مجلهٔ ترویجی بوم‌شناسی منابع آبی
دورهٔ ۵، شمارهٔ ۲، پاییز و زمستان ۱۴۰۰

مطالعه و بررسی زئوپلانکتون‌ها در آب‌های منطقهٔ جنوب شرق دریای خزر (مازندران-گهرباران)

فاطمه سادات تهامی*، مژگان روشن‌طبری، نوربخش خداپرست، متین شکوری، حسن فضلی، رضا پورغلام، محمدعلی افرایی بندپی

پژوهشکدهٔ اکولوژی دریای خزر، مؤسسهٔ تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران

نویسنده مسئول: farnaztahamy@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۲/۲۴ تاریخ پذیرش:۱۴۰۱/۳/۲۵ تاریخ انتشار:۱۴۰۱/۴/۲۲

چکیده

نمونه‌برداری زئوپلانکتون توسط تور نمونه‌برداری با اندازهٔ چشمهٔ ۱۰۰ میکرون انجام گرفت. از سال ۲۰۰۱، تغییراتی در ترکیب جمعیت گونه‌های زئوپلانکتون به وجود آمد درحالی‌که در سال ۱۹۹۴ و پیش از آن گونه‌های *Eurytemora* spp. زئوپلانکتون غالب اعماق بیش از ۲۰ متر را تشکیل می‌دادند. هم‌اکنون در سال‌های بعد از ۲۰۰۱، بیش از ۹۵ درصد جمعیت زئوپلانکتون حوضهٔ جنوبی دریای خزر را گونهٔ *Acartia tonsa* تشکیل می‌دهد. این مطالعه در سال ۱۳۹۲ در منطقهٔ گهرباران استان مازندران انجام شد و اگرچه در این مطالعه دینامیک جمعیت زئوپلانکتون متفاوت بود لیکن در تمام فصول Copepoda، گروه غالب زئوپلانکتون بوده است. مجموعاً ۲۴ گونه زئوپلانکتون از گروه‌های Copepoda، Rotatoria، porotozoa، Cladocera و از Meroplankton گونهٔ *Balanus Cypris* و نیز *amellibranchiate larvae* لارو دوکفه‌ای‌ها مشاهده‌شده است. ورود جانوران غیربومی ازجمله شانه‌دار *Mnemiopsis Leidyi*، ورود مواد مغذی از طریق رودخانهٔ نکارود، میزان متفاوت دریافت انرژی خورشید و درنتیجه درجهٔ حرارت و جریان‌های آبی می‌تواند باعث بروز تفاوت‌های جمعیت زئوپلانکتون در منطقهٔ گهرباران گردیده باشد.

واژه‌های کلیدی: زئوپلانکتون، تنوع، فراوانی، دریای خزر، منطقهٔ گهرباران

مقدمه

علی‌رغم تنوع زیستی منحصربه‌فرد دریای خزر، به دلیل فشار روزافزون چالش‌های زیست‌محیطی، به‌تدریج گونه‌های باارزش آبزی با کاهش جمعیت روبه‌رو شده و نیز شماری از آن‌ها در معرض انقراض قرارگرفته‌اند (Suvorov, 1914). منطقهٔ حساس گهرباران در نزدیکی نیروگاه نکا، بندر امیرآباد و کشتی‌سازی صدرا در جنوب شرق دریای خزر قرار دارد که با دارا بودن ذخایر ارزشمند زیستی دارای اهمیت بسیاری می‌باشد. هدف از این مطالعه تعیین ترکیب گونه‌ای، پراکنش زمانی و مکانی زئوپلانکتون‌ها می‌باشد.

ازآنجایی‌که در سال‌های اخیر شرایط اکوسیستم تحت تأثیر ورود گونه‌های جدید پلانکتونی نظیر *Mnemiopsis leidyi* از دریای سیاه به دریای خزر تغییر یافت (Dumont, 2013) و تنوع و تراکم گونه‌های آبزی به‌شدت تغییر کرده و درصد فراوانی و زی‌تودهٔ شاخه‌های مختلف پلانکتون تغییرات معنی‌داری را داشته است؛ این امر موجب بررسی عوامل تغییردهنده شده است (تهامی و همکاران، ۱۳۹۲).

این تحقیق در نظر دارد با بررسی پراکنش و تولید زئوپلانکتون در سواحل جنوب شرقی دریای خزر (در منطقهٔ گهرباران) گامی در جهت شناسایی، برآورد تنوع، تراکم و زی‌تودهٔ جمعیت آن‌ها بردارد زیرا که پلانکتون دریای خزر منبع عمدهٔ تغذیه ماهیان به‌خصوص ماهیان پلاژیک هستند که به‌طور اختصاصی از انواع پاروپایان و سایر پلانکتون‌ها تغذیه می‌کنند. از طرفی کاهش شدید زئوپلانکتون در سال‌های اخیر که به دلیل دخالت‌های انسانی و ورود گونه‌های مهاجم غیربومی نظیر شانه‌دار *M. leidyi* و سایر عوامل زیست‌محیطی و متعاقب آن کاهش در صید ماهیان پلاژیک و ماهیان خاویاری، دلیلی بر ضرورت انجام این تحقیق و بررسی میزان دقیق تراکم و زی‌توده و پراکنش پلانکتون در سال‌های اخیر می‌باشد. شایان ذکر است که دریای خزر به‌تنهایی نزدیک به ۴۰ درصد مجموع مساحت دریاچه‌های دنیا را شامل می‌گردد. سواحل دریای خزر را پنج کشور: ایران، آذربایجان، ترکمنستان، قزاقستان و روسیه احاطه کرده است. طول خط ساحلی دریای خزر ۵۵۸۰ و متوسط پهنای آن ۳۳۰ کیلومتر، سطح دریای خزر ۴۳۶۰۰۰ کیلومتر مربع و حداکثر عمق آن ۱۰۲۵ و متوسط عمق آن ۱۸۴ متر است (Plotnikov *et al.*, 2006).

