

## Policy Brief: Microplastics and Food Security-A Threat beyond Environmental Pollution

### Afsaneh Esmacili Nasrabadi

Ph.D. Student, Student Research Committee, Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran

### Ziaeddin Bonyadi

\* Associate Professor, Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran. (Corresponding Author) Bonyadiz@mums.ac.ir

### Abstract

**Background and Objective:** Microplastics, defined as plastic particles smaller than 5 mm, have emerged as a concealed yet significant challenge to food security. These particles can enter the human food chain through salt, drinking water, processed foods, agricultural products, and aquatic organisms. Beyond their physical presence, microplastics may act as carriers of hazardous contaminants, including heavy metals, persistent organic pollutants, and pharmaceutical residues. Long-term exposure has been associated with potential adverse health outcomes such as metabolic disturbances, chronic inflammation, and hepatic and renal impairment.

**Materials and Methods:** This study was designed using an analytical and narrative review approach based on national and international scientific evidence. Data were collected from ISI-indexed publications and reports issued by the Food and Agriculture Organization (FAO). Pathways of microplastic entry into food products and their implications for human health were systematically examined.

**Results:** The findings indicate that salt, seafood, dairy products, and beverages represent major sources of dietary exposure to microplastics. Reported concentrations reach more than 13,000 particles per kilogram in salt and up to 585 microplastic particles per gram in powdered milk samples analyzed in Iran.

**Conclusion:** Based on these findings, key policy recommendations include stricter control and standardization of food packaging and processing equipment, establishment of national regulatory limits for microplastic contamination, continuous monitoring of the food supply chain, consumer education initiatives, and promotion of local and organic products. Implementation of these measures could substantially reduce human exposure, enhance public awareness, and strengthen food safety and population health protection.

**Keywords:** Microplastics, Food Chain, Food, Policy Recommendations, Environment

**Open Access Policy:** This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits use, distribution and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. To view a copy of this licence, visit <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Received: 2025/05/26

Accepted: 2025/10/07

Doi:10.22038/jreh.2026.27522

► **Citation:** Esmacili Nasrabadi A, Bonyadi Z. Policy Brief: Microplastics and Food Security-A Threat beyond Environmental Pollution. *Journal of Research in Environmental Health*. 11(4):98-107.

## خلاصه سیاستی: میکروپلاستیک‌ها و امنیت غذایی؛ تهدیدی فراتر از آلودگی زیست‌محیطی

### افسانه اسماعیلی نصرآبادی

دانشجوی دکتری، کمیته تحقیقات دانشجویی، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران

### ضیاءالدین بنیادی

\* دانشیار، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران (نویسنده

مسئول) Bonyadiz@mums.ac.ir

### چکیده

**زمینه و هدف:** میکروپلاستیک‌ها، ذرات پلاستیکی کوچکتر از ۵ میلی‌متر، به یکی از چالش‌های پنهان و مهم در امنیت غذایی تبدیل شده‌اند. این ذرات می‌توانند از طریق نمک، آب آشامیدنی، غذاهای فرآوری‌شده، محصولات کشاورزی و آبریزان وارد زنجیره‌ی غذایی انسان شوند و علاوه بر اثرات فیزیکی، آلاینده‌هایی مانند فلزات سنگین، ترکیبات آلی پایدار و باقی‌مانده‌های دارویی را نیز منتقل کنند. مصرف طولانی‌مدت این مواد می‌تواند پیامدهایی مانند اختلالات متابولیک، التهاب‌های مزمن و آسیب‌های کبدی و کلیوی ایجاد کند.

**مواد و روش‌ها:** این مطالعه بر اساس رویکرد تحلیلی و مروری بر شواهد علمی بین‌المللی و ملی طراحی شد. داده‌ها از مقالات ISI و گزارشات FAO جمع‌آوری شد و مسیرهای ورود میکروپلاستیک‌ها به مواد غذایی و اثرات آن‌ها بر سلامت انسان تحلیل گردید.

**یافته‌ها:** یافته‌ها نشان می‌دهند نمک، غذاهای دریایی، محصولات لبنی و نوشیدنی‌ها از اصلی‌ترین منابع مواجهه با میکروپلاستیک‌ها با غلظت‌هایی تا بیش از ۱۳ هزار قطعه در کیلوگرم در نمک و ۵۸۵ میکروپلاستیک در هر گرم شیرخشک در نمونه‌های ایرانی هستند.

**نتیجه‌گیری:** بر اساس این یافته‌ها، توصیه‌های سیاستی شامل کنترل و استانداردسازی بسته‌بندی و تجهیزات تولید، تدوین استانداردهای ملی برای حد مجاز میکروپلاستیک‌ها، پایش مستمر زنجیره‌ی غذایی، آموزش مصرف‌کنندگان و تشویق به محصولات محلی و ارگانیک است. اجرای این سیاست‌ها می‌تواند مواجهه انسانی با میکروپلاستیک‌ها را کاهش دهد، آگاهی عمومی را افزایش دهد و امنیت غذایی و سلامت جمعیت را تضمین کند.

