Journal of Health

Vol. 16, No. 1, Spring 2025, Pages 7-15

Investigating Microplastics in the Indoor and Outdoor Air of Imam Khomeini Hospital in Ardabil City: Characteristics and Assessment of Human Exposure

Maryam Hazrati*

Lung Diseases Research Center, Ardabil University of Medical Sciences, Ardabil, Iran
**** Corresponding author.*** Tel: +984531424173, Fax: +984531424173, E-mail: m.hazratii@yahoo.com.

Received: Sep 14, 2024 Accepted: Jan 05, 2025

ABSTRACT

Background & objectives: Concerns regarding microplastics have been increasing due to their potential adverse effects on human health and environmental pollution. This study investigates the presence and characteristics of microplastics in the indoor air of Imam Khomeini Hospital, specifically in the laboratory, physiotherapy, endoscopy, and emergency departments, as well as in the hospital's outdoor air. Additionally, human exposure to microplastics via inhalation is assessed.

Methods: Indoor and outdoor air samples were collected from Imam Khomeini Hospital in Ardabil City. Microplastic particles were identified and characterized using a polarizing microscope.

Results: The highest concentration of microplastics in indoor air was recorded in the laboratory department (35.45 microplastics/m^3), followed by physiotherapy (34.25 microplastics/m^3), emergency department (32.05 microplastics/m^3), and endoscopy (31.82 microplastics/m^3). The estimated daily exposure to microplastics via inhalation was 190.57 and 12.37 microplastics per day indoors and outdoors respectively.

Conclusion: Inhalation exposure to microplastics poses potential health risks, particularly within hospital environments. Implementing necessary measures-such as improved air filtration systems and mitigation strategies-can help reduce microplastic exposure, contributing to a safer and healthier hospital environment.

Keywords: Microplastics; Hospital Indoor Air; Human Exposure Assessment

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-07-29]

[DOI: 10.61186/j.health.16.1.7]

بررسی میکروپلاستیک‌ها در هوای داخلی و بیرونی بیمارستان امام‌خمینی(ره) در شهر اردبیل: مشخصات و ارزیابی مواجهه انسانی

*مریم حضرتی**

مرکز تحقیقات بیماری‌های ریوی، دانشگاه علوم پزشکی اردبیل، اردبیل، ایران

* نویسنده مسئول. تلفن: ۰٤٥۳۱٤۲٤۱۷۳ فکس: ۰٤٥۳۱٤۲٤۱۷۳ ایمیل: m.hazratii@yahoo.com

چکیده

زمینه و هدف: نگرانی در مورد میکروپلاستیک ها به دلیل اثرات نامطلوب آنها بر سلامت انسان و آلودگی محیط زیست در حال افزایش است. این مطالعه میکروپلاستیک‌ها را در هوای داخلی بیمارستان در بخش‌های آزمایشگاه، فیزیوتراپی، آندوسکوپی و اورژانس و همچنین در هوای بیرونی بیمارستان شناسایی کرد. علاوه بر این، قرارگرفتن در معرض میکروپلاستیک‌ها از طریق استنشاق نیز ارزیابی گردید.

روش کار: نمونه‌های هوای داخلی و بیرونی از بیمارستان امام خمینی (ره) در شهر اردبیل جمع‌آوری شد. مشخصات میکروپلاستیک ها با استفاده از میکروسکوپ پلاریزان شناسایی شد.

یافته ها: بیشترین فراوانی میکروپلاستیک در هوای داخلی در بخش آزمایشگاه (۳٥,٤٥ میکروپلاستیک/ مترمکعب)، پس از آن فیزیوتراپی (۳٤,۲٥ میکروپلاستیک/ مترمکعب)، اورژانس (۳۲,۰٥ میکروپلاستیک/ مترمکعب) و آندوسکوپی (۳۱,۸۲ میکروپلاستیک/ مترمکعب) مشاهده شد. مواجهه روزانه با میکروپلاستیک‌ها از طریق استنشاق در هوای داخلی و بیرونی بیمارستان به ترتیب۱۹۰,٥۷ و ۱۲,۳۷ میکروپلاستیک در روز بود.

نتیجه گیری: قرارگرفتن در معرض میکروپلاستیک‌ها از طریق استنشاق می‌تواند خطراتی برای سلامتی افراد داشته باشد و اقدامات ضروری برای کاهش مواجهه با میکروپلاستیک‌ها در محیط‌های بیمارستانی مورد نیاز است.

