شناسایی، تراکم و برآورد زی‌توده جلبک‌های دوتاژه‌ای (Dinoflagella) در حوضه آبریز رودخانه‌های مهم شیلاتی شمال کشور

- **فاطمه‌سادات تهامی***: پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، فرح‌آباد، صندوق‌پستی: ۹۶۱
- **حمید رمضانی**: پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، فرح‌آباد، صندوق‌پستی: ۹۶۱
- **مهدی نادری**: پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، فرح‌آباد، صندوق‌پستی: ۹۶۱

تاریخ دریافت: خرداد ۱۳۹۶ تاریخ پذیرش: شهریور ۱۳۹۶

چکیده

این تحقیق در فصول بهار، تابستان، پاییز و زمستان سال ۱۳۹۰، در ٤٠ ایستگاه مطالعاتی از ۸ نیم‌خط بین آستارا تا مرز حسنقلی صورت گرفت. نیم‌خط‌ها در آستارا، بند رانزلی، سفیدرود، تنکابن، نوشهر، بابلسر، امیرآباد، بندر ترکمن و در حوضه جنوبی دریای خزر قرار دارند. در هر نیم‌خط ٥ ایستگاه در اعماق ٥ متر، ۱۰ متر، ۲۰ متر، ٥٠ متر و ۱۰۰ متر تعیین شد که نمونه‌برداری فصلی از عمق صفر (سطح)، ۱۰ متر، ۲۰ متر، ٥٠ متر و ۱۰۰ متر توسط روتنر انجام گرفت. در مجموع ۲٤ گونه از جلبک‌های دوتاژه‌ای (Dinoflagella) شناسایی گردید. حداکثر تراکم شاخه جلبکی فوق ۱۷/۱٤±۲۸/۲۷ در مترمکعب ×۱۰^٦ و حداکثر زی‌توده ۳۳٦±۳٤۹ میلی‌گرم در مترمکعب مشاهده شد. بیش‌ترین تنوع گونه‌ای جلبک‌های دوتاژه‌ای در فصل زمستان (۱۷ گونه) بوده است که گونه‌های *Exuviaella cordata*، *Goniaulax polyedra*، *Peridinium achromaticum*، *Peridinium latum*، *Prorocentrum praximum* و *Prorocentrum scutllum* در تمامی فصول مشاهده شدند. جلبک‌های دوتاژه‌ای با میانگین تراکم ۱۷/۱٤±۲۸/۲۷ (تعداد در مترمکعب ×۱۰^٦) و میانگین برآورد زی‌توده سالانه ۳۳٦±۳٤۹ (میلی‌گرم در مترمکعب) حدودا ۹٪ تراکم و ٤٪ زی‌توده کل پلانکتونی این منطقه را تشکیل می‌داد. در این مطالعه تنوع، درصد تراکم و زی‌توده جلبک‌های دوتاژه‌ای تغییرات معنی‌داری (p<۰/۰٥) داشته است. تغییرات ادامه‌دار گیاهان میکروسکوپی ازجمله جلبک‌های دوتاژه‌ای می‌تواند بر الگوی مهاجرت ماهیان، آهنگ رشد، میزان مرگ ومیر آن‌ها و البته بر تراکم گازهای حیاتی در اتمسفر تاثیر داشته باشد.

کلمات کلیدی: جلبک‌های دوتاژه‌ای، تنوع، تراکم، زی‌توده، رودخانه‌های مهم شیلاتی

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: farnaztahamy@gmail.com

مقدمه

مطالعات هیدرولوژیک و هیدربیولوژیک در محیط‌های آبی در ایران و جهان سابقه‌ای نسبتاً طولانی دارد که بررسی پلانکتونی بخشی از این مطالعات محسوب می‌شود (Mason، ۱۹۹۸؛ CEP، ۲۰۰۱) در سال‌های اخیر تغییرات قابل ملاحظه‌ای از نظر تنوع گونه‌ای پلانکتون‌های گیاهی و حتی شکوفایی آن‌ها در آب‌های دریاچه خزر مشاهده گردید. دریای خزر با دارا بودن ذخایر ارزشمند زیستی، تنوع ماهیان اقتصادی و به‌خصوص ذخایر منحصر به‌فرد ماهیان خاویاری، به‌همراه تالاب‌ها و دلتاها و خلیج‌های منتهی به آن و هم‌چنین ذخایر غیرزیستی نظیر منابع نفت و گاز و نیز حمل و نقل کالای منطقه آسیای میانه، از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد (Plotnikov و همکاران، ۲۰۰۶).

