مجلهٔ ترویجی بوم‌شناسی منابع آبی
دورهٔ ۵، شمارهٔ ۱، بهار و تابستان ۱۴۰۰

بررسی وقوع شکوفایی فیتوپلانکتونی در آب‌های ساحلی دریای عمان با تأکید بر گونهٔ ریزجلبک *Noctiluca scintillans*

زهرا امینی خوئی، سلیم جدگال، قاسم رحیمی قره میر شاملو

سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، موسسهٔ تحقیقات علوم شیلاتی کشور، مرکز تحقیقات شیلاتی آب‌های دور ،چابهار، ایران.

نویسندهٔ مسئول: zamini.41@ gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۱/۱۹ تاریخ انتشار: ۱۴۰۱/۳/۱۶

چکیده

یکی از پدیده‌های مهم و موردتوجه در آب‌های دریایی شکوفایی فیتوپلانکتونی یا کشند است. افزایش ناگهانی ریزجلبک‌های دریایی در مناطق ساحلی و یا دور از ساحل در دریاها و اقیانوس‌ها قابل‌رؤیت می‌باشد. این شکوفایی‌ها می‌تواند مربوط به ریزجلبک‌های سمی و یا غیر سمی باشند که در حالت عمومی منجر به کاهش اکسیژن محلول در آب و درنتیجه از بین رفتن آبزیان خواهد شد. در شکوفایی‌های سمی، خطر بیشتری در کمین آبزیان و همچنین انسان‌ها است زیرا سموم آزادشده آبشش، کبد و کلیه آبزیان را موردحمله قرار داده و بنابراین پدیدهٔ کشند تأثیرات مستقیم و غیرمستقیمی بر اقتصاد، سلامت و امنیت زیستی ساحل نشنیان دارد. در سال‌های اخیر گزارشات زیادی در مورد وقوع و گسترش کشندهای مختلف فیتوپلانکتونی در بخش‌های شمالی دریای عمان (کشور ایران) و جنوبی (کشور عمان و سایر مناطق مرتبط) منتشرشده است و جلبک‌های عامل ایجاد کشند شناسایی و معرفی گردیده‌اند. یکی از شایع‌ترین و گسترده‌ترین آنها شکوفایی‌های مربوط به ریزجلبک جنس *Noctiluca scintillans* بوده است. در این مطالعه به بررسی تاریخچهٔ کشندهای فیتوپلانکتونی در آب‌های دریای عمان، علت احتمالی وقوع آنها، جمعیت‌های فیتوپلانکتونی با شیوع بالا و به‌طور ویژه به شکوفایی‌های مربوط به جنس *N. scintillans* پرداخته خواهد شد.

واژه‌های کلیدی: شکوفایی فیتوپلانکتونی، خصوصیات آب، دریای عمان، *Noctiluca scintillans*