واژه های کلیدی: میکروپلاستیک، هوای داخلی بیمارستان، ارزیابی مواجهه انسانی

دریافت: ۱٤۰۳/٦/۲٤ **پذیرش:** ۱٤۰۳/۱۰/۱٦

مقدمه

میکروپلاستیک‌ها، که به عنوان ذرات پلاستیکی با اندازه کوچکتر از ۵ میلی‌متر تعریف می‌شوند، به یک آلاینده محیطی تبدیل شده اند که منجر به مشکلات سلامتی می‌شوند (۱،۲). وجود میکروپلاستیک‌ها در محیط، از هوا گرفته تا خاک و اقیانوس‌ها، منجر به آلودگی محیط زیست شده و اثرات مخربی بر اکوسیستم‌ها دارد (۳،٤). بیشترین توجه بر محیط‌های بیرونی، مانند اکوسیستم‌های دریایی و زمینی متمرکز شده است، در حالی که محیط‌های داخلی، به‌ویژه محیط‌های مراقبت‌های بهداشتی مانند بیمارستان‌ها، کمتر مورد بررسی قرار گرفته‌اند (۹-۵). بیمارستان‌ها بعنوان محیط حیاتی برای مراقبت و بهبود بیماران هستند. با این حال، آنها همچنین ممکن است محل حضور میکروپلاستیک‌ها نیز باشند و خطرات بالقوه ای را برای بیماران و کارکنان ایجاد کنند. در بیمارستان‌ها مواد پلاستیکی مختلف شامل تجهیزات پزشکی، بسته بندی و اقلام روزمره به طور گسترده استفاده می‌شوند. میکروپلاستیک‌ها می‌توانند از طریق سایش یا تخریب این مواد به داخل هوا رها شوند. استنشاق

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-07-29]

[DOI: 10.61186/j.health.16.1.7]

یک مسیر مهم قرارگرفتن در معرض میکروپلاستیک‌ها در نظر گرفته می‌شود و نگرانی‌هایی را در مورد سلامت بیماران و کارکنان ایجاد می‌کند. استنشاق میکروپلاستیک‌ها ممکن است منجر به مشکلات تنفسی، از جمله التهاب و تحریک دستگاه تنفسی و تشدید شرایطی مانند آسم و آلرژی شود(۱۳-۱۰). علاوه بر این، برخی از میکروپلاستیک‌ها ممکن است حامل مواد شیمیایی یا سایر آلاینده‌هایی باشند که می‌توانند پس از استنشاق آزاد شوند و به طور بالقوه باعث ایجاد سمیت و خطرات سلامتی شوند (۱۸-۱٤). میکروپلاستیک‌ها در هوای داخل بیمارستان می‌تواند مشکلات جدی تری را در مقایسه با سایر محیط‌های داخلی ایجاد کند، زیرا بیماران بیمارستانی اغلب سیستم ایمنی ضعیفی دارند و آنها را مستعد ابتلا به عفونت‌ها و عوارض می‌کند. علاوه بر این، میکروپلاستیک‌ها می‌توانند مواد شیمیایی و پاتوژن‌های مضر را حمل کنند و خطرات سلامتی را در چنین محیط‌های حساسی افزایش دهند (۱۸).

بنابراین، مطالعه حاضر با هدف: ۱) تعیین مشخصات میکروپلاستیک‌ها در هوای داخلی بخش‌های آزمایشگاه، اورژانس، فیزیوتراپی و آندوسکوپی بیمارستان امام خمینی (ره) در شهر اردبیل، ۲) شناسایی میکروپلاستیک‌ها در هوای بیرونی بیمارستان، ۳) ارزیابی مواجهه انسانی میکروپلاستیک‌ها انجام شد.

روش کار

این مطالعه از نوع توصیفی مقطعی می‌باشد که نمونه‌های هوای داخلی و بیرونی از بیمارستان امام خمینی (ره) در شهر اردبیل جمع‌آوری شد. نمونه‌های هوای داخلی از چهار بخش آندوسکوپی، آزمایشگاه، فیزیوتراپی و اورژانس و همچنین نمونه‌های هوای بیرونی، از حیاط بیمارستان جمع‌آوری گردید. تعداد نمونه‌های داخلی و بیرونی به ترتیب ۱۲و ۳ نمونه بودند. روش نمونه‌برداری بصورت نمونه‌برداری فعال انجام شد که با استفاده از نمونه‌بردار هوا که شامل یک پمپ هوا و فیلتر بود صورت گرفت. سرعت جریان هوا در پمپ ۱۰ لیتر در دقیقه تنظیم شد. نمونه‌برداری برای هر اجرا به مدت ۱۰ ساعت (۸ صبح تا ۶ بعد از ظهر) با سه تکرار در هر سایت انجام شد. در طول فرآیند نمونه‌برداری، دستگاه نمونه بردار هوا در فاصله ۱/۵ متری از سطح زمین در ناحیه تنفسی یک فرد قرار گرفت. پس از اتمام نمونه‌برداری، فیلترها با استفاده از موچین استیل از دستگاه نمونه‌بر دار جدا شده و در داخل ظرف شیشه‌ای درب دار قرار داده شدند و به آزمایشگاه منتقل شدند.

متغیرهای مطالعه شامل تعداد میکروپلاستیک‌ها (تعداد بر مترمکعب)، اندازه میکروپلاستیک‌ها که در محدوده‌های بین ۲,۲ تا ۲۵، ۲۵ تا ۱۲۵، ۱۲۵تا ۸٤۰ و بزرگتر از ۸٤۰ میکرومتر طبقه بندی شدند. همچنین میزان مواجهه با میکروپلاستیک‌ها از طریق استنشاق روزانه و سالانه هوای داخلی و بیرونی بیمارستان محاسبه شد.

هر فیلتر در یک بشر آزمایشگاهی حاوی ٤۰ میلی لیتر آب مقطر در داخل حمام اولتراسونیک به مدت ۳۰ دقیقه قرار داده شد. برای هضم مواد آلی در نمونه‌ها، ۳۰ میلی لیتر پراکسید هیدروژن ۳۰ درصد به محلول نمونه اضافه شد و به مدت ۱ ساعت در دمای ۶۰ درجه سانتی گراد حرارت داده شد. سپس اندازه میکروپلاستیک‌ها با استفاده از چهار الک استیل ضد زنگ با سایزهای ۲,۲، ۲۵، ۱۲۵ و ۸٤۰ میکرومترتعیین شد. مشخصات میکروپلاستیک‌ها با استفاده از میکروسکوپ پلاریزان شناسایی شد(۱۹،۲۰). اقدامات کنترل کیفیت سختگیرانه برای جلوگیری از آلودگی احتمالی نمونه‌ها به میکروپلاستیک‌ها در طول نمونه‌برداری، آماده سازی و تجزیه و تحلیل انجام شد. در طول فرآیند آزمایش از روپوش آزمایشگاهی نخی استفاده شد. سطوح میز کار به طور کامل با اتانول تمیز شد و درها و پنجره‌های آزمایشگاه بسته

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-07-29]
[DOI: 10.61186/j.health.16.1.7]

شد. بلانک در طول نمونه‌برداری و آماده سازی برای کنترل هر گونه آلودگی ثانویه احتمالی با میکروپلاستیک‌ها انجام شد. یک فیلتر به عنوان بلانک مشابه نمونه واقعی در آزمایشگاه برای شناسایی آلودگی احتمالی مورد استفاده قرار گرفت و تمام مراحل آزمایش بر روی این نمونه انجام شد، در نمونه‌های هوای داخلی و بیرونی به ترتیب ۳ و ۵ نمونه بلانک یافت شد. هیچ میکروپلاستیکی در نمونه‌های بلانک آزمایشگاهی شناسایی نشد. میزان میکروپلاستیک‌ها ی موجود در نمونه‌های بلانک از نتایج مطالعه کاهش یافت.

قرار گرفتن در معرض میکروپلاستیک‌ها در هوای داخلی و بیرونی بیمارستان از طریق استنشاق ارزیابی شد. مواجهه روزانه به میکروپلاستیک‌ها و مواجهه سالانه به ترتیب بر اساس معادلات ۱ و ۲ ارزیابی شد. C نشان دهنده غلظت میکروپلاستیک‌ها (میکروپلاستیک/ مترمکعب) است. نرخ استنشاق (IR) ۱۳,۷ متر مکعب در روز بر اساس فاکتورهای مواجهه از Taiwan's Compilation (اداره ارتقاء سلامت، ۲۰۰۸) محاسبه شد. زمان مواجهه (ET) بر اساس میانگین مواجهه کارکنان بیمارستان (۱۰ ساعت) بر حسب روز (۲۴/۱۰ = ۰,۴۲ روز) تعیین شد(۲۱،۲۲).

$$E_{daily} = C \times IR \times ET \quad (1)$$

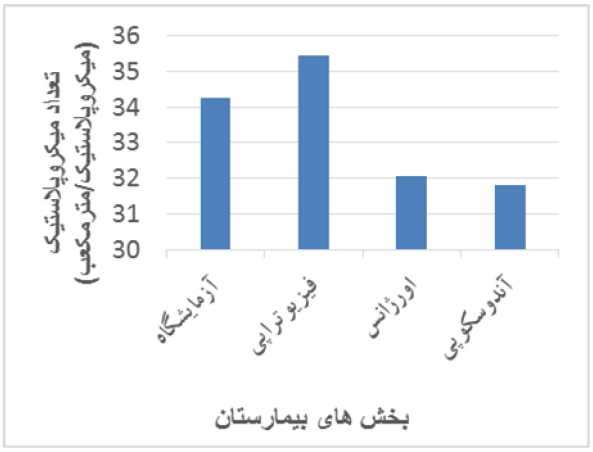
$$E_{annual} = E_{daily} \times days/week \times weeks/year \quad (2)$$

یافته‌ها

در هوای داخلی، تعداد میکروپلاستیک‌ها در بخش‌های آزمایشگاه، فیزیوتراپی و اورژانس و آندوسکوپی بیمارستان به ترتیب با مقادیر ۳۵,۴۵، ۳۴,۲۵، ۳۲,۰۵ و ۳۱,۸۲ میکروپلاستیک/ مترمکعب یافت شد (جدول ۱ و شکل ۱). تعداد میکروپلاستیک‌ها در هوای بیرونی بیمارستان ۲,۱۵ میکروپلاستیک/ مترمکعب بدست آمد.

جدول ۱. فراوانی میکروپلاستیک‌ها در هوای داخلی بخش‌های بیمارستان

بخش‌های بیمارستان	آزمایشگاه	فیزیوتراپی	اورژانس	آندوسکوپی
تعداد میکروپلاستیک (میکروپلاستیک/مترمکعب)	۳۵,۴۵	۳۴,۲۵	۳۲,۰۵	۳۱,۸۲

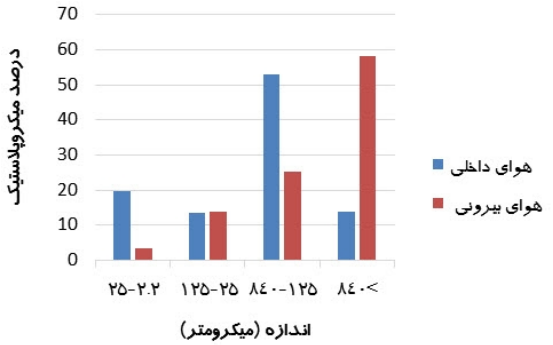


شکل ۱. تعداد میکروپلاستیک‌ها در بخش‌های آندوسکوپی، آزمایشگاه، فیزیوتراپی و اورژانس

توزیع اندازه میکروپلاستیک‌ها در هوای داخل و بیرون بیمارستان در شکل ۲ ارائه شده است. در هوای داخلی، میکروپلاستیک‌ها با اندازه‌های ۸۴۰-۱۲۵ میکرومتر غالب بودند و به دنبال آن اندازه‌های

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-07-29]
[DOI: 10.61186/j.health.16.1.7]

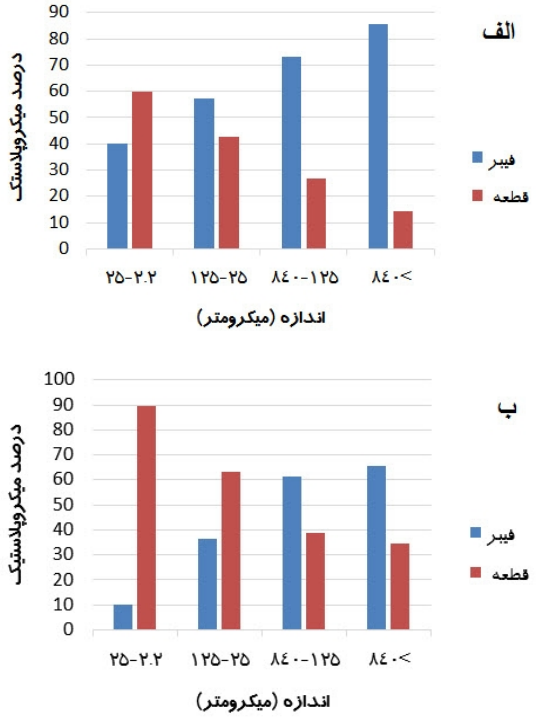
۲۵-۲/۲ میکرومتر، ۸٤۰ < میکرومتر و ۱۲۵-۲۵ میکرومتر قرار گرفتند. در حالی که اکثریت میکروپلاستیک‌ها در هوای بیرون از ۸٤۰ میکرومتر بزرگتر بودند.



شکل ۲. اندازه میکروپلاستیک‌ها در هوای داخلی و بیرونی بیمارستان

میکروپلاستیک‌ها در دو شکل، فیبر و قطعات، در هر دو نمونه هوای داخل و خارج بیمارستان جمع‌آوری شد. فیبرها در هوای داخلی و قطعات در هوای بیرون به ترتیب با فراوانی ۸۶/۱۳ و ۶۵/۲۲ درصد غالب بودند.

