فصلنامه انسان و محیط زیست، شماره ۵۶، بهار ۱۴۰۰

پدیده شکوفایی جلبکی معضل منابع آبی

ملیحه امینی[1]*

Amini.malihe@ujiroft.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۵/۱۱/۲۰ **تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۶/۰۸**

چکیده

پدیده کشند سرخ نوعی شکوفایی جلبکی است که موجب عدم نفوذ اکسیژن در لایه‌های عمیق‌تر آب می شود و با مصرف اکسیژن موجود در محیط آبی، شرایط را برای رشد و زندگی آبزیان بسیار سخت می کند و مرگ ماهیان را بدنبال دارد. شرایط شکوفایی جلبکی بسیار پیچیده است. در برخی مواقع این پدیده کاملا منشا طبیعی دارد و گاه از فعالیت‌های انسانی ناشی می‌شود. در شرایطی که منشا انسانی در بروز این پدیده مطرح است عوامل گوناگونی مانند ورود فاضلاب‌های انسانی و کشاورزی و صنعتی به منابع آبی که حاوی نیترات و فسفات هستند و به مقدار زیاد در کودهای کشاورزی استفاده می شوند، عوامل مهم و تاثیرگذار در تشدید شرایط کمبود اکسیژن در محیط آبی می باشند. همچنین افزایش گازهای گلخانه‌ای، گرد و غبار غنی از آهن، فاکتورهای هیدرولوژیک و تغییرات عظیم در آب و هوای جهانی، جابجایی و انتقال گونه‌های غیربومی از طریق آب توازن کشتی‌ها و بسیاری عوامل ناشناخته به عنوان عوامل تاثیرگذار در بروز این پدیده هستند. تاثیرات شکوفایی جلبک علاوه بر جانوران و آبزیان، مردم منطقه را نیز از نظر اقتصادی و بهداشتی متضرر خواهد کرد.

کلمات کلیدی: شکوفایی جلبکی، مخاطرات زیست محیطی ، آلودگی، پیشگیری.

۱- استادیار گروه علوم و مهندسی محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه جیرفت

Human and Environment, No. 56, Spring 2021

The Phenomenon of Algal Bloom Problem of Water Resources

Malihe Amini[1*]

Amini.malihe@ujiroft.ac.ir

Abstract

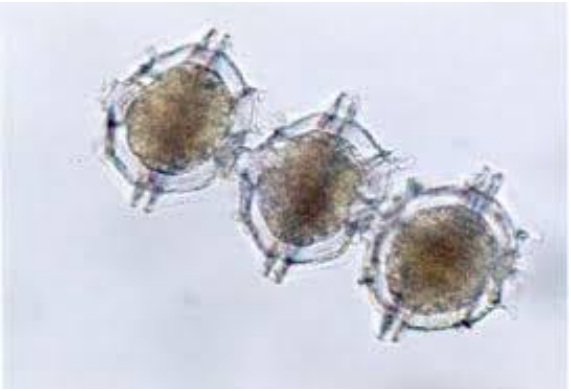
Red tide is an algal bloom phenomenon which causes a lack of oxygen in the deeper water layers and with consumption of oxygen in the water, conditions for growth and aquatic life will be very hard and also can cause fish death. Algal bloom is a very complex phenomenon. In some cases, it has quite natural origin and sometimes it is occurred due to anthropogenic activities. In the absence of anthropogenic cause of this phenomenon, there are varieties of factors such as wastewater, agricultural and industrial wastewaters which contains Nitrate and Phosphate and in large quantities used in agricultural fertilizers; important factors affecting the aquatic environment are exacerbated in low-oxygen conditions. Also increase in greenhouse gases, Iron-rich dust, hydrological factors and massive changes in global climate, handling and transport of non-indigenous species through ballast water of ships and many unknown factors are affecting on occurrence of the red tide. Algal bloom could affect the fishes, aquatic organisms, and also could have negative effects on economy and health of the local peoples in the affected region.

Key words: Algal Bloom, Environmental Hazards, Pollution, Prevention

1- Assistant Professor, Environmental Science and Engineering Department, Faculty of Natural Resources, University of Jiroft, Jiroft, Iran,

مقدمه

شکوفایی جلبکی به رشد بی‌رویه فیتوپلانکتون‌ها در آب اطلاق می‌شود که طی این رخداد تعداد فیتوپلانکتون‌ها در زمان کوتاهی به بیش از ۱۸۰۰ برابر مقدار نرمال خود می‌رسد. این پدیده با نام کشند قرمز (Red Tide) نیز خوانده می‌شود (۱). جلبک ها پس از باکتری های کلروفیل دار، ساده‌ترین موجودات دارای کلروفیل هستند که از تنوع زیادی برخوردارند و از گونه های میکروجلبک های تک سلولی تا ماکروجلبک ها را شامل می‌شوند (۲). آن ها در مقایسه با پیکر سبز تمامی گیاهان موجود در جنگل‌ها، مراتع و حتی اراضی کشاورزی نقش گسترده ای در انجام فرایند فتوسنتز در کره زمین دارا هستند (۳). با توجه به ویژگی رنگ آن ها، جلبک ها را به چهار رده سبز آبی، سبز، قهوه‌ای و قرمز تقسیم می کنند. بسیاری از جلبک ها با جابه جایی در منابع آبی، موجب انتشار کشند سرخ می گردند (۴). همچنین رشد جلبک ها زمینه آلودگی سواحل و اختلال در گردشگری را فراهم می کنند. خطرات احتمالی ناشی از پدیده کشند قرمز به دو دسته تقسیم می‌شود: گروه اول مربوط به تولید مواد سمی که خطراتی برای سلامتی انسان‌ها و حیوانات در اثر خوردن غذاهای دریایی سمی ایجاد می کند و گروه دوم که اثرات غیرسمی دارند شامل کمبود اکسیژن محلول آب و کاهش ملایمت و سازگاری موجودات در منطقه موردنظر (۵). سمیت حاصل از پدیده شکوفایی جلبکی در انسان‌ها خیلی شدیدتر اتفاق می افتد بویژه در مناطقی که از صدف‌ها و دیگر نرم‌تنان تغذیه می‌شود چون این جانداران نرم‌تن از جلبک های سمی تغذیه کرده و این مواد سمی را به مدت زیاد در خود نگه می‌دارند و انباشت می‌کنند (۶). در ادامه با حرکت مواد در طول زنجیره غذایی و دست به دست شدن بین موجودات مختلف غلظت آن افزایش می یابد و حتی ممکن است حالت کشنده در انسان ها به وجود آورد (۷). از بین جلبک های ایجاد کننده بلوم جلبکی دینوفلاژله ها با ایجاد سمیت، تاثیر زیادی بر شرایط زیستگاهی خواهد داشت. این جلبک ها تک سلولی و سبز رنگ هستند و با ترشح سم موجب اختلال در خصوصیات طبیعی محیط های آبی و از بین رفتن آبزیان می گردند. این جلبک ها در شرایط نامناسب دیواره سلولی شان ضخیم شده و با کاهش فعالیت های فیزیولوژیک تشکیل سیست داده و برای مدت طولانی زنده می مانند و خسارت به منابع آبی را ادامه می دهند (۸). براساس گزارش پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان گونه پلانکتونی شکوفا شده درخلیج فارس نوعی پلانکتون گیاهی به نام *Cochlodinium polykrikoide* از دو تاژکیان می باشد. وجود این گونه فیتوپلانکتون در خلیج فارس در گذشته گزارش نشده و یک جاندار مهاجم محسوب می شود. بر اساس گزارش های موجود دربرخی از کشورهای آسیای جنوب شرقی و قاره آمریکا گونه های دیگری از جنس Cochlodinim شکوفا شده که به عنوان یک موجود مشکل ساز شناخته شده و باعث مرگ و میر وسیع ماهیان گردیده است (۹) نمایی از این فیتوپلانکتون در شکل (۱) قابل مشاهده است.



شکل ۱- نمایی از فیتوپلانکتون *Cochlodinium polykrikoide* از عوامل اصلی ایجاد شکوفایی جلبکی

وضعیت منبع آبی و شرایط مناسب ایجاد پدیده شکوفایی جلبکی

عوامل محیط زیستی:

عوامل محیط زیستی شامل افزایش درجه حرارت آب، کاهش شوری، شرایط مناسب نور و مواد مغذی، آب گرم سطحی و فراهم بودن شرایط مطلوب مواد مغذی هستند. شکوفایی جلبکی معمولا در ارتباط با مقدار مواد مغذی ورودی مرتبط با

فاضلاب‌ها هستند (۱۰). در حالت ویژه‌ای از شکوفایی سیانوباکترها، گونه‌های تثبیت کننده نیتروژن تحت شرایط کمبود اکسیژن فعالیت بهتری دارند در نتیجه تولید نیتروژن و تشدید پدیده شکوفایی جلبکی با هم همزمان می شوند (۱۱). در بیشتر مواقع مواد مغذی از جریان ورودی آب وارد می‌شود و شامل فلزاتی مثل آهن هستند که ممکن است با رشد فیتوپلانکتون ها محدود شوند همچنین جریان ورودی ممکن است شامل مواد مغذی آلی ضروری از قبیل ویتامین‌ها باشد (۱۲ و ۱۳).

