فصلنامه الکترونیکی جلبک و گیاهان آبزی http://algalmag.ir/
ISSN: 2783-4751

شکوفایی جلبکی مضر (HAB) دایونوفلاژله *Peridinium quadridentatum* (Dinophyceae) در سواحل خلیج چابهار، دریای عمان

محمد علی آصفی[1]، گیلان عطاران فریمان[2]*

[1] دانشجوی کارشناسی ارشد زیست‌شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار

[2] دانشیار گروه زیست‌شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار

Gilan.Attaran@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۱/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۵/۱۵

چکیده

Peridinium quadridentatum (F.Stein) یک دایونوفلاژله رایج در آب‌های ساحلی مناطق تروپیکال و ساب تروپیکال است و پتانسیل ایجاد شکوفایی جلبکی مضر را دارد. این‌گونه‌ی میکروجلبک عامل یک شکوفایی در سواحل خلیج چابهار در زمستان ۱۳۹۸ بود که به مدت سه روز ادامه داشت. نمونه‌برداری از آب دریا توسط بطری‌های یک لیتری استریل انجام شد. فاکتورهای محیطی مانند شوری، درجه حرارت و pH توسط روش‌های استاندارد ثبت شد. میکروجلبک عامل شکوفایی از آب جداسازی گردید و پس از شناسایی، به پتری‌دیش حاوی محیط کشت f/2 منتقل و در اتاق فایکولب در شرایط ۱۲: ۱۲ روشنایی: تاریکی در درجه حرارت ۲۵ °C±۲ °C نگهداری شد. نتایج شمارش سلولی *P. quadridentatum* نشان داد این‌گونه با تراکم ۱۵×۱۰^{۶} سلول در لیتر باعث شکوفایی مضر شده است. شکوفایی این دایونوفلاژله در خلیج چابهار با مرگ‌ومیر برخی از آبزیان ازجمله عروس دریایی، خرچنگ و ماهی همراه بود. به‌غیر از این میکروجلبک، ۱۲ گونه دایونوفلاژله و ۱۵ گونه دیاتومه نیز همراه با این شکوفایی مشاهده و ثبت شدند. میکروجلبک *P. quadridentatum* که یک دایونوفلاژله صفحه‌دار است اگرچه تولید سم نمی کند ولی قادر است با تولیدمثل جنسی و غیرجنسی و در نتیجه سرعت تکثیر بالا، باعث شکوفایی جلبکی مضر با تراکم حداکثری شده و مرگ‌ومیر آبزیان، خسارت به صنعت شیلات و اثر سوء بر سلامت اکوسیستم و انسان را در پی داشته باشد. با توجه به مطالعات پیشین این اولین گزارش از شکوفایی پرتراکم این دایونوفلاژله در آب‌های ایران است که نشان می‌دهد گستره حضور گونه‌های مضر میکروجلبک در دریای عمان و خلیج‌فارس رو به افزایش است.

واژه‌های کلیدی: فیتوپلانکتون، کشند سرخ، *Peridinium*، خلیج چابهار، دریای عمان.

مقدمه

شکوفایی و تراکم بالای دایونوفلاژله‌ها پدیده‌ای متداول در اکوسیستم‌های دریایی است(Viner-Mozzini *et al.*, 2003) که در سال‌های اخیر در اغلب مناطق ساحلی ازجمله سواحل جنوبی ایران افزایش یافته است. *Peridinium* Ehrenberg متعلق به شاخه Miozoa بوده و در راسته Peridiniales و خانواده Peridiniaceae طبقه‌بندی می‌شود. *Peridinium* جنس بزرگی از دایونوفلاژله‌های آزاد فتوسنتزی کوچک و متوسط است که در محیط‌های دریایی، لب‌شور و آب شیرین حضور دارند(Fensome, 1993) و می‌توانند شکوفایی‌های قابل‌توجهی ایجاد کرده و باعث ایجاد بوی نامطبوع در سواحل

