Archive Of SID

پیامدهای انباشتگی پلاستیکی در دریاها و اقیانوس‌ها برروی موجودات دریایی– اقیانوسی و در سطح سلولی

دکتر مهران صفایی[1]

چکیده

این مقاله به بررسی پیامدهای مضرر ناشی از ازدیاد و انباشتگی ترکیبات پلاستیکی در دریاها و اقیانوس‌ها برروی موجودات دریایی- اقیانوسی و در سطوح سلولی و درون سلولی می‌پردازد. نزدیک به ۸۰ درصد آلودگی دریایی و اقیانوسی در سطح جهان دارای منشع در خشگی هستند و حدود ۶۰ تا ۹۵ درصد از محتوای این آلودگی‌ها و دبریس‌ها از جنس پلاستیک می‌باشند بنابراین تقریباً اکثریت زباله‌های پلاستیکی رها شده نهایتاً به دریاها می‌رسند و توسط جریانات گردابی دریایی به اقیانوس‌ها منتقل می‌یابند و سرانجام تحت جریانات قوی ورتکس وار اقیانوسی در قسمت‌های مرکزی اقیانوس‌ها معروف به لکه‌های آشغالی متراکم و متمرکز می‌گردنند. توده‌های پلاستیکی در لکه عظیم فوق و سایر مناطق دریایی باعث پر کردن معده پرندگان دریایی و ایجاد سندرم گرسنگی در آنها، پدیده خفگی در ماهیان و انسداد مجاری تنفسی و مرگ لاک‌پشت‌ها دریایی می‌شوند. دبریس‌ها و پلیت‌ها ریزه پلاستیکی معلق دریایی و اقیانوسی دارای ظرفیت جذب و تراکم این سموم همانند ترکیبات بی فنل‌های پلی کلره (PCBs) و دی دی ای (DDE) و سایر آلودگی‌های هیدروفوبیک تا حدود یک میلیون بار به خود را در مقایسه با غلظت متداول این سموم و آلودگی‌های هیدروفوبیک در آب دریایی و اقیانوسی دارند. با اطلاع‌رسانی مؤثر و عمومی در مورد پیامدهای مضرر ناشی از گسترش بی رویه پسمانده‌های پلاستیکی به محیط زیست پیرامون در وسایل ارتباط جمعی می‌تواند با بالا بردن دانش اکثریت مردم و میزان مشارکت آنها در جهت پایش و ممانعت از مصرف افراطی از محصولات پلاستیکی در جامعه و کاهش میزان دفع این محصولات افزایش داد.

کلیدواژگان: پلاستیک، انباشتگی، دریاها، اقیانوس، درون سلولی، خلیج فارس، مسمومیت.

۱- استادیار در موسسه ملی اقیانوس‌شناسی

www.SID.ir

Archive Of SID

مقدمه

اکثریت جمعیت جهان در حالی در جوار سواحل دریاها و اقیانوسها جهت سکونت و مسافرت تجمع می‌یابند که بزودی با سیلابی از آشغال‌ها و زباله‌های پلاستیکی در دریاها و اقیانوسها مواجه خواهند شد. تنها در سال ۲۰۰۸ میلادی میزان مصارف پلاستیک در سرتاسر جهان حدود ۲۶۰ میلیون تن تخمین زده شد. پلاستیک موادی چند منظوره، سبک، انعطاف‌پذیر، محکم، ارزان و مقاوم به آب می‌باشند. بخاطر این ویژگی‌هاست که بشر در سرتاسر جهان تمایل زیادی به مصرف انواع محصولات پلاستیکی دارد اما دوام و آهسته بودن روند تجزیه‌پذیری پسمانده‌های پلاستیکی باعث به خطر انداختن روند طبیعت در آینده خواهد شد. در هر بازدید اجمالی به سواحل داخل کشور و یا سایر نقاط جهان گستردگی پسمانده پلاستیکی موجبات شگفتی را فراهم می‌سازد همینطور آمارها نیز دال بر روند روبه افزون انباشتگی زباله‌های پلاستیکی در سرتاسر جهان دارند. اینها شامل تن‌ها دبریس‌های پلاستیکی به اندازه‌های متغیر همانند کانتینرهای بزرگ تورهای ماهیگیری تا پلیت‌ها و ذرات میکروسکوپی پلاستیکی هستند که هر ساله در هر مکان باعث آلودگی زمین‌ها رودخانه‌ها سواحل اقیانوس‌ها و دریاها می‌شوند. در سال ۲۰۰۸ میلادی تنها در ژاپن حدوداً ۱۵۰۰۰۰ تن دبریس پلاستیک دریایی به سواحل آن کشور تخلیه گردید و در کشور هند حدوداً روزانه به میزان ۳۰۰ تن دبریس پلاستیکی در سال ۲۰۰۸ میلادی به سواحل آن کشور وارد شد.