در هوای داخلی، اکثر فیبرها ۸٤۰< میکرومتر بودند و به دنبال آن اندازه‌های ۱۲۵-۸٤۰ میکرومتر، ۲۵-۱۲۵ میکرومتر و ۲۵-۲/۲ میکرومتر قرار داشتند. در حالی که در قطعاتی شکل، اندازه غالب ۲۵-۲/۲ میکرومتربود، به دنبال آن اندازه‌های ۱۲۵-۲۵ میکرومتر، ۸٤۰-۱۲۵ میکرومتر و ۸٤۰< میکرومتر بود. علاوه بر این، در هوای بیرون بیمارستان، فیبری شکل دارای اندازه ۸٤۰< بودند، در حالی که اکثر قطعات دارای اندازه ۲۵-۲/۲ میکرومتر بودند (شکل ۳).



شکل ۳. درصد شکل میکروپلاستیک‌ها با اندازه‌های مختلف برای الف) هوای داخلی بیمارستان و ب) هوای بیرون بیمارستان

ارزیابی مواجهه با میکروپلاستیک‌ها

قرار گرفتن در معرض میکروپلاستیک‌ها از طریق استنشاق می‌تواند سلامت انسان را تهدید کند. در هوای داخلی بخش‌های بیمارستانی، قرار گرفتن روزانه در معرض میکروپلاستیک‌ها از طریق استنشاق ۱۹۰/۵۷ میکروپلاستیک در روز و مواجهه سالانه با میانگین ٤۹۵٤۸/۲ میکروپلاستیک در سال بدست آمد. در هوای بیرونی بیمارستان، مواجهه روزانه و سالانه با میکروپلاستیک‌ها از طریق استنشاق به ترتیب ۱۲/۳۷ میکروپلاستیک در روز و ۳۲۱۶/۲ میکروپلاستیک در سال حاصل شد (جدول ۲).

جدول ۲. مواجهه روزانه و سالانه با میکروپلاستیک‌ها از طریق استنشاق در هوای داخلی و بیرونی بیمارستان

محل نمونه‌برداری	مواجهه روزانه (میکروپلاستیک/روز)	مواجهه سالانه (میکروپلاستیک/سال)
هوای داخلی	۱۹۰,۵۷	٤۹۵٤۸,۲
هوای بیرونی	۱۲,۳۷	۳۲۱۶,۲

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-07-29]
[DOI: 10.61186/j.health.16.1.7]

بحث

فراوانی کلی میکروپلاستیک‌ها در هوای داخلی بیمارستان‌ها به ترتیب در بخش آزمایشگاه و پس از آن فیزیوتراپی، اورژانس و آندوسکوپی بالاترین میزان را داشتند. به طور کلی، مواد آزمایشگاهی، دستگاه‌ها و ابزار پزشکی می‌توانند میکروپلاستیک‌ها را در هوای داخلی بیمارستان‌ها منتشر کنند. سطح بالای میکروپلاستیک‌ها در بخش آزمایشگاهی ممکن است به دلیل استفاده از ابزار و مواد خاص در این بخش باشد. برخی از حلال‌ها و مواد شیمیایی مورد استفاده در آزمایشگاه ممکن است حاوی میکروپلاستیک باشند و باعث انتشار آنها در هوا شده باشند.

همانطور که ذکر گردید تعداد میکروپلاستیک‌ها در هوای بیرونی بیمارستان ۲,۱۵ میکروپلاستیک/مترمکعب بود. تراکم جمعیت و سطح ترافیک می‌تواند بر فراوانی میکروپلاستیک‌ها در هوای بیرون تأثیر بگذارد. فراوانی میکروپلاستیک‌ها در هوای بیرونی پاریس (۰,۳-۱,۵ میکروپلاستیک/مترمکعب) (۲۳)و شانگهای (۱,۴۲-۴,۱۸ میکروپلاستیک/مترمکعب) (۲۴, ۲۵) تا حدودی با یافته‌های مطالعه حاضر مطابقت داشت.

میکروپلاستیک‌های فیبری شکل در هوای داخلی و قطعه ای شکل در هوای بیرون غالب بودند. غالب بودن میکروپلاستیک‌های فیبری در هوای داخل بیمارستان‌ها و میکروپلاستیک‌های قطعه ای شکل در هوای بیرون را می‌توان به منابع خاص و شرایط محیطی نسبت داد. میکروپلاستیک‌های فیبری موجود در هوای داخلی بیمارستان اغلب از منسوجات مورد استفاده در لوازم پزشکی مانند روپوش‌ها و ماسک‌ها نشات می‌گیرند (۲۶). فیبرها سبک وزن هستند و می‌توانند برای مدت طولانی در هوای داخلی معلق بمانند. از سوی دیگر، میکروپلاستیک‌های قطعه ای شکل در هوای بیرون می‌تواند ناشی از تجزیه اقلام پلاستیکی بزرگتر به دلیل عوامل محیطی مانند اشعه ماوراءِ بنفش، سایش مکانیکی ناشی از باد و فرآیندهای تخریب باشد. محیط‌های بیرونی به دلیل منابع مختلف زباله‌های پلاستیکی، مواد بسته‌بندی، زباله‌های مناطق شهری و فعالیت‌های صنعتی، میزان بیشتری از میکروپلاستیک‌های قطعه ای شکل دارند (۳۰-۲۷).

