

زیستگاه های مصنوعی دریایی راه حلی مناسب برای مدیریت پسماندهای جامد

سید حسن موسوی^۱، حامد آذر باد^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

Email: s.h.mousavi1363@gmail.com

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

Email: azarbad.hamed@gmail.com

چکیده:

مواد و مصالح گوناگونی در محیط دریا برای ایجاد زیستگاه های مصنوعی دریایی می توانند مورد استفاده قرار گیرند. بدنه کشتی ها، هواپیماها، اتومبیل ها، نخاله های ساختمانی (بتون)، تایرهای فرسوده و بسیاری دیگر از مواد زائد جامد در محیط دریا برای ایجاد زیستگاه های مصنوعی دریایی برای اهدافی همچون افزایش سطح اکوسیستم ها، ایجاد مناطق ماهی گیری جدید و ایجاد مناطقی برای جذب توریست مورد استفاده قرار می گیرند. در این مقاله سعی شده است تا به بحث پیرامون مواد و مصالح مختلف مورد استفاده در ساخت زیستگاه های مصنوعی دریایی پرداخته شود.

کلمات کلیدی: زیستگاه های مصنوعی دریایی، پسماندهای جامد، مدیریت، حفاظت محیط زیست

۱- مقدمه:

امروزه با وجود روند رو به افزایش تخریب زیستگاه های طبیعی در دریا و مناطق ساحلی، احداث زیستگاه های مصنوعی، بعنوان ابزاری در جهت احیاء زیستگاه های تخریب شده در محیط های دریایی و ساحلی بسیار مورد توجه قرار گرفته است (Spieler et al., 2001). در حال حاضر بیش از یک سوم سواحل و اکوسیستم های ساحلی در سراسر دنیا به دلایل مختلف از جمله تخریب بستر علف های دریایی، یوتریفیکاسیون، برداشت بی رویه آبزیان، آلودگی فلزات سنگین، رشد بی رویه جمعیت در مناطق ساحلی و توریسم در معرض خطر جدی تخریب قرار دارند (OSPAR Commission, 2000). یک راه حل برای جلوگیری از تخریب بیش از حد اکوسیستم های ساحلی و رساندن آنها به شرایط قبل از تخریب، بازسازی اکولوژیک^۱ آنها می باشد. بازسازی اکولوژیک یعنی ایجاد موقعیتی که اکوسیستم های آسیب دیده آبی از نظر بیولوژیک فرصت بیشتری را برای ادامه حیات و بازسازی و احیاء خود در جهت پایداری، افزایش تولید و مقابله با شرایط نامناسب محیطی به دست آورند (Society for Ecological Restoration (SER), 2004). احداث زیستگاه های مصنوعی دریایی از جمله مهمترین ابزارهای بازسازی اکولوژیک اکوسیستم های آسیب دیده به شمار می رود (Seaman, 2007). امروزه نقش زیستگاه های مصنوعی دریایی در بازسازی اکوسیستم های ساحلی - دریایی در سراسر دنیا به خوبی شناخته شده و باعث شده است تا برنامه ها و طرح های مدیریتی ویژه ای بر این مبنا در اکوسیستم های ساحلی - دریایی پایه ریزی شود و مدیران این اکوسیستم ها دائما بدنبال اصلاح و بهبود تکنولوژی و کارایی زیستگاه های مصنوعی دریایی باشند (Seaman and Sprague, 1991). در این راستا از مواد و مصالح زیادی برای احداث زیستگاه های مصنوعی دریایی استفاده می شود که در ادامه به تفصیل به آنها پرداخته می شود. جدول شماره ۱ اهداف استفاده از مواد سازنده مختلف زیستگاه های مصنوعی دریایی را نشان می دهد.

^۱ . Ecological Restoration

جدول ۱: نوع مواد سازنده و اهداف احداث زیستگاه های مصنوعی دریایی (Baine, 2001).

