressers in Bergen, Norway. Occupational and environmental medicine. 2001;58(12):5-780.
12- Tagesse M, Deti M, Dadi D, Nigussie B, Eshetu TT, Tucho GT. Non-combustible source indoor air pollutants concentration in beauty salons and associated self-reported health problems among the beauty salon workers. Risk Management and Healthcare Policy. 2021;14:13-63.
13- Baghani AN, Rostami R, Arfaeinia H ,Hazrati S, Fazlzadeh M, Delikhoon M. BTEX in indoor air of beauty salons: risk assessment, levels and factors influencing their concentrations. Ecotoxicology and environmental safety. 2018;159:102-8.
14- Abia WA, Fomboh R, Ntungwe E, Abia EA, Serika WA, Ageh MT. Assessment of occupational health hazards awareness and common practices amongst barbers and hairdressers in Cameroon. Journal of Public Health in Developing Countries. 2016;2(1):94-101.
15- Acharya SR, Moon DH, Shin YC. Assessment of VOCs, PM10 ,and formaldehyde exposure in the hair salons of South Korea. Journal of Environmental Health and Sustainable Development. 2020;5(4):1103-8.
16- Hadei M, Hopke PK, Shahsavani A, Moradi M, Yarahmadi M, Emam B, et al. Indoor concentrations of VOCs in beauty salons; association with cosmetic practices and health risk assessment. Journal of Occupational Medicine and Toxicology. 2018;13(1):1-9.
17- Rovira J, Roig N, Nadal M, Schuhmacher M, Domingo JL. Human health risks of formaldehyde indoor levels: An issue of concern. Journal of environmental science and health, part a. 2016;51(4):357-63.
18- Salthammer T, Mentese S, Marutzky R. Formaldehyde in the indoor environment. Chemical reviews. 2010;110(4):2536-72.
19- Ghorbani Shahna F, Assari MJ, Farad Mal J, Jafar Zade Kolne Lu A, Hatami H. Assessment of Occupational Exposure to Formaldehyde in Hiar Dressers Work in Kermanshah and Hamadan Female Beatuy Salons. Iran Occupational Health. 2017;14(2):127-34.
20- Naddafi K, Nabizadeh R, Rostami R, Ghaffari HR, Fazlzadeh M. Formaldehyde and acetaldehyde in the indoor air of waterpipe cafés: measuring exposures and assessing health effects. Building and Environment. 2019;165:106392.
21- Nielsen GD, Larsen ST, Wolkoff P. Re-evaluation of the WHO (2010) formaldehyde indoor air quality guideline for cancer risk assessment. Archives of toxicology. 2017;91:35-61.
22- Asare-Donkor NK, Kusi Appiah J, Torve V, Voegborlo RB, Adimado AA. Formaldehyde Exposure and Its Potential Health Risk in Some Beauty Salons in Kumasi Metropolis .Journal of Toxicology. 2020;2020:8875167.
23- Zhong L, Batterman S, Milando CW. VOC sources and exposures in nail salons: a pilot study in Michigan, USA. International archives of occupational and environmental health. 2019;92:141-53.
24- Cavalcante RM, Seyffert BH, D'Oca MGM, Nascimento RF, Campelo CS, Pinto IS, et al. Exposure assessment for formaldehyde and acetaldehyde in the workplace. Indoor and Built Environment. 2005;14(2):165-72.
25- Chang T, Ren D, Shen Z, Huang Y, Sun J, Cao J, et al. Indoor air pollution levels in decorated residences and public places over Xi'an, China. Aerosol and Air Quality Research. 2017;17(9):2197-205.
26- Alaves VM, Sleeth DK, Thiese MS, Larson RR. Characterization of indoor air contaminants in a randomly selected set of commercial nail salons in Salt Lake County, Utah, USA. International journal of environmental health research. 2013;23(5):419-33.
27- Evtyugina M, Vicente ED, Vicente AM, Nunes T, Lucarelli F, Calzolai G, et al. Air quality and particulate matter speciation in a beauty salon and surrounding outdoor environment: Exploratory study. Atmospheric Pollution Research. 2021;12(11):101-174.
28- Lamplugh A, Harries M, Xiang F, Trinh J, Hecobian A, Montoya LD. Occupational exposure to volatile organic compounds and health risks in Colorado nail salons. Environmental Pollution. 2019;249:518-26.
29- Eller PM, Cassinelli ME. NIOSH manual of analytical methods: Diane Publishing; 1994.