مکانیسم‌های فیزیکی تجمع دینوفلاژله‌ها:

مکانیسم‌هایی که از نظر فیزیکی باعث تجمع دینوفلاژله‌ها می شوند از جمله جریان‌های دریایی و بادهای ساحلی و بادهای آرام و ملایمی که از سمت دریا به سمت ساحل می‌وزند، باعث بروز پدیده‌ی شکوفایی می شوند. بادهای خاکی غنی از آهن حتی می‌توانند خصوصیات شیمیایی آب دریا را تغییر دهد (۱۴).

اثر توکسین:

در بعضی گونه‌های دینوفلاژله ترشح سم رشد دیگر گونه‌های فیتوپلانکتون ها را محدود می‌کند و بنابراین گونه‌های مضر بطور کامل، فیتوپلانکتون غالب می‌شود (۳).

تحرک دینوفلاژله‌ها و سیانوباکترها:

دینوفلاژله‌ها و سیانوباکترها هر دو متحرکند و می‌توانند در ستون آب مهاجرت کنند. آنها می‌توانند چندین متر در روز حرکت کنند و از لایه میانی آب (ترموکلاین)که تغییرات شدید درجه حرارت بین دو لایه بالا و پایین در آن اتفاق می افتد نیز بگذرند. این برای آنها یک مزیت فوق‌العاده و بزرگ محسوب می‌شود. آنها می‌توانند ساعت های روشن روز را نزدیک آب های سطحی روشن بگذرانند و در شب به آب های غنی از مواد مغذی که در لایه های زیرین قرار گرفته شده، بروند (۱۵). دینوفلاژله‌ها این کار را به وسیله حرکت تاژک ها انجام می-دهند در حالی که سیانوباکترها عمقشان را بوسیله تغییر شناوری سلول ها تنظیم می‌کنند. این مزیت فقط در صورتی می‌تواند سودمند باشد که ستون آب با ثبات باشد. بنابراین شکوفایی مضر معمولا نمی‌تواند توسعه پیدا کند، مگر اینکه بخش سطحی ستون آب پایدار باشد و یا جمعیت فیتوپلانکتونی نزدیک یک شکاف (بریدگی یا فاصله) چگال آب حبس شوند و به دام بیفتند (۱۶).

مرحله کیستی:

گونه‌های فیتوپلانکتونی مضر یک مرحله‌ی نهفته (Resting Stage) دارند که اغلب تحت شرایط محیطی نامطلوب ایجاد می‌شود اما ممکن است در ادامه از این حالت خارج شوند و دوباره به جریان بیفتند برای مثال یک طوفان دریایی کیست ها را از رسوبات به ستون آب می‌آورد و بنابراین دوره خواب آنها خاتمه می‌یابد. اگر بدنبال این رخداد فرسایشی، ستون آب باثبات باشد و مواد مغذی ورودی نیز فراوان باشد، شرایط مطلوب برای شکل گیری یک دوره شکوفایی مضر وجود خواهد داشت. در طوفان های دریایی ممکن است جمعیت کیست های فرورفته در رسوبات اعماق دریا وارد جریان ستون های آبی فعال شده و تبدیل به دینوفلاژله‌هایی شوند که باعث کشند سرخ خواهند شد. بنابراین اگر در منطقه ای یکبار پدیده کشند سرخ رخ دهد، این موضوع می‌تواند برای آینده نیز عینا مثل قبل تکرار گردد (۱۷ و ۱۸). پدیده کشند قرمز در آب های اطراف جزیره هرمز در شکل (۲) قابل مشاهده می باشد. تغییر رنگ آب مرز بین کشند سرخ و آب های طبیعی را نشان می دهد.