فلزات	چوب	هواپیما و سخت افزارهای جنگی	واگن قطار	پلاستیک	کشتی ها	تایرهای فرسوده	سکوی نفت	FADs	صخره های طبیعی	بتون	مواد سازنده
											اهداف احداث زیستگاه
*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	افزایش تنوع ماهیان تجاری
				*				*		*	پناهگاهی برای لارو آبزبان
*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	پناهگاهی برای جوامع کف زی
					*				*	*	حفاظت سواحل
*				*					*	*	بازسازی زیستگاه های طبیعی
*				*	*		*			*	ورزش های دریایی
*	*									*	پرورش جلبک ها و صدف ها
*	*	*	*		*	*	*			*	مدیریت پسماند های جامد

۲- پسماندهای مورد استفاده در احداث زیستگاه های مصنوعی دریایی:

هر کشوری بسته به گروه آبی هدف، از مواد و مصالح گوناگونی برای احداث زیستگاه های مصنوعی دریایی استفاده می کند. از جمله این مواد می توان چوب، نخاله های ساختمانی (بتون ساختمان ها، خیابان ها و پل ها)، پلاستیک های فشرده همچون فایبرگلاس، خودروهای اسقاطی، تایرهای فرسوده، سخت افزارهای جنگی، واگن قطارها، بدنه هواپیما اشاره کرد. جدول شماره ۲ مواد سازنده و اهداف احداث زیستگاه های مصنوعی دریایی در کشورهای مختلف دنیا را نشان می دهد.

۲-۱- چوب:

شاخ و برگ و تنه درختان به دلیل طبیعی بودن، در دسترس بودن و دارا بودن سطحی چسبنده در گذشته از کاربرد های فراوانی برای احداث زیستگاه های مصنوعی دریایی و جذب آبزبان مختلف به ویژه ماهیان (FADs)^۱ برخوردار می باشند (Grove et al, 1991; Lukens, 1997). چوب و تنه درختان از جمله اولین موادی بودند که توسط بشر برای ساخت زیستگاه های مصنوعی دریایی استفاده شدند. ماهی گیران ژاپنی در قرن ۱۷ میلادی برای تجمع ماهیان و صید آسانتر آنها از مواد و اشیاء طبیعی همچون ساقه و برگ درختان، تکه سنگ های بزرگ و اشیاء شفاف در بستر رودخانه ها یا دریا استفاده می کردند (Daniel and Seward, 1975; Christian et al, 1998). بدنبال آنها در دهه ۱۸۶۰ میلادی آمریکائی ها با قرار دادن تنه درختان بلوط و کاج اقدام به ساختن اتاقک های چوبی بدون سقف می کردند و آن را در درون آب قرار می دادند پس از چند هفته بارناکل ها به تنه درختان چسبیده و از آن پس ماهیان به این زیستگاه جلب می شدند (Seaman and Sprage, 1991; Rousseau, 2006). امروزه با وجود مواد مصالح گوناگون چوب و تنه درختان کمتر کاربرد دارد. چوب یک ماده خیلی سبک است که در آب شناور می شود برای ثابت ماندن چوب در بستر، اغلب چوب ها را بایستی با شن و ماسه سنگین کرد در نتیجه بایستی هزینه ای برای سنگین کردن آن پرداخت کرد (اژدری و اژدری، ۱۳۸۵). از سویی دیگر چوب در آب دریا از دوام بالایی برخوردار نبوده و در مدت زمان کوتاهی پوسیده می شود که پس از مدتی باید جایگزین شوند. برای جلوگیری از پوسیده شدن چوب با موادی شیمیایی آنها را عمل آوری می کنند که این مواد در دریا می توانند موجبات آلودگی آب و آبزبان را باعث شوند (Lukens, 1997).

۲-۲- نخاله های ساختمانی (بتون، فلزات و غیره)

بتون و فلزاتی که برای ساخت ساختمانها، پیاده روها، خیابان ها و پل ها به کار می رود به علت استحکام و سطحی چسبنده موفقیت زیادی در ساخت زیستگاه های مصنوعی دریایی داشته است (اژدری و اژدری، ۱۳۸۵). اولین دلیل کاربرد فراوان بتون در ساخت زیستگاه های مصنوعی دریایی سازگاری بالای این ماده با محیط دریا است (Lukens and Selberg, 2004). مطابق جدول شماره ۱، بتون و سازه های بتنی با اشکال مختلف لوله ای، مکعبی و هرمی، به علت استحکام زیاد و ایجاد بستری سخت که قابلیت بالای جذب و استقرار لارو آبزبان بویژه مرجان ها، پر کاربرد ترین ماده در ساخت زیستگاه های مصنوعی دریایی به شمار می رود (Baine, 2001). در فلوریدا ۶۳ درصد از