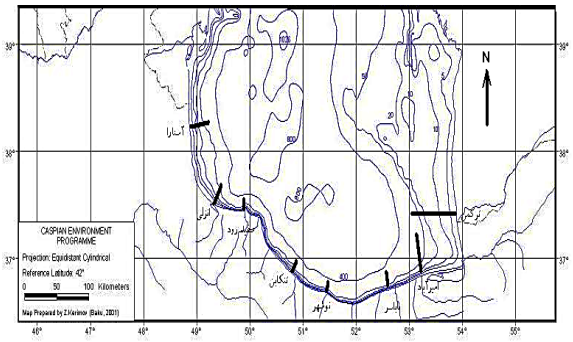
در مقایسه با محیط خشکی، فیتوپلانکتون‌ها در ایجاد مواد آلی در ستون محیط‌های آبی دقیقاً همان نقشی را ایفا می‌کنند که گیاهان در خشکی برعهده دارند و زنجیره اصلی حیات از آن‌جا آغاز می‌شود. نقش کلان فیتوپلانکتون‌ها بر سرنوشت کره زمین اساساً توسط پلانکتون‌های آب شور بازی شده است. پلانکتون‌های اقیانوسی در پایه ساختمان غذاهای دریایی قرار گرفته‌اند و تقریباً همه موجودات دریایی به غذایی که آن‌ها تولید می‌کنند، نیازمندند. به‌رغم اندازه کوچک پلانکتون‌ها، نقش آن‌ها در تولید مواد گیاهی در کره زمین قابل توجه است و با مجموعه تولیدات گیاهی در خشکی‌های جهان تقریباً برابری می‌کند. پلانکتون‌های دریایی به‌رغم این‌که در مقایسه با گیاهان آوندی روی زمین از وزن زنده بسیار ناچیزی برخوردارند ولی عملکرد فتوسنتز آن‌ها تقریباً با عملکرد گیاهان روی زمین برابری می‌کند. علت این امر بالا بودن بازسازی مواد در این دسته از گیاهان است. به‌عبارت دیگر یک واحد وزن زنده از پلانکتون‌ها قادرند بسیار بیش‌تر و سریع‌تر از یک واحد وزن زنده از گیاهان زمین‌زی تولید گیاهی داشته باشند. در سال‌های اخیر تغییرات قابل ملاحظه‌ای از نظر تنوع گونه‌ای پلانکتون‌های گیاهی و حتی شکوفایی آن‌ها در آب‌های حوضه جنوبی دریای خزر مشاهده گردید جلبک‌های دو تاژه‌ای به‌خاطر داشتن زواید شلاق مانند خود معروفند. علاوه بر این گروهی از پلانکتون‌های دریایی به‌خاطر تنوع فراوان‌شان شناخته شده‌اند. برخی از آن‌ها با فتوسنتز زنده‌اند، برخی دیگر، انواع پلانکتونی دیگر را می‌خورند و برخی قادرند نور تولید نمایند. برخی از این پلانکتون‌ها پارازیت ماهیان هستند و برخی دیگر قادرند ماده سمی از خود ترشح نمایند. این مواد سمی می‌تواند بسیاری از جانوران آبزی را مسموم کرده و از طریق خوردن یا خورده شدن در طول زنجیره غذایی به حرکت درآیند. عوامل مختلفی بر این اکوسیستم موثرند که یکی از مهم‌ترین آن‌ها فصل می‌باشد که ورود شانه‌دار دریای خزر، یوتریفیکاسیون و ورود مواد مغذی بیش از حد به دریا (Wetzel، ۲۰۰۱) را می‌توان نام برد. مطالعات آزمایشگاهی متعددی ثابت کرده که فاکتورهای محیطی مانند درجه حرارت، شوری و نور می‌توانند به‌طور معنی‌داری روی میزان رشد گونه‌های مضر فیتوپلانکتونی تاثیر گذاشته و هم‌چنین نقش حیاتی را در تشکیل یا از بین رفتن شکوفایی پلانکتونی ایفا نمایند (Hallegraeff و Fraga، ۱۹۹۸؛ Huang و Wang، ۱۹۹۳). مطالعه فیتوپلانکتون‌های کل حوضه جنوبی دریای خزر طی سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۷۰ توسط پژوهشکده اکولوژی دریای خزر طی پروژه‌های مختلف انجام گرفت. در این مطالعه شاخه جلبک‌های دو تاژه‌ای یکی از شاخه‌های مهم از نظر فراوانی، زی‌توده و تنوع بوده و نیز در فصول مختلف دارای مقادیر متفاوت بوده است. برخی از جلبک‌های دو تاژه‌ای در هنگام افزایش، ممکن است مواد سمی از خود ترشح نمایند. این پدیده آشنا موسوم به کشند قرمز است که در برخی از مواقع باعث کشته شدن میلیون‌ها ماهی می‌شود. براساس مطالعات Tahami (۲۰۱۲)، تنوع زیستی این شاخه نسبت به سال‌های قبل از ورود شانه‌دار دریای خزر (*Mnemiopsis leidyi*) افزایش یافت و نیز میزان متفاوت دریافت انرژی خورشید و در نتیجه درجه حرارت و جریان‌های آبی می‌تواند باعث بروز تفاوت‌های فصلی در تراکم جلبک‌های دو تاژه‌ای گردد و تغییرات ناشی از تغذیه توسط زئوپلانکتون‌ها و نیز هجوم شانه‌دار در جمعیت فیتوپلانکتون‌ها، به‌شدت تحت تاثیر امواج دریایی و تغییرات فصلی می‌باشد. این تغییرات تنها در تراکم و زی‌توده نبوده است بلکه برخی از گونه‌ها در سال‌های قبل از ورود شانه‌دار مشاهده نشدند و یا موردی مشاهده شدند درحالی‌که در سال‌های پس از ورود شانه‌دار افزایش یافتند. Roohi (۲۰۰۹) بیان نمود که بالا بودن تولیدات اولیه احتمالاً در نتیجه ورود مواد مغذی از طریق رودخانه‌های سفید رود، بابلسر و تغییرات با دخالت انسانی و تالاب انزلی عامل مهم در کاهش شفافیت و افزایش تراکم فیتوپلانکتونی در مناطق کم عمق ساحلی می‌باشد و در نتیجه به‌علت حضور رودخانه‌های بزرگی مانند انزلی موجب افزایش فیتوپلانکتون‌ها در منطقه غرب دریای خزر می‌گردد. هم‌چنین Shiganova (۱۹۹۸) بیان نمود که افزایش بار مواد مغذی دریای سیاه توسط رودخانه دانوب سبب ایجاد شکوفائی پلانکتونی یا یوتریفیکاسیون گردید. در این مطالعه سعی شد تا جمعیت جلبک‌های دو تاژه‌ای از نظر شناسایی گونه‌ای، تراکم و برآورد زی‌توده مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در حوضه جنوبی دریای خزر انجام گرفت. نمونه‌برداری به‌مدت یک‌سال و در فصول بهار، تابستان، پاییز و زمستان سال ۱۳۹۰ توسط بطری نمونه‌بردار روتنر (حداکثر حجم ۲ لیتر) صورت گرفت. مناطق نمونه‌برداری به‌صورت ۸ نیم‌خط بین آستارا تا مرز

