

بررسی موردی حضور میکرو جلبک *Ceratium hirundinella* به عنوان شاهدهی بر تغییرات زیست محیطی در منطقه مرکزی حوزه ایرانی دریای خزر (ساحل فرح آباد - سال ۱۳۹۷)

آسیه مخلوق^۱، حسن نصراله زاده ساروی^{۱*}، محمد علی افرایی بندپی^۱، ابوالقاسم روحی^۱،
عبداله نصراله تبار^۱، محمد متین فر^۲

*hnsaravi@gmail.com

۱- پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج جهاد کشاورزی، ساری، ایران.

۲- موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج جهاد کشاورزی، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: آبان ۱۳۹۷

تاریخ پذیرش: دی ۱۳۹۷

لغات کلیدی: تغییرات گرمایی، تغییرات زیست محیطی، *Ceratium hirundinella*، دریای خزر، ایران

پتانسیل افزایش تراکم را در آب های دارای مواد مغذی متوسط- بالا داراست (Sigee, 2004). همچنین به نور شدید و افزایش کدورت حساس است، ولی دارای توانایی افزایش تراکم در آب های ساکن و لایه بندی شده (اواسط تابستان- پاییز) است. در ضمن، توانایی حضور با رشد آهسته را حتی در آب با pH بالا (بیش از ۱۰) را دارد (Reynolds, 2006). در دریای خزر دو گونه *Ceratium hirundinella* و *furcoides* گزارش شده است (Caspian Sea Biodiversity Project, 2018).

در مطالعه حاضر، ۵۰۰ سی سی نمونه ای آب از لایه سطحی (۰/۵ متر زیر سطح آب) دریای خزر (ساحل فرح آباد با مختصات جغرافیایی ۱۱° ۵۳' و ۳۶° ۵۹') جمع آوری شد و با ۳ میلی لیتر فرمالین ۳۷ درصد تثبیت و به آزمایشگاه منتقل شد. نمونه آب پس از ۲ هفته رسوب گذاری، سانتریفوژ شد و گونه های فیتوپلانکتون با میکروسکوپ نوری مورد شناسایی قرار گرفتند و سپس

تغییرات زیست محیطی و اقلیمی اهمیت زیادی در چرخه های بیوژئو شیمیایی و شکل دادن شبکه حیات دارد. پیش از وقوع تغییرات زیست محیطی در دریای خزر (قبل از دهه ۱۳۸۰) گزارش های از حضور گونه فیتوپلانکتونی *Ceratium hirundinella* در فصل گرم ثبت نشده است. لذا مشاهده آن در تابستان ۱۳۹۷، از دیدگاه تغییرات محیطی دریای خزر، دارای اهمیت است. هدف مطالعه حاضر بررسی روند تغییرات *Ceratium hirundinella* (بر اساس اطلاعات در دسترس) در حوزه ایرانی دریای خزر می باشد.

Ceratium در زیر رده داینوفلاژلا^۱ یا دو تاژکداران است و دارای توزیع جهانی در آب های شیرین تا شور می باشد. *Ceratium hirundinella* دارای سائز درشت (ماکزیمم طول خطی حدود ۲۰۰ میکرون)، پوشش زره مانند، شاخک های درشت بزرگ راسی و مقابل به راس است و

¹ Dinoflagellates

جدول ۱: درصد مشارکت *C. hirundinella* در ساختار

فیتوپلانکتون در حوزه جنوبی دریای خزر

Table 1: Percent contribution of *C. hirundinella* in phytoplankton community in the Caspian Sea.

