

بررسی آثار محیط‌زیستی استفاده از تایرهای فرسوده به عنوان زیستگاه‌های مصنوعی دریایی

سید حسن موسوی^{۱*}، افشین دانه کار^۲، دانیال ازدری^۳

۱ دانشجوی کارشناسی‌ارشد محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.
۲ عضو هیأت علمی دانشگاه تهران، دانشکده منابع طبیعی، گروه شیلات و محیط زیست
۳ عضو هیئت علمی پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان

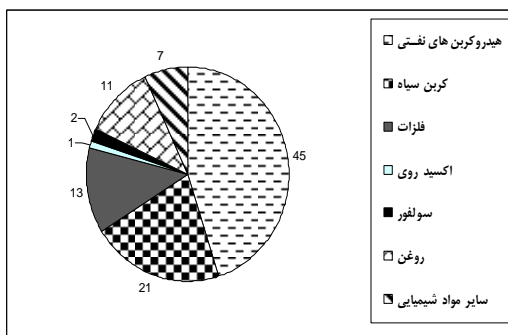
(تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۱۰/۲۰، تاریخ تصویب: ۱۳۹۰/۳/۱۷)

چکیده

زیستگاه مصنوعی دریایی به کلیه اشیاء و سازه‌های انسان ساختی گفته می‌شود که به صورت اتفاقی یا به عمد توسط انسان در حالت شناور در سطح آب، معلق در ستون آب یا ثابت در بستر دریا برای دستیابی به اهدافی خاص مستقر شده، تا این که شرایط موجود در زیستگاه‌های طبیعی را تا حدودی بازسازی کند. زیستگاه‌های مصنوعی دریایی همواره به‌عنوان ابزاری برای حفاظت، گسترش و بازسازی زیستگاه‌های طبیعی در محیط دریا مورد استفاده قرار می‌گیرند. امروزه زیستگاه‌های مصنوعی دریایی از مواد و مصالح مختلفی در سراسر جهان ساخته می‌شوند. تایرهای فرسوده به‌دلیل فراوانی و در دسترس بودن، ارزان بودن، پایداری و دوام زیاد در برابر آب شور و دارا بودن سطحی چسبنده برای جذب آبزیان مختلف، امروزه یکی از پرکاربردترین مواد برای ساخت زیستگاه‌های مصنوعی دریایی در سراسر دنیا به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه که دارای ساحل هستند به‌شمار می‌روند. کاربرد تایرهای فرسوده در بستر دریا تحت عنوان زیستگاه مصنوعی می‌تواند اثرات (مثبت و منفی) زیادی را روی محیط‌زیست منطقه به دنبال دارد. از این رو در این مقاله سعی شده است تا با گردآوری و مطالعه گزارشات و یافته‌های مرتبط با موضوع، اثرات مثبت و منفی محیط‌زیستی کاربرد تایرهای فرسوده به‌عنوان زیستگاه‌های مصنوعی دریایی مورد بررسی قرار گیرد. پراکنش و مهاجرت منابع زنده دریایی، افزایش ذخایر آبزیان با ایجاد پناهگاه و غذا، کاهش شدت جریان‌ات دریایی، افزایش فعالیت‌های غواصی و ماهی‌گیری تفریحی و در نهایت افزایش میزان جذب توربسم از جمله مهم‌ترین اثرات مثبت تایرهای فرسوده در محیط دریا به‌شمار می‌رود. ناپایداری زیستگاه‌های مصنوعی ساخته شده از تایرها به‌دلیل سبکی تایرها، آلودگی آب دریا و آبزیان به فلزات سنگین از قبیل روی (Zn)، کادمیوم (Cd)، مس (Cu) و سرب (Pb) ناشی از ورود شیرابه خروجی تایرها از جمله مهم‌ترین اثرات منفی کاربرد تایرهای فرسوده در محیط دریا به‌شمار می‌روند. همچنین در این مقاله به بررسی تاثیر سمیت شیرابه خروجی از تایرهای فرسوده در آب‌های بامیزان شوری مختلف (شیرین، لب شور و شور) روی آبزیان نیز پرداخته شده است. در نهایت توصیه می‌شود که برای ساخت زیستگاه‌های مصنوعی دریایی بهتر است تا حد امکان از تایرهای فرسوده استفاده نشده و بیشتر از مواد بی‌اثر یا کم‌خطری از قبیل، نخاله‌های ساختمانی (ستون‌های بتنی)، سازه‌های سیمانی و فلزی، پیکره اتومبیل‌ها و هواپیما و کشتی‌ها، واگن‌های قطار و مواد طبیعی همچون سنگ‌ها و صخره‌ها استفاده گردد.

کلید واژه‌ها: تایرهای فرسوده، زیستگاه‌های مصنوعی دریایی، موجودات آبی، فلزات سنگین، آلودگی

مصنوعی دریایی برخوردار می باشند (Stone et al, 1974; Kurtis, 2001; Collins et al, 2004). جدول (۱) خصوصیات فیزیکی و شکل (۱) مواد تشکیل دهنده تیر اتومبیل ها را نشان می دهد.



شکل (۱): مواد تشکیل دهنده تیر اتومبیل ها

جدول (۱): خصوصیات فیزیکی تیر اتومبیل ها

ویژگی فیزیکی	مقدار
چگالی توده	$1250-1500 \frac{kg}{m^3}$
چگالی فشردگی	از $600-700 \frac{kg}{m^3}$ تا $990 \frac{kg}{m^3}$ تحت فشار عمودی $40 kPa$
تراکم پذیری	$50-20$ درصد تحت فشار $147-21 \frac{KN}{m^2}$
هدایت هیدرولیکی	$1 \times 10^{-2} - 1 \times 10^{-3} \frac{m}{s}$
چگالی حجم آزاد	$4/8 - 3/3 \frac{KN}{m^2}$
ثابت کشسانی	$1-2 Mpa$
وزن مخصوص	$1/1 - 1/27 \frac{g}{m^3}$
هدایت گرمایی	$0/15 - 0/22 \frac{W}{m.k}$
میزان جذب آب	$2-4$ درصد

تایرهای فرسوده برای اولین بار در سال ۱۹۶۶ توسط یک شرکت خصوصی در سواحل تگزاس به عنوان زیستگاه مصنوعی مورد استفاده قرار گرفت. دو سال بعد با پایش منطقه طراحان زیستگاه های مصنوعی متوجه شدند که این زیستگاه ها توسط بارناکل ها و سایر گونه های آبی اشغال شده اند. در سال ۱۹۷۶ اداره حیات وحش تگزاس و گشت ساحلی و دریایی تگزاس برنامه

سراغاز

تایرهای فرسوده برای اهداف گوناگونی از جمله موج شکن های شناور، ضربه گیرهای اسکله ها و کشتی های یدک کش، سدهای کوتاه در رودخانه ها، محافظ خطوط لوله زیر دریایی و دیواره های محافظ در بنادر کاربرد دارند. ولی عمده ترین کاربرد تایرها به عنوان زیستگاه مصنوعی برای تجمع و جذب آبزیان به ویژه ماهیان است (Collins et al., 2002; Seaman, 2007). طبق تعریف شبکه پژوهشی زیستگاه های مصنوعی اروپا (EARRN)^(۱)، اصطلاح زیستگاه مصنوعی به کلیه اشیاء و سازه های انسان ساختی گفته می شود که به صورت اتفاقی یا به عمد توسط انسان در حالت شناور در سطح آب، معلق در ستون آب یا ثابت در بستر دریا برای دستیابی به اهدافی خاص مستقر شده، تا اینکه شرایط موجود در زیستگاه های طبیعی را تا حدودی بازسازی کند (Baine, 2001; Seaman, 2007).

مواد بسیار زیادی از گذشته تا به امروز برای ساخت زیستگاه های مصنوعی دریایی مورد استفاده قرار گرفته اند و همواره سعی شده است تا از مواد با کیفیت بهتر برای این منظور استفاده گردد (Lukens, 1997; Bain, 2001). موادی که برای ساختن زیستگاه های مصنوعی دریایی مورد استفاده قرار می گیرند باید دارای پنج ویژگی کلی کارایی^(۲)، سازش پذیری^(۳)، ماندگاری^(۴)، استحکام^(۵) و دسترسی آسان^(۶) باشند (Ronald and Selberg, 2004). چهار ویژگی نخست به عنوان ویژگی های عمومی به شمار می روند که در انتخاب مواد سازنده زیستگاه های مصنوعی دریایی ضروری هستند. مواد به کار رفته باید طوری انتخاب شوند که برای ۱ تا ۵۰ سال آینده دوام و پایداری خود را در محیط دریا حفظ کنند (Lukens, 1997). علاوه بر این ویژگی ها، هزینه و در دسترس بودن مواد در نهایت تعیین کننده هستند که چه موادی برای ساخت زیستگاه های مصنوعی دریایی می توانند مورد استفاده قرار گیرند (Ronald and Selberg, 2004). تایرهای فرسوده خودروها از جمله این موادی هستند که به دلیل خصوصیات فیزیکی خاص خود، کلیه معیارهای ذکر شده در بالا را برای به کار گرفته شده در ساخت زیستگاه های مصنوعی دریایی دارا می باشند. تایرهای فرسوده به دلیل فراوانی و در دسترس بودن، ارزان بودن، پایداری و دوام زیاد در برابر آب شور و دارا بودن سطحی چسبنده برای جذب آبزیان مختلف، امروزه در سراسر دنیا به ویژه در کشورهای در حال توسعه که دارای ساحل هستند، از کاربرد زیادی برای ساخت زیستگاه های