حسنقلی انتخاب شد. نیم‌خط‌ها در آستارا، بندرانزلی، دهانه سفیدرود، تنکابن، نوشهر، بابلسر، امیرآباد و بندرترکمن در سواحل جنوبی دریای خزر بوده است. در این روش ۵۰۰ سی‌سی آب در ظروف نمونه‌برداری جمع‌آوری و با فرمالین (۴ درصد) تثبیت شدند و سپس نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل گردیدند. بررسی‌های کمی و کیفی نمونه‌ها مطابق روش (APHA، ۲۰۰۵؛ Vollenweider، ۱۹۷۴) صورت گرفت. در این روش نمونه‌ها به‌مدت ۱۰ روز در تاریکی نگه‌داری می‌شوند تا کاملاً رسوب دهند. سپس با سیفون مخصوصی آب رویی آن را تخلیه و مابقی نمونه در چند مرحله به‌مدت ۵ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ می‌شوند تا حجم نمونه‌ها به ۲۰ - ۲۵ میلی‌لیتر تقلیل یابد.

سپس در آزمایشگاه نمونه‌ها در دو مرحله کیفی و یک مرحله کمی توسط لام‌های خط‌کشی شده و لامل ۲۴×۲۴ میلی‌متر و میکروسکوپ اینورت مدل Photo Nikon با بزرگ‌نمایی عدسی شیئی ۱۰، ۲۰ و ۴۰ مورد شمارش و بررسی قرار گرفتند و سپس توسط کلیدهای شناسایی موجود در پژوهشکده اکولوژی دریای خزر شناسایی شدند (Clesceri و همکاران، ۱۹۸۹؛ Newell و Newell، ۱۹۷۴).



شکل۱: ایستگاه‌های نمونه‌برداری فیتوپلانکتون درناحیه جنوبی دریای خزر

مقایسه میانگین آماری داده‌ها از طریق آنالیز واریانس (ANOVA)، Multiple و آزمون مقایسه میانگین به‌روش شاخص تنوع گونه‌ای طبق فرمول Shannon-Weaver (Shannon و Weaver، ۱۹۶۳) و از طریق فرمول زیر محاسبه گردید:

$$H' = -\sum P_i \, In P_i$$

H′= شاخص شانون-ویور (nits per individual)، Pi= فراوانی نسبی گونه

نتایج

در این مطالعه مجموعاً ۲۴ گونه جلبک‌های دوتاژه‌ای مشاهده شد که بیش‌ترین گونه‌های جلبکی در فصل زمستان (۱۷گونه) بود. در فصول تابستان و پاییز ۱۴ گونه و کم‌ترین آن در فصل بهار (۱۳ گونه) بوده است (جدول ۱).

