Journal of Occupational Hygiene Engineering Volume 6, Issue 2, Summer 2019, Pages: 61-70

Original Article

doi: 10.52547/johe.6.2.61

Preliminary Investigation of the Symptoms of Nanotechnology Companies Employees in Tehran, Iran, 2018

Soqrat Omari Shekaftik[1], Farshad Hosseini Shirazi[2,3], Rasoul Yarahmadi[4], Mahboobeh rasouli[5], Masoud Solaymani Dodaran[6], Azadeh Ashtarinezhad[7,*]

[1] *MSc, Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran*
[2] *Professor, Pharmaceutical Sciences Research Center, Faculty of Pharmacy, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran*
[3] *Professor, Department of Pharmacology/Toxicology, Faculty of Pharmacy, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran*
[4] *Associate Professor, Air Pollution Research Center, Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran*
[5] *Assistant Professor, Department of Biostatistics, School of Public Health, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran*
[6] *Associate Professor, Department of Epidemiology, School of Public Health, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran*
[7] *Assistant Professor, Air pollution Research Center, Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran*

**** Corresponding Author:*** *Azadeh Ashtarinezhad, Air pollution Research Center, Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran. Email: Ashtarinezhad.a@iums.ac.ir*

Received: 22/07/2019
Accepted: 06/09/2019

How to Cite this Article:
Omari Shekaftik S, Hosseini Shirazi F, Yarahmadi R, Rasouli M, Solaymani Dodaran M, Ashtarinezhad A. Preliminary Investigation of the Symptoms of Nanotechnology Companies Employees in Tehran, Iran, 2018. *J Occup Hyg Eng*. 2019; 6(2): 61-70. DOI: 10.52547/johe.6.2.61

Abstract

Background and Objective: Nowadays, the possibility to use nanomaterials due to their size and unique characteristics in various fields of science and technology is provided. On the other hand, these unique properties have raised many concerns about the potential effects of nanomaterials on human and the environment. Occupational exposure is the most prevalent way of human confrontation with nanomaterials. Therefore, the present study was conducted to investigate the symptoms of the employees of nanotechnology companies in Tehran, Iran.

Materials and Methods: At first, a questionnaire on non-specific symptoms was designed and validated by a group of specialists. Then, nanotechnology companies were identified and the questionnaires were provided for the employees of these companies. Finally, the data were analyzed in SPSS software (version 22).

Results: The obtained results of the present study showed that the designed questionnaire had a good validity and reliability. The employees' average age of less than 34 years and the average work experience of less than 7 years indicates that nanotechnology is a young field of science in our country. The findings of the current study showed that the frequency of skin symptoms (e.g., roughness, itching, and redness), respiratory symptoms (e.g., coughing, sneezing, and sore throat), and ocular symptoms (e.g., burning, itching, and redness) were relatively high among the employees of the nanotechnology companies.

Conclusion: The results of the present study indicated that the frequency of some symptoms were high among the employees of the companies under investigation. Therefore, it is necessary to implement control measures to reduce the employees' confrontation with nanomaterials.

Keywords: Nanomaterials; Nanotechnology Companies; Nonspecific Symptoms Questionnaire; Occupational Exposure

Copyright © 2019 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.6.2.61

بررسی مقدماتی علائم کارکنان شرکت‌های نانوفناوری در شهر تهران در سال ۱۳۹۷

سقراط عمری شکفتیک[۱]، سید فرشاد حسینی شیرازی[۲،۳]، رسول یاراحمدی[۴]، محبوبه رسولی[۵]، مسعود سلیمانی دودران[۶]، آزاده اشتری‌نژاد[۷،*]

[۱] کارشناسی ارشد، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران
[۲] استاد، مرکز تحقیقات علوم دارویی، دانشکده داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
[۳] استاد، گروه فارماکولوژی سم‌شناسی، دانشکده داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
[۴] دانشیار، مرکز تحقیقات آلودگی هوا، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران
[۵] استادیار، گروه آمار زیستی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران
[۶] دانشیار، گروه اپیدمیولوژی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران
[۷] استادیار، مرکز تحقیقات آلودگی هوا، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

* **نویسنده مسئول:** آزاده اشتری‌نژاد، مرکز تحقیقات آلودگی هوا، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران. ایمیل: Ashtarinezhad.a@iums.ac.ir

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۰۴/۳۱
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۰۶/۱۵

تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی همدان محفوظ است.

چکیده

سابقه و هدف: امروزه امکان استفاده از نانومواد به دلیل اندازه و ویژگی‌های منحصر به فرد آن‌ها در عرصه‌های مختلف علم و فناوری فراهم شده است. از سوی دیگر، همین ویژگی‌های منحصر به فرد نانومواد باعث شده است که نگرانی‌های زیادی در ارتباط با اثرات احتمالی این مواد بر انسان و محیط زیست به وجود آید. مواجهه شغلی مهم‌ترین راه مواجهه انسانی با نانومواد می‌باشد. در این راستا، مطالعه حاضر به‌منظور بررسی علائم کارکنان شرکت‌های فعال در زمینه نانوفناوری در شهر تهران انجام شد.

مواد و روش‌ها: ابتدا یک پرسشنامه علائم غیراختصاصی به وسیله گروهی از متخصصان طراحی و اعتبارسنجی گردید. سپس شرکت‌های نانوفناوری شناسایی‌شده و پرسشنامه‌ها در اختیار کارکنان این شرکت‌ها قرار گرفتند. در نهایت، داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS 22 آنالیز گردیدند.

یافته‌ها: نتایج نشان دادند که پرسشنامه طراحی‌شده از روایی و پایایی خوبی برای انجام مطالعه برخوردار است. میانگین سنی کمتر از ۳۴ سال و میانگین سابقه کاری کمتر از هفت سال کارکنان نشان از جوان‌بودن نانوفناوری در کشور دارد. نتایج این مطالعه حاکی از آن بودند که فراوانی علائم پوستی (مانند زبری، خارش و قرمزی)، تنفسی (مانند سرفه، عطسه و سوزش گلو) و چشمی (مانند سوزش، خارش و قرمزی) در میان کارکنان شرکت‌های نانوفناوری نسبتاً زیاد می‌باشد.

نتیجه‌گیری: نتایج حاکی از بالابودن برخی از علائم در میان کارکنان شرکت‌های مورد بررسی بودند؛ از این رو به‌کارگیری اقدامات کنترلی برای کاهش مواجهه و تماس کارکنان با نانومواد و به دنبال آن کاهش علائم مورد بررسی ضروری به نظر می‌رسد.

واژگان کلیدی: پرسشنامه علائم غیراختصاصی؛ شرکت‌های نانوفناوری؛ مواجهه شغلی؛ نانومواد

مقدمه

نانومواد مهندسی‌شده (ENMs: Engineered Nanomaterials) موادی هستند که حداقل یک بعد از آن‌ها در مقیاس نانو (Nanoscale) (۱ تا ۱۰۰ نانومتر) قرار دارد و به علت اندازه‌شان دارای ویژگی‌های منحصر به فردی می‌باشند [۱]. اندازه و ویژگی‌های منحصر به فرد نانومواد، امکان استفاده از این مواد را در عرصه‌های مختلف علم و فناوری فراهم کرده است؛ به‌گونه‌ای که بسیاری از اقتصاددانان، تولید و استفاده از نانومواد را بخش جدایی‌ناپذیر فعالیت‌های اقتصادی در آینده می‌دانند [۲]. از سوی دیگر، همین ویژگی‌های منحصر به فرد نانومواد باعث شده است که نگرانی‌های زیادی در ارتباط با اثرات این مواد بر انسان و محیط زیست به وجود بیاید. اثراتی از قبیل تجمع نانوذرات در گیاهان، تغییر در ویژگی‌های فیزیولوژیکی و

بیولوژیکی گیاهان، تأثیر بر رشد و باروری گیاهان [۳،۴]، تومورزایی، عفونت‌های ریوی، سقط یا نقص جنین، بدشکلی‌های ساختاری در حیوانات آزمایشگاهی [۵،۶] و مواردی همچون تولید گونه‌های فعال اکسیژن (ROSs: Reactive Oxygen Species) [۵]، تحریک پوستی، عفونت‌های ریوی و ایجاد سلول‌های سرطانی در بافت‌های مختلف انسانی [۷-۱۱]. این نگرانی‌ها باعث شده است تا در چند سال گذشته تحقیقات زیادی در مورد ایمنی نانومواد و سم‌شناسی آن‌ها انجام شود و همچنان ادامه پیدا کند [۱۲]. ریسک‌های مرتبط با تکنولوژی‌های جدید در چند مرحله پدیدار می‌شوند: در مرحله ایجاد تکنولوژی، دانش موجود برای فهم ریسک‌های مرتبط با تکنولوژی جدید جوابگو نمی‌باشد؛ تمایل به استفاده از فرضیات و روش‌های معتبر قدیمی (مانند روش‌های تأییدشده برای ارزیابی مواد شیمیایی مختلف) در بین محققان وجود دارد؛ عدم قطعیت‌ها، نتایج گیج‌کننده تحقیقات و عدم کفایت تجهیزات و مهارت‌ها نیز نقش مهمی را ایفا می‌کنند [۱۳]. نانوفناوری (Nanotechnology) هم‌اکنون در این مرحله قرار دارد.

یکی از مباحث مهمی که ذهن پژوهشگران را در زمینه اثرات احتمالی نانومواد بر انسان و محیط زیست به خود مشغول کرده است، مواجهه شغلی با نانومواد می‌باشد؛ زیرا در فرایندهای مربوط به تولید و یا مصرف نانومواد و یا فرایندهایی که محصول جانبی آن‌ها نانومواد هستند، کارکنان اولین کسانی هستند که در معرض مواجهه با این مواد قرار می‌گیرند [۱۴-۱۶]. پیش‌بینی‌ها نشان می‌دهند که تا سال ۲۰۲۰، شش میلیون کارگر در سراسر جهان در معرض مواجهه با نانومواد خواهند بود [۱۷]. روش سنتی بهداشت حرفه‌ای برای ارزیابی مواجهه با مواد شیمیایی در محیط کار عبارت است از: اندازه‌گیری غلظت این مواد در ناحیه تنفسی کارگر و سپس مقایسه این مقادیر با حدود مواجهه مجاز (TLV: Threshold Limit Values) آن مواد که به وسیله سازمان‌های معتبری همچون ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) ارائه شده‌اند. شایان ذکر است که به دلایل مختلفی از جمله نبود روش‌های استاندارد نمونه‌برداری و آنالیز و کمبود و یا فقدان اطلاعات سم‌شناختی کافی درباره نانومواد، استفاده از روش سنتی بهداشت حرفه‌ای برای ارزیابی مواجهه شغلی با نانومواد توصیه نمی‌شود [۱۸-۲۰]؛ از این رو پژوهشگران اقدام به طراحی، ارائه و ارزشیابی روش‌های کیفی و نیمه‌کمی برای ارزیابی ریسک مواجهه با نانومواد نموده‌اند که براساس دانش کنونی در زمینه نانوذرات طراحی شده‌اند و کارایی خوبی دارند. در سال‌های اخیر علائم غیراختصاصی (NSS: Non-Specific Symptoms) در جمعیت‌های مختلف مبنایی برای ارزیابی انواع استرسورها مانند صدا [۲۱]، میدان‌های الکترومغناطیسی [۲۲] و غیره قرار گرفته‌اند [۲۳]. استفاده از چنین پرسشنامه‌هایی در زمینه مواجهه شغلی با نانومواد نیز می‌تواند مفید باشد. از آنجایی که در ایران مطالعه جامعی در ارتباط با مواجهه شغلی با نانومواد در شرکت‌های نانوفناوری صورت نگرفته است و نیز با توجه به اجرای روند علمی در رویکرد به یک مسأله بر آن شدیم تا در یک گام اولیه علمی با استفاده از یک پرسشنامه خودگزارشی به بررسی مقدماتی علائم کارکنان شرکت‌های نانوفناوری در شهر تهران بپردازیم.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر یک مطالعه توصیفی- مقطعی می‌باشد که در سال ۱۳۹۷ در شرکت‌های نانوفناوری در شهر تهران انجام شده است. این مطالعه در چند مرحله به شرح زیر صورت گرفت:

هماهنگی با شرکت‌های نانوفناوری

در نخستین گام اقدام به شناسایی شرکت‌های نانوفناوری در کل کشور گردید. برای این منظور از وزارت صنعت، معدن و تجارت (Islamic Republic of Iran, Ministry of Industry, Mine & Trade) و ستاد ویژه توسعه فناوری نانو (INIC: Iran Nanotechnology Innovation Council) لیست شرکت‌های مورد نظر درخواست شد. در گام بعدی لیست شرکت‌های تهران از لیست شرکت‌های کل کشور استخراج گردید. سپس از شرکت‌های واقع در شهر تهران برای مشارکت در این مطالعه دعوت به عمل آمد.

طراحی و اعتبارسنجی پرسشنامه

از آنجایی که هدف از این مطالعه بررسی مقدماتی علائم (Symptoms) کارکنان شرکت‌های تولیدکننده و مصرف‌کننده نانومواد بود، تلاش شد تا پرسشنامه به‌گونه‌ای طراحی شود که در حد امکان این علائم را پوشش دهد. به‌منظور طراحی پرسشنامه، گروهی پنج نفره شامل: دو سم‌شناس، یک اپیدمیولوژیست و دو متخصص بهداشت حرفه‌ای به مدت دو ماه مطالعاتی را در ارتباط با علائم گزارش‌شده در مورد مواجهه (آزمایشگاهی، شغلی، انسانی و حیوانی) با نانومواد انجام دادند. در طول این دو ماه، چندین بار پرسشنامه‌های اولیه‌ای طراحی گردید و هر بار مورد بازبینی و اصلاح قرار گرفت تا در نهایت پرسشنامه‌ای در شش بخش و با ۵۷ گویه به تصویب این گروه پنج نفره رسید. در گام بعدی، اقدام به اعتبارسنجی پرسشنامه شد. اعتبارسنجی عبارت است از: سنجش روایی و پایایی یک ابزار. در این مطالعه به‌منظور سنجش روایی پرسشنامه از روش لاوشه (Lawshe) استفاده گردید [۲۴]. در این روش با استفاده از "شاخص روایی محتوا" (CVI: Content Validity Index) و "نسبت روایی محتوا" (CVR: Content Validity Ratio) روایی پرسشنامه سنجیده می‌شود. بدین‌منظور، پرسشنامه در فرم خاصی در اختیار گروهی از متخصصان قرار می‌گیرد تا به هریک از سؤالات از چهار منظر "مربوط‌بودن، واضح‌بودن، ساده‌بودن و ضرورت" امتیاز دهند. در نهایت با استفاده از امتیازات تعلق‌گرفته،

مقادیر شاخص‌های CVI و CVR برای هریک از سؤالات تعیین می‌شود. در این مطالعه تعداد متخصصان بررسی‌کننده روایی پرسشنامه ۱۴ نفر بودند: دو نفر متخصص طب کار، چهار نفر سم‌شناس، دو نفر متخصص نانوفناوری پزشکی، پنج نفر متخصص بهداشت حرفه‌ای و یک نفر متخصص آموزش بهداشت. برای سنجش پایایی پرسشنامه از ضریب کودر- ریچاردسون (Kuder-Richardson) و آزمون- بازآزمون (Test-Retest) با ضریب کاپا (Kappa) استفاده شد. برای این منظور از ۲۵ کارگر در معرض مواجهه با نانومواد خواسته شد که دوبار پرسشنامه را با فاصله ۱۵ روز تکمیل کنند.

جمع‌آوری داده‌ها

پس از هماهنگی با شرکت‌های نانوفناوری در شهر تهران و قبول همکاری از سوی برخی از آن‌ها، به‌منظور جمع‌آوری داده‌ها، پرسشنامه مذکور از طریق ایمیل در اختیار مسئولان بهداشت و یا مسئولان فنی این شرکت‌ها قرار گرفت و از آن‌ها خواسته شد تا تمامی افرادی که مواجهه مستقیم با نانومواد دارند، این پرسشنامه را تکمیل کنند. معیارهای ورود به این مطالعه عبارت بودند از: مواجهه مستقیم با نانومواد و گذشت حداقل یک سال از آغاز کار آن‌ها. مواجهه مستقیم با نانومواد به این معنا است که این مواد در طول فعالیت‌های کاری کارکنان تولید و یا مصرف شوند. در نهایت، پرسشنامه‌ها توسط کارکنان این شرکت‌ها تکمیل و ارسال شدند.

