پویایی جمعیت و پراکنش زئوپلانکتون گروه سخت‌پوستان حوزه جنوبی دریای خزر

ابوالقاسم روحی[1*]
فاطمه باقریان[2]
نوربخش خداپرست[3]

۱ و ۳. پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، گروه بوم‌شناسی، ساری، ایران
۲. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تنکابن، دانشکده منابع طبیعی، گروه بوم‌شناسی آبزیان شیلاتی، تنکابن، ایران

***مسئول مکاتبات:**
Roohi_ark@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۷/۰۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۰/۰۱
این مقاله برگرفته از طرح پژوهشی است.

چکیده

بررسی تنوع گونه‌ای و ساختار جمعیت زئوپلانکتون‌های حوزه جنوبی دریای خزر در دو منطقه نوشهر و انزلی با کشش عمودی تور پلانکتون با چشمه ۱۰۰ میکرون در اعماق ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ متر به صورت فصلی در سال ۱۳۹۰ انجام شد. زئوپلانکتون‌های مورد بررسی در این مطالعه شامل گروه پاروپایان (۲ گونه)، گروه آنتن‌منشعبان (۱ گونه)، گروه کشتی‌چسب‌ها (۱ گونه)، گروه گردتنان (۲ گونه)، گروه تک یاخته‌ای‌ها (۱ گونه) و گروه پلانکتون موقتی (۳ گونه) بودند. مطالعه ساختار جمعیتی زئوپلانکتون نشان داد که متوسط تراکم سالیانه زئوپلانکتون ۳۱۲۰±۵۵۲ عدد در متر مکعب و میانگین زی‌توده آن ۲۲/۵±۵/۰ میلی‌گرم بر متر مکعب به ثبت رسید. بیش‌ترین میزان تراکم سالیانه زئوپلانکتون متعلق به گروه پاروپایان بوده که متوسط تراکم و زی‌توده آن به‌ترتیب ۹۹۸±۶۰ عدد در متر مکعب و ۴/۱±۰/۳ میلی گرم بر مترمکعب بود. بررسی فصلی (پراکنش زمانی) ساختار جمعیتی زئوپلانکتون در مناطق نمونه‌برداری نشان داد که بیش‌ترین متوسط تراکم سالیانه مربوط به فصل بهار با ۳۷۶۷±۷۷۰ عدد در متر مکعب و بیش‌ترین میانگین زی‌توده با ۳۲/۹±۷/۴ میلی‌گرم بر مترمکعب به ثبت رسید. همچنین بررسی پراکنش فصلی گروه‌های زئوپلانکتونی نشان می‌دهد که گروه سخت پوستان ۷۰/۵ درصد تراکم و ۳۶/۴ درصد زی‌توده را به‌خود اختصاص داده‌اند.

واژگان کلیدی: دریای خزر، زئوپلانکتون، پراکنش، تراکم و زی‌توده.

مقدمه

دریای خزر بزرگ‌ترین پیکره آبی لب‌شور در جهان است که از شمال و شمال‌غربی به روسیه، از غرب به آذربایجان، از شرق به قزاقستان، از جنوب شرقی به ترکمنستان و از جنوب به ایران محدود می‌شود. مساحت آن بالغ بر۳۷۸۴۰۰ کیلومتر مربع و حجم آب آن ۷۸۱۰۰ کیلومتر مکعب می‌باشد. طول این دریا ۱۰۳۰ کیلومتر و عرض آن ۴۳۵ کیلومتر و بیش‌ترین عمق آن ۱۰۲۵ متر است که حدود ۴۰ درصد آب‌های دریاچه‌های جهان را به خود اختصاص داده است (Kostyanoy and Kosarev, 2005; Aladin and Plotnikov, 2004). یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های دریای خزر تنوع گونه‌ای و شرایط فیزیکی- شیمیایی آن است. تقریباً ۴۰ درصد گونه‌هایی که در دریای خزر یافت می‌شوند، بومی هستند و به دلیل تشابه ترکیب یونی آب دریای خزر با آب دریاها، بسیاری از گونه‌های خالص دریایی نیز می‌توانند در این دریا زیست کنند (Aladin and Plotnikov, 2004). زئوپلانکتون‌های دریای خزر نماینده‌گانی از ۵ گروه می‌باشند. گروه اول گونه‌های آب شیرین، گروه دوم، گونه‌های قطب شمال، گروه سوم و چهارم گروه‌های مدیترانه‌ای و گونه‌های بومی می‌باشند. گونه‌های بومی دریای خزر در بستر آب‌هایی با شوری ۱۲-۱۳ در هزار زندگی می‌کنند. اما گروه پنجمی را می‌توان به جانوران دریای خزر از جمله زئوپلانکتون‌ها اضافه نمود. این گروه جوان‌ترین گروه است و از گونه‌های بیگانه نظیر شانه‌دار *Mnemiopsis leidyi* تشکیل شده است که تصادفاً یا عمداً توسط فعالیت‌های انسان وارد دریای خزر شده‌اند (Zaitsev and Ozturk, 2001).

