

اثرات زیست محیطی تخلیه آب تعادل کشتی ها بر اکوسیستم های دریایی

منصور کیانی مقدم^۱

^۱ دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار

امیر سعید نورامین*^۲

^۲ شرکت آموزش فناوری ساحل و فراساحل، تهران

نسرین اتابک^۳

^۳ دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر

چکیده

در مجموع، سالانه میلیاردها لیتر آب تعادل کشتی ها در سراسر جهان جابجا می شود و این آب ها پر از ارگانیزم های زنده است. وقتی کشتی ها به مقصد می رسند که ممکن است هزاران کیلومتر با مبدأ فاصله داشته باشند، این ارگانیزم ها و موجودات زنده با آب تعادل کشتی درون دریا یا دریاچه تخلیه می شوند. ورود این موجودات به مناطق جدید می تواند به دلیل عدم وجود دشمنان طبیعی آثار مخرب زیادی در پی داشته باشد و حتی به نابودی برخی گونه های بومی منجر شود.

با عنایت به تهاجم گونه ای به نام شانه دار مهاجم به دریای خزر و در معرض خطر قرار گرفتن ذخایر غذایی ارزشمند این دریا و تبعات نامطلوب اقتصادی، صیادی، زیست محیطی و حتی توریستی ناشی از این امر، توجه به راهکارهای سریع و مؤثر مقابله با این شانه دار امری ضروری است که نیازمند همکاری های متعامل زیست محیطی و دریایی ملی و منطقه ای می باشد. در این مقاله، ابتدا سیستم عملکرد آب تعادل کشتی ها و قوانین دریایی مربوط به آن مورد مطالعه و بررسی قرار می گیرد. سپس بعد از مروری بر وضعیت مناطق مختلف ساحلی دنیا که به وسیله موجودات منتقل شده به وسیله مخازن تعادل کشتی ها آلوده شده اند، وضعیت دریای خزر و خصوصیات شانه دار مهاجم به طور دقیق بررسی شده و راهکارهای مختلف زیست محیطی، قانونی و دریایی مقابله با این مهاجم مورد مطالعه قرار می گیرند.

کلمات کلیدی: آب تعادل، اکوسیستم های دریایی، محیط زیست، شانه دار مهاجم، دریای خزر

*Corresponding author

E-mail address: saeid.nooramin@yahoo.com

Tel: ۰۹۱۲۷۶۳۸۹۲۴

۱- مقدمه

هر روز، توسط تقریباً همه کشتی هایی که روی اقیانوس ها و دریاچه ها سفر می کنند، میلیون ها مسافر قاچاق این سو آن سو می روند. وقتی کشتی ها آب های تعادل را که در بدنه کشتی ذخیره شده حمل می کنند، این بیگانه ها وارد می شوند و روزانه ۴۰ هزار گونه آن ها در سراسر جهان به سفر می پردازند (فضلی و روحی، ۱۳۸۱).

در مجموع، سالانه ۱۰ هزار میلیارد لیتر آب تعادل کشتی ها در سراسر جهان حمل و نقل می شود که عامل اصلی انتقال حداقل ۷۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ گونه مختلف از جمله باکتری ها، میکروب ها، کیست ها، تخم ها و لارو موجودات دریایی مختلف در سراسر جهان شناخته شده اند که البته به دلیل شرایط نامناسب و نبود غذا و نور کافی، همه این موجودات نمی توانند در مخازن آب توازن دوام آورند. موجوداتی زنده می مانند که پتانسیل استقرار از یک محیط به محیط دیگر را داشته باشند.

ورود گونه های تازه وارد به اکوسیستم های جدید در درجه اول ساختار شبکه غذایی محیط را به طور گسترده ای تغییر داده و موجب کاهش تنوع زیستی دریا می گردد. نتیجه نهایی چنین وضعیتی ایجاد تغییرات اساسی در ذخایر ژنی دریا خواهد بود. از سوی دیگر این پدیده تهدید جدی برای مناطق آبی پروری ساحلی که در نزدیکی مسیرهای کشتیرانی قرار داشته باشند، محسوب می شود و این مناطق در معرض بالاترین شانس دریافت بیماری از طریق پاتوژن های منتقل شده به وسیله آب توازن کشتی ها قرار دارند.

با توجه به اثرات زیان بار ورود این موجودات به اکوسیستم های جدید، دولت ها در سراسر دنیا قوانین مختلفی برای مقابله با این پدیده اجرا می کنند که برای نمونه می توان به قوانین تدوین شده توسط گارد ساحلی ایالات متحده آمریکا (US Coast Guard) اشاره کرد (USCG Rules, ۲۰۰۹). نکته مهم در اکثر این قوانین مطابقت آنها با قوانین تدوین شده توسط سازمان جهانی دریانوردی (IMO) می باشد (USCG Standard, ۲۰۰۹).