در این مطالعه گونه‌های *Exuviaella cordata*، *Goniaulax polyedra*، *Peridinium achromaticum*، *Peridinium latum*، *Prorocentrum praximum* و*Prorocentrum scutllum* در تمام فصول مشاهده شدند و گونه‌های *Glenodinium caspicum*، *Glenudinium danicum*، *Goniaulax monacantha*، *Goniaulax* sp، *Goniaulax spinifera*، *Peridinium cinctum*، *Peridinium subsalsum*، *Peridinium thricoidum* و *Prorocentrum micans* فقط در یک فصل مشاهده گردیدند (جدول ۱). بیش‌ترین گونه جلبک‌های دوتاژه‌ای در فصل زمستان مشاهده شد و با افزایش نور خورشید بیش‌ترین جلبک‌های دوتاژه‌ای در عمق ۲۰ متر و سپس در پاییز عمق ۱۰ متر و زمستان در سطح، بیش‌ترین گونه جلبک‌های دوتاژه‌ای مشاهده شد. در غالب ایستگاه‌ها در اعماق سطح و ۱۰ متر بیش‌ترین تعداد گونه مشاهده شد و به‌تدریج با افزایش عمق، تعداد گونه جلبک‌های دوتاژه‌ای کاهش یافت به‌طوری‌که درتمام فصول در عمق ۱۰۰ متر کم‌ترین تعداد گونه‌های جلبکی مشاهده گردید (جدول ۲).

در فصل بهار از نظر تعداد گونه جلبک‌های دوتاژه‌ای نیم‌خط‌های مختلف به‌ترتیب عبارتند از بابلسر، امیرآباد، نوشهر، تنکابن، ترکمن، آستارا، انزلی و سفید رود (جدول ۲). در فصل تابستان تعداد گونه شاخه جلبک‌های دوتاژه‌ای نیم‌خط‌های مختلف به‌ترتیب عبارتند از انزلی، تنکابن و نوشهر، بابلسر، سفید رود، آستارا، ترکمن و امیرآباد (جدول ۲). در فصل پاییز نیم‌خط انزلی بیش‌ترین گونه جلبک‌های دوتاژه‌ای را داشت و سپس به‌ترتیب نیم‌خط‌های سفیدرود، آستارا، تنکابن، نوشهر، بابلسر و امیرآباد قرار داشتند (جدول ۲). در فصل تابستان در نیم‌خط ترکمن، تعداد گونه شاخه جلبک‌های دوتاژه‌ای کم‌تر از نیم‌خط‌های دیگر و در منطقه انزلی حداکثر ۸ گونه از شاخه جلبک‌های دوتاژه‌ای در عمق ۲۰متر مشاهده شد و در نیم‌خط سفید رود، در عمق ۲۰ متر، جلبک‌های دوتاژه‌ای به ۶ گونه رسید و با افزایش عمق، تعداد گونه کاهش یافت (جدول ۲). در فصل پائیز از نظر تعداد گونه جلبک‌های دوتاژه‌ای نیم‌خط‌های مختلف به‌ترتیب عبارتند از بابلسر، سفیدرود، تنکابن، ترکمن،انزلی، امیرآباد، نوشهر و آستارا. در این فصل بیش‌ترین گونه در عمق ۱۰ متر نیم‌خط سفیدرود و سطح نیم‌خط بابلسر به تعداد ۱۲ گونه مشاهده شد. روند تغییرات گونه‌های شاخه جلبک‌های دوتاژه‌ای در نیم‌خط‌های مختلف فصل زمستان عبارتند از تنکابن، بابلسر، نوشهر، سفیدرود، امیرآباد، انزلی و آستارا (جدول ۲).

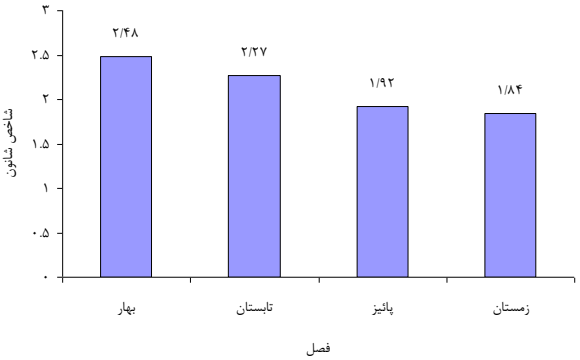
جدول ۱: گونه‌های مشاهده شده از شاخه جلبک‌های دوتاژه‌ای در فصل‌های مختلف در آب‌های حوضه جنوبی دریای خزر