پارامتر	شهریور ۱۳۹۷	خرداد ۱۳۹۱	تیر ۱۳۹۱	بهمن ۱۳۷۴
دوتاژکداران	۲۵	۱۰	۲۰	۰/۰۰۶
تراکم کل	۳	۰/۲	۳	۰/۰۰۵
زی	۸۰	۴۶	۳۴	۰/۰۱
توده کل	۷۱	۱۶	۳۱	۰/۰۰۷

در زمستان ۱۳۷۴، *C. hirundinella* درصد بسیار کم از تراکم فیتوپلانکتون و دوتاژکداران را شامل شد، ولی در ماه‌های گرم (خرداد و تیر)، سال ۱۳۹۱ افزایش قابل توجهی نشان داد و به صورت محدود (در نیمه اول خرداد و نیمه دوم تیر با یک بار گزارش حضور) در نیم خط تنکابن با تراکم ۲۰۰ هزار سلول در مترمکعب و زی توده ۲۱ میلی گرم در مترمکعب مشاهده شد. این مقادیر ۰/۲-۳ درصد از تراکم کل فیتوپلانکتون و ۲۰-۱۰ درصد از تراکم دوتاژکداران را شامل می‌شد. در این نمونه‌ها زی توده *Ceratium* حدود ۳۴-۴۶ درصد از دوتاژکداران و ۳۱-۱۶ درصد از فیتوپلانکتون کل را تشکیل داد. درصد مشارکت *Ceratium* در زی توده کل در تابستان ۱۳۹۷، مجدداً افزایش نشان داد و به ۷۰ درصد رسید. *Ceratium* دارای اندازه‌ای بزرگ است و حلقه بعدی زنجیره غذایی (زووپلانکتون) نمی‌تواند از آن به عنوان غذا استفاده کند. لذا، تغییرات تراکم آن عمدتاً تحت تاثیر پارامترهای غیرزیستی (دما و مواد مغذی) صورت می‌گیرد. Gil و همکاران (۲۰۱۲)، حضور آن را در برخی از نقاط اکوسیستم به شرایط خاص آن مکان مربوط دانستند. طبق پژوهش‌های Tunin-Ley و همکاران (۲۰۰۹)، تغییرات تراکم آن می‌تواند به عنوان شاهدی بر تغییرات آب و هوایی و زیست محیطی ناشی از فعالیت‌های انسانی (آنتروپوژنیک) باشد. مقایسه برخی پارامترهای محیطی در ۳ سال آخر دهه ۱۳۸۰ (۸۹-۱۳۸۷) به عنوان سال‌های بدون گزارش حضور *Ceratium* و سال‌های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۷ در زمان‌های گزارش حضور *Ceratium* نشان می‌دهد که دمای آب (درجه سانتی گراد) در فصل بهار در

تراکم و زی توده آن محاسبه شد (APHA, 2005). دمای آب و شفافیت و pH در محل اندازه گیری شد و مقدار یک لیتر آب جهت تعیین نیتروژن و فسفر کل به آزمایشگاه شیمی آب منتقل شد و بر اساس استاندارد APHA (2005) مورد آنالیز قرار گرفت.

تراکم و زی توده فیتوپلانکتون بترتیب ۱۸ میلیون در مترمکعب و ۸۶ میلی گرم در مترمکعب بدست آمد. مشارکت گروه‌های مختلف در تراکم فیتوپلانکتون شامل ۳۰ درصد باسیلاریوفیتا^۱، ۱۳ درصد داینوفلاژلا^۲، ۳۳ درصد سیانوفیتا^۳، ۲۱ درصد کلروفیتا^۴ و ۳ درصد یوگلنوفیتا^۵ و کریپتوفیتا^۵ بود. گونه‌های غالب شامل *Thalassionema nitzschoides* (۲۳٪)، *Ceratium hirundinella* (۳٪)، *Lyngbya sp.* (۲۱٪)، *Synechococcus-type* sp.، *Chlamydomonas* و *Schroederia setigera* بودند که هر یک شامل ۱۲-۱۰ درصد از تراکم فیتوپلانکتون می‌باشند. *C. hirundinella* در مقایسه با اولین گونه غالب (Th. nitzschoides) دارای سایز بزرگتر و سرعت رشد کمتر است، ولی با دارا بودن مزیت مهاجرت (migration) در ستون عمودی آب، در صورت کاهش طولانی مدت مواد مغذی قادر به حفظ تراکم در سطح بالا می‌باشد. در محیط کشت، رشد بسیار کم این فیتوپلانکتون در مقادیر فسفر کمتر از ۰/۰۱ میلی گرم در لیتر گزارش شده است (Bruno and Mclaughlin, 2007). استفاده از مواد آلی (ترکیبات آلی نیتروژن و فسفر دار) در دمای مناسب، حتی در میزان کم از نور قابل دسترس، به کیست‌های موجود در رسوب نیز فرصت ورود به مرحله رویشی را می‌دهد (Gil et al., 2012). جدول ۱، داده‌های در دسترس از حضور *C. hirundinella* را در سه دهه اخیر در حوزه جنوبی ایرانی دریای خزر ارائه می‌کند.