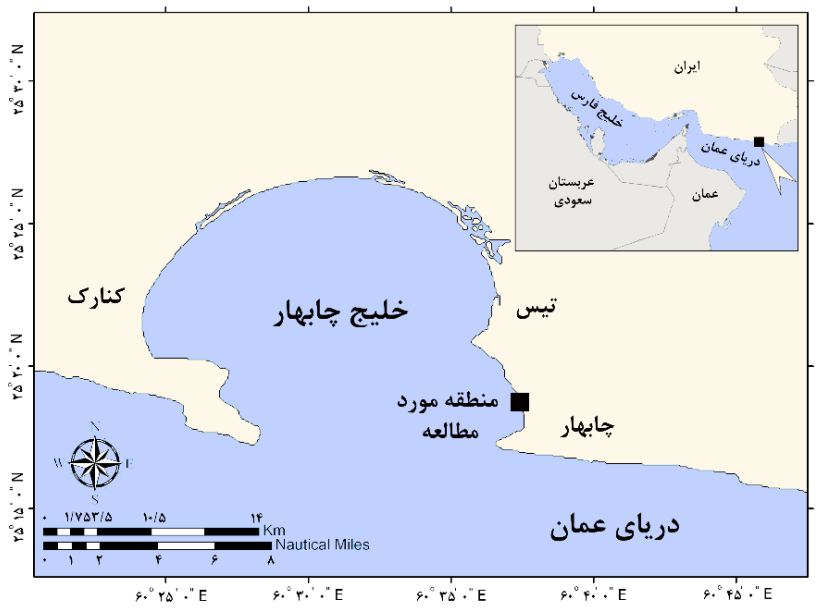
شوند و پتانسیل مرگ‌ومیر موجودات آبزی را دارند(Gárate-Lizárraga & Muñetón-Gómez, 2008). *Peridinium quadridentatum* از معدود داینوفلاژله‌های بنتیک پلانکتونی است(Faust *et al*., 2005) که در نمونه‌های جمع‌آوری‌شده از بسترهای ماسه‌ای و رسوبی نیز حضور داشته‌است(Horiguchi & Pienaar, 1991) همچنین در نمونه‌برداری از ماکروجلبک‌ها نیز مشاهده شده‌است(Okolodkov *et al*., 2007). این گونه‌ها دارای الگوی حرکت عمودی[1] در ستون آب می‌باشند که وابسته به نوسانات و جزر و مد دریا است(Okolodkov *et al*., 2016). همچنین توانایی چسبندگی آن‌ها به بسترهای جامد در نتایج مطالعات(1980) Horstmann نشان داده شده‌است. فراوانی سلول‌های *Peridinium* می‌تواند به حدی باشد که در هنگام شکوفایی، رنگ آب را کاملاً تغییر دهد. در سال‌های اخیر، مواردی از مرگ‌ومیر آبزیان و به‌خصوص انواع ماهی‌ها در مناطق تحت شکوفایی *P. quadridentatum* گزارش شده‌است که این امر می‌تواند برای اقتصاد مناطق شیلاتی یک تهدید بالقوه محسوب شود (Yan *et al*., 2002).

پژوهشگران متعددی داینوفلاژله *Peridinium* را در آب‌های خلیج‌فارس و دریای عمان گزارش کرده‌اند (Al-Hashmi *et al*., 2013; F Al-Yamani & Saburova, 2019; Al Hashmi *et al*., 2012; Attaran-Fariman & Asefi, 2022; Ibrahim & Al-Shawi, 2015; Saburova *et al*., 2009) اما حضور پرتراکم این‌گونه از محدوده نوار شمالی دریای عمان در مرز ایران تاکنون گزارش نشده‌است. پژوهش پیش رو شکوفایی *P. quadridentatum* در آب‌های ساحلی خلیج چابهار را که در زمستان ۱۳۹۸ به وقوع پیوست بررسی و گزارش می‌کند. این شکوفایی سه روز به طول انجامید و باعث مرگ‌ومیر برخی از آبزیان ازجمله عروس دریایی و خرچنگ‌ها شد. پتانسیل این‌گونه جهت شکوفایی و نابودی جانوران آبزی از طریق کاهش اکسیژن محلول در آب و همچنین انسداد مجاری تنفسی و در نتیجه خسارات متعدد به صنعت شیلات و آبزی‌پروری و بالطبع خطرات زیست‌محیطی و تأثیر نامطلوب بر سلامت اکوسیستم و انسان، ضرورت مطالعه حاضر را توجیه می‌نماید.

مواد و روش‌ها

خلیج چابهار واقع در جنوب استان سیستان و بلوچستان، با بیشینه عمق ۲۰ متر و عرض ۱۷ کیلومتر بزرگ‌ترین و یکی از مهم‌ترین خلیج‌های ایران محسوب می‌شود. این مطالعه در محدوده ساحل خلیج چابهار در شمال دریای عمان با موقعیت طول (۳۱' ۱۸ ° ۲۵ N) و عرض جغرافیایی (" ۲۹ ' ۳۷ ° ۶۰ E) (شکل ۱) در اسفندماه ۱۳۹۸ انجام شد. منطقه مذکور به دلیل ساخت انواع سازه‌های دریایی ازجمله اسکله‌ها و متعاقب آن کاهش جریان باد و در نتیجه کاهش شدید امواج مستعد انواع شکوفایی جلبکی است. با وقوع شکوفایی با توجه به تغییر رنگ آب، مناطق تحت تأثیر مشخص گردید و نمونه‌برداری آب از سطح تا عمق ۱ متری جهت شناسایی گونه عامل شکوفایی و سایر گونه‌های میکروجلبک با استفاده از بطری‌های پلاستیکی استریل انجام شد. نمونه‌های جمع آوری‌شده برای انجام عملیات آزمایشگاهی، بلافاصله به آزمایشگاه دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار منتقل شدند. هم‌زمان با شناسایی میکروارگانیسم‌های موجود، فراوانی فیتوپلانکتون‌ها نیز تخمین زده شد. جداسازی تک‌سلولی با استناد به روش ارائه‌شده توسط Attaran-Fariman (2007) انجام شد. جهت بررسی اولیه و تائید شناسایی گونه عامل شکوفایی از میکروسکوپ اینورت Nikon مدل Nikon-ECLIPSE 50iz بزرگنمایی X100 لنز WD 10.5 استفاده گردید و تراکم سلول‌ها با استفاده از لام Sedgwick-Rafter شمارش شد.