در حضور مقادیر بالای مواد مغذی و افزایش دما در فصول تابستان و پاییز، پلانکتون‌ها رشد سریع خواهند داشت که این افزایش بیش‌ازحد پلانکتون‌ها می‌تواند تأمین‌کنندهٔ مواد غذایی بیشتر برای ماهی‌های پلاژیک باشد (Kosarev and Yablonskaya, 2002). بااین‌وجود به‌منظور بازسازی ذخایر و در اختیار داشتن میزان پلانکتون برای تغذیهٔ ماهیان دریا و بچه ماهیانی که هرساله توسط شیلات برای حفظ ذخایر دریا رهاسازی می‌شوند؛ نیاز است پلانکتون‌های حوضهٔ جنوبی دریای خزر هرسال مطالعه شوند.

مطالعات مربوط به بررسی پلانکتون‌های دریای خزر از سالیان گذشته شروع‌شده است که همواره این مطالعات در خصوص تراکم و زی‌تودهٔ این گروه از جانداران بوده است. طی سال‌های ۱۹۳۵-۱۹۳۴ برای نخستین بار مطالعات کمی پلانکتون خزر شمالی در اعماق دریا در تابستان انجام گرفت و از سال ۱۹۳۸ بررسی وضعیت پلانکتون‌ها هرساله در خزر شمالی و به‌طور غیرمنظم در خزر میانی و جنوبی شروع شد (دارایی، ۱۳۷۲). شناخت و بررسی Copepoda (پاروپایان) که جمعیت غالب زئوپلانکتون حوضهٔ جنوبی دریای خزر را تشکیل می‌دهند اهمیت زیادی دارند زیرا پراکنش آن‌ها در اعماق و مناطق مختلف، اطلاعات زیادی در ارتباط با مواد غذایی حوضهٔ جنوبی دریای خزر نشان می‌دهند. در بررسی ترکیب غذایی کیلکای معمولی، موجودات اصلی را Copepoda تشکیل می‌دهند (Elizarenko, 2006). از سال ۲۰۰۱، تغییراتی در ترکیب جمعیت گونه‌های زئوپلانکتون به وجود آمد درحالی‌که در سال ۱۹۹۴ و پیش از آن گونه‌های *Eurytemora* spp.، زئوپلانکتون غالب اعماق بیش از ۲۰ متر را تشکیل می‌دادند. هم‌اکنون در سال‌های بعد از ۲۰۰۱، بیش از ۹۵ درصد جمعیت زئوپلانکتون حوضهٔ جنوبی دریای خزر را گونهٔ *Acartia tonsa* تشکیل می‌دهد و این درحالی‌که است که گونه‌های *Eurytemora* spp. در

نمونه‌های جمع‌آوری‌شده طی سال‌های بعد از ۲۰۰۱ مشاهده نشدند (Rowshantabari and Roohi, 2002; Roohi *et al.*, 2008).

مواد و روش‌ها

در این مطالعه، منطقهٔ نمونه‌برداری به‌صورت ۲ نیم‌خط و ۲ ایستگاه (عمق کمتر از ۱۰ متر) در جنوب شرق دریای خزر (منطقهٔ گهرباران) تعیین شدند. انتخاب ایستگاه‌ها با توجه به شرایط مختلف در منطقهٔ گهرباران نظیر ورودی رودخانهٔ تجن و نکارود، بندر امیرآباد، نیروگاه شهید سلیمی نکا، وجود منابع آلوده‌کننده و شیب دریا و توسط شناور قایق انجام گرفت. در هر نیم‌خط ۳ ایستگاه در اعماق ۵ متر، ۱۰ متر، ۱۵ متر و دو ایستگاه نیز در اعماق ۵ متر در غرب و شرق دو ترانسکت تعیین شد (جدول ۱).

جدول ۱. مختصات جغرافیایی و عمق ایستگاه‌های نمونه‌برداری (۱۳۹۲)

نام نیم‌خط	شماره ایستگاه	عمق (متر)	مختصات ایستگاه‌ها	
			(طول جغرافیایی)	(عرض جغرافیایی)
۱	۱	۵	۵۳/۱۵۱۵°	۳۶/۸۲۹۳°
	۲	۱۵	۵۳/۱۷۲۶°	۳۶/۸۶۵۰°
	۳	۱۰	۵۳/۱۷۶۶°	۳۶/۸۵۰۲°
	۴	۵	۵۳/۱۸۰۸°	۳۶/۸۳۵۶°
۲	۵	۱۵	۵۳/۲۰۳۴°	۳۶/۸۷۰۲°
	۶	۵	۵۳/۲۱۲۷°	۳۶/۸۴۱۴°
	۷	۱۰	۵۳/۲۴۱۴°	۳۶/۸۶۲۴°
	۸	۵	۵۳/۲۴۵۶°	۳۶/۸۴۸۹°

لایه‌های نمونه‌برداری (تعداد نمونه) در هر ایستگاه با توجه به سوابق و تجربیات به‌دست‌آمده از فعالیت‌های تحقیقاتی گذشته در دریای خزر به شرح ذیل تعیین گردیده است:

ایستگاه‌های عمق ۵ متر: لایهٔ نیم‌متری زیر سطح

ایستگاه‌های عمق ۱۰ متر: لایهٔ سطحی و لایهٔ ۵ متر

ایستگاه‌های ۱۵ متر: لایهٔ سطحی، لایهٔ ۵ متر و لایهٔ ۱۰ متر

بدین ترتیب تعداد کل نمونه‌ها در هر بار نمونه‌برداری، ۱۴ نمونه در ۸ ایستگاه بود.

نمونه‌برداری زئوپلانکتون توسط تور مخروطی زئوپلانکتون ۱۰۰ میکرون با قطر دهانهٔ ۳۶ سانتی‌متر و به‌صورت کشش عمودی نمونه‌برداری انجام گرفت و میزان آب فیلترشده از حاصل‌ضرب مساحت دهانهٔ تور در ارتفاع آب فیلترشده محاسبه شد. آب فیلترشده نیز در ظرف شیشه‌ای با فرمالین به نسبت ۴ درصد تثبیت شد. مشخصات نمونه مانند تاریخ، مکان، عمق و لایهٔ نمونه‌برداری روی ظرف نوشته و نمونه‌ها برای بررسی به آزمایشگاه منتقل شدند. برای تغلیظ نمونه از تور با چشمهٔ کوچک‌تر از تور نمونه‌برداری، استفاده شد (Wetzel and links, 1991).

برای شمارش زئوپلانکتون، نمونه‌ها به‌وسیلهٔ پیپت Stample روی ظرف شمارش Bogarov قرار گرفته و نمونه‌هایی که در سطح محفظه پراکنده‌شده‌اند شمارش شدند. وقتی پیستون بالا می‌آید حجم ۰/۵ سانتی‌مترمکعب در دیوارهٔ پیپت نگه‌داری

می‌شود. نمونه به ظرف شمارش Bogarov منتقل و در زیر میکروسکوپ وارونه یا اینورت (Invert) مشاهده، شناسایی و شمارش شدند (Boltovskoy, 2000). تراکم در واحد حجم با شمارش تعداد زئوپلانکتون و ضرب آن‌ها در ضریب حجمی (نسبت به حجم آب بررسی‌شده) و میزان آب فیلترشده توسط تور نمونه‌گیری محاسبه گردیده و سپس برای به دست آوردن وزن موجودات، طول آن‌ها را اندازه‌گیری و با استفاده از شکل هندسی آن‌ها محاسبه‌شده است (Shiganova *et al*., 2003). شایان‌ذکر است در این بررسی از وزن استاندارد موجودات در دریای سیاه استفاده‌شده است (Petipa, 1957).

محاسبات و آنالیز آماری

محاسبات و تهیهٔ نمودارهای میانگین و انحراف معیار با استفاده از نرم‌افزارExcel نسخهٔ ۲۰۰۷ و مقایسهٔ میانگین آماری تغییرات جمعیت فیتوپلانکتونی در فصول، اعماق و ایستگاه‌های مختلف از طریق آنالیز واریانس ANOVA، انجام شد. در بررسی آنالیز واریانس، تراکم و زی‌تودهٔ شاخه‌های مختلف به‌عنوان متغیر وابسته و فصل، نیم‌خط و عمق، متغیرهای غیر وابسته در نظر گرفته می‌شوند (Anderson *et al*., ;Clarke and Warwick, 2001; Clarke and Gorley, 2006 2008).

یافته‌ها

۱-بررسی گونه‌ای زئوپلانکتون

درمجموع ۲۴ گونه زئوپلانکتون از گروه‌های Copepoda (۵ گونه)، Rotatoria (۷ گونه)، porotozoa (۳ گونه)، Cladocera (۹ گونه) و از گروه Meroplankton تنها گونهٔ *Balanus Cypris* و *Lamellibranchiate larvae* (لارو دوکفه‌ای‌ها) شناسایی شد (جدول ۲).

جدول ۲. ترکیب کیفی زئوپلانکتون در آب‌های منطقهٔ گهرباران (۱۳۹۲)

Copepoda	*Tintinopsis* sp.
Acartia tonsa	*Foraminifera*
Calanipeda aquae dulcis	**Cladocera**
Ectinozoma sp.	*Podon polyphemoides*
Harpacticoida sp.	*Podon intermedius*
Hallycyclops	*Evadne anonyx*
Rotatoria	*Podon anyusta*
Asplanchna sp.	*Podonevadne trigona typica*
Brachionus sp.	*Bosmina longirostris*
Syncheata sp.	*Daphnia* sp.
Polyarthra sp.	*Centeropygis aculeata stein*
Keratella quadrata	*Alona costata*
Monostyla cornuta	**Cirripedia**
Lecane sp.	*Balanus Cypris*
porotozoa	**Other**
Difflugia acuminuata	*Lameli branchia larvae*

در این مطالعه، درصد حضور گروه‌های مختلف زئوپلانکتون متفاوت بود. راستهٔ Cladocera (۳۵٪)، Rotatoria (۲۷٪)، Copepoda (۱۹٪)، porotozoa (۱۱٪) و Meroplankton (۸٪) مشاهده شد (شکل ۱).

بر اساس مطالعهٔ انجام‌شده در آب‌های منطقهٔ گهرباران، راستهٔ Copepoda با میانگین تراکم ۴۲۵۹/۷۴ ± ۶۵۰۷/۸۸ در مترمکعب بیشترین تراکم و سپس به ترتیب گروه‌های Cirripedia، Rotatoria، porotozoa و Cladocera از مقادیر بالایی برخوردار بودند (شکل ۲).

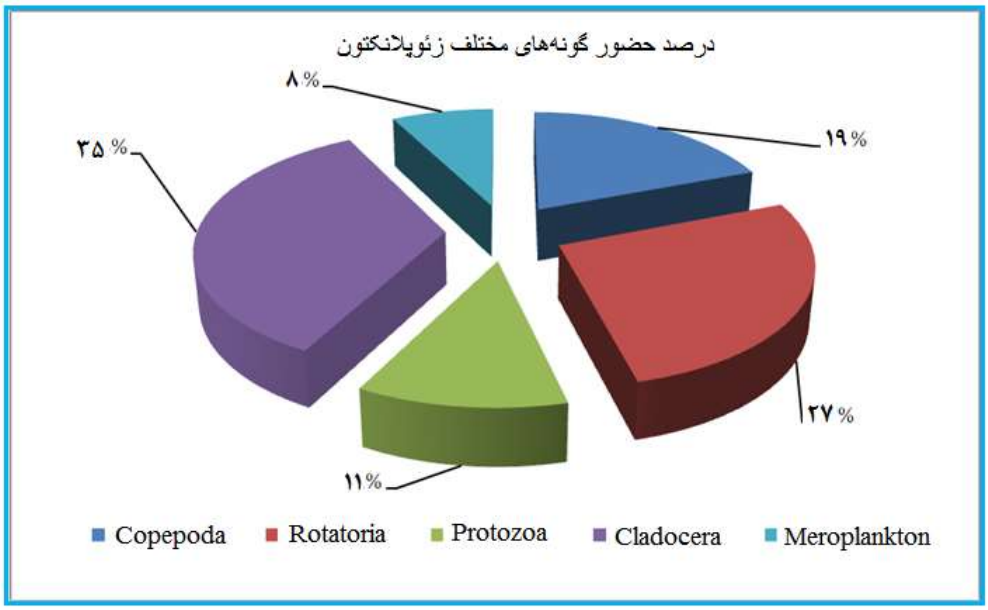
۲-بررسی تراکم و زی‌تودهٔ زئوپلانکتون

در این مطالعه، بیشترین زی‌توده متعلق به راستهٔ Copepoda با میانگین زی‌تودهٔ ۴۲۷/۷±۷۲/۸ (میلی‌گرم در مترمکعب) بوده است. گروه‌های Rotatoria، Cirripedia، Cladocera و porotozoa در رتبه‌های بعدی قرار داشتند (شکل ۳).

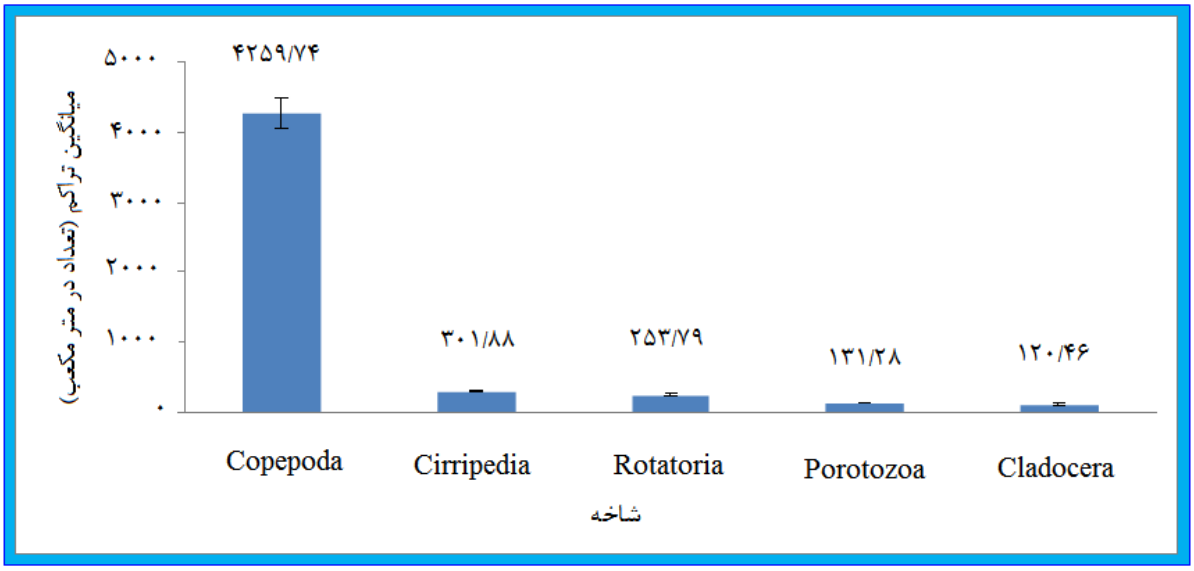
بیشترین میانگین تراکم(۳۷۷۲/۷±۱۷۴۰/۹ عددر مترمکعب)و زی‌تودهٔ (۶۶/۳± ۵۴۷/۹میلی‌گرم در مترمکعب) زئوپلانکتون در فصل تابستان بود و گروه‌های مختلف زئوپلانکتون در فصل‌های مختلف مقادیر متفاوتی داشتند.

بیشترین تراکم Copepoda در فصل پاییز و بیشترین زی‌توده در تابستان دیده شد. تراکم و زی‌تودهٔ Rotifera در فصل زمستان بیشترین میانگین را داشت. بیشترین تراکم و زی‌تودهٔ Cladocera در فصل بهار مشاهده شد. اگرچه بیشترین تراکم Cirripedia در فصل پاییز بود ولی بیشترین زی‌توده در فصل زمستان مشاهده شد (جدول ۳).

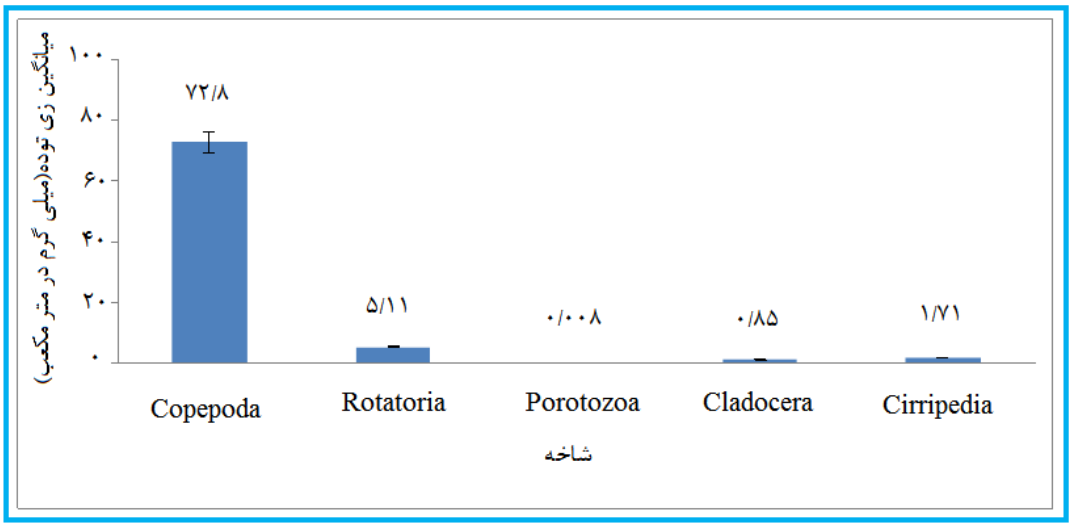
در بررسی سال ۸۷ جمعیت Cladocera در زمستان بیشتر از بهار بوده (روشن‌طبری و همکاران، ۱۳۸۹) ولی در این بررسی جمعیت آن‌ها در فصل بهار بیش از سایر فصول بوده است. یکی از عوامل بسیار مهم فصل است. تغییرات فصلی به صورت‌های مختلف ازجمله تأثیر بر درجهٔ حرارت هوا، ورودی رودخانه‌ها، افزایش مواد مغذی، ایجاد جریان‌های آبی و درنتیجه تغییرات شوری در ورودی رودخانه‌ها و کاهش شوری قادر است تأثیرات مهمی را در تغییر جمعیت پلانکتون‌ها داشته باشند و این موضوع می‌تواند بر جمعیت ماهیان و نیز لارو ماهیان تأثیر گذارد (kasimov, 1997). روشن‌طبری و همکاران در سال‌های ۱۳۸۲ و ۱۳۸۹ نیز راستهٔ Cladocera را جمعیت غالب معرفی نمودند. همچنین ورود *Mnemiopsis leidyi* به دریای خزر بر روی تنوع و تراکم زئوپلانکتون دریا تأثیر گذاشته است. *M. leidyi* شکارچی فعال و گوشتخوار است که از زئوپلانکتون، مروپلانکتون، لارو موجودات بنتیک، تخم و لارو ماهی تغذیه می‌کند (روشن‌طبری و همکاران، ۱۳۸۹).



شکل۱. درصد حضور راسته‌های مختلف زئوپلانکتون در آب‌های منطقهٔ گهرباران (۱۳۹۲)



شکل ۲. میانگین تراکم (تعداد در مترمکعب) راسته‌های مختلف زئوپلانکتون در آب‌های منطقهٔ گهرباران (۱۳۹۲)



شکل ۳. میانگین زی‌تودهٔ (میلی‌گرم در مترمکعب) راسته‌های مختلف زئوپلانکتون در آب‌های منطقهٔ گهرباران (۱۳۹۲)

طی حدود ۱۲ سال، از ۲۹ گونه متعلق به راستهٔ Cladocera تنها ۳ گونه در سال ۱۳۸۷ با تراکم بسیار کم در دریا انتشار داشته است که در سال ۱۳۸۸ به ۸ گونه افزایش داشت (Roohi *et al.*, 2008). در این تحقیق در منطقهٔ گهرباران به‌تنهایی ۱۱ گونه از این شاخه مشاهده شد. در بررسی راستهٔ Copepoda در سال ۱۳۷۵ علاوه بر گونه‌های موردبررسی، گونه‌های *Calanipeda aquae-dulcis*،*E. grimmi*، *Eurytemora minor* و *Limnocalanus grimaldii* نیز از این راسته مشاهده شدند (روشن‌طبری و همکاران، ۱۳۸۹).

بر اساس مطالعات گذشته که طی سال‌های ۱۳۷۳ و ۱۳۷۵ و نیز مطالعات بعد از ورود شانه‌دار *M. leidyi* صورت گرفت؛ پیش‌ازاین، بیشتر از ۵۰ گونه در دریای خزر زندگی می‌کردند (Roohi *et al.*, 2008). درحالی‌که در این مطالعه درمجموع فقط ۳۲ گونه زئوپلانکتون مشاهده شد که درواقع این شرایط نامطلوب باعث ناپدید شدن برخی از گونه‌های پلانکتون‌های جانوری شده است.

جدول ۳. تراکم (تعداد در مترمکعب) و زی‌توده (میلی‌گرم در مترمکعب) راسته‌های مختلف زئوپلانکتون در فصول مختلف منطقهٔ گهرباران (۱۳۹۲)

راسته	تراکم/ زی‌توده	بهار	تابستان	پاییز	زمستان
Copepoda	**تراکم**	۴۵۵۲/۸±۵۲۷۳/۱	۳۵۴۹/۵±٤٧٩٨/٦	۵۹۱۹/۵±۹۲۵۴/۱	۲۷۷۶/۳±۴۶۱۳/۰
	زی‌توده	۳۸/۲±۴۶/۶	۱۳۶/۳±۷۸۱/۹	۴۶/۸±۱۴۷/۵	۸۵/۸±۴۵۱/۷
Rotifera	**تراکم**	۹/۹±۳۲/۴	۳/۳±۶/۶	۱/۴±۱/۷	۴۳۶/۴±۱۸۳۷/۹
	زی‌توده	۰/۱۹±۰/۶۵	۰/۰۰±۰/۰۰	۰/۰۰±۰/۰۰	۸/۸۰±۳۶/۷۵
Cladocera	**تراکم**	۲۱۳/۹±۳۳۲/۸	۰/۷±۱/۲	۲/۳±۴/۰	۹/۰±۱۶/۵
	زی‌توده	۱/۵۱±۲/۴۱	۰/۰۰±۰/۰۱	۰/۰۳±۰/۰۶	۰/۰۵±۰/۱۰
Cirripedia	**تراکم**	۲۷۷/۰±۲۵۳/۲	۳/۹±۶/۹	۳۸۷/۲±۶۳۰/۳	۲۶۵/۳±۳۲۶/۶
	زی‌توده	۰/۶۰±۰/۵۲	۰/۰۲±۰/۰۵	۲/۰۰±۵/۷۲	۲/۰۱±۱۶/۱۱
Protozoa	**تراکم**	۴/۲±۸/۲	۳۳/۷±۴۴/۵	۲۳۳/۶±۶۳۰/۳	۸۸/۲±۶۲۶/۳
	زی‌توده	ناچیز	۰/۰۰۱±۰/۰۰۳	۰/۰۱۹±۰/۱۰۹	۰/۰۰۰±۰/۰۰۰
Zooplankton	**تراکم**	۱۴۲۵/۱±۳۴۱/۰	۱۷۴۰/۹±۳۷۷۲/۷	۱۶۰۱/۱۴±۵۱۹۲/۱	۷۰۵/۱±۲۳۷۶/۱
	زی‌توده	۱۱/۱±۲۹/۰	۶۶/۳±۵۴۷/۹	۱۱/۸±۷۰/۳	۱۸/۳±۲۰۱/۶