^۱ Fish Aggregating Devices

زیستگاه های مصنوعی دریایی از بتون و نخاله های ساختمانی ساخته شده اند (Lukens, 1997). از این رو از تکه صخره ها و سنگ ها، ستون های سیمانی که در پل ها و پیاده رو ها به کار می روند، لوله های سیمانی آب، ضایعات بتونی حاصل از تخریب ساختمان ها می توان در احداث زیستگاه های مصنوعی دریایی برای آبریزان استفاده های گسترده ای کرد (Lukens and Selberg, 2004).

۳-۲- خودروهای اسقاطی

سالانه هزاران اتومبیل در کشور از رده خارج می شوند که با بازیافت و کاربری مجدد آنها در صنایع مختلف می توان تا حد زیادی از آثار مخرب آنها روی محیط زیست کم کرد. کاربرد اتومبیل های اسقاطی به منظور احداث زیستگاه های مصنوعی دریایی به دلیل ارزان و در دسترس بودن مطلوب بوده و به راحتی در محیط قرار داده می شوند و تجهیزات سنگینی برای انتقال آنها لازم نیست (AAMA, 1994). از جمله اولین کاربرد های استفاده از اتومبیل های اسقاطی در ساخت زیستگاه های مصنوعی دریایی می توان به استقرار چندین اتومبیل اسقاطی در عمق ۱۸ متری توسط دپارتمان حفاظت از محیط زیست آلاباما در سال ۱۹۵۳ اشاره کرد. لازم است تا حتما قبل از استقرار خودروها در بستر دریا مواد پلاستیکی از آنها جدا شوند (Lukens and Selberg, 2004). مطابق استانداردها و دستورالعمل های کنوانسیون لندن، EPA و IMO/UNEP نباید هیچ گونه پلاستیکی در محیط دریا به صورت آزاد قرار داده شود. در استفاده از اتومبیل های اسقاطی به عنوان زیستگاه مصنوعی دریایی باید توجه کرد تا باک اتومبیل زهکش و سوراخ شود، موتور پاک شود، ترکیبات الکتریکی که قادر با ایجاد پلی کلراید بی فیل (PCBs) هستند خارج شوند و کلیه مواد پلاستیکی از بدنه جدا شوند (Lukens, 1997). کاربرد اتومبیل های اسقاطی در بستر دریا دارای معایبی نیز هست. بدنه اتومبیل ها از دوام و پایداری زیادی در بستر دریا برخوردار نبوده و از عمر مفید نسبتا کوتاهی (۱ تا ۵ سال) برخوردار است و همچنین بعد از این که فلزات زنگ زدند ممکن است فلزات سنگین ته نشین شده و باقی بمانند (Lukens, 1997).

۴-۲- تاپرهای فرسوده

سالانه در حدود ۱۵ میلیون حلقه تاپر در ایران از رده خارج می شود که با توجه به کم رونق بودن صنعت بازیافت^۱، بخش این تاپرها یا در محیط رها می شوند و یا این که به عنوان سوخت در صنایع مختلف استفاده می شوند که این امر نمی تواند را حل مناسبی در مواجهه با تاپرهای فرسوده باشد. یکی از راه کارهای مناسب استفاده از این تاپرهای فرسوده به عنوان زیستگاه های مصنوعی دریایی در اکوسیستم های ساحلی - دریایی است. تاپرهای فرسوده به دلیل فراوانی و در دسترس بودن، ارزان بودن، پایداری و دوام زیاد در برابر آب شور و دارا بودن سطحی چسبنده که گونه های مختلف آبریزان را به خود جذب می کند در سراسر دنیا از کاربرد زیادی برای ساخت زیستگاه های مصنوعی دریایی برخوردار می باشند (Stone et al, 1974; Kurtis, 2001). وجود همین خصوصیات باعث شده است تا تاپر خودروها در محیط های ساحلی - دریایی کاربرد های فراوانی داشته باشند. تاپرهای فرسوده برای اولین بار در سال ۱۹۶۶ توسط یک شرکت خصوصی در سواحل تگزاس به عنوان زیستگاه های مصنوعی مورد استفاده قرار گرفت و تا به امروز بر روند استفاده از آنها در محیط دریا به عنوان زیستگاه مصنوعی دریایی افزوده شده است. تاپرهای فرسوده در اکوسیستم ساحلی - دریایی برای اهداف گوناگونی از جمله موج شکن های شناور، ضربه گیر های اسکله ها و کشتی های یدک کش، سد های کوتاه در رودخانه ها، محافظ خطوط لوله زیر دریایی و دیواره های محافظ در بنادر استفاده می شود ولی عمده ترین کاربرد تاپر ها به عنوان زیستگاه مصنوعی برای تجمع و جذب آبریزان بویژه ماهیان می باشد (Collins et al., 2002; Seaman, 2007).