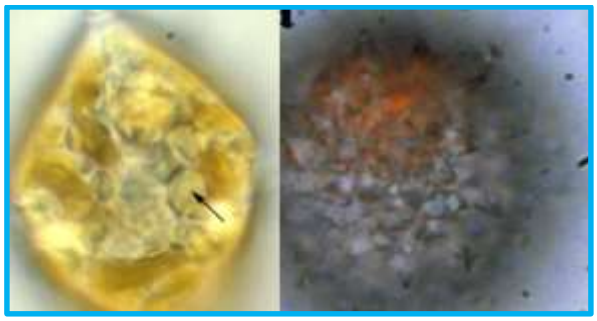
مقدمه

ریزجلبک‌ها یا فیتوپلانکتون‌ها به‌طور طبیعی در دریاها و آب‌های شیرین حضور دارند و به‌عنوان اولین زنجیره و پایهٔ هرم غذایی نقش مهمی در اکوسیستم‌های آبی ایفا می‌کنند، اما در مواقعی به دلیل مساعد شدن شرایط رشد و تکثیر آنها به‌سرعت افزایش می‌یابند که منجر به ایجاد شکوفایی جلبکی یا پدیدهٔ کشند می‌گردد (سراجی، ۱۳۷۹). بالا رفتن جمعیت فیتوپلانکتون‌ها ممکن است در جنس‌های سمی و یا غیر سمی اتفاق افتد و میزان گسترش آن در هر دورهٔ زمانی و مکانی متفاوت از یکدیگر باشد. شکوفایی فیتوپلانکتونی یا کشند به چند دلیل، خطر جدی برای آبزیان محسوب می‌شود که مهم‌ترین آن تغییر رنگ آب و درنتیجه کاهش نفوذ نور کافی و پایین آمدن اکسیژن محلول در آب است که منجر به خفگی ماهی‌ها، صدف‌ها و سایر آبزیان می‌گردد (سراجی و همکاران، ۱۳۸۸). درصورتی‌که افزایش ناگهانی در جمعیت‌های سمی ریزجلبک‌ها رخ دهد، تبعات خطرناک‌تری متوجهٔ آبزیان و حتی انسان‌ها خواهد شد زیرا سموم مترشحه از آنها تأثیر قابل‌ملاحظه‌ای بر اندام‌های گوارشی بدن مانند کبد و یا کلیه و اعصاب خواهد داشت؛ بنابراین، شکوفایی‌های فیتوپلانکتونی از چند منظر آثار زیانباری دارند که تخریب اکوسیستم دریایی، اختلال در فعالیت‌های صیادی، آبزی‌پروری ساحلی و آسیب به‌سلامت جوامع انسانی محلی ازجمله آنها می‌باشند. برای مثال، بر اساس گزارش‌های ثبت‌شده در سال ۲۰۰۱، حدود ۲۰ تن ماهی در منطقه جاسک و ۱۰۰ تن نیز در سواحل کویت و در سال ۲۰۰۹ حدود ۶۰۰ تن ماهی در سواحل امارات و همچنین در سواحل ایران در حدود ۷۰۰ تن ماهی براثر بروز پدیدهٔ شکوفایی جلبک‌های مضر تلف‌شده‌اند (نصیرآبادی و برزیکار، ۱۳۸۹). علاوه بر آن صنعت توریسم و جذب گردشگر ساحلی نیز ممکن است به دلیل تغییر رنگ (بنفش تا صورتی، قرمز یا سبز) و احساس بوی تعفن در منطقه در بسیاری از مواقع تحت شعاع قرار گیرد. ریزجلبک‌هایی نظیر دینوفلاژله‌ها، سیانوباکترها، دیاتومه‌ها و سایر فیتوپلانکتون‌ها در بروز این پدیده دخیل هستند. با توجه به جوانب منفی این رویداد، شناسایی، پایش و همچنین آگاهی‌رسانی به‌موقع برای انجام اقدامات محافظت از آسیب‌های احتمالی آن اهمیت ویژه ای دارد.

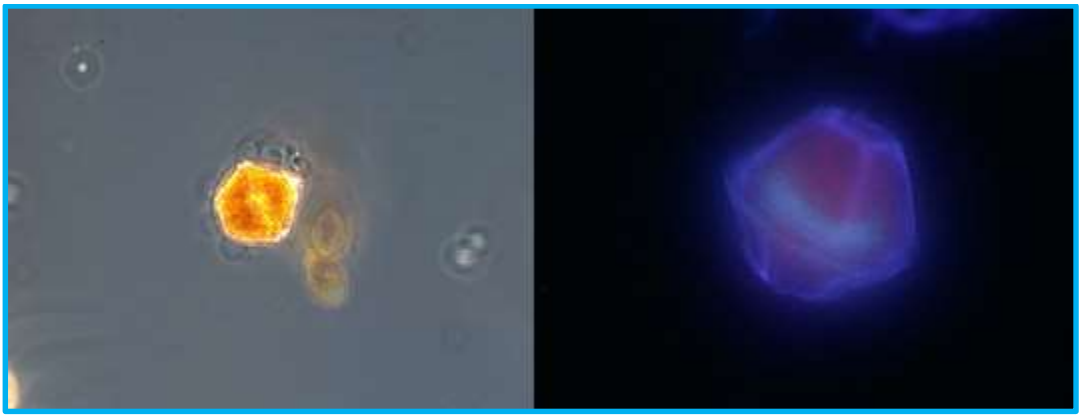
۱-تاریخچهٔ وقوع کشند در آب‌های ساحلی دریای عمان در ایران

پدیدهٔ شکوفایی جلبکی و یا کشند در اکثر اقیانوس‌ها و دریاهای جهان رخ می‌دهد. با توجه به ارتباط آب‌های دنیا با یکدیگر و تحت تأثیر قرار گرفتن دریای عمان از طریق اقیانوس هند، تأثیرات این رخداد طبیعی در آب‌های این منطقه نیز قابل‌مشاهده است؛ بنابراین وقوع کشند در آب‌های دریای عمان نیز بارها مشاهده و گزارش‌شده است. در این راستا پروژه‌های مطالعاتی در جهت پایش پدیدهٔ کشند در کشورهای مختلف جهان و همچنین در سواحل خلیج‌فارس و دریای عمان صورت گرفته است. در حقیقت می‌توان گفت اکثر مطالعات و پایش‌های صورت گرفته در داخل کشور تمرکز بیشتری بر آب‌های ساحلی خلیج‌فارس تا تنگهٔ هرمز در استان هرمزگان دارد و در مورد سواحل دریای عمان که اختصاصاً در استان سیستان و بلوچستان واقع‌شده‌اند اطلاعات محدودتری در دسترس می‌باشد. در ادامه به‌مرور اطلاعاتی که در تحقیقات یا گشت‌های مختلف دریایی به دست آمده پرداخته خواهد شد. در طی سال‌های ۸۰-۱۳۷۰ بیش از ۳۶ بار شکوفایی جلبکی در خلیج‌فارس و دریای عمان گزارش‌شده است که بیشتر این کشندها در ماه‌های بعد از مونسون و در فصل پاییز و زمستان اتفاق افتاده است (زرشناس و همکاران، ۱۳۹۳). نتایج پایش فیتوپلانکتونی از سال ۱۳۷۳ تا ۱۳۸۶ نشان داد که فراوانی گونه-های *Noctiluca* sp., *Nitzschia* sp., *Trichodesmium* sp. و *Oscilatoria* sp. در آب‌های این منطقه بالاتر از سایر گونه‌ها بوده است. در سال ۱۳۸۷، در دریای عمان، تنگهٔ هرمز و خلیج‌فارس کشند قرمز گونه *Cochlodinium polykrikoides* رخ داد که در شمال تنگهٔ هرمز بسیار طولانی و دوره‌ای تقریباً ۹ ماهه در این منطقه گسترش یافت و این کشند در سواحل جنوبی دریای عمان در کشور عمان و بندر مسقط نیز گزارش شد (حمزه‌ای و همکاران، ۱۳۹۵). مطالعهٔ Attaran-Fariman در سال ۲۰۱۲ نیز نشان داد که سیست گونه‌های مضر *Scrippsiella trochoidea* و

Lingulodinium polyedrum در رسوبات سواحل استان سیستان و بلوچستان وجود داشته و احتمال بلوم در صورت مستعد شدن شرایط برای آن وجود دارد (Attaran-Fariman *et al*., 2012).



شکل ۱. گونهٔ *Scrippsiella trochoidea*



شکل ۲. گونهٔ *Lingulodinium polyedrum*

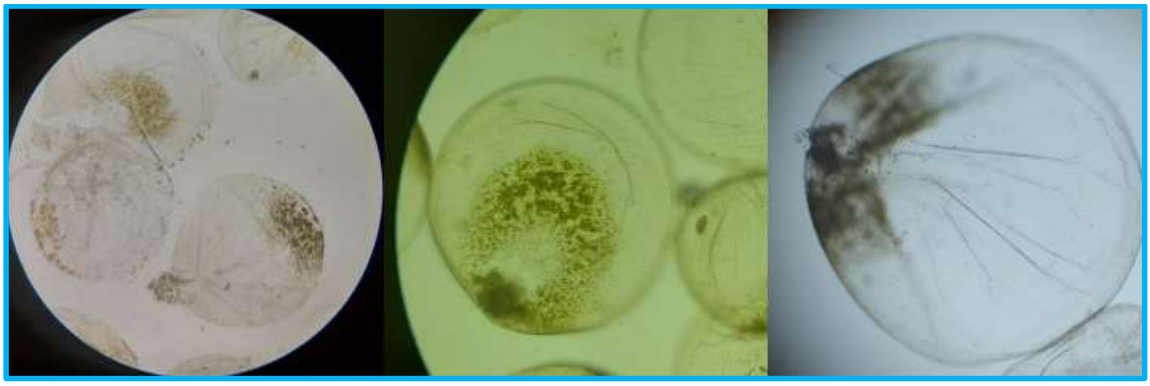
۲-علت‌های احتمالی وقوع کشندهای دریای عمان

بسیاری از کشورهای ساحلی در نقاط مختلف دنیا با پدیدهٔ شکوفایی جلبکی مضر یا کشند روبرو هستند و این رخداد یک چالش جدی برای آنها ایجاد کرده است؛ بنابراین، مطالعات متعددی در خصوص شناخت عوامل مؤثر بر بروز پدیدهٔ کشند در سراسر جهان صورت گرفته است. محققین معتقدند علت وقوع شکوفایی‌های پلانکتونی یا کشند پیچیده و درنتیجه تأثیر متقابل عوامل طبیعی محیطی و عوامل انسانی مختلف است. تغییرات پارامترهای فیزیک و شیمیایی آب مانند درجهٔ حرارت، شوری، مواد مغذی معدنی مانند نیترات و فسفات، مواد آلی و عناصر کمیاب از عوامل طبیعی و مؤثر در پدیدهٔ شکوفایی جلبکی محسوب می‌شوند (Chaghtai and Saifullah, 2006; Glibert, 2017; Xiang *et al*., 2019). سایر عوامل تأثیرگذار نظیر آلودگی‌های با منشأ انسانی و همچنین آلودگی‌های بیولوژیکی نظیر ورود گونه‌های مهاجم فیتوپلانکتونی نیز ممکن است در شکل‌گیری و گسترش کشندهای وسیع مؤثر باشند. در آب‌های آزاد، به دلیل تبادلات آب و همچنین وجود جریانات دریایی کشندها عمر نسبتاً کوتاه‌تری دارند. اطلاعات به‌دست‌آمده از ویژگی‌های فیزیک و شیمیایی آب دریای عمان نشان داده است که تغییرات دمایی آب دریای عمان به دلیل عمق زیاد و ارتباط با اقیانوس هند نسبت به خلیج‌فارس کمتر

است. ترموکلاین در این پهنهٔ آبی در همهٔ فصول سال برقرار است و تنها نقطهٔ شروع و پهنای شکست لایهٔ حرارتی آن در فصول مختلف متفاوت است (ابراهیمی، ۱۳۸۴).

۳-روند تغییرات ساختار اجتماعات فیتوپلانکتونی در دریای عمان

در سال‌های اخیر تغییرات مشهودی در میزان تنوع گونه‌ای فیتوپلانکتون‌ها و کشندهای مرتبط به آنها در دریای عمان مشاهده‌شده است که عمدهٔ این کشندها ناشی از شکوفایی گونه‌های *Trichodesmium* sp., *Nitzschia* sp. *Noctiluca* sp. و Oscilatoria sp. بوده است (مطلبی و همکاران، ۱۳۹۲). در طرح پایش کشند که توسط مطلبی و همکاران در سال ۱۳۹۲ بررسی شد، مشخص شد که گونه‌های فیتوپلانکتون دیاتومه *Rhizosolenia sp*، *Liptocylindrus sp.* *Chaetoceros sp.* *Pleurosigma sp.* *Nitzschia sp.* *Navicula sp.* و *Phormidium sp.* دینوفلاژله *Gymnodinium Peridinium sp.* *Prorocentrum sp.* *Noctiluca sp.* *Ceratium sp.* و جلبک سبز آبی *Oscillatoria sp.* در طول سال از تراکم بالایی برخوردار هستند. علاوه بر این در سال‌های اخیر ۹۷-۹۹ در پی گزارشات صیادان و افراد محلی که شاهد تغییر رنگ آب و استشمام بوی بد در مکان‌های شکوفایی بودند، نمونه‌برداری‌های مقطعی توسط مرکز تحقیقات آب‌های دور چابهار از محل‌هایی که رنگ سبز گزارش و رؤیت شده بود به عمل آمد. نتایج مشاهدات (منتشرنشده) حاکی از حضور دینوفلاژله *Noctiluca scintillans* از اواخر شهریور تا زمستان در آب‌های خلیج چابهار و همچنین اسکله‌های صیادی رمین و بریس بوده است؛ بنابراین با توجه به میزان شیوع بالای این دینوفلاژله در آب‌های دریای عمان و اهمیت کشند گستردهٔ این‌گونه در ادامه سعی خواهد شد اطلاعات بیشتری از زیست‌شناسی، رژیم غذایی و میزان وقوع کشند گونه *Noctiluca scintillans* آورده شود.



شکل ۳. تصویر میکروسکوپی گونهٔ *Noctiluca scintillans*

۴-زیست‌شناسی و رژیم غذایی دینوفلاژله *Noctiluca scintillans*

دینوفلاژلهٔ *N. scintillans*، یک جلبک تک‌سلولی هتروتروف با رنگ صورتی مایل به قرمز یا مایل به سبز درخشان است. ازلحاظ اندازه نسبتاً بزرگ و هم‌اندازه با میکرو تا مزوزئوپلانکتون‌ها و در حدود ۵۰۰ تا ۲۰۰۰ میکرومتر می‌باشد. دارای یک تاژک (فلاژله) است که از آن برای شکار و هدایت مواد غذایی به داخل دهان استفاده می‌کند. دارای خاصیت نورزایی می‌باشد و در هنگام کشند، رنگ درخشنده‌ای در دریا ایجاد می‌کند (Chaghtai and Saifullah, 2006). اگرچه این‌گونه غیر سمی تشخیص داده‌شده است، اما مشخص‌شده است که این‌گونه قادر به ترشح آمونیاک به درون آب می‌باشد که تأثیر منفی بر

موجودات آبزی دارد. در بسیاری از مواقع ریزجلبک سبز *Pedinomonas noctilucae* از خانوادهٔ Prasinophyceae به‌صورت همزیست با این دینوفلاژله دیده‌شده است که به همین دلیل در بسیاری از اوقات به رنگ سبز دیده می‌شود. در مواردی که این همزیست در این جلبک حضور ندارد به رنگ قرمز دیده می‌شود. اخیراً محققین دریافته‌اند که این دینوفلاژله می‌تواند به‌عنوان حامل (vector) عمل کرده و سم فیکوسیانین را به سطوح بالاتر زنجیرهٔ غذایی انتقال دهد. ازنظر نوع رژیم غذایی، این‌گونه یک گونهٔ فاگوتروف است که علاوه بر فیتوپلانکتون‌ها از باکتری‌ها، دتریت‌ها، تک‌یاخته‌ها، کوپه‌پود و تخم ماهی‌ها نیز تغذیه می‌کند. سهم هرکدام از طعمه‌ها در تغذیهٔ این جلبک هنوز به‌طور واضح آشکار نیست. به‌طورکلی در دسترس بودن فیتوپلانکتون‌ها به‌عنوان طعمه یکی از عوامل مهم برای پراکنش آن محسوب می‌شود و در برخی گزارشات شکوفایی آن به دنبال شکوفایی دیاتوم‌ها دیده‌شده است. به دلیل سایز نسبتاً بزرگ این ریزجلبک که معادل میکرو تا مزوزئوپلانکتون‌ها است توان رقابت با آنها را دارد و در بسیاری موارد با مصرف منابع غذایی جوامع زئوپلانکتون را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Turkoglu, 2013).

۵-میزان شیوع کشند دینوفلاژله *N. scintillans* در ایران و جهان

افزایش تعداد سلول‌ها تا میزان ۱۰۰۰ عدد در هر لیتر سبب ایجاد شکوفایی یا کشند در گونهٔ *N. scintillans* خواهد شد. در گونه‌های فیتوپلانکتونی با اندازهٔ کوچک‌تر مانند پریدینیوم، تراکم بایستی به بیش از ۲۰۰۰۰۰۰ سلول در لیتر برسد تا ایجاد شکوفایی نماید. در کشندهای ترکیبی که چند گروه فیتوپلانکتونی موجب بروز کشند می‌شوند این ارقام تا حدودی متفاوت خواهند بود. کشند *N. scintillans* هم به رنگ سبز و هم قرمز_ صورتی قابل‌مشاهده است. کشندهای صورتی بیشتر در مناطق معتدله و نیمه گرمسیری و کشندهای سبز در مناطق گرمسیری در غرب اقیانوس آرام و اقیانوس هند گزارش‌شده‌اند. بر اساس تحقیقاتی که در زمینهٔ شناسایی پلانکتون‌ها و کشند قرمز از سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۹ در پژوهشکدهٔ اکولوژی خلیج‌فارس و دریای عمان به‌عمل‌آمده، شکوفایی نوکتیلوکا *Noctiluca* در اکثر مواقع در ماه‌های سرد سال رخ‌داده است. نکتهٔ قابل‌ملاحظه آن است که تا سال ۱۳۸۹ کشند نوکتیلوکا به رنگ قرمز و نارنجی قابل‌مشاهده بوده ولی در چند سال اخیر شکوفایی این دینوفلاژله منجر به ایجاد رنگ سبز در دریا شده است که می‌تواند ناشی از حضور ریزجلبک سبز همزیست با این دینوفلاژله باشد. پیش از این در اکثر موارد شکوفایی جلبک و تغییر رنگ آب ناشی از شکوفایی ریزجلبک *N. Scintillans* در مناطق معتدل و نیمه گرمسیری با دمای آب بین ۲۵ تا ۳۰ درجهٔ سانتی‌گراد ثبت‌شده بود، اما اخیراً گزارشات بسیاری از وقوع کشند در مناطق گرمسیری اقیانوس هند نیز ثبت‌شده است. شکوفایی این‌گونه در شمال اقیانوس هند، توسط کشورهای پاکستان (Chaghtai and Saifullah, 2006) و هند (Sahayak *et al*., 2005)، در شرق این اقیانوس توسط اندونزی و استرالیا (Dela-Cruz *et al*., 2002)، در غرب اقیانوس توسط عربستان (Mohamed and Mesaad, 2007) و در قسمت شمال غرب این اقیانوس در قسمت‌هایی از دریای عمان (Al-Zari *et al*., 2007) گزارش‌شده است. وقوع کشندهای *N. Scintillans* از اوایل سال ۱۹۰۰ در امتداد ساحل شرقی دریای عرب ثبت‌شده است. برخی محققین معتقدند که بادهای خشک و خنک که از خشکی به‌طرف اقیانوس می‌وزند سبب اختلاط لایه‌های مواد مغذی در طول زمستان در شمال این دریا شده و منجر به ایجاد شرایط مناسب برای وقوع شکوفایی فیتوپلانکتونی در آب‌های این مناطق شده است. از طرفی به دلیل آنکه دریای عرب توسط مناطق خشک و غبارآلود احاطه‌شده عناصر غذایی و فلزات کمیاب از این مناطق به دریا واردشده است (Nezlin *et al*., 2010). شکوفایی سبز *N. scintillans* به‌طور مداوم در طی پنج سال ۲۰۰۴-۱۹۹۹ در هر دو ساحل کراچی و بلوچستان پاکستان در دمای ۲۲-۱۹ درجهٔ سانتی‌گراد مشاهده شد (Munir *et al*., 2013). ورود فاضلاب‌های شهری و کشاورزی نیز می‌تواند علت دیگری برای تحریک وقوع شکوفایی این جلبک در این منطقه باشد. در مطالعهٔ Chaghtai and Saifullah در سال ۲۰۰۶ شکوفایی دینوفلاژله *N. scintillans* در آب‌های ساحلی کشور پاکستان با تراکم سلولی ۳۱۰۰-۲۳۰۰ سلول در لیتر گزارش شد. محققین این مطالعه بیان داشتند که

نوکتیلوکا در آب‌های دور از ساحل به رنگ قرمز و در خط ساحلی که غنی از مواد مغذی بوده است به رنگ سبز قابل‌ردیابی بوده است.

در سال‌های اخیر تغییر مشهودی در نوع گونهٔ کشند اتفاق افتاده است به‌طوری‌که کشندهای دینوفلاژله‌ها جایگزین دیاتومه‌ها شده‌اند که در مورد علت این تغییر و جایگزینی در بین محققین اتفاق‌نظر وجود ندارد. برای مثال، do Rosario Gomes و همکاران (۲۰۰۸) گزارش دادند که جمعیت فیتوپلانکتون‌ها در دریای عرب از دیاتوم‌ها به دینوفلاژله‌ها به‌ویژه گونهٔ *N. scintillans*، تغییر کرده است که دلیل آن می‌تواند مربوط به انتشار فاضلاب‌های غنی از مواد مغذی از کشورهای ساحلی این منطقه باشد. داده‌های گونه‌های فیتوپلانکتون جمع‌آوری‌شده در سواحل عمان از اکتبر ۲۰۰۴ نشان می‌دهد که شکوفایی‌های بزرگ *N. scintillans* در خلیج‌عمان طی مونسون شمال شرقی (نوامبر- ژانویه) شیوع بیشتری پیداکرده و تا بهار ماندگار مانده است (do Rosario Gomes *et al*., 2008).

شکل ۴. شیوع کشند دینوفلاژله *N. scintillans* در سواحل بریس استان سیستان و بلوچستان

برخی دانشمندان معتقدند که در شرایط محدودیت مواد مغذی محیط، رشد و تکثیر دیاتومه‌ها کاهش‌یافته درحالی‌که در چنین شرایطی دینوفلاژله‌ها، به‌خصوص *N. scintillans* با استفاده از تاژک فعال خود مواد مغذی را به دام انداخته و شرایط مناسب رشد و تکثیر را فراهم می‌کند. از طرف دیگر، دینوفلاژله‌ها قادرند علاوه بر نیترات، از شکل‌های آلی نیتروژن مانند اوره نیز استفاده کنند (Glibert, 2017). علاوه بر این مشخص‌شده است که رشد آن با افزودن اوره بهتر از نیترات یا آمونیاک بوده است (Tan *et al*., 2016)؛ بنابراین، تجمع مواد مغذی آلی ناشی از شکوفایی‌های طولانی‌مدت و مکرر و همچنین تخلیهٔ رودخانه‌های حامل کودهای ازته کشاورزی سبب تشدید شکوفایی *N. scintillans* خواهد شد (Goes *et al*., 2018). یک مطالعهٔ دیگر نشان داده است که کشند سبز *N. scintillans* با شرایط کمبود اکسیژن و محدودیت نور در دریای عرب سازگار بهتری داشته است زیرا همزیست (endosymbiont)، *Pedinomonas noctilucae*، ظرفیت فتوسنتز آن را ۲۵-۳۰۰ افزایش داده است (Wang *et al*., 2016). بر اساس مطالعه Xiang و همکاران در سال ۲۰۱۹ که با آنالیز داده‌های حسگر از راه دور (remote sensing) و مدل عددی در آب‌های پاکستان به‌دست‌آمده آمد دمای مناسب (~۲۴ درجهٔ سانتی‌گراد)، شوری کم و شرایط نور کم در لایهٔ زیرسطحی، همچنین تجمع مواد مغذی آلی و کمبود سیلیکات مناسب برای رشد *N. scintillans* و رقابت و غلبهٔ آن بر دیاتومه‌ها تشخیص داده شد.

