



مقاله علمی - پژوهشی:

## اولین گزارش از فیتوپلانکتون غیر بومی *Dinophysis acuminata* سواحل

### بندر انزلی، دریای خزر

سیامک باقری\*، جلیل سبک آرا<sup>۱</sup>

\*siamakbp@gmail.com

۱- پژوهشکده آبی پروری آبهای داخلی، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندر انزلی، ایران

تاریخ دریافت: خرداد ۱۴۰۲

تاریخ پذیرش: تیر ۱۴۰۲

### چکیده

این مطالعه با هدف تغییرات جامعه فیتوپلانکتونی جنوب دریای خزر و تأکید بر تأثیر تغییر اقلیم صورت گرفت. مطالعه حاضر در اردیبهشت ۱۴۰۲ در سواحل بندر انزلی در عمق کمتر از ۱۰ متری انجام شد. در مجموع، ۳۳ جنس و گونه از شاخه‌های اکروفیتا، کلروفیتا، سیانوباکتیریا و میوزوزوآ شناسایی شدند. فراوانی کل فیتوپلانکتون  $53000 \pm 135000$  سلول در لیتر بود. در میان گونه‌های فیتوپلانکتون، آکروفیتا دارای بیشترین فراوانی حدود  $63000 \pm 99900$  سلول در لیتر بود. یافته‌ها افزایش فراوانی جوامع فیتوپلانکتون را در سال ۱۴۰۲ به میزان ۷ برابر بیشتر از سال ۱۳۸۷ نشان دادند. گونه غیر بومی *Dinophysis acuminata* از شاخه Myzozoa، برای اولین بار در مطالعه حاضر در دریای خزر شناسایی شد و فراوانی آن  $730 \pm 1620$  سلول در لیتر و اندازه آن ۳۰ میکرون بود. احتمالاً افزایش شوری (۱۳ psu) و افزایش دمای سطح آب (تغییر اقلیم) دریای خزر باعث پیدایش گونه *D. acuminata* شده است.

**کلمات کلیدی:** تغییر اقلیم، فیتوپلانکتون، غیربومی، دریای خزر

\*نویسنده مسئول

## مقدمه

پلانکتون‌ها اهمیت زیادی در منابع آبی دارند. از جمله این اهمیت‌ها می‌توان تولیدات اولیه و ثانویه، شاخص زیستی و آلودگی، انتقال انرژی، ارزش غذایی برای بچه ماهیان و ... را نام برد. دریای خزر از دهه ۱۹۹۰ به شدت تحت تاثیر فعالیت‌های انسانی و آلودگی‌های شدید محیطی قرار گرفته است. به دلیل افزایش استفاده از کودها و سموم کشاورزی، جنگل‌زدایی، غلظت مواد مغذی در رودخانه‌ها افزایش یافته و میزان آن در سال‌های اخیر بیش از دو برابر گردیده است (Dumont, 1998; Bagheri et al., 2023). داده‌های ثبت شده از ماهواره افزایش دمای آب دریای خزر را در همه فصول به خصوص در تابستان طی سال‌های ۹۱-۱۳۶۰ نشان داده است (Nasrollahzadeh et al., 2019). افزایش درجه حرارت آب دریا در ۲۰ سال اخیر اثر تغییر اقلیم در دریای خزر بوده که شروع آن از دهه ۸۰ است (Bagheri et al., 2021). براساس مطالعات Prange و همکاران (۲۰۲۰) تا سال ۲۰۸۰، دمای دریای خزر ۳-۴ درجه سانتی‌گراد افزایش یافته، سطح دریا ۳۴ درصد و حداکثر تا ۱۸ متر ارتفاع آب دریا به دلیل افزایش شدت تبخیر ناشی از گرمایش زمین، کاهش خواهد یافت. به‌علاوه، افزایش فعالیت‌های پرورش ماهی و کشاورزی، میزان سطوح مواد مغذی را در محیط آبی، افزایش می‌دهد و باعث پرغذایی، کاهش تنوع زیستی و شکوفایی فیتوپلانکتون غیر بومی در اکوسیستم دریائی می‌شود (Guo and Li, 2003). اخیراً دو شکوفایی فیتوپلانکتون *Nudolaria spumigena* در سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۴۰۰ و یک شکوفایی فیتوپلانکتون *Heterocapsa sp.* سال ۱۳۸۶ در سواحل گیلان رخ داده است (Nasrollahzadeh et al., 2019; Bagheri et al., 2022). به طور کلی، افزایش دمای سطحی آب، شوری و مواد مغذی باعث تغییر در ساختار هرم اکولوژی شده و پیامدها و اثرات منفی بر ذخایر و تنوع ماهیان دریای خزر داشته است. در سال‌های اخیر، مطالعات بر نوسانات سالانه و فصلی فیتوپلانکتون و غلظت مواد مغذی در جنوب دریای خزر انجام شد که آخرین آن در سال ۱۴۰۰-۱۳۹۹ بود (Bagheri et al., 2023) که قسمتی از پروژه اثرات زیستی و غیرزیستی بر تغییرات