شکل۲- پدیده کشند قرمز در آب های اطراف جزیره هرمز

موارد اصلی ایجاد کننده پدیده شکوفایی جلبکی

بطور کلی فسفر و نیتروژن به طرق زیر وارد منابع آب می گردند:

۱. استفاده از شوینده ها
۲. کودهای کشاورزی
۳. نزولات جوی به طور غیرمستقیم با عبور از مزارع باعث شستشوی کودهای کشاورزی شده و از این طریق نیتروژن و فسفر کودها وارد رودخانه ها خواهند شد.
۴. فاضلاب های انسانی
۵. رواناب های مزارع کشاورزی و معادن

همه موارد ذکر شده موجب ورود حجم بالایی از مواد مغذی و به طور عمده فسفر و نیتروژن به منابع آبی می شوند که در ادامه با در دسترس بودن منابع غذایی مورد نیاز جلبک ها رشد شدید آن ها، کشند سرخ، کمبود شدید اکسیژن در منبع آبی، اختلال در عملکرد مطلوب موجودات و در حالات حاد و با تشدید شرایط مرگ موجودات آبزی اتفاق می افتد (۱۹).

علل ماندگاری شکوفایی جلبک

شرایط شکوفایی جلبکی بسیار پیچیده است و منشا کاملا طبیعی دارد و گاهی ازفعالیت انسان نیز ناشی می شود. در برخی مناطق این پدیده را فصلی می دانند که به جریانات اقیانوسی مرتبط است. اما در شرایطی که منشا انسانی در بروز این پدیده مطرح است ورود فاضلاب های انسانی و کشاورزی و صنعتی به منابع آبی و افزایش آلودگی سواحل، منجر به افزایش دمای آب خواهد شد (۱۹). همچنین ایجاد و افزایش گازهای گلخانه ای، گرد و غبار غنی از آهن، فاکتورهای هیدرولوژیکی و تغییرات عظیم در آب و هوای کره زمین، انتقال گونه‌های غیربومی از طریق آب توازن کشتی‌ها و سایر عوامل ناشناخته بعنوان عوامل تاثیرگذار در بروز این پدیده معرفی می‌شود (۱). بطورکلی در صورت افزایش میزان مواد غذایی غیرآلی مانند نیتروژن، فسفر و وجود ذرات معلق غنی از آهن و نور خورشید، شرایط شکوفایی جلبکی و به تبع آن کاهش اکسیژن محلول در آب فراهم می‌شود. تکثیر فیتوپلانکتون ها در اقیانوس به دسترسی آن ها به نیتروژن و فسفر بستگی دارد که به طور عمده و تاثیرگذار از منابع انسانی کشاورزی، شهری و صنعتی وارد منابع آبی می گردد (۴).

نتایج ناشی از وقوع پدیده شکوفایی جلبکی

غالب جلبک ها غیرسمی اند و تنها ۲٪ (۶۰ تا ۸۰ گونه) از ۳۴۰۰- ۴۰۰۰ فیتوپلانکتون های شناخته شده زیان آور یا سمی هستند. از خانواده فیتوپلانکتون ها تنها اعضای دو گروه جلبکی تک سلولی تحت عناوین دینوفلاژله‌ها و دیاتوم‌ها، تولید سمومی می کنند که برای انسان زیان‌آور هستند (۵). مصرف نرم‌تنان صدف دار، زئوپلانکتون ها و ماهیان سبزینه خواری که از جلبکهای سمی تغذیه شده‌اند می تواند باعث مسمومیت غذایی انسان شود. از آن جمله مسمومیت فلجی با صدف، مسمومیت فراموشی با صدف، مسمومیت اسهالی با صدف و مسمومیت با ماهیان است(۱۰). در سطح جهان، تقریبا سالانه از هر دو هزار مورد اختلال عصبی ناشی از مسمومیت جلبکی، ۱۵٪ با مرگ و میر توام است. بیشتر این سموم از خانواده نوروتوکسین بوده و در مقابل گرما مقاومند از این رو پخت و پز، موجب حذف سمیت آنها در مواد غذایی نمی گردد. در بسیاری از موارد، گونه‌های سمی با تراکم پایین وجود دارد و به این جهت اثرات زیان آوری بر انسان و محیط زیست ندارند اما سمیت بصورت عمومی با این موجودات زمانی روی می دهد که در تراکم بالایی انباشت می شوند. سموم آنها از طریق مصرف غذایی دریایی آلوده به سم و یا از طریق تنفس می تواند انسان را مسموم کند (۱۷). افزون بر مصرف مواد غذایی سمی، سموم مورد نظر به صورت غبار و یا به صورت فرار از طریق دستگاه تنفسی نیز وارد بدن انسان می شوند. مسمومیت با این سموم با علایمی همچون مور مور شدن دهان و لب ها شروع می شود و در ادامه بی‌حسی به سایر عضلات نیز کشیده شده و در نهایت فلج عضلات، نارسایی تنفسی و مرگ روی می دهد. بیشترین مسمومیت انسان ناشی از مصرف موجوداتی نظیر صدف ها و نرم تنان است زیرا این موجودات فیلتر کننده ذرات موجود در آب نظیر فیتوپلانکتون ها بوده و در نتیجه زمینه برای تجمع مواد سمی در سیستم هضم موجودات ذکر شده فراهم خواهد شد. مصرف این مواد غذایی حاوی سم توسط