توصیهٔ ترویجی

بر اساس نتایج مطالعات مختلف در مورد علت وقوع کشند *Noctiluca* این نتیجه به‌دست‌آمده که ترکیب ساختار مواد مغذی و هیدرودینامیک نقش مهمی در شیوع کشند این‌گونه دارد. به‌طورکلی به نظر می‌رسد چندین عامل بر شکل‌گیری کشند در آب‌های دریای عمان مؤثرند که عبارت‌اند از دما، شوری، نور و مواد مغذی. گسترش شکوفایی جلبکی نیز نتیجهٔ تأثیر متقابل و پیچیدهٔ دمای آب، رطوبت هوا، باران، سرعت و جهت باد، جزر و مد، توپوگرافی هر منطقه و جریان‌های اقیانوسی و همچنین میزان در دسترس بودن مواد مغذی است. بر این اساس توصیه می‌گردد عوامل یادشدهٔ موثر در وقوع پدیدهٔ کشند پایش شده تا شرایط بروز این پدیده پیش‌بینی گردد.

منابع

۱- ابراهیمی، م.، ۱۳۸۴. بررسی هیدرولوژی و هیدروبیولوژی خلیج‌فارس. موسسهٔ تحقیقات شیلات ایران، پژوهشکده اکولوژی خلیج‌فارس و دریای عمان، ۳۸۳ صفحه.

۲- حمزه‌ای، ص.، ملکوتی، ح.، غیبی، ا. و رضازاده.، م.، ۱۳۹۵. بررسی روش‌های تعیین میزان گسترش کشند سرخ در آب‌های خلیج‌فارس و دریای عمان با استفاده از سنجنده‌های ماهواره‌ای. بوم‌شناسی آبزیان، ۶ (۱): صفحات ۱۹-۱۲.

۳- زرشناس، غ.، مطلبی، ع.، محسنی زاده، ف.، دهقان، س.، سراجی، ف. و روحانی، ک.، ۱۳۹۳. بررسی شکوفایی جلبکی مضر (کشند قرمز) *Cochlodinium polykrikoides* در آب‌های خلیج‌فارس. مجلهٔ علمی شیلات ایران، ۲۳(۴): صفحات ۶۰-۴۹.

۴- سراجی، ف.، ۱۳۷۹. تراکم و تنوع جمعیت پلانکتونی در مناطق شرقی، مرکزی و غربی بندرعباس. مجلهٔ علمی شیلات ایران، ۹(۴): صفحات ۲۶-۱۵.

۵- سراجی، ف.، اسلامی، ف. و ابراهیمی م.، ۱۳۸۸. پراکنش و فراوانی گروه‌های مختلف فیتوپلانکتونی در آب‌های دریای استان هرمزگان، تنگهٔ هرمز و خلیج‌فارس. مجلهٔ علمی شیلات ایران، ۱۸(۴): صفحات ۷۸-۶۹.

۶- مطلبی، ع.، سراجی، ف.، دهقان، س.، محسنی زاده، ف و موسوی، س. ع.، ۱۳۹۲. پایش کشند قرمز در خلیج‌فارس و دریای عمان. مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، ۲۵۲ صفحه.

۷- نصیرآبادی، ن. و برزیکار، م.، ۱۳۸۹. بررسی نقش مواد مغذی فاضلاب‌ها بر روی گسترش فیتوپلانکتون *Cochlodinium polykrikoides* کشند قرمز در کرانه‌های شمال خلیج‌فارس (هرمزگان). چهارمین همایش تخصصی مهندسی محیط‌زیست، تهران، دانشگاه تهران، دانشکدهٔ محیط‌زیست.