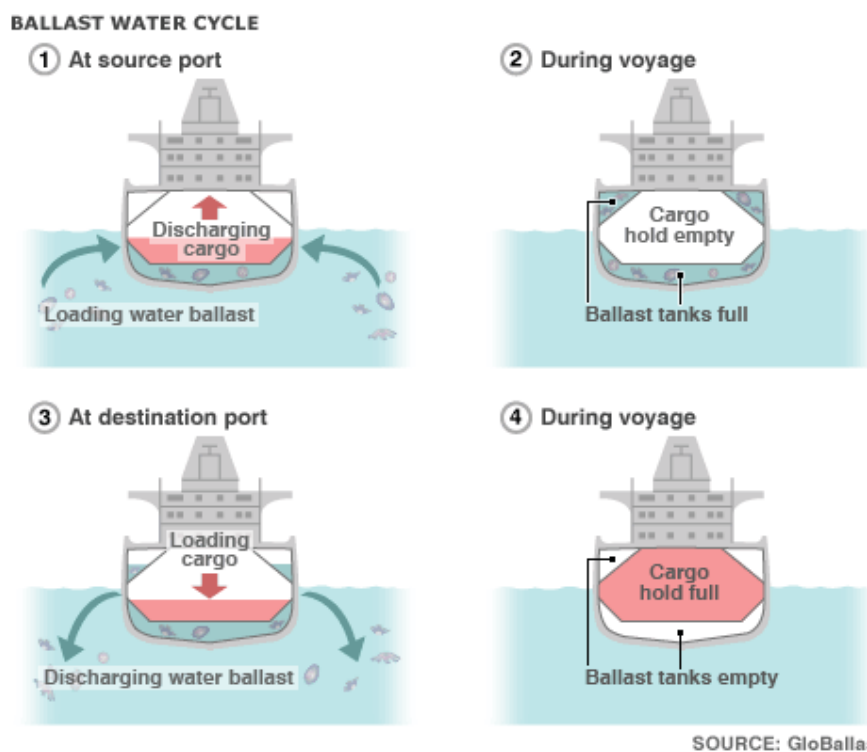
دریای خزر یکی از مناطق در معرض خطری است که به دلیل بسته بودن اکوسیستم آن، نیاز به توجه بیشتری دارد. این مقاله به بررسی وضعیت این دریا پس از ورود شانه دار مهاجم از طریق انتقال از دریای سیاه و راهکارهای مقابله با این پدیده مخرب زیست محیطی می پردازد. بدیهی است در صورت هر گونه سهل انگاری، تأثیرات منفی اجتماعی، گردشگری، صنعتی، ماهیگیری و اکولوژیکی جبران ناپذیری در کشورهای حاشیه دریای خزر و خصوصاً ایران رخ خواهند داد.

۲- کنوانسیون آب تعادل کشتی ها

کنوانسیون آب تعادل کشتی ها (Ballast Water Discharge Standard) در فوریه سال ۲۰۰۴ توسط کمیته حفاظت محیط دریایی (Marine Environment Protection Committee) سازمان جهانی دریانوردی تصویب شد و الزامات آن برای تمام کشتی های با ظرفیت بیش از ۴۰۰ تن که به منظور حفظ تعادل، آب را در مخازن ویژه ای حمل می کنند اجرایی می باشد (Fonseca, ۲۰۰۸). با توجه به مفاد این کنوانسیون، کشتی ها بدون داشتن گواهینامه آب تعادل (Ballast Water Certificate) اجازه تردد ندارند که گواهینامه مذکور هر ۵ سال و پس از انجام بازرسی های دقیق تمدید می شود (USCG Standard, ۲۰۰۹). اهم موارد قابل استنتاج از این کنوانسیون عبارتند از (IMO Standard, ۲۰۰۴):

- تعیین نقاط ویژه ای که به دلیل وجود موجودات خطرناک برای سایر اکوسیستم ها، پر کردن مخازن آب تعادل در آن ها ممنوع می باشد.
 - تمام کشتی های بالای ۴۰۰ تن باید مطابق Ballast Water Management Plan، بارگیری و تخلیه آب تعادل را ثبت نمایند.
 - پر و خالی نمودن مخازن آب تعادل کشتی ها فقط در آب های عمیق و به دور از نقاط ساحلی انجام پذیرد.
 - مطابق بند B۱ کنوانسیون آب تعادل، فعالیت پر و خالی نمودن مخازن تعادل باید در Ballast Water Record Book ثبت شده و توسط بازرسی های بندری (Port State Control) بازرسی و نظارت شود.
 - با توجه به اینکه در شب ها، ارگانسیم های ریز و میکروسکوپی به سطح آب می آیند، از پر کردن مخازن آب تعادل کشتی در شب ها جلوگیری به عمل آید.
 - مطابق کنوانسیون، تخلیه آب تعادل در محدوده ای بین حداقل ۵۰ تا ۲۰۰ مایل دریایی از نوار ساحلی و عمق کمتر از ۲۰۰ متر نباید صورت پذیرد.
 - با توجه به دستورالعمل IMO برای کشتی های با ظرفیت بیش از ۴۰۰ تن، باید فردی تحت عنوان افسر آب تعادل (Ballast Water Management Officer) بر فعالیت های مربوط به مخازن آب تعادل نظارت داشته باشد.
- به طور کلی و مطابق الزامات تدوین شده توسط IMO، پیش از تخلیه آب مخازن تعادل، مبادله ۹۵٪ آب تعادل (Ballast Water Exchange) باید در آب های عمیق صورت گیرد که عموماً به روش های زیر انجام پذیر می باشد (IMO Ballast Water Guidelines, ۱۹۹۸):
- Sequential Method: در این روش ابتدا مخزن تعادل کاملاً خالی شده و سپس با آب جایگزین پر می شود.