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-04-04]
[DOR: 20.1001.1.23829710.1402.14.1.1.6]
[DOI: 10.61186/j.health.14.1.7]

30- Thomas CP, Meunier F, Veasey CA, McGill CD. Effect of relative humidity on the determination of formaldehyde with the NIOSH 3500 method (chromatropic acid method). Analytical Communications. 1998;35(3):103-5.
31- Guo H, Lee S, Chan L, Li W. Risk assessment of exposure to volatile organic compounds in different indoor environments. Environmental Research. 2004;94(1):57-66.
32- Qasemi M, Farhang M, Biglari H, Afsharnia M, Ojrati A, Khani F, et al. Health risk assessments due to nitrate levels in drinking water in villages of Azadshahr, northeastern Iran. Environmental Earth Sciences. 2018;77(23):1-9
33- Organization WH0. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Volume 88: Formaldehyde, 2-butoxyethanol and 1-tert-butoxypropan-2-ol. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans Volume 88: Formaldehyde, 2-butoxyethanol and 1-tert-butoxypropan-2-ol. 2004.
34- Senthong P, Wittayasilp S. Working Conditions and Health Risk Assessment in Hair Salons. Environmental Health Insights. 2021;15:1-10.
35- Means B. Risk-assessment guidance for superfund. Volume 1. Human health evaluation manual. Part A. Interim report (Final). Environmental Protection Agency, Washington, DC (USA). Office of Solid Waste …; 1989.
36- USEPA, editor Supplemental guidance for assessing susceptibility from early-life exposure to carcinogens. Risk assessment forum; 2005: US Environmental Protection Agency Washington, DC. EPA/630/R-03/003F, 2005.
37- Farland W. Memo to Science Policy council regarding implementation of the cancer guidelines and accompanying supplemental guidance-Science Policy Council Cancer Guidelines. Implementation Workgroup communication I: Application of the mode of action framework in mutagenicity determinations for carcinogenicity. 2005.
38- Nabizadeh R, Sorooshian A, Delikhoon M, Baghani AN, Golbaz S, Aghaei M, et al. Characteristics and health effects of volatile organic compound emissions during paper and cardboard recycling. Sustainable cities and society. 2020;56:102005.
39- Omidi F, Fallahzadeh RA, Dehghani F, Harati B, Barati CS, Gharibi V. Carcinogenic and non-carcinogenic risk assessment of exposure to volatile organic compounds (BTEX) using Monte-Carlo simulation technique in a steel industry.2018;8(3):299-308.
40- Ebrahimi H, Barakat S, Moradi B, Dehghan H, Sheykhdarani S. Assessment of Thermal Comfort within Dormitory of Isfahan University of Medical Sciences Based on ASHRAE Standard. International Journal of Occupational Hygiene. 2020;12(1):1-9.
41- Mohammed NA, Lobaccaro G, Goia F, Chaudhary G, Causone F. A methodological approach to assess the climatic potential of natural ventilation through façades. Journal of Facade Design and Engineering. 2019;7(2):65-91.
42- Pexe ME, Marcante A, Luz MS, Fernandes PHM, Neto FC, Sato APS, et al. Hairdressers are exposed to high concentrations of formaldehyde during the hair straightening procedure. Environmental Science and Pollution Research. 2019;26(26):27319-29.
43- Peteffi GP, Antunes MV, Carrer C, Valandro ET, Santos S, Glaeser J, et al. Environmental and biological monitoring of occupational formaldehyde exposure resulting from the use of products for hair straightening. Environmental Science and Pollution Research. 2016;23(1):908-17.
44- Taheri M, Zolfaghari A, Hasanzadeh H, Salmanzadeh M. Evaluation of the impact of fan coil airflow velocity on the micron particles distribution in the human breathing zone. Amirkabir Journal of Mechanical Engineering. 2018;52(6):1675-86.
45- Labrèche F, Forest J, Trottier M, Lalonde M, Simard R. Characterization of chemical exposures in hairdressing salons. Applied occupational and environmental hygiene. 2003;18(12):1014-21.
46- Wang R, Moody RP, Koniecki D, Zhu J. Low molecular weight cyclic volatile methylsiloxanes in cosmetic products sold in Canada: implication for dermal exposure. Environment international. 2009;35(6):900-4.
47- Pavilonis B ,Roelofs C, Blair C. Assessing indoor air quality in New York City nail salons. Journal of occupational and environmental hygiene. 2018;15(5):422-9.

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-04-04]
[DOR: 20.1001.1.23829710.1402.14.1.1.6]
[DOI: 10.61186/j.health.14.1.7]

48- Quach T, Gunier R, Tran A, Von Behren J, Doan-Billings P-A, Nguyen K-D, et al. Characterizing workplace exposures in Vietnamese women working in California nail salons. American journal of public health. 2011;101(1): 271-6.
49- Zhu X, Liu Y. Characterization and risk assessment of exposure to volatile organic compounds in apartment buildings in Harbin ,China. Bulletin of environmental contamination and toxicology. 2014;92:96-102.

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-04-04]
[DOR: 20.1001.1.23829710.1402.14.1.1.6]
[DOI: 10.61186/j.health.14.1.7]