پدیده‌ی کشند قرمز
"Red tide"

مدیریت

بهداشت، ایمنی ومحیط زیست

به نام خدا

پدیدهٔ "Red tide"

۱۳۹۱

تهران: خیابان طالقانی – شماره ۳۷۸ تلفن ۶۶۴۹۱۳۱۱ مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست

عنوان: پدیدهٔ "red tide"

تهیه کننده: مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست شرکت ملی پالایش و پخش

ناشر: انتشارات روابط عمومی شرکت ملی پالایش و پخش

نوبت چاپ: اول – ۱۳۹۱

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

فهرست عناوین

عنوان صفحه

پیشگفتار .....
مقدمه ۱
مناطق آلوده در دنیا ۱
عوامل بروز Algae Bloom ۲
انواع سمی جلبک‌ها ۳
گونه اصلی کشند سرخ در ایران ۴
Red Tide Microalgae ۵
روش‌های کنترل ۶
پیشگیری ۶
کنترل رشد جلبک‌ها و سیانوباکترها در دریاچه‌ها ۶
استفاده از آنزیم‌های گیاهی ۶
استفاده از C FLO-6 ..... ۷
استفاده از آفت‌کش‌ها ۷
استفاده از محلول بافر زاج سفید (Alum) ۸
استفاده از خاک رس ۸
پمپاژ اکسیژن ۹
مصرف آبزیان آلوده و تأثیر آن بر سلامت انسان ۱۰
نتیجه‌گیری ۱۱
منابع ۱۲

پیشگفتار:

محیط‌زیست، جلوه‌ای است از پهن‌دشت بزرگ جهان آفرینش که خداوند سبحان آن را با قدرت شگرف و لایزال خود ساخته و پرداخته است. با توجه به رویارویی بشر امروزی با چالش‌های متعدد زیست‌محیطی از جمله آلودگی منابع آب، خاک، هوا، پدیده گرم شدن زمین، تخریب لایه اوزون و... همچنین مطابق با آموزه‌های دینی و همچنین اصل پنجاهم قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران، حفاظت از محیط زیست یک وظیفه عمومی تلقی می‌شود؛ به این معنی که کلیه افراد حقیقی و حقوقی موظف به حفظ محیط زیست هستند.

مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست (HS) شرکت ملی پالایش و پخش فرآورده‌های نفتی در جهت ارتقای فرهنگ محیط زیست اقدام به انتشار مجموعه کتابچه‌های زیست‌محیطی با هدف آموزش مطالب علمی کاربردی و در عین حال ساده و روان در مقوله محیط زیست نموده است.

این مجموعه بی‌شک خالی از اشکالات فنی، نگارشی نیست. لذا مدیریت HSE از خوانندگان گرامی خواهشمند است نقطه نظرات و پیشنهادهای سازنده خود را در راستای غنای مطالب و ترویج فرهنگ عمومی زیست‌محیطی به این مدیریت منعکس نمایند.

پاییز ۱۳۹۰

مقدمه

همه ساله در نقاط مختلف جهان، خبر پدیده عوامل بروز۱ [1] یا رشد بی‌رویه جلبک‌ها به گوش می‌رسد. اما به راستی عوامل بروز چیست و چرا اتفاق می‌افتد؟

عوامل بروز یا رشد بی‌رویه جلبک‌ها، در اثر افزایش ناگهانی میزان مواد غذایی موجود در آب، به خصوص ترکیبات فسفری و نیتراتی اتفاق می‌افتد. همچنین افزایش ویتامین B_{12}در فاضلاب‌های شهری تأثیر به سزایی در رشد بی‌رویه جلبک‌ها داشته است. مصرف بی‌رویه کودهای کشاورزی و شسته شدن و انتقال آن‌ها به آب دریاچه‌ها، دریاها و اقیانوس‌ها از طریق آب‌های روان سطحی، باعث افزایش میزان فسفر آب و در نتیجه جهش ناگهانی در رشد و تعداد جانداران تک سلولی می‌شود. با رشد بیش از حد این دسته از موجودات، سطح آب پوشیده شده و اکسیژن به عمق آب نمی‌رسد و در نهایت، منجر به خفگی مرجان‌ها و ماهی‌ها می‌شود. علاوه بر این، رشد بی رویه جلبک‌ها جلوی نفوذ نور را به اعماق آب گرفته و جلبک‌های همزیست مرجان‌ها را نابود کرده و از این طریق نیز به مرجان‌ها آسیب می‌رساند. بعضی از انواع جلبک‌ها سمی بوده و از طریق تولید سم نیز باعث مرگ آبزیان می‌شوند. جلبک‌ها علاوه بر آن، به دلیل چسبنده و لزج بودنشان، بر روی آبشش ماهی‌ها چسبیده و باعث خفگی و مرگ ماهیان می‌گردند.

گاهی اوقات شدت عوامل بروز به حدیست که باعث تغییر رنگ آب نیز می‌شود. بسته به نوع تک سلولی و همچنین غلظت آن، پدیده عوامل بروز به رنگ‌های سبز، زرد، زرد مایل به قهوه‌ای و گاهی قرمز رنگ دیده می‌شود.

مناطق آلوده در دنیا

رشد و کشند جلبک‌ها در مالزی، دارالسلام، فیلیپین، کانادا و سواحل کالیفرنیا

---

[1] Algae Bloom

به دفعات دیده شده است. در خلیج فارس ایران نیزهمیشه این پدیده اتفاق می‌افتد. گاهی اوقات عوامل بروز تا صدها کیلومتر از سطح اقیانوس‌ها را فرا می‌گیرد. مرگ و میر بیشتر در قفس‌های پرورش ماهی و در مناطق نزدیک دریا رخ می‌دهد و این یک هشدار جدی برای مراکز پرورش ماهی است.

عوامل بروز

وقتی تعداد فیتو پلانکتون‌ها به ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ عدد در یک میلی‌لیتر برسد، به اصطلاح پدیده رشد بی‌رویه یا عوامل بروز اتفاق افتاده است. گاهی اوقات شدت آن حتی از این نیز بیشتر بوده و به یک میلیون فیتو پلانکتون در یک میلی‌لیتر نیز می‌رسد. هم اکنون در خلیج فارس میزان فیتو پلانکتون‌ها به ۵۴۰۰۰، عدد در میلی‌لیتر رسیده است. پدیده رشد بی رویه جلبک‌ها بستگی به عوامل زیادی دارد. این پدیده هم در آب‌های شیرین و هم در آب‌های شور اتفاق می‌افتد.

به طور طبیعی، هنگام تغییر فصول سال از تابستان به پاییز و از زمستان به بهار، به دلیل اختلاف دما در لایه‌های مختلف آب، این پدیده در دریاچه‌ها و دریاها اتفاق می‌افتد. در اواخر تابستان به دلیل سرد شدن هوا و مجاورت آب سطحی با هوای سرد، دمای آب سطحی سرد می‌شود. این در حالی است که آب در عمق بیشتر هنوز گرم است. به دلیل این اختلاف دما و اینکه آب سرد سنگین‌تر می‌باشد، جریانی عمودی در آب ایجاد می‌شود که این جریان باعث مخلوط شدن آب و در نتیجه، بالا آمدن مواد آلی ته نشین شده به سطح آب می‌شود. در نتیجه، فعالیت میکروارگانیسم‌ها زیاد شده و عوامل بروز رخ می‌دهد. معمولاً این پدیده، فصلی و موقتی بوده و با گرم شدن تدریجی آب وضعیت به حالت طبیعی باز می‌گردد. در اقیانوس‌ها نیز جریانات آب‌های گرم می‌تواند باعث بروز این پدیده به طور طبیعی شود. ولی در قرن اخیر، این فرایند به دلیل رشد روزافزون جمعیت و افزایش ورودی‌های فاضلاب کارخانه‌ها و مناطق مسکونی به آبریزها، بیشتر رخ می‌دهد و علاوه بر این، تناوب تشکیل و همچنین مدت

ماندگاری آن در آب افزایش یافته است. یک نمونه بارز آن مشاهده پی در پی پدیده کشندسرخ[1] در دریای خزر و به خصوص خلیج فارس می باشد. کشند سرخ بر اثر رشد بیش از حد انواع خاصی از فیتو پلانکتون‌ها یا تک سلولی‌های "پروتیست" ایجاد می‌شود. این تک سلول‌های گیاه‌مانند می‌توانند توده‌های انبوه تولید کنند. بعضی از انواع آن که به دلیل داشتن رنگدانه، توانایی فتوسنتز دارند، باعث رنگین شدن آب می‌شوند. بر خلاف نام‌گذاری . کشند قرمز ، رنگ این کلونی‌ها الزاماً قرمز نیست و این توده انبوه می‌تواند به رنگ‌های دیگر نیز دیده شود.

انواع سمی جلبک‌ها

اگر چه اکثر جلبک‌ها سمی نیستند ولی بعضی از انواع آن بسیار سمی و خطرناک هستند. از انواع سمی آن به عنوان مثال می‌توان از Pyrodinium bahamense نام برد. Pyrodinium bahamense، تنها جلبک از نوع Dinoflagellate است که به خصوص در دو دهه اخیر باعث ایجاد مشکلات زیادی شده است. این جلبک، ماده سمی saxitoxin تولید می‌کند که باعث یا مسمویت فلج حلزون‌ها[2] می‌شود. سم saxitoxin به مرور زمان در بدن حلزون‌ها انباشته می‌شود. با تغذیه از حلزون‌های سمی و آلوده، این سم باعث مرگ ماهی‌ها، دلفین‌ها، شیر دریایی و پرندگان نیز می‌گردد. همچنین مسمومیت خفیف آن در انسان منجر به ناراحتی‌های دستگاه تنفسی از جمله سرفه، عطسه و آبریزش چشم می‌شود. این ناراحتی‌ها به دلیل پخش سموم به وسیله باد صورت می‌گیرد. شنا در آب‌های آلوده نیز باعث خارش و سوزش پوست می‌شود. مسمومیت شدید آن در انسان سیستم عصبی بدن را مختل کرده و حتی ممکن است باعث مرگ شود. به همین دلیل هنگامی که میزان میکروارگانیسم‌های آب

---

[1] Red Tide

[2] Paralytic Shellfish Poisoning (PSP)

بالا برود شنا کردن و همچنین صید صدف در آن مناطق ممنوع اعلام می‌شود.

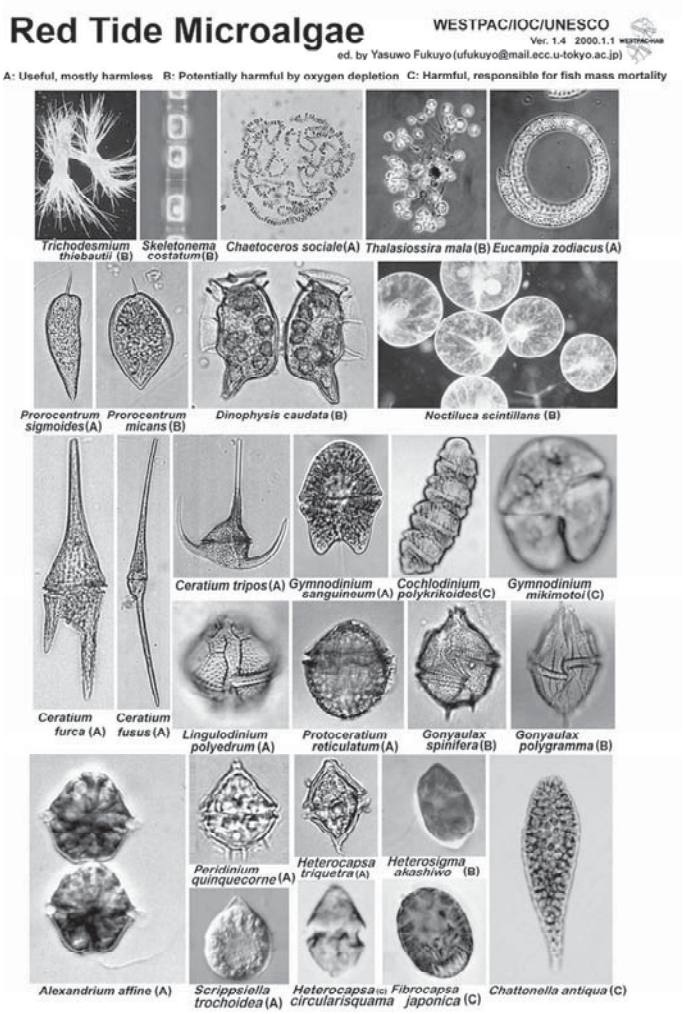
واقعه کشندسرخ در فلوریدا نیز با تولید سم brevetoxin حاصل از رشد بی‌رویه جلبک Karenia brevis، باعث مسمومیت جانداران آبزی شد.

گونه اصلی کشند سرخ در ایران

گونه اصلی کشند سرخ در ایران از نوع Cochlodinium polykrikoides و از دو تاژکیان می باشد. وجود این گونه فیتوپلانکتون در خلیج فارس در گذشته گزارش نشده و یک جاندار مهاجم محسوب می‌شود که احتمالاً از راه آب توازن کشتی‌ها یا توفان گونو وارد منطقه شده است. در خلیج فارس این گونه از مهرماه سال ۱۳۸۷ شکوفا شده و دامنه آن از آب‌های استان هرمزگان تا مرز استان بوشهر گسترش یافته و سپس به سمت جنوب پیشروی کرده است. بر خلاف سایر گونه‌های ایجاد کننده، عوامل بروز این گونه پایدار بوده و با توجه به تولید سیست به عنوان تخم مقاوم می‌تواند بعد از نابودی دوباره با بروز شرایط مناسب به محیط باز گشته و برای مدت طولانی در محیط نقش منفی خود را به صورت پایدار داشته باشد.

شکل ۱: کشند سرخ (Red Tide)

در شکل ۲، نمونه‌هایی از انواع فیتوپلانکتون‌هایی که باعث بروز پدیده کشند سرخ می‌شوند نشان داده شده است:



شکل ۲: انواع فیتوپلانکتون‌های مولد Red Tide

روش‌های کنترل

پیشگیری

بهترین راه کنترل، روش پیشگیری است. کاهش مصرف کودهای کشاورزی فسفری، نیتروژنی، سولفوری، آهن، منگنز، روی، مولیبدن و کبالت، می‌تواند راهکاری برای کنترل رشد جلبک‌ها و سیانوباکترها باشد. همچنین تصفیه فاضلاب کارخانه‌ها و فاضلاب‌های شهری قبل از رها کردن آن‌ها به آبریزها، رودخانه‌ها، و دریاها تأثیر چشمگیری در کاهش آلودگی آب‌ها و در نهایت کاهش رشد جلبک‌ها می‌تواند داشته باشد.

کنترل رشد جلبک‌ها وسیانوباکترها در دریاچه‌ها

کاشت علف‌های آبی می‌تواند در کنترل جلبک‌ها بسیار مؤثر باشد؛ زیرا علف‌های آبی، مواد آلی آب را جذب کرده و از رشد سیانوباکترها و جلبک‌ها جلوگیری می‌کند.

استفاده از آنزیم‌های گیاهی

یکی از ترکیباتی که برای کنترل خزه‌ها و جلبک‌های تک سلولی، مفید و مؤثر است، ترکیبی از آنزیم‌های گیاهی است که غیر سمی بوده و از طبیعت گرفته شده است. این آنزیم به عنوان یک کاتالیست عمل کرده و باعث تجزیه ترکیبات غیر آلی شده و در نتیجه، میزان مواد غذایی را کاهش می‌دهد. علاوه بر این، سطح سلول‌های جانداران مرده را نرم کرده و زمینه را برای تجزیه سلول‌ها به وسیله باکتری‌های تجزیه کننده راحت‌تر می‌کند. با این کار بوهای نامطبوع ترکیبات آمونیاک و سولفید مرکاپتان و آمینی حاصل از تجزیه و فعالیت‌های باکتری‌های بیماری‌زا کاهش می‌یابد.

استفاده از C FLO-۶

یکی دیگر از ترکیباتی که باعث کنترل رشد باکتری‌ها و جلبک‌های سبز در برکه‌ها می‌شود، C FLO-6 نام دارد. این ماده به صورت پودر در برکه‌ها پاشیده می‌شود. C FLO-6 از طریق فعال کردن یک نوع باکتری مفید، رشد میکروارگانیسم‌های دیگر را کنترل کرده، باعث تجزیه ترکیبات آلی و دفعی و تقویت چرخه نیتریفیکاسیون شده، و در نتیجه، باعث از بین رفتن بوی نامطبوع آب و زلال شدن آن می‌شود. میکروارگانیسم‌های مفید و کنترل کننده خزه‌ها و جلبک‌ها، فسفر آب را گرفته و در بافت خود به صورت فسفات (PO_4) ذخیره می‌کند و به این طریق رشد خزه‌ها و جلبک‌ها را کنترل می‌کند. علاوه بر این C FLO-6 چرخه نیتروژن را تسریع نموده و آمونیاک را سریع‌تر اکسید کرده و به نیترات و سپس به نیتریت تبدیل می‌کند و در نهایت با احیا کردن ترکیبات نیتریت، نیتروژن را به صورت گاز آزاد می‌کند. اگر چه C FLO-۶ باعث مرگ سریع جلبک‌ها نمی‌شود، ولی در طول زمان با کاهش منابع غذایی، روند رشد آن‌ها را کاهش می‌دهد.

البته باید در نظر داشت که مواد شیمیایی جدید اگر چه تا به حال به عنوان راهکارهای مثبت شناخته شده‌اند، با این وجود، مشخص نیست که در آینده چه اثرات سوئی بر محیط می‌توانند داشته باشند.

استفاده از آفت‌کش‌ها

در دریاچه‌ها، در مواقع آلودگی شدید، می‌توان از آفت‌کش‌ها استفاده کرد. اما استفاده از آفت‌کش‌ها بدون ضرر نیست. آفت کش‌های مخصوص خزه‌ها دارای مقادیری از مس و آلومینیم هستند که خود موادی کشنده و سمی برای ماهی‌ها است. علاوه بر این، ترکیبات مس باعث مرگ باکتری‌های مفید ته دریاچه نیز می‌شوند که خود عمل تجزیه رسوبات آلی را مختل می‌کند. به علاوه، وجود آلومینیوم باعث تولید هیدروکسید آلومینیم می‌شود که بر تولیدمثل ماهی‌ها تأثیر

می‌گذارد. همچنین، باکتری‌ها و حشراتی را که از لجن دریاچه‌ها تغذیه می‌کنند نیز از بین می‌برد. ترکیبات مس نیز کیفیت آب را پایین می‌آورد. بعد از کنترل رشد خزه‌های آب اگر بلافاصله علف‌های آبی کاشته نشوند رشد خزه‌ها دوباره شروع می‌شود، و این بار با شدت بیشتری ادامه می‌یابد زیرا لاشه جلبک‌ها خود میزان مواد آلی آب را بالا می‌برد و شرایط را برای رشد مجدد میