Journal of Occupational Hygiene Engineering Volume 7, Issue 4, Winter 2021, Pages: 1-7

Original Article

doi: 10.52547/johe.7.4.1

Qualitative Evaluation of Laboratory Hoods in Departments Affiliated to Qazvin University of Medical Sciences, Followed by an Interventional Measure

Ahmad Nikpey[1,*], Maryam Madandar[2], Zohre Fallah Morad[3]

[1] *Associate Professor, Department of Occupational Health Engineering, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran*
[2] *BSc Student of Occupational Health Engineering, Department of Occupational Health Engineering, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran*
[3] *BSc Student of Occupational Health Engineering, Department of Occupational Health Engineering, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran*

**** Corresponding Author:*** *Ahmad Nikpey, Department of Occupational Health Engineering, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran. Email: nikpey@gmail.com*

Received: 15/03/2020
Accepted: 10/10/2020

How to Cite this Article:
Nikpey A, Madandar M, Fallah Morad Z. Qualitative Evaluation of Laboratory Hoods in Departments Affiliated to Qazvin University of Medical Sciences, Followed by an Interventional Measure. *J Occup Hyg Eng*. 2021; 7(4): 1-7. DOI: 10.52547/johe.7.4.1

Abstract

Background and Objective: Various types of chemical and biological agents with different physicochemical properties and health effects are used in laboratories. The present study aimed to qualitatively evaluate the operation of laboratory hoods in the "Campus" laboratories, as well as the Food and Drug Administration affiliated to Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran.

Materials and Methods: This study evaluated 19 chemical and 10 biological hoods located in the "Campus" laboratories, as well as the Food and Drug Administration according to the American Conference of Governmental Industrial Hygienists standards in Qazvin Province, Iran. Different factors, such as velocity at the hood mouth, structural specifications, and their accordance with the standards were examined in this study. The data were then analyzed in SPSS software (version 21). In total, seven hoods were found malfunctioned, and a central ventilation system was designed using the velocity pressure method.

Results: According to the results, the velocity at the hood mouth was inappropriate in 92.6% of the hoods, and the maximum velocity at the mouth was estimated at 158 fpm. Moreover, obvious leakage was observed in 67% of the chemical hoods, and they were improperly connected to the roof channels using flexible ducts. The result of the velocity assessment in the hood mouth connected to the central ventilation system indicated a 60% increase in the airflow and 11±92 fpm velocity supply in the hood mouth. In order to utilize the air diluting capacities, the ventilation system chimney was installed at the highest point on the building to prevent contaminated air return into the building.

Conclusion: The majority of the evaluated hoods were found malfunctioned and unable to control the respiratory exposure. Moreover, the ventilators connected to the hoods were not able to overcome the pressure drop in the discharge flow paths and produced a lot of noise.

Keywords: Laboratory; Laboratory Hood; Local Ventilation; Quality Assessment

Copyright © 2021 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.7.4.1

ارزیابی کیفی عملکرد هودهای آزمایشگاهی در واحدهای زیرمجموعه دانشگاه علوم پزشکی قزوین و انجام اقدام مداخله‌ای

احمد نیک‌پی[۱،*]، مریم معدندار[۲]، زهره فلاح مراد[۲]

[۱] دانشیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، قزوین، ایران

[۲] دانشجوی کارشناسی مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، قزوین، ایران

* **نویسنده مسئول:** احمد نیک‌پی، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، قزوین، ایران. ایمیل: nikpey@gmail.com

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۱۲/۲۵

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۰۷/۱۹

تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی همدان محفوظ است.

چکیده

سابقه و هدف: در محیط‌های آزمایشگاهی از مواد شیمیایی و بیولوژیکی مختلفی با ویژگی‌های فیزیکو شیمیایی و اثرات بهداشتی متنوع استفاده می‌شود. در این ارتباط، مطالعه حاضر با هدف ارزیابی کیفی عملکرد هودهای آزمایشگاهی در آزمایشگاه‌های "پردیس" و معاونت غذا و داروی دانشگاه علوم پزشکی قزوین انجام شد.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه ۱۹ هود شیمیایی و ۱۰ هود بیولوژیکی واقع در آزمایشگاه‌های دانشگاه و معاونت غذا و داروی استان قزوین براساس طرح‌های استاندارد ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) مورد بررسی قرار گرفت. سرعت در دهانه، مشخصات ساختاری و درجه تطابق با استاندارد بررسی گردید و نتایج به دست آمده با استفاده از نرم‌افزار SPSS 21 تجزیه و تحلیل شدند. برای هفت هود که عملکرد مناسبی نداشتند، طراحی سیستم تهویه مرکزی به روش فشار سرعت انجام شد.

یافته‌ها: ۹۲/۶ درصد از هودها، سرعت در دهانه مناسبی نداشتند و حداکثر سرعت در دهانه در حدود ۱۵۸ فوت بر دقیقه بود. ۶۷ درصد از هودهای شیمیایی، نشتی‌های واضح و قابل رؤیت داشتند و اتصال آن‌ها به کانال‌های سقف به شکلی نامناسب توسط لوله منعطف انجام شده بود. نتایج ارزیابی سرعت در دهانه هودهایی که به سیستم تهویه مرکزی متصل شده بودند، نشان از بهبود ۶۰ درصدی هواگذر هود داشتند و در این حالت، سرعت ۹۲±۱۱ فوت بر دقیقه در دهانه هود تأمین شده بود. به منظور استفاده از ظرفیت‌های رقیق‌سازی هوا، دودکش سیستم تهویه در بالاترین نقطه ساختمان نصب گردید تا مانع از برگشت هوای آلوده به داخل ساختمان شود.