[1] circadian vertical migrations



شکل ۱- منطقه مورد مطالعه

پس از اطمینان از خلوص نمونه‌ها و عدم آلودگی آن‌ها توسط سایر گونه‌های جلبکی، سلول‌های خالص‌شده، در پتری‌دیش استریل حاوی ۳۰ میلی‌لیتر محیط کشت f/2 (Guillard, 1975) کشت داده شده و جهت نگهداری در اتاق فایکولب قرار گرفتند. محیط فایکولب به‌صورت ۱۲ ساعت روشنایی با مقدار نور ۱۸۰۰ لوکس و ۱۲ ساعت تاریکی، درجه حرارت ۲۵ °C±۲ °C و رطوبت ۲۵٪ تنظیم گردید. بررسی ریخت‌شناسی گونه خالص‌شده و تصویربرداری از آن با استفاده از میکروسکوپ نوری Nikon مدل 50I و نرم‌افزار تصویربرداری KE Keview Version 3.7 انجام شد. شناسایی با استفاده از مقالات و منابع معتبر و در دسترس (Hasle et al., 1996; Subrahmayan, 1971; Tomas, 1997) انجام گردید. نمونه موردنظر با استفاده از بزرگنمایی 100X، بر اساس مشخصات مورفولوژی تا سطح جنس و گونه شناسایی شد. دما، شوری و pH با استفاده از Lutron WA-2017SD Multi Water Quality Meter در محل اندازه گیری شد.

نتایج

بررسی میکروسکوپی ویژگی‌های مورفولوژیکی از قبیل فرم سلولی، وجود صفحات[۲] و خارهای برجسته[۳] در نمونه مورد مطالعه و انطباق تمامی مشخصات با اتکا بر منابع معتبر (Abe, 1981; Horiguchi & Pienaar, 1986; Tomas, 1997)، نشان داد که عامل ایجاد شکوفایی جلبکی دینوفلاژله صفحه‌دار *Peridinium quadridentatum* است. تراکم سلولی این‌گونه به‌طور چشمگیری بیشتر از بقیه گونه‌ها بود (۱۵×۱۰^{۶} سلول در لیتر) و در بین سایر فیتوپلانکتون‌های مشاهده‌شده در این شکوفایی غالب بود. شکوفایی این‌گونه حدود ۴ روز پس از شکوفایی دینوفلاژله *Noctiluca scintillans* در منطقه مورد بررسی رخ داد و به مدت سه روز ادامه داشت. بااینکه این شکوفایی تراکم بسیار بالایی نداشت با این‌حال باعث مرگ‌ومیر تعداد قابل‌توجهی عروس دریایی و تعداد محدودی خرچنگ و ماهی شد (شکل۲). اندازه‌گیری پارامترهای محیطی درجه حرارت آب را

[2] thecal plates
[3] spines

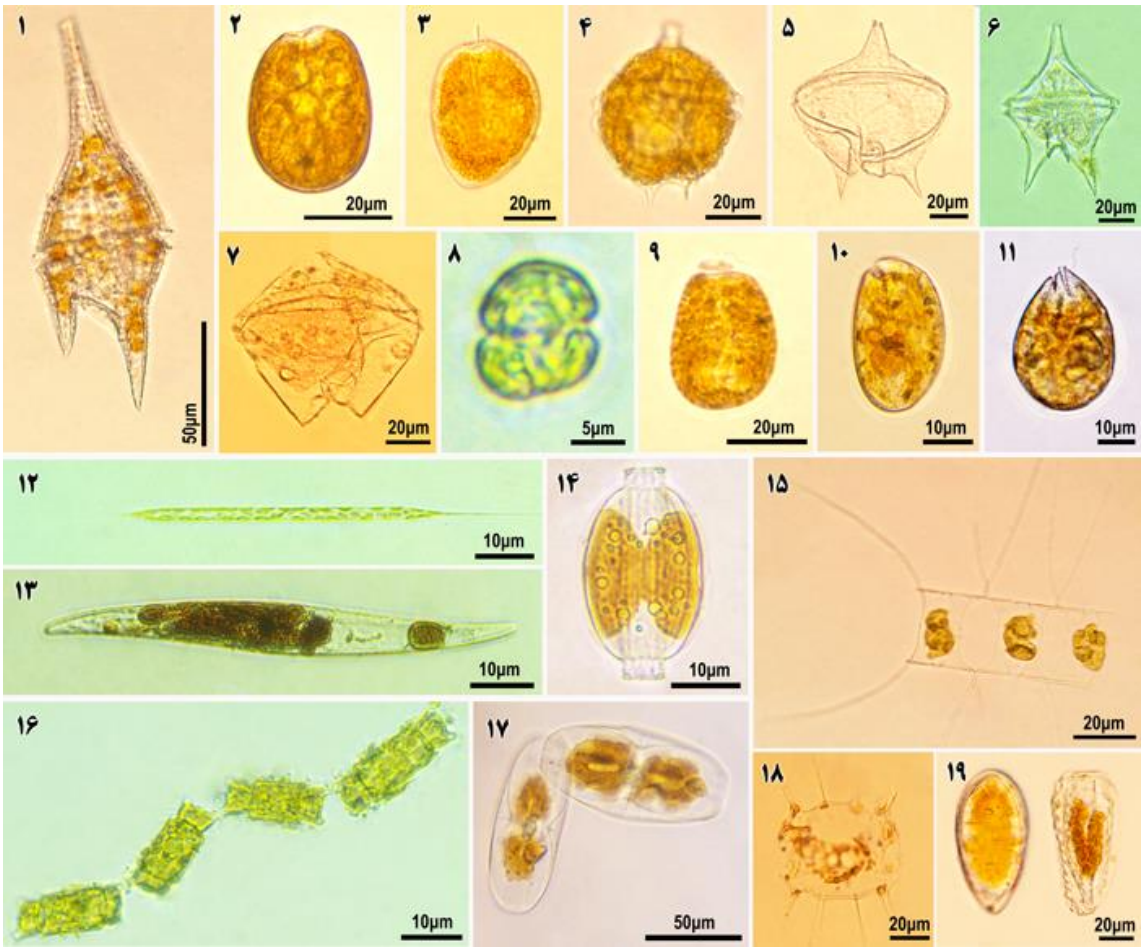
مقدار ۲۸/۹ درجه سانتی‌گراد و دمای هوا ۳۲ را درجه سانتی‌گراد نشان داد. همچنین سرعت باد ۱۴ کیلومتر در ساعت، در جهت شمال غربی بود. شوری ‰۳۹، pH به مقدار ۶/۵ و کدورت آب NTU ۸۵ ثبت شد.