ذخایر و جمعیت ماهی سفید (*Rutilus frisii*) و ماهی کفال (*Chelon auratus*) دریای خزر در آب‌های گیلان بود. در مطالعه حاضر، برای اولین بار معرفی گونه غیر بومی از فیتوپلانکتون متعلق به آب‌های شور و گرمسیری در دریای خزر گزارش شده است.

## مواد و روش کار

## منطقه مورد مطالعه

در این مطالعه بررسی فیتوپلانکتون در ساحل بندرانزلی واقع در مجاور موج شکن در دو ایستگاه با موقعیت‌های جغرافیایی " ۹۳۰ ' ۴۸۷ ° ۳۷، " ۶۶۸ ' ۴۶۹ ° ۴۹ و " ۳۲۶ ' ۴۸۹ ° ۳۷، " ۱۰۶ ' ۴۶۶ ° ۴۹ واقع در عمق کمتر از ۱۰ متر در اردیبهشت ماه ۱۴۰۲ انجام گردید. نمونه‌برداری در یک روزکاری، طی ساعات ۱۰-۱۲ با استفاده از شناور با قدرت ۸۵ اسب بخار انجام گردید (شکل ۱).

## نمونه‌برداری و آنالیز آزمایشگاهی

نمونه‌برداری از آب جهت بررسی فاکتورهای فیزیکی آب از ایستگاه‌ها، با استفاده از دستگاه نمونه بردار آب Nansen (Water sampler; Hydro-Bios) انجام گرفت. دمای آب با دماسنج برگردان، اندازه‌گیری شده و میزان شوری آب با استفاده از شوری‌سنج (Beckman; RS-7B) اندازه‌گیری شد (APHA, 2005). برای برداشت نمونه‌های فیتوپلانکتون، از دستگاه نمونه بردار مشابه فاکتورهای فیزیکی آب در عمق کمتر از ۱۰ متر در سواحل بندرانزلی استفاده شد. بعد از همگن‌سازی، نمونه‌های فیتوپلانکتونی برداشت شده از عمق مورد بررسی، بلافاصله با فرمالین ۴ درصد تثبیت و به آزمایشگاه پلانکتون‌شناسی انتقال داده شدند. پس از ۱۰ روز نمونه‌ها سیفون و سپس به مدت ۵ دقیقه با دور ۳۰۰۰ سانتریفیوژ شده (APHA, 2005; Newell and Newell, 1977). در نهایت شناسایی گونه‌ای و شمارش آنها با استفاده از میکروسکوپ اینورت و کلیدهای شناسایی انجام گردید (Prescott, 1962; Tiffany and Britton, 1971; Round et al., 1990). محاسبه فراوانی فیتوپلانکتون براساس عمق

برداشت نمونه، حجم مورد مطالعه و ضریب ثابت جمعیت در لیتر براساس روش‌های استاندارد انجام گرفت (APHA, 2005).

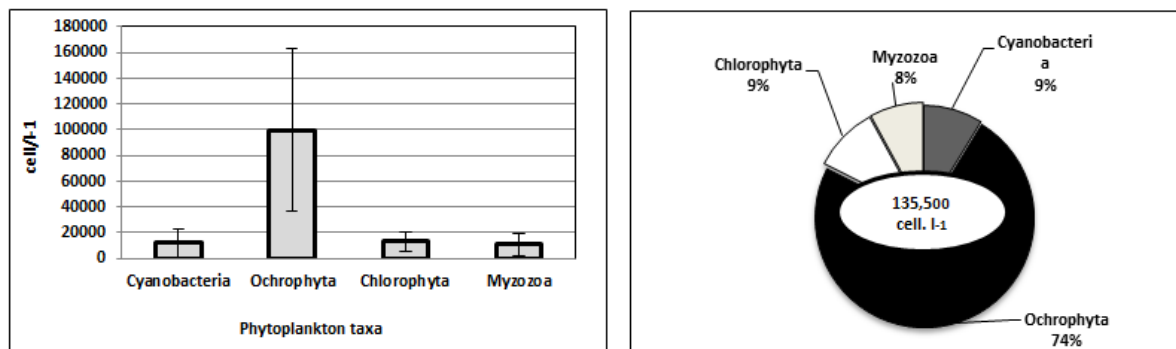


شکل ۱: منطقه و ایستگاه‌های نمونه برداری در دریای خزر- بندرانزلی، اردیبهشت ۱۴۰۲  
Figure 1: Area and sampling stations in the Caspian Sea, Anzali- May 2023