۵-۲- سخت افزارهای جنگی

سخت افزارهای جنگی همچون تانک ها، کشتی ها و هواپیماها از جمله پسماندهایی به شمار می روند که قابلیت و شرایط مناسب برای کاربرد به عنوان زیستگاه های مصنوعی دریایی را دارا می باشند ولی کاربرد آنها مستلزم دریافت مجوز از سازمان ها و ارگان های نظامی مرتبط است (Lukens and Selberg, 2004). برای نخستین بار ارتش آمریکا در سال ۱۹۹۳ تانک های جنگی از رده خارج شده خود را در بستر دریا قرار داد و از آن برای اهداف غیر نظامی استفاده کرد. دفتر دفاعی ارتش آمریکا در بررسی استفاده از تانک های جنگی از رده خارج شده خود به عنوان زیستگاه های مصنوعی دریایی به این نتیجه رسید که کاربرد آنها به عنوان زیستگاه مصنوعی گزینه ای مناسب تر از اوراق کردن آنهاست. در ادامه کشتی ها و هواپیماهای جنگی از رده خارج شده نیز برای این منظور مورد استفاده قرار گرفتند. کاربرد این ادوات جنگی به دلیل وزن زیاد آنها و کیفیت بالای آنها از موفقیت بالایی به عنوان زیستگاه های مصنوعی دریایی برخوردار گشت. به عنوان مثال پایش این ادوات جنگی پس از استقرار بیانگر وجود گونه های آبریزان فراوان از قبیل بارناکل ها، مرجان ها، اویستر و گونه های ماهی

۱- کمتر از ۱۰ درصد تاپرهای از رده خارج شده بازیافت می شوند.

مختلف بود که توجه ماهیگیران را به این مناطق جلب کرده بود (Laihonen et al, 1997). کاربرد این ادوات دارای معایبی نیز هست که از این قبیل می توان به هزینه های زیاد پاکسازی و تمیز کردن و هزینه زیاد حمل و نقل اشاره کرد (Lukens, 1997).

۲-۶- واگن قطار

واگن قطار از دیگر مواد سازنده زیستگاه های مصنوعی دریایی محسوب می شود. واگن قطار از سال ۱۹۸۰ در مناطقی چون کارولینای شمالی، فلوریدا، آلاباما، می سی سی پی و نیوجرسی برای اولین بار بطور آزمایشی برای ایجاد زیستگاه های مصنوعی دریایی مورد استفاده قرار گرفت. بعد از دو سال این واگن ها مورد بررسی قرار گرفتند و مشخص شد آبیان زیادی از جمله ۱۹ گونه مختلف ماهی این مناطق را به عنوان زیستگاه خود انتخاب کرده بودند (Lukens and Selberg, 2004). در استفاده از واگن قطار باید دقت کرد که این واگن ها به صورت توده ای و دسته ای قرار گیرند زیرا بدین ترتیب آنها در مقابل فشار جریان های می توانند بهتر مقاومت کنند (Lukens, 1993). واگن های قطار در مقایسه با سایر مواد به راحتی پاک سازی می شوند و هزینه های آماده سازی کمتری دارند. پروفیل عمودی واگن ها متجاوز از ۳ متر است که جذب کننده ماهیان سطح زی^۱ و نزدیک بستر زی^۲ است (Lukens, 1997).