شکل ۲- شکوفایی جلبکی مضر *P. quadridentatum* در خلیج چابهار به همراه مرگ‌ومیر موجودات آبزی

درمجموع به‌غیراز *P. quadridentatum*، ۱۲ گونه داینوفلاژله از ۸ جنس و ۱۵ گونه دیاتومه از ۱۳ جنس شناسایی شد (جدول ۱). تصاویر برخی از این گونه ها در شکل ۳ نشان داده شده است. گونه‌های داینوفلاژله دارای فراوانی بالاتری بودند بااین‌حال دیاتومه‌ها تنوع بیشتری داشتند.

جدول ۱- فهرست گونه‌های جلبکی ثبت شده همراه با شکوفایی *Peridinium quadridentatum* در آب‌های ساحلی خلیج چابهار دریای عمان

شاخه	گونه
Miozoa (داینوفلاژله)	*Amphidinium* sp., *Amphidinium* sp2., *Gonyaulax* sp., *Gymnodinium* sp., *Noctiluca scintillans*, *Ostreopsis* sp., *Prorocentrum lima*, *Prorocentrum micans*, *Protoperidinium conicum*, *Protoperidinium divergens*, *Protoperidinium* sp., *Tripos furca*.
(دیاتومه) Bacillariophyta	*Biddulphia* sp., *Cocconeis* sp., *Cylindrotheca* sp., *Halamphora* sp., *Chaetoceros* sp., *Navicula* sp., *Nitzschia* sp., *Odontella mobiliensis*, *Odontella* sp., *Pleurosigma* sp., *Psammodictyon* sp., *Rhizosolenia setigera*, *Surirella* sp., *Tetramphora decussata*., *Tetramphora* sp.

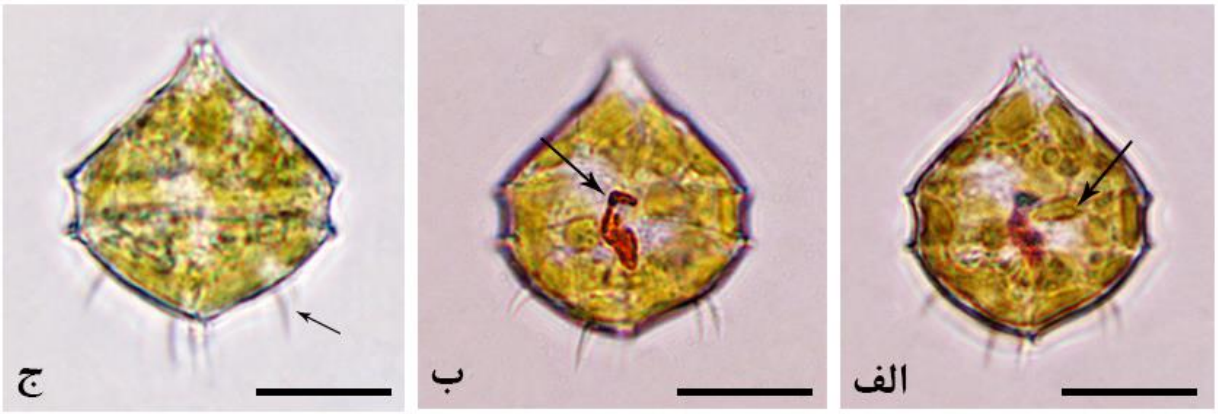


شکل ۳- برخی از گونه‌های میکروجلبکی مشاهده‌شده همراه با کشند سرخ *Peridinium quadridentatum*. تصویربرداری با استفاده از میکروسکوپ نوری مدل Nikon-ECLIPSE 50iz بزرگنمایی X100 لنز WD 10.5.

۱: *Tripos furca*, ۲: *Prorocentrum lima*, ۳: *Prorocentrum micans*, ۴: *Gonyaulax* sp., ۵: *Protoperidinium* sp., ۶: *Protoperidinium divergens*, ۷: *Protoperidinium conicum*, ۸: *Gymnodinium* sp., ۹: *Amphidinium* sp., ۱۰: *Amphidinium* sp2., ۱۱: *Ostreopsis* sp., ۱۲: *Rhizosolenia setigera*, ۱۳: *Pleurosigma* sp., ۱۴: *Halamphora* sp., ۱۵: *Chaetoceros* sp., ۱۶: *Odontella* sp., ۱۷: *Tetramphora decussata*., ۱۸: *Odontella mobiliensis*, ۱۹: *Surirella* sp.