ساحلی- دریایی برای ساخت زیستگاه مصنوعی دریایی استفاده کرده بودند را ارائه کرد. در مالزی تاکنون بیش از ۵۰ زیستگاه در مجموع با بیش از ۱/۵ میلیون حلقه تایر فرسوده ایجاد شده است (Zakaria, 1993). در استرالیا نیز بیش از ۳۰ زیستگاه مصنوعی با کاربرد تایرهای فرسوده در آب‌های ساحلی احداث شده است (Kerr, 1992). امروزه تقریباً ۲۶ درصد از زیستگاه‌های مصنوعی در سرتاسر جهان از تایرهای فرسوده اتومبیل‌ها ساخته شده‌اند. در خلیج مکزیک نیز ۱۴ درصد از زیستگاه‌های مصنوعی از تایرهای فرسوده تشکیل شده‌اند (Kurtis, 2001). در ایران نیز اولین تجربه ساخت زیستگاه مصنوعی دریایی از مواد بازیافتی مربوط می‌شود به فعالیت رستمیان و همکاران در سال ۱۳۷۵ که از تایرهای فرسوده برای ایجاد زیستگاه‌های مصنوعی دریایی در سواحل بوشهر استفاده گردید (اژدری و اژدری، ۱۳۸۵). جدول (۲) نمونه‌هایی از زیستگاه‌های مصنوعی دریایی را نشان می‌دهد که توسط تایر اتومبیل با اهداف مختلف در نقاط مختلف دنیا احداث شده‌اند.

همکاری ساخت^(۶) زیستگاه مصنوعی از تایرهای فرسوده را برای ایجاد مناطق ماهیگیری برای ماهیگیران محلی برپا کردند. در سال ۱۹۷۷ بزرگترین زیستگاه مصنوعی که متشکل از ۶۰۰ تایر فرسوده به هم متصل بود در دریاچه سایین^(۷) قرار داده شد. در خلیج گالوستون (Galveston) نیز ۵ زیستگاه مصنوعی متشکل از ۱۲۰۰ حلقه تایر فرسوده به هم متصل شده ساخته شد (Crowe and McEachron, 1986). استون^(۸) و همکارانش در سال ۱۹۷۴، ۴۰ منطقه ساحلی در آمریکا را معرفی نمودند که در آنها در مجموع ۷۰۰ هزار تایر فرسوده مورد استفاده قرار گرفته بود. استانتون^(۹) و همکارانش در سال ۱۹۸۵ در حدود ۶۰ مورد از پروژه‌هایی را که از تایرها برای ساخت موج شکن‌ها در محیط‌های ساحلی استفاده شده بود را گزارش نمودند. همچنین مک گرین^(۱۰) نیز در سال ۱۹۸۸، ۷۳ صخره مصنوعی که از تایر ساخته شده بودند را در سواحل اقیانوس آرام در قاره آمریکای شمالی گزارش کرد. همچنین برگر^(۱۱) در سال ۱۹۹۳ بیش از ۲۰۰ منطقه را در سراسر جهان که از تایرها در محیط‌های

جدول (۲): هدف از احداث زیستگاه‌های مصنوعی دریایی در کشورهای مختلف دنیا

منطقه	مواد سازنده زیستگاه	هدف از احداث زیستگاه	منابع
آمریکا	بقایای کشتی‌ها و اتومبیل‌ها و تایرها	افزایش فعالیت‌های تفریحی (ماهی‌گیری و غواصی)	McGurrin, et al., 1989
کاستاریکا	تایر اتومبیل‌ها	افزایش زیتوده قابل استحصال	Campos and Gamboa, 1989
استرالیا	تایر اتومبیل‌ها	ماهی‌گیری و غواصی تفریحی	Young, 1988
تایلند	سازه‌های بتنی و تایر اتومبیل‌ها	افزایش زیتوده قابل استحصال و محدودیت تردد قایق‌های صیادی	Sinanuwong, 1988
فیلیپین	تایرها، سازه‌های بتنی و چوب بامبو	افزایش زیتوده قابل استحصال و بازسازی اکوسیستم‌های تخریب شده مرجانی	Vande Vusse, 1991

در محیط‌های دریایی در دو گروه اثرات مثبت و اثرات و پیامدهای منفی مورد بحث قرار می‌گیرد.