آنالیز آماری

با توجه به نوع متغیرها در این مطالعه، برای نیل به اهداف پژوهش از آزمون‌های آماری کای دو و آزمون دقیق فیشر استفاده شد. به‌منظور توصیف ویژگی‌های افراد مورد مطالعه نیز از روش‌های آمار توصیفی شامل: جداول توزیع فراوانی، شاخص میانگین و انحراف معیار استفاده گردید.

یافته‌ها

شرکت‌های نانوفناوری

براساس آمار ستاد ویژه توسعه فناوری نانو و وزارت صنعت، معدن و تجارت، تا پایان سال ۲۰۱۷، ۱۹۰ شرکت در ایران در زمینه نانوفناوری به ثبت رسیده‌اند که از این تعداد، ۴۶ شرکت در زمینه ساخت تجهیزات مرتبط با نانومواد و ۱۴۴ شرکت در زمینه ساخت محصولات و تولید نانومواد فعالیت دارند. تا پایان همین سال، ۴۰۸ محصول دارای گواهینامه نانومقیاس در این شرکت‌ها تولید شده است که مطابق با استاندارد ISO 18110، ۳۷ درصد از آن‌ها در گروه "تجهیزات و ماشین‌آلات فناوری نانو"، ۴۶ درصد در گروه "کالاهای نهایی"، ۱۲ درصد در گروه "کالاهای میانی" و ۵ درصد در گروه "خدمات" قرار می‌گیرند. از میان ۱۹۰ شرکت ثبت‌شده در زمینه نانومواد در ایران، حدود ۱۳۰ شرکت در کلان‌شهر تهران فعالیت می‌کنند که از این تعداد، ۳۰ شرکت در زمینه تجهیزات مورد استفاده در حوزه نانو فعالیت می‌کنند و عملاً مواجهه‌ای با این مواد ندارند. شایان ذکر است که از ۱۰۰ شرکتی که دعوت به مشارکت در پژوهش حاضر شدند، ۵۲ شرکت این دعوت را پذیرفتند.

اعتبارسنجی پرسشنامه

سنجش روایی پرسشنامه با استفاده از روش لاوشه (CVI و CVR) نشان‌دهنده روایی مناسب این پرسشنامه بود. تنها در مورد سه گویه، روایی محتوا کمتر از مقدار مورد نظر بود که منجر به حذف این سه سؤال از پرسشنامه گردید. نتایج روایی برای تمامی سؤالات در جدول ۱ نشان داده شده است.

نتایج سنجش انسجام درونی پرسشنامه با استفاده از ضریب Kuder-Richardson نشان دادند که این ضریب برای پرسشنامه معادل ۰/۹۷ است که نشان از انسجام درونی عالی پرسشنامه دارد. نتایج سنجش پایایی آزمون- بازآزمون با استفاده از ضریب توافق Kappa در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱: نتایج سنجش روایی و پایایی هریک از گویه‌های پرسشنامه

گویه		CVR	CVI	نتیجه	kappa
۱. آیا دخانیات (سیگار و یا قلیان) مصرف می‌کنید؟		۰/۸۶	۰/۹۳	پذیرش	۱/۰۰
۲. آیا دارو مصرف می‌کنید؟	نوع دارو:	۱	۰/۹۵	پذیرش	۱/۰۰
۳. آیا به بیماری مبتلا هستید؟	نام بیماری:	۰/۸۶	۰/۹۳	پذیرش	۱/۰۰
۴. آیا قرص ویتامین مصرف می‌کنید؟	نوع ویتامین:	۰/۷۱	۰/۹۰	پذیرش	۰/۹۲
۵. از وقتی که در این شغل فعالیت می‌کنم، پوستم روشن‌تر شده است.		۰/۵۷	۰/۷۴	پذیرش	۱/۰۰
۶. از وقتی که در این شغل فعالیت می‌کنم، پوستم تیره‌تر شده است.		۰/۸۶	۰/۷۹	پذیرش	۰/۷۵
۷. از وقتی که در این شغل فعالیت می‌کنم، پوستم نرم‌تر شده است.		۰/۵۷	۰/۷۶	پذیرش	۱/۰۰
۸. از وقتی که در این شغل فعالیت می‌کنم، پوستم زبرتر شده است.		۰/۷۱	۰/۷۴	پذیرش	۰/۸۳
۹. در قسمت‌هایی از پوستم که با نانوذرات در تماس است، خارش ایجاد می‌شود.		۰/۸۶	۰/۹۸	پذیرش	۱/۰۰
۱۰. در قسمت‌هایی از پوستم که با نانوذرات در تماس است، زخم ایجاد می‌شود.		۰/۸۶	۰/۹۳	پذیرش	۱/۰۰
۱۱. اخیراً خال‌های روی پوستم بیشتر شده است.		۰/۸۶	۰/۸۶	پذیرش	۰/۶۲
۱۲. قسمت‌هایی از پوستم که با نانوذرات در تماس است، قرمز و ملتهب می‌شود.		۰/۸۶	۰/۹۸	پذیرش	۰/۹۲

ادامه جدول ۱.