**کلید واژه‌ها:** میکروپلاستیک، زنجیره‌ی غذایی، مواد غذایی، توصیه‌های سیاستی، محیط زیست

◀ **استناد:** اسماعیلی نصرآبادی، ا. بنیادی ض. خلاصه سیاستی: میکروپلاستیک‌ها و امنیت غذایی؛ تهدیدی فراتر از آلودگی زیست‌محیطی. فصلنامه‌ی پژوهش در بهداشت محیط. زمستان ۱۴۰۴؛ ۱۱(۴): ۹۸-۱۰۷.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۳/۱۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۷/۱۵

نوع مقاله: مروری

میکروپلاستیک‌ها به یکی از چالش‌های پنهان اما راهبردی در حوزه امنیت مواد غذایی مبدل شده‌اند. شواهد نشان می‌دهد این ذرات ریز پلاستیکی می‌توانند از طریق آبیاری، خاک‌های کشاورزی، موجودات آبی، نمک و حتی مواد غذایی فرآوری شده نیز وارد زنجیره‌ی غذایی انسان‌ها شوند. اهمیت این موضوع به حضور فیزیکی میکروپلاستیک‌ها محدود نمی‌شود بلکه این ذرات می‌توانند آلاینده‌های بیشتری از قبیل فلزات سنگین، ترکیبات آلی پایدار و بقایای داروها و آفت‌کش‌ها و هر نوع ماده‌ای که برای سلامت مضر است را جذب خود کرده و به‌عنوان ناقل این ترکیبات در سیستم غذایی عمل کنند. ادامه‌ی این روند منجر به اثرات منفی بر سلامت عموم مردم، کاهش کیفیت محصولات کشاورزی و آفت‌پایداری منابع غذایی می‌شود و در نهایت هزینه‌های بهداشتی و اقتصادی قابل توجهی از خود به جای می‌گذارند. با توجه به این‌که امنیت غذایی در ثبات اجتماعی و توسعه پایدار نقش مهمی ایفا می‌کند سیاست‌گذاران باید رویکردی پیشگیرانه در این خصوص اتخاذ کنند. این مقاله بر ضرورت پایش هدفمند میکروپلاستیک‌ها در زنجیره‌ی تامین غذا، تدوین استانداردهای نظارتی و اجرای سیاست‌های کاهش تولید و رهاسازی پلاستیک‌ها تاکید دارد.

میکروپلاستیک‌ها در طی چند سال گذشته به یکی از نگرانی‌های زیست محیطی و سلامت عمومی تبدیل شده‌اند. این ذرات که قطر کمتر از ۵ میلی‌متر دارند در محیط‌های مختلفی هم‌چون اقیانوس‌ها، رودخانه‌ها، خاک‌های کشاورزی، هوا و حتی در قطب نیز شناسایی شده‌اند. تحقیقات نشان می‌دهند این ریزذرات پلاستیکی قادرند از طریق آب آشامیدنی، محصولات کشاورزی، آبیاری و حتی غذاهای فرآوری شده نیز به انسان‌ها منتقل شوند. این موضوع میکروپلاستیک‌ها را به یک مسئله جدی برای امنیت غذایی تبدیل کرده و از بحران زیست محیطی فراتر رفته است (۱).

یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های میکروپلاستیک‌ها، ظرفیت آن‌ها در جذب و انتقال آلاینده‌های شیمیایی است. این ذرات ریز می‌توانند آلاینده‌های خطرناکی نظیر فلزات

سنگین، ترکیبات آلی پایدار و باقی‌مانده‌های دارویی را به خود جذب کرده و به‌عنوان ناقل ثانویه این آلاینده‌ها عمل کنند. در نتیجه، حضور میکروپلاستیک‌ها در مواد غذایی، نه‌تنها به دلیل وجود فیزیکی آن‌ها نگران‌کننده است، بلکه به دلیل نقش آن‌ها در انتقال آلودگی‌های شیمیایی به مصرف‌کننده نیز اهمیت دارد (۲-۴). مصرف طولانی‌مدت مواد غذایی آلوده به میکروپلاستیک و آلاینده‌های همراه آن می‌تواند پیامدهای متعددی برای سلامت انسان ایجاد کند.

در دهه‌های اخیر تولید مواد پلاستیکی افزایش چشمگیری داشته است و این موضوع به معنای ورود بیشتر میکروپلاستیک‌ها به محیط زیست است. سالانه بیش از ۳۰۰ میلیون تن پلاستیک در جهان تولید می‌شود که بخش زیادی از آن‌ها به محیط زیست وارد شده و به ذرات ریز پلاستیکی تبدیل می‌شوند (۵). این ذرات پلاستیکی به‌علت مقاومت در برابر تجزیه‌ی زیستی در خاک، آب و حتی هوا پایدار باقی می‌مانند و از مسیرهای متعددی می‌توانند به زنجیره‌ی غذایی وارد شوند. شکل ۱ انواع میکروپلاستیک‌ها و حضور آن‌ها در مواد غذایی را نشان می‌دهد. به‌عنوان مثال میکروپلاستیک‌های موجود در آب‌های سطحی از طریق آبیاری به خاک راه یافته و توسط محصولات کشاورزی جذب شوند و یا موجودات آبی می‌توانند مستقیماً این ریز ذرات را بلعند و در نهایت وارد غذای انسان‌ها شود (۶). علاوه بر این میکروپلاستیک‌ها می‌توانند از طریق بسته‌بندی‌های غذایی در طی فرآیند تولید و بسته‌بندی وارد مواد غذایی شوند. بسته‌بندی‌های پلاستیکی، ظروف یک‌بار مصرف، مواد افزودنی و حتی تجهیزات پردازش مواد غذایی می‌توانند منابع جدیدی از میکروپلاستیک‌ها باشند (۷). این نشان می‌دهد که کنترل میکروپلاستیک‌ها محدود به پسماندهای پلاستیکی نبوده بلکه نیاز به بازبینی و اصلاح فرآیندهای تولید و بسته‌بندی مواد غذایی هم وجود دارد. یکی از پایه‌های توسعه پایدار، امنیت غذایی است که به معنای فراهم بودن غذا با کیفیت و مقدار کافی برای جمعیت به صورت مستمر می‌باشد (۸). تهدید امنیت غذایی توسط میکروپلاستیک‌ها از چند منظر قابل بررسی است؛ کاهش کیفیت محصولات غذایی، افزایش بار آلاینده‌های شیمیایی و زیستی، تهدید سلامت

