

میکروپلاستیک‌ها



گاهنامه

اندیشه سبز

"شماره پانزدهم"



Green Thought
Periodical



دانشگاه علوم پزشکی کرمان

صاحب امتیاز: کمیته تحقیقات دانشجویی
دانشکده پرستاری زرنده

مدیر مسئول: دکتر حکیمه مهدیزاده

سر دبیر: حانیه زعیم باشی

نویسنده : آسیه قادری

ویراستار: فائزه اسلامی

طراح : تکتیم اکبری

میکروپلاستیک چیست؟

میکرو پلاستیک‌ها، به ذرات ریز پلاستیکی با قطر کمتر از 5 میلی متر گفته می‌شود؛ که عمدتاً از تکه تکه شدن مواد پلاستیکی بزرگ‌تر، منسوجات، ساییدگی لاستیک‌ها، وسایل ماهی‌گیری و انتشار مستقیم محصولات حاوی میکروپلاستیک (مثل لوازم آرایشی) و فرآورده‌های مختلف صنعتی منشأ می‌گیرند. میکروپلاستیک‌ها بر اثر تجزیه مواد پلاستیکی در محیط‌ها می‌شوند. سازمان بهداشت جهانی بدلیل ماندگاری زیاد و خاصیت تجمع‌ی زیستی این ذرات، آنها را آلاینده نوظهور نامیده است.



انواع میکروپلاستیک‌ها

میکروپلاستیک‌ها به دو گروه اولیه و ثانویه تقسیم می‌شوند. میکروپلاستیک‌های اولیه در اندازه میکرومتر تولید شده و به محیط زیست وارد می‌شوند، میکروپلاستیک‌های اولیه در صنایع هوا فضا، پزشکی (به عنوان حامل دارو)، در لوازم آرایشی و بهداشتی و پاک‌کننده‌ها استفاده می‌شوند. اما میکرو پلاستیک‌های ثانویه حاصل

امروزه آلودگی میکروپلاستیک‌ها به یکی از مهم‌ترین چالش‌ها و نگرانی‌های زیست محیطی در دنیا تبدیل شده است. در قرن گذشته، تولید و مصرف مقادیر بالای مواد پلاستیکی از جمله پلی اتیلین (PE)، پلی‌استایرن (PS)، پلی پروپیلن (PP) و پلی ونیل کلراید (PVC)، به دلایلی همچون: ارزان بودن، سبک، قوی و مقاوم بودن در برابر خوردگی، موجب پخش بسیار زیاد این مواد به محیط زیست شده است. به طوری که تولید سالانه پلاستیک از 1/7 میلیون تن در سال 1950، به بیش از 350 میلیون تن در سال‌های اخیر رسیده است. مطالعات انجام شده گواهی آن است که هر ساله تقریباً 10 درصد از تولید سالانه یعنی حدود 8/5 میلیون تن پلاستیک (به عنوان زباله) وارد محیط‌های آبی به خصوص اقیانوس‌ها می‌شوند. تخمین زده می‌شود؛ تعداد ذرات میکروپلاستیک در اقیانوس‌ها و دریاها بیش از 5 تریلیون با وزنی حدود بیش از 250 هزار تن می‌باشد. امروزه تولید مواد پلاستیکی با رشد جمعیت و توسعه صنعت در جهان چندین برابر گشته است.

با توجه به نرخ رشد جمعیت در جهان و میزان مصرف فعلی تخمین زده می‌شود تا سال 2025 مقدار تولید پلاستیک نزدیک به 2 برابر گردد و تا سال 2050 به بیش از 3 برابرافزایش یابد.

تجزیه شدن و خرد شدن ماکروپلاستیک‌ها (با قطر بزرگتر از 20 میلی‌متر) در محیط‌های آبی و خشکی میباشند.

مزایای میکروپلاستیک‌ها

پلاستیک در جامعه امروزی مزایای بسیاری برای سلامت انسان و محیط زیست دارا می‌باشد؛ به عنوان مثال بسته بندی پلاستیکی باعث جلوگیری از هدر رفتن مواد غذایی و یا آلوده شدن آنها شده و در نتیجه موجب صرفه جویی در منابع می‌گردد؛ همچنین وزن سبک بسته بندی های پلاستیکی در مقایسه با سایر مواد نفتی یا مواد دیگر سبب کاهش تولید گازهای گلخانه ای ناشی از حمل و نقل میشود.

حضور میکروپلاستیک‌ها

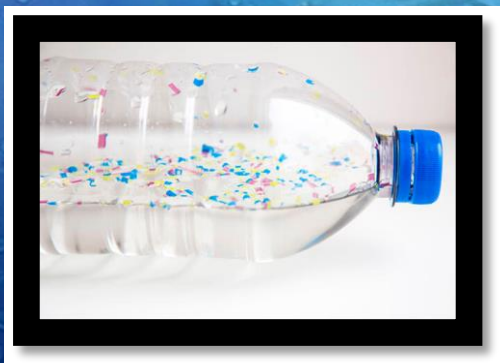
تقریباً میکروپلاستیک‌ها در همه ی نوشیدنی‌ها حضور دارند و منابع آلودگی آنها شامل بسته بندی بطری‌ها و سایش درب بطری در آب بطری میگردد، تصفیه ی آب و خطوط لوله در آب لوله کشی شده، فیلم پلاستیکی کشاورزی و استفاده از بسته بندی پلاستیکی در چای و شیر است بنابراین مسلماً حضور میکروپلاستیک‌ها در آب و انواع نوشیدنی‌ها اثرات نامطلوب بر روی سلامت انسان‌ها می‌گذارد.

منبع غالب میکروپلاستیک‌ها در بطری‌های یکبارمصرف شامل **PA, PP, PE, PET** گزارش شده است. نتایج هر دو مطالعه نشان داد که آلودگی اصلی از بسته بندی ناشی میشود؛ اما ممکن است در طول فرایند تولید هم رخ دهد.

میکروپلاستیک‌ها در بطری‌های شیشه ای نیز یافت میشوند که منشأ آن سایش درپوش پلاستیکی در برخورد با دهانه ی **بطری شیشه ای** گزارش شد.

وجود میکروپلاستیک در **نوشابه**‌ها هم عمدتاً به دلیل فرایندهای تولید بطری و استفاده از بسترهای کاربردی برای تولید مواد غذایی شامل قطعات و الیاف می‌باشد.

حضور میکروپلاستیک‌ها در آب لوله کشی هم ممکن است؛ خطوط به دلیل آلودگی منبع آب، فرایندهای تصفیه ی آب لوله کشی و بارش باران باشد.



میکروپلاستیک‌ها در شیر

به سبب کمیاب بودن داده های علمی و آماری، همچنین دشواری در جداسازی و اندازه گیری میکروپلاستیک‌ها در محصولات شیری، تعیین کمیت آنها را تا حد زیادی ناشناخته باقی گذاشته است. آلودگی شیر با میکروپلاستیک، ممکن است به دلیل تجهیزات فراوری نامناسب، شرایط تأمین آب و نگهداری نامناسب، منبع آب مورد استفاده در فرایندهای تولید و فراوری و بسته بندی شیر رخ دهد. همچنین استفاده از کیسه های پلاستیکی برای بسته بندی محصولات شیر و شیر مادر در

مناسبی برای تجمع ترکیبات آلی مقاوم مانند انواع PCB و فلزات سنگین را فراهم آورند.

غذاهای دریایی و ماهی‌ها، یکی از مهم‌ترین منابع غذایی می‌باشند و منبع خوبی از مواد مغذی از جمله ویتامین‌ها، مواد معدنی و اسید چرب امگا 3 هستند؛ اما از طرفی یکی از مهم‌ترین منابع مواجهه انسان‌ها با میکروپلاستیک‌ها نیز می‌باشند.

میکروپلاستیک‌ها عمدتاً توسط ماهیان بلعیده شده و بعد از مصرف ماهی توسط انسان، وارد زنجیره غذایی می‌شوند و مواد شیمیایی که موقع ساخت به آن‌ها اضافه شده است، از این پلاستیک‌ها خارج می‌شوند و ورود این مواد شیمیایی به زنجیره غذایی انسان تهدیدی خطرناک برای سلامت انسان‌ها محسوب می‌شود.



راه‌های انتقال میکروپلاستیک‌ها در بدن و اثرات آنها

میکروپلاستیک‌های آب آشامیدنی و نمک خوراکی از طریق دستگاه گوارش وارد بدن انسان می‌شوند، اما میکروپلاستیک‌های موجود در هوا نیز از سیستم‌های گوارشی و تنفسی وارد بدن انسان‌ها می‌شوند، به طوری که میکروپلاستیک‌های معلق را می‌توان استنشاق کرد و میکروپلاستیک‌های رسوب کرده می‌توانند از طریق تماس دست با دهان به ویژه برای کودکان بلعیده شوند.

کیسه‌های نگهداری شیر در شرایط غیرمناسب، ذخیره‌ی پلاستیکی یا ارائه‌ی شیر به نوزادان در بطری‌های تغذیه‌ی پلاستیکی، می‌تواند به آلودگی شیر به این میکروپلاستیک‌ها منجر گردد.

امروزه حضور میکروپلاستیک‌ها در بسیاری از مواد و محصولات غذایی نظیر نمک‌ها و شکرهای خوراکی، مواد غذایی فراوری شده و بسته‌بندی شده، ظروف و لیوان‌های یک‌بار مصرف پلاستیکی، بطری‌های آب معدنی و لیوان‌های یک‌بار مصرف کاغذی در مطالعات مختلف گزارش شده است.

با این اوصاف متوجه می‌شویم که میکروپلاستیک‌ها با زندگی فعلی مردم در سراسر جهان آمیخته گشته و مسلماً اثرات ناخوشایندی بر روی سلامت محیط زیست و به طبع بر روی سلامت انسان‌ها نیز دارد.

میکروپلاستیک‌ها چه زیان‌هایی را در اکوسیستم‌های آبی ایجاد می‌کنند؟

آلودگی میکروپلاستیک‌ها در اکوسیستم‌های آبی نگرانی‌های جهانی را برانگیخته؛ میکروپلاستیک‌ها به دلیل وزن سبک و پایداری به وفور یافت می‌شوند و همچنین به دلیل ویژگی منحصر به فرد خودشان مانند ماندگاری بالایی که در طبیعت دارند، نقش مهمی در آلودگی اکوسیستم‌های دریایی و آب شیرین دارند و در مقادیر مختلف در اکوسیستم‌های آبی سراسر جهان توزیع شده‌اند که همین امر باعث نگرانی جهانی شده است. این آلاینده‌ها با توجه به ابعاد کوچک و شباهتشان به مواد غذایی، به اشتباه توسط آبزیان تغذیه شده و می‌توانند بستر

آلودگی سیستم گوارشی و روده با میکروپلاستیک‌ها خطر انتشار به سایر مناطق بدن را به همراه می‌آورد؛ آندوسیتوز و جذب، دو مورد از رایج‌ترین مکانیسم‌های انتشار میکروپلاستیک‌ها به بافت‌های مختلف بدن به شمار می‌روند.



سرنوشت میکروپلاستیک‌ها پس از بلع توسط موجودات آبی شامل موارد ذیل می‌باشد:

✚ از دستگاه گوارش عبور کرده و سرانجام دفع شوند.

✚ در دستگاه گوارش باقی مانده و سبب خراشیدگی و آسیب آن شوند.

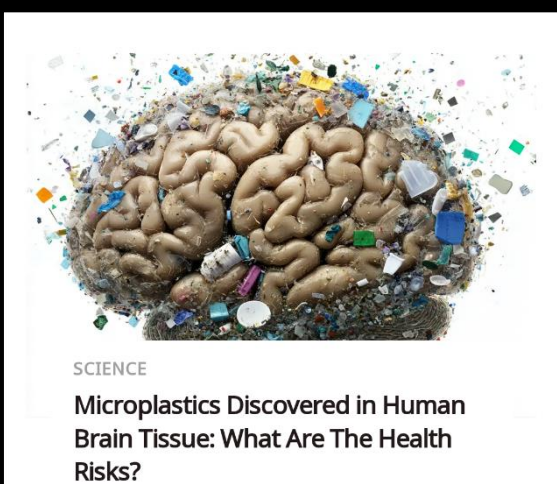
✚ در غلظت‌های بالا توانایی ورود به سیستم گردش خون دارند.

✚ الیاف مصنوعی قادر به انسداد اندام‌ها و جلوگیری از تغذیه موجود می‌باشند.

علاوه بر این میکروپلاستیک‌ها می‌توانند به پوست ماهی چسبیده یا به بافت‌های دیگر مانند آبشش، کبد و عضله منتقل شوند. همچنین می‌توانند بر رشد، بقاء، باروری و میزان تولید مثل تأثیر بگذارند.

ثابت شده است که میکروپلاستیک‌ها می‌توانند از طریق سلول‌های زنده به سیستم گردش خون و یا لنفاوی منتقل شوند که منجر به انتشار آن‌ها در کل بدن می‌شود.

نانو پلاستیک‌ها قادر به ایجاد سمیت و اختلال در فعالیت متابولیک در انواع سلول‌های مغزی به دلیل سطح بالای مواد شیمیایی زیست فعال می‌باشند. قرار گرفتن در معرض میکروپلاستیک‌ها باعث افزایش فعالیت آنزیم استیل کولین استراز (ACHE) در مغز و تغییر در انتقال دهنده‌های عصبی می‌شود.



SCIENCE

Microplastics Discovered in Human Brain Tissue: What Are The Health Risks?

جذب میکروپلاستیک‌ها

میکروپلاستیک‌های بزرگتر از 150 میکرومتر از طریق روده جذب نمی‌شوند، اما طبق بررسی‌ها ذرات کوچک‌تر از 150 میکرومتر می‌توانند از طریق روده به درون لنف و گردش خون وارد شوند. همچنین احتمال جذب میکروپلاستیک‌هایی به اندازه 20 میکرومتر و کوچک‌تر در بعضی از اندام‌ها مشاهده شده است. اما ذرات در ابعاد نانو یعنی کمتر از 0/1 میکرون می‌توانند در همه اندام‌ها نفوذ کرده و حتی از سد خونی مغزی عبور کنند.

داده های موجود نشان می‌دهند 20 ذره پلاستیکی عمدتاً PE و PP در اندازه‌های 5 تا 500 میلی‌متر در هر 10 گرم مدفوع انسان وجود دارد و در واقع سیستم دفع انسان باید مسئول حذف 90 درصد میکرو و نانو پلاستیک‌های بلعیده شده باشد.



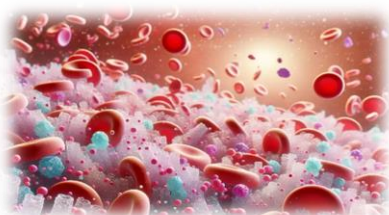
گزارشات نشان می‌دهد که میکروپلاستیک‌ها بر اساس پراکندگی و واکنش انسانی پس از مواجهه، پاسخ‌های ایمنی سیستمیک یا موضعی ایجاد می‌کنند. همچنین میکروپلاستیک‌ها می‌توانند منجر به آسیب سیستم ایمنی و اختلالات خود ایمنی به خصوص در افراد آسیب‌پذیر و حساس می‌شود.

- آسیب مزمن و تحریک نادرست سلول‌های ایمنی احتمال دارد به اختلالات خود ایمنی ناشی از میکروپلاستیک‌ها کمک کنند.
- آنتی‌بادی‌ها علیه خود آنتی‌ژن‌ها به عنوان نتیجه این زنجیره از رویدادها تولید می‌شوند.
- میکروپلاستیک‌ها توانایی پتانسیل تغییر عملکرد ایمونولوژیک انسان را دارند البته این نیاز به مطالعات بیشتر در مورد اثرات بر سیستم ایمنی بدن انسان می‌باشد.

- علاوه بر این قرار گرفتن در معرض میکروپلاستیک‌ها می‌تواند با بیماری روماتیسمی خود ایمنی و لوپوس اریتماتوس سیستمیک مرتبط باشد.
- طبق مطالعه Prata، التهاب و تحریک طولانی مدت ناشی از مصرف میکروپلاستیک‌ها ممکن است با ایجاد آسیب به DNA باعث ایجاد سرطان شود.

- میکروپلاستیک‌هایی که از طریق تنفس وارد بدن می‌شوند می‌توانند به عمق ریه نفوذ کنند. ناحیه انتهایی ریه انسان دارای یک سطح وسیعی از آلوئول‌ها یا حبابچه‌های هوایی است و میکرو یا نانوپلاستیک‌ها می‌توانند با نفوذ به عمق ریه و از طریق این حبابچه‌های هوایی، به جریان خون راه پیدا کنند و به تمام بدن انسان منتقل شوند.