گستردگی جغرافیایی آلودگی و انباشتگی مواد پلاستیک

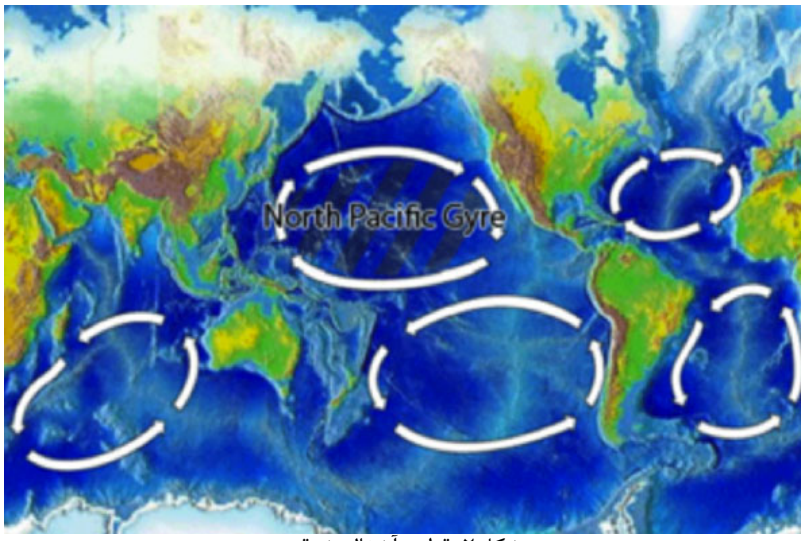
متخصصین سازمان ملل در مورد آلودگی دریاها و اقیانوس‌ها تخمین می‌زنند که نزدیک به ۸۰ درصد آلودگی دریایی و اقیانوسی در سطح جهان دارای منشع در خشگی هستند و حدود ۶۰ تا ۹۵ درصد از محتوای این آلودگی‌ها و دبریس‌ها از جنس پلاستیک می‌باشند (شکل۱)

شکل۱ : سیلابی از آشغال‌ها و زباله‌های پلاستیکی در دریاها

www.SID.ir

Archive Of SID

بنابراین تقریباً اکثریت زباله‌های پلاستیکی رها شده نهایتاً به دریاها می‌رسند و توسط جریانات گردابی دریایی به اقیانوس‌ها منتقل می‌یابند و سرانجام تحت جریانات قوی ورتکس وار اقیانوسی در قسمت‌های مرکزی اقیانوس‌ها معروف به لکه‌های آشغالی(Garbag Patch) متراکم و متمرکز می‌گردنند به عنوان نمونه دسته‌های چتر، خودکارها، چوب‌های بستنی و مسواک‌ها جزئی از اشیایی هستند که در تقریباً ۱۳ میلیون کیلومتر مربع مساحت بشکل لکه سوپی متراکم و شناور برروی قسمتی از اقیانوس پاسفیک معروف به "قطعه آشغال شرقی" (Eastern Garbage Patch) یافت می‌شوند(Derraik, J.G.B. *et al.*, 2002: 842-843) که ابتدا آن در فاصله ۸۰۰ کیلومتری ایالت کالیفرنیا می‌باشد (شکل۲) (Moore,S. L., *et al.,* 2001b: 244-245).