نتیجه‌گیری: بیشتر هودهای مورد بررسی عملکرد مناسبی نداشتند و قادر به کنترل مواجهه تنفسی نبودند. هواکش‌های متصل به هودها نیز غالباً ضمن ایجاد صدای زیاد، توانایی لازم برای غلبه بر افت فشار مسیرهای تخلیه را نداشتند.

واژگان کلیدی: آزمایشگاه؛ ارزیابی کیفی؛ تهویه موضعی؛ هود آزمایشگاهی

مقدمه

در محیط‌های آزمایشگاهی از مواد شیمیایی و یا محیط‌های کشت با ویژگی‌های فیزیکو شیمیایی و اثرات بهداشتی متنوع استفاده می‌شود. اغلب این مواد از فشار بخار بسیاری برخوردار بوده و پتانسیل بالایی برای ایجاد مواجهه تنفسی و اثرات بهداشتی بر کاربران دارند [۱،۲]. هودهای آزمایشگاهی به عنوان یک روش کنترل در منبع از جایگاه برجسته‌ای در تأمین ایمنی محیط، کارکنان و جامعه برخوردار هستند [۳، ۴]. هود آزمایشگاهی به عنوان بخشی از سیستم تهویه موضعی، محلی امن برای کار با مواد شیمیایی و بیولوژیک را بدون ایجاد مواجهه تنفسی فراهم می‌کند. بر این اساس، هودهای آزمایشگاهی نخستین و مهم‌ترین ابزار کار در آزمایشگاه‌های تحقیقاتی محسوب می‌شوند که با داشتن عملکرد مناسب، قادر به کنترل مؤثر مواجهه تنفسی و اثرات بهداشتی بعدی می‌شوند [۵]. اداره آمار آمریکا در سال ۲۰۰۹، نرخ رویدادهای مربوط به حوادث و بیماری‌های شغلی غیر کشنده در آزمایشگاه‌های پزشکی و تشخیصی را ۲/۸ مورد به ازای هر دویست هزار ساعت کاری گزارش نمود [۶]. انجمن ایمنی و سلامت شغلی آمریکا نیز گزارش کرده است که اثرات بهداشتی ناشی از مواجهه با مواد

شیمیایی موجود در محیط‌های آزمایشگاهی موجب از دست رفتن ۱۰ سال از عمر طبیعی کاربران می‌شود [۷]. نتایج بررسی‌های مختلف حاکی از ریسک مواجهه با مواد شیمیایی در آزمایشگاه‌های دانشگاه‌ها می‌باشند؛ به طوری که ۲۶/۶۷ درصد از آزمایشگاه‌های دانشگاه علوم پزشکی ریسک قابل توجهی دارند و ۹۳ درصد از مواجهه دانشجویان و پژوهشگران شاغل در آزمایشگاه‌های تحقیقاتی دانشگاه علوم پزشکی ریسک متوسطی دارند [۱،۸]. در آزمایشگاه‌های واقعی، عملکرد کنترل آلاینده‌ها در هود، تحت تأثیر طیف گسترده‌ای از شرایط قرار دارد و این وضعیت علاوه بر اینکه مواجهه کارکنان با مواد خطرناک را افزایش می‌دهد، مشکلاتی را در ارزیابی عملکرد هودهای آزمایشگاهی ایجاد می‌کند. از سوی دیگر، برخی از فاکتورها در آزمایشگاه با یکدیگر اثرات هم‌افزایی دارند و ممکن است عملکرد هود را به خطر بیندازند [۹].

در این راستا، در پژوهشی خطر مواجهه تنفسی در آزمایشگاه‌های دانشگاهی به دلیل محدودیت در منابع انسانی و تجهیزاتی، انجام آزمایشات جدید و عدم آگاهی و تجربه پژوهشگران در مورد کار عملی در آزمایشگاه به مراتب بیشتر از آزمایشگاه‌های صنعتی که آزمایشات تعریف شده توسط کارشناسان مجرب انجام می‌شوند، گزارش گردید [۱۰]. از سوی دیگر، بخش‌های ایمنی دانشگاه‌ها بیشتر به مفاهیم حراست توجه کرده و مواردی نظیر ایمنی کارکنان، آزمایشگاه‌ها و ارزیابی عملکرد سیستم‌های حفاظتی نظیر هودهای آزمایشگاهی کمتر مورد توجه قرار گرفته است [۱۱،۱۲]. نکته قابل توجه در رابطه با هود، اطمینان از عملکرد صحیح آن است؛ زیرا در غیر این صورت قادر به کنترل مناسب آلاینده‌ها نبوده و حتی با تصور اینکه هود از درجه حفاظتی مناسبی برخوردار است، موجب افزایش مواجهه کارکنان می‌شود. یک هود با درجه حفاظتی و اثربخشی مناسب ضمن برخورداری از ویژگی‌های ساختاری مطلوب، از ویژگی‌های عملیاتی مناسب برخوردار بوده و اثربخشی آن در فواصل منظم توسط کارکنان مجرب ارزیابی می‌شود [۱۰،۱۳].