همانطور که ذکر گردید مواجهه روزانه و سالانه با میکروپلاستیک‌ها از طریق استنشاق در هوای داخلی بیمارستان به ترتیب ۱۹۰,۵۷میکروپلاستیک در روز و ۴۹۵۴۸,۲ میکروپلاستیک در سال بدست آمد. در مطالعه ای میزان استنشاق روزانه میکروپلاستیک‌ها در هوای داخلی منازل آمریکا بین ۹۷ تا ۱۷۰ میکروپلاستیک در روز گزارش شد که تا حدودی کمتر از یافته‌های ما بود، احتمالاً بدلیل اینکه میزان استنشاق در هوای داخلی منازل مورد بررسی قرار گرفته بود و میزان میکروپلاستیکهای منتشر شده در هوای داخلی خانه‌ها نسبت به هوای داخلی بیمارستان می‌تواند کمتر باشد و یکی از دلایل آن ممکن است بدلیل تردد بالا و تراکم جمعیتی بالا در بیمارستان نسبت به منازل باشد که سبب انتشار میکروپلاستیکهای بیشتر در بیمارستان می‌شود (۳۱).

همچنین، مواجهه روزانه و سالانه با میکروپلاستیک‌ها از طریق استنشاق در هوای بیرونی بیمارستان به ترتیب ۱۲,۳۷ میکروپلاستیک در روز و ۳۲۱۶,۲میکروپلاستیک در سال بدست آمد. میزان استنشاق سالانه میکروپلاستیک‌ها از هوای بیرونی در شانگهای چین، ۷۶۶۵ ذره برآورد شد که بالاتر از یافته‌های ما است(۳۲). در مقابل، در مطالعه دیگری میزان مواجهه از طریق استنشاق ۵,۹۱۸ میکروپلاستیک در روز در هوای بیرونی را گزارش کردند که کمتر از یافته‌های مطالعه حاضر بود (۱۲). قرار گرفتن در معرض میکروپلاستیک‌ها از طریق استنشاق در هوای بیرونی در مناطق خاصی در مقایسه با مناطق دیگر بیشتر است. این تنوع را می‌توان به تفاوت در تراکم جمعیت، فعالیت‌های صنعتی (۳۳)، شیوه‌های مدیریت زباله

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-07-29]
[DOI: 10.61186/j.health.16.1.7]

(۳٤) و عوامل جغرافیایی (۳۲) مانند الگوهای باد و نزدیکی به منابع آلودگی پلاستیکی (۳۵) نسبت داد.

استنشاق ذرات حاصل از محصولات پلاستیکی در محیط می‌تواند به ایجاد بیماری‌های آلرژیک کمک کند. وقتی پلاستیک‌ها تجزیه می‌شوند، میکروپلاستیک‌ها و مواد شیمیایی مضر را در هوا آزاد می‌کنند. استنشاق این ذرات می‌تواند منجر به مشکلات تنفسی، تشدید آسم و افزایش خطر ابتلا به آلرژی شود. قرار گرفتن طولانی مدت در معرض این آلاینده‌ها ممکن است سیستم ایمنی را مختل کند و افراد را مستعد واکنش‌های آلرژیک و شرایط مزمن تنفسی کند (۱۳،۳۲). کاهش آلودگی پلاستیک برای کنترل این خطرات بهداشتی و حفظ سلامت ضروری است.

از محدودیت‌های مطالعه حاضر می‌توان به تأثیر عوامل محیطی (مانند تهویه و دما) و تغییرات زمانی (مانند ساعات اوج فعالیت بیمارستان) اشاره کرد که می‌توانند غلظت میکروپلاستیک‌ها را تحت تأثیر قرار دهند. همچنین تنوع زیاد در منابع بالقوه میکروپلاستیک‌ها (مانند مواد مصرفی، تجهیزات پزشکی، لباس کارکنان و غیره) شناسایی دقیق منابع این ذرات را دشوار می‌کند.