8- Al-Azri, A., Al-Hashmi, K., Goes, J., Gomes, H., Rushdi, A.I., Al-Habsi, H., Al-Khusaibi, S., Al-Kindi, R. and Al-Azri, N., 2007. Seasonality of the bloom-forming heterotrophic dinoflagellate Noctiluca scintillans in the Gulf of Oman in relation to environmental conditions. *International Journal of Oceans and Oceanography*, *2*(1), pp.51-60.

9- Attaran-Fariman, G., Khodami, S. and Bolch, C. J. S., 2012. First observation of dinoflagellate resting cysts from recent sediments of the southeast of Iran. *Algological Studies*, 140: pp. 51-80.

10- Chaghtai, F.U.R.Q.A.N.A. and Saifullah, S. M., 2006. On the occurrence of green *Noctiluca scintillans* blooms in coastal waters of Pakistan, North Arabian Sea. *Pakistan Journal of Botany*, 38(3), 893 P.

11- Dela-Cruz, J., Ajani, P., Lee, R., Pritchard, T. and Suthers, I., 2002. Temporal abundance patterns of the red tide dinoflagellate *Noctiluca scintillans* along the south-east coast of Australia, *Marine Ecology Progress Series*, 236: pp. 75–88.

12- do Rosario Gomes, H., Goes, J.I., Matondkar, S.P., Parab, S.G., Al-Azri, A.R. and Thoppil, P.G., 2008. Blooms of *Noctiluca miliaris* in the Arabian Sea—An in situ and satellite study. Deep Sea Research Part I: *Oceanographic Research Papers*, 55(6), pp.751-765.
13- Glibert, P.M., 2017. Eutrophication, harmful algae and biodiversity—Challenging paradigms in a world of complex nutrient changes. *Marine Pollution Bulletin*, 124(2), pp. 591-606.
14- Goes, J.I., Gomes, H.D.R., Al-Hashimi, K. and Buranapratheprat, A., 2018. Ecological drivers of green Noctiluca blooms in two monsoonal-driven ecosystems. *In Global Ecology and Oceanography of Harmful Algal Blooms*, pp. 327-336.
15- Mohamed, Z.A. and Mesaad, I., 2007. First report on *Noctiluca scintillans* blooms in the Red Sea off the coasts of Saudi Arabia: consequences of eutrophication. *Oceanologia*, 49(3), pp. 337–351.
16- Munir, S., Naz, T., Burhan, Z., Siddiqui, P.J.A. and Morton, S.L., 2013. Seasonal abundance, biovolume and growth rate of the heterotrophic dinoflagellate (*Noctiluca scintillans*) from coastal waters of Pakistan. *Pakistan Journal of Botany*, 45(3), pp. 1109-1113.
17- Nezlin, N.P., Polikarpov, I.G., Al-Yamani, F.Y., Rao, D.S. and Ignatov, A.M., 2010. Satellite monitoring of climatic factors regulating phytoplankton variability in the Arabian (Persian) Gulf. *Journal of Marine Systems*, 82(1-2), pp. 47-60.
18- Sahayak, S., Jyothibabu, R., Jayalakshmi, K. J., Habeebrehman, H., Sabu, P., Prabhakaran, M. P., Jasmine, P., Shaiju, P., Rejomon, G., Thresiamma, J. and Nair K. K. C., 2005. Red tide of Noctiluca milliaris off south of Thiruvananthapuram.
19- Tan, Y.S., Ang, A., Gomes, H.R. and Goes, J.I., 2016. December. Could Aerosol Dust Plume-derived Trace Metals and Inorganic Nutrient be Fueling the Recent Growth and Proliferation of *Noctiluca scintillans* Blooms in the Arabian Sea? *In AGU Fall Meeting Abstracts*, pp. A31C-0038).
20- Turkoglu, M., 2013. Red tides of the dinoflagellate *Noctiluca scintillans* associated with eutrophication in the Sea of Marmara (the Dardanelles, Turkey). *Oceanologia*, 55(3), pp. 709-732.
21- Wang, L., Lin, X., Goes, J. I. and Lin, S., 2016. Phylogenetic analyses of three genes of *Pedinomonas noctilucae*, the green endosymbiont of the marine dinoflagellate *Noctiluca scintillans*, reveal its affiliation to the order Marsupiomonadales (Chlorophyta, Pedinophyceae) under the reinstated name *Protoeuglena noctilucae*. *Protist*, 167 (2), pp. 205–216.
22- Xiang, C., Tan, Y., Zhang, H., Liu, J., Ke, Z. and Li, G., 2019. The key to dinoflagellate (*Noctiluca scintillans*) blooming and outcompeting diatoms in winter off Pakistan, northern Arabian Sea. *Science of The Total Environment*, 694:133396.