۲-۷- بدنه هواپیما

هواپیماهای اسقاطی از دیگر سازه هایی است که برای ایجاد زیستگاه های مصنوعی دریایی استفاده شده اند و توسط ماهیگیران ورزشی و غواصان به فراوانی مورد استفاده قرار گرفته اند (Lukens and Selberg, 2004). کاربرد هواپیماهای از رده خارج شده به عنوان زیستگاه های مصنوعی دریایی در اوایل دهه ۱۹۷۰ در دو ایالت فلوریدا و کارولینای شمالی آغاز گردید (Luhens, 1997). هواپیماها هم همانند کشتی ها اگر پاک سازی گردند و کامل باشند بعد استقرار در بستر دریا از جمله مناطق جذب توریست به شمار خواهند رفت.

۲-۸- سکوهای نفتی

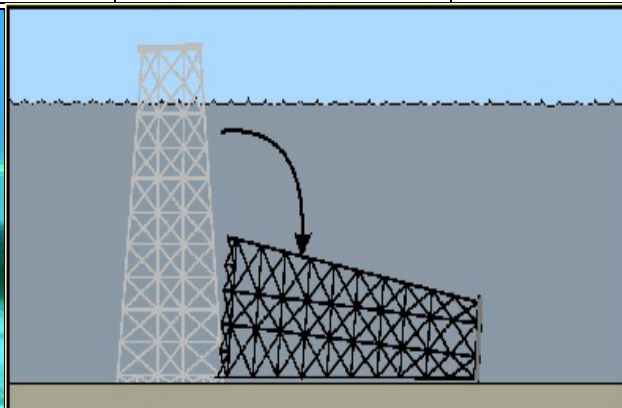
سکوه های استخراج نفت و گاز از رده خارج شده نیز از جمله سازه هایی به شمار می روند که از قابلیت بالایی برای استفاده به عنوان زیستگاه مصنوعی دریایی را دارا می باشند. این سازه ها پس از اتمام عمر مفید خود یا در همان منطقه یا بعد از انتقال به مناطقی دیگر در بستر دریا مستقر شده و به عنوان زیستگاه مصنوعی برای آبیان مورد استفاده قرار می گیرند (Lukens and Selberg, 2004). بیشترین موارد استفاده از سکوهای نفت و گاز از رده خارج شده به عنوان زیستگاه مصنوعی در خلیج مکزیک مشاهده می شود ضمن اینکه کشورهای اروپائی همچون اسکاتلند و نروژ در زمینه استفاده از سکوهای نفت و گاز از رده خارج شده در مناطق موج خیز با عمق ۳۰ تا ۶۰ متر تجربه بسیار مفیدی کسب کرده اند (Seaman, 1997; Jensen, 1998). شکل شماره ۱ نمونه هایی از پسماندهای جامد و مواد از رده خارج شده را که برای ساخت زیستگاه های مصنوعی دریایی کاربرد دارند را نشان می دهد.

¹ . Pelagic

² . Demersal

جدول ۲: مواد سازنده و اهداف احداث زیستگاه های مصنوعی دریایی در کشورهای مختلف دنیا

منابع	هدف از احداث زیستگاه	مواد سازنده زیستگاه	منطقه
Bombace, 1989; Bombace, 1990	افزایش تنوع زیستی آبزیان	سازه های بتنی	سواحل مدیترانه (ایتالیا، اسپانیا و فرانسه)
Collins et al., 1990	دفع پسماند و ایجاد زیستگاه شاه میگو	قطعات اضافی زغال سنگ	انگلستان
McGurrin et al., 1989	افزایش فعالیت های تفریحی (ماهی گیری و غواصی)	بقایای کشتی ها و اتومبیل ها و تایرها	آمریکا
Stanley and willson, 1991	افزایش ماهی گیری تفریحی و مدیریت مواد زاید جامد	سکوهای نفت و گاز	خلیج مکزیک
Campos and Gamboa, 1989	افزایش زیتوده قابل استحصال	تایر اتومبیل ها	کاستاریکا
Polivina, 1990	افزایش جذب شاه میگو	شاخه های درختان(مانگروها)	کوبا
Young, 1988	ماهی گیری و غواصی تفریحی	تایر اتومبیل ها	استرالیا
Yamane, 1989; Polivina, 1990	افزایش زیتوده قابل استحصال	سازه های بتونی	ژاپن
Sinanuwong, 1988	افزایش زیتوده قابل استحصال و محدودیت تردد قایق های صیادی	سازه های بتونی و تایر اتومبیل ها	تایلند
White et al., 1990	مدیریت پسماندها و تجمع ماهیان	اتومبیل های اسقاطی	اندونزی
Hung, 1991	افزایش تولیدات زیستی و صیادی	لوله های بتونی و کشتی های فرسوده	مالزی
Vande Vusse, 1991	افزایش زیتوده قابل استحصال و بازسازی اکوسیستم های تخریب شده مرجانی	تایر ها، سازه های بتونی و چوب بامبو	فیلیپین