می‌تواند شامل تدوین استانداردهای ملی و بین‌المللی برای محدود کردن ورود میکروپلاستیک‌ها به زنجیره‌ی غذایی، ایجاد سیستم‌های پایش و رصد مستمر، بازبینی فرآیندهای تولید و بسته‌بندی مواد غذایی و همچنین توسعه برنامه‌های آموزشی برای آگاه‌سازی تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان باشد. در نهایت، پرداختن به موضوع میکروپلاستیک‌ها به‌عنوان یک تهدید فراتر از آلودگی محیط زیست، نیازمند همکاری میان‌بخشی بین وزارتخانه‌ها، سازمان‌های محیط زیست، نهادهای بهداشتی، و صنایع غذایی است. تنها با رویکرد جامع و علمی، می‌توان خطرات این ذرات ریز پلاستیکی را کاهش داد و امنیت غذایی جمعیت را تضمین کرد. عدم اقدام در این موضوع، می‌تواند پیامدهای جبران‌ناپذیری برای سلامت انسان، محیط زیست، و اقتصاد کشورها داشته باشد.

مصرف‌کننده و نهایتاً تبعات اقتصادی این معضل در افزایش هزینه‌های درمانی و کاهش بهره‌وری منابع غذایی. این تهدید در کشورهای در حال توسعه با توجه به محدود بودن سیستم‌های پایش و کنترل محیط زیست و غذا، از اهمیت بیشتری برخوردار است. مصرف طولانی مدت میکروپلاستیک‌ها احتمالاً پیامدهای جمعیتی و اقتصادی قابل ملاحظه‌ای دارد، از قبیل کاهش اعتماد عمومی به ایمنی مواد غذایی، افزایش بیماری‌ها و صورتحساب‌های مراقبت‌های بهداشتی و آسیب به صادرات کشاورزی و غذاهای دریایی. همان‌طور که گفته شد، بحث میکروپلاستیک‌ها صرفاً یک مسئله‌ی زیست محیطی نیست، بلکه مسئله‌ای سیاسی مربوط به امنیت مواد غذایی و سلامت عمومی نیز هست. با توجه به اهمیت موضوع، لزوماً باید سیاست‌گذاران و ذینفعان در حوزه‌های سلامت و کشاورزی، رویکردهای علمی و سیاست‌های پیشگیرانه را در دستور کار قرار دهند. این سیاست‌ها



شکل ۱. انواع میکروپلاستیک‌ها و حضور آن‌ها در مواد غذایی

## روش کار

کلیدواژه‌های «Microplastics»، «Food Safety»، «Chemical Contamination»، «Agriculture»، و «Seafood» انجام شد و تحقیقات مرتبط از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۵ مورد نظر قرار گرفتند تا روندها و شواهد به‌روز شناسایی شوند.

پس از جمع‌آوری داده‌ها، تحلیل محتوای نتایج تحقیقات تجربی، آزمایشگاهی و گزارش‌های پایش محیطی انجام شد. این تحلیل شامل بررسی مسیر ورود میکروپلاستیک‌ها به زنجیره‌ی غذایی، ظرفیت جذب

این تحقیق بر اساس رویکردی تحلیلی و مروری بر شواهد علمی موجود طراحی شده است. برای جمع‌آوری اطلاعات، ابتدا منابع علمی مانند مقالات ISI، گزارش‌های سازمان‌های بین‌المللی مانند سازمان ملل متحد، سازمان بهداشت جهانی، و سازمان خواربار و کشاورزی (FAO)<sup>۱</sup>، و داده‌های ملی مربوط به آلودگی پلاستیکی و امنیت غذایی مورد بررسی قرار گرفتند. جستجوها با استفاده از

<sup>۱</sup> Food And Agriculture Organization

خبر از آلودگی پنهان در اقلامی می‌دهد که به‌طور معمول مصرف می‌شوند. هم‌چنین گزارش‌های علمی عمومی نیز نمک، شکر و عسل را به‌عنوان موادغذایی با احتمال آلودگی بالا معرفی کرده‌اند.