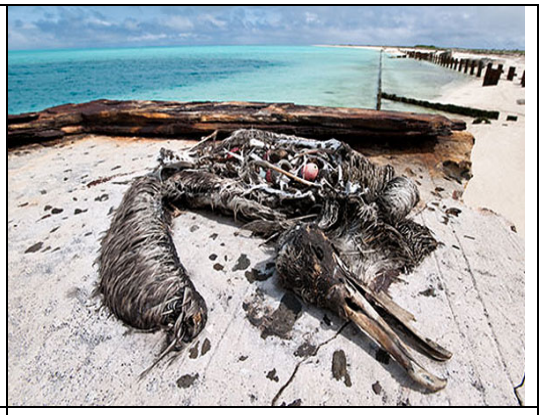


شکل۲: قطعه آشغال شرقی

اکثریت این آشغال‌ها از سواحل آسیایی و آمریکایی توسط جریان‌های اقیانوسی و دریایی مکیده شده و سپس بصورت آوار پلاستیکی تجمع یافته غیر قابل تجزیه و درحال گسترش و محتملا بزرگتر از سطح ایالات المتحده شناور می‌باشند که نهایتاً در دریاها در اثر عوامل مکانیکی به دبریس‌ها و ریزه‌های پلاستیکی تبدیل می‌شوند(Thompson R.C.*et al*, 2004: 305-516). دانشمندان مدتها ست که معتقد هستند که توده‌های پلاستیکی در لکه عظیم فوق و سایر مناطق دریایی باعث پر کردن معده پرندگان دریایی (شکل۳) و ایجاد سندرم گرسنگی در آنها، پدیده خفگی در ماهیان و انسداد مجاری تنفسی و مرگ لاک‌پشت‌ها دریایی می‌شوند (شکل ۴) (Moore C. J. *et al*., 2001a : 1299-1300).

www.SID.ir

Archive Of SID



شکل ۳: پر کردن معده پرندگان دریایی با پسمانده پلاستیکی

شکل ۴: انسداد مجاری تنفسی و مرگ لاک‌پشت‌ها دریایی با پسمانده پلاستیکی

تأثیرات برروی موجودات زنده

در برخی از سواحل همانند میدوی آتول (Midway Atoll) در اقیانوس پاسفیک میزان انباشتگی پسمانده‌ها و دبریس‌های پلاستیکی از اقیانوس به سواحل آنجا در حدی است که پرندگان دریایی این سواحل به اشتباه بجای دانه‌های غذایی از ذرات پلاستیکی به رنگ سرخ صورتی قهوه‌ای و یا آبی تغذیه می‌کنند بطوریکه تخمین زده می‌شود که حدود ۱،۵ میلیون پرندگان لایزسان آلباتروآز (Laysan Albatrosses) ساکن در میدوی آتول حامل قطعات پلاستیکی در دستگاه گوارشی خود هستند و سالیانه حدود یک سوم از جوجه‌های آنها در اثر انسداد دستگاه گوارشی با پلاستیک می‌میرند. بغیر از پرندگان، آلودگی پلاستیکی زندگی بسیاری از موجودات دریایی و اقیانوسی دیگر همانند وال‌ها، شیرها دریایی و موجودات میکروسکوپی از جمله زئوپلانکتون‌ها در سواحل و فراسواحل در سرتاسر جهان تحت تأثیر قرار داده است (Japan Coast Guard, 2003; Report of marine pollution surveys No. 29). در گزارشی در سال ۲۰۰۶ میلادی گروه سبز اعلام نموده اند که حداقل ۲۶۷ گونه‌های مختلف جانوری در اثر بلعیدن و مواجه با دبریس‌های پلاستیکی در اکوسیستم‌ها دچار مشکلات گوارشی و تغذیه‌ای می‌باشند همینطور بر اساس گزارش سازمان مطالعات جوی و اقیانوسی سالیانه حدوداً ۱۰۰۰۰۰ عدد پستاندار و میلیون‌ها پرنده و ماهیان دریایی و اقیانوسی بعلت انباشتگی دبریس‌های پلاستیکی در سرتاسر جهان می‌میرند (Saido *et al*, 2009: presented March 23 at an American Chemical Society meeting in San Francisco).