- Flow-Through Method: در این روش به میزان ۳ برابر حجم مخازن تعادل (به منظور اطمینان از مبادله ۹۵٪ آب تعادل)، آب به مخزن پمپ شده و از سمت دیگر سرریز می شود.
- Dilution Method: در این روش حجم مشخصی از آب (با توجه به خصوصیات فیزیکی مخزن و اصول شناوری) در مخزن باقی می ماند و ۳ برابر حجم مخزن آب از بالا پمپ شده و همزمان از خروجی انتهایی مخزن تخلیه می گردد.



شکل ۱: مکانیزم مبادله آب تعادل کشتی ها (IMO Ballast Water Guidelines, ۱۹۹۸)

- مخازن تعادل در کشتی ها به دلایل مختلفی تعبیه شده اند که اهم آن ها عبارتند از:
- حفظ تراز طولی کشتی (Trim) به خصوص در هنگام بارگیری و تخلیه
 - حفظ تعادل کشتی (Stability)
 - متعادل نمودن آبخور کشتی به خصوص در هنگام سفر در هنگام بالاست (بدون بار)
 - کاهش تنش های وارده بر بدنه کشتی در هنگام سفر



شکل ۲: کشتی مغروق در سواحل ایالات متحده به دلیل عدم توجه به تخلیه به موقع آب تعادل

همان طور که در شکل ۲ نشان داده شده است، همه ساله گزارشات فراوانی از سوانح دریایی بر اثر عدم توجه به پر و خالی نمودن به موقع مخازن آب تعادل کشتی ها در هنگام بارگیری و تخلیه در نقاط مختلف دنیا ارائه می‌شوند (USCG Riles, ۲۰۰۹) که گواهی بر اهمیت سیستم آب تعادل کشتی ها می‌باشد.

۳- اثرات زیست محیطی تخلیه آب تعادل کشتی ها بر اکوسیستم های دریایی

ورود گونه‌های جدید به حوزه‌های آبی همیشه با تغییراتی در اکوسیستم آن ها همراه می‌باشد و حتی منجر به کاهش میزان فراوانی گونه‌های با ارزش شیلاتی آن حوزه ها می‌گردد (اسماعیلی و همکاران، ۱۳۸۰). به طور کلی گونه های مهاجم در محیط های جدید رفتارهای متفاوتی از خود بروز می‌دهند که عبارتند از:

- به علت عدم سازگاری از بین می‌روند.
- بیش تر از زیستگاه اولیه توسعه و گسترش می‌یابند.
- به علت شرایط نامساعد در حد ناچیز باقی می‌مانند.

در این زمینه می‌توان به ورود گونه‌های جدید از دریای مدیترانه و اقیانوس اطلس به دریای خزر اشاره نمود. این گونه‌ها ابتدا وارد دریای سیاه می‌شوند و در مناطق مناسب آن پراکنش می‌یابند و در مواقعی از سال به مناطق مناسب دریای آزوف نیز وارد می‌شوند و پراکنش می‌یابند و سپس با توجه به شوری کمتر دریای آزوف نسبت به دریای سیاه، شرایط ورود آن ها به دریای خزر فراهم می‌شود (اسماعیلی و همکاران، ۱۳۸۱). بیشتر گونه‌هایی که از دریای مدیترانه وارد دریای خزر شده‌اند، در دریای آزوف هم پراکنش دارند.

کشتی‌های نفتکش با حمل آب (به منظور حفظ تعادل) عامل اصلی ورود گونه‌های غیر بومی به دریای سیاه هستند (Reeve, ۱۹۸۹) شایان ذکر است که ورود گونه‌های جدید فقط از طریق دریای مدیترانه صورت نمی‌گیرد، بلکه این گونه‌ها از مناطقی از اقیانوس‌ها که شرایط اولیه زیست برای آن ها فراهم بوده است نیز

به دریای خزر وارد می‌شوند. به عنوان مثال، برخی از گونه‌های جدیدی که در سال‌های اخیر وارد دریای سیاه شده‌اند، در مناطق آب‌های شیرین مصب رودخانه‌ها پراکنش یافته‌اند. حمل و نقل از طریق راه آهن و تأسیس سازه‌های دریایی، از عوامل اصلی ورود گونه‌های جدید از دریای آزوف و سیاه به دریای خزر هستند. تعداد زیادی از این موجودات در نواحی ساحلی و نیمه ساحلی زیست می‌کنند و به تدریج با فاکتورهای زیست محیطی سازش می‌یابند و می‌توانند در حمل و نقل از طریق راه آهن و شناورها زنده بمانند. بنابراین، با باز شدن کانال ولگا - دن، هنگامی که کشتی‌ها از دریایی به دریای دیگر از جمله به دریای خزر وارد می‌شوند، حامل گونه‌های جدید به این دریا بودند (باقری و سبک آرا، ۱۳۸۲). موارد فوق سبب شد تا در ترکیبات موجودات کفزی و پلانکتون‌ها، تغییرات اساسی ایجاد گردد. در سال ۱۹۸۲، برای اولین بار یک گونه نرم تن دوکفه‌ای با عنوان *Scopharca inaequivalis* در دریای سیاه در سواحل بلغارستان مشاهده شد و در همان سال گونه جدیدی با عنوان *Mnemiopsis leidyi* نیز در نواحی مختلف دریای سیاه مشاهده شد. انتقال این گونه به وسیله کشتی باری از خلیج چی‌سپیک و دیگر نواحی اقیانوس اطلس صورت گرفت که به راحتی در دریای سیاه تردد داشتند. *Mnemiopsis* در دریای سیاه به خوبی سازش و تکثیر یافت و در اواخر دهه ۸۰، مقدار زی‌توده آن یک میلیارد تن برآورد گردید (Swanberg, ۱۹۷۴). شانه‌داران موجوداتی بسیار پرطاقت هستند. آنها قادرند در انواع زیستگاه‌های دریایی، در دامنه وسیعی از تغییرات شوری، دما و شرایط متفاوت کیفیت آب زندگی کنند. این جانوران عموماً وابسته به نوع غذای خاصی نمی‌باشند و در شرایطی که غذا به میزان کافی وجود ندارد، می‌توانند با کاهش اندازه بدن زنده بمانند (روحی، ۱۳۸۲).