### **آبزیان، میگو، صدف و غذاهای دریایی**

مطالعات علمی نشان می‌دهند که میکروپلاستیک‌ها در غذاهای دریایی نیز به‌طور قابل‌توجهی یافت می‌شوند. برای نمونه، در صدف‌ها میزان  $0/55 - 3/2$  میکروپلاستیک در هر گرم و در نمک همراه با صدف  $0/1 - 0/38$  میکروپلاستیک در هر گرم گزارش شده است. این مقادیر نشان‌دهنده‌ی ادغام آلودگی محیطی در ارگانیزم‌های دریایی هستند، زیرا میکروپلاستیک‌ها از منابع آلودگی آبی وارد بدن آبزیان می‌شوند. یک مرور علمی ثابت کرده که انواع مواد غذایی دریایی مثل ماهی‌ها و سخت‌پوستان معمولاً حاوی ذرات پلاستیکی هستند و انسان‌ها از طریق مصرف این مواد در معرض مواجهه با میکروپلاستیک‌ها قرار می‌گیرند. در مطالعه‌ای دیگر که به‌صورت جهانی بررسی شده، غلظت میکروپلاستیک در صدف تا  $10/5$  میکروپلاستیک در گرم و در ماهی تا  $20$  میکروپلاستیک در هر ماهی گزارش شده است. هم‌چنین داده‌ها نشان دادند که نمک خوراکی نیز می‌تواند تا  $13629$  میکروپلاستیک در هر کیلوگرم آلودگی داشته باشد، که بیانگر گستردگی این آلودگی در زنجیره‌ی غذایی آبزیان و مواد مرتبط است (۹).

### **سخت‌پوستان و ماهی‌ها**

مطالعات مختلف نشان داده‌اند که سخت‌پوستان و ماهی‌ها نیز از مسیرهای آشکار مواجهه با میکروپلاستیک‌ها هستند. برای مثال، مقدار میکروپلاستیک در سخت‌پوستان بین  $8/6 - 0/14$  میکروپلاستیک در هر گرم و در ماهیان  $0/35 - 2/3$  میکروپلاستیک در هر ماهی گزارش شده است. از آن‌جا که این گونه‌ها اغلب بخش‌های خوراکی‌شان مصرف می‌شود، این داده‌ها نشان می‌دهند که میزان مواجهه غذایی از این منابع نیز قابل‌توجه است.

### **میوه‌ها، سبزیجات و غلات**

تحقیقات مروری اخیر نشان داده‌اند که میکروپلاستیک‌ها حتی در محصولات کشاورزی مانند میوه، سبزی و غلات نیز یافت می‌شوند، زیرا خاک‌های کشاورزی می‌توانند

آلاینده‌ها، و پیامدهای احتمالی بر سلامت انسان بود. در ادامه، با تمرکز بر تحقیقات منطقه‌ای و بین‌المللی، شواهد در مورد میزان میکروپلاستیک‌ها در آبزیان، محصولات کشاورزی و آب آشامیدنی جمع‌آوری شده است.

نتایج حاصل از این تحلیل برای شناسایی تهدیدهای کلیدی به امنیت غذایی، استخراج پیامدهای سیاستی و ارائه‌ی توصیه‌های اجرایی استفاده شدند. رویکرد ترکیبی به‌دلیل توانایی در مرور شواهد و تحلیل سیاستی، امکان ارائه‌ی یک چارچوب علمی و کاربردی برای تصمیم‌گیری‌های مربوط به کاهش ورود میکروپلاستیک‌ها به زنجیره‌ی غذایی و ارتقای امنیت غذایی را فراهم می‌کند.

### **یافته‌ها**

#### **نمک خوراکی، شکر، عسل**

نمک خوراکی به‌عنوان یکی از مواد غذایی پرمصرف در سطح جهانی یکی از عمده‌ترین مسیرهای مواجهه با میکروپلاستیک‌ها است. داده‌های بین‌المللی نشان می‌دهند که در نمک‌های تجاری از  $16$  کشور در  $6$  قاره مقدار میکروپلاستیک‌ها بین  $0$  تا  $1674$  قطعه در هر کیلوگرم گزارش شده است (جدول ۱). این گستره، آلودگی گسترده و جهانی نمک را نشان می‌دهد. بر اساس یک مرور علمی معتبر، نمک طعام یکی از مواد غذایی است که به‌طور مکرر با ذرات پلاستیکی آلوده شده است و از جمله منابع مواجهه انسانی به‌شمار می‌رود، زیرا شبکه‌های آبی و فرآیندهای استخراج و تبخیر می‌توانند ذرات محیطی را به‌خود جذب کند (۹). مطالعات هم‌چنین در نمک‌های ایرانی نیز آلودگی را تأیید کرده‌اند؛ نمونه‌های بازار ایران غلظت‌هایی تا  $1825$  میکروپلاستیک در کیلوگرم داشته‌اند. این اعداد نشان می‌دهند که مصرف نمک حتی در مقادیر کم روزانه می‌تواند منبع قابل‌توجهی از مواجهه با میکروپلاستیک‌ها باشد (۱۰).

تحقیقات گسترده روی نمک، شکر، عسل و سایر مواد غذایی در بیش از  $98$  کشور نشان داده‌اند که اگرچه مقادیر دقیق برای همه دسته‌ها گزارش نشده، متوسط مواجهه نزدیک به  $67$  میکروپلاستیک در هر کیلوگرم تخمین زده شده است (۱۱). این داده‌ها حاکی از حضور زیاد میکروپلاستیک در ترکیبات غذایی اساسی است و

منابع آلودگی باشند و پلیمرهای پلاستیکی را از محیط به بافت گیاه انتقال دهند.

### آب بطری شده

یکی از مسیرهای جدی مواجهه با میکروپلاستیک‌ها، آب‌های بطری شده است. داده‌های علمی گزارش می‌دهند که آب بطری ممکن است دارای چند هزار میکروپلاستیک

در هر لیتر باشد، که نشان‌دهنده‌ی یک منبع مواجهه روزمره قابل توجه برای مصرف‌کنندگان است. این موضوع اهمیت توجه به منبع آبی و روش‌های تصفیه و بسته‌بندی آب را برجسته می‌کند.

جدول ۱. میزان میکروپلاستیک‌های موجود در مواد غذایی و نوشیدنی‌ها در سطح جهان و ایران

منبع	مقادیر میکروپلاستیک‌ها	کشور	نمونه
(۱۲)	۱۶۷۴-۰ میکروپلاستیک در هر کیلوگرم	۱۶ کشور مختلف در ۶ قاره	نمک خوراکی
(۱۱)	اعداد دقیق ذکر نشده (طبق میانگین گیری ۶۷ میکروپلاستیک در هر کیلوگرم)	۹۸ کشور مختلف	نمک، شکر، عسل و...
(۱۳)	۰-۱/۳۳ میکروپلاستیک در هر کیلوگرم	نیجریه، کامرون، غنا، مالاوی، زیمبابوه، آفریقای جنوبی، کنیا و اوگاندا	نمک
(۱۴)	۰/۵۵ - ۳/۲ میکروپلاستیک در گرم میگو ۰/۳۸ - ۰/۱ میکروپلاستیک در گرم نمک	اسپانیا	صدف، نمک
(۱۵)	در ماهی: ۵۴ میکروپلاستیک در گرم در نمک خوراکی: ۲۳ میکروپلاستیک در گرم	هند	ماهینمک سود شده، نمک خوراکی
(۹)	صدف: ۱۰/۵ - ۰ میکروپلاستیک در گرم ماهی: ۲۰- میکروپلاستیک در هر ماهی نمک خوراکی: ۱۳۶۲۹ - ۰ میکروپلاستیک در هر کیلوگرم	-	صدف، ماهی، نمک خوراکی
(۱۶)	سخت پوستان: ۸/۶ - ۰/۱۴ میکروپلاستیک در گرم ماهی: ۲/۳ - ۰/۳۵ میکروپلاستیک در هر ماهی	-	سخت پوستان، ماهی
(۱۷)	۱۰-۷,۷x تا ۱۰-۳,۸x	-	میوه، سبزیجات و غلات
(۱۸)	نمک: ۴۰۰ میکروپلاستیک در کیلوگرم عسل ۶۰۰ میکروپلاستیک در گرم آب ۱۰۰۰۰ میکروپلاستیک در لیتر غذاهای دریایی میانگین ۱۵ میکروپلاستیک در گرم	-	نمک، عسل، آب، غذاهای دریایی
(۱۹)	نمک: ۶۸۰-۴۰ میکروپلاستیک در سال میوه و سبزیجات بسیار بالا بستگی به کشور دارد.	-	نمک، میوه و سبزیجات
(۲۰)	نمک: ۲۰۰۰۰ میکروپلاستیک در کیلوگرم آب بطری شده: چند هزار عدد میکروپلاستیک در لیتر	-	نمک خوراکی، آب بطری شده
(۲۱)	۱۷۵-۱۰ میکروپلاستیک در کیلوگرم	ایران	سوسیس
(۲۲)	گاو: ۰/۱۴ میکروپلاستیک در گرم گوسفند: ۰/۱۳ میکروپلاستیک در گرم	ایران	گوشت، جگر، سیرابی
(۲۳)	ماست: ۰/۷۶ - ۰/۶۳ میکروپلاستیک در میلی لیتر دوغ: ۰/۷ - ۰/۵۲ میکروپلاستیک در میلی لیتر	ایران	ماست، دوغ
(۱۰)	۱۸۲۵ میکروپلاستیک در کیلوگرم	ایران	نمک خوراکی
(۲۴)	۲۵/۷۲ میکروپلاستیک در لیتر	ایران	نوشابه گازدار
(۲۵)	نوشیدنی: ۱۸۳/۱ میکروپلاستیک در لیتر آیس پک: ۱۷۸/۹ میکروپلاستیک در لیتر	ایران	نوشیدنی و آیس پک
(۲۶)	۵۸۵/۲ میکروپلاستیک در گرم	ایران	شیرخشک

## بحث

### اثرات میکروپلاستیک بر سلامت انسان‌ها

ذرات پلاستیکی ممکن است باعث التهاب بافت‌ها و پاسخ ایمنی غیرطبیعی شوند؛ هم‌چنین جذب و تجمع میکروپلاستیک‌ها در دستگاه گوارش می‌تواند منجر به ناراحتی، اختلال در جذب مواد مغذی و مشکلات رودهای شود. این ذرات پلاستیکی کوچک می‌توانند آلاینده‌های

محیطی مانند فلزات سنگین و مواد افزودنی پلاستیکی را به بدن منتقل کنند. مطالعات اولیه نشان می‌دهند که برخی ترکیبات همراه میکروپلاستیک مانند استرهای فتالات و بیسفنول A بر عملکرد هورمونی و سیستم عصبی اثرگذار هستند. علاوه بر این تجمع مزمن میکروپلاستیک‌ها در بافت‌ها و اندام‌ها می‌تواند پیامدهای بلندمدت ناشناخته‌ای برای سلامت انسان داشته باشد.