## نتایج

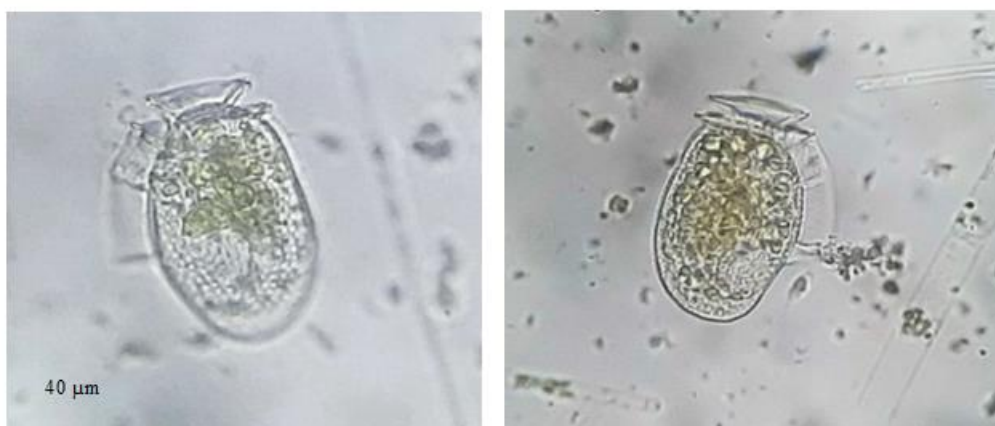
گونه‌های *Dactyliosolen fragilissimus* و *seriata* غالب از شاخه Ochrophyta و در بین Cyanobacteria گونه *Anabaena* sp. دارای بیشترین فراوانی در مدت مطالعه بودند. همچنین گونه غیر بومی *Dinophysis acuminata* (Claparède & Lachmann, 1859) از شاخه Myzozoa که متعلق به آبهای شور و گرمسیری بوده است، با میانگین فراوانی  $730 \pm 1620$  سلول در لیتر برای اولین بار در ساحل بندرانزلی مشاهده و شناسایی شد (شکل ۳). از شاخه مذکور، فراوانی گونه های *Prorocentrum micans* با تعداد  $8400$  سلول در لیتر و *Prorocentrum cordatum* با میزان  $30$  سلول در لیتر در مدت مطالعه مشاهده شدند. همچنین نتایج نشان داد، میزان شوری آب  $13/07$  psu و دمای آب دریا بیش از  $26/5$  درجه سانتی‌گراد در ایستگاه-های مورد مطالعه در ماه اردیبهشت بوده است.

در این بررسی تعداد ۳۳ گونه از ۴ شاخه فیتوپلانکتونی شناسایی شد، بیشترین گونه متعلق به شاخه Ochrophyta با تعداد ۱۸ گونه و کمترین گونه متعلق به شاخه Cyanobacteria با تعداد سه گونه بوده است. از شاخه‌های Chlorophyta و Myzozoa هر کدام ۶ گونه شناسایی گردید. میانگین فیتوپلانکتون به تعداد  $135500 \pm 53500$  سلول در لیتر بوده است (شکل ۲). در بین گروه‌های فیتوپلانکتونی، Ochrophyta دارای بیشترین درصد فراوانی با میزان ۷۴ درصد از کل فراوانی فیتوپلانکتون ( $99900$  سلول در لیتر) بود. بعد از Ochrophyta شاخه‌های Chlorophyta و Cyanobacteria (هر کدام با ۹ درصد) و Myzozoa (با ۸ درصد) به عنوان دومین گروه با میزان فراوانی  $13000-10000$  سلول در لیتر، در منطقه نوسان داشته‌اند (شکل ۲). گونه‌های *Pseudo-nitzschia*



شکل ۲: درصد تغییرات فراوانی شاخه‌های فیتوپلانکتون در دریای خزر- بندرانزلی، اردیبهشت ۱۴۰۲