- ذرات پلی‌استایرن با اندازه 50 نانومتر می‌توانند منجر به اثرات ژنوتوکسیک و سیتوتوکسیک بر روی سلول‌های اپیتلیال ریوی و ماکروفاژها شوند. پاسخ به ذرات استنشاقی بسته به تفاوت در متابولیسم و حساسیت افراد، ممکن است به صورت واکنش‌های فوری برونشیت (شبه آسم)، فیبروز ریه، ذات‌الریه مزمن، تغییرات التهابی و فیبروتیک در بافت برونش خود را نشان دهند.



علاوه بر پایداری زیستی میکروپلاستیک‌ها، اندازه الیاف در سمیت آن‌ها تأثیر دارد، به عنوان مثال الیاف 15-20 میکرومتر را نمی‌توان با موفقیت از طریق ماکروفاژها از ریه‌ها خارج کرد. علاوه بر این، میکروپلاستیک‌های پلی‌استایرن با اندازه کوچکتر (کمتر از 20 میکرومتر) باعث توانایی توقف چرخه سلولی و تغییر بیان ژن و پروتئین مرتبط با چرخه سلولی می‌شوند. همچنین میکروارگانیزم‌ها به منظور محافظت در برابر اشعه ماورابنفش به سطوح میکروپلاستیک متصل می‌شوند و به ریه می‌رسند و به تهدید دیگری برای سلامت انسان تبدیل می‌گردد.

راه‌های نفوذ میکروپلاستیک‌ها

میکروپلاستیک‌ها از راه‌های مختلفی مانند فاضلاب صنعتی، فاضلاب خانگی، فعالیت کشتی‌ها در اقیانوس‌ها، صنعت گردشگری و فعالیت کارگاه‌های صنعتی در مجاورت رودخانه‌ها وارد محیط آبی می‌شوند. به طور کلی سرنوشت میکروپلاستیک در محیط آب به وزن مخصوص آن بستگی دارد. بدین گونه که پلاستیک‌های با وزن مخصوص بیش از آب دریا در بستر دریا ته‌نشین می‌شوند و بر سطح رسوبات بستر نهشته می‌گردند، در حالی که ذرات با وزن مخصوص کمتر از آب دریا در سطح یا لایه‌های میانی آب شناور باقی می‌مانند. با این وجود، عواملی مانند ورودی‌های آب شیرین، طوفان‌ها و تشکیل بیوفیلم می‌تواند منجر به اختلاط عمودی این قطعات میکروپلاستیک شود. پلاستیک می‌تواند تحت انواع مختلفی از تجزیه شامل تجزیه زیستی، تجزیه نوری، حرارتی، مکانیکی، اکسیداتیو و هیدرولیز قرار گیرد. سپس

محصولات تجزیه شده می‌توانند در اندازه میکرو یا حتی در اندازه نانو باشند. این قطعات می‌توانند تحت تجزیه بیشتری واقع شوند که در آن کربن موجود در ماتریکس به دی‌اکسید کربن تبدیل شده و به زیست توده ملحق می‌شود. اما از آنجایی که برای مدت زمان طولانی در اکوسیستم باقی می‌مانند، از دیدگاه محققان، این مواد به راحتی زیست تخریب پذیر نمی‌باشند. زمان مورد نیاز برای تجزیه کامل (معدنی کردن) میکروپلاستیک‌ها حدود صدها تا هزاران سال تخمین زده می‌شود.



حذف میکروپلاستیک‌ها و راهکارهای مدیریتی

- 1) برای حذف این میکروپلاستیک‌ها بهترین روش کاهش مصرف این گونه مواد می‌باشد.
- 2) در ادامه می‌توان از سیستم تصفیه استفاده کرد که در هر کشوری این مقادیر حذف متفاوت می‌باشد.
- 3) استفاده از پلاستیک‌های سبز قابل تجدید پذیر می‌تواند یک راهکار دیگر برای کاهش مصرف اینگونه مواد باشد.
- 4) بهره بردن از کیسه‌های پارچه‌ای تجدید پذیر هم می‌تواند از ماندگاری این میکروپلاستیک‌ها کم کند.