نتیجه گیری

این مطالعه به بررسی میکروپلاستیک‌ها در هوای داخلی بخش‌های آزمایشگاه، آندوسکوپی، فیزیوتراپی و اورژانس می‌پردازد. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که بیشترین فراوانی میکروپلاستیک‌ها در هوای داخلی بخش آزمایشگاه و پس از آن بخش‌های فیزیوتراپی، اورژانس و آندوسکوپی مشاهده شد. سطوح بالای ذرات میکروپلاستیک‌ها در آزمایشگاه احتمالاً به دلیل استفاده گسترده از مواد و تجهیزات پلاستیکی است که می‌تواند میکروپلاستیک‌ها را در حین استفاده منتشر کند. مواجهه با میکروپلاستیک‌ها از طریق استنشاق در هوای داخل بیمارستان بیشتر از هوای بیرون بود. بر اساس این یافته‌ها، اقدامات ضروری برای کاهش مواجهه با میکروپلاستیک‌ها در محیط‌های بیمارستانی مورد نیاز است. نصب فیلترهای هوا با راندمان بالا در سیستم‌های تصفیه هوا برای جذب ذرات میکروپلاستیک‌های هوا توصیه می‌شود. به طور کلی، استفاده از مواد و وسایل پلاستیکی باید به حداقل برسد و جایگزین‌هایی در نظر گرفته شود. تحقیقات بیشتری در مورد میکروپلاستیک‌های هوای داخلی در محیط‌های بیمارستانی توصیه می‌گردد.

تشکر و قدردانی

نویسنده مقاله از مرکز تحقیقات بیماری‌های ریوی دانشگاه علوم پزشکی اردبیل برای حمایت‌های مالی قدردانی می‌کند (GrantNo.IR.ARUMS.REC.1402.134).

References

1- Kutralam-Muniasamy G, Shruti V, Pérez-Guevara F, Roy PD. Microplastic diagnostics in humans:"The 3Ps" Progress, problems, and prospects. Science of The Total Environment. 2023;856:159164.

2- Niari MH, Jaafarzadeh N, Dobaradaran S, Niri MV, Dargahi A. Release of microplastics to the environment through wastewater treatment plants: Study on four types of wastewater treatment processes. Water, Air, & Soil Pollution. 2023;234(9):589.

3- do Sul JAI, Costa MF. The present and future of microplastic pollution in the marine environment. Environmental pollution. 2014;185:352-64.

4- Mohammadi A, Malakootian M, Dobaradaran S, Hashemi M, Jaafarzadeh N, De-la-Torre GE. Occurrence and ecological risks of microplastics and phthalate esters in organic solid wastes: In a landfill located nearby the Persian Gulf. Chemosphere. 2023;332:138910.

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-07-29]

[DOI: 10.61186/j.health.16.1.7]