### جدول ۲. توصیه‌های سیاستی برای کاهش ورود میکروپلاستیک‌ها به زنجیره‌ی غذایی

توصیه سیاستی	مزایا	معایب	هزینه اجرا	عوارض جانبی احتمالی	امکان پذیری اجرا
کنترل و استانداردسازی بسته‌بندی مواد غذایی	کاهش مستقیم ورود میکروپلاستیک‌ها به غذا؛ افزایش اعتماد مصرف‌کننده	نیاز به بازطراحی بسته‌بندی و جایگزینی مواد پلاستیکی	متوسط تا بالا	افزایش قیمت محصولات؛ مصرف انرژی برای تولید بسته‌بندی جایگزین	متوسط-بالا؛ بستگی به صنعت و قوانین داخلی دارد
نظارت و استانداردگذاری نمک، آب و غذاهای فرآوری‌شده	کاهش مواجهه روزانه انسان با میکروپلاستیک‌ها؛ بهبود سلامت عمومی	نیاز به آزمایشگاه‌های پیشرفته و نمونه‌برداری گسترده	متوسط	افزایش قیمت محصول؛ افزایش بار اداری و نظارتی	بالا؛ امکان پذیر با حمایت سازمان‌های غذا و دارو
تشویق به استفاده از ظروف و تجهیزات تولید و نگهداری بدون پلاستیک	کاهش آلودگی منابع غذایی؛ آموزش صنایع	مقاومت صنایع به تغییر تجهیزات؛ نیاز به سرمایه‌گذاری اولیه	متوسط تا بالا	نیاز به آموزش کارکنان؛ کاهش سرعت فرآوری در کوتاه‌مدت	متوسط؛ نیاز به سیاست‌های تشویقی و مقرراتی
آموزش مصرف‌کنندگان برای کاهش مصرف پلاستیک و انتخاب محصولات سالم	کاهش مواجهه انسانی؛ افزایش آگاهی عمومی	اثربخشی محدود بدون حمایت صنعتی	کم	نیاز به کمپین‌های گسترده آموزشی	بالا؛ قابل اجرا با بودجه کم و رسانه‌ها
توسعه و پیاده‌سازی تکنولوژی‌های تصفیه آب و نوشیدنی‌ها	کاهش ورود میکروپلاستیک‌ها از منابع آبی؛ بهبود کیفیت آب	هزینه بالا؛ نیاز به نگهداری و به‌روزرسانی سیستم‌ها	بالا	نیاز به انرژی بیشتر؛ تولید زباله تجهیزات	متوسط؛ امکان پذیر در شهرهای بزرگ و صنایع پیشرفته
تدوین استانداردهای ملی برای حداکثر غلظت میکروپلاستیک‌ها در غذاها و آب آشامیدنی	ایجاد چارچوب قانونی و الزام‌آور	نیاز به پایش مداوم؛ مقاومت صنایع	متوسط	افزایش قیمت محصولات؛ فشار قانونی بر تولیدکنندگان	متوسط؛ نیازمند هماهنگی بین وزارت بهداشت و صنایع
تحقیقات و پایش مستمر میکروپلاستیک‌ها در زنجیره‌ی غذایی	داده دقیق برای سیاست‌گذاری؛ پیشگیری از بحران‌های بهداشتی	زمان‌بر و نیازمند بودجه تحقیقاتی	متوسط تا بالا	تأخیر در اجرای سیاست‌ها تا زمان جمع‌آوری داده	بالا؛ امکان پذیر با حمایت دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی
محدودیت استفاده از پلاستیک‌های یک‌بار مصرف در بسته‌بندی مواد غذایی	کاهش منابع اصلی آلودگی؛ اثر بلندمدت بر محیط زیست	مقاومت صنایع و نیاز به جایگزین مناسب	متوسط تا بالا	افزایش قیمت محصول؛ چالش‌های لجستیکی در بسته‌بندی جایگزین	متوسط؛ نیازمند سیاست تشویقی و نظارت قانونی
تشویق تولید و مصرف محصولات ارگانیک و محلی با بسته‌بندی کم یا بدون پلاستیک	کاهش آلودگی محیطی و غذایی؛ ترویج سبک زندگی سالم	محدودیت عرضه؛ قیمت بالاتر برای مصرف‌کننده	متوسط	افزایش هزینه خرید برای مردم	بالا؛ با آموزش و سیاست‌های تشویقی قابل اجرا
توسعه فناوری‌های جایگزین پلاستیک در تولید و فرآوری غذا	کاهش تولید و ورود میکروپلاستیک‌ها؛ نوآوری در صنایع غذایی	هزینه تحقیق و توسعه بالا	بالا	زمان‌بر بودن توسعه فناوری؛ نیاز به سرمایه‌گذاری	متوسط؛ نیاز به حمایت دولت و سرمایه‌گذاران

### ۱- توصیه‌های سیاستی:

**جدول ۲** مجموعه‌ای از راهکارهای سیاستی را برای کاهش ورود میکروپلاستیک‌ها به مواد غذایی ارائه می‌دهد و مزایا، معایب، هزینه‌ها، عوارض جانبی و امکان‌پذیری اجرایی هر راهکار را نشان می‌دهد.

### ۲- کاربست سیاستی

تحقیقات انجام شده در این مطالعه نشان داد که میکروپلاستیک‌ها به‌طور گسترده در زنجیره‌ی غذایی انسان حضور دارند و منابع اصلی آن شامل نمک خوراکی، غذاهای دریایی، محصولات لبنی، نوشیدنی‌ها و سایر محصولات غذایی است. مواجهه روزانه انسان با میکروپلاستیک‌ها می‌تواند ده‌ها هزار قطعه در سال باشد که این امر یک تهدید بالقوه برای سلامت انسان و امنیت غذایی محسوب می‌شود. یافته‌ها نشان می‌دهند که نوع غذا، منبع تولید، فرآوری و بسته‌بندی نقش مهمی در میزان آلودگی دارد و در نتیجه، سیاست‌های مؤثر باید چندسطحی و جامع باشند.

