Marine microbial biotechnology in the fight against the microplastic crisis: the role of biofilms and the complexities of microbial contamination

Mohammad Kamali -Seyedeh Zahra Seyedpour

Department of Microbiology, Lahijan Branch, Islamic Azad University, Lahijan, Iran.

Abstract

In recent years, researchers have paid increasing attention to newly emerging contaminants (CECs) in order to identify and eliminate them. Microplastics are known as one of the most important of these contaminants, which are widely present in aquatic environments and sediments with a size of less than 5 mm. These diverse particles arise from the decomposition of large plastic waste or primary sources such as pellets, fishing gear, synthetic textiles, cosmetic-hygiene products, and electronic equipment. The presence of microplastics in the bodies of aquatic animals has caused health concerns and the transfer of dangerous chemical pollutants. Microplastic biofilms also provide a platform for the accumulation of microorganisms, the horizontal transfer of antibiotic resistance genes, and the increase in their rate. Studies have shown that these biofilms can increase cell density and increase the rate of gene transfer by more than 19 times. The effects of biofilms depend on the type of polymer, size, concentration, and environmental conditions, and can limit the spread of resistance in some situations. Thus, emerging pollutants, especially microplastics, pose significant risks to human health and ecosystems by changing the environment and aquatic microbiomes. This review article analyzes the position of microplastics in emerging pollutants, emphasizing the need for further research and the development of effective management policies.

Keywords: Emerging pollutants, microplastics, biofilms, horizontal gene transfer, antibiotic resistance, aquatic ecosystem

زیست فناوری میکروبی دریا در نبرد با بحران میکروپلاستیک ها: نقش بیوفیلم ها و پیچیدگی های آلودگی های میکروبی

محمد کمالی - سیده زهرا سیدپور

گروه میکروبیولوژی،واحد لاهیجان،دانشگاه آزاد اسلامی،لاهیجان،ایران.

چکیده

در سال‌های اخیر توجه پژوهشگران به آلاینده‌های نوظهور (CECs) به منظور شناسایی و حذف آنها افزایش یافته است. میکروپلاستیک‌ها به‌عنوان یکی از مهم‌ترین این آلاینده‌ها شناخته شده‌اند که با اندازه کمتر از ۵ میلی‌متر در محیط‌های آبی و رسوبات حضور گسترده دارند. این ذرات متنوع از تجزیه زباله‌های پلاستیکی بزرگ یا منابع اولیه نظیر پلت‌ها، ابزار صیادی، منسوجات مصنوعی، محصولات آرایشی-بهداشتی و تجهیزات الکترونیکی ناشی می‌شوند. وجود میکروپلاستیک‌ها در بدن آبزیان موجب نگرانی‌های بهداشتی و انتقال آلاینده‌های شیمیایی خطرناک شده است. همچنین، بیوفیلم‌های میکروپلاستیکی بستری برای تجمع میکروارگانیسم‌ها، انتقال افقی ژن‌های مقاومت آنتی‌بیوتیکی و افزایش نرخ آن می‌باشند. مطالعات نشان داده‌اند که این بیوفیلم‌ها می‌توانند تراکم سلولی را افزایش داده و سرعت انتقال ژن‌ها را تا بیش از ۱۹ برابر بالا ببرند. تأثیرات بیوفیلم‌ها وابسته به نوع پلیمر، اندازه، غلظت و شرایط محیطی است و می‌تواند در برخی شرایط گسترش مقاومت را محدود کند. به این ترتیب، آلاینده‌های نوظهور به ویژه میکروپلاستیک‌ها با تغییرات زیست‌محیطی و میکروبیوم‌های آبی، خطرات قابل‌توجهی را برای سلامت انسان و اکوسیستم‌ها به همراه دارند. این مقاله مروری با تحلیل جایگاه میکروپلاستیک‌ها در آلاینده‌های نوظهور، بر ضرورت تحقیقات بیشتر و تدوین سیاست‌های مدیریتی مؤثر تأکید دارد.

کلیدواژه‌ها: آلاینده‌های نوظهور، میکروپلاستیک، بیوفیلم، انتقال افقی ژن، مقاومت آنتی‌بیوتیکی، اکوسیستم آبی

References:

1. Khoshnood, Zahra. "Assessment of Type, Distribution, Abundance, and Analytical Methods of Microplastic Pollution in Marine Environments." *Journal of Marine Medicine* 7.2 (2025): 119-125.

2. Azizollahi Aliabadi, Morteza, et al. "Microplastic-Microorganism Interaction in Marine Ecosystems." *Journal of Marine Medicine* 6.2 (2024): 132-144.

3. Jia, Jia, et al. "Biofilm formation on microplastics and interactions with antibiotics, antibiotic resistance genes and pathogens in aquatic environment." *Eco-Environment & Health* 3.4 (2024): 516-528.

4. Zhou, Yangyuan, et al. "Microplastic biofilms promote the horizontal transfer of antibiotic resistance genes in estuarine environments." *Marine Environmental Research* 202 (2024): 106777.

5. Wang, Huixiang, et al. "Microplastic biofilm: an important microniche that may accelerate the spread of antibiotic resistance genes via natural transformation." *Journal of hazardous materials* 459 (2023): 132085.

6. Wang, Xiaonan, Jiahao Li, and Xiangliang Pan. "How micro-/nano-plastics influence the horizontal transfer of antibiotic resistance genes-a review." *Science of the Total Environment* 944 (2024): 173881.