5- Huang L, Li QP, Li H, Lin L, Xu X, Yuan X, et al. Microplastic contamination in coral reef fishes and its potential risks in the remote Xisha areas of the South China Sea. Marine Pollution Bulletin. 2023;186:114399.
6- Ye Y, Zhang A, Teng J, Yang X, Yuan X, Wang Q, et al. Pollution characteristics and ecological risk of microplastic in sediments of Liaodong Bay from the northern Bohai Sea in China. Marine Pollution Bulletin. 202.۱۸۷:۱۱۴۵۰۵;۳
7- Zheng X, Sun R, Dai Z, He L, Li C. Distribution and risk assessment of microplastics in typical ecosystems in the South China Sea. Science of The Total Environment. 2023:163678.
8- Liao Y-l, Tang Q-x, Yang J-y. Microplastic characteristics and microplastic-heavy metal synergistic contamination in agricultural soil under different cultivation modes in Chengdu, China. Journal of Hazardous Materials. 2023;459:132270.
9- Kumar A, Mishra S, Pandey R, Yu ZG, Kumar M, Khoo KS, et al. Microplastics in terrestrial ecosystems: Un-ignorable impacts on soil characterises, nutrient storage and its cycling. TrAC Trends in Analytical Chemistry. 2023;158:116869.
10- Huang S, Huang X, Bi R, Guo Q, Yu X, Zeng Q, et al. Detection and analysis of microplastics in human sputum. Environmental Science & Technology. 2022;56(4):2476-86.
11- Field DT, Green JL, Bennett R, Jenner LC, Sadofsky LR, Chapman E, et al. Microplastics in the surgical environment. Environment International. 2022;170:107630.
12- Domenech J ,Marcos R. Pathways of human exposure to microplastics, and estimation of the total burden. Current Opinion in Food Science. 2021;39:144-51.
13- Geng Y, Zhang Z, Zhou W, Shao X, Li Z, Zhou Y. Individual Exposure to Microplastics through the Inhalation Route: Comparison of Microplastics in Inhaled Indoor Aerosol and Exhaled Breath Air. Environmental Science & Technology Letters. 2023.
14- Li L, Zhao X, Li Z, Song K. COVID-19: Performance study of microplastic inhalation risk posed by wearing masks. Journal of hazardous materials. 2021;411:124955.
15- Lu K, Lai KP, Stoeger T, Ji S, Lin Z, Lin X, et al. Detrimental effects of microplastic exposure on normal and asthmatic pulmonary physiology. Journal of hazardous materials. 2021;416:126069.
16- Gasperi J, Wright SL, Dris R, Collard F, Mandin C, Guerrouache M, et al. Microplastics in air: are we breathing it in? Current Opinion in Environmental Science & Health. 2018;1:1-5.
17- Lu W, Li X, Wang S, Tu C, Qiu L, Zhang H, et al. New Evidence of Microplastics in the Lower Respiratory Tract: Inhalation through Smoking. Environmental Science & Technology. 2023.
18- Gouin T, Ellis-Hutchings R, Thornton Hampton LM, Lemieux CL, Wright SL. Screening and prioritization of nano-and microplastic particle toxicity studies for evaluating human health risks–development and application of a toxicity study assessment tool. Microplastics and Nanoplastics. 2022;2(1):2.
19- Niari MH, Takdastan A, Babaei A, Dobaradaran S, Jorfi S, Ahmadi M. Fate and Ecological Risk of Phthalate Esters in Microplastics of Wastewater in the Wastewater Treatment Plant. Water, Air, & Soil Pollution. 2024;235(2):1-11.
20- Shim WJ, Hong SH, Eo SE. Identification methods in microplastic analysis: a review. Analytical methods. 2017;9(9):1384-91.
21- Chen E-Y, Lin K-T, Jung C-C, Chang C-L, Chen C-Y. Characteristics and influencing factors of airborne microplastics in nail salons. Science of the Total Environment. 2022;806:151472.
22- Dong C-D, Chen C-W, Chen Y-C, Chen H-H, Lee J-S, Lin C-H. Polystyrene microplastic particles: In vitro pulmonary toxicity assessment. Journal of hazardous materials. 2020;385:121575.
23- Dris R, Gasperi J, Mirande C, Mandin C, Guerrouache M, Langlois V, et al. A first overview of textile fibers, including microplastics, in indoor and outdoor environments. Environmental pollution. 2017;221:453-8.
24- Zhang Y, Kang S, Allen S, Allen D, Gao T, Sillanpää M. Atmospheric microplastics: A review on current status and perspectives. Earth-Science Reviews. 2020;203:103118.
25- Perera K ,Ziajahromi S, Bengtson Nash S, Manage PM, Leusch FD. Airborne microplastics in indoor and outdoor environments of a developing country in south asia: abundance, distribution, morphology, and possible sources. Environmental Science & Technology. 2022;56(2.۸۵-۱۶۶۷۶:(۳

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-07-29]

[DOI: 10.61186/j.health.16.1.7]

26- Rosal R. Morphological description of microplastic particles for environmental fate studies. Marine Pollution Bulletin. 2021;171:112716.
27- Klein M, Fischer EK. Microplastic abundance in atmospheric deposition within the Metropolitan area of Hamburg, Germany. Science of the Total Environment. 2019;685:96-103.
28- Tatsii D, Bucci S, Bhowmick T, Guettler J, Bakels L, Bagheri G, et al. Shape matters: long-range transport of microplastic fibers in the atmosphere. Environmental Science & Technology. 2023;58(1):671-82.
29- Tian W, Song P, Zhang H, Duan X, Wei Y, Wang H, et al. Microplastic materials in the environment: Problem and strategical solutions. Progress in Materials Science. 2023;132:101035.
30- Tiwari BR, Lecka J, Pulicharla R, Brar SK. Microplastic pollution and associated health hazards: Impact of COVID-19 pandemic. Current Opinion in Environmental Science & Health. 2023;34:100480.
31- Cox KD, Covernton GA, Davies HL, Dower JF, Juanes F, Dudas SE. Correction to human consumption of microplastics. Environmental Science & Technology. 2020;54(17):10974.
32- Liu K, Wang X, Fang T, Xu P, Zhu L, Li D. Source and potential risk assessment of suspended atmospheric microplastics in Shanghai. Science of the total environment. 2019;675:462-71.
33- Sun Y, Tang H, Du S, Chen Y, Ou Z, Zhang M, et al. Indoor metabolites and chemicals outperform microbiome in classifying childhood asthma and allergic rhinitis. Eco-Environment & Health. 2023;2(4):208-18.
34- Yang Y, Jalalah M, Alsareii SA, Harraz FA, Thakur N, Zheng Y, et al. Plastic waste and microplastics (MPs) formation: Management, migration, and environmental impact. Journal of Environmental Chemical Engineering. 2024:112926.
35- Zhao X, Zhou Y, Liang C, Song J, Yu S, Liao G, et al. Airborne microplastics: Occurrence, sources, fate, risks and mitigation. Science of The Total Environment. 2023;858:159943.

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-07-29]

[DOI: 10.61186/j.health.16.1.7]