گونه‌های جلبکی	بهار	تابستان	پاییز	زمستان	گونه‌های جلبکی	بهار	تابستان	پاییز	زمستان
Exuviaella cordata	+	+	+	+	*Gymnodinium variabile*	+	+	-	+
Exuviaella marina	+	+	-	+	*Peridinium achromaticum*	+	+	+	+
Glenodinium behningii	+	-	+	+	*Peridinium latum*	+	+	+	+
Glenodinium caspicum	-	-	-	+	*Peridinium cinctum*	-	-	+	-
Glenudinium danicum	-	+	-	-	*Peridinium subsalsum*	-	-	-	+
Glenodinium lenticula	+	-	+	+	*Peridinium sp*	-	-	+	+
Glenodinium penardii	+	+	+	-	*Peridinium thricoidum*	-	+	+	-
Goniaulax monacantha	-	+	-	-	*Prorocentrum micans*	+	-	-	-
Goniaulax sp	-	-	-	+	*Prorocentrum obtusum*	-	-	+	+
Goniaulax digitale	+	+	-	+	*Prorocentrum praximum*	+	+	+	+
Goniaulax polyedra	+	+	+	+	*Prorocentrum scutllum*	+	+	+	+
Goniaulax spinifera	+	-	-	-	TOTAL DINOFLAGELLA	۱۳	۱۴	۱۴	۱۷
Gymnodinium SP	-	+	+	+					

جدول ۲: تعداد گونه‌های جلبک‌های دوتاژه‌ای مشاهده شده در اعماق مختلف ایستگاه‌های مختلف طی فصول مختلف

ایستگاه	فصول	سطح	۱۰متر	۲۰متر	۵۰ متر	۱۰۰ متر
آستارا	بهار	۸	۵	۷	۳	۳
	تابستان	۲	۶	۴	۱	۱
	پاییز	۷	۶	۳	۱	۱
	زمستان		۵	۳	۲	۱
انزلی	بهار	۸	۸	۵	۵	۳
	تابستان	۶	۶	۸	۱	۱
	پاییز	۱۰	۱۰	۲	۳	۰
	زمستان	۶	۶	۲	۳	۳
سفیدرود	بهار	۱۱	۹	۸	۳	۲
	تابستان	۴	۴	۶	۱	۰
	پاییز	۹	۱۲	۵	۲	۲
	زمستان	۹	۶	۵	۱	۲
تنکابن	بهار	۸	۱۱	۷	۳	۳
	تابستان	۶	۶	۵	۲	۱
	پاییز	۸	۹	۸	۳	۲
	زمستان	۱۴	۷	۴	۴	۰
نوشهر	بهار	۹	۹	۷	۶	۴
	تابستان	۷	۸	۳	۲	۰
	پاییز	۶	۸	۴	۳	۱
	زمستان	۱۰	۷	۵	۰	۲
بابلسر	بهار	۱۰	۱۲	۰	۷	۳
	تابستان	۵	۰	۹	۱	۲
	پاییز	۱۲	۹	۷	۷	۰
	زمستان	۹	۱۰	۸	۰	۰
امیرآباد	بهار	۱۲	۱۲	۸	۳	۳
	تابستان	۲	۳	۳	۱	۱
	پاییز	۴	۹	۹		۳
	زمستان	۵	۸	۷	۲	۰
ترکمن	بهار	۸	۹	۱۱	۳	۲
	تابستان	۲	۳	۳	۲	۲
	پاییز	۵	۱۰	۱۰	۴	۱
	زمستان					
کل	بهار	۷۴	۷۵	۵۳	۳۳	۲۳
	تابستان	۳۴	۳۶	۴۱	۱۱	۸
	پاییز	۶۱	۷۳	۴۸	۲۳	۱۰
	زمستان	۵۳	۴۹	۳۴	۱۲	۸

شاخص شانون: همان‌گونه که جداول ۱، ۲ و شکل ۱ نشان می‌دهد، بیش‌ترین شاخص شانون (H) در فصل بهار بوده و به‌تدریج در فصول تابستان، پاییز و زمستان کاهش یافت، به‌طوری‌که بیش‌ترین شاخص شانون در منطقه غرب فصل بهار (۰/۹۶) و کم‌ترین میزان شاخص شانون در منطقه شرق فصل پاییز (۰/۴۷) مشاهده شد. در مطالعه سالانه، میانگین کل تراکم فیتوپلانکتون ۲۴۱/۸۱±۳۹۸/۳۴ (تعداد در مترمکعب×10^6) بود که شاخه جلبک‌های دوتاژه‌ای با میانگین تراکم ۲۸/۱۷±۲۷/۱ (تعداد در متر مکعب×10^6)حدود۹٪ کل تراکم پلانکتون راتشکیل می‌داد و نیز در این مطالعه میانگین کل زی‌توده فیتوپلانکتون ۶۸۶±۶۵۶۴(میلی‌گرم در مترمکعب)بود که شاخه جلبک‌های دوتاژه‌ای با میانگین زی‌توده سالانه ۳۳۶±۳۴۹ (میلی‌گرم در مترمکعب) حدود ۴٪ کل زی‌توده پلانکتون را تشکیل می‌داد (جدول۳). در بررسی فصلی شاخه جلبک‌های دوتاژه‌ای بیش‌ترین تراکم به‌میزان ۳۶/۴±۸۸/۲در مترمکعب×10^6 و بیش‌ترین زی‌توده به‌میزان ۴۷۳±۱۰۷۵ میلی‌گرم در مترمکعب در فصل بهار مشاهده شد، درحالی که بیش‌ترین تراکم و زی‌توده فیتوپلانکتون در زمستان به‌میزان ۸۳۵۲۹/۸±۹۱۵/۵ در مترمکعب×10^6 و ۱۳۱۷/۴±۳۴۱۷/۳ میلی‌گرم در مترمکعب شد. این درحالی است که کم‌ترین تراکم این شاخه در تابستان ۲/۵±۴/۷ در مترمکعب×10^6 و کم‌ترین زی‌توده نیز در زمستان ۵۰±۱۲۹/۷ میلی‌گرم در مترمکعب مشاهده شد (جدول ۴).



شکل ۲: نمودار شاخص شانون (H) فیتوپلانکتون در فصول مختلف

جدول : بیش‌ترین تراکم (تعداد در مترمکعب×10^6) و زی‌توده (میلی‌گرم در مترمکعب) شاخه جلبک‌های دوتاژه‌ای

نام شاخه	تراکم تعداد/مترمکعب	زی‌توده میلی‌گرم/مترمکعب
جلبک‌های دوتاژه‌ای	۲۸/۱۷±۲۷/۱۴	۳۴۹±۳۳۶
فیتوپلانکتون کل	۲۴۱/۸۱±۳۹۸/۳۴	۶۵۶۴±۶۸۶

جدول۴: تراکم (تعداد در مترمکعب ×10^6) و زی‌توده (میلی‌گرم در مترمکعب) شاخه جلبک‌های دوتاژه‌ای در فصول مختلف

فاکتور / فصل	بهار		تابستان		پائیز		زمستان	
	زی‌توده میلی‌گرم/مترمکعب	تراکم تعداد/مترمکعب	زی‌توده میلی‌گرم/مترمکعب	تراکم تعداد/مترمکعب	زی‌توده میلی‌گرم/مترمکعب	تراکم تعداد/مترمکعب	زی‌توده میلی‌گرم/مترمکعب	تراکم تعداد/مترمکعب
جلبک‌های دو تاژه‌ای	۴/۳۶±۲/۸۸	۴۷۳±۱۰۷۵	۵/۲±۷/۴	۱۳±۳۵۱	۶/۱±۴/۵	۵۰±۱۳۰	۹/۱۳±۵/۱۲	۵۰±۷/۱۲۹
فیتوپلانکتون کل	۹/۶۹±۸/۱۳۵	۴/۵۷۷۱۰±۹/۲۱۷۲۷	۲/۱۹۶±۹/۲۴۴	۱۳۱±۳/۸۹۲	۴/۱۸۷±۳۱/۳۵۲	۳۵۷±۴۳/۴۵۱	۸/۸۳۵۲۹±۵/۹۱۵	۴/۱۳۱۷±۳/۳۴۱۷

بحث

در اواخر دهه هشتم قرن بیستم دانشمندان در دو سوی اقیانوس آرام مجموعه مطالعاتی را آغاز کردند که به بررسی در مقیاس کلان بسیاری از دیاتومه‌ها، داینوفلاژله‌ها و کوکولیت‌ها ختم شد. در این مطالعات دانشمندان دریافتند که تاثیر گرمایش جهانی می‌تواند بر جمعیت پلانکتون‌ها بسیار با اهمیت باشد. هرگونه افزایش یک‌باره و چشمگیر در جمعیت پلانکتون‌ها می‌تواند بر الگوی مهاجرت ماهی‌ها، آهنگ رشد آن‌ها، میزان مرگ و میر و البته بر تراکم گازهای حیاتی در اتمسفر تاثیر داشته باشد. بدیهی است که این مجموعه از تغییرات می‌تواند بر سرنوشت نوع انسان نیز تاثیر قابل توجهی داشته باشد در این مطالعه بیش‌ترین تراکم و زی‌توده شاخه جلبک‌های دوتاژه‌ای در فصل بهار مشاهده گردید که می‌تواند به‌دلیل ورود مواد مغذی همراه با جریان‌های رودخانه‌ای در فصل بهار (مکارمی و همکاران، ۱۳۸۵) و نیز مواد غذایی ناشی از تجزیه شانه‌دار دریای خزر ناشی از اجساد آن‌ها در فصل زمستان دانست (گل‌آقایی و همکاران، ۱۳۹۱) در این مطالعه، ۲۴ گونه از شاخه جلبک‌های دوتاژه‌ای شناسایی گردید. اگرچه شاخه جلبک‌های دوتاژه‌ای گرما دوست هستند ولی بیش‌ترین تعداد گونه در فصل زمستان بوده است و در تابستان با افزایش دما، تعداد گونه این شاخه نیز افزایش یافت به‌طوری‌که در زمستان بیش‌ترین گونه مشاهده شد که می‌توان به‌دلیل امکان رشد برخی گونه‌ها در فصل تابستان و نیز پایین بودن میزان شاخص شانون در فصل زمستان به‌دلیل سیلابی شدن آب در اثر بارندگی دانست (مکارمی و همکاران، ۱۳۸۵). به‌دلیل شرایط متغیر زیست‌محیطی اکوسیستم دریای خزر و داشتن شرایط متنوع زیستی جهت رشد جلبک‌های دوتاژه‌ای، ویژگی‌های تولید در مناطق مختلف دریای خزر کاملاً متفاوت هستند. تغییرات فصلی به‌صورت‌های مختلف ازجمله تاثیر بر دمای آب، ورودی رودخانه‌ها و در نتیجه افزایش مواد مغذی، ایجاد جریان‌های آبی و تغییرات شوری