شکل ۳: پراکنش موجودات حمل شده توسط آب تعادل کشتی‌ها

همان گونه که در شکل شماره ۳ نشان داده شده است، نقاط مختلفی از دنیا تحت تأثیر اثرات مخرب ورود گونه های جدید از طریق انتقال به وسیله مخازن آب تعادل کشتی ها قرار گرفته اند. مهم ترین گونه های مهاجمی که از طریق آب تعادل کشتی ها در نقاط مختلف دنیا آثار مخربی بر جای گذاشته اند عبارتند از:

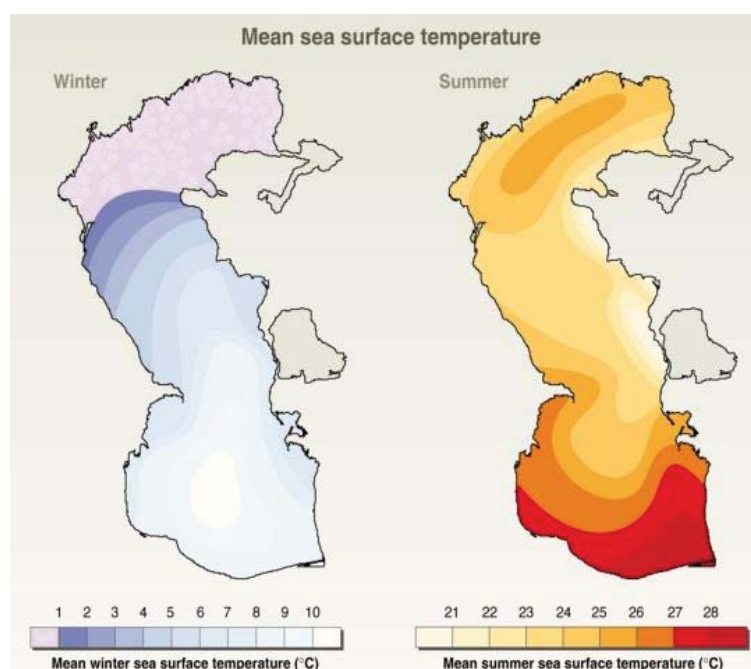
- *Mnemloopsis leidy* (شانه دار شمال آمریکا) که از طریق سواحل شرقی آمریکا به دریاهای خزر، آزوف و سیاه انتقال یافته است.
- *Asterias amurensis* (ستاره دریایی شمال اقیانوس آرام) که از اقیانوس آرام شمالی به سواحل جنوبی استرالیا راه یافته است.
- *Dreissena polymorpha* (زبرا ماسل) که از دریای سیاه به سواحل اروپای غربی و شمالی (سواحل ایرلند و دریای بالتیک) و سواحل شرقی آمریکای شمالی انتقال پیدا کرده است.
- *Undaria pinnatifida* (کتانجک آسیایی) که از سواحل شمالی آسیا به سواحل جنوب استرالیا، زلاندنو، غرب آمریکا، اروپا و آرژانتین جابجا شده است.
- *Carcinus meanus* (خرچنگ سبز اروپایی) که از سواحل اروپایی اقیانوس اطلس به استرالیای جنوبی، جنوب آفریقا، آمریکا و ژاپن انتقال یافته است.
- *Neogobius melanostomus* (گوبی گرد) که از طریق دریاهای سیاه، آزوف و خزر به آمریکای شمالی و دریای بالتیک نفوذ کرده است.
- *Eicocheir sinensis* که از سواحل شمالی آسیا به اروپای غربی، دریای بالتیک و سواحل غربی آمریکای شمالی جابجا شده است.
- *Cercopagis pengoi* (کک آبی) که از دریاهای خزر و سیاه به دریای بالتیک نفوذ یافته است.
- *Vibrio cholera* (کلرا) که سواحل آمریکای جنوبی و خلیج مکزیک را مورد تهاجم قرار داده است.

۴- توپوگرافی دریای خزر

دریای خزر به عنوان یک حوزه بسته منحصر به فرد نسبت به حوزه های آبی دیگر و اقیانوس ها، دارای شوری کمتری است. این دریا دارای دوره طولانی تکاملی قابل توجهی است. در دوره مزوزوئیک و در اوایل دوره ترشیاری قسمتی از اقیانوس تتیس محسوب می شد که بخش هایی از دریای مدیترانه، سیاه، آزوف، خزر و اورال را پوشش می داد و از غرب با اقیانوس اطلس و از شرق با اقیانوس آرام مرتبط بود (یوسفیان، ۱۳۸۱).