Figure 2: Percentage changes in the abundance of phytoplankton in the Caspian Sea, Anzali-May 2023



شکل ۳: تصویر گونه غیر بومی *Dinophysis acuminata* در دریای خزر، بندرانزلی، اردیبهشت ۱۴۰۲

Figure 3: Image of non-native species *Dinophysis acuminata* in the Caspian Sea, Anzali, May 2023

تراکم فیتوپلانکتون هفت برابر در مقایسه با ۱۵ سال گذشته در سواحل بندرانزلی افزایش نشان داد. Bagheri و Makaremi (۲۰۱۸) افزایش گونه غیر بومی سمی *Pseudo-nitzschia seriata* را در جنوب دریای خزر در سال ۱۳۹۵ گزارش کرده‌اند. مطالعات اخیر Bagheri و همکاران (۲۰۲۳) نشان داد، گونه‌های *Pseudo-nitzschia* و *Dactyliosolen fragilissimus* دارای بیشترین فراوانی در سواحل آبهای گیلان بوده‌اند. مطالعه حاضر، افزایش گونه‌های مذکور را در سواحل دریای خزر تایید می‌کند. گونه *Dinophysis acuminata* متعلق به آبهای شور و گرمسیری بوده که برای اولین بار در ساحل بندرانزلی مشاهده و شناسایی و شمارش شد (شکل ۳). این گونه بومی اقیانوس‌های آرام و اطلس شمالی

## بحث

افزایش آلودگی‌ها از رودخانه‌ها و فعالیت‌های کشاورزی و آبی‌پروری در حوضه آبریز دریا باعث نابودی تنوع زیستی و در نتیجه کاهش پایداری اکوسیستم می‌شود و بر عملکرد و ساختار اکوسیستم‌های دریایی تأثیر می‌گذارد (Mammadov and Balapour, 2015). طی چند سال اخیر خشک شدن بخش وسیعی از تالاب انزلی، عقب نشینی آب دریای خزر و کاهش دبی رودخانه‌ها از اثرات تغییر اقلیم در منطقه بوده است (Bagheri et al., 2022). مطالعه Bagheri و همکاران سال (۲۰۱۲) میزان فراوانی فیتوپلانکتون را ۱۹۵۰۰ سلول در لیتر در سال ۱۳۸۷ گزارش کرد، اما در بررسی حاضر فراوانی فیتوپلانکتون ۱۳۵۵۰۰ سلول در لیتر برآورد شد (شکل ۲)، که تقریباً

پیشین Bagheri و همکاران (۲۰۱۴) این نسبت عکس بوده است و گونه *P. micans* در فراوانی اندک در بعضی از مناطق سواحل جنوبی دریای خزر مشاهده گردید. به طور کلی، افزایش فراوانی فیتوپلانکتون در مقایسه با سال ۱۳۸۷ به میزان هفت برابر و ظهورگونه های غیر بومی پلانکتون متعلق به آبهای شور و گرمسیری همچون *D. acuminata*، تاییدکننده پدیده اثرات اقلیم و روند افزایش سطح تروفی<sup>۱</sup> در سواحل بندرانزلی است. براساس مطالعه حاضر و با توجه به این که منطقه ساحلی بندرانزلی تحت تاثیر فعالیتهای شدید انسانی قرار داشته و این ناحیه دارای تنوع زیستی بیشتر به دلیل نزدیکی به تالاب انزلی بوده و زیستگاه ماهیان سفید و کفال دریای خزر است، پایش اثرات تغییر اقلیم، روند یوتروفیکاسیون، رقابت گونه های غیر بومی و شکوفایی جلبک های سمی باید در مطالعات آینده در نظر گرفته شود.

### تشکر و قدردانی

از ریاست پژوهشکده آبی پروری آبهای داخلی (آقای دکتر صیاد بورانی) و معاونت محترم پژوهشی آقایان دکتر میرهاشمی و دکتر قاسمی برای همکاری در اجرای پروژه، آقایان مهندس یعقوب علی زحمتکش، حجت الله محسن پور، رضا محمدی دوست به دلیل مساعدت در نمونه برداری ها و سرکار خانم فریبا مددی جهت آماده سازی نمونه های فیتوپلانکتون از بخش اکولوژی و سرکار خانم مهندس آسیه مخلوق جهت تهیه نقشه دریای خزر و آقای مهندس علی عابدینی برای اندازگیری شوری و دمای آب تشکر و قدردانی می گردد.