¹ Bacillariophyta

² Cyanophyta

³ Chlorophyta

⁴ Euglenophyta

⁵ Cryptophyta

(پراکندگی زمانی داده‌ها، تفاوت در اعماق نمونه برداری)، تغییر روند سالانه *Ceratium* (حضور و غیاب و تراکم) در ترکیب فیتوپلانکتون ممکن است پاسخ به گرمایش منطقه‌ای باشد. پاسخ معمول به گرم شدن آب و هوا، ظهور و گسترش محدوده توزیع گونه‌های غیر بومی وابسته به گرماست. اما در مورد گونه سرمدوست *Ceratium* (Tunin-Ley et al., 2009) که در دهه ۱۳۷۰ در دریای خزر در فصل زمستان دارای فراوانی در حد گونه نادر (فراوانی نسبی کمتر از ۳۱ درصد) بود، به توان مقاومت *Ceratium* به افزایش درجه حرارت مربوط است. به عبارت دیگر، افزایش درجه حرارت موجب کاهش تنوع و تراکم سایر گونه‌های معمول می‌شود، در حالیکه گونه‌های مقاوم به گرما از قبیل *Ceratium* توان حضور دارند. مشابه این مشاهدات، در دریای مدیترانه مشاهده شد (Duarte et al., 1999). تاکنون گزارشی از تولید سم توسط *C. hirundinella* مشاهده نشده است، ولی شکوفایی آن سبب کاهش مواد مغذی محیط، محدود نمودن سفره غذایی زئوپلانکتون، کاهش اکسیژن و نهایتاً تلفات در ماهیان (Lim et al., 2014) می‌شود. با توجه به نتایج این مطالعه و نیز تمایل بخش تولید به آبی‌پروری در دریای خزر، پایش *C. hirundinella* و نیز مطالعه روش‌های کنترل آن امری ضروری محسوب می‌شود.

منابع

مخلوق، آ.، نصراله زاده ساروی، ح.، افراپی بندپی، م.ا.، روحی، ا.، دریا نبرد، غ. ر. و واحدی، ف.، ۱۳۹۷. شکوفایی ماکرو جلبک (*Cladophora glomerata*) در برخی سواحل ایرانی دریای خزر (تابستان ۱۳۹۷). مجله آبریان دریای خزر، ۳(۱): ۲۱-۳۲.

APHA (American Public Health Association), 2005. Standard method for examination of water and wastewater. Washington. USA: American Public Health Association Publisher, 18th edition, 1113P.