شکل ۱: کاربرد مواردی از پسماندهای جامد و مواد از رده خارج شده برای ساخت زیستگاه های مصنوعی دریایی

۳- بحث و نتیجه گیری:

امروزه در جامعه کنونی ما، الگوی مصرف نادرست همواره موجب تولید پسماند به میزان زیادی می شود. پسماند ها توسط تمامی بخش های فعال و در همه مراحل اعم از تولید تا مصرف کالاها ایجاد می شوند. اغلب پسماندها بالقوه مخرب محیط زیست می باشند (ابراهیمی، ۱۳۸۵). با توجه به نرخ بالای تولید پسماند و درصد کم پسماندهای بازیافت در ایران مسلماً شاهد تجمع قابل ملاحظه ای از پسماندهای جامد در کشور خواهیم بود. عدم رشد صنایع بازیافت در ایران می تواند ضرورت به کارگیری این پسماندها را در کاربرد های ساده و قابل حصولی چون زیستگاه های مصنوعی دریایی افزایش دهد. 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). امروزه برخی از پسماندهای جامد از قبیل چوب، نخاله های ساختمانی (بتون ساختمان ها، خیابان ها و پل ها)، خودروهای اسقاطی، تایرهای فرسوده، سخت افزارهای جنگی، واگن قطارها، بدنه هواپیما و کشتی ها و غیره در سطح جهان برای ساخت زیستگاه های مصنوعی دریایی کاربردهای فراوانی دارند. در ایران نیز می توان با اختصاص این نوع مواد زائد جامد به کاربری هایی چون زیستگاه های مصنوعی دریایی مدیریت بهتری روی این گونه پسماندها داشت.

منابع:

- ۱- ابراهیمی، محمد مهدی. ۱۳۸۵، راهکارهای مقابله با بحران تایر های فرسوده، مجله صنعت لاستیک، شماره ۱۶، ۹۷-۹۹.
- ۲- اژدری، ح. اژدری، ز. ۱۳۸۵. زیستگاه های مصنوعی دریایی و پیشرفت آن در ایران، انتشارات موج سبز، تهران، ۹۶ صفحه.
- 3- American Automobile Manufacturer's Association. "Automobile recycling". In Backgrounder (newsletter). 5pp. 1994.
- 4- G. Bombace, "Artificial reefs in the Mediterranean Sea". Bulletin of Marine Science. 44(2): 1023-1032. 1989.
- 5- J.A. Campos, and C. Gamboa. "An artificial tire-reef in a tropical marine system: A management tool". Bull. Mar. Sci. 44: 757-766. 1989.
- 6- K. J. Collins, A.C. Jensen, *et al.* "Scrap tyres for marine construction: environmental impact. Recycling and Reuse of Used Tyres Symposium". R. K. Dhir, M. C. Limbachiya and K. A. Paine. Dundee, Scotland, Thomas Telford: 149-162. 2001.
- 7- D.L. Daniel, and J.E. Seward, Jr. "Natural and artificial reefs in Mississippi coastal". 1975.
- 8- ERM. "Artificial Reef Deployment Study". Final Report to Agriculture and Fisheries Department of the Hong Kong Government. Environmental Resources Management – Hong Kong Ltd. 1999.
- 9- G. Kurtis, "The use of tires as artificial reef material". Memorandum from Kurtis Gregg to Roy Crabtree. November 20, 2001. 6 pp. 2001.
- 10- R. S. Grove, C.J. Sonu, and M. Nakamura. "Design and engineering of manufactured habitats for fisheries enhancement". L. William Jr. and L.M. Sprague, editors. Artificial habitats for marine and freshwater fisheries. San Diego, California: Academic Press Inc. p.109-152. 1991.
- 11- E.W.F. Hung, "Artificial reefs development and management in Malaysia". in: Report of the workshop on artificial reefs development and management, Penang, Malaysia. ASEANISFI88IGENI8: 27-5, 1988.
- 12- International Maritime Organization (IMO), "Guidelines and Standards for the Removal of Offshore Installations and Structures on the Continental Shelf and in the Exclusive Economic Zone", Resolution, A. 672(16). 1989.