استانداردهای مختلفی برای ارزیابی اثربخشی هودهای آزمایشگاهی منتشر شده است. سازمان انجمن متخصصین بهداشت صنعتی آمریکا (ACGIH) ویژگی‌های ساختاری و عملیاتی هودهای آزمایشگاهی را در استانداردهای شماره ۳۵ به خوبی تعریف کرده است. در استاندارد ASHRAE/ANSI-110-95 از آزمون‌های سرعت در دهانه هود، بررسی الگوی حرکت جریان توسط لوله دود و آزمون گاز ردیاب به منظور بررسی ویژگی‌های عملیاتی هودهای آزمایشگاهی استفاده شده است [۱۰،۱۴،۱۵].

بررسی‌های میدانی بیانگر آن هستند که با توجه به جریان‌های محیطی با سرعت ۵۰-۴۰ فوت بر دقیقه در محیط‌های آزمایشگاهی، سرعت ۹۰ فوت بر دقیقه در دهانه هود، حداقل سرعت قابل قبول جهت کنترل انتشار گازها، بخار و ذرات هوابرد از دهانه هود را فراهم می‌کند [۱۶].

با وجود اهمیت غیر قابل انکار سرعت در دهانه، این شاخص به تنهایی نشان‌دهنده کارایی هود نمی‌باشد [۱۷]. در مطالعه‌ای تنها ۱۳ درصد از ۵۹ درصد از هودهایی که از سرعت در دهانه مناسبی برخوردار بودند، فاقد نشتی و قابل قبول بودند [۵].

فاکتورهای تحت کنترل کاربر، نقش کلیدی در عملکرد هودهای آزمایشگاهی دارند. اطمینان از بسته بودن در و پنجره‌های آزمایشگاه، چیدمان مناسب مواد در داخل هود، بسته بودن درب هود و غیره سبب بهبود عملکرد هود می‌شوند [۱۶]. در آزمایشگاه‌های پردیس و معاونت دارو و غذای دانشگاه علوم پزشکی قزوین با توجه به نوع معماری فضاها و مرتبط بودن فضاها با یکدیگر، احتمال مواجهه دانشجویان و سایر افراد شاغل در واحدهای مجاور آزمایشگاه وجود دارد و این احتمال با احساس بو هنگام ورود به آزمایشگاه‌ها و اعتراض سرپرستان آن‌ها تقویت می‌شود. از سوی دیگر، در معاونت غذا و دارو با افزوده شدن بخش‌های اداری در نیم‌طبقه مشرف به بام، مواجهه گسترده کارکنان بخش‌های اداری با آلاینده‌های تخلیه شده روی بام صورت گرفته بود. بر این اساس و با توجه به اهمیت عملکرد هودهای آزمایشگاهی در صیانت از سلامت دانشجویان و کارکنان، مطالعه حاضر با هدف ارزیابی عملکرد هودهای شیمیایی در آزمایشگاه‌های پردیس و معاونت دارو و غذای دانشگاه علوم پزشکی قزوین و اجرای اقدام مداخله‌ای به منظور بهبود عملکرد هودها و کاستن از مواجهه تنفسی کارکنان بخش آزمایشگاه و بخش اداری معاونت غذا و دارو انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی عملکرد هودهای مستقر در آزمایشگاه‌های دانشگاه علوم پزشکی و معاونت غذا و دارو، پس از هماهنگی اولیه، اطلاعات مربوط به تعداد آزمایشگاه‌ها و هودهای موجود در هر آزمایشگاه جمع‌آوری شد. ارزیابی هودها به لحاظ ساختاری، چیدمان مواد در داخل هود و سرعت در دهانه مطابق با طرح استاندارد vs۳۵-۱۰ vs۳۵-۰۱ vs۳۵-۰۲ vs۳۵-۰۴ vs۳۵-۱۱ سازمان ACGIH انجام شد [۱۸]. در ارزیابی ساختاری هودها وجود دریچه‌های فرعی، پنجره بالاروی هود (Sash)، جنس بدنه و کف هود، سلامت بدنه هود و غیره توسط چک‌لیست پژوهشگرساخته براساس طرح‌های استاندارد ACGIH بررسی گردید. به منظور ارزیابی هواکش هودها، نوع هواکش، محل نصب و مشخصات درج شده روی پلاک موتور بررسی شد. ارزیابی تراز صدای ناشی از هود توسط صداسنج (مدل TES B۱۳۵۱) که از کالیبراسیون آن اطمینان حاصل شده بود، صورت گرفت. تهویه عمومی و ارزیابی سرعت و الگوی جریان هوا نیز توسط سرعت‌سنج سیم داغ (KIMO) و لوله دود انجام شد. رضایت کارکنان از کارایی و اثربخشی هود توسط پرسشنامه بررسی گردید و وضعیت هودها در هریک از متغیرهای مورد بررسی به