اثرات مثبت

تایرهای فرسوده در سراسر جهان به میزان گسترده‌ای در محیط دریا برای احداث زیستگاه‌های مصنوعی دریایی برای آبیان مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرند (Seaman, 2007). تایرهای فرسوده در کاربردهای طولانی مدت از انعطاف پذیری و دوام بالایی در بستر دریا برخوردار می‌باشند. این ویژگی تایرها به همراه مقاومت و پایداری بالای آنها در برابر مواد شیمیایی باعث

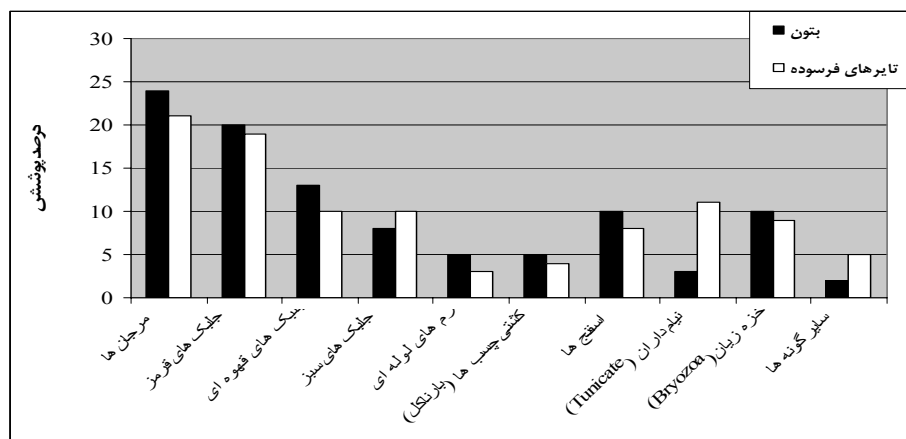
اثرات کاربرد تایرهای فرسوده به عنوان زیستگاه مصنوعی دریایی بر محیط زیست

کاربرد تایرهای فرسوده در بستر دریا تحت عنوان زیستگاه مصنوعی می‌تواند اثرات زیادی را روی محیط‌زیست منطقه به دنبال داشته باشد. تایرها در مراحل مختلف چرخه تولید و مصرف خود دارای اثرات زیادی روی محیط‌زیست می‌باشند (Goudey and Barton, 1992). همواره تلاش برای پیش‌بینی و شناخت اثرات مثبت و منفی احتمالی هر پروژه‌ای قبل از احداث آن یکی از مهمترین نکات مدیریتی محسوب می‌شود (Cripps and Aabel, 2002). در این بخش اثرات استفاده از تایرهای فرسوده

خود اثر تلاطم امواج دریا را نیز کاهش می‌دهند (ASTM, 1998). از سویی دیگر تایرها با دارا بودن سطحی چسبنده به‌عنوان بستری مناسب برای استقرار گونه‌های آبی بویژه جلبک‌ها، اسفنج‌ها و لارو مرجان‌ها به‌شمار می‌روند. اولین شواهد مبنی بر حضور گونه‌های آبی در زیستگاه‌های مصنوعی ساخته شده از تایرها مربوط به استقرار بارناکل‌ها، خزها، جلبک قهوه‌ای (به‌ویژه گونه *Laminaria. sp*) و جلبک‌های قرمز (به‌ویژه گونه‌های *Brongniartella byssoides* و *Chondria dasyphylla*) سه هفته بعد از استقرار زیستگاه‌های مصنوعی دریایی مربوط می‌شود (Collins et al., 2002). به‌عنوان مثال بتن از جمله مهمترین و پرکاربردترین مواد برای ساخت زیستگاه‌های مصنوعی دریایی در سراسر جهان به‌شمار می‌رود (Seaman, 2000; U.S.D.C, 2007). در مطالعه‌ای که توسط کالینز^(۱۲) و همکارانش در سال ۲۰۰۲ روی زیستگاه‌های مصنوعی ساخته شده از بتن و تایرهای فرسوده صورت گرفت، نتایج تفاوت معنی‌داری را در میزان جذب آبیان توسط این دو نوع زیستگاه مصنوعی نشان نداد. شکل (۲) نتایج حاصل از بررسی میزان جذب آبیان توسط دو نوع زیستگاه بتنی و تایرهای فرسوده را نشان می‌دهد.

شده است تا به‌میزان زیادی برای احداث زیستگاه‌های مصنوعی دریایی مورد استفاده قرار گیرند (Stone, et al., 1974; U.S.D.C, 2007). احداث زیستگاه‌های مصنوعی دریایی با استفاده از تایرهای فرسوده به‌طور مستقیم منجر به پراکنش و مهاجرت منابع زنده دریایی، افزایش ذخایر آبیان با ایجاد پناهگاه و غذا، کاهش شدت جریان‌ات دریایی، افزایش فعالیت‌های غواصی و ماهی‌گیری تفریحی و در نهایت افزایش میزان جذب تورپسم به منطقه می‌شود و در نتیجه بهبود وضعیت اقتصادی بومیان محلی را به دنبال خواهد داشت (Seaman, 2000; Kenish et al, 2002; U.S.D.C, 2007).