بررسی ویژگی‌های ریخت‌شناسی نشان داد که سلول در قسمت زیرین[4] که حالت گرد دارد دارای ۴ برجستگی به شکل خار[5] در انتهای سلول هستند. قسمت فوقانی سلول[6] حالت مخروطی و رأس نوک‌تیز دارد. کلروپلاست‌های کوچک تمام سطح سلول را پوشانده‌اند و رنگ زرد مایل به سبز به میکروجلبک داده‌اند (شکل ۴).

[4] hypotheca
[5] antapical spines
[6] epitheca



شکل ۴- تصاویر میکروسکوپی *Peridinium quadridentatum* از آب‌های ساحلی خلیج چابهار، اسفند ۱۳۹۸. الف) کلروپلاست، ب) لکه چشمی (لکه قرمز روشن در ناحیه sulcal)، ج) اسپین‌های (خار) آنتاپیکال، مقیاس = µm ۱۰.

سلول‌های این‌گونه منفرد و کوچک هستند به‌طوری‌که طول سلول‌ها ۲۵ تا ۲۰ میکرومتر و عرض آن‌ها بین ۱۷ تا ۱۳ میکرومتر ثبت شد. طول شاخک‌ها ۱/۵ تا ۰/۵ میکرومتر بود.

بحث و نتیجه‌گیری

شکوفایی *P. quadridentatum* با تراکم بالای سلول‌ها می‌تواند بر روی میزان اکسیژن محلول در آب تأثیر منفی گذاشته و باعث از بین رفتن ماهی و تلف شدن دیگر آبزیان در مناطق شکوفایی شود زیرا اکسیژن برای زنده ماندن آبزیان بسیار کاهش می‌یابد (Gárate-Lizárraga & Muñetón-Gómez, 2008). دینوفلاژله *P. quadridentatum* دارای پراکندگی جغرافیایی گسترده‌ای است به‌طوری‌که در امتداد سواحل برزیل، چین، هند، مالزی، مکزیک، ژاپن، روسیه، آفریقای جنوبی، اسپانیا، تونس و ایالات‌متحده گزارش‌شده است (Abe, 1981; Dodge *et al*., 1985; Faust *et al*.,, 2005; Gárate-Lizárraga & Muñetón-Gómez, 2008; Horiguchi & Pienaar, 1991; Karlson *et al*., 2021; Konovalova *et al*., 1989; Okolodkov *et al*.,, 2007; Shamsudin *et al*., 1996; Trigueros & Orive, 2000; Turki & El Abed, 2001; Darki & Krakhmalnyi, 2017; Khatami *et al*., 2012). گرچه در مورد حضور این‌گونه از نوار ساحلی ایرانی دریای عمان و خلیج‌فارس نیز گزارش‌هایی ثبت شده‌است ولی تاکنون شکوفایی این میکروجلبک در محدوده آب‌های ایرانی گزارش نشده‌است. این اطلاعات نشان می‌دهد که *P. quadridentatum* در آب‌های دریایی گرمسیری و نیمه گرمسیری زندگی می‌کند، البته جوانه‌زدن سیست آن از رسوبات فنلاند در شرایط آزمایشگاهی، نشان از آن دارد که این‌گونه قادر به زندگی در شوری ۶ ‰ و دمای بین ۱۰ تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد نیز می‌باشد (Aké-Castillo & Vázquez, 2011; Pertola *et al*., 2006). مطالعات Gárate-Lizárraga and Muñetón-Gómez (2008) نشان می‌دهد گونه *P. quadridentatum* محیط‌های غنی از مواد مغذی را ترجیح می‌دهد نتایج تحقیقات Pérez-Morales *et al*. (2015) نشان می‌دهد رهاسازی فاضلاب بدون تصفیه به دریا ممکن است با اثر مستقیم بر پارامترهای محیطی، موجب تغییر در ساختار اکوسیستم شود و شکوفایی هرساله گونه‌های مضر از جمله *P. quadridentatum* را به دنبال داشته باشد. بنابراین پرواضح است مناطقی که مستعد آلودگی هستند(خصوصاً فاضلاب‌های شهری و صنعتی) پتانسیل حضور و شکوفایی بیشتر این‌گونه را نسبت به مکان‌های مشابه ولی بدون مواد غذایی خواهند داشت.