### منابع

APHA (American Public Health Association), 2005. Standard methods for the examination of water and wastewater,

است (Velasco-Senovilla et al., 2023) که احتمالاً از طریق آب توازن کشتی های تجاری به دریا های سیاه، اژه و مدیترانه راه یافته و از آنجا از طریق کانال ولگا- دون به دریای خزر منتقل گردید. این گونه دارای سلول هایی با اندازه متوسط (۲۰-۱۲۰ میکرومتر) است و عمدتاً به صورت غیرجنسی با شکاف دوتایی تقسیم می شوند، کلروپلاست- های آنها معمولاً میله ای شکل یا دانه ای و به رنگ زرد یا قهوه ای هستند. براساس مطالعات Blanco و Reguera (۲۰۱۹) گونه *D. acuminata* سم Okadaic acid را تولید کرده که صدف ها و نرم تنان آن را جذب و در صورت تغذیه ماهیان از آنها، مسمومیت و مرگ و میر به همراه خواهد داشت (Velasco-Senovilla et al., 2023).

افزایش شوری (psu) ۱۳/۰۷ در عمق کمتر از ۱۰ متر و افزایش دمای آب سطحی بیش از ۲۶/۵ درجه سانتی گراد در نیمه اول اردیبهشت از اثرات تغییر اقلیم در جنوب دریای خزر در منطقه انزلی در مطالعه حاضر بوده که احتمالاً سبب ظهور گونه غیر بومی فیتوپلانکتون *Dinophysis acuminata* شده است. همچنین Diaz و همکاران (۲۰۱۳) شکوفایی گونه مذکور را در خلیج آرکاشون در سواحل جنوب شرقی فرانسه و خلیج بیس کای در سواحل شمال غربی اسپانیا به دلیل افزایش نامتعارف دمای سطحی آب و تغییرات لایه بندی حرارتی در اوایل بهار گزارش کردند.

دستکاری های انسانی و گرمایش زمین از اواخر دهه ۱۳۷۰ شمسی در دریای خزر شروع شد که از جمله می توان به شکوفایی شانه دار *Mnemiopsis leidyi* در سال ۱۳۷۸، شکوفایی شانه دار خوار *Beroe ovata* در سال ۱۳۹۸، شکوفایی فیتوپلانکتون *Nudolaria spumigena* در سال های اخیر اشاره کرد، که مواردی مهمی از نشان های تغییر اقلیم بوده اند (Bagheri et al., 2022). یافته ها نشان داد، فراوانی گونه *Prorocentrum micans* (فراوانی ۸۴۰۰ سلول در لیتر) در مقایسه با فراوانی گونه *Prorocentrum cordatum* (فراوانی ۳۰ سلول در لیتر) افزایش چشمگیری داشته است در حالی که در مطالعات

<sup>1</sup> Trophy

- 21th ed. American public health association publication, Washington. 1193 P.
- Bagheri, S., Mansor, M., Turkoglu, M., Makaremi, M., Omar, W.M.W. and Negarestan, H., 2012.** Phytoplankton species composition and abundance in the Southwestern Caspian Sea. *Ekoloji*, 21(83):32-43.  
DOI:10.5053/ekoloji.2012.834
- Bagheri, S., Turkoglu, M. and Abedini, A., 2014.** Phytoplankton and nutrient variations in the Iranian waters of the Caspian Sea (Guilan region) during 2003-2004. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 14, 231-245. DOI:10.4194/1303-2712-v14\_1\_25
- Bagheri, S. and Makaremi, M., 2018.** Variation of phytoplankton composition and nutrients near the fish cage-culture in the southern Caspian Sea, Guilan offshore. *Journal of Oceanography*, 9(35): 1-10. [In Persian]. DOI:10.29252/JOC.2018.9.1174
- Bagheri, S., Sayad Bourani, M., Babaei, H. and Roohi, A., 2021.** An investigation on the effects of fish farming in marine cages on abundance and structure of *Mnemiopsis leidyi* and *Beroe ovata* (Ctenophora: Lobata) in the southwestern Caspian Sea during 2018-2020. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 20(5):1262-1276.  
DOI:10.22092/ijfs.2021.351053.0
- Bagheri, S., Khatib, S., Sabkara, J. and Zahmatkesh, Y., 2022.** Phytoplankton bloom (Cyanobacteria: *Nodularia spumigena*) in the southwestern Caspian Sea off Anzali, July 2021. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 21(3):49-858.  
DOI:10.22092/ijfs.2022.127359
- Bagheri, S., Khatib, S., Ghandi, D.A. and Madadi F., 2023.** Distribution and abundance of phytoplankton in Iranian shores of the Caspian Sea and its relationship with reduction of *Rutilus frisii* and *Chelon auratus* catch. *Journal of Aquatic Ecology*, 12(3):11-25.  
DOI:20.1001.1.23222751.1401.12.3.2.6. [In Persian]
- Díaz, P.A., Reguera, B., Ruiz-Villarreal, M., Pazos, Y., Velo-Suárez, L., Berger, H. and Sourisseau, M., 2013.** Climate variability and oceanographic settings associated with interannual variability in the initiation of *Dinophysis acuminata* blooms. *Marine Drugs*, 11(8):2964-2981.  
DOI:10.3390/md11082964
- Dumont, H.J., 1998.** The Caspian Lake: History, biota, structure, and function. *Limnology and Oceanography*, 43:44-52.  
DOI:10.4319/lo.1998.43.1.0044
- Guo, L. and Li, Z., 2003.** Effects of nitrogen and phosphorus from fish cage-culture on the communities of a shallow lake in middle Yangtze River basin of China. *Aquaculture*, 226:201-212. DOI:10.1016/S0044-8486(03)00478-2
- Mammadov, T.S. and Balapour, S., 2015.** Climate Change Impacts on Azerbaijan Biodiversity in the Caspian Sea. *Procedia Environmental Sciences*, 29:4.  
DOI:10.1016/j.proenv.2015.07.124
- Nasrollahzadeh Saravi, H., Pourang, N., Foong, S.Y. and Makhloogh, A., 2019.**