اغلب اوقات بسیاری از مواد همچون بتن و فلزات که برای ساخت زیستگاه مصنوعی دریایی مورد استفاده قرار می‌گیرند از چگالی بالایی برخوردارند و در نهایت سازه‌های ساخته شده از وزن بالایی برخوردار می‌شوند که با قرار گرفتن در بستر دریا موجب فشردن بستر می‌شوند (موسوی و همکاران، ۱۳۸۹). استفاده از تایرهای فرسوده باعث کاهش دانسیته مواد پرکننده شده و کاهش وزن زیستگاه‌های مصنوعی شده که در نتیجه کاهش فشار وارد بر بستر دریا را به دنبال دارد (Seaman, 2000). تایرهای فرسوده به‌دلیل ویژگی ارتجاعی و کشسانی



شکل (۲): درصد پوشش گونه‌های مختلف آبی روی زیستگاه‌های مصنوعی با جنس‌های مختلف یک سال پس از استقرار (منبع: Collins et al., 2002)

مواد و ترکیبات شیمیایی و فلزات سنگین در ترکیب خود عاری از هرگونه اثرات آلاینده روی محیط‌زیست دریا به‌خصوص گونه‌های آبی نیست. شکل (۳) سهم اثرات منفی محیط‌زیستی تایرها روی محیط‌زیست در مراحل مختلف چرخه حیات آنها را نشان می‌دهد.

اثرات منفی

تایرها به‌دلیل مقاومت بالا، تجزیه‌پذیری کند و دارا بودن سطحی چسبنده به فراوانی برای احداث زیستگاه‌های مصنوعی دریایی مورد استفاده قرار می‌گیرند (Stone et al., 1973; Seaman, 2000). اما استفاده از تایرها در محیط دریا به دلیل دارا بودن

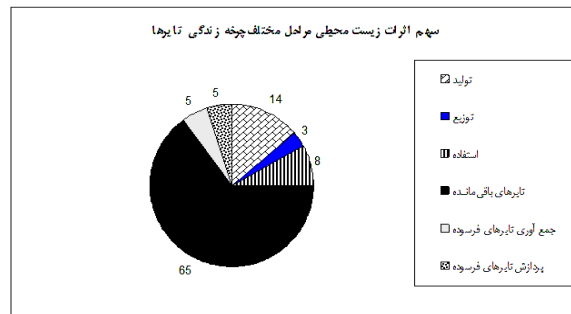
رفته رفته با افزایش شوری آب از میزان سمیت آن کاسته می‌شود. شکل (۵) روند کاهش سمیت شیرابه خروجی از تایرهای فرسوده به‌عنوان زیستگاه‌های مصنوعی دریایی و در نتیجه افزایش بقاء آبزیان را در شوری‌های مختلف نشان می‌دهد.

مشکل دیگر کاربرد تایرهای فرسوده در محیط‌های دریایی ناپایداری این مواد است. تایرهای فرسوده تقریباً در آب‌های شور به‌صورت شناور باقی‌مانده و باعث ایجاد مشکلاتی در نواحی ساحلی به‌ویژه برای شناورها می‌شوند (Mathews, 1983; Stone et al., 1973). برای برطرف کردن این مشکل تایرها را می‌توان برش داده و در تعداد زیاد فشرده کرد و یا این که آنها را در تعداد زیاد توسط سیم‌های فلزی و تسمه‌ها در کنار هم متصل نمود و یا با ریختن شن و ماسه و سیمان تا ۲۰ درصد وزن تایرها، آنها را سنگین کرد. این عمل با یک سری مشکلاتی هم روبرو است. موادی که برای سنگین کردن تایرهای فرسوده به کار می‌رفتند به تدریج باعث پوسیدگی و خرابی آنها می‌شدند (Kasprzak et al, 2003).

نتایج و بحث

مواد بسیار زیادی از گذشته تا به امروز برای ساخت زیستگاه‌های مصنوعی دریایی مورد استفاده قرار گرفته‌اند و همواره سعی شده است تا از مواد با کیفیت بهتر برای این منظور استفاده گردد (Lukens, 1997; Bain, 2001).