گونه های مختلف نظیر پرندگان، پستانداران دریایی و انسان سبب بیماری و مرگ مصرف کنندگان می گردد(۱۵). علاوه بر گروه جلبک های سمی گروه دیگری از جلبک ها هستند که سمی نیستند ولی زیان آورند و در اصطلاح به آن ها جلبک های مضر گفته می شود. رشد این جلبک ها باعث کاهش میزان اکسیژن محلول در آب شده و خفگی و مرگ و میر آبزیان را به همراه دارد. این جلبک ها مخاط ژلاتینی قهوه ای ترشح می کنند که روی برانشی ماهی ها را گرفته و باعث خفگی آن ها می شود و حتی در اثر رشد زیاد و گستردگی در سطح آب از رسیدن نور و اکسیژن به اعماق دریا جلوگیری می کنند. رشد بالای این جلبک ها با ویژگی هایی چون بوی زننده ناشی از تجزیه باکتریایی و تشکیل کف همراه است (۲). سمی بودن این گونه جلبک ها هنوز نامعلوم است هرچند که جلبک کوکلودنیم با ترشح سم، موجب مرگ صدفهای خوراکی می شود ولی تماس فیزیکی انسان با این جلبک منجر به آزادسازی این سم نمی گردد. رشد و تکثیر این فیتوپلانکتون ها سبب مصرف زیاد اکسیژن محلول در آب شده و در نتیجه مرگ و میر ماهی‌ها را سبب می شود (۱۳).

راه کارهای مقابله با پدیده شکوفایی جلبکی

برای مقابله با شکوفایی جلبک های مضر می‌بایست از ورود مواد مغذی به دریا جلوگیری کرد. در این خصوص تصفیه فاضلاب های شهری، کشاورزی و صنعتی و جلوگیری از ورود مواد زائد فسفر و ازت‌دار به دریا باید در اولویت قرار گیرد. استخراج نفت با چهار برابر حجم آب شور و درجه حرارت بالا همراه است که حاوی مواد شیمیایی و آلودگی نفتی نیز می باشد. یکی از نکات مهم در کنترل شکوفایی جلبکی توجه و نظارت بر تصفیه این آب هاست. کنترل تخلیه آب توازن کشتی ها و شناسایی جلبک و یا کیست آنها نیز می تواند از بروز شکوفایی جلبکی جلوگیری کند. دیده‌بانی و نظارت ماهواره‌ای بر تغییرات منطقه از جمله نقاط قوت در کنترل شکوفایی جلبکی بشمار می رود. عکسبرداری به موقع، استفاده از نرم‌افزارهای کامپیوتری و ساخت مدل های کامپیوتری از جمله ابزاری برای پیش‌بینی بروز این پدیده خطرناک خواهند بود (۶).

برای انجام بهترین مدیریت و کنترل وقوع پدیده شکوفایی جلبکی موادر زیر قابل انجام هستند:

۱. انجام مطالعات و پایش های مستمر محیط زیستی
۲. پایش فیتوپلانکتون ها (داینوفلاژله‌ها و دیاتومه‌ها) شامل شناسایی گونه‌ای و تعیین تراکم
۳. پایش پارامترهای فیزیکی و شیمیایی (اکسیژن محلول،pH، شوری، حرارت و کدورت)
۴. پایش پارامترهای اقلیمی (سرعت باد، جهت باد، ارتفاع موج، سرعت و جهت جریان)
۵. پایش پارامترهای آلودگی (نیترات، فسفات و سیلیکات)
۶. پایش تعداد مرگ و میر و تعداد نمونه‌های تلف شده
۷. جلوگیری از تخلیه مستقیم فاضلاب انسانی و کشاورزی، بدون تصفیه یا با تصفیه ناقص به آب دریا
۸. رعایت دقیق تصمیمات اجرایی کمیته ملی مقابله با شکوفایی مضر پلانکتونی
۹. در کارخانجات صنعتی و مجتمع های گازی و پتروشیمی ضمن رعایت موارد فوق کنترل دقیق و مستمر سیستم های برداشت (Intake Water) و جلوگیری از بسته شدن منافذ و دریچه ها در اثر تراکم بالای پلانکتونی صورت گیرد.

استفاده از تجربیات سایر کشورهای درگیر با این معضل از جمله استفاده از ذرات خاک رس طی ۲۵ سال گذشته. اطلاعات مقدماتی در کشورهای متعددی به منظور رفع معضل جلبک های مضر به دست آمده است (۴).

۱۰. استفاده از روش شیمیایی. این روش با استفاده از سموم و علف کش های سیستماتیک انجام می گیرد. روشی گران قیمت، پرخطر و بسیار زود اثراست. در این روش از موادی همچون سولفات مس، اوزن و پرمنگنات پتاسیم در مرکز ابزی پروری و حوضچه ها استفاده می شود که البته ابتدا باید بصورت بسیار دقیق و در شرایط آزمایشگاهی انجام شود. همچنین هیپو کلریت سدیم (Naocl) تولید شده از الکترولیز آب دریا نیز از روش های شیمیایی مفید جهت کاهش فراوانی کوکلودینیوم مضر و خطرناک است (۵).

۱۱. روش بیولوژیک. در این روش از عوامل زنده مثل آبزیان علف خوار، پرندگان، دام ها و میکرو ارگانیسم های تجزیه کننده استفاده می کنند تا جمعیت فیتوپلانگتون ها را کنترل کنند. این روش بسیار مفید است ولی نیاز به بررسی هایی عمیق کارشناسی دارد. در این روش از باکتری ها و ویروس ها نیز می توان استفاده کرد. مفیدترین روش بیولوژیک برای مقابله با این گونه جلبک ها، استفاده از موجوداتی بنام دیاتومه است که علاوه بر از بین بردن جلبک، به خنثی سازی سم تولید شده نیز کمک می کنند. البته نکته قابل تامل این است که شاید این موجودات، خود نیز دچار شکوفایی شوند همچنین روشهای بیولوژیکی راهکار مناسبی برای مقابله با این بحران نیست. چراکه موجب ازبین رفتن آب سنگهای مرجانی می شود در حالی که مناطق مرجانی از اهمیت بسیار بالایی در حوزه های دریایی برخوردار است (۲).

خلاصه و جمع بندی

کشند سرخ در اثر پرغذایی در منابع آبی اتفاق می افتد. توده جلبک در پدیده شکوفایی جلبکی برخی موارد سمی تولید می-کند که بر بخش مرکزی سیستم عصبی ماهیان تاثیر می‌گذارد و سبب فلج شدن سیستم تنفسی و مرگ آن ها خواهد شد. در برخی مناطق شکوفایی جلبکی را پدیده‌ی فصلی می‌دانند که به جریانات اقیانوسی مرتبط است که به طور طبیعی و بدون دخالت انسان اتفاق می افتد. وقوع پدیده شکوفایی جلبکی به صورت انسانی با ارتباط آبی نادرست بین رودخانه و زمین های کشاورزی که اغلب هم در بالادست رودخانه قراردارند، اتفاق می افتد و باعث می شود که غلظت مواد آلاینده در آب از حد معمول بالاتر رود و غنی سازی جلبکی حاصل گردد. بدیهی است پس از وقوع این پدیده با توجه به گستردگی آن امکان مهار بسیار مشکل، پرهزینه و گاه غیرممکن است. از این رو توجه و اهتمام در اعمال بهینه روش‌های پیشگیری از بروز این پدیده کاملا ضروری بنظر می‌رسد.

منابع

1- Azizpour J, Siadatmousavi SM, Chegini V. (2016). Measurement of tidal and residual currents in the Strait of Hormuz. Estuarine, Coastal and Shelf Science.178:101-9.