سالهای ۱۳۸۷، ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹، در محدوده ۲۱/۳۵-۱۸/۹۵ و در سال ۱۳۹۱ دما ۲۳/۲۱ بوده است. میانگین دمای آب ($\pm SE$ °C) از ۲۸/۳۲ $\pm$ ۰/۸۲ در تابستان سال‌های ۱۳۸۷-۸۹ به ۲۹/۷۰ $\pm$ ۰/۶۶ در تابستان ۱۳۹۷، میانگین pH از ۸/۳۷ $\pm$ ۰/۰۳ طی سال‌های ۸۹-۱۳۸۷ به ۸/۵۴ $\pm$ ۰/۰۱ در سال ۱۳۹۱ و ۸/۵۳ $\pm$ ۰/۰۲ در سال ۱۳۹۷ تغییرات نشان داد. افزایش دما و افزایش قلیائیت آب هنگام ثبت حضور *Ceratium* در سایر مطالعات نیز بیان شده است (Reynolds, 2006). سطح تروفیکی در مطالعه حاضر (سال ۱۳۹۷)، بر اساس غلظت فسفر کل و مقایسه آن با حدود آستانه‌ای شاخص تروفیکی OECD (۱۹۸۲)، مزو-یوتروف و طبق پژوهش‌های Kerekes و Vollenweider (۱۹۸۲) و مقادیر مرجع دریای خزر (Nasrollahzadeh Saravi et al., 2018) مزوتروف برآورد گردید. مطالعات در دهه‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۹۰ نشان داد که آب‌های ساحلی دریای خزر تحت فشارهای آنتروپوزنیک منجر به یوتریفیکاسیون (Nasrollahzadeh Saravi et al., 2008; 2018) و کاهش ثبات اکولوژیک و بیولوژیک (Makhlough et al., 2017) قرار دارد. در دریای سیاه نیز در اوایل دهه ۱۹۹۰، افزایش همزمان زی توده فیتوپلانکتون و *Ceratium*، فعالیت‌های آنتروپوزنیک و تغییرات آب و هوایی مشاهده شد (Dumont et al., 2006). در تابستان ۱۳۹۷ رشد و تکثیر شدید ماکرو جلبک بومی ولی فرصت طلب *Cladophora glomerata* در بسیاری از سواحل دریای خزر از جمله ساحل فرح‌آباد گزارش شد (مخلوق و همکاران، ۱۳۹۷). تغییرات جهانی آب و هوا (افزایش دما) و افزایش فعالیت‌های مخرب جوامع انسانی از عوامل تشدید رشد کلادوفورا بیان شده است (Auer et al., 2010). نمونه‌برداری مربوط به مطالعه حاضر نزدیک به انتهای دوره رشد و تکثیر *C. glomerata* در این بخش از دریای خزر صورت گرفت. ممکن است که رشد و تکثیر شدید کلادوفورا سبب کاهش فسفر و بروز شرایط محدودیت فسفر و نهایتاً افزایش تراکم میکرو جلبک مقاوم به کمبود فسفر یعنی *Ceratium* شده باشد. در این مطالعه به رغم عوامل محدود کننده پیشینه داده‌ها

- Auer, M.L., Tomlinson, L.M., Higgins, S.N., Malkin, S.Y., Howell, E.T., Bootsma, H.A., 2010.** Great Lakes Cladophora in the 21st century: same algae—different ecosystem. *Journal of Great Lakes Research*, 36(2): 248-255. DOI: 10.1016/j.jglr.2010.03.001.
- Bruno, S.F. and Mclaughlin, J.A., 2007.** The Nutrition of the Freshwater Dinoflagellate *Ceratium hirundinella*. *Journal of Eukaryotic Microbiology*, 24(4): 548-552. DOI: 10.1111/j.1550-7408.1977.tb01012.x
- Caspian Sea Biodiversity Project under umbrella of Caspian Sea Environment Program, 2018.** www.zin.ru/projects/caspdiv/index.html. Cited 23 july, 2018.
- Duarte, C.M., Agustí, S., Kennedy, H., Vaqué, D., 1999.** The Mediterranean climate as a template for Mediterranean marine ecosystems: the example of the northeast Spanish littoral. *Progress in Oceanography*, 44: 245–270. DOI: 10.1016/S0079-6611(99)00028-2.
- Dumont, H., Shiganova, T.A., Niermann, U., 2006.** Aquatic Invasions in the Black, Caspian and Mediterranean Seas. *Nato Science Series, Volume 35*. Springer Science & Business Media. 314 p. DOI: 10.1007/s10750-012-1056-6.
- Gil, C.B., Restrepo, R. J.J., Boltovskoy, A. and Vallejo, A., 2012.** Spatial and temporal change characterization of *Ceratium furcoides* (Dinophyta) in the equatorial reservoir Riogrande II, Colombia. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 24(2): 207-219. DOI:10.1590/S2179-975X2012005000039.
- Lim, H.C., Teng, S.T., Leaw, C.P., Iwataki, M. and Lim, P.T., 2014.** Phytoplankton assemblage of the mermbong shoal, tebrau straits with note on potentially harmful species. *Malayan Nature Journal*, 66 (1–2): 198–211.
- Makhlough, A., Nasrollahzadeh Saravi, H., Eslami F., Leroy, S.A.G., 2017.** Changes in size and form in the dominant phytoplankton species in the southern Caspian Sea. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 16(2): 522-536. DOI:10.18869/acadpub.ijfs.
- Nasrollahzadeh Saravi, H., Pourang, N., Foong, S.Y., Makhlough, A., 2018.** Eutrophication and trophic status using different indices: A study in the Iranian coastal waters of Caspian Sea. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*. In Press. DOI: 10.22092/ijfs.2018.117717.
- Nasrollahzadeh Saravi, H., Zubir, B.D., Foong, S.Y., Makhlough, A., 2008.** Trophic status of the Iranian Caspian Sea based on water quality parameters and phytoplankton diversity. *Continental Shelf Research*, 28: 1153–1165. DOI:10.1016/j.csr.2008.02.015.
- Reynolds, C.S., 2006.** The ecology of phytoplankton. Cambridge University Press. UK. 551P.
- Sigee, D.C., 2004.** Freshwater microbiology: biodiversity and dynamic interactions of microorganisms in the freshwater Environment, UK. University of