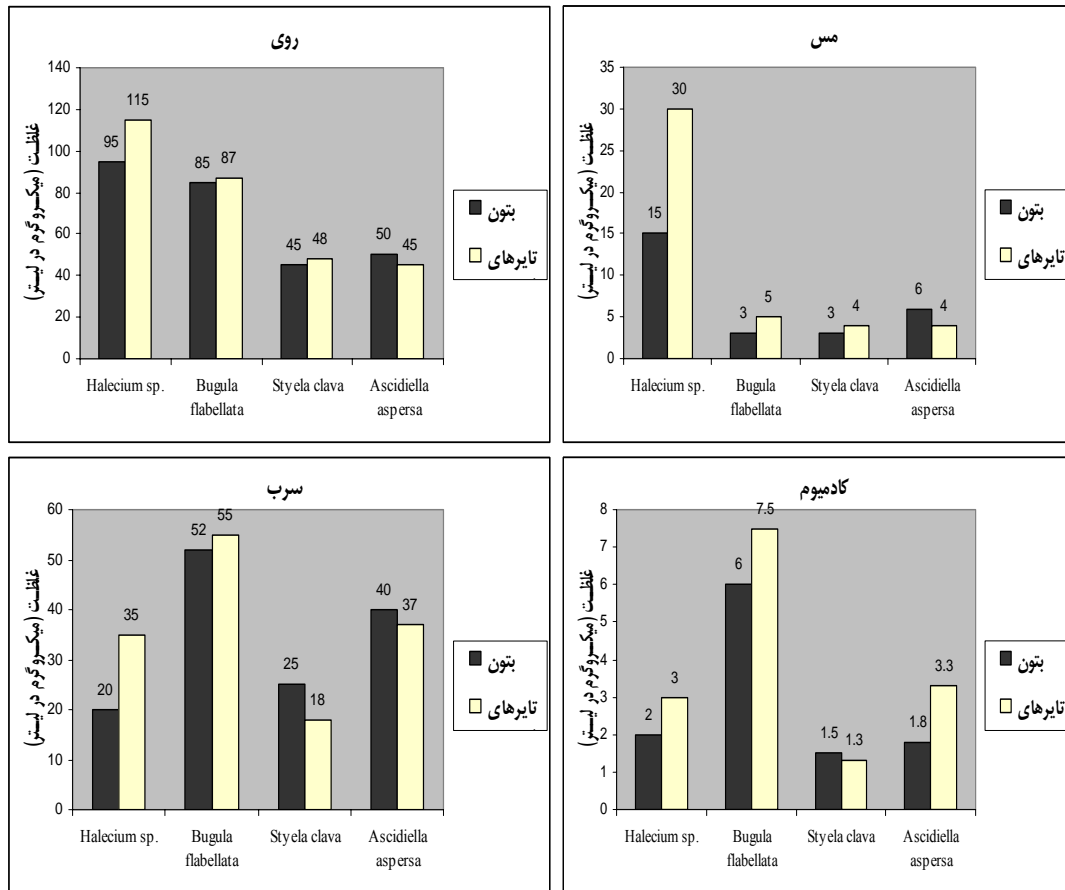
استفاده از تایرهای فرسوده برای ساخت زیستگاه‌های مصنوعی دریایی از سویی باعث رفع مشکلات مربوط به تایرهای ضایعاتی و انباشتن غیرقانونی و خطرهای ناشی از آن برای محیط‌زیست می‌شود و از سویی دیگر با کاربرد آنها در محیط دریا امکان آلودگی آب و آبزیان فراهم می‌شود (موسوی و آذرباد، ۱۳۸۹). باید توجه کرد که نباید از تایرهای نو برای ساخت زیستگاه‌های مصنوعی دریایی استفاده کرد زیرا این تایرها در اثر قرار گرفتن در محیط دریا و تماس با آب شور مواد سمی موجود در خود را وارد آب دریا کرده و موجبات آلودگی آبزیان را به فلزات سنگین به ویژه کادمیوم، سرب، مس و روی فراهم می‌کنند (Anonymous, 1992). این وضعیت در ارتباط با تایرهای فرسوده کمتر مشاهده می‌شود. مطالعات استون و همکارانش در سال ۱۹۷۴ نشان داد که تایرهای فرسوده تأثیرات مضر کمتری نسبت به تایرهای نو روی آبزیان دارند ولی با این وجود شیرابه