کاهش شدید مروپلانکتون را می‌توان در ایستگاه گهرباران مشاهده کرد به‌طوری‌که در این منطقه *Balanus Cypris* و *Lamellibranchiate larvae* از لارو دوکفه‌ای‌ها به میزان ناچیز مشاهده شد درحالی‌که در سال ۱۳۷۵ قبل از ورود شانه‌دار، لارو دوکفه‌ای‌ها در تابستان با فراوانی ۲۸۲۷۴ عدد در مترمکعب و زی‌تودهٔ ۱۴۱/۳۷۲ میلی‌گرم در مترمکعب افزایش چشمگیری در جمعیت زئوپلانکتون داشته است و در سایر فصول فراوانی آن بین ۶۰ تا ۱۵۵۵ نمونه در مترمکعب متغیر بوده است (روشن‌طبری و همکاران، ۱۳۸۹). همچنین در این بررسی Rotifera به دلیل وزن بالا تأثیر زیادی بر روی زی‌توده داشته است. لازم به ذکر است که طی سال‌های اخیر دریای خزر دستخوش تغییرات گسترده‌ای شده است که با ورود انواع آلودگی‌های زیست‌محیطی و ورود جانوران غیربومی ازجمله شانه‌دار *M. leidyi* ترکیب گونه‌ای زئوپلانکتون تغییر کرده است.

بر اساس مطالعاتی که طی تابستان ۱۹۹۴ صورت گرفت گونهٔ *Acartia tonsa* حدود ۵۰ درصد جمعیت زئوپلانکتون را در حوضهٔ جنوبی دریای خزر تشکیل می‌داد که سایر جمعیت زئوپلانکتون عمدتاً از لارو دوکفه‌ای‌ها نظیر *Lamelli branchita larvae* بود. از سال ۲۰۰۱، تغییراتی در ترکیب جمعیت گونه‌های زئوپلانکتون به وجود آمد درحالی‌که در سال ۱۹۹۴ و پیش از آن گونه‌های *Eurytemora* spp. زئوپلانکتون غالب اعماق بیش از ۲۰ متر را تشکیل می‌دادند. هم‌اکنون در سال‌های بعد از ۲۰۰۱، بیش از ۹۵ درصد جمعیت زئوپلانکتون حوضهٔ جنوبی دریای خزر را گونهٔ *Acartia tonsa* تشکیل می‌دهد و این

در حالی است که گونه‌های .*Eurytemora* spp در نمونه‌های جمع‌آوری‌شده طی سال‌های بعد از ۲۰۰۱ مشاهده نشدند (Rowshantabari and Roohi, 2002; Roohi *et al*., 2008).

عامل مهم دیگر، تغذیهٔ ماهیان از پلانکتون می‌باشد که در این بررسی زئوپلانکتون‌ها در لایه‌های سطحی و ۵ متر بیشترین تراکم و زی‌توده را دارند و زئوپلانکتون به دلیل تغذیه از فیتوپلانکتون، مهاجرت‌های درون آبی در ستون عمودی آب دارند. همچنین بالا بودن تولیدات احتمالاً در نتیجهٔ ورود مواد مغذی از طریق رودخانهٔ نکارود و تغییرات ناشی از دخالت انسانی (antropogenic) افزایش تولید در مناطق کم‌عمق ساحلی می‌باشد. Shiganova و همکاران (۲۰۰۱) نیز بیان نمودند که افزایش بار مواد مغذی دریای سیاه توسط رودخانهٔ دانوب سبب ایجاد شکوفایی پلانکتونی یا یوتریفیکاسیون گردید.

میزان متفاوت دریافت انرژی خورشید و درنتیجه درجهٔ حرارت و جریان‌های آبی می‌تواند باعث بروز تفاوت‌های فصلی در تراکم شاخهٔ Bacillariophyta و نیز *Pseudo-nitzschia seriata* گردد؛ بنابراین یکی از عوامل بسیار مهم فصل است. در فصل زمستان که چرخش‌های آبی این اکوسیستم افزایش می‌یابد؛ موجب افزایش مواد غذایی و حرکت آن از کف به ستون آب و افزایش جمعیت این گونه می‌گردد که می‌تواند بر تراکم و زی‌توده زئوپلانکتون و تغذیهٔ ماهیان اثر گذارد.

توصیهٔ ترویجی

ورود مواد مغذی از طریق رودخانهٔ نکارود، میزان متفاوت دریافت انرژی خورشید و درنتیجه درجهٔ حرارت و جریان‌های آبی می‌تواند باعث بروز تفاوت‌های جمعیت زئوپلانکتون در منطقهٔ گهرباران گردد و درنتیجه قادر است بر توان پایهٔ تولید در ماه‌ها و مناطق مختلف این اکوسیستم تأثیرگذار باشد. بنابراین مطالعهٔ مستمر وضعیت حلقهٔ اول شبکهٔ غذایی این اکوسیستم، در کمک به تصمیم‌گیری‌های بهینه در زمینهٔ مدیریت‌های شیلاتی اعم از تعیین توان پذیرش رهاسازی بچه ماهی جهت بازسازی ذخایر و مدیریت‌های زیست‌محیطی دریای خزر از قبیل احداث سازه‌های دریایی، جلوگیری از ورود منابع آلایندهٔ شهری، کشاورزی و موتورهای ناوگان دریایی و نیز بهبود وضعیت حمل‌ونقل دریایی و کالا تأثیرگذار می‌باشد.