شکل کیفی "مناسب، نسبتاً مناسب و نامناسب" طبقه‌بندی شد. اگر هود مورد بررسی واجد تمام موارد ذکر شده بود، به عنوان هود مناسب در نظر گرفته می‌شد؛ اگر دو مورد از متغیرهای مورد بررسی در هود مورد مطالعه وجود نداشت، در گروه نسبتاً مناسب قرار می‌گرفت؛ در صورت عدم وجود و یا نقص سه مورد و یا بیشتر در هود، در گروه نامناسب طبقه‌بندی می‌شد [۱۹]. با توجه به توصیه ACGIH، سرعت در دهانه هود (Face velocity) در حالتی که پنجره بالارو کاملاً باز بود، توسط سرعت‌سنج سیم داغ (KIMO) کالیبره شده در نقاط مختلف از سطح دهانه، ارزیابی شد و میانگین نتایج ثبت گردید. اندازه‌گیری در هر نقطه، سه بار و پس از ۵ ثانیه قرائت انجام شد. متناسب با استاندارد، اگر سرعت در دهانه هود کمتر از ۸۰ فوت بر دقیقه بود در گروه نامناسب، بین ۸۰ تا ۱۱۰ فوت بر دقیقه در گروه مناسب و بیش از ۱۱۰ فوت بر دقیقه در گروه نامناسب قرار می‌گرفت. بررسی الگوی جریان هوا در دهانه و داخل هود توسط لوله دود (شرکت سامان تهویه نیک پالایش) انجام شد. ارزیابی میزان نشتی در مسیر انتقال هوا با مقایسه هواگذر در دهانه هود و دهانه دودکش صورت گرفت. نتایج با استفاده از نرم‌افزار SPSS 25 تجزیه و تحلیل شدند.

در معاونت غذا و داروی دانشگاه علوم پزشکی قزوین، هشت دستگاه هود آزمایشگاهی از عملکرد نامناسبی برخوردار بودند و تخلیه هوای این هودها که عملیات هضم حلالی در آن‌ها انجام می‌شد، منجر به مواجهه تنفسی گسترده در کارمندان شاغل به کار در نیم‌طبقه مشرف به محل تخلیه هوای آلوده می‌گردید. هواساز و کولرهای نصب شده روی بام، بخش دیگری از هوای آلوده را به داخل ساختمان هدایت کرده و باعث مواجهه تنفسی کارکنان و مراجعه‌کنندگان می‌شدند. به منظور بهبود عملکرد هودها و همچنین کاستن از مواجهه تنفسی کارکنان شاغل به کار در محل تخلیه هوای آلوده، سیستم تهویه متمرکز به روش متعادل‌سازی فشار سرعت طراحی گردید و با اتصال به کانال‌های تخلیه، ضمن تأمین هواگذر هودهای مختلف، هوای آلوده در ارتفاعی بالاتر از سقف بام تخلیه شد تا با بهره‌گیری از ظرفیت‌های رقیق‌سازی هوا، از برگشت مجدد هوای آلوده به داخل ساختمان جلوگیری شود. به منظور ایجاد تصویر بهتری از افت فشار کانال‌های منتهی به بام، افت فشار هر کانال هود توسط یک دستگاه هواکش پرتابل و فشارسنج (TESTO-501) ارزیابی گردید.

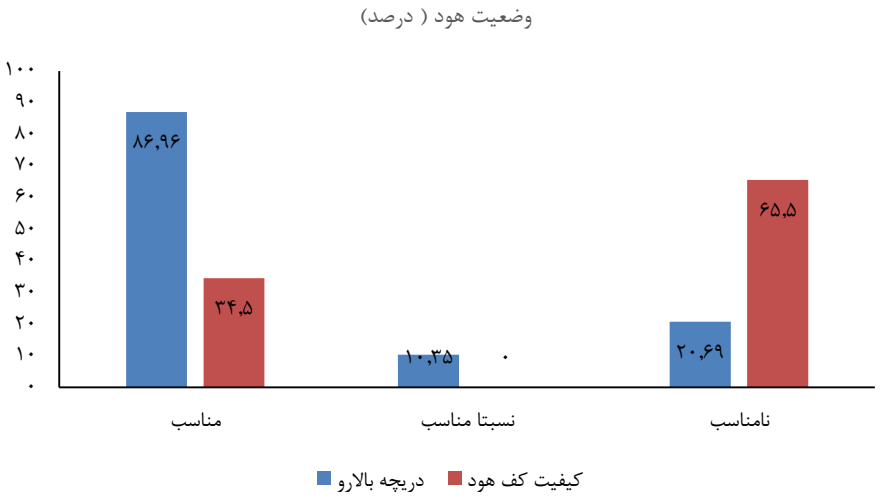
یافته‌ها

در این مطالعه ۱۹ هود شیمیایی و ۱۰ هود بیولوژیکی در آزمایشگاه‌های دانشکده‌ها و معاونت غذا و داروی دانشگاه علوم پزشکی قزوین بررسی شدند.