شکل (۳): سهم اثرات منفی محیط‌زیستی تایرها روی محیط زیست در مراحل مختلف چرخه حیات

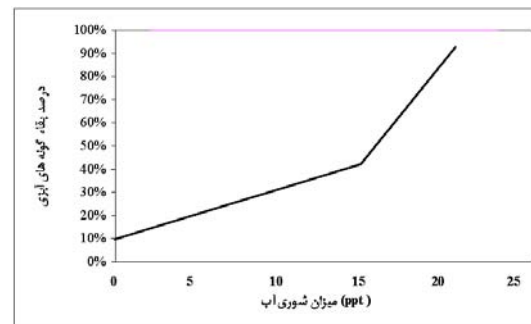
تایرهای فرسوده با گذشت زمان در محیط دریا تجزیه شده و شیرابه‌ای حاوی ترکیبات سمی و فلزات سنگین به ویژه روی (Zn)، کادمیوم (Cd)، مس (Cu) و سرب (Pb) را وارد آب‌می‌کنند که در نهایت با ورود به زنجیره غذایی آبزیان، آنها را آلوده می‌کند (Kellough, 1991). درخصوص میزان تأثیر شیرابه خروجی از تایرهای فرسوده روی گونه‌های آبزی مطالعات چندانی صورت نگرفته است. اغلب این مطالعات نیز مربوط به اکوسیستم‌های آب شیرین می‌شود و در مورد کاربرد تایرها در اکوسیستم‌های لب شور (مصبها) و شور (دریا) مطالعات اندکی وجود دارد (Hartwell et al, 1998).

نتایج مطالعات آزمایشگاهی کالینز و همکارانش در سال ۱۹۹۵ نشان دادند که تایرهای فرسوده در شرایط مشابه محیط دریا، در اثر تجزیه منجر به آلودگی آب پیرامون خود به فلزات سنگین به‌ویژه روی و ترکیبات هیدروکربن‌های آروماتیک می‌شوند. این محققان میزان غلظت فلزات سنگین را یک سال پس از استقرار زیستگاه مصنوعی در چهار گونه از آبزیان صید شده در دو نوع از زیستگاه‌های مصنوعی ساخته شده از بتن و تایرهای فرسوده اندازه‌گیری کردند. نتایج این مطالعات در شکل (۴) نشان داده شده است. هارتول^(۳) و همکارانش در سال ۱۹۹۸ تأثیر شیرابه خروجی از تایرهای فرسوده را روی میزان بقاء لارو یک گونه ماهی (Cyprinodon variegatus) و یک گونه مختلف (Palaemonetes pugio) در آب با میزان شوری‌های مختلف (۰، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ ppt) مورد بررسی قرار دادند. نتایج این محققان نشان داد که با افزایش شوری از میزان سمیت شیرابه خروجی از تایرهای فرسوده کاسته می‌شود. به‌طوری‌که از میزان شوری بالاتر از ۱۵ ppt شیرابه خروجی خاصیت کشندگی خود را از دست می‌دهد ولی همچنان از سمیت بالایی برخوردار است و



شکل (۴): غلظت فلزات سنگین در گونه‌های (Halecium sp.) Hydroids، (Bugula flabellata) Bryozoans و (Styela clava و Ascidiella aspersa) Ascidians یک سال پس از استقرار زیستگاه‌های مصنوعی با دو جنس مختلف (منبع: Collins et al., 1995)

افزایش میزان شوری آب از سمیت و کشندگی این شیرابه کاسته می‌شود. شیرابه خروجی از تایرها در آب‌های با میزان شوری تا ۱۵ ppt همچنان از سمیت و کشندگی بالایی برخوردار است و در محیط‌های با میزان شوری بالاتر از ۱۵ ppt رفته رفته سمیت خود را برای آبیان از دست می‌دهد (Hartwell et al, 1998). اما هنوز از تأثیرات تجمع زیستی^(۱۴) فلزات سنگین در چرخه غذایی و آبیان اطلاعی در دست نیست. امروزه با وجود پی بردن به معایب استفاده از تایرهای فرسوده به عنوان زیستگاه مصنوعی، مواد بی اثر یا کم خطری از قبیل، نخاله‌های ساختمانی (ستون‌های بتنی)، سازه‌های سیمانی و فلزی، پیکره اتومبیل‌ها و هواپیما و کشتی‌ها، واگن‌های قطار کاربرد فراوانتری دارند (موسوی و آذرباد، ۱۳۸۹).



شکل (۵): میزان بقاء آبیان در شوری‌های مختلف تحت تاثیر شیرابه خروجی از تایرهای فرسوده

خروجی از تایرهای فرسوده در دراز مدت موجبات آلودگی آب و آبیان را فراهم می‌کند. شیرابه خروجی از تایرهای فرسوده در محیط‌های آب شیرین (دریاچه‌ها) از سمیت و کشندگی بالاتری برای آبیان برخوردار است و در مصب‌ها و محیط‌های دریایی با

8. Stone
9. Stanton
10. McGurrin
11. Berger
12. Collins
13. Hartwell
14. Bioaccumulation

یادداشت‌ها

1. European Artificial Reef Research Network
2. Function
3. Compatibility
4. Durability
5. Stability
6. Availability
7. Sabine Lake