در ورودی رودخانه‌ها می‌تواند تاثیرات مهمی را در تغییر جمعیت جلبک‌های دوتاژه‌ای داشته باشد. هم‌چنین در کرانه جنوبی دریای خزر پراکنش جلبک‌های دوتاژه‌ای در ستون آبی (از سطح تا عمق ۱۰۰ متر) متفاوت بوده‌است و با افزایش عمق، کاهش معنی‌داری ($p<0/05$) داشته‌است(Kosarev و همکاران، ۲۰۰۲؛ Tahami و همکاران، ۲۰۰۹). شاخص شانون-ویور در اکوسیستم‌های باز براساس فراوانی برای فیتوپلانکتون بین ۱/۰ الی ۳/۵ متغییر است (Mason، ۱۹۹۸) و در این منطقه نیز بین ۱/۸۴ تا ۲/۴۸ متغیر بود. شاخص شانون در فصول و مناطق مختلف حوضه جنوبی دریای خزر متفاوت بود. اگرچه در این مطالعه بیش‌ترین شاخص شانون(H) در بهار بوده ولی کم‌ترین تعداد گونه جلبک‌های دوتاژه‌ای در این فصل مشاهده شد که به‌دلیل افزایش سلول‌های فیتوپلانکتون سایر شاخه‌ها ازجمله شاخه جلبک‌های دیاتومه‌ای می‌باشد. تغییرات جمعیت جلبک‌های دو تاژه‌ای در بخش‌های عمیق دریای خزر، مستقل از شرایط آب و هوایی منطقه صورت می‌گیرد و حضور آب‌های سرد در لایه‌های عمیق‌تر دریای خزر، اجازه تغییر جمعیت جلبک‌های دوتاژه‌ای درلایه‌های عمیق‌تر را می‌دهد که در این بررسی‌نیز نشان داد که بین فراوانی جلبک‌های دوتاژه‌ای در لایه‌های عمقی نمونه‌برداری تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($p<0/05$) درحالی‌که به‌دلیل چرخش آنتی‌سیکلون در ناحیه ساحلی حوضه جنوبی دریای خزر تفاوت معنی‌داری در گونه‌های جلبک‌های دوتاژه‌ای نیم‌خط‌های‌مورد مطالعه مشاهده نشد ($p>0/05$) (گل‌آقایی و همکاران، ۱۳۹۱؛ تهامی و همکاران، ۱۳۹۲؛ حسینی و همکاران، ۱۳۸۹). به‌طور کلی در این مطاله تنوع گونه‌های جلبک‌های دوتاژه‌ای به‌طور قابل توجهی با تغییرات فصول تغییر کرده است و در نتیجه فصل یک عامل مهم در توسعه جلبک‌های دوتاژه‌ای در حوضه جنوبی دریای خزراست و هم‌چنین طی سال‌های اخیر تنوع و درصد تراکم جلبک‌های دوتاژه‌ای این منطقه تغییرات معنی‌داری داشته است که این تغییرات می‌تواند به سلامت کلی دریای‌خزر آسیب برساند (Finenko و همکاران، ۲۰۰۶).

تشکر و قدردانی

این تحقیق با حمایت مالی موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور انجام شده است. ضمناً از کلیه همکاران پژوهشکده اکولوژی دریای خزر سپاسگزاری می‌گردد.

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.، ۱۳۹۲.** گزارش پروژه بررسی تنوع، بیوماس و فراوانی فیتوپلانکتون در منطقه جنوبی دریای خزر. پژوهشکده اکولوژی دریای خزر. ۱۱۱ صفحه.