نظر به شرایط نسبتاً متفاوت قسمت های مختلف دریای خزر، می توان آن را با توجه به میانگین عمق آب، شوری و درجه حرارت به سه منطقه خزر شمالی، میانی و جنوبی تقسیم نمود.

خزر شمالی با میانگین عمق شش متر و میانگین حرارت سطح آب به میزان ۶ درجه سانتیگراد در زمستان ۲۴ درجه سانتیگراد در تابستان و شوری بسیار کم که در برخی مناطق به میزان یک در هزار می باشد، کاملاً متفاوت از سایر قسمت های این دریا می باشد. منطقه خزر میانی که معمولاً تا ۱۰ درجه سانتیگراد در زمستان، ۲۵ درجه سانتیگراد در تابستان و شوری معادل ۱۱ در هزار می رسد تقریباً مشابه خزر جنوبی می باشد. خزر جنوبی نیز که از عمیق ترین قسمت دریای خزر با عمق هزار متر و از منطقه آبشرون در جمهوری آذربایجان شروع می شود در تابستان درجه حرارتی معادل ۲۸ درجه سانتیگراد در سطح آب داشته و میانگین شوری آن تا ۱۳ در هزار می باشد.



شکل ۴: پروفایل دمایی دریای خزر در تابستان و زمستان

مساحت دریای خزر بیش از ۲ برابر مساحت خلیج فارس است و عمق آن در بعضی مناطق تا ۱۰ برابر عمق خلیج فارس می رسد. همچنین عمق این دریا به سمت سواحل ایران زیاد می شود. طول دریای خزر ۱۲۰۵ تا ۱۲۸۰ کیلومتر و عرض این دریا ۲۰۲ تا ۵۵۴ کیلومتر است. گنجایش آب آن نزدیک ۷۹ هزار کیلومتر مکعب بوده و آب وارده به دریای خزر به طور متوسط ۳۰۰ کیلومتر مکعب در سال است (یوسفیان، ۱۳۸۱). میزان نزولات جوی سالانه در کرانه های جنوبی خزر زیاد بوده و از ۴۰۰ تا ۱۸۰۰ میلیمتر تغییر کرده و از شرق به غرب افزایش می یابد. در حال حاضر دریای خزر به دلیل آنکه به دریای آزاد راه ندارد، تقریباً فاقد جزر و مد است. جهت جریان آب دریا از سمت دریا به ساحل می باشد. دمای آبهای خزر در امتداد خط ساحلی ایران در مقایسه با نواحی شمالی و میانی خزر بیشتر است و علیرغم یخ زدن آب های شمالی خزر

که یخ‌ها به ضخامت ۴۰ تا ۷۰ سانتیمتر رسیده و تا ۱۶۰ روز هم دوام دارند، آب‌های سواحل ایران در زمستان بدون یخ زدگی است.



شکل ۵: توپوگرافی دریای خزر و کشورهای ساحلی آن

با توجه به بسته بودن اکوسیستم دریای خزر، ورود گونه‌های جدید اثرات مخرب بیشتری در مقایسه با سایر اکوسیستم‌های دریایی در پی خواهد داشت. تعداد گونه‌های وارد شده به دریای خزر بعد از باز شدن کانال کشتیرانی ولگا - دن، به ۱۰ گونه رسید که از میان آن‌ها می‌توان به خرچنگ *Rhithroponapelsharrissii* اشاره نمود که در اعماق ۰ - ۸۰ متری نسبت به گونه‌های بومی خزر میانی و جنوبی گونه غالب می‌باشد.

۵- شانه دار مهاجم دریای خزر

Mnemiopsis در اوایل دهه ۸۰ قرن بیستم، در دریای سیاه و در اواخر این دهه، در دریای آزوف شناسایی شد (روحی و همکاران، ۱۳۸۲). دقیقاً پس از ده سال از شناسایی این گونه در دریای آزوف، اوشیفستف و کاماکین از کارشناسان مؤسسه علمی تحقیقاتی شیلاتی کاسپینرخ، این شانه‌دار را در دریای خزر مورد شناسایی قرار دادند. اثرات مخرب این گونه در دریای آزوف فقط طی یک سال برابر میزان آلودگی‌های ناشی از فعالیت‌های انسانی طی چهل سال گذشته بود (Kremer, ۱۹۷۶). براساس تحقیقات این گروه، این گونه در دریای آزوف مخرب‌ترین موجودی بود که زندگی ماهیان را نابود کرد. بر اساس برآورد دانشمندان و

محققین آمریکایی در سال ۱۹۹۲، میزان خسارات وارده این گونه به ذخایر زنده دریای آزوف، سالانه ۲۴۰ میلیون دلار بود ولی میزان خسارت در دریای خزر نسبت به دریای آزوف، به مراتب بیشتر می باشد (روحی و همکاران، ۱۳۸۲).