منابع

- اژدری، ح؛ اژدری، ز. ۱۳۸۵. زیستگاه‌های مصنوعی دریایی و پیشرفت آن در ایران، انتشارات موج سبز، تهران، ۹۶ ص.
- موسوی، س. ح؛ دانه کار، ا؛ شکری، م. ر. ۱۳۸۹. نقش زیستگاه‌های مصنوعی دریایی در حفاظت و بازسازی اکوسیستم‌های ساحلی، دانشگاه شهید بهشتی، اولین همایش اکولوژی حفاظت، اردیبهشت ماه.
- موسوی، س. ح؛ آذر باد، ح. ۱۳۸۹. کاربرد تایرهای فرسوده به منظور حفاظت از سواحل و محیط‌زیست دریا به‌عنوان راهکاری مؤثر در حل معضل بازیافت تایرهای فرسوده، دانشگاه تهران، دانشکده محیط‌زیست، چهارمین کنفرانس روز جهانی محیط‌زیست، خرداد ماه.
- Anonymous. 1992a. Evaluation of the potential toxicity of automobile tires in the aquatic environment. Report by B.A.R. Environmental, Inc. Ontario, Canada. 15 pp.
- ASTM. 1998. Standard practice for use of scrap tyres in civil engineering applications. ASTM D-6270- 98.
- Baine, M. 2001. Artificial reefs: a review of their design, application, management and performance, *Ocean & Coastal Management* 44, pp. 241- 259.
- Collins, K. J.; Jensen, A. C. et al. 2002. Environmental impact assessment of a scrap tyre artificial reef. *ICES Journal of Marine Science* 59: S243- S249.
- Collins, K. J.; Howell, D. and Fisher, N. 2004. Tyres in coastal and flood defence engineering-environmental monitoring. School of Ocean and Earth Science, University of Southampton, Southampton Oceanography Centre, Southampton. In: Proc. Sustainable Waste Management and Recycling: Challenges and Opportunities, Kingston University, 14- 15 September.
- Collins, K. J.; Jensen, A. C.; and Albert, S. 1995. A review of waste tyre utilization in the marine environment. *Chemistry and Ecology*, 10: 205- 216.
- Crowe, A. and McEachron, L. W. 1986. A summary of artificial reef construction on the Texas coast. Texas Parks and Wildlife Department, Coastal Fisheries Branch Data Management Series No. 98. 65 pp.
- Goudey, J. S. and Barton, B. A. 1992. The Toxicity of Scrap Tire Materials to Aquatic Organisms, Report to Souris Basin Development Authority, Regina, Saskatchewan. Hydroqual Laboratories Limited and Environmental Management Associates, Calgary, Alberta, 21 pp.
- Hartwell, S. I.; Jordahl, D. M.; Dawson, C. E. O. and Ives, A. S. 1998. Toxicity of scrap tire leachates in estuarine salinities: are tires acceptable for artificial reefs? *Transactions of the American Fisheries Society*, 125: 796- 806.
- Kellough, R. mM. 1991. The effects of scrap automobile tires in water. Waste Management Branch, Ontario Ministry of the Environment. Ontario, Canada. 11 pp.
- Kerr, S. 1992. Artificial reefs in Australia: their construction, location and function. Bureau of Rural Resources, Canberra, 25 pp.

- Kurtis, G. 2001. The use of tires as artificial reef material. Memorandum from Kurtis Gregg to Roy Crabtree. November 20, 2001. 6 pp.
- Mathews, H. 1983. Artificial fishing reefs: materials and construction. Florida Cooperative Extension Marine Advisory Bulletin. MAP-29. 8 pp.
- Seaman, W. 2000. Artificial reef evaluation: with application to natural marine habitats. Marine science series, ISBN 0- 8493- 9061- 3.
- Seaman, W. 2007. Artificial habitats and the restoration of degraded marine ecosystems and fisheries, Hydrobiologia, Springer Science- Business Media B.V.
- Stone, R. B.; Buchanan, C. C. and Steimle, F. W. 1974. Scrap Tires as Artificial Reefs, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D. C., Environmental Protection Publication SW- 119, 33 pp.
- Stone, R. B.; Coston, L. C.; Hoss, D. E. and Cross, F. A. 1973. Tire reefs: habitat improvement or pollution? Presentation given by Linda Costen, National Marine Fisheries Service, Beaufort, NC, at the North Carolina Academy of Science, April 1973.
- U.S. Department of Commerce. 2007. National Artificial Reef Plan (as Amended): Guidelines for siting, construction, development, and assessment of artificial reefs. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), National Marine Fisheries Service, Washington D.C. 61 pp.
- Zakaria, R. 1993. Ecosystem boost with tyre reefs. In: New Straits Times. p. 25.