www.SID.ir

Archive Of SID

اثرات درون سلولی و مکانیسم مسمومیت

آنچه امروز مشهود می‌باشد آنست که این ریزه‌های پلاستیکی در اقیانوس‌های با مجاورت با آلودگی‌های موجود در آبهای اقیانوسی آنها را جذب کرده و باعث تشدید سمی‌تر شدن آنها و خودشان می‌گردنند. براساس تعدادی از مطالعات اخیر، دبریس‌ها و ریزه‌های پلاستیکی موجود در دریا و اقیانوس همانند اسفنجی تعدادی از مواد شیمیایی مضرر شناور در آبهای دریایی و اقیانوسی جذب کرده و باعث متراکم تر شدن این ترکیبات در حجمی بسیار کوچک می‌گردنند که در این حالت سمی‌تر و تهدیدکننده تر برای موجودات زنده و خصوصاً انواع دریایی و اقیانوسی می‌باشند. قسمت اعظمی از این آشغال‌های شناور دریایی که سالیانه به اکوسیستمهای دریایی و اقیانوسی اضافه می‌گردد معمولا بصورت پلیت‌های پلاستیکی ریز کهربایی تا قهوه‌ای به اندازه ۱ تا ۵ میلیمتر در سرتاسر اقیانوس‌ها و دریاها و سواحل دنیا یافت می‌شوند که معادل ۸ درصد از تولید نفت سالیانه جهانی و یا معادل ۲۶۰ میلیون تن مواد خام و اولیه برای تولید سالیانه پلاستیک در جهان می‌باشند. در سال ۲۰۰۱ میلادی یاکی ماتو و همکاران (Mato, Y. *et al*., 2001: 318-320) از تحقیقات انجام شده برای نخستین بار نتیجه گرفتند که ریزه‌های پلاستیکی مشابه و ظاهرا غیر مضرر مورد استفاده در درون اسباب بازی‌ها و عروسک‌ها قادر به جذب گسترده‌ای از انواع پاپس‌ها (persistent organic pollutants) (POPs) هستند. در مقاله سال ۲۰۰۱ میلادی او و همکارانش خصوصاً بروی بی فنل‌های پلی کلره (PCBs) که یک گروه از مواد شیمیایی بسیار خطرناک و دی دی ای (DDE) ماده تجزیه شده از حشره کش دی دی ت (DDT) تحقیق نموده بودند. در حالیکه در حال حاضر تولید بی فنل‌های پلی کلره (PCBs) بطور جهانی منع شده است و استفاده از حشره کش دی دی ت (DDT) در سرتاسر دنیا محدود شده است (Farrington, J.W. et al., 1983) اما قسمت اعظم هیچیک از این دسته از ترکیبات موجود در محیط‌های زیستی هنوز تجزیه نشده است و همینطور نیز در آبهای دریایی و اقیانوسی یافت می‌شوند بعلاوه این سموم بصورت تجمع یافته در بستر دریاها و اقیانوس‌ها ته نشین شده اند که در جریان اوج طوفان‌های دریایی و اقیانوسی این سموم ته نشین شده مجددا به سطوح بالاتر آب منتقل می‌گردنند که موجبات جذب آنها توسط دبریس‌ها و ریزه‌های پلاستیکی معلق بر روی آبهای دریایی و اقیانوسی فراهم می‌گردند (Endo S., 2005: 1109-1112). ثابت گردیده که هر دو دسته ترکیبات بی فنل‌های پلی کلره (PCBs) و دی دی ای (DDE) به عنوان عوامل اخلال کننده برای سیستم‌های هورمونی و غدد ترشحی حساس درونی موجودات زنده محسوب می‌شوند لذا در حضور این سموم بسیاری از مکانسیم‌های طبیعی هورمونی و کنترلی بدن موجودات زنده و انسان همانند تولید انسولین، فرآینده‌های مختلف متابولیکی و یا فرآینده تکامل جنسی مهار و یا