۲. **حسینی، س.ع.؛ روشن‌طبری، م.؛ سلیمانی‌رودی، ع.؛ مخلوق، ا.؛ تکمیلیان، ک.؛ روحی، ا.؛ رستمیان، م.ت.؛ گنجیان، ع.؛ واردی، ا.؛ کیهان‌ثانی، ع.؛ واحدی، ف.؛ نجف‌پور، ش.؛ نصراله‌زاده، ح.؛ هاشمیان، ع.؛ تهامی، ف.س.؛ لالویی، ف.؛ غلامی‌پور، س.؛ علومی، ی. و سالاروند، غ.، ۱۳۹۰.** هیدرولوژی و هیدروبیولوژی حوضه جنوبی دریای خزر. موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۵۱۰ صفحه.

۳. **گل‌آقایی، م.؛ تهامی، ف.س.؛ مخلوق، ا.؛ گنجیان، ع.؛ کیهان‌ثانی، ع.؛ دوستدار، م.؛ اسلامی، ف.؛ نصراله‌تبار، ع.؛ خداپرست، ن.؛ مکرمی، ع. و پورمند، ت.م.، ۱۳۹۱.** بررسی پراکنش فیتوپلانکتون در حوزه جنوبی دریای خزر در سال ۱۳۸۷. پژوهشکده اکولوژی دریای خزر. ۱۳۰ صفحه.

۴. **مکارمی، م.؛ سبک‌آرا، ج. و کفاش‌محمدجانی، ط.، ۱۳۸۵.** شناسایی و پراکنش فیتوپلانکتونی در مناطق مختلف تالاب انزلی و نواحی ساحلی دریای خزر. مجله علمی شیلات ایران. سال ۱۵، شماره ۱، صفحات ۱۲۹ تا ۱۴۹.

۵. **APHA, S., 2005.** Standard Methods. American Public Health association. Washington, DC 2005, USA. 346 p.

۶. **CEP. 2001.** Caspian Environmental Program, Mnemiopsis workshop (Baku, 24-26 April 2001) final report; CEP Wb site: http://www.http://www Caspian environment. org/biodiversity/ meeting. 307 p.

۷. **Clesceri, L.S.; Greenberg, A.E. and Trussell, R.R., 1989.** Standard Method. American Public Health Association, Washington, U.S.A. 1444 p.

۸. **Du, Q.; Huang, Y. and Wang, X., 1993.** Toxic dinoflagellate red tide by a *Cochlodinium* sp. along the coast of Fujian. China. *In*: (T.J. Smayda & Y. Shimizu eds), Toxic phytoplankton blooms in the sea. Elsevier, New York, USA. pp: 235-238.

۹. **Finenko, G.; Kideys, A.; Anensky, B.; Shiganova, T.A.; Roohi, A.; Roushantabari, M.; Rostami, H.A. and Bagheri, S., 2006.** Invasive Ctenophore *Mnemmiopsis leidyi* in the Caspian Sea: feeding, respiration. reproduction and predatory impact on the zooplankton community. Marine Ecology Progress. pp: 171-185.

۱۰. **Hallegraeff, G.M. and Fraga, S., 1998.** Bloom dynamics of the toxic dinoflagellate *Gymnodinium catenatum*, with emphasis on Tasmanian & Spanish coastal waters. In: (D.M. Anderson, A.D. Cembella & G.M. Hallegraeff ed.), Physiological ecology of harmful algal blooms. Vol. 41, pp: 59-80.

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

۱۲. **Mason, C.F., 1998.** Biology of freshwater pollution. Longman Scientific and Technical Biology. 400 p.

۱۳. **Newell, G.E. and Newell, K.C., 1977.** Marin plankton. Hutchinson and Co., London, U.K. 242 p.

۱۴. **Shannon, C.E. and Weaver, W., 1963.** The Mathematical Theory of Communication. University of Illinois Press, Urbana. 117 p.

۱۵. **Shiganova, T.A.; Niermann, U.; Gugu, A.; Kideys, A. and Khoroshilov, V., 1998.** Changes of species diversity and their abundance in the main components of pelagic community after *Mnemiopsis leidyi* invasion. NATO Scientific Affairs Division in: Ecosystem Modeling as a Management Tool for the Black Sea. Kluwer Academic Publishers. pp: 171-188.

۱۶. **Tahami, F.S.; Mazlan Bin, A.G.; Negarestan, H. and Lotfi Bin, W.M., 2009.** Identify of phytoplanktons in Caspian Sea waters. Conference Aquaculture 2009. Kuala Lumpur, Malaysia. 218 p.

۱۷. **Vollenweider, A.R., 1974.** A manual on methods for measuring primary production in aquatic enviromantal. Blackwell scientific Publication. Oxford, london. 423 P.

۱۸. **Wetzel, R.G., 2001.** Limnology. 3 eds. Academic Press, California. pp: 109-117.

۱۹. **Plotnikov, I.; Aladin, N.; Cretaux, J.F.; Micklin, Ph.; Chuikov, Yu. and Smurov, A., 2006.** Biodiversity and recent exotic invasions of the Caspian Sea. Limnology. pp: 2259-2262.