Aké-Castillo and Vázquez (2011) در مطالعه‌ای در خلیج مکزیک، بالاترین تراکم سلولی را در دمای ۲۸/۴ درجه سانتی گراد برای این‌گونه ثبت کرد. با این‌وجود Horstmann (1980) طبق آزمایش‌هایی نشان داد که *P. quadridentatum* می‌تواند دمای آب را تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد تحمل کند، اما مطالعات دیگر حاکی از آن است که گونه‌های سازگار با آب‌های کم‌عمق گرمسیری می‌توانند درجه حرارت (۳۸ تا ۴۲ درجه سانتی‌گراد) را نیز تحمل کنند (Horiguchi & Pienaar, 1991). بااین‌حال، هنگامی‌که درجه حرارت به‌شدت کاهش یابد، شکوفایی نیز از بین خواهد رفت. Abé (1927) سلول‌های *Peridinium* نمونه‌برداری شده در خلیج Mutsu در شمال ژاپن را با ۳۰ میکرومتر طول و عرض ۲۶ میکرومتر ثبت کرد. همچنین Horiguchi and Pienaar (1991) نیز اندازه سلول‌های این داینوفلاژله را به‌صورت ۳۰-۲۳ میکرومتر در طول و ۲۲-۲۰ میکرومتر در عرض گزارش کردند. در مطالعه‌ای دیگر در منطقه Baja California Peninsula در خلیج کالیفرنیا که توسط Gárate-Lizárraga and Muñetón-Gómez (2008) صورت گرفت طول سلول‌ها ۲۰ تا ۳۲ میکرومتر و عرض ۱۶ تا ۱۸ میکرومتر ثبت شد. Okolodkov *et al*. (2016) در نمونه‌برداری از آب‌های بندر وراکروز در مکزیک طول ۲۸/۸-۱۷/۵ و عرض ۲۵-۱۶/۳ را برای این‌گونه گزارش کردند. پژوهش حاضر در مورد خصوصیات ریخت‌شناسی سلول نشان داد گونه *P. quadridentatum* خالص‌شده از خلیج چابهار با طول ۲۵-۲۰ میکرومتر و عرض ۱۷-۱۳ میکرومتر، کوچک‌ترین اندازه را بین نمونه‌های مطالعات مشابه دارد؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت احتمالاً اندازه سلول‌های این داینوفلاژله در مناطق مختلف با تغییر پارامترهای محیطی و جغرافیای مکانی می‌تواند تغییر کند. درحالی‌که بسیاری از مطالعات مورفولوژی، تعداد ۴ خار را در انتهای سلول *P. quadridentatum* ذکر کرده‌اند، José Antolín Aké-Castillo and Vázquez (2011) در مطالعات خود در تالاب ساحلی Sontecomapan و همینطور Okolodkov *et al*. (2016) این‌گونه را با ۳ خار در سلول توصیف کردند. تعداد خارها در مطالعه پیش رو ۴ عدد را نشان داد. جدول ۲ مقایسه مطالعات مشابه انجام یافته روی این‌گونه را بامطالعه حاضر نشان می‌دهد.

با توجه به این که خلیج چابهار هرساله میزبان بادهای موسمی تابستانه و زمستانه می‌باشد، با شکوفایی‌های جلبکی مکرر و متعددی روبروست که بعضی از گونه‌های عامل شکوفایی، میکروجلبک‌های سمی نیز هستند و همین عوامل باعث مرگ‌ومیر آبزیان به‌خصوص ماهی‌ها می‌شود و نه‌تنها سلامت اکوسیستم و انسان را به مخاطره انداخته بلکه صنعت شیلات و آبزی‌پروری را تحت‌الشعاع قرار می‌دهد، بدین‌جهت ضروری است که برنامه‌های نظارت بر شکوفایی‌های جلبکی مضر با شدت بیشتری دنبال شود. به دست آوردن اطلاعات بیشتر در مورد تغییرات فصلی، مدت‌زمان شکوفایی، جایگزینی گونه‌های فیتوپلانکتونی با یکدیگر، تغییرات احتمالی مانسون بر پارامترهای محیطی، بررسی خصوصیات مورفولوژی و فیلوژنی گونه‌های عامل شکوفایی؛ توانایی پژوهشگران را در درک تأثیر احتمالی شکوفایی جلبکی بر سلامت اکوسیستم، بهبود بخشیده و آن‌ها را در کنترل هر چه مؤثرتر شکوفایی‌های خطرناک یاری خواهد داد. روش‌های نوین مانند پایش لحظه‌ای با کمک تصاویر ماهواره ای جهت شناسایی شکوفایی میکروجلبک‌ها و همین‌طور نمونه‌گیری‌های مداوم و آنالیز اطلاعات گردآوری‌شده نیز به‌طور ویژه‌ای در مواجهه با شکوفایی مضر جلبکی به پژوهشگران کمک خواهند کرد.

جدول ۲- مقایسه نتایج مطالعات پیشین بامطالعه حاضر در زمان شکوفایی جلبکی *Peridinium quadridentatum*

منطقه مورد مطالعه	فراوانی (سلول/ لیتر)	اندازه (µm)	شوری (‰)	میانگین دما (°C)	تعداد خار (spines)	زمان	مرگ‌ومیر	منبع
صباح، مالزی	-	۴۰ ۳۲	۳۴-۳۲	-	۴	سپتامبر	-	Mohammad-Noor *et al*. (2005)
لاپاز، جنوب خلیج کالیفرنیا	۶/۴×۱۰^{۶}	۲۰-۳۲ ۱۶-۱۸	-	۲۷	۴	جولای	N/A	Gárate-Lizárraga and Muñetón-Gómez (2008)
Sontecomapan، مکزیک	-	۱۷-۴۲ ۱۵-۳۵	۲۱	>۲۴	۳	فوریه و ژوئن	N/A	Aké-Castillo and Vázquez (2008)
سواحل یمن (دریای سرخ)	۱۴/۳×۱۰^{۶}	۳۸-۲۱ ۳۰-۱۷	۳۶	۳۴	۴	ژوئن	ماهی	Alkawri *et al*. (2016)
خلیج مکزیک	۱/۸۱×۱۰^{۴}	۱۷-۲۸ ۱۶-۲۵	۳۷-۳۱	۳۲-۲۹	۳ و ۴	می	-	Okolodkov *et al*., (2016)
سواحل کویت، خلیج‌فارس	۳×۱۰^{۴}	۲۱-۲۵ ۱۷-۲۰	-	-	۴	-	N/A	Faiza Al-Yamani *et al*. (2012); F Al-Yamani and Saburova (2019)
مطالعه حاضر	۱۵×۱۰^{۶}	۲۰-۲۵ ۱۳-۱۷	۳۹	۲۸/۹	۴	اسفند	عروس دریایی، خرچنگ، ماهی	