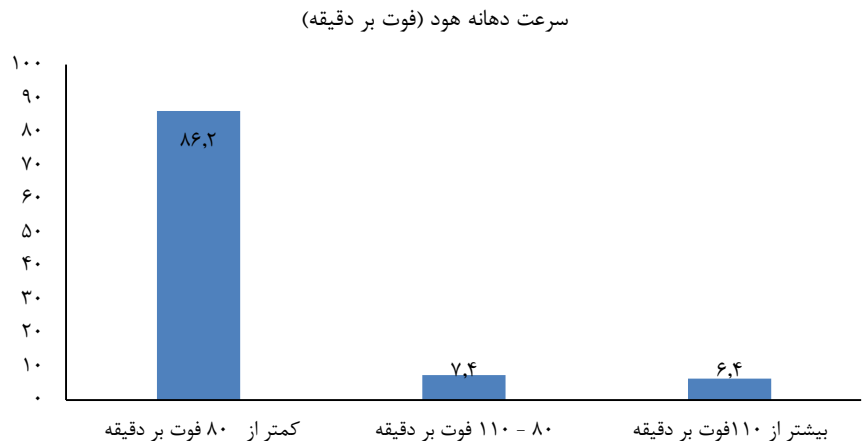
به لحاظ سخت‌افزاری تمام هودها فاقد دریچه فرعی بودند و در برخی از هودهای شیمیایی، دریچه بالارو به سختی حرکت می‌کرد. جنس کانال‌ها عمدتاً ترکیبی از کانال‌های گالوانیزه چهار گوش و یا لوله‌های پلاستیکی با نشتی‌های گسترده بود که به روش‌های مختلف توسط لوله منعطف به هود متصل شده بودند. کانال‌ها قابل رؤیت و بررسی نبودند؛ اما در چند مورد که قابل مشاهده بودند، نقایص ساختاری و سوراخ در کانال‌های چهار گوش کاملاً آشکار بود. شایان ذکر است که کف هودها غالباً از جنس سرامیک و استیل بود (شکل ۱).

۱۵ درصد از هودهای شیمیایی، فلزی و ۲۰ درصد از آن‌ها از جنس PVC (Polyvinyl chloride) بودند. همچنین ۶۳ درصد از هودها کاملاً پر و محلی برای نگهداری مواد شیمیایی مختلف و گاهاً ناسازگار بودند. در ۵۸ درصد از هودها دریچه بالارونده هنگام بازدید، بسته بود. جانمایی هودها در آزمایشگاه از تنوع زیادی برخوردار بود و عمدتاً جانمایی براساس راحتی و جای خالی موجود در آزمایشگاه انجام شده بود.

باید خاطرنشان ساخت که بازدید دوره‌ای از کارایی هودها صورت نمی‌گرفت و اطلاعاتی در زمینه ارزیابی عملکرد آن‌ها وجود نداشت. تقریباً تمامی آزمایشگاه‌ها فاقد تهویه عمومی بودند و جابه‌جایی هوا عمدتاً متکی بر تهویه طبیعی ناشی از اختلاف دمای داخل و خارج از آزمایشگاه بود. حداکثر تعداد دفعات جابه‌جایی هوا بین ۰/۸-۰/۵ مرتبه در ساعت بود.



شکل ۱: وضعیت سخت‌افزاری هودها



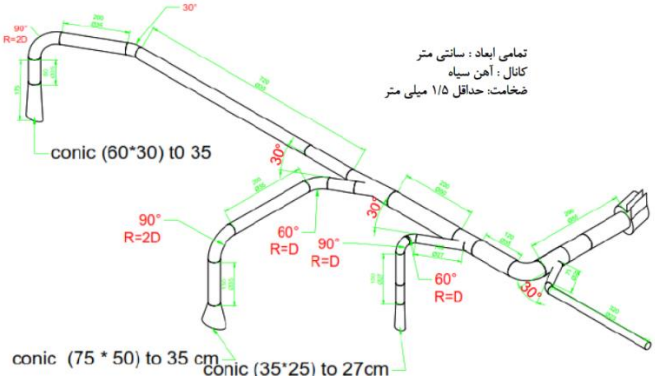
شکل ۲: سرعت در دهانه هودها

در ۲۶ درصد از هودهای آزمایشگاهی، هواکش روی هود نصب شده بود. این هواکش‌ها که غالباً از موتورهای با توان کمتر از یک اسب و تیغه‌های رو به جلو بهره می‌بردند، وظیفه تخلیه تقریباً ۳۰۰-۲۰۰ فوت مکعب بر دقیقه جریان هوا به بالای بام که در ارتفاع ۱۰ متری قرار داشت را بر عهده داشتند. کاهش ۴۰ درصدی در هواگذر در سطح دهانه هود و محل تخلیه، نشان‌دهنده نشتی جدی هوا در مسیرهای انتقال جریان هوا بود.

تقریباً ۷ درصد از هودهای مورد بررسی از سرعت در دهانه مناسبی برخوردار بودند و کاربران از احساس بوی حلال‌ها و مواجهه تنفسی در حین کار شکایت نداشتند (شکل ۲). علاوه‌براین، ۶۷ درصد از هودهای شیمیایی نشتی قابل مشاهده‌ای داشتند و بیشتر نشتی‌ها از لبه پایینی دریچه بالارونده (به علت کوتاهی دریچه) رخ می‌داد.

ارزیابی الگوی جریان هوا در داخل هود توسط لوله دود انجام شد. در هودهای شکاف‌دار، جریان هوا از توزیع یکنواختی برخوردار بود. مطابق با حدود مجاز تراز فشار صوت در داخل ابنیه مقررات مسکن ملی کشور، تراز فشار صوت در آزمایشگاه‌ها ۴۵ دسی‌بل است که هنگام استفاده از هود، میانگین تراز صدا به طور متوسط به ۷۰ دسی‌بل می‌رسید و به همین دلیل کاربران تمایل چندانی به استفاده از هود نداشتند.