در چرخه غذایی پلاژیک، زئوپلانکتون‌ها نقش مهمی در انتقال انرژی بین تولیدکنندگان اولیه و جمعیت ماهی‌های پلاژیک ایفا می‌کنند و بنابراین عامل کلیدی هستند که بر تولید ماهی اثر می‌گذارند (Gowen *et al.*, 2003). به‌طورکلی زئوپلانکتون‌ها به دو گروه زئوپلانکتون‌های واقعی (دائمی) و زئوپلانکتون‌های کاذب (موقتی) تقسیم‌بندی می‌گردند. گروه اول در تمامی دوران زندگی پلانکتون هستند و گروه دوم تنها بخشی از زندگی را به صورت پلانکتون سپری می‌کنند. بر اساس مطالعات Rouhi و همکاران (۲۰۱۰)، در مجموع ۱۸ گونه زئوپلانکتون شامل ۱۳ گونه مروپلانکتون (پلانکتون‌های موقتی) و تنها ۵ گونه‌ها لوپلانکتون (پلانکتون‌های دائمی) بعد از ورود شانه‌دار به دریای خزر باقی مانده است. در حالی که پیش از ورود شانه‌دار این میزان حداقل ۳۶ گونه بوده‌است (Roohi *et al.*, 2010).

هدف از این مطالعه بررسی پراکنش زئوپلانکتون‌های گروه سخت پوستان در سواحل جنوبی دریای خزر در بنادر تجاری نوشهر و انزلی، برآورد جمعیت آن‌ها را با مطالعه اثرات دو فاکتور مهم شوری و درجه حرارت آب می‌باشد که بیان کننده تغییرات زمانی و مکانی روابط متقابل جوامع پلانکتونی هستند. از جمله دلایل مطالعه عوامل فیزیکی نظیر درجه حرارت این است که دما در میزان حل شدن اکسیژن مؤثر است و از این‌رو با افزایش میزان دما سوخت و ساز و میزان تقسیم سلولی جانوران افزایش یافته و رشد و نمو آن‌ها بیش‌تر می‌شود. نقش شوری در اکثر اکوسیستم‌ها از جمله دریای خزر، سبب افزایش اندازه پلانکتون‌ها به‌همراه درجه حرارت می باشد. بنابراین هر گونه برنامه‌ریزی جهت بهره برداری پایدار از منابع بیولوژیک دریای خزر نیازمند بررسی و مطالعه زئوپلانکتون‌ها به عنوان یکی از مهم‌ترین منابع غذائی جهت ادامه حیات در این دریا می‌باشند.

مواد و روش‌ها

جهت نمونه‌برداری از زئوپلانکتون حوزه جنوبی دریای خزر، دو منطقه تجاری نوشهر و انزلی طی دو فصل پاییز ۱۳۹۰ و بهار ۱۳۹۱ انتخاب گردید (شکل ۱). تعیین موقعیت جغرافیایی محل نمونه‌برداری با استفاده از دستگاه GPS (Global Positioning System) صورت گرفت که ایستگاه‌ها در عمق ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ متر بودند (جدول ۱).

جدول ۱ : موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه‌برداری زئوپلانکتون درحوزه جنوبی دریای خزر.

منطقه	موقعیت جغرافیایی	عمق (متر)			
		۵	۱۰	۱۵	۲۰
نوشهر	طول	۵۱° ۳۰′ ۶۵۰″	۵۱° ۳۰′ ۶۵۰″	۵۱° ۳۰′ ۶۵۰″	۵۱° ۳۰′ ۶۵۰″
	عرض	۳۶° ۴۰′ ۱۰۸″	۳۶° ۴۰′ ۱۰۸″	۳۶° ۴۰′ ۱۰۸″	۳۶° ۴۰′ ۱۰۸″
انزلی	طول	۴۹° ۲۹′ ۳۷۴″	۴۹° ۲۹′ ۳۷۴″	۴۹° ۲۹′ ۳۷۴″	۴۹° ۲۹′ ۳۷۴″
	عرض	۳۷° ۲۹′ ۰۴۰″	۳۷° ۲۹′ ۰۴۰″	۳۷° ۲۹′ ۰۴۰″	۳۷° ۲۹′ ۰۴۰″

نمونه‌برداری زئوپلانکتون توسط تور با چشمه ۱۰۰ میکرون و قطر دهانه ۳۶ سانتی‌متر صورت گرفت. در هر یک از ایستگاه‌ها تور به عمق مورد نظر فرستاده شد و از اعماق ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ متر به صورت کششی و عمودی و در دو فصل بهار و پاییز نمونه‌برداری انجام گرفت. لایه‌های نمونه‌برداری از هر ایستگاه شامل عمق ۵ متر (لایه ۵–۰ متر)، ۱۰ متر (لایه ۵–۰، ۱۰–۵ متر)، ۲۰ متر (لایه ۵–۰، ۱۰–۵، ۱۵–۱۰ و ۲۰–۱۵ متر) که هریک از نمونه‌ها در ظرف جمع‌آوری و با فرمالین ۴ درصد تثبت شدند (Wetzel and likens, 1991).

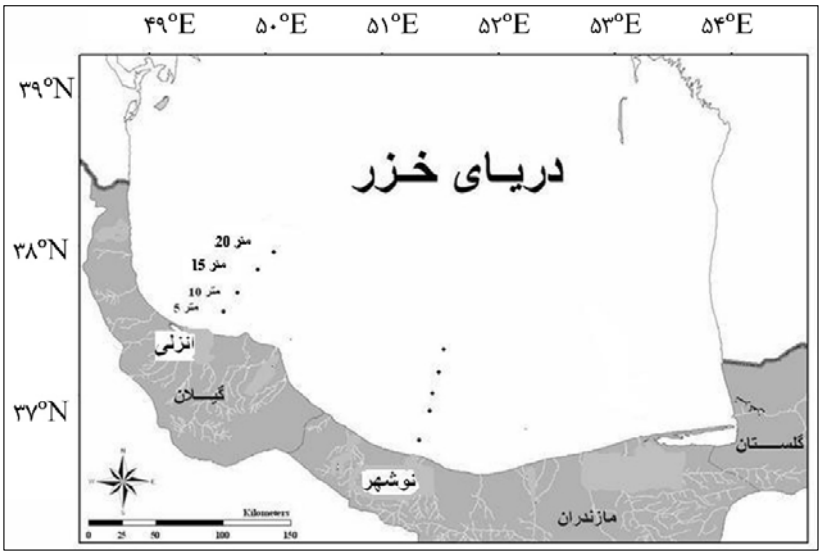
برای شناسایی گروه سخت پوستان راسته calanoid, copepods شامل سه مرحله نوزادی (Naplius) و شش مرحله کپه پودید (copepodites) است، نمونه‌ها در زیر میکروسکوپ معکوس (Inverted microscope) مورد بررسی قرار گرفت و موجودات زئوپلانکتونی

بر اساس کلیدهای شناسایی موجود تا حد جنس و در برخی موارد گونه شناسایی شدند (Postel *et al*., 2000). شناسایی و شمارش نمونه‌های زئوپلانکتون بر اساس Postel و همکاران (۲۰۰۰) صورت گرفت. پس برای بدست آوردن تعداد نمونه در مترمکعب از رابطه :

حجم آب فیلتر شده (متر مکعب) × تعداد نمونه شمارش شده (N) = تعداد نمونه در مترمکعب

حجم آب فیلتر شده = مساحت دهانه تور × مسافت کشش تور پلانکتون

برای برآورد زی‌توده (وزن‌تر) زئوپلانکتون در حوزه جنوبی دریای خزر، تعداد نمونه زئوپلانکتون شمارش شده در متر مکعب در وزن هریک از گونه‌های زئوپلانکتونی ضرب گردید (Petipa, 1952).



شکل ۱: نقشه جغرافیایی محل نمونه‌برداری زئوپلانکتون در حوزه جنوبی دریای خزر.

درجه حرارت آب در محل نمونه‌برداری و با استفاده از دماسنج برگردان بر روی روتنر (Ruttner) (دقت ۰/۱ سانتی‌گراد) اندازه‌گیری شد. شوری آب نیز با استفاده از دستگاه شوری سنج الکتروسولیمر (ЭЛЕКТРОСОЛЕМЕР, ГМ-65М: Russia) (ГМ_65М) روسی با دقت۰/۰۱ گرم در هزار اندازه‌گیری شد (APHA, 2005).

نتایج

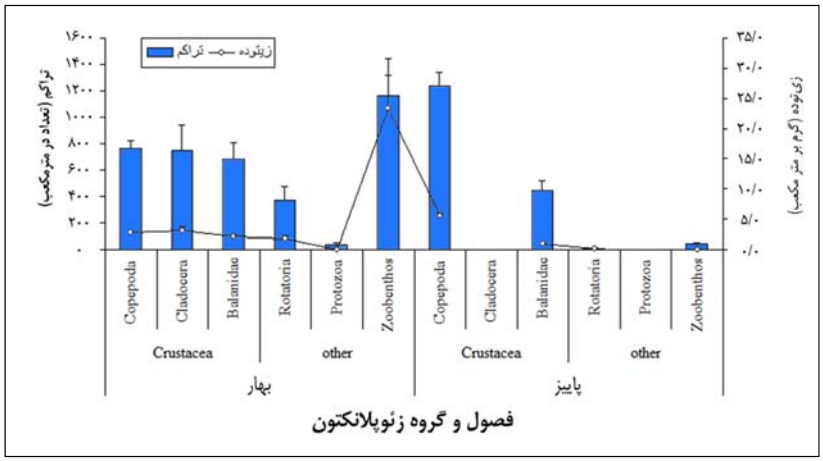
در بررسی نمونه‌های زئوپلانکتون تعداد ۱۰ گونه شناسایی گردید که به ترتیب در طی دو فصل بهار (۸ گونه)، پاییز (۹ گونه) مشاهده گردیدند (جدول ۲). گروه‌های زئوپلانکتونی حوزه جنوبی دریای خزر متعلق به شاخه سخت‌پوستان (Crustacea) که شامل گروه پاروپایان (copepoda)، گروه آنتن‌منشعبان یا کلادوسراها (Cladocera) و گروه کشتی‌چسب‌ها (Balanidae)، همچنین سایر گروه‌ها از جمله گردان‌تنان (Rotatoria)، مژه‌داران (protozoa) و زئوپلانکتون‌های موقتی (Meroplankton) بودند.

در این بررسی ۷ گونه زئوپلانکتون حقیقی (Holoplankton) و ۳ گونه زئوپلانکتون موقتی شناسایی گردید. بر اساس جدول ۲، بیش‌ترین تعداد گونه زئوپلانکتون در فصل پاییز (۹ گونه) و کم‌ترین آن در فصل بهار (۸ گونه) به ثبت رسید. از گروه سخت پوستان (راسته پاروپایان) گونه *Acartia tonsa* بیش‌ترین حضور را در اغلب ایستگاه‌های نمونه‌برداری‌دارا بود. در این بررسی در منطقه انزلی در طی فصل بهار ۸ گونه و در فصل پاییز ۶ گونه مشاهده شد. کم‌ترین تعداد گونه زئوپلانکتون در طی فصل پاییز در منطقه نوشهر با ۵ گونه بود. در مجموع منطقه غرب دریای خزر (انزلی) از تعداد گونه بیش‌تری نسبت به مناطق مرکزی (نوشهر) برخوردار بود (جدول ۲).

جدول ۲: ترکیب گونه‌ای زئوپلانکتون در مناطق و فصول نمونه‌برداری در حوزه دریای خزر (۱۳۹۱-۱۳۹۰).

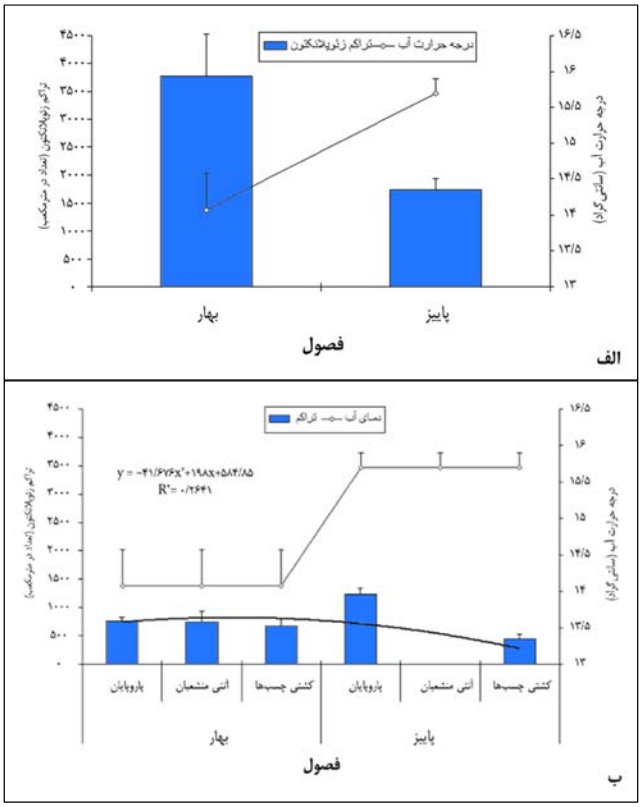
مناطق نمونه برداری	شاخه زئوپلانکتونی	روه های زئوپلانکتون	گونه های زئوپلانکتونی بهار	گونه های زئوپلانکتونی پائیز
انزلی	Crustacea	COPEPODA	*Acartia tonsa*	*Acartia tonsa*
			Halicyclops sarssi	
		CLADOCERA	*Podon polyphemoides*	*Podon polyphemoides*
		BALANIDAE	*Balanus sp.*	*Balanus sp.*
		ROTATORIA	*Asplanchna sp.*	*Asplanchna sp.*
				Rotifera sp. (unknown)
	other	PROTOZOA	*Foraminifera sp.*	
		Zoobenthos	*Hypania sp.*	*Hypania sp.*
			Lamellibranchia Larvae	*Nereis Larvae*
جمع گونه های زئوپلانکتون			8	6
نوشهر	Crustacea	COPEPODA	*Acartia tonsa*	*Acartia tonsa*
			Halicyclops sarssi	
		CLADOCERA	*Podon polyphemoides*	
		BALANIDAE	*Balanus sp.*	*Balanus sp.*
		ROTATORIA	*Asplanchna sp.*	*Asplanchna sp.*
	other	PROTOZOA	*Foraminifera sp.*	
		Zoobenthos	*Hypania sp.*	*Hypania sp.*
			Lamellibranchia Larvae	*Nereis Larvae*
جمع گونه های زئوپلانکتون			8	5

مطالعه ساختار جمعیتی زئوپلانکتون طی مدت مطالعه نشان داد که متوسط تراکم زئوپلانکتون ۵۵۲±۳۱۲۰ عدد در متر مکعب و میانگین زی‌توده آن ۵/۰±۲۲/۵ میلی‌گرم بر مترمکعب به ثبت رسید. بیش‌ترین میزان زئوپلانکتون در طی سال ۱۳۹۰ به میزان ۱۹۹۳۳ عدد در مترمکعب و بیش‌ترین زی‌توده آن ۱۴۱/۹ میلی‌گرم بر مترمکعب و کم‌ترین میزان تراکم و زی‌توده زئوپلانکتون به ترتیب ۲۶ عدد در مترمکعب و ۰/۲ میلی‌گرم بر مترمکعب گزارش گردید. بیش‌ترین میزان تراکم زئوپلانکتون متعلق به گروه پاروپایان (Copepoda) بوده که متوسط تراکم و زی‌توده آن به‌ترتیب ۶۰±۹۸۸ عدد در مترمکعب و ۰/۳±۴/۱ میلی‌گرم بر مترمکعب بود. گروه سخت پوستان، در مجموع ۷۰/۵ درصد جمعیت (تراکم) و ۳۶/۴ درصد زی‌توده زئوپلانکتون‌های حوزه جنوبی را به خود اختصاص داده‌اند. میزان متوسط تراکم و زی‌توده گروه سخت‌پوستان به ترتیب ۲۷۸±۱۹۳۷ عدد در مترمکعب و ۰/۹±۷/۲ میلی‌گرم بر مترمکعب که حداکثر تراکم و زی‌توده گروه سخت‌پوستان به ترتیب ۳۷۳±۲۱۹۳ عدد در مترمکعب و ۱/۲±۸/۰ میلی‌گرم بر مترمکعب فصل بهار و کم‌ترین میزان آن در فصل پاییز به ترتیب با ۱۸۲±۱۶۸۱ عدد در مترمکعب و ۰/۶±۶/۵ میلی‌گرم بر مترمکعب به ثبت رسید (شکل ۲). گروه سخت‌پوستان (Crustacea) نیز نشان داد که بیش‌ترین میزان این گروه را در فصل بهار راسته پاروپایان با ۵۷±۷۶۵ عدد در مترمکعب و ۰/۲±۲/۸ میلی‌گرم بر مترمکعب و پس از آن راسته‌های آنتن‌منشعبان با ۱۸۷±۷۵۱ عدد در متر مکعب و ۰/۷±۳/۰ میلی‌گرم بر مترمکعب و کشتی چسب‌ها با ۱۲۹±۶۷۸ عدد در متر مکعب و ۰/۳±۲/۲ میلی‌گرم بر مترمکعب تشکیل داده‌اند. بررسی مقایسه‌ای و آنالیز آماری نشان داد که بین تراکم و زی‌توده زئوپلانکتون در فصول بهار و پاییز اختلاف معنی‌داری وجود دارد (Tukey test ،P>۰/۰۵).