۱۳. از وقتی در این شغل فعالیت می‌کنم، جوش‌های پوستم بیشتر شده است.	۰/۸۶	۰/۸۸	پذیرش	۰/۸۰
۱۴. از وقتی که در این شغل فعالیت می‌کنم، ریزش موهایم بیشتر شده است.	۰/۵۷	۰/۸۶	پذیرش	۰/۹۱
۱۵. از وقتی که در این شغل فعالیت می‌کنم، ریزش موهایم کمتر شده است.	۰/۵۷	۰/۷۹	پذیرش	۱/۰۰
۱۶. از وقتی که در این شغل فعالیت می‌کنم، بیشتر عرق می‌کنم.	۰/۵۷	۰/۸۳	پذیرش	۰/۶۳
۱۷. از وقتی که در این شغل فعالیت می‌کنم، کمتر عرق می‌کنم.	۰/۵۷	۰/۸۶	پذیرش	۱/۰۰
۱۸. از وقتی که در این شغل فعالیت می‌کنم، اشتهایم بیشتر شده است.	۰/۵۷	۰/۷۹	پذیرش	۱/۰۰
۱۹. از وقتی که در این شغل فعالیت می‌کنم، اشتهایم کمتر شده است.	۰/۷۱	۰/۸۳	پذیرش	۰/۶۵
۲۰. از وقتی که در این شغل فعالیت می‌کنم، وزنم بی‌دلیل زیاد شده است.	۰/۷۱	۰/۹۰	پذیرش	۱/۰۰
۲۱. از وقتی که در این شغل فعالیت دارم، وزنم بی‌دلیل کم شده است.	۰/۸۶	۰/۹۳	پذیرش	۱/۰۰
۲۲. از وقتی که در این شغل فعالیت می‌کنم، دچار عطش می‌شوم.	۰/۵۷	۰/۸۳	پذیرش	۰/۹۰
۲۳. از وقتی که در این شغل فعالیت می‌کنم، بیشتر دچار حالت تهوع و استفراغ می‌شوم.	۱	۰/۹۸	پذیرش	۰/۸۳
۲۴. از وقتی که در این شغل فعالیت می‌کنم، بیشتر دچار نفخ می‌شوم.	۰/۵۷	۰/۷۹	پذیرش	۱/۰۰
۲۵. از وقتی که در این شغل فعالیت می‌کنم، بیشتر دچار سوزش معده می‌شوم.	۰/۵۷	۰/۷۹	پذیرش	۱/۰۰
۲۶. از وقتی که در این شغل فعالیت می‌کنم، دچار دردهای شکمی می‌شوم.	۱	۰/۹۸	پذیرش	۰/۷۸
۲۷. از وقتی که در این شغل فعالیت می‌کنم، طعم خوراکی‌ها را بهتر تشخیص می‌دهم.	۰/۴۳	۰/۷۴	رد	-
۲۸. از وقتی که در این شغل فعالیت می‌کنم، در تشخیص طعم‌ها دچار مشکل شده‌ام.	۰/۵۷	۰/۸۱	پذیرش	۱/۰۰
۲۹. از وقتی که در این شغل فعالیت می‌کنم، رنگ مدفوعم تیره‌تر شده است.	۰/۸۶	۰/۹۳	پذیرش	۱/۰۰
۳۰. از وقتی که در این شغل فعالیت می‌کنم، رنگ مدفوعم روشن‌تر شده است.	۰/۷۱	۰/۸۶	پذیرش	۱/۰۰
۳۱. از وقتی که در این شغل فعالیت می‌کنم، بیشتر دچار یبوست می‌شوم.	۰/۷۱	۰/۸۸	پذیرش	۱/۰۰
۳۲. از وقتی که در این شغل فعالیت می‌کنم، بیشتر دچار اسهال می‌شوم.	۰/۷۱	۰/۸۶	پذیرش	۱/۰۰
۳۳. از وقتی که در این شغل فعالیت می‌کنم، بیشتر دچار سردرد می‌شوم.	۰/۸۶	۰/۹۰	پذیرش	۰/۹۲
۳۴. از وقتی که در این شغل فعالیت می‌کنم، بیشتر دچار سرگیجه می‌شوم.	۱	۰/۹۳	پذیرش	۰/۸۰
۳۵. از وقتی که در این شغل فعالیت می‌کنم، بیشتر دچار بی‌خوابی (یا بدخوابی) می‌شوم.	۰/۵۷	۰/۸۱	پذیرش	۰/۹۲
۳۶. از وقتی که در این شغل فعالیت می‌کنم، احساس می‌کنم حافظه‌ام ضعیف‌تر شده است.	۰/۷۱	۰/۹۵	پذیرش	۰/۹۱
۳۷. از وقتی که در این شغل فعالیت می‌کنم، احساس می‌کنم حافظه‌ام قوی‌تر شده است	۰/۱۴	۰/۸۱	رد	-
۳۸. از وقتی که در این شغل فعالیت می‌کنم، دچار لکنت زبان شده‌ام.	۰/۷۱	۰/۷۹	پذیرش	۰/۷۸
۳۹. از وقتی که در این شغل فعالیت می‌کنم، دچار لرزش اندام‌ها (به‌ویژه دست‌ها) می‌شوم.	۰/۷۱	۰/۸۸	پذیرش	۰/۷۸
۴۰. از وقتی که در این شغل فعالیت می‌کنم، دچار مشکلات حرکتی شده‌ام.	۰/۸۶	۰/۸۸	پذیرش	۱/۰۰
۴۱. از وقتی که در این شغل فعالیت می‌کنم، دچار درد در مفاصل شده‌ام.	۰/۸۶	۰/۹۳	پذیرش	۰/۶۹
۴۲. از وقتی که در این شغل فعالیت می‌کنم، بیشتر دچار سرفه می‌شوم.	۱	۰/۹۵	پذیرش	۰/۸۳
۴۳. از وقتی که در این شغل فعالیت می‌کنم، بیشتر دچار عطسه می‌شوم.	۱	۰/۹۳	پذیرش	۰/۸۲
۴۴. از وقتی که در این شغل فعالیت می‌کنم، در گلویم احساس سوزش می‌کنم.	۱	۰/۹۸	پذیرش	۰/۸۳
۴۵. از وقتی که در این شغل فعالیت می‌کنم، دچار تنگی نفس می‌شوم.	۱	۰/۹۳	پذیرش	۰/۸۳
۴۶. از وقتی که در این شغل فعالیت می‌کنم، دچار خس‌خس سینه می‌شوم.	۱	۰/۹۳	پذیرش	۰/۶۲
۴۷. از وقتی که در این شغل فعالیت می‌کنم، در قفسه سینه‌ام احساس سنگینی می‌کنم.	۰/۸۶	۰/۸۸	پذیرش	۰/۷۸
۴۸. از وقتی که در این شغل فعالیت می‌کنم، تنفسم سخت‌تر شده است.	۰/۸۶	۰/۸۶	پذیرش	۰/۸۰
۴۹. از وقتی که در این شغل فعالیت می‌کنم، ترشحات گلویم بیشتر شده است.	۱	۰/۹۸	پذیرش	۱/۰۰
۵۰. از وقتی که در این شغل فعالیت می‌کنم، صدایم تغییر کرده است (بم‌تر یا نازک‌تر).	۰/۸۶	۰/۹۵	پذیرش	۱/۰۰
۵۱. از وقتی که در این شغل فعالیت می‌کنم، در چشمانم احساس سوزش می‌کنم.	۱	۰/۹۸	پذیرش	۰/۸۳
۵۲. از وقتی که در این شغل فعالیت می‌کنم، چشمانم قرمز می‌شوند.	۰/۸۶	۰/۹۸	پذیرش	۰/۷۲
۵۳. از وقتی که در این شغل فعالیت می‌کنم، دچار تاری دید می‌شوم.	۰/۸۶	۰/۸۶	پذیرش	۰/۷۱
۵۴. از وقتی که در این شغل فعالیت می‌کنم، دچار خارش چشم می‌شوم.	۰/۸۶	۰/۹۰	پذیرش	۰/۷۳
۵۵. از وقتی که در این شغل فعالیت می‌کنم، قی چشمانم بیشتر شده است.	۰/۸۶	۰/۸۶	پذیرش	۱/۰۰
۵۶. از وقتی که در این شغل فعالیت می‌کنم، احساس می‌کنم بینایی‌ام بهتر شده است.	۰/۴۳	۰/۷۶	رد	-
۵۷. از وقتی که در این شغل فعالیت می‌کنم، احساس می‌کنم بینایی‌ام ضعیف‌تر شده است.	۰/۷۱	۰/۸۶	پذیرش	۰/۷۱

افراد مورد مطالعه

با توجه به تعداد کم افراد شاغل در هریک از شرکت‌هایی که حاضر به همکاری در راستای انجام این مطالعه شدند، در نهایت ۱۹۸ پرسشنامه تکمیل گردید و برای ما ارسال شد. بررسی ویژگی‌های جمعیت‌شناختی افراد مورد مطالعه نشان داد که ۴۹ درصد (۹۶ نفر) از شرکت‌کنندگان مرد و ۵۱ درصد (۱۰۰) زن بوده‌اند. همچنین میانگین سنی کارکنان مرد ۳۵/۸۳ سال (SD=۶/۱۷۷) و میانگین سنی کارکنان زن ۳۱/۸۰ سال (SD=۵/۴۳۵) بود. میانگین سنی کل افراد مورد مطالعه نیز معادل ۳۳/۷۶ سال (SD=۶/۱۰۸) به‌دست آمد. میانگین سابقه کاری کارکنان نیز برابر با ۶/۷۶ سال (SD=۵/۲۱۷) بود (جدول ۲).

نانومواد

بر مبنای توصیه سازمان جهانی بهداشت (WHO: World Health Organization) [۲۵]، نانومواد موجود در شرکت‌های مورد بررسی که کارکنان در معرض مواجهه با آن‌ها قرار داشتند، به‌صورت گروه‌بندی‌شده مورد بررسی قرار گرفتند. حالت فیزیکی نانومواد که تأثیر بسیار زیادی بر امکان مواجهه کارکنان با آن‌ها دارد نیز بررسی گردید. در جدول ۳ تعداد افراد دارای مواجهه با هریک از انواع و اشکال نانومواد قابل‌مشاهده می‌باشد.