برای هشت دستگاه هود معاونت غذا و دارو که از سرعت در دهانه مناسبی برخوردار نبودند، به روش فشار سرعت، سیستم تهویه طراحی گردید (شکل ۳). با توجه به تأمین سرعت ۱۰۰ فوت بر دقیقه و سطح باز هودها، هواگذر مورد نیاز هر هود در حدود ۷۰۰ فوت مکعب بر دقیقه در شرایط استاندارد برآورد گردید که با در نظر گرفتن ضرایب تصحیح دانسیته به حدود ۷۸۰ فوت مکعب بر دقیقه در شرایط حقیقی رسید. افت فشار هر کانال تخلیه در حدود ۱/۷۵±۰/۵ اینچ آب بود که با احتساب افت فشار در مسیر انتقال و تخلیه، فشار استاتیک مورد نیاز سیستم به حدود ۲/۷ اینچ آب می‌رسید. به منظور کمک به رقیق‌سازی هرچه بیشتر هوای خروجی از دودکش، تهویه انبار مواد شیمیایی در محاسبات مربوط به طراحی در نظر گرفته شد. برای این منظور، ۱۵۰۰ فوت مکعب بر دقیقه هواگذر با توجه به ابعاد اتاق و تأمین تهویه پنج مرتبه در ساعت در نظر گرفته شد. بر این اساس، هواگذر نهایی سیستم به حدود ۷۴۰۰ فوت مکعب بر دقیقه در شرایط حقیقی می‌رسید. با توجه به فشار استاتیک مورد نیاز سیستم ۲/۷ اینچ آب، برای جابه‌جایی هوا از یک دستگاه هواکش سانتریفوژ اتصال مستقیم با توان ۶/۵ کیلووات استفاده گردید. کانال‌های تخلیه هوا غالباً از جنس لوله پی‌وی‌سی و به قطر ۱۴ سانتی‌متر در دسته‌های سه‌تایی و یا دوتایی چسبیده به یکدیگر بودند که اتصال آن‌ها به سیستم تهویه توسط رابط‌های ویژه انجام می‌شد.



شکل ۳: طرح شماتیک سیستم تهویه برای تأمین هواگذر هودهای آزمایشگاهی و تهویه انبار مواد شیمیایی

سرعت در دهانه این هودها پیش از اجرای مداخله ۸±۳۵ فوت بر دقیقه و پس از اجرای مداخله به ۱۱±۹۲ فوت بر دقیقه رسید که نشان از توزیع یکنواخت جریان در بین هودهای مختلف داشت.

بحث

در مطالعه حاضر به منظور بررسی عملکرد هودهای آزمایشگاهی مطابق با استاندارد سازمان ACGIH، سرعت دهانه هودها اندازه‌گیری شد. اسماعیلی و همکاران در سال ۱۳۹۲ به منظور ارزیابی کیفی عملکرد هودهای پتروشیمی از آزمون عملکرد ASHRAE 110 (سازمان مهندسی گرما، سرما و تهویه مطبوع آمریکا) (شامل: آزمون رؤیت جریان، آزمون سرعت دهانه و آزمون گاز ردیاب) استفاده کردند. در این مطالعه اندازه‌گیری سرعت دهانه به عنوان یک روش مطمئن برای بررسی عملکرد هودهای آزمایشگاهی در نظر گرفته شد [۲۰]. عارفی و همکاران نیز عملکرد هودهای شیمیایی را با توجه به سرعت دهانه ارزیابی کردند [۱۹]. مغایر با این مطالعات، پژوهش‌هایی صورت گرفته‌اند که در آن‌ها سرعت دهانه به عنوان یک معیار ضعیف برای ارزیابی عملکرد هود تلقی شده است و اندازه‌گیری سرعت هوا در دهانه هود به عنوان یک روش معتبر توصیه نمی‌شود. با این وجود، نتایج مطالعه TSENG1 و همکاران در سال ۲۰۰۹ با هدف ارزیابی ارتباط بین نوسانات سرعت دهانه و عملکرد هود، نشان‌دهنده ارتباط محکم بین عملکرد هود با تغییرات سرعت در دهانه بودند [۲۱]. در این مطالعه علاوه بر اندازه‌گیری سرعت جریان، از لوله دود جهت مشاهده الگوی حرکت جریان در دهانه و داخل هود استفاده شد و سایر معیارهای مهم در ارتباط با ارزیابی عملکرد هود از طریق چک‌لیست بررسی گردید. نتایج نشان دادند که بیشترین نارضایتی کاربران از هودهایی بود که از سرعت در دهانه کمی برخوردار بودند. عارفی و همکاران سرعت دهانه را در مساحت‌های دهانه باز مختلف بررسی کردند و نتایج یکسانی را به دست آوردند [۱۹]. در مطالعه اسماعیلی نیز مساحت فضای باز دهانه هود تأثیر معناداری بر عملکرد سرعت دهانه نداشت [۲۰]. در مطالعه حاضر نیز مطابق با استاندارد، سرعت دهانه تنها در حالتی که پنجره بالارو کاملاً باز بود اندازه‌گیری شد.

در مطالعه حاضر جانمایی هودها در آزمایشگاه از هیچ الگویی پیروی نمی‌کرد و استقرار هودها براساس جای خالی موجود در آزمایشگاه انجام شده بود. نتایج این مطالعه مؤید آن بودند که دور بودن هودها از درب ورودی و پنجره‌های آزمایشگاه، تأثیر مثبتی بر عملکرد هودها داشت و هودهایی که به تنهایی یا دور از هم قرار داشتند، از عملکرد بهتری نسبت به هودهای رو به رو و مجاور یکدیگر برخوردار بودند. نتایج چند مطالعه نشان‌دهنده تأثیر سیستم تهویه عمومی بر عملکرد هودها بودند و هودهای دور از سیستم تهویه عمومی، در و پنجره، عملکرد بهتری داشتند [۲۰،۲۲].