شکل ۲: پراکنش فصلی گروه‌های زئوپلانکتون در مناطق نمونه‌برداری حوزه جنوبی دریای خزر (۱۳۹۱-۱۳۹۰).

بررسی مقایسه‌ای متوسط تراکم زئوپلانکتون و درجه حرارت آب نشان می دهد که بیشترین درجه حرارت آب در فصل بهار (۰/۵±۱۴/۲ درجه سانتی‌گراد) بوده که مطابق با الگوی پراکنش حداکثری زئوپلانکتون در طی مدت مطالعه می‌باشد. برعکس با افزایش دمای آب به میانگین ۰/۲±۱۵/۷ درجه سانتی‌گراد میزان جمعیت زئوپلانکتون کمتری را نسبت به بهار مشاهده می‌شود (شکل ۳-الف و ب).



شکل ۳: مقایسه تغییرات فصلی الف) کل زئوپلانکتون و ب) گروه سخت پوستان و دمای آب در مناطق نمونه‌برداری حوزه جنوبی دریای خزر (۱۳۹۱-۱۳۹۰).

بحث و نتیجه‌گیری

بررسی زئوپلانکتون‌های حوزه جنوبی دریای خزر و ارتباط آن‌ها با پارامترهای زیست محیطی توسط محققین مختلفی مورد بررسی قرار گرفت که عواملی نظیر ورود گونه‌های بیگانه، یوتریفیکاسیون، آلودگی را در تغییرات گونه‌ای موثر دانستند (shiganova *et al.*, 2003؛ برشتین و همکاران، ۱۹۶۸؛ حسینی و همکاران، ۱۳۹۰؛ لالوئی و همکاران، ۱۳۸۳؛ روشن طبری و همکاران، ۱۳۸۲ و ۱۳۸۶؛ Rowshantabari and Roohi, 2004؛ Roohi *et al.*, 2008 2010). از میان عوامل فوق‌الذکر ورود شانه‌دار مهاجم *Mnemiopsis leidyi* به عنوان مهم‌ترین عامل تاثیرگذار معرفی گردید (Kideys *et al.*, 2005; Shiganova *et al.*, 2003; Roohi *et al.*, 2010).

در طی سال‌های اخیر تغییرات عمده‌ای از جمله کاهش زی‌توده و فراوانی زئوپلانکتون‌ها و تغییر ترکیب گونه‌ای آن‌ها به ویژه حذف گونه‌های غالب نظیر *Eurytemora grimmi* و *Eurytemora minor* از کپه پودها (پاروپایان) و افزایش گونه *Acartia tonsa* از ۵۰ درصد به بیش از ۹۰ درصد جمعیت زئوپلانکتون، حذف ۲۳ گونه از ۲۴ گونه در گروه کلادوسرها (آنتن منشعبان) اشاره کرد (Roohi *et al.*, 2010; Ganjian-khenari, 2011; Fazli, 2011; Nasrollahzadeh *et al.*, 2008).

به هرحال با ورود گونه‌های مهاجم و غیر بومی تغییرات زیادی در تنوع و جمعیت زئوپلانکتون‌های حوزه جنوبی دریای خزر به وجود آمد، به طوری که از ۴۹ گونه زئوپلانکتون در بررسی سال ۱۳۷۵ (روشن طبری و همکاران، ۱۳۸۲)، تنها ۱۰ گونه باقی مانده است. به نظر می‌رسد که افزایش تراکم و زی‌توده شانه‌دار پس از ورود و تغذیه زیاد آن‌ها سبب کاهش زئوپلانکتون‌ها از جمله سخت‌پوستان گردید (Shiganova *et al.*, 2004; Roohi *et al.*, 2010). در طی سال‌های قبل از ورود شانه‌دار، از راسته Copepoda، ۴ گونه وجود داشت (روشن طبری و همکاران، ۱۳۸۶) که دو گونه *Halicyclops sarsi* و *Calanipeda aquae-dulcis* در سال ۹۱-۱۳۹۰ مشاهده نشد. *ورود M. leidyi* و نیز ورود انواع آلودگی‌های زیست محیطی و فعالیت‌های اقتصادی بی‌رویه از جمله صیادی با توسعه ناپایدار در دریای خزر روی تنوع و تراکم زئوپلانکتون دریا تاثیر گذاشته است. زیرا که شانه‌دار، جانور شکارچی فعال و گوشتخوار بوده که از زئوپلانکتون، مروپلانکتون، لارو موجودات بنتیک، تخم ولاروماهی تغذیه می‌کند (Mayer, 1912; Nelson, 1915; Main, 1928; Kermer, 1975, 1976; Burrell, 1968; Herman *et al.*, 1968).