www.SID.ir

Archive Of SID

دچار اختلال می‌گردنند (Murata, 1999: pp305-307). در تحقیقات بعدی، یاکی ماتو و همکاران (Mato,Y., 2002: pp 416-418) نشان داده اند که محتویات آشغالی لکه‌های اقیانوسی و دریایی خصوصاً دبریس‌ها و پلیت‌ها ریزه پلاستیکی می‌توانند همچون یک مگنت قوی این سموم خطرناک را به خود جذب نمایند و این بدین دلیل است که سمومی مانند ترکیبات بی فنل‌های پلی کلره (PCBs) و دی دی ای (DDE) بسیار هیدروفوبیک می‌باشند و بنابر این دارای میل ترکیبی و کشش بسیار زیاد برای محصولات نفتی همانند دبریس‌ها و پلیت‌ها ریزه پلاستیکی ذکر شده هستند بطوریکه این دبریس‌ها و پلیت‌ها ریزه پلاستیکی معلق دریایی و اقیانوسی دارای ظرفیت جذب و تراکم این سموم و سایر آلودگی‌های هیدروفوبیک تا حدود یک میلیون بار به خود را در مقایسه با غلظت متداول این سموم و آلودگی‌های هیدروفوبیک در آب دریایی و اقیانوسی دارند. چونکه این دبریس‌ها و پلیت‌ها ریزه پلاستیکی معلق دریایی و اقیانوسی ماحصل فرآینده خورده شدن طیف وسیعی و بیشماری از محصولات پلاستیکی رها شده به محیط‌های زیستی از جمله تورهای ماهی گیری، پلاستیک‌های مصرفی در اسباب بازی‌ها، کیسه‌های پلاستیکی خرید، سایر ظروف یک باره مصرف و غیره خصوصاً در دریاها و اقیانوس‌ها می‌باشند. جنبه‌های مضرر دیگری از انباشتگی پسمانده‌های پلاستیکی دراقیانوس‌ها ودریاها را سایدو و همکاران (Saido *et al*, 2009: presented March 23 at an American Chemical Society meeting in San Francisco) در سال ۲۰۰۹ میلادی در انجمن ملی آمریکا گزارش کردند که مطالعات آنها دلالت بر آن دارد که در شرایط آب دریایی و اقیانوسی و درجه پایین دمایی از تن‌ها ضایعات پلاستیکی موجود مقادیر قابل توجه‌ای مواد سمی به نام‌های بیس فنل آ (bisphenol A) و پی اس اولیگومر (PS oligomer) آزاد و به آب دریاها و اقیانوس‌ها رها می‌شوند این‌ها مواد شیمیایی سمی هستند و پس از ورود به بدن موجودات زنده هضم شده و سپس در مکانیسمهای متابولیکی بدن وارد گشته و آنها را تحت تأثیر قرار می‌دهند. تامسون و همکاران (Thompson *et al.*, 2005: 1117)نیز تاکنون مقادیر قابل توجه‌ای از ذرات پلاستیکی در نمونه‌های آبهای جمع آوری شده از سواحل و آبهای دریایی –اقیانوسی از اروپا، آمریکا، استرالیا، آفریقا و قطب جنوب گزارش نموده اند که قطر آنها کمتر از موی سر انسان هستند و برخی از آنها با چشم مسلح قابل رویت نمی‌باشند و به اشک‌های میرآمید(mermaids tears) مشهور هستند با این وجود، اینها نیز براحتی در سیستم‌های موجود در طبیعت پروسه و تجزیه نمی‌شوند و تنها تا مدت‌ها بصورت معلق در آبهای دریایی- اقیانوسی سرگردان می‌باشند تا نهایتاً توسط جانوران دریایی و زئوپلانکتون‌ها بعلت شباهت ظاهری با دینوفلاژل‌ها بلعیده شوند.