علائم کارکنان مواجهه‌یافته با نانومواد

بررسی رفتارهای فردی افراد مورد مطالعه نشان داد که ۸/۱ درصد از آن‌ها سیگار مصرف می‌کنند و ۴۳/۴ درصد از این افراد به مصرف قرص‌های ویتامین مبادرت دارند (جدول ۴). از میان علائم پوستی که بیشترین فراوانی را داشتند می‌توان به زبری پوست (۶۲/۶ درصد)، خارش پوست (۶۷/۲ درصد) و قرمزی پوست (۷۲/۷ درصد) در نواحی در تماس با نانومواد مانند دست

جدول ۲: اطلاعات جمعیت‌شناختی افراد شرکت‌کننده در مطالعه

		مرد	زن	کل	گم‌شده
فراوانی (نفر)		۹۶ (۴۸/۵ درصد)	۱۰۰ (۵۰/۵ درصد)	۱۹۶ (۹۹ درصد)	۲ (۱ درصد)
سن (سال)	میانگین (انحراف معیار)	۳۵/۸۳ (۶/۱۷۷)	۳۱/۸۰ (۵/۴۳۵)	۳۳/۷۶ (۶/۱۰۸)	-
	بیشترین	۴۹	۴۲	۴۹	
	کمترین	۲۴	۲۳	۲۳	
سابقه کار (سال)	میانگین (انحراف معیار)	۷/۹۱ (۵/۹۳۹)	۵/۵۵ (۴/۰۲۶)	۶/۷۶ (۵/۲۱۷)	۱۸ (۹/۱ درصد)
	بیشترین	۲۲	۱۴	۲۲	
	کمترین	۱	۱	۱	
ساعات کار روزانه	میانگین (انحراف معیار)	۸/۱۳ (۱/۲۸۹)	۷/۷۵ (۱/۵۴۲)	۷/۹۴ (۱/۴۳۱)	۸ (۴ درصد)
	بیشترین	۱۰	۱۲	۱۲	
	کمترین	۳	۱	۱	
تحصیلات	زیر دیپلم	۲۲ (۱۱/۲ درصد)	۲۰ (۱۰/۲ درصد)		
	دیپلم	۲ (۱ درصد)	۰ (۰ درصد)		
	کارشناسی	۳۰ (۱۵/۳ درصد)	۲ (۱ درصد)	۱۹۶ (۹۹ درصد)	۲ (۱ درصد)
	کارشناسی ارشد	۳۰ (۱۵/۳ درصد)	۵۶ (۲۸/۶ درصد)		
	دکتری	۱۲ (۶/۱ درصد)	۲۲ (۱۱/۲ درصد)		

جدول ۳: فراوانی افراد مواجهه‌یافته با ترکیبات و حالات فیزیکی نانومواد موجود در شرکت‌های مورد مطالعه

		فراوانی
ترکیب شیمیایی نانوماده	فلزی	۴۴ (۲۲/۲ درصد)
	اکسید فلزی	۶۸ (۳۴/۳ درصد)
	کربنی	۵۰ (۲۵/۳ درصد)
	سایر	۳۶ (۱۸/۲ درصد)
	کل	۱۹۸ (۱۰۰ درصد)
حالت نانوماده	پودر جامد	۸۰ (۴۰/۴ درصد)
	سوسپانسیون/امولوسیون مایع	۸۲ (۴۱/۴ درصد)
	خمیر/ژل	۴ (۲ درصد)
	سایر	۳۲ (۱۶/۲ درصد)
	کل	۱۹۸ (۱۰۰ درصد)

جدول ۴: فراوانی علائم مورد بررسی در کارکنان شرکت‌های نانوفناوری

عادات فردی	بله	خیر	کل	گم‌شده
مصرف سیگار	۱۶ (۸/۱ درصد)	۱۸۲ (۹۱/۹ درصد)	۱۹۸ (۱۰۰ درصد)	-
مصرف دارو	۲۴ (۱۲/۱ درصد)	۱۷۴ (۸۷/۹ درصد)	۱۹۸ (۱۰۰ درصد)	-
ابتلا به بیماری	۱۸ (۹/۱ درصد)	۱۸۰ (۹۰/۹ درصد)	۱۹۸ (۱۰۰ درصد)	-
مصرف ویتامین	۸۶ (۴۳/۴ درصد)	۱۱۲ (۵۶/۶ درصد)	۱۹۸ (۱۰۰ درصد)	-
علائم پوستی				
روشن‌ترشدن پوست	۰ (۰/۰ درصد)	۱۹۸ (۱۰۰ درصد)	۱۹۸ (۱۰۰ درصد)	-
تیره‌ترشدن پوست	۲۴ (۱۲/۱ درصد)	۱۷۴ (۸۷/۹ درصد)	۱۹۸ (۱۰۰ درصد)	-
نرم‌ترشدن پوست	۲ (۱ درصد)	۱۹۶ (۹۹ درصد)	۱۹۸ (۱۰۰ درصد)	-
زبرترشدن پوست	۱۲۴ (۶۲/۶ درصد)	۷۴ (۳۷/۴ درصد)	۱۹۸ (۱۰۰ درصد)	-
خارش پوست	۱۳۳ (۶۷/۲ درصد)	۶۵ (۳۲/۸ درصد)	۱۹۸ (۱۰۰ درصد)	-
ایجاد زخم پوستی	۱۲ (۶/۱ درصد)	۱۸۴ (۹۲/۹ درصد)	۱۹۶ (۹۹/۰ درصد)	۲ (۱/۰٪)
خال روی پوست	۲۲ (۱۱/۱ درصد)	۱۷۶ (۸۸/۹ درصد)	۱۹۸ (۱۰۰ درصد)	-
قرمزی پوست	۱۴۴ (۷۲/۷ درصد)	۵۴ (۲۷/۳ درصد)	۱۹۸ (۱۰۰ درصد)	-
جوش پوستی	۴۰ (۲۰/۲ درصد)	۱۵۸ (۷۹/۸ درصد)	۱۹۸ (۱۰۰ درصد)	-
افزایش ریزش مو	۵۰ (۲۵/۳ درصد)	۱۴۸ (۷۴/۷ درصد)	۱۹۸ (۱۰۰ درصد)	-
کاهش ریزش مو	۰ (۰/۰ درصد)	۱۹۸ (۱۰۰ درصد)	۱۹۸ (۱۰۰ درصد)	-
عرق بیشتر	۱۸ (۹/۱ درصد)	۱۸۰ (۹۰/۹ درصد)	۱۹۸ (۱۰۰ درصد)	-
عرق کمتر	۶ (۳/۰ درصد)	۱۹۲ (۹۷/۰ درصد)	۱۹۸ (۱۰۰ درصد)	-
علائم گوارشی				
افزایش اشتها	۲۴ (۱۲/۱ درصد)	۱۷۴ (۸۷/۹ درصد)	۱۹۸ (۱۰۰ درصد)	-
کاهش اشتها	۱۰ (۵/۱ درصد)	۱۸۸ (۹۴/۹ درصد)	۱۹۸ (۱۰۰ درصد)	-
افزایش وزن	۱۴ (۷/۱ درصد)	۱۸۴ (۹۲/۹ درصد)	۱۹۸ (۱۰۰ درصد)	-
کاهش وزن	۸ (۴/۰ درصد)	۱۹۰ (۹۶/۰ درصد)	۱۹۸ (۱۰۰ درصد)	-
عطش	۳۲ (۱۶/۲ درصد)	۱۶۶ (۸۳/۸ درصد)	۱۹۸ (۱۰۰ درصد)	-
تهوع و استفراغ	۲۶ (۱۳/۱ درصد)	۱۷۲ (۸۶/۹ درصد)	۱۹۸ (۱۰۰ درصد)	-
نفخ	۳۶ (۱۸/۲ درصد)	۱۶۲ (۸۱/۸ درصد)	۱۹۸ (۱۰۰ درصد)	-
سوزش معده	۳۰ (۱۵/۲ درصد)	۱۶۸ (۸۴/۸ درصد)	۱۹۸ (۱۰۰ درصد)	-
دردهای شکمی	۱۸ (۹/۱ درصد)	۱۸۰ (۹۰/۹ درصد)	۱۹۸ (۱۰۰ درصد)	-
بدترشدن تشخیص طعم	۱۶ (۸/۱ درصد)	۱۸۲ (۹۱/۹ درصد)	۱۹۸ (۱۰۰ درصد)	-
تیره‌شدن رنگ مدفوع	۱۴ (۷/۱ درصد)	۱۸۴ (۹۲/۹ درصد)	۱۹۸ (۱۰۰ درصد)	-
روشن‌شدن رنگ مدفوع	۱۰ (۵/۱ درصد)	۱۸۸ (۹۴/۹ درصد)	۱۹۸ (۱۰۰ درصد)	-
یبوست	۱۴ (۷/۱ درصد)	۱۸۴ (۹۲/۹ درصد)	۱۹۸ (۱۰۰ درصد)	-
اسهال	۸ (۴/۰ درصد)	۱۹۰ (۹۶/۰ درصد)	۱۹۸ (۱۰۰ درصد)	-
علائم عصبی				
سردرد	۷۶ (۳۸/۴ درصد)	۱۲۲ (۶۱/۶ درصد)	۱۹۸ (۱۰۰ درصد)	-
سرگیجه	۳۲ (۱۶/۲ درصد)	۱۶۶ (۸۳/۸ درصد)	۱۹۸ (۱۰۰ درصد)	-
بیخوابی/بدخوابی	۶۴ (۳۲/۳ درصد)	۱۳۴ (۶۷/۷ درصد)	۱۹۸ (۱۰۰ درصد)	-
حافظه ضعیف‌تر	۴۲ (۲۱/۲ درصد)	۱۵۶ (۷۸/۸ درصد)	۱۹۸ (۱۰۰ درصد)	-
حافظه قوی‌تر	۲ (۱/۰ درصد)	۱۹۶ (۹۹/۰ درصد)	۱۹۸ (۱۰۰ درصد)	-
لکنت زبان	۱۶ (۸/۱ درصد)	۱۸۲ (۹۱/۹ درصد)	۱۹۸ (۱۰۰ درصد)	-
لرزش اندام‌ها	۱۶ (۸/۱ درصد)	۱۸۲ (۹۱/۹ درصد)	۱۹۸ (۱۰۰ درصد)	-
مشکلات حرکتی	۱۰ (۵/۱ درصد)	۱۸۸ (۹۴/۹ درصد)	۱۹۸ (۱۰۰ درصد)	-
درد مفاصل	۳۲ (۱۶/۲ درصد)	۱۶۶ (۸۳/۸ درصد)	۱۹۸ (۱۰۰ درصد)	-
علائم تنفسی				
سرفه	۱۲۷ (۶۴/۱ درصد)	۷۱ (۳۵/۹ درصد)	۱۹۸ (۱۰۰ درصد)	-
عطسه	۱۲۰ (۶۰/۶ درصد)	۷۸ (۳۹/۴ درصد)	۱۹۸ (۱۰۰ درصد)	-
سوزش گلو	۱۱۹ (۶۰/۱ درصد)	۷۹ (۳۹/۹ درصد)	۱۹۸ (۱۰۰ درصد)	-