### نتیجه‌گیری

با توجه به امکانات موجود در صنایع غذایی، سیستم‌های نظارتی و زیرساخت‌های کشور، توصیه‌های سیاستی می‌توانند به شیوه‌های عملیاتی زیر اجرا شوند:

#### ۱. کنترل بسته‌بندی و تجهیزات تولیدی:

صنایع می‌توانند با جایگزینی پلاستیک‌های یک‌بار مصرف با مواد قابل بازیافت یا مواد جایگزین زیست‌تخریب‌پذیر، ورود میکروپلاستیک به غذاها را کاهش دهند. این راهکار با سرمایه‌گذاری اولیه متوسط و حمایت دولت قابل اجرا است و به کاهش مواجهه مستقیم انسان با میکروپلاستیک‌ها منجر می‌شود.

#### ۲. استانداردهای سازی و پایش نمک و آب

**آشامیدنی:** ایجاد استانداردهای ملی برای حداکثر غلظت میکروپلاستیک‌ها در نمک و آب آشامیدنی و نظارت مستمر با آزمایشگاه‌های موجود، می‌تواند میزان مواجهه انسانی را به‌طور قابل توجهی کاهش دهد. این اقدام در شرایط فعلی با هزینه متوسط و هماهنگی سازمان غذا و دارو امکان‌پذیر است.

### ۳. آموزش به مصرف‌کننده و اطلاع‌رسانی:

اجرای کمپین‌های آموزشی درباره انتخاب محصولات با بسته‌بندی کم و کاهش استفاده از پلاستیک‌های یک‌بار مصرف، با هزینه پایین و استفاده از رسانه‌ها، می‌تواند آگاهی عمومی را افزایش دهد و فشار مصرف‌کننده بر صنایع را برای کاهش میکروپلاستیک‌ها تقویت کند.

### ۴. توسعه تحقیقات و پایش مستمر: با استفاده

از امکانات دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی، پایش میکروپلاستیک‌ها در زنجیره‌ی غذایی و ایجاد بانک داده‌های ملی، به تصمیم‌گیری‌های سیاستی علمی و هدفمند کمک می‌کند. این اقدام هزینه متوسط داشته و به اجرای سایر توصیه‌ها نیز پشتیبانی علمی می‌دهد.

### ۵. تشویق به استفاده از محصولات محلی و

**ارگانیک با بسته‌بندی کم:** استفاده از حامیان مالی و تبلیغاتی برای تولید و مصرف این محصولات، می‌تواند همزمان به کاهش آلودگی محیطی و کاهش مواجهه انسانی کمک کند و با توجه به بازار مصرف موجود، قابلیت اجرا دارد.

### تشکر و قدردانی: این مقاله مروری و خلاصه سیاستی

است و به‌صورت مستقل توسط نویسندگان انجام شده است.

### تعارض منافع: نویسندگان هیچ‌گونه تعارض منافع با

یکدیگر ندارند.

### حمایت مالی: این مقاله کاملاً مستقل نوشته شده و هیچ-

گونه حمایت مالی دریافت نکرده است.

### ملاحظات اخلاقی: نویسندگان کلیه نکات اخلاقی

شامل عدم سرقت ادبی، انتشار دوگانه، تحریف داده‌ها و داده‌سازی را در این مقاله رعایت کرده‌اند. همچنین هر گونه تضاد منافع حقیقی یا مادی که ممکن است بر نتایج یا تفسیر مقاله تأثیر بگذارد را رد می‌کنند.

### سهم نویسندگان: مشارکت نویسندگان محترم در این

مقاله به شرح زیر می‌باشد: خانم افسانه اسماعیلی نصرآبادی: جمع‌آوری داده‌ها و نگارش مقاله، جناب آقای دکتر ضیاءالدین بنیادی ارائه ایده‌ی پژوهشی و طراحی