- 13- R.R. Lukens, "Guidelines for marine artificial reef materials". Gulf States Marine Fisheries Commission. Number 38. 118 pp. 1997.
- 14- R.R. Lukens, "A Profile of Artificial Reef Development in the Gulf of Mexico". No. 11-WB. Gulf States Marine Fisheries Commission, Recreational Fisheries Management Subcommittee. 59 pp. 1993.
- 15- R.R. Lukens. and C. Selberg, "Guidelines for Marine Artificial Reef Materials, Artificial Reef Subcommittees of the Atlantic and Gulf States Marine Fisheries Commissions", Second Edition. 2004,
- 16- M. Baine, "Artificial reefs: a review of their design, application, management and performance", *Ocean & Coastal Management* 44 , 241–259, 2001.
- 17- M. Rousseau, "Massachusetts Marine Artificial Reef Plan". Massachusetts Division of Marine Fisheries. Policy Report PR – 1. 2006.
- 18- J.M., McGurrin, R.B. Stone, and R.J. Sousa. "Profiling United States artificial reef development". *Bulletin of Marine Science*. 44:1004-1013. 1989.
- 19- OSPAR, "Guidelines on Artificial Reefs In relation to Living Marine Resources". 1999.
- 20- J.J. Polovina, "Fisheries Applications and biological impacts of artificial habitats". In *Artificial habitats for marine and freshwater fisheries*, edited by William J. Seaman, Jr., and Lucian Sprague. Academic Press Inc., San Diego, CA 92101. pp. 153-176. 1991.
- 21- W. Jr. Seaman, "Does the level of design influence success of an artificial reef? In *European Artificial Reef Research*". Proceedings of the 1st EARRN conference, pp. 359–376. Ed. by A. C. Jensen. Ancona, Italy, March 1996. Southampton Oceanography Centre, Southampton, England, UK. 1997.
- 22- W. Seaman, and L. M. Sprague., "Artificial habitat practices in aquatic system". In: *Artificial habitat for Marine and Freshwater Fisheries*. Wiliam Seman, Jr. and Lucian M. Sprague, eds. Academic Press, Inc. 1-30. 1991.
- 23- W. Seaman. "Artificial habitats and the restoration of degraded marine ecosystems and fisheries", *Hydrobiologia*, Springer Science+Business Media B.V. 2007.
- 24- K. Sinanuwong, "Artificial reefs construction Nakornsrithammarat Province". In: *Report of the workshop on artificial reefs development and management*, Penang, Malaysia. ASEAN/SF/88/GEN/8: 130- 134. 1988,
- 25- R. E. Spieler, D. S. Gilliam, and R. L. Sherman, "Artificial substrate and coral reef restoration: what do we need to know to know what we need". *Bulletin of Marine Science*, 69(2): 1013–1030. 2001.
- 26- D.R. Stanley, and C.A. Wilson. "Factors effecting the abundance of selected fishes near petroleum platforms in the Northern Gulf of Mexico". *Fish Bull.* 89:149-159. 1991.
- 27- R. B., Stone, L. Coston, D. Hoss, and Cross, F. "Experiments on some possible effects of tire reefs on pinfish and black sea bass". *Marine Fisheries Review*, 37: 18–20. 1975.
- 28- U.S. Environmental Protection Agency, "National Guidance: Best Management Practices for Preparing Vessels Intended to Create Artificial Reefs used for fish habitat". Faculty of Engineering and Applies Science, University of Newfoundland. 2006.,
- 29- T. Yamane, "Status and future plans of artificial reef project in Japan" , *Bulletin of Marine Science* 44: 1038-1040. 1989.
- 30- C. Young, "Major artificial reef in WA follows SA lead". *Aust. Fish.* 47(12): 26-28. 1988.