ادامه جدول ۴.

تنگی نفس	۴۸ (۲۴/۲ درصد)	۱۵۰ (۷۵/۸ درصد)	۱۹۸ (۱۰۰ درصد)	-
خس‌خس سینه	۲۲ (۱۱/۱ درصد)	۱۷۶ (۸۸/۹ درصد)	۱۹۸ (۱۰۰ درصد)	-
سنگینی قفسه سینه	۳۸ (۱۹/۲ درصد)	۱۶۰ (۸۰/۸ درصد)	۱۹۸ (۱۰۰ درصد)	-
تنفس سخت	۳۲ (۱۶/۲ درصد)	۱۶۶ (۸۳/۸ درصد)	۱۹۸ (۱۰۰ درصد)	-
افزایش ترشحات گلو	۴۶ (۲۳/۲ درصد)	۱۵۲ (۷۶/۸ درصد)	۱۹۸ (۱۰۰ درصد)	-
تغییر صدا	۲۶ (۱۳/۱ درصد)	۱۷۲ (۸۶/۹ درصد)	۱۹۸ (۱۰۰ درصد)	-
علائم چشمی				
سوزش چشم‌ها	۱۳۱ (۶۶/۲ درصد)	۶۷ (۳۳/۸ درصد)	۱۹۸ (۱۰۰ درصد)	-
قرمزی چشم‌ها	۵۰ (۲۵/۳ درصد)	۱۴۸ (۷۴/۷ درصد)	۱۹۸ (۱۰۰ درصد)	-
تاری دید	۲۸ (۱۴/۱ درصد)	۱۷۰ (۸۵/۹ درصد)	۱۹۸ (۱۰۰ درصد)	-
خارش چشم‌ها	۵۶ (۲۸/۳ درصد)	۱۴۲ (۷۱/۷ درصد)	۱۹۸ (۱۰۰ درصد)	-
افزایش قی چشم‌ها	۳۷ (۱۹/۲ درصد)	۱۶۰ (۸۰/۸ درصد)	۱۹۸ (۱۰۰ درصد)	-
بدترشدن بینایی	۲۶ (۱۳/۱ درصد)	۱۷۲ (۸۶/۹ درصد)	۱۹۸ (۱۰۰ درصد)	-

و ساعد اشاره کرد. شایان ذکر است که علائم گوارشی، فراوانی زیادی بین کارکنان نداشتند و بالاترین فراوانی مربوط به نفخ (۱۸/۲ درصد)، عطش (۱۶/۲ درصد) و سوزش معده (۱۵/۲ درصد). در میان علائم عصبی نیز بیشترین فراوانی به سردرد (۳۸/۴ درصد)، بیخوابی/بدخوابی (۳۲/۳ درصد) و ضعیف‌شدن حافظه (۲۱/۲ درصد) اختصاص داشت. شایان ذکر است که فراوانی برخی از علائم تنفسی در کارکنان زیاد بود که از میان این علائم می‌توان به سرفه (۶۴/۱ درصد)، عطسه (۶۰/۶ درصد) و سوزش گلو (۶۰/۱ درصد) اشاره کرد. علائم چشمی با فراوانی بالا نیز شامل: سوزش چشم‌ها (۶۶/۲ درصد)، خارش چشم‌ها (۲۸/۳ درصد) و قرمزی چشم‌ها (۲۵/۳ درصد) بودند (جدول ۴).

بحث

با ظهور نانوفناوری، نانومواد‌ی که در صنایع یا آزمایشگاه‌ها تولید یا مصرف می‌شوند، کارکنان، مصرف‌کنندگان و محیط زیست را در معرض نسل جدیدی از مخاطرات هوابرد قرار داده‌اند [۱۰]. نگرانی‌ها هنگامی در مورد نانوذرات بیشتر شد که مطالعات In Vitro و In Vivo نشان دادند که نانوذرات علاوه بر ویژگی‌های فیزیکی- شیمیایی منحصر به فرد، دارای ویژگی‌های بیولوژیک جدیدی نیز هستند؛ از جمله جابه‌جایی به سمت ارگان‌های هدف ثانویه، پاکسازی ضعیف به وسیله ماکروفاژها، توانایی انتقال از طریق آکسون‌های نورون‌های حسی و رسیدن به ساختارهای درون‌سلولی همچون میتوکندری و هسته [۱۶]. در این ارتباط، مطالعه حاضر با هدف بررسی مقدماتی علائم کارکنان شرکت‌های نانوفناوری در شهر تهران انجام شد. نتایج مربوط به اطلاعات دموگرافیک کارکنان نشان داد که میانگین سنی کارکنان این حوزه کمتر از ۳۴ سال بوده و میانگین سابقه کاری آن‌ها کمتر از هفت سال است. با توجه به جوان‌بودن این حوزه در کشور، اگر از هم‌اکنون و همزمان با پیشرفت‌های علمی در این حوزه در حوزه نانوایمنی نیز فعالیت کافی انجام شود، بی‌شک در آینده با نیروی کار سالم‌تر و آگاه‌تری در این حوزه سر و کار خواهیم داشت. ویژگی مهم دیگر متخصصان این حوزه، سطح بالای تحصیلات آن‌ها است. در این راستا نتایج نشان دادند که ۶۱/۲ درصد از آن‌ها دارای مدارک تحصیلی کارشناسی ارشد و دکتری می‌باشند (جدول ۲). علاوه‌براین، نتایج نشان دادند که فراوانی برخی از علائم پوستی همچون قرمزی، خارش و زبری در میان کارکنان در معرض مواجهه با نانومواد بیش از ۵۰ درصد می‌باشد (جدول ۴). از مهم‌ترین دلایل این موضوع می‌توان به کمبود آموزش و آگاهی درباره اثرات احتمالی نانومواد و استفاده نادرست و یا عدم استفاده از تجهیزات حفاظت فردی مناسب اشاره کرد. نتایج بررسی مطالعات در زمینه اثرات پوستی نانومواد نشان‌دهنده امکان نفوذ نانومواد به پوست می‌باشند [۲۶،۲۷]. از سوی دیگر، در برخی از مقالات اشاره شده است که نانومواد به‌ویژه نانومواد آزادکننده فلزاتی مانند نیکل، سرب، کادمیم، کبالت، آرسنیک و غیره می‌توانند اثرات تحریک‌کننده و حساسیت‌زا در محل تماس و اثرات سمی در کل بدن را ایجاد کنند [۱۲،۲۸،۲۹]. علاوه‌براین، نتایج نشان دادند که فراوانی علائم گوارشی در میان کارکنان کم بوده و در حداکثر مقدار خود به ۱۸/۲ درصد می‌رسد (جدول ۴). نتایج مطالعات مختلف حاکی از آن هستند که مسیر گوارشی هنگام مواجهه شغلی با نانومواد از اهمیت کمی برخوردار بوده و برای مصرف‌کنندگان کالاهای مربوط به نانوفناوری (به‌ویژه مواد غذایی) اهمیت دارد [۳۰،۳۱]. باید خاطرنشان ساخت که برخی از رفتارهای پرخطر مانند خوردن و آشامیدن در محیط کار می‌توانند زمینه مواجهه گوارشی با نانومواد را فراهم نمایند. در مطالعه حاضر نشان داده شد که فراوانی برخی از علائم تنفسی در میان کارکنان بالا است. از میان این علائم می‌توان به سرفه، عطسه و سوزش گلو اشاره کرد که فراوانی آن‌ها بالای ۵۰ درصد گزارش شده است (جدول ۴). برخی از مطالعات حاکی از آن هستند که مواجهه شغلی با نانومواد می‌تواند به بروز علائم آلرژیک منجر شود [۳۲]. در این