نتیجه‌گیری

تشکیل شکوفایی میکروجلبک *P. quadridentatum* به‌عنوان یک داینوفلاژله مضر در خلیج چابهار برای اولین بار نشان از گسترش گونه‌های عامل شکوفایی‌های جلبکی مضر در محدوده مناطق ساحلی ایران و بالطبع افزایش میزان مرگ‌ومیر آبزیان به‌خصوص گونه‌های مهم شیلاتی و در راستای آن تهدید سلامت انسان دارد که این امر ضرورت بررسی و توجه به پارامترهای تأثیرگذار در این شکوفایی‌ها، شناسایی مورفولوژیکی و فیلوژنتیکی گونه‌های مسبب مرگ‌ومیر و عوامل انسانی و تغییر اقلیمی مؤثر بر این شکوفایی‌ها را اجتناب‌ناپذیر می‌کند. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد شکوفایی *P. quadridentatum* مسبب از بین رفتن حداقل سه گونه جانوری از آبزیان در خلیج چابهار بود. بررسی موفولوژی و مقایسه آن با مطالعات پیشین نشان می‌دهد، گونه حاضر در خلیج چابهار کوچک‌ترین داینوفلاژله ازنظر اندازه در بین گونه‌های مشابه است، بااین‌وجود داده‌های این مطالعه نشان از مضر بودن این میکروجلبک در تراکم بالا دارد. شکوفایی این گونه همراه با تعداد نسبتاً زیادی از داینوفلاژله‌ها و دیاتومه‌ها مشاهده شد که شناخت الگوی روابط بین آن‌ها به درک مناسب‌تر شکوفایی‌های جلبکی مضر کمک می‌کند.

تشکر و قدردانی: با توجه به اینکه تمامی مراحل آزمایش این پژوهش در آزمایشگاه دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار انجام شده است، بدین‌وسیله از همکاری و مساعدت مسئولین و کارشناسان محترم این آزمایشگاه تقدیر و تشکر می‌گردد.

منابع

Abe, T. H. (1981). Studies on the family Peridinidae an unfinished monograph on the armoured dinoflagellata. Publications of the Seto Marine Biological Laboratory. Special Publication Series., 6, 1-409.

Abé, T. H. (1927). Report of the biological survey of Mutsu Bay. 3. Notes on the protozoan fauna of Mutsu Bay. I. Peridiniales. *Science reports. Tōhoku Imperial University. Series 4*, *2*, 383-438.

Aké-Castillo, J. A., & Vázquez, G. (2008). Phytoplankton variation and its relation to nutrients and allochthonous organic matter in a coastal lagoon on the Gulf of Mexico. *Estuarine, coastal and shelf science 78*(4), 705-714.

Aké-Castillo, J. A., & Vázquez, G. (2011). Peridinium quinquecorne var. trispiniferum var. nov.(Dinophyceae) de un ambiente salobre. *Acta botánica mexicana* (94), 125-140.

Al-Hashmi, K., Al-Azri, A., Claereboudt, M. R., Piontkovski, S., & Amin, S. (2013). Phytoplankton community structure of a mangrove habitat in the arid environment of Oman: the dominance of Peridinium quinquecorne. *Journal of Fisheries and Aquatic Science*, *8*(5), 595-606.

Al-Hashmi, K., Sarma, Y., Claereboudt, M., Al Azri, A. R., Piontkovski, S. A., & Al Habsi, H. (2012). Phytoplankton community structure in the Bay of Bandar Khyran, Sea of Oman with special reference to harmful algae. *International Journal of Marine Science*, *2*(5).

Al-Yamani, F., Saburova, M., & Polikarpov, I. (2012). A preliminary assessment of harmful algal blooms in Kuwait's marine environment. *Aquatic Ecosystem Health & Management*, *15*(sup1), 64-72.

Al-Yamani, F., & Saburova, M. A. (2019). Marine phytoplankton of Kuwait’s waters. *Cyanobacteria, Dinoflagellates, Flagellates*, *1*.

Alkawri, A., Al Areeki, M., & Alsharaby, K. (2016). The first recorded bloom of Protoperidinium quinquecorne and its link to a massive fish kill in Yemeni coastal waters, Southern Red Sea. *Plankton and Benthos Research 11*(2), 75-78.

Attaran-Fariman, G. (2007). *Dinoflagellate Cysts and Chattonella resting stages from recent sediments of the South Coast of Iran.* University of Tasmania.