وجود سیستم تهویه عمومی در محیط از جمله مواردی است که برای کنترل مواجهه ناشی از منابع انتشار نامعین ضروری می‌باشد. در این ارتباط، نتایج مطالعه حاضر نشان دادند که تقریباً تمامی آزمایشگاه‌ها فاقد تهویه عمومی بودند و میزان تهویه عمومی به سختی به ۰/۵ مرتبه در ساعت می‌رسید.

نتایج ارزیابی عملکرد هودهای بیولوژیکی در مطالعه چوبینه و گلبابایی نشان از آن داشتند که عدم توجه به ارزیابی عملکرد هودها می‌تواند منجر به خسارات مستقیم و غیر مستقیم و ایجاد آلودگی در کشت‌های سلولی و میکروبی شود [۲۳]. تقریباً در تمامی هودهای مورد بررسی، ارزیابی دوره‌ای و سالیانه هودها انجام نمی‌شد و اطلاعات مستندی در زمینه ارزیابی عملکرد آن‌ها وجود نداشت؛ در نتیجه امکان وجود خطا در عملکرد هودها و بروز خسارات ناشی از آن زیاد بود.

در مطالعه حاضر اغلب هودها کاملاً پر بودند و در بسیاری از موارد، مواد در فاصله ۱۶ سانتی‌متری از دهانه هود نگهداری نمی‌شدند [۲۴]. قربانی و همکاران در سال ۱۳۹۷، وجود وسایل و تجهیزات داخل هود به ویژه در نزدیکی دهانه آن را عامل ایجاد آشفتگی جریان هوا و کاهش سرعت دهانه و عملکرد هود گزارش کردند [۱۹]. با این وجود در پژوهش Ahn و همکاران (۲۰۱۵) با عنوان "تأثیر فعالیت‌های شغلی و حرکات بخش بالایی بدن بر عملکرد هودهای فیوم آزمایشگاهی"، تأثیری بر در هم ریختگی الگوی جریان هوای ورودی به هود گزارش نشد [۲۵].

بر مبنای نتایج، میانگین تراز صدا به طور متوسط در هودهایی که هواکش به طور مستقیم در بالای آن‌ها نصب شده بودند به ۷۰ دسی‌بل می‌رسید و کاربران به دلیل صدای بالا و آزار صوتی هودها، تمایلی به استفاده از آن‌ها نداشتند. مطالعات نشان می‌دهند که مواجهه با تراز فشار صوت پایین در درازمدت سبب ایجاد احساس ناراحتی در کاربران شده و حتی تراز صدای ۵۵ دسی‌بل باعث تداخل ارتباطات و مکالمات می‌گردد [۲۶].

نتیجه‌گیری

به دلیل مسائلی از جمله طراحی نامناسب و غیر تخصصی هودها، عدم آگاهی نسبت به اهمیت بهسازی محیط کار و نقش آن در سلامت افراد، عدم آموزش کارکنان در مورد استفاده صحیح از هود و نداشتن برنامه‌ای منظم و مشخص برای بازرسی و ارزیابی عملکرد هود، بیشتر محیط‌های مورد بررسی وضعیت قابل قبولی نداشتند.

نتایج مطالعه مداخله‌ای حاضر بیانگر آن بودند که اگر فرصتی برای اجرای مسائل بهسازی محیط کار در اختیار باشد، نه تنها می‌توان به اهداف بهسازی محیط کار نائل شد؛ بلکه با اثرات هم‌افزایی آن می‌توان به مسائلی فراتر از محیط کار سالم دست یافت.

تشکر و قدردانی

مطالعه حاضر در قالب طرح پژوهشی دانشجویی با شماره ۴۴/۵۲۴۵۱/د تصویب گشته و انجام شده است. بدین‌وسیله

نویسندگان مراتب تشکر و قدردانی خود را از معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی قزوین ابراز می‌نمایند.

تضاد منافع

نویسندگان در این مطالعه هیچ‌گونه تضاد منافعی نداشته‌اند.

ملاحظات اخلاقی

این مقاله با کد اخلاق IR.QUMS.REC.1398.067 مصوب دانشگاه علوم پزشکی قزوین می‌باشد.

سهم نویسندگان

استاد راهنما طرح پژوهشی، طراحی سیستم تهویه موضعی، اصلاح نهایی مقاله: احمد نیک‌پی

اندازه‌گیری، جمع‌آوری، تحزیه و تحلیل داده‌ها و تهیه گزارش مقاله: مریم معدندار و زهره فلاح مراد

حمایت مالی

این مطالعه بدون حمایت مالی هیچ سازمانی انجام شده است.