www.SID.ir

Archive Of SID

به خطر انداختن چرخه غذایی

پس از بلعیده این ذرات پلاستیکی توسط گروهی از موجودات دریایی زئوپلانکتون‌ها که شامل روتی فایرها(rotifers)، کوپه‌پودها(copepods)، کی‌ریل‌ها(krill) و لاروهای می‌شوند آلودگی و مسمومیت درون سلولی در سطح میکروسکوپی آغاز می‌گردد و همینطور در سطح چرخه غذایی نیزآلودگی زنجیره‌های غذایی کلید می‌خورد بدین ترتیب این پروتوزئوآ با آلودگی درون سلولی، مسموم و محتملا بیمار توسط جانوران رده بعدی چرخه غذایی همانند ماهیان مورد تغذیه قرار می‌گیرند و باعث آلودگی درون سلولی و مسمومیت سلولی آنها می‌شوند و نهایتاً انسان‌ها نیز محتملا پس از تغذیه از آنها گرفتار پیامدهای ناشناخته ناشی از آلودگی و مسمومیت درون سلولی با ذرات پلاستیک انباشته در سلول‌ها در سال‌های آنی می‌شوند(Derraik, J.G.B. *et al.*, 2002: 846-849).

نتیجه‌گیری و راهکارها

لذا افزایش تولید و مصارف روز افزون این محصولات نفتی هیدروفوبیک منجبر به تجمع غیر قابل تصور آنها در سطح و بستر و سواحل دریاها و اقیانوس‌ها و پر شدن اعماء و احشای بسیاری و بی‌شماری از موجودات دریایی منجمله ماهیان پرندگان، پستانداران دریایی، خزندگان و غیره می‌گردنند و حتی عده‌ای از دانشمندان عقیده دارند که برخی از گونه‌های جانوری خصوصاً دریایی و اقیانوسی محتملا فعالانه بعلت تشابه ظاهری این دبریس‌ها و پلیت‌ها ریزه پلاستیکی به تخم ماهیان اقدام به خوردن و بلعیدن این ریزه پلاستیک‌ها می‌نمایید که بتدریج باعث بروز سندرم گرسنگی مزمن در آنها می‌شوند ویا در صورت سمی بودن این ریزه پلاستیک‌ها با ترکیبات هیدروفوبیک، این سموم بتدریج از این ریزه‌های پلاستیکی به حالت محلول ویا معلق در مایعات هضمی اعماء و احشاء موجودات زنده دریایی- اقیانوسی و انسان در می‌آیند و سپس جذب جریان عمومی خون شده و نهایتاً در بافت‌های منجمله غدد ترشحی موجودات زنده و یا انسان تجمع می‌یابند و حتی محتملا باعث ایجاد مسمومیت و عوارض برای موجودات زنده و در سطح سلولی می‌شوند. بنابر این ادامه روند کنونی از نظر گستردگی آلودگی‌ها و پسمانده پلاستیکی در آتی می‌تواند حیات موجودات زنده خصوصاً موجودات دریایی و اقیانوسی و در نهایت انسان را به خطر می‌اندازد لذا این ضرورت در سرتاسر دنیا احساس می‌گردد که مدیریت سیستماتیکی و راهکارهایی بازدارنده توسط مراجع ذیصلاح مانند دول و سایر مراجع قانون گذاری جهت پایش و یا کاهش دفع پسمانده‌ها و دبریس‌های پلاستیکی در سرتاسر جهان اعمال گردد خصوصاً آنکه اغلب منشع آلودگی‌ها در خشگی می‌باشند همچنین با اطلاع‌رسانی مؤثر و عمومی در مورد پیامدهای مضرر ناشی از گسترش بی رویه پسمانده پلاستیکی به محیط زیست پیرامون در وسایل ارتباط جمعی