Attaran-Fariman, G., & Asefi, M. A. (2022). Checklist of phytoplankton of the tropical Persian Gulf and Sea of Oman. Nova Hedwigia, 251-301.
Darki, B. Z., & Krakhmalnyi, A. (2017). Report of Armored Dinoflagellates From Waters Surrounding Hormuz Island (The Strait of Hormuz). *Iranian Journal of Botany 23*(2), 145-160.
Dodge, J. D., Dodge, J., & Dodge, D. (1985). Marine dinoflagellates of the British Isles.
Faust, M. A., Litaker, R. W., Vandersea, M., Kibler, S., & Tester, P. A. (2005). Dinoflagellate, diversity and abundance in two Belizean coral reef-mangrove lagoons: A test of Margalefs Mandala. *Atoll Research Bulletin* NO 534, pp 30. DOI: 10.5479/si.00775630.534.105.
Fensome, R. A. (1993). A classification of living and fossil dinoflagellates. *Micropaleontology, special publication 7*, 1-351.
Gárate-Lizárraga, I., & Muñetón-Gómez, M. d. S. (2008). Bloom Of Peridinium Quinquecorne Abé In La Ensenada De La Paz, Gulf Of California (July 2003). *Acta botánica mexicana* (83), 33-47.
Guillard, R. R. (1975). Culture of phytoplankton for feeding marine invertebrates. In *Culture of marine invertebrate animals* (pp. 29-60): Springer.
Hasle, G. R., Syvertsen, E. E., Steidinger, K. A., Tangen, K., & Tomas, C. R. (1996). Identifying marine diatoms and dinoflagellates. Elsevier.
Horiguchi, T., & Pienaar, R. (1986). Ultrastructure of a marine dinoflagellate, Peridinium quinquecorne with special reference to its endosymbiotic alga. *Electron Microscopy Society of Southern Africa*. *16*, 107-108.
Horiguchi, T., & Pienaar, R. (1991). Ultrastructure of a marine dinoflagellate, Peridinium quinquecorne Abé (Peridiniales) from South Africa with particular reference to its chrysophyte endosymbiont. *Botanica Marina 34*(2), 123-132.
Horstmann, U. (1980). Observations on the Peculiar Diurnal Migration of a Red Tide Dinophyceae in Tropical Shallow Waters 1. *Journal of Phycology 16*(4), 481-485.
Ibrahim, F., & Al-Shawi, I. (2015). Potential Harmful Dinoflagellates of Iraqi Coastal Marine Waters. *International Journal of Marine Science, 5*(60): 1-6. doi: 10.5376/ijms.2015.05.0060.
Karlson, B., Andersen, P., Arneborg, L., Cembella, A., Eikrem, W., John, U., ... & Suikkanen, S. (2021). Harmful algal blooms and their effects in coastal seas of Northern Europe. Harmful Algae, 102, 101989.
Khatami, S., Valinassab, T., & Seraji, F. (2012). Seasonal Changes of Phytoplanktons in the Littoral Waters of Larak Island (Persia Gulf). Iranian Journal of Biology *25*(1), 1- 6.
Konovalova, G., Orlova, T. Y., & Pautova, L. (1989). Atlas of phytoplankton of the Sea of Japan. In: Nauka, Leningrad.
Mohammad-Noor, N., Daugbjerg, N., Moestrup, O., & Anton, A. (2005). Marine epibenthic dinoflagellates from Malaysia--A study of live cultures and preserved samples based on light and scanning electron microscopy. *Nordic Journal of Botany 24*(6), 629-690.
Okolodkov, Y. B., Campos-Bautista, G., & Gárate-Lizárraga, I. (2016). Circadian rhythm of a red-tide dinoflagellate Peridinium quadridentatum in the port of Veracruz, Gulf of Mexico, its thecal morphology, nomenclature and geographical distribution. *Marine Pollution Bulletin 108*(1-2), 289-296.
Okolodkov, Y. B., Campos-Bautista, G., Gárate-Lizárraga, I., González-González, J. A. G., Hoppenrath, M., & Arenas, V. (2007). Seasonal changes of benthic and epiphytic dinoflagellates in the Veracruz reef zone, Gulf of Mexico. *Aquatic microbial ecology, 47*(3), 223-237.
Pérez-Morales, A., Aké-Castillo, J. A., & Campos-Bautista, G. (2015). *Eutrophication due to sewage discharges causes blooms of Peridinium quinquecorne (Dinophyceae) off the coasts of the Port of Veracruz, Mexico*. Paper presented at the 10th Iberian and 7th Iberoamerican Congress on Environmental Contamination and and Toxicology, Portugal.
Pertola, S., Faust, M. A., & Kuosa, H. (2006). Survey on germination and species composition of dinoflagellates from ballast tanks and recent sediments in ports on the South Coast of Finland, North-Eastern Baltic Sea. *Marine Pollution Bulletin 52*(8), 900-911.
Saburova, M., Al-Yamani, F., & Polikarpov, I. (2009). Biodiversity of free-living flagellates in Kuwait's intertidal sediments. *BioRisk 3*, 97.
Shamsudin, L., Awang, A., Ambak, A., & Ibrahim, S. (1996). Dinoflagellate bloom in tropical fish ponds of coastal waters of the South China Sea. *Environmental monitoring and assessment 40*(3), 303-311.
Subrahmayan, R. (1971). The Dinophyceae of the Indian Seas. Part 2. Family Peridiniaceae Schutt emend. Lindemann. *Marine Biology Assoc. India* 2, 1–334.
Tomas, C. R. (1997). *Identifying marine phytoplankton*: Elsevier.
Trigueros, J. M., & Orive, E. (2000). Tidally driven distribution of phytoplankton blooms in a shallow, macrotidal estuary. *Journal of Plankton Research 22*(5), 969-986.

Turki, S., & El Abed, A. (2001). On the presence of potentially toxic algae in the lagoons of Tunisia. *Harmful Algae News 22*(10).
Viner-Mozzini, Y., Zohary, T., & Gasith, A. (2003). Dinoflagellate bloom development and collapse in Lake Kinneret: a sediment trap study. *Journal of Plankton Research 25*(6), 591-602.
Yan, T., Zhou, M.-J., & Zou, J.-Z. (2002). A national report on harmful algal blooms in China. *Harmful algal blooms in the PICES region of the North Pacific, 21*.