## References

1. Kumar, M., V. Chaudhary, R. Kumar, V. Chaudhary and A.L. Srivastav, Microplastics, their effects on ecosystems, and general strategies for mitigation of microplastics: A review of recent developments, challenges, and future prospects. *Environmental Pollution and Management*, 2025. 2: p. 87-105.
2. Esmaeili Nasrabadi, A. and Z. Bonyadi, Adsorption of crystal violet on polystyrene microplastics in aqueous: optimization, modeling, and assessment of isotherms and kinetics. *Applied Water Science*, 2025. 15(4): p. 67.
3. Yari, M., Z. Bonyadi, A. Najafpoor and B. Barikbin, Polyethylene microplastics as adsorbent of diazinon in aqueous environments: optimization, and modeling, isotherm, kinetics, and thermodynamic studies. *Applied Water Science*, 2024. 14(7): p. 148.
4. Li, Z., M. Junaid, G. Chen and J. Wang, Interactions and associated resistance development mechanisms between microplastics, antibiotics and heavy metals in the aquaculture environment. *Reviews in Aquaculture*, 2022. 14(2): p. 1028-1045.
5. Ogunola, O.S., O.A. Onada and A.E. Falaye, Mitigation measures to avert the impacts of plastics and microplastics in the marine environment (a review). *Environmental Science and Pollution Research*, 2018. 25(10): p. 9293-9310.
6. Chaudhary, H.D., G. Shah, U. Bhatt, H. Singh and V. Soni, Microplastics and plant health: a comprehensive review of sources, distribution, toxicity, and remediation. *npj Emerging Contaminants*, 2025. 1(1): p. 8.
7. Kadac-Czapska, K., E. Knez, M. Gierszewska, E. Olewnik-Kruszkowska and M. Grembecka, Microplastics derived from food packaging waste—Their origin and health risks. *Materials*, 2023. 16(2): p. 674.
8. Onyeaka, H., U.M. Nwauzoma, A.A. Akinsemolu, P. Tamasiga, K. Duan and Z.T. Al-Sharify, The ripple effects of climate change on agricultural sustainability and food security in Africa. *Food and Energy Security*, 2024. 13(5): p. e567.
9. Jin, M., X. Wang, T. Ren, J. Wang and J. Shan, Microplastics contamination in food and beverages: Direct exposure to humans. *Journal of Food Science*, 2021. 86(7): p. 2816-2837.
10. Taghipour, H., M. Ghayebzadeh, S.M.S. Mousavi, H. Sharifi and A. Payandeh, Incidence and exposure to microplastics in table salt present in the Iran market. *Toxicology Reports*, 2023. 11: p. 129-140.
11. Sewwandi, M., H. Wijesekara, A.U. Rajapaksha, S. Soysa and M. Vithanage, Microplastics and plastics-associated contaminants in food and beverages; Global trends, concentrations, and human exposure. *Environmental Pollution*, 2023. 317: p. 120747.
12. Kim, J.-S., H.-J. Lee, S.-K. Kim and H.-J. Kim, Global Pattern of Microplastics (MPs) in Commercial Food-Grade Salts: Sea Salt as an Indicator of Seawater MP Pollution. *Environmental Science & Technology*, 2018. 52(21): p. 12819-12828.
13. Fadare, O.O., E.D. Okoffo and E.F. Olasehinde, Microparticles and microplastics contamination in African table salts. *Marine Pollution Bulletin*, 2021. 164: p. 112006.
14. Masiá, P., A. Ardura and E. Garcia-Vazquez, Microplastics in seafood: Relative input of *Mytilus galloprovincialis* and table salt in mussel dishes. *Food Research International*, 2022. 153: p. 110973.
15. Palanisamy, S., B.C. Naidu, S. Venkatesh, L. Porayil, A.K. Balange and B.B. Nayak, Microplastic contamination in salt-cured fish and commercial sea salts: an emerging food safety threat in relation to UN Sustainable Development Goals (SDGs). *Environmental Science and Pollution Research*, 2024. 31(21): p. 30688-30702.

16. Nicole, W., Microplastics in seafood: How much are people eating? *Environmental Health Perspectives*, 2021. 129(3): p. 034001.
17. Hayder, M., M.M. Laan and A.P. van Wezel, Exposure to microplastics from food: Comparative analysis of food types and quantification techniques. *Journal of Hazardous Materials*, 2025: p. 140657.
18. Di Fiore, C. and P. Avino, Microplastics and nanoplastics in the human diet. *Nature Health*, 2026. 1(1): p. 48-57.
19. Food and Agriculture Organization (FAO), [Report]. Available at: <http://openknowledge.fao.org/items/14b07c0a-3b3e-42e6-b34d-44e990700a2f>
20. Zhang, Q., E.G. Xu, J. Li, Q. Chen, L. Ma and E.Y. Zeng, A review of microplastics in table salt, drinking water, and air: direct human exposure. *Environmental Science & Technology*, 2020. 54(7): p. 3740-3751.
21. Pirsahab, M., M. Nouri, T. Massahi, P. Makhdoumi, N.A. Baban and H. Hossini, Microplastics contamination in the most popular brands of Iranian sausages and evaluation of its human exposure. *Heliyon*, 2024. 10(14).
22. Bahrani, F., A. Mohammadi, S. Dobaradaran, G.E. De-la-Torre, H. Arfaeinia and B. Ramavandi, Occurrence of microplastics in edible tissues of livestock (cow and sheep). *Environmental Science and Pollution Research*, 2024. 31(14): p. 22145-22157.
23. Abedi, D., M.H. Niari, B. Ramavandi, G.E. De-la-Torre, G. Renner and T.C. Schmidt, Microplastics and phthalate esters in yogurt and buttermilk samples: characterization and health risk assessment. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*, 2025. 23(1): p. 14.
24. Hoseinzadeh, E., H. Hossini, P. Makhdoumi, P. Taha, S. Parsa and T. Massahi, Microplastics contamination in popular soft drinks and non-alcoholic beverages marketed in Iran: Quantity and characteristics. *Results in Engineering*, 2024. 24: p. 103158.
25. Soudavari, A., F. Barari, E. Ehsani, Z. Bonyadi and M. Davoudi, Occurrence and health risk assessment of microplastics in beverages and ice packs. *Scientific Reports*, 2025. 15(1): p. 23584.
26. Ahmadi, M., H. Hossini and M. Pirsahab, Microplastics and endocrine-disrupting byproducts (bisphenol A & phthalate esters) in popular infant formula brands in Iran; qualification, quantification and risk assessment. *Environmental Research*, 2025. 286: p. 122713.