REFERENCES

1. Malakouti J, Rezazade Azari M, Goneh Farahani A. Occupational exposure risk assessment of researchers to harmful chemical agents in Shahid Beheshti university of medical sciences. *Benesina*. 2010;**13**(3-4):12-6. [Persian]
2. Olin GR. The hazards of a chemical laboratory environment--a study of the mortality in two cohorts of Swedish chemists. *Am Ind Hyg Assoc J*. 1978;**39**(7):557-62. PMID: 567938 DOI: 10.1080/0002889778507808
3. Ahn K, Ellenbecker MJ, Woskie SR, DiBerardinis LJ. A new quantitative method for testing performance of in-use laboratory chemical fume hoods. *J Chem Health Saf*. 2016;**23**(4):32-7. DOI: 10.1021/acs.chas.8b23409
4. Man AB, Gold D. Safety and health in the use of chemicals at work: a training manual. Geneva, Switzerland: International Labour Organization; 1993.
5. Maupins K, Hitchings DT. Reducing employee exposure potential using the ANSI/ASHRAE 110 method of testing performance of laboratory fume hoods as a diagnostic tool. *Am Ind Hyg Assoc J*. 1998;**59**(2):133-8. PMID: 9487667 DOI: 10.1080/15428119891010398
6. Eller PM, Cassinelli ME. NIOSH manual of analytical methods. Pennsylvania: Diane Publishing; 1994.
7. Jafari M, Kalantari S, Zendehdel R, Sarbakhsh P. Feasibility of substituting ethylene with sulfur hexafluoride as a tracer gas in hood performance test by ASHRAE-110-95 method. *Int J Occup Hyg*. 2014;**6**(1):31-6.
8. Malakouti J, Mosaferchi S, Hasely F, Azizi F, Mahdinia M. Health risk assessment of occupational exposure to hazardous chemicals in laboratories of Qom university of medical sciences. *Iran Occup Health*. 2014;**11**(2):13-25. [Persian]
9. Chen K, Wang W, Zhang W. Investigation of influential factors on laboratory fume hood containment performance. *Sci Technol Built Environ*. 2020;**26**(3):387-99.
10. Nor M. Effectiveness of local exhaust ventilation systems in reducing personal exposure. *J Appl Sci*. 2014;**14**(13):1365.
11. Peplow M, Marris E. How dangerous is chemistry? *Nature*. 2006; **441**(7093):560-1. PMID: 16738625 DOI: 10.1038/441560a
12. Marendaz JL, Suard JC, Meyer T. A systematic tool for assessment and classification of hazards in laboratories (ACHiL). *Saf Sci*. 2013;**53**:168-76. DOI: 0.1016/j.ssci.2012.10.001
13. Marlow DA, Looney T, Reutman S. An evaluation of local exhaust ventilation systems for controlling hazardous exposures in nail salons. Division of applied research and technology engineering and physical Hazards Branch EPHB Report. Washington, D.C: National Institute for Occupational Safety and Health; 2012.
14. Mari Oriyad H, Zare Derisi F, Jahangiri M, Rismanchian M, Karimi A. Evaluation of heating, ventilation, and air conditioning (HVAC) system performance in an administrative building in Tehran (Iran). *Health Saf Work*. 2014;**4**(3):59-66. [Persian]
15. Tseng LC, Huang RF, Chen CC, Chang CP. Correlation between airflow patterns and performance of a laboratory fume hood. *J Occup Environ Hyg*. 2006;**3**(12):694-706. PMID: 17133690 DOI: 10.1080/15459620601015695
16. Volin CE, Joao RV, Reiman JS, Party E, Gershey EL. Fume hood performance: face velocity variability inconsistent air volume systems. *Appl Occup Environ Hyg*. 1998;**13**(9):656-62. DOI: 10.1080/1047322X.1998.10390134
17. Ahn K, Woskie S, DiBerardinis L, Ellenbecker M. A review of published quantitative experimental studies on factors affecting laboratory fume hood performance. *J Occup Environ Hyg*. 2008;**5**(11):735-53. PMID: 18780237 DOI: 10.1080/15459620802399989
18. American Conference of Governmental Industrial Hygienists. Industrial ventilation: a manual of recommended practice for design. New York: American Conference of Governmental Industrial Hygienists; 2013.
19. Arefi MF, Shahna FG, Karamimosafer A. Qualitative evaluation of the performance of chemical fume hoods located in the laboratories of the university of medical sciences in 2017. *J Occup Hyg Eng Volume*. 2018;**5**(1):1-7. DOI: 10.21859/johe-5.1.1
20. Esmaeilzadeh A, Golbabaei F, Zare S. Qualitative assessment of local ventilation in petrochemical company laboratories for reducing staffs exposure. *J Occup Hyg Eng*. 2014;**1**(3):60-6. [Persian]
21. Tseng LC, Huang RF, Chen CC. Significance of face velocity fluctuation in relation to laboratory fume hood performance. *Ind Health*. 2010;**48**(1):43-51. PMID: 20160407 DOI: 10.2486/indhealth.48.43
22. Memarzadeh F. Methodology for optimization of laboratory hood containment-volumes I and II. Bethesda, MD: Division of Engineering Services, Office of Research Services, National Institutes of Health; 1996.
23. Choobineh A, Golbabaie F. Performance evaluation of biological safety cabinets in a biological research center. *J Sch Public Health Instit Public Health Res*. 2005;**3**(2):49-58. [Persian]
24. Goodfellow HD, Tahti E. Industrial ventilation design guidebook. Massachusetts: Academic Press; 2001.
25. Ahn K, Ellenbecker MJ, Woskie SR, DiBerardinis LJ. Effects of work practices and upper body movements on the performance of a laboratory fume hood. *J Chem Health Saf*. 2016;**23**(6):2-9. DOI: 10.1021/acs.chas.8b23604
26. United States Department of Labor. Technical Manual (OTM). Section III: Chapter 5 Washington, D.C: Occupational Safety and Health Administration; 2010.