بدون شک در آینده نزدیک، سیستم پلاژیک خزر جنوبی، میانی و بخش هایی از خزر شمالی، از بین خواهد رفت و اثرات مخرب این گونه در دریای خزر به مراتب بیشتر از اثرات مخرب آن در دریای آزوف می باشد (Kremer, ۱۹۷۶). بنابراین، ذخایر زنده از جمله شگ ماهی، کیلکا، کفال، ماهیان خاوباری و میدان های غذایی آنها و در مجموع کل اکوسیستم دریای خزر با مشکلات عدیده ای مواجه می باشند.

بر اساس نتایج دانشمندان و محققین، اگر روند نظارتی دقیقی در خصوص جمعیت *Mnemiopsis* در دریای خزر صورت نگیرد، این حوزه آبی به عنوان یک حوزه منحصر به فرد شیلاتی، از بین خواهد رفت. با بررسی های انجام شده، مشخص شد که میزان صید کیلکا ماهیان یک سال پس از ورود *Mnemiopsis* به دریای خزر به طور قابل توجهی کاهش یافته است، به طوری که میزان تلفات ۲۵۰ هزار تن برآورد شد. به طور کلی اهم دلایل رشد گسترده این مهاجم عبارتند از:

- سازگاری مناسب اکولوژیکی
- شوری، حرارت و اکسیژن مناسب
- تغذیه مناسب
- عدم وجود شکارچیان طبیعی



شکل ۶: شانه دار مهاجم دریای خزر (*Mnemiopsis*)

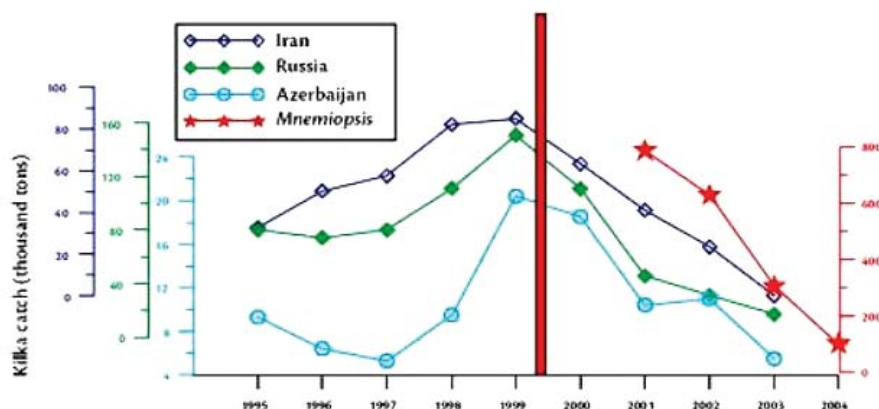
شانه دار مذکور در برابر کمبود غذا و اکسیژن مقاوم بوده و توانایی تحمل دامنه وسیع شوری و دما را دارد. بسیاری از این شانه داران در سطح آب زندگی می‌کنند، اما در مواقعی که دریا طوفانی و همراه با امواج شدید است قادرند به عمق آب رفته و در آنجا زیست نمایند.

هنگامی که غذای کافی در دسترس این موجودات باشد، به سرعت رشد می‌کنند. به طوری که در شرایط غذایی مناسب وزن جمعیت آن‌ها در مدت ۲ تا ۳ شبانه‌روز، دو برابر می‌شود. ولی زمانی که شرایط تغذیه مناسب نباشد، آهنگ رشد آنها کند می‌شود و وزن و طول بدنشان کاهش می‌یابد و به عبارت دیگر، رشد منفی دارند.

زن‌کی‌ویچ در سال ۱۹۷۷، بر اساس مطالعات خود در زمینه ورود گونه‌های جدید به دریای خزر، رشد تیپیک این شانه‌دار را در اکوسیستم‌های جدید آبی مورد بررسی قرار داد (Shiganova & Bulgakova, ۲۰۰۰). در این میان چندین فاز تحقیقاتی تعیین شد. فاز اول، دوره سازش‌پذیری گونه‌های جدید در حوزه‌های آبی جدید می‌باشد. در این دوره تعداد و میزان رشد آن‌ها کم است. سپس فاز دوم شروع می‌شود و گونه‌های جدید در این دوره به لحاظ فقدان رقیب و دشمن، تکثیر انبوه دارند. به عبارت دیگر، انفجاری بیولوژیک ایجاد می‌کنند و به دلیل رشد انبوه و اشباع شدن مسیرهای زیست آن‌ها، فاز سوم شروع می‌شود. در این دوره، روند رشد گونه جدید کند می‌شود و سپس در فاز چهارم، فراوانی گونه جدید در مدت زمانی کوتاه افزایش می‌یابد. در فاز پنجم، مقدار زی‌توده آن کمی رو به کاهش می‌رود. در فاز ششم، دشمنان این گونه شکل می‌گیرند و به شکل رقیب وارد عمل می‌شوند به طوری که فراوانی و مقدار زی‌توده آنها کاهش شدید خواهد داشت. در فاز هفتم، روند کاهش ذخایر آن‌ها کند می‌شود و نهایتاً در فاز هشتم، میزان فراوانی آن‌ها به تعادل می‌رسد.