5) استفاده از نانوذرات با خاصیت

فتوکاتالیستی میتواند یک راهکار مفید دیگر باشد؛ به طور مثال به دلیل سازگاری این گونه مواد خصوصاً دی اکسید تیتانیوم و اکسید روی با اکثر ماتریکس های پلیمری، استفاده از آنها میتواند خصوصیات کاربردی پلیمرها را در بسته بندی مواد غذایی بهبود بخشد. به طور کلی در حال حاضر هیچ راهی برای حذف میکروپلاستیک ها وجود ندارد اما میتوان به آموزش و آگاهی به افراد از بهره بردن اینگونه مواد کاست و محدودیت قائل شد؛ مشارکت عمومی و سیاست های موثر میتواند گامی عظیم در کاهش این مواد باشند.

ایجاد پاسخ های التهابی غیر طبیعی، و مشکلات ریوی داشته باشند.

بنابراین پیشنهاد می شود با مدیریت صحیح در حوزه پلاستیک و میکروپلاستیک ها از طریق محدود کردن مصرف محصولات پلاستیکی یکبار مصرف، افزایش مسئولیت پذیری در تولیدکنندگان، ارتقاء استانداردها و همکاری های بین المللی و آموزش و افزایش آگاهی عمومی، میزان مواجهه با میکروپلاستیک ها از طریق مصرف آب آشامیدنی، هوا و سیستم تنفس و همچنین مواد غذایی کاهش یابد.

نتیجه گیری

بر اساس مطالعات ، میکروپلاستیک ها دسته ای از آلاینده های زیست محیطی هستند که از طریق صنایع و فعالیت های شهری، فاضلاب های صنعتی و خانگی، نشت از کشتی ها، حمل و نقل وارد محیط های آبی می شوند و مقدار آنها روز به روز در حال افزایش است.

ماهی ها به عنوان منبع اصلی پروتئین برای انسان، میکروپلاستیک ها را به اشتباه به عنوان غذا مصرف می کنند که باعث آسیب داخلی به ویژه بر سیستم گوارش این جانوران می گردد. میکروپلاستیک ها از طریق مصرف ماهی و یا مواجهه از طریق تنفس و بلع مواد غذایی وارد بدن انسان می شوند که می تواند اثراتی از جمله خراشیدگی و آسیب دستگاه گوارش، ورود به سیستم گردش خون، انسداد اندام ها از جمله روده، اختلال در سیستم ایمنی و

8. رجبی. میکروپلاستیک‌ها؛ ذرات کوچک با اثرات بزرگ. نشریه دانشجویی زیست سپهر. 2023;16(1):35-45.

9. Prata JC, Da Costa JP, Lopes I, Duarte AC, Rocha-Santos T. Environmental exposure to microplastics: An overview on possible human health effects. *Science of the total environment*. 2020;702:134455

1. Ghattavi K, Naji A. Assessment of microplastics in the gastrointestinal tract of some fish caught for human consumption in Bandar Abbas, the Persian Gulf. *Iranian Journal of Health and Environment*. 2019;12(3):449-60

2. Jabbari A, Zazouli M-A, Hashempour Y. Investigating the Presence of Microplastics as an Emerging Contaminant in Water and Various Beverages: A Review Study. *Journal of health research in community*. 2024;10(2):85-96

3. شعبانلو ح, صفاری بیدهندی س, علی بیگی ط, مومنی ف. آلودگی و مخاطرات زیست محیطی میکروپلاستیک و راهکارهای کاهش آن در اکوسیستم‌های آبی. *مجله آبریان دریای خزر*. 2023;7(پاییز و زمستان):1401-27-36.

4. صمدی ا, نصرتی ک, دهبندی ر. تاثیر میکروپلاستیک بر برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک. *تحقیقات آب و خاک ایران*. 2025:-.

5. کریمی ش, کلاه چی ز, مروری بر منابع ورودی میکروپلاستیک به خاک و اثرات آن بر سلامت خاک. *مدیریت اراضی*. 2023;11(2):63-249.

6. لیاقی ع, کشیری ح, شیرنگی سآ, قلی زاده م, ابرقویی ص. اثرات وابسته به اندازه و غلظت میکروپلاستیک پلی‌استایرن بر ژن‌های آنتی‌اکسیدانی و ایمنی ماهی کاراس طلایی (*Carasius auratus*). *مجله بهره برداری و پرورش آبریان*. 2022;11(4):21-109.

7. محمدی الموتی م, شهابی قهفرخی ا, شاطریان م. مدیریت پسماندهای پلاستیکی مواد بسته بندی با استفاده از فوتوکاتالیست ها. *علوم و فنون بسته‌بندی*. 2020;11(42):79-68.