راستا در مطالعه‌ای که Liao و همکاران در سال ۲۰۱۴ در ارتباط با ۲۵۸ کارگر در تماس با نانومواد انجام دادند، مشاهده گردید که عطسه‌کردن ارتباط معناداری با تماس با نانومواد دارد [۲۹]. نتایج بررسی علائم چشمی نیز نشان دادند که علائمی مانند سوزش، قرمزی و خارش دارای فراوانی نسبتاً بالایی در میان کارکنان هستند (جدول ۴). از دلایل این امر می‌توان به عدم استفاده از روش‌های کنترلی مناسب (مانند محصورسازی) در هنگام کار با نانومواد و نیز عدم کاربرد و یا کاربرد نادرست عینک‌ها و گاگل‌های ایمنی مناسب کار با نانومواد اشاره کرد. در مطالعات صورت‌گرفته نشان داده شده است که مواجهه چشمی با نانومواد ممکن است منجر به ظهور علائمی مانند قرمزی و سوزش در چشم‌ها شود [۳۳-۳۵]. بررسی علائم عصبی گزارش‌شده نشان از آن دارند که علائمی مانند سردرد و بی‌خوابی/بدخوابی دارای بیشترین فراوانی در بین کارکنان هستند (جدول ۴). مطالعات حیوانی و انسانی درباره اثرات نانومواد بر سیستم عصبی، نتایج مختلف و گاه ضد و نقیضی را به‌دست داده‌اند [۳۶-۳۸]؛ به نحوی که نه می‌توان این اثرات را تأیید کرد و نه قاطعانه رد نمود [۳۹].

نتیجه‌گیری

با توجه به نوع محیط کاری شرکت‌های نانوفناوری که عموماً به‌صورت آزمایشگاهی بوده و کارکنان در اکثر موارد تنها با نانومواد مواجهه دارند، فراوانی علائم در کارکنان در معرض مواجهه با نانومواد، کنترل‌های حداقلی که در این شرکت‌ها برای کاهش مواجهه اعمال شده است، نگرش کارکنان در مورد نانومواد که عموماً آن‌ها را موادی بی‌خطر می‌دانند، استفاده ناکافی و عموماً نادرست از تجهیزات حفاظت فردی مناسب برای کار با نانومواد و کمبود و گاهاً فقدان آموزش در مورد اثرات نانومواد بر سلامتی و محیط زیست می‌توان به وجود مشکلات جسمی در کارکنان این شرکت‌ها پی برد. نویسندگان با حضور در برخی از این محیط‌های کاری و آزمایشگاهی از نزدیک علائم پوستی، چشمی و تنفسی برخی از این کارکنان را مشاهده نموده‌اند. باید توجه داشت که در مورد علائم عصبی و گوارشی نمی‌توان با این صراحت صحبت کرد؛ زیرا شواهد و مطالعات در این باره کم بوده و کمتر تخصصی می‌باشد؛ از این رو نویسندگان پیشنهاد می‌کنند که در مطالعات آتی با بررسی نمونه‌های بیولوژیک کارکنان و با بررسی دقیق‌تر محیط و فرایندهای کاری به بررسی دقیق امکان ارتباط اثرات گزارش‌شده در مطالعه حاضر با تماس شغلی با نانومواد پرداخته شود.

تشکر و قدردانی

مطالعه حاضر با کد اخلاق IR.IUMS.REC 1396. 9511139007 در معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی ایران به تصویب رسیده است. نویسندگان بر خود لازم می‌دانند بدین‌وسیله از معاونت پژوهشی و گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای دانشگاه علوم پزشکی ایران و نیز همکاری صمیمانه مدیریت و کارکنان شرکت‌های نانوفناوری در کلان‌شهر تهران تشکر نمایند.

REFERENCES

1. Boyes WK, Thornton BLM, Al-Abed SR, Andersen CP, Bouchard DC, Burgess RM, et al. A comprehensive framework for evaluating the environmental health and safety implications of engineered nanomaterials. *Crit Rev Toxicol*. 2017;**47**(9):767-811. PMID: 28661217 DOI: 10.1080/10408444.2017.1328400
2. Executive Office of the President; President's Council of Advisors of Science and Technology (PCAST). Report to the President and Congress on the Fifth Assessment of the National Nanotechnology Initiative. Washington, D.C: PCAST; 2015.
3. Zuverza-Mena N, Martinez-Fernandez D, Du W, Hernandez-Viezcas JA, Bonilla-Bird N, Lopez-Moreno ML, et al. Exposure of engineered nanomaterials to plants: Insights into the physiological and biochemical responses-A review. *Plant Physiol Biochem*. 2017;**110**:236-64. PMID: 27289187 DOI: 10.1016/j.plaphy.2016.05.037
4. Zhao L, Peralta-Videa JR, Rico CM, Hernandez-Viezcas JA, Sun Y, Niu G, et al. CeO2 and ZnO nanoparticles change the nutritional qualities of cucumber (Cucumis sativus). *J Agric Food Chem*. 2014;**62**(13):2752-9. PMID: 24611936 DOI: 10.1021/jf405476u
5. Fadeel B, Pietroiusti A, Shvedova AA. Adverse effects of engineered nanomaterials: exposure, toxicology, and impact on human health. Massachusetts: Academic Press; 2017.
6. Ema M, Gamo M, Honda K. Developmental toxicity of engineered nanomaterials in rodents. *Toxicol Appl Pharmacol*. 2016;**299**:47-52. PMID: 26721308 DOI: 10.1016/j.taap.2015.12.015
7. Botelho MC, Costa C, Silva S, Costa S, Dhawan A, Oliveira PA, et al. Effects of titanium dioxide nanoparticles in human gastric epithelial cells in vitro. *Biomed Pharmacother*. 2014;**68**(1):59-64. PMID: 24051123 DOI: 10.1016/j.biopha.2013.08.006
8. Lanone S, Rogerieux F, Geys J, Dupont A, Maillot-Marechal E, Boczkowski J, et al. Comparative toxicity of 24 manufactured nanoparticles in human alveolar epithelial and macrophage cell lines. *Part Fibre Toxicol*. 2009;**6**(1):14. PMID: 19405955 DOI: 10.1186/1743-8977-6-14
9. Larese Filon F, Crosera M, Mauro M, Baracchini E, Bovenzi M, Montini T, et al. Palladium nanoparticles exposure: evaluation of permeation through damaged and intact human skin. *Environ Pollut*. 2016;**214**:497-503. PMID: 27131807 DOI: 10.1016/j.envpol.2016.04.077
10. Wu WT, Liao HY, Chung YT, Li WF, Tsou TC, Li LA, et al. Effect of nanoparticles exposure on fractional exhaled nitric oxide (FENO) in workers exposed to nanomaterials. *Int J Mol Sci*. 2014;**15**(1):878-94. PMID: 24413755 DOI: 10.3390/ijms15010878
11. Liou SH, Wu WT, Liao HY, Chen CY, Tsai CY, Jung WT, et al. Global DNA methylation and oxidative stress biomarkers in workers exposed to metal oxide nanoparticles. *J Hazard Mater*. 2017;**331**:329-35. PMID: 28273583 DOI: 10.1016/j.jhazmat.2017.02.042
12. Filon FL. Skin exposure to nanoparticles and possible sensitization risk. *Allergy Immunotoxicol Occup Health*. 2017;**3**:143-52. DOI: 10.1007/978-981-10-0351-6_11
13. Read SA, Jiménez AS, Ross BL, Aitken RJ, van Tongeren M. Nanotechnology and exposure scenarios. In: Vogel U, Savolainen K, Wu Q, van Tongeren M, Brouwer D, Berges M, editors. Handbook of Nanosafety. San Diego: Academic Press; 2014. P. 17-58.
14. Horie M, Kato H, Iwahashi H. Cellular effects of manufactured nanoparticles: effect of adsorption ability of nanoparticles. *Arch Toxicol*. 2013;**87**(5):771-81. PMID: 23503611 DOI: 10.1007/s00204-013-1033-5
15. Miller A, Frey G, King G, Sunderman C. A handheld electrostatic precipitator for sampling airborne particles and nanoparticles. *Aerosol Sci Technol*. 2010;**44**(6):417-27. DOI: 10.1080/02786821003692063