۶- راهکارهای کاهش مخاطرات ناشی از ورود شانه دار مهاجم

مطابق بررسی‌های انجام گرفته تأثیرات ناشی از ورود شانه دار به دریای خزر بر روی اکثر گونه‌ها بصورت نامطلوبی نمود پیدا کرده است. با توجه به تغذیه کیلکا ماهیان از زئوپلانکتون‌ها و همسفره بودن این ماهیان با شانه داران (روحی و همکاران، ۱۳۸۲)، ذخایر این ماهیان به شدت و بصورت آنی تحت فشار مستقیم قرار گرفته و بعید به نظر می‌رسد در صورت عدم توجه، ذخایر این ماهیان بتواند ترمیم یافته و به حد قبلی خود برسد.



شکل ۷: میزان صید ماهیان کیلکا در منطقه دریای خزر (بلوکی و همکاران، ۱۳۸۶)

کاهش شدید انواع زئوپلانکتون ها در برخی از مناطق تا حد ۱۰ برابر، کاهش ذخایر کیلکا ماهیان تا حد متجاوز از ۶ برابر، کاهش ذخایر تنها پستاندار با ارزش دریای خزر (*Phoca Caspica*) و نهایتاً ده ها تغییر فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی همگی مواردی بودند که تحت تأثیر اثرات مخرب شانه دار مهاجم، دریای خزر را که از قبل هم به مشکلات و معضلات عدیده ای دچار بود، به ورطه نابودی و اضمحلال زیستی کشانده و مشکلات اجتماعی و اقتصادی فراوانی را بویژه در سواحل کشورمان برای دولت و جامعه صیادی پدید آورند (بلوکی و همکاران، ۱۳۸۶). مهم ترین اثرات ورود شانه دار مهاجم را می توان به صورت زیر ذکر نمود:

- کاهش وسیع جامعه پلانکتونی و به ویژه زئوپلانکتون ها
- کاهش ماهیان به ویژه کیلکا و خاویار
- کاهش جمعیت فک دریای خزر
- اختلال گسترده در زنجیره دریای خزر
- به هم خوردن نظم اکولوژیک
- تغییرات شیمیایی ناشی از تجزیه بقایای شانه دار
- کاهش و تغییر در تنوع زیستی

Beroe Ovata تنها شانه داری است که می تواند با شانه دار مهاجم مقابله کند (روحی و همکاران، ۱۳۸۲؛ بلوکی و همکاران، ۱۳۸۶). آب رودخانه ولگا، که بخش عمده آب خزر را تأمین می کند، شیرین است و *Beroe Ovata* که نسبت به آب شیرین حساس است نمی تواند در آن زندگی کند در حالی که شانه دار *Mnemiopsis* خود را با آب شیرین تطبیق داده و توانسته است در بخش شمالی خزر بدون رقیب به تکثیر بپردازد. سواحل جنوبی خزر عمق بیشتری دارد، آب آن شورتر و دمای آن برای تکثیر مناسب تر است به

همین دلیل تراکم این شانه دار در سواحل ایران بسیار بیشتر از کشورهای دیگر حاشیه خزر است. مهم ترین ویژگی های این شانه دار عبارتند از:

- سازگاری بالای زیستی در محدوده دریای خزر
- سهولت در تکثیر و زادآوری
- ارزش اقتصادی
- نرخ زیاد تغذیه از شانه دار
- رقیب غذائی سایر آبزیان نمی باشد.
- پس از کنترل شانه دار، مشکل جدیدی به وجود نمی آورد.



شکل ۸: شانه دار *Beroe Ovata*

برای انتقال *Beroe Ovata* از دریای سیاه به خزر باید این جانور را صید کنیم و به دریای خزر برسانیم. پیش بینی می شود با ورود این گونه شانه دار به دریای خزر اکوسیستم این دریا طی پنج تا هشت سال آینده به وضع سابق خود برگردد.

۷- بحث و بررسی

اثرات ناشی از معرض گونه های دریایی بیگانه به اکوسیستم های جدید، اغلب برگشت ناپذیر است و بازگرداندن اکوسیستم به حالت اول دیگر امکان نخواهد داشت. این مخاطره، انتقال آب های تعادل و به تبع آن گونه های دریایی متجاوز را به بزرگترین چالش زیست محیطی رودررو با صنعت کشتیرانی امروز جهان تبدیل کرده است.

کارشناسان عقیده دارند که صنعت کشتیرانی باید به تلاش برای آینده پایدار بپیوندند و برای نیل به این مقصود، در درجه نخست باید تهدید بزرگ زیست محیطی ناشی از جابه جایی نامناسب آب ها و انتقال بیگانه های خطرناک را از میان بردارد.

از منظر دریانوردی، راهکار مناسبی برای حذف کامل شانه دار مهاجم دریای خزر وجود ندارد. ولی می توان با الزام کشتی ها به نصب تجهیزاتی، از ورود مهاجمین جدید به این حوزه ارزشمند و آسیب پذیر آبی جلوگیری نمود که اهم این تجهیزات عبارتند از:

- ژنراتورهای هایپروکلوراید (Hypochlorite Generator) که ترکیبات OHOCl موجود در آب را قبل از تخلیه از نظر شیمیایی خنثی می سازد.
- استفاده از فیلترها و تجهیزات فرابنفش (UV) در هنگام تخلیه آب تعادل به منظور حذف و نابود سازی ارگانسیم های زنده موجود در آب تعادل
- استفاده از گرما یا جریان الکتریسیته برای از بین بردن ارگانسیم های زنده درون مخازن تعادل
- ونتوری های اکسیژن زدا (Venturi De-oxygenation) که آب ورودی به مخازن تعادل را اکسیژن زدایی می کنند و بدین ترتیب امکان انتقال موجودات زنده در درون این مخازن از بین می رود.
- استفاده از سیستم Pure Ballast که با استفاده از فناوری های پیشرفته اکسیداسیون، میکرو ارگانیزم های زنده آب تعادل را خنثی و نابود می سازد و از سال ۲۰۰۶ به طور آزمایشی بر روی بیش از ۲۵ کشتی نصب شده است.