Manchester, John Wiley and Sons Inc., 524P.

Tunin-Ley, A., Ibanez, F., Labat, J.P., Zingone, A. and Lemee, R., 2009. Phytoplankton biodiversity and NW Mediterranean Sea warming: change in the dinoflagellates genus *Ceratium* in the 20th century. *Marine Ecology Progress Series*, 375: 86-99. DOI: 10.3354/meps07730.

Vollenweider, R.A., and Kerekes, J. 1982. Eutrophication of Waters. Monitoring, Assessment and Control. Organization for Economic Co-Operation and Development (OECD), Paris. 156p.

The case study of *Ceratium hirundinella* as a sign of an environment changes in the center of Iranian coasts of Caspian Sea (Farah Abad-2018)

Makhlough A.¹; Nasrollahzadeh Saravi H.^{1*}; Afraei M.¹; Roohi A.¹; Nasrollahtabar A.¹,
Matifar M.²

*hnsaravi@gmail.com

1- Caspian Sea Ecology Research Center (CSERC), Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Sari, Mazandaran, Iran.

2- Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.

Abstract

Ceratium hirundinella is considered as a biological indicator in the environmental and climate changes. In the summer of 2018, the presence of *Ceratium hirundinella* reported in the Iranian region of the Caspian Sea. So the present study conducted to survey trend of *Ceratium hirundinella* fluctuations in the Iranian basin of the Caspian Sea during the last 3 decay. The study showed that in the winter of 1995, *Ceratium* contained very little percentage of phytoplankton density. In the summer of 2013, contribution of the species in dinoflagellates and total phytoplankton biomass reported 34 and 31% respectively. The percentage of *Ceratium* participation in phytoplankton biomass increased to 70% in summer of 2018. The study also showed that the increasing of water temperature and pH coincided to the *Ceratium* presence recorded, compared to the same time in the study area. Meanwhile, the trophic state changed from oligotrophic to mesotrophic condition. The annual changes of *ceratium* (presence and abundance) in the phytoplankton composition may be a response to increase of the regional warming and anthropogenic activity. The *Ceratium* bloom affects the feeding of planktivore organisms and causes water oxygen decreasing, which it led to fishes killing. Recently, the tendency of aquaculture has been increased in the Caspian Sea, so the monitoring and control methods of *Ceratium hirundinella* should be considered in the area.

Keywords: Climate changes, Environmental indicator, *Ceratium hirundinella*, Caspian Sea, Iran

*Corresponding author