- Eutrophication and trophic status using different indices: A study in the Iranian coastal waters of the Caspian Sea. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 18 (3):531-543. DOI:10.22092/ijfs.2018.117717
- Newell, G.E. and Newell, K.C., 1977.** Marine plankton, Hutchinson and Sons Co. London. 244 P.
- Prange, M., Wilke, T. and Wesselingh, F.P., 2020.** The other side of sea level change. *Communications Earth & Environment*, 1:69. DOI:10.1038/s43247-020-00075-6
- Presscot, G.W., 1962.** Algae of the western great lakes area. vol 1, 2, and 3. W.M.C. Brown Company Publishing, Iowa, USA. 933 P.
- Reguera, B. and Blanco, J., 2019.** Dinophysis toxins: Distribution, fate in shellfish and impacts. *Toxins*, 11(7):413. DOI:10.3390/toxins11070413
- Round, F.E., Crawford, R.M. and Mann, D.G., 1990.** The diatoms: Biology and morphology of the Genera
- Tiffany, L.H. and Britton, M.E., 1971.** The Algae of Illinois. Hanfer publishing Company, New York. 407 P.
- Velasco-Senovilla, E., Díaz, P.A., Nogueira, E., Rodríguez, F., Garrido, J.L., Ruiz-Villarreal, M. and Reguera, B., 2023.** The niche of a stress-tolerant specialist, *Dinophysis acuminata*, in a coastal upwelling system. *Harmful Algae*, 125:102427. DOI:10.1016/j.hal.2023.102427

## The first report of non-native phytoplankton, *Dinophysis acuminata* from the Anzali shores, Caspian Sea

Bagheri S.<sup>1\*</sup>; Sabkara J.<sup>1</sup>

\*siamakbp@gmail.com

1-Inland Waters Aquaculture Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Anzali, Iran.

### Abstract

This study focused on the changes in the phytoplankton community of the southern Caspian Sea with an emphasis on the climate change effect. The present study was conducted in the Anzali coast at 10 m depth in May 2023. A total of 33 genera and species were identified from the phyla of Ochrophyta, Chlorophyta, Cyanobacteria, and Myzozoa. The total phytoplankton abundance was measured  $135,000 \pm 53,000$  cells/l. Among the phytoplankton taxa, Ochrophyta had the highest abundance about  $99,900 \pm 63,000$  cells/l. These findings showed an increase in the abundance of phytoplankton in 2023 was 7-fold more than in 2008. The non-native phytoplankton, *Dinophysis acuminata* from Myzozoa phylum was recorded in the Caspian Sea for the first time. The abundance of *D. acuminata* was  $1620 \pm 730$  cells/l and the size of the phytoplankton was 30  $\mu\text{m}$ . Probably increase in salinity (13 psu) and increase in sea surface temperature (Climate change) of the Caspian Sea caused the appearance of *D. acuminata* species.

**Keywords:** Climate change, Phytoplankton, Exotic species, Caspian Sea

---

\*Corresponding author