خوشبختانه حذف کامل شانه دار مهاجم با ورود گونه های جدیدی به اکوسیستم بسته دریای خزر امکان پذیر است. مطابق تجربیات مشابه رخ داده در دریای سیاه، *Beroe Ovata* تنها شانه داری است که می تواند با شانه دار مهاجم مقابله کند. برای این منظور باید این شانه دار را که اکنون بومی دریای سیاه محسوب می شود به دریای خزر منتقل کرد و با توجه به نرخ رشد زیاد این گونه، احتمالاً ظرف یک دهه شاهد نابودی گونه مهاجم خواهیم بود.

منابع:

- اسماعیلی ساری، ع. و همکاران، (۱۳۸۱) بررسی رقابت تغذیه ای شانه دار مهاجم *Mnemiopsis leidyi* و کیلکای آنچوی در آب های سواحل جنوبی دریای خزر، *مجله علوم دریایی ایران*، دوره اول، شماره چهارم، صفحات ۲۵ - ۴۲.
- اسماعیلی ساری، ع. و همکاران، (۱۳۸۰) *تهاجم شانه دار Mnemiopsis leidyi و آینده دریای خزر*، انتشارات نقش مهر، تهران، صفحات ۲-۸.

- باقری، س و سبک‌آرا، ج.، (۱۳۸۲) بررسی محتویات معده‌ شانه‌دار *Mnemiopsis leidyi* در سواحل ایرانی دریای خزر (آب های گیلان)، *مجله علمی شیلات ایران*، سال دوازدهم، شماره سوم، صفحات ۱ - ۱۲.
- بلوکی، م، جهانی، ن و افتخار واقفی، م، (۱۳۸۶) *اثرات ورود شانه دار مهاجم در اکوسیستم های دریایی*، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر.
- روحی، ا. و همکاران، (۱۳۸۲) پراکنش و تراکم *Mnemiopsis leidyi* در سواحل جنوب شرقی دریای خزر، *مجله علمی شیلات ایران*، سال دوازدهم، شماره سوم، صفحات ۶۷-۸۲.
- روحی، ا.، استراتژی کنترل شانه‌دار *Mnemiopsis leidyi* (۱۳۸۲) در آب های ایرانی دریای خزر، *مجله دنیای آبزیان*، سال اول، شماره سوم، صفحات ۹ - ۱۲.
- فضلی، ح. و روحی، ا.، (۱۳۸۱) تأثیر احتمالی ورود شانه‌دار *Mnemiopsis leidyi* روی ترکیب گونه‌ای، صید و ذخایر کیلکا ماهیان در حوزه جنوبی دریای خزر، *مجله علمی شیلات ایران*، سال یازدهم، شماره اول، صفحات ۶۳ - ۷۲.
- یوسفیان، م، (۱۳۸۱) ترکیبات بیوشیمیایی شانه‌دار دریای خزر *Mnemiopsis leidyi*، *مجله علوم دریایی ایران*، دوره اول، شماره سوم، صفحات ۶۵ - ۷۰.

IMO (۲۰۰۴) *Ballast Water Discharge Standard*, IMO, United Nations, Geneva.

Fonseca, M., (۲۰۰۸) *The International Law on Ballast Water*, Martinus Publishers, Boston, USA.

IMO (۱۹۹۸) *Guidelines for the Control and Management of Ship's Ballast Water*, IMO, London.

Kremer, P., (۱۹۷۶) Population Dynamics and Ecological Energetics of a Pulsed Zooplankton Predator the Ctenophore, *Mnemiopsis Leidy*, *Estuarine Processes*, Vol. ۱, No. ۴, pp. ۱۹۷-۲۱۵.

Reeve, M. R., (۱۹۸۹) Growth Dynamics of a Ctenophore (*Mnemiopsis*) in Relation to Variable Food Supply, *J. plankton Res.*, Vol. ۱۱, No. ۳, pp. ۵۳۵-۵۵۲.

Shiganova, T.A. Bulgakova, Y.V., (۲۰۰۰) Effect of Gelatinous Plankton on the Black and Azov Sea Fish and Their Food Resources, *ICES. J. Mar. Sci.*, pp. ۶۴۱-۶۴۸.

Swanberg, N. R., (۱۹۷۴) The Feeding Behavior of *Beroe Ovate*, *Mar. Biol.*, Vol. ۲۴, pp. ۶۹-۷۶.

United States Coast Guard (۲۰۰۹) *USCG Ballast Water Discharge Standard- Overview of Notice of Proposed Rulemaking*, United States Coast Guard, USA.

United States Coast Guard (۲۰۰۹) *USCG Rules*, Federal Register, Vol. ۷۴, No. ۱۶۶, August ۲۸.