۲- وطن دوست ، صابر.، امانی، س.، کشاورز، م.، گلشاهی، ک.، ۱۳۸۸. عوامل بوجود آورنده کشند سرخ در خلیج فارس و نقش دخالت های انسانی در تشدید آن. کنفرانس بین المللی خلیج فارس، ایران.

۳- حمزه ئی، صمد.، صدیق مرتضوی، محمد.، علی اکبری بیدختی، عباسعلی.، غیبی، ابوالحسن.، ۱۳۹۰. بررسی وقوع و گسترش کشند قرمز در خلیج فارس و دریای عمان با تحلیل داده های سنجنده MODIS مقاله ۵، دوره ۹، شماره۳. صفحه ۳۹-۴۸

۴- آستانی، سجاد.، چراغی، مهرداد.، رنجبر ضرابی، الهام.، ۱۳۹۰. بررسی و شناخت اثرات مخرب کشنده سرخ Red Tideبر محیط زیست دریایی و ارائه راهکارهای کنترلی، دومین همایش منطقه ای توسعه پایدار منابع طبیعی در حاشیه جنوب دریای خزر.

5- Anderson DM, Townsend DW, McGillicuddy DJ, Turner JT The Ecology and Oceanography of Toxic Alexandrium Blooms in the Gulf of Maine. Deep Sea Research II (2005) 52:19-21

6- Ghanea M, Moradi M, Kabiri K. (2016). A novel method for characterizing harmful algal blooms in the Persian Gulf using MODIS measurements. Advances in Space Research.58(7):1348-61.

۷- عطاران فریمان، گیلان.، رئیسی، آیدا.، ۱۳۹۴. روند پراکنش و تنوع سیست دینوفلاژله ها در رسوبات خلیج گواتر (شمال شرق دریای عمان)، مجله علمی شیلات ایران. سال بیست و چهارم. شماره ۳.

۸- منشوری، محمد.، طبیعی یگانه، سندس.، ۱۳۸۸.
بررسی علل پیدایش کشند سرخ و کنترل آن در آب های خلیج فارس. دوازدهمین همایش ملی بهداشت محیط ایران، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی. دانشکده بهداشت.

۹- جوکار،کاظم و رزمجو، غلامحسین ،۱۳۷۴،بررسی خورهای مهم استان هرمزگان ،سازمان تحقیقات و آموزش
شیلات ایران ،مرکزتحقیقات شیلاتی دریای عمان ، ۱۴۴صفحه.

10- Gladstone W, Curley B, Shokri MR. (2013). Environmental impacts of tourism in the Gulf and the Red Sea. Marine Pollution Bulletin.72(2):375-88.

۱۱- سهمانی، سمیرا،۱۳۷۴، جزر و مدسرخ، سمینارطب دریایی، نیروی دریایی ارتش جمهوری اسلامی ایران، بندرعباس.

12- Anderson DM, Libby PS, Mickelson MJ, Borkman DG, He R, McGillicuddy DJ (2007) The 2005 New England red tide of Alexandrium fundyense: observations, causes, and potential outfall linkages. Boston, 85 pp

13- McGillicuddy DJ, Brosnahan ML, Couture DA, He R, Keafer BA, Manning JP, Martin JL, Pilskaln CH, Townsend DW, Anderson DM (2014) A red tide of Alexandrium fundyense in the Gulf of Maine. Dee Sea Research II 103:174–184

14- Lambeck K, Purcell A, Flemming NC, Vita-Finzi C, Alsharekh AM, Bailey GN. (2011). Sea level and shoreline reconstructions for the Red Sea: isostatic and tectonic considerations and implications for hominin migration out of Africa. Quaternary Science Reviews.30(25–26):3542-74.

15- Anderson DM, Hoagland P, Kaoru Y White A (2000) Estimated Annual Economic Impacts from Harmful Algal Blooms (HABs) in the United States

۱۶- اسحاقی،مجید،۱۳۷۴.کشندسرخ.ماهنامه آبزیان.سال ششم. شماره۸.صفحه۱۶

17- Anderson DM, McGillicuddy DJ, Keafer BA, He R, Townsend DW (2010) Bloom dynamics of the red tide dinoflagellate Alexandrium
fundyense in the Gulf of Maine: a synthesis and progress towards a forecasting capability ICES CM 2010/N:01

18- Okolodkov YB, 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):289-96.

19- Durand D, Pettersson LH, Johannessen OM, Svendsen E, Søiland H, Skogen M (2002) Satellite observation and model prediction of toxic algae bloom