16. Pietroiusti A, Magrini A. Engineered nanoparticles at the workplace: current knowledge about workers' risk. *Occup Med*. 2014;**64**(5):319-30. PMID: 25005544 DOI: 10.1093/occmed/kqu051
17. Roco MC. The long view of nanotechnology development: the National Nanotechnology Initiative at 10 years. *J Nanopart Res*. 2011;**13**:427-45. DOI: 0.1007/s11051-010-0192-z
18. Albuquerque PC, Gomes JF, Pereira CA, Miranda RM. Assessment and control of nanoparticles exposure in welding operations by use of a Control Banding Tool. *J Cleaner Prod*. 2015;**89**:296-300. DOI: 10.1016/j.jclepro.2014.11.010
19. Paik SY, Zalk DM, Swuste P. Application of a pilot control banding tool for risk level assessment and control of nanoparticle exposures. *Ann Occup Hyg*. 2008;**52**(6):419-28. PMID: 18632731 DOI: 10.1093/annhyg/men041
20. Zalk DM, Paik SY. Risk assessment using control banding. In: Ramachandran G, editor. Assessing nanoparticle risks to human health. Oxford: William Andrew Publishing; 2016. P. 121-52.
21. Zijlema WL, Morley DW, Stolk RP, Rosmalen JG. Noise and somatic symptoms: a role for personality traits? *Int J Hygiene Environ Health*. 2015;**218**(6):543-9. PMID: 26003940 DOI: 10.1016/j.ijheh.2015.05.001
22. Baliatsas C, Bolte J, Yzermans J, Kelfkens G, Hooiveld M, Lebret E, et al. Actual and perceived exposure to electromagnetic fields and non-specific physical symptoms: an epidemiological study based on self-reported data and electronic medical records. *Int J Hyg Environ Health*. 2015;**218**(3):331-44. DOI: 10.1016/j.ijheh.2015.02.001
23. Yzermans J, Baliatsas C, van Dulmen S, Van Kamp I. Assessing non-specific symptoms in epidemiological studies: development and validation of the symptoms and perceptions (SaP) questionnaire. *Int J Hyg Environ Health*. 2016; **219**(1):53-65. PMID: 26358929 DOI: 10.1016/j.ijheh.2015.08.006
24. Lawshe CH. A quantitative approach to content validity 1. *Personnel Psychol*. 1975;**28**(4):563-75. DOI: 10.1111/j.1744-6570.1975.tb01393.x
25. World Health Organization. WHO guidelines on protecting workers from potential risks of manufactured nanomaterials. Geneva: World Health Organization; 2017.
26. Baroli B, Ennas MG, Loffredo F, Isola M, Pinna R, López-Quintela MA. Penetration of metallic nanoparticles in human full-thickness skin. *J Invest Dermatol*. 2007;**127**(7):1701-12. PMID: 17380118 DOI: 10.1038/sj.jid.5700733
27. Ryman-Rasmussen JP, Riviere JE, Monteiro-Riviere NA. Penetration of intact skin by quantum dots with diverse physicochemical properties. *Toxicol Sci*. 2006;**91**(1):159-65. PMID: 16443688 DOI: 10.1093/toxsci/kfj122
28. Journeay WS, Goldman RH. Occupational handling of nickel nanoparticles: a case report. *Am J Ind Med*. 2014;**57**(9):1073-6. PMID: 24809594 DOI: 10.1002/ajim.22344
29. Liao HY, Chung YT, Lai CH, Lin MH, Liou SH. Sneezing and allergic dermatitis were increased in engineered nanomaterial handling workers. *Ind Health*. 2014;**52**(3):199-215. PMID: 24492762 DOI: 10.2486/indhealth.2013-0100
30. Bouwmeester H, Dekkers S, Noordam MY, Hagens WI, Bulder AS, De Heer C, et al. Review of health safety aspects of nanotechnologies in food production. *Regul Toxicol Pharmacol*. 2009;**53**(1):52-62. PMID: 19027049 DOI: 10.1016/j.yrtph.2008.10.008
31. Bergin IL, Witzmann FA. Nanoparticle toxicity by the gastrointestinal route: evidence and knowledge gaps. *Int J Biomed Nanosci Nanotechnol*. 2013;**3**(1-2):1-41. PMID: 24228068 DOI: 10.1504/IJBNN.2013.054515
32. Petrarca C, Di Giampaolo L, Pedata P, Cortese S, Di Gioacchino M. Engineered nanomaterials and occupational allergy. *Allergy Immunotoxicol Occup Health*. 2017;**6**:27-46. DOI: 10.1007/978-981-10-0351-6_3
33. Kishore AS, Surekha P, Murthy PB. Assessment of the dermal and ocular irritation potential of multi-walled carbon nanotubes by using in vitro and in vivo methods. *Toxicol Lett*. 2009;**191**(2-3):268-74. PMID: 19770026 DOI: 10.1016/j.toxlet.2009.09.007
34. Ema M, Matsuda A, Kobayashi N, Naya M, Nakanishi J. Evaluation of dermal and eye irritation and skin sensitization due to carbon nanotubes. *Regul Toxicol Pharmacol*. 2011;**61**(3):276-81. PMID: 21893152 DOI: 10.1016/j.yrtph.2011.08.007
35. Ema M, Matsuda A, Kobayashi N, Naya M, Nakanishi J. Dermal and ocular irritation and skin sensitization studies of fullerene C60 nanoparticles. *Cutan Ocul Toxicol*. 2013; **32**(2):128-34. PMID: 23050631 DOI: 10.3109/15569527.2012.727937
36. Trickler WJ, Lantz-McPeak SM, Robinson BL, Paule MG, Slikker Jr W, Biris AS, et al. Porcine brain microvessel endothelial cells show pro-inflammatory response to the size and composition of metallic nanoparticles. *Drug Metab Rev*. 2014;**46**(2):224-31. PMID: 24378227 DOI: 10.3109/03602532.2013.873450
37. Hu R, Gong X, Duan Y, Li N, Che Y, Cui Y, et al. Neurotoxicological effects and the impairment of spatial recognition memory in mice caused by exposure to TiO2 nanoparticles. *Biomaterials*. 2010;**31**(31):8043-50. PMID: 20692697 DOI: 10.1016/j.biomaterials.2010.07.011
38. Skalska J, Frontczak-Baniewicz M, Strużyńska L. Synaptic degeneration in rat brain after prolonged oral exposure to silver nanoparticles. *Neurotoxicology*. 2015;**46**:145-54. PMID: 25447321 DOI: 10.1016/j.neuro.2014.11.002
39. Simkó M, Mattsson MO, Yokel RA. Neurological system. In: Fadeel B, Pietroiusti A, Shvedova AA, editors. Adverse effects of engineered nanomaterials. Massachusetts: Academic Press; 2017. P. 275-312.