منابع

۱- تهامی، ف.س.، پورغلام، ر.، نصراله‌زاده، ح.، مخلوق، آ.، یوسفیان، م.، خداپرست، ن.، کیهان‌ثانی، ع.، دوستدار، م.، نادری، م.، رمضانی، ح.، رحمتی، ر.، رضایی، م. و فلاحی، م.، ۱۳۹۱. گزارش پروژهٔ بررسی تنوع ، بیوماس و فراوانی فیتوپلانکتون در منطقهٔ جنوبی دریای خزر. پژوهشکدهٔ اکولوژی دریای خزر، ۱۲۴ صفحه.

۲- روشن‌طبری، م.، فارابی، س.م.و.، سلیمانی‌رودی، ع.، خداپرست، ن.، رستمیان، م.ت.، رضوانی، غ.، اسلامی، ف.، کیهان‌ثانی، ع.، سبک‌آرا، ج.، دوستدار، م.، رحمتی، ر.، مخلوق، آ.، گنجیان، ع.، گل‌آقایی، م. و مکرمی، ع.، ۱۳۸۹. گزارش پروژهٔ بررسی تنوع، بیوماس و فراوانی زئوپلانکتون در منطقهٔ جنوبی دریای خزر. پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، ۱۲۰ صفحه.

۳- دارایی، ن.، ۱۳۷۲. دنیای جانوران دریای خزر، بندر انزلی، مرکز تحقیقات شیلات استان گیلان.

4- Anderson, M., Gorley, R. N. and Clarke, R.K., 2008. PERMANOVA+for PRIMER: Guide to Software and Statistical Methods. PRIMER-E, Plymouth, UK.

5- Boltovskoy, D. 2000. *South Atlantic zooplankton*. Netherlands: Backhuys publisher.

6- Clarke, K.R. and Warwick, R. M., 2001. Change in marine communities: An approach to Statistical Analysis and Interpretation. 2nd edition. PRIMER-E: Plymouth, UK. 176 pp.

7- Clarke, K.R. and Gorley, R.N., 2006. PRIMER version 6: user manual/tutorial. PRIMER-E, Plymouth, UK, 192 pp.

8- Dumont, H.J., 2013. The Caspian Lake: history, biota, structure and function. *Journal Article In AGRIS since* : http://www.ifremer.fr/avano/

9- Elizarenko, M.M., 2006. Specific feeding of Caspian sprat *Clupeonella cultriventris* caspia (Svetovidov, 1941) during high tide, *Extended Abstract of Cand. Sci. (Biol.) Dissertation*, Makhachkala: Dagest. Gos. Univ.

10- Kasimov, A.G. 1997a. Ecology of the Caspian Lake. Baku. Azerbaijan, 507 p.

11- Kosarev, A.N. and Yablonskaya, E.A., 2002. The Caspian Sea. SPB. The Haque. 259 p.

12- Petipa, T.S., 1957. On average weight of the main zooplankton forms in the Black Sea. Proc. Sevastopol. *Biological Station*, 9:39-57 .

13- Plotnikov, I., Aladin, N., Cretaux, J.F., Micklin, Ph., Chuikov, Yu. and Smurov, A., 2006. Biodiversity and recent exotic invasions of the Caspian Sea. *Limnoogy* l., 2259-2262.

14- Roohi, A., Yasin, Z., Kideys, A.E., Hwai, A.T.S., Khanari, A.G. and Eker-Develi, E., 2008. Impact of a new invasive ctenophore (*Mnemiopsis leidyi*) on the zooplankton community of the Southern Caspian Sea. *Marine Ecology*, *29*(4), pp.421-434.

15- Rowshantabari, M. and Roohi, A., 2002. The impact *Mnemiopsis leidyi* on the zooplankton population in the Southern of Caspian Sea. The first National symposium on the Caspian Sea (Iranian), 14 p.

16- Shiganova, T.A., Kamakin, A.M., Zhukova, O.P., Ushivtzev, V.B., Dulimov A.B. and Musaeva, E.I., 2001. An invader in the Caspian Sea: Ctenophore Mnemiopsis and its initial effect on pelagic ecosystem. *Oceanology*, 1-9 p.

17- Shiganova, T.A., Sapozhnikov, V.V., Musaeva, E.I., Domanov, M.M., Bulgakova, Yu.V., Belov, A.A., Zazulya, N.I., Zernova, V.V., Kuleshov, A.F., Sokol'skii, A.F., Imirbaeva, R.I., and Mikuiza, A.S., 2003, Factors determining the conditions of distribution and quantitative characteristics of the ctenophore *Mnemiopsis leidyi* in the North Caspian, *Oceanology* (*Engl. Transl*.), 2003, *43*(5), pp. 676–693.

18- Suvorov, E.K., 1914, Caspian sprat and its fishery, in Materialy k poznaniyu russkogo rybolovstva, St. Petersburg: Yakor', 1914, vol. 3, no. 3.10p.

19- Wetzel, R.G, and G.E. Likens., 1991. Limnological analysis. New York USA: Springer-Verlag