www.SID.ir

Archive Of SID

می‌تواند با بالا بردن دانش اکثریت مردم و میزان مشارکت آنها در جهت پایش و ممانعت از مصرف افراطی از محصولات پلاستیکی در جامعه و کاهش میزان دفع این محصولات افزایش داد. در برخی از کشورها همانند ژاپن، هم اکنون دولت بدنبال اعمال و بازرسی مرتب و منظم سواحل و صنایع مربوطه جهت نظارت و کنترل بیشتر بر میزان تولید پسمانده‌ها و دبریس‌های دریایی می‌باشند.

www.SID.ir

Archive Of SID

منابع

1- Derraik, J.G.B. (2002) The pollution of the marine environment by plastic debris : a review. Marine Pollution Bulletin 44, 842-852.

2- Endo, S., Takizawa, R., Okuda, K., Takada, H., Chiba, K., Kanehiro, H., Ogi, H., Yamashita, R., and Date, T. (2005) Concentration of Polychlorinated Biphenyls (PCBs) in Beached Resin Pellets: Variability among Individual Particles and Regional Differences. *Marine Pollution Bulletin*, 50(10):1103-14.

3- Farrington, J.W., Goldberg, E.D., Risebrough, R.W., Martin, J.H., and Bowen, V.T. (1983) U.S. "Mussel Watch" 1976-1978: An overview of the trace-metal, DDE, PCB, Hydrocarbons, and artificial radionuclide data. *Environ. Sci. Technol.* 17,

4- Mato, Y., Isobe, T., Takada, H., Kanehiro, H., Ohtake, C., and Kaminuma, T. (2001) Plastic Resin Pellets as a Transport Medium for Toxic Chemicals in the Marine Environment. *Environmental Science and Technology* 35, 318-324.

5- Mato,Y., Takada, H, Zakaria, M.P., Kuriyama, Y., and Kanehiro, H. (2002) toxic chemicals contained in plastic resin pellets in the marine environment-spatial difference in pollutant concentrations and the effects of resin type. *Kankyo kagakuaishi* 15,415-423.

6- Moore, C.J., Moore, S. L., Leecaster, M.K., and Weisberg, S.B. (2001a) A comparison of plastic and Plankton in the North Pacific Central Gyre. *Marine PollutionBulltin* 42,1297-1300.

7- Moore,S. L., Gregorio, D., Carreon, M., Weisberg, S.B. and Leecaster,M. K (2001b) Composition and distribution of beach debris in Orange County, California. *Mar. Pollut. Bull.* 42, 241-245

8- Murata, T. (1999) The Endcrine Disruptors Contained in the plastics. *Chemical Engineering* 63, 305-309.

9- Japan Coast Guard (2003) Report of marine pollution surveys No. 29, results of surveys in 2001., Hydrographic and Oceanographic Department, Japan Coast Guard: Tokyo

10- Saido *et al* (2009) presented March 23 at an American Chemical Society meeting in San Francisco. http://www.consol.co.za/irj/go/km/docs/site/pages/useful_articles_13.html

11- Thompson R.C., Olsen Y., Mitchell R.P., Davis A., Rowland S.J., John A.W.G., McGonigle D and Russell A.E. (2004). Lost at sea: where is all the plastic? Science 304: 838.

12- Thompson R.C., Moore C., Andrady A., Gregory M.,Takada H. and Weisburg S. (2005) New directions in Plastic Debris. Science 310: 1117

www.SID.ir