در بررسی زئوپلانکتون‌های حوزه جنوبی دریای خزر پیش از معرفی شانه‌دار سه دسته از گروه سخت پوستان از راسته پاروپایان (Copepoda) شامل Calanoida، Harpacticoida و Cyclopoida در نمونه‌های صید شده حضور داشتند که از میان آن‌ها دو گونه Eurytemora spp. و *Acartia tonsa* جمعیت غالب زئوپلانکتون‌ها از دسته Calanoida را تشکیل می‌دادند (Roohi *et al.*, 2008)، اما در حال حاضر تنها گونه *A. tonsa* که گونه معرفی شده از سال ۱۹۸۲ به دریای خزر می‌باشد، در این دریا با جمعیت زیاد در حوزه جنوبی مشاهده گردید که تقریباً جمعیت غالب زئوپلانکتون را به خود اختصاص داد (Kurashova and Abdullaeva, 1984) و (شکل‌های ۲ و ۳). در این تحقیق نشان داده شد که تغییرات درجه حرارت نیز مانند شوری در فصول مختلف از عوامل محدودکننده در محیط زیست آبزیان در دریا محسوب می‌شود و باعث تغییر در تنوع و فراوانی موجودات می‌شود. در مناطق کم عمق خزر و جاهایی که شوری و دمای آب تغییرات زیادی را شامل می‌شوند گونه‌هایی مانند *Acartia tonsa* و *Calanipeda aquae dulcis* اکثریت را تشکیل می‌دهند (Fedorina, 1978). از طرف دیگر، به نظر می‌رسد که تحمل گروه سخت‌پوستان نظیر *A. tonsa* به دامنه وسیعی درجه حرارت و شوری در دریای خزر (شکل ۳) مربوط به تعادل انرژی در شوری‌های پایین و عملکرد بهتر از نظر تغذیه و فعالیت‌های بیولوژیک آن خصوصاً در تخم‌ریزی باشد (Calliari *et al.*, 2008).

مقایسه روند تغییرات دمای آب و جمعیت‌پوستان نشان داد که دمای آب تاثیر مستقیمی بر تراکم و زی‌توده زئوپلانکتون داشته ($P<0/05$) و در مناطق نمونه‌برداری انزلی و نوشهر با افزایش عمق بر جمعیت موجودات سخت‌پوست کاسته شده و تقریباً بیش از ۸۵ درصد جمعیت آن‌ها در مناطق کم‌تر از ۱۰ متر با دمای میانگین ۱±۲۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده شدند (شکل ۳). به هرحال مقایسه مناطق زیست سخت‌پوستان در مناطق مورد مطالعه نشان داد که اغلب آن‌ها ساحل‌زی و سطح‌زی‌اند و تنها گروه گردتنان و آنتن منشعبان تا حدودی مناطق زیرین آب

را انتخاب می‌کنند. متابولیسم و فعالیت زئوپلانکتون به عوامل فیزیکی وابسته است، درجه حرارت یکی ازعوامل مهمی است که روی زئوپلانکتون تاثیر می‌گذارد و موجب تغییرات فراوانی و تنوع در فصول مختلف شده است (McLaren, 1963). شکل ۳ نشان داد که علت افزایش جمعیت سخت پوستان در منطقه انزلی به نظر می‌رسد که علاوه بر افزایش دما آب در فصل پاییز ورود مواد مغذی باشد و از طرفی کاهش قابل ملاحظه جمعیت آن در منطقه نوشهر به دلیل شیب تند این منطقه و افزایش سریع عمق آب باشد. از طرفی بر اساس مطالعات Roohi و همکاران (۲۰۱۰) و شکل ۳ به نظر می رسد پارامترهای اصلی در افزایش و ماندگاری زئوپلانکتون‌ها علاوه بر درجه حرارت مطلوب آب خصوصاً در فصول تابستان و پاییز (۳۰-۲۲ درجه سانتی‌گراد)، شوری و در دسترس بودن مواد مغذی در حوزه جنوبی دریای خزر باشد. بعد از ورود شانه‌دار *M. leidyi* به دریای خزر، نه تنها تراکم و زی‌توده زئوپلانکتون کاهش یافت (۱۱۷۹۷±۴۱۹۹۵ عدد در متر مکعب و ۱۲۸/۲±۳۲۳/۶ میلی‌گرم در متر مکعب در سال ۱۳۷۵ به ۵۳۴۶±۳۸۴۸ عدد در متر مکعب و ۴۶/۰±۳۵/۱ میلی‌گرم در مترمکعب در سال ۱۳۸۸، بلکه همچنین تنوع گونه‌ای آن‌ها نیز از ۳۶ به ۱۰ گونه تقلیل یافت (Roohi *et al.*, 2010).

نتایج تحقیقات Finenko و همکاران (۲۰۰۶) نشان داد که فشار زیاد وارد شده از طرف شانه‌دار بر روی موجودات زئوپلانکتون و به ویژه گروه سخت‌پوستان اجازه افزایش مجدد آن‌ها را نخواهد داد و در نتیجه بازگشت به دوره مطلوب تغذیه‌ای در حوزه جنوبی دریای خزر پیش‌بینی نخواهد شد، مگر تا زمانی‌که شانه‌دار *M. leidyi* از این دریا به روش‌هایی کنترل بیولوژیک صحیح حذف گردد و یا نهایتاً جمعیت آن‌ها در حد بسیار پایینی به دلیل فقر غذایی کاسته شود. به هر حال، تغییرات چرخه حیات (فیتوپلانکتون ← زئوپلانکتون ← ماهیان پلانکتون‌خوار) در دریای خزر اتفاق افتاده است و همان‌طوری که با ورود *M. leidyi* در دریای سیاه و ازدیاد آن در طی سال‌های ۱۹۷۰ تا ۱۹۸۰ سبب بر هم خوردن زنجیره غذایی در این دریا گردیده هم اکنون هم با ورود *Mnemiopsis* از سال ۱۳۸۰ به دریای خزر تجربه جدیدی را مشاهده کردیم که به جای ماهیان، شانه‌دار به عنوان مصرف‌کننده تولید ثانویه این دریا شده‌اند (Gücü, 2002).

منابع

برشتین، یا. آ.، وینوگرادوف، ل. ج.، ن. ن.، کانداکووا، ن. ن.، م. س.کان، م. س.، آستاخوا. ت. و. و رومانووا. ن. ن.، ۱۹٦۸. اطلس بی‌مهرگان دریای خزر. مسکو، ۲۱۰ ص.

حسینی، س. ع.، گنجیان، ع.، مخلوق، آ.، کیهان ثانی، ع.، تهامی، ف.، محمدجانی، ط.، حیدری، ع.، مکارمی، م.، مخدومی، ن.، روشن طبری، م .، تکمیلیان، ک .، روحی، آ.، رستمیان، م.، فلاحی، م.، سبک آرا، ج.، خسروی، م .، واردی، س.، ا.، هاشمیان، ع.، واحدی، ف.، نصرالله‌زاده، ح.، نجف پور، ش.، سلیمانی رودی، ع.، لالویی، ف.، غلامی پور، س.، علومی، ی. و سالاروند، غ.، ۱۳۹۰. بررسی هیدرولوژی وهیدروبیولوژی حوضه جنوبی دریای خزر (۱۳۷۶-۱۳۷۵). پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، ۱۳-۰۱۰۲۴۲۰۰۰- ۷۵ ، دانشنامه رشد، ۱۳۹۰.

روشن‌طبری، م.، تکمیلیان، ک.، سبک آرا ج.، روحی، ا. و رستمیان، م.، ۱۳۸۲. پراکنش زئوپلانکتون در حوضه جنوبی دریای خزر. مجله علمی پژوهشی شیلات ایران، دوره سوم، شماره دوازدهم، صفحات ۹۶- ۸۳.

روشن‌طبری، م.، نجات خواه پ.، حسینی، ع.، خداپرست، ن. و رستمیان، م.، ۱۳۸٦. پراکنش زئوپلانکتون حوضه جنوبی دریای خزر در زمستان ۱۳۸۴ و مقایسه آن با سال‌های قبل. فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست، شماره چهارم، صفحات ۱۳۷- ۱۲۹.

لالوئی، ف.، روشن طبری، م.، روحی، آ.، تکمیلیان، ک.، مخلوق، آ.، گنجیان، ع.، رستمیان، م.، فلاحی، م.، محمدجانی، ط.، سبک آرا، ج.، تهامی، ف.، مکارمی، م.، حیدری، ع.، میرزاجانی، ع.، کیهان ثانی، ع.، واحدی، ف.، خداپرست، ح.، وطن دوست، م.، نصراله تبار، ع.، زلفی نژاد، ک.، هاشمیان، ع.، سالاروند، غ.، قانع، ا.، طالبی، د.، نصرالله‌زاده، ح.، واردی، ا.، نجف پور، ش.، کیاکجوری، ح.، عابدینی، ع.، غلامی‌پور، س.، ملکی شمالی، م.، ترانسکتیب، س.، افراز، ع.، صابری، ح.، بابایی، ه. و پرشکوهی، ک.، ۱۳۸۳. هیدرولوژی و هیدروبیولوژی و آلودگی‌های زیست محیطی اعماق کمتر از ۱۰ متر حوضه جنوبی دریای خزر. پژوهشکده اکولوژی دریای خزر.

Aladin, N. B. and Plotnikov, I. S., 2004. The Caspian Sea, Lake Basin Management Initiative. The Caspian Bulletin, 4: 112–126.

APHA American Public Health Association, 2005. Standard method for examination of water and wastewater. 18th edition. American public health association publisher,Washington. USA.

Burrell, V. W., 1968. The ecological significance of a ctenophore *Mnemiopsis leidyi* (A. Agassiz) in a fish nursery geound. M.S. Thesis, the College of William and Mary in Virginia.

Calliari, D., Anderson Borg, M. C., Thor, P. Gorokhova, E. and Tiselius, P., 2008. Instantaneous salinity reduction affect the survival and feeding rate of the co- occurring copepodas *Acartia tonsa Dana* and *Acartia clause* Giesbrecht differently. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 362: 18-25.

Fazli, H., 2011. Some environmental factors effects on species composition, catch and CPUE of Kilkas in the Caspian Sea. International Journal of Natural Resources and Marine Sciences, 1: 75–82.

Fedorina A. I., 1978. Dynamics of the Black Sea zooplankton development and resons causing it. VNIRO, Moscow, 49 p. Dep. in CNIITARCH 11. 05. 78. #149, (in Russian).

Finenko, G., Kideys, A. E., Anensky, B., Shiganova, T., Roohi, A., Roushantabari, M., Rostami, H. and Bagheri, S., 2006. Invasive ctenophore *Mnemiopsis leidyi* in the Caspian Sea feeding, respiration, reproduction and predatory impact on the Zooplankton community. Marine Ecology Progress Series, 314: 171–185.

Ganjian-khenari, A., 2011. Temporal distribution and composition of phytoplankton in the southern part of Caspian Sea in Iranian water from 1994 to 2007. PhD thesis. University Sciences Malaysia, 248 p.

Gowen, N., O'Donovan, M., Casey, I., Rath, M., Delaby, L. and Stakelum, G., 2003. The effect of grass cultivars differing in heading date and ploidy on the performance and dry matter intake of spring calving dairy cows at pasture. Animal Research, 52 (4): 321-336.

Gücü, A. C., 2002. Role of fishing in the Black Sea ecosystem. In: Özsoy E, Mikaelyan A (eds) Sensitivity to change: Black Sea, Baltic Sea and North Sea. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 149-162

Herman, S. S., Mihursky, J. A. and McErlean, A. J., 1968. Zooplankton and environmental characteristics of the Patuxent estuary. Chesapeake Science, 9: 67-82.

Kermer, P., 1975. The ecology of the ctenophore Mnemiopsis leidyi in Narragansett Bay. Ph.D Thesis, University of Rhode Island.

Kermer, P., 1976. Population dynamics and ecological energetics of a pulsed zooplankton predator, the ctenophore *Mnemiopsis leidyi*. In Estuarine Processes, Vol. I Uses, Stresses and Adaptation to the Estuary. New York: Academic Press.

Kideys A. E., Roohi, A., Bagheri, S., Finenko, G. and Kamburska, L., 2005. Impacts of Invasive Ctenophores on the Fisheries of the Black Sea and Caspian Sea. Oceanography-Black Sea Special Issue, 18: 76-85.

Kostianoy, A. and Kosarev, A., 2005. The Caspian Sea Environment, (Handbook of Environmental Chemistry). Volume 5, Part P, Springer-Verlag, Germany, ISBN-10: 3540282815, pp. 1-3.

Kurashova, E. K. and Abdollaevo, N. M., 1984. *Acartia clausi* Giesbrecht (Calanoidae, Acartiidae) in Caspian Sea. Zoological, 63 (6): 931-933.

Main, R. J., 1928. Observations of the feeding mechanism of a ctenophore *Mnemiopsis leidyi*. Biological Bulletin, 55: 69-78.

Mayer, A. G., 1912. Ctenophores of the Atlantic Coast of North America. Washington: Carnegie Institution publication.

McLaren, I. A., 1963. Effects of temperature on growth of zooplankton and the adaptive value of vertical migration. Fishery Research, 20: 685-727

Nasrollahzadeh, H. S., Din, Z. B., Foong, S. Y. and Makhlough, A., 2008. Trophic status of the Iranian Caspian Sea based on water quality parameters and phytoplankton diversity. Continental Shelf Research, 28: 1153–1165.

Nelson, T. C., 1915. On the occurrence and food habits of ctenophores in New Jersey inland coastal waters. Biological Bulletin, 48: 92-111.

Petipa, L. S., 1952. Average weight of zooplankton original from Black Sea. Gevastop Biology, Pp. 37-39.

Postel, L., Fock, H. and Hagen W., 2000. Biomass and abundance. In RP Harris, PH Wieb, J Lenz, HR Skjoldal, M Huntley, eds. ICES zooplankton methodology manual. London: Academic Press, pp. 83-174.

Roohi, A., Kideys, A., Sajjadi, A., Hashemian, A., Pourgholam, R., Fazli, H., Ganjian Khanari, A. and Eker-Develi, E., 2010. Changes in biodiversity of phytoplankton, zooplankton, fishes and macrobenthos in the southern Caspian Sea after the invasion of the ctenophore *Mnemiopsis leidyi*. Biology Invasions, 12: 2343–2361.

Roohi, A., Zulfigar, Y., Kideys, A., Aileen, T., Eker-Develi, E. and Ganjian Khenari, A., 2008. Impact of a new invasive ctenophore (*Mnemiopsis leidyi*) on the zooplankton community of the Southern Caspian Sea. Marine Ecology, 29: 421–434.

Rowshantabari, M. and Roohi, A., 2004. Impacts of *Mnemiopsis leidyi* on zooplankton population in the southern Caspian Sea, First Regional Technical Meeting, February 22– 23, 2004. Tehran; pp. 161–167.

Shiganova, T. A., Dumont, H. J., Sokolsky, A. F., Kamakin A. M., Tinenkova, D. and Kurasheva, E. K., 2004. Population dynamics of *Mnemiopsis leidyi* in the Caspian Sea, and effects on the Caspian ecosystem. In: Dumont HJ, Shiganova TA and Niermann U (eds) Aquatic Invasions in the Black, Caspian, and Mediterranean Seas, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London, pp. 71-111.

Shiganova, T., Sapozhnikov, V., Musaeva, E., Domanov, M., Bulgakova, y., Belov, A., Zazulya, N., Zernova, V., Kuleshov, A., Sokolsky, A., Imirbaeva, R. and Mikuiza, A., 2003. Factors Determining the Conditions of Distribution and Quantitative Characteristics of the Ctenophore *Mnemiopsis leidyi* in the North Caspian. Oceanology, 43 (5): 676–693.

Wetzel, G. R. and Likens, E. G., 1990. Limnological Analyses, Springer-Verlag, New York.

Zaitsev, Y. and Ozturk, B., 2001. Exotic Species in the Aegean, Marmara, Black, Azov and Caspian Seas. Turkish Marine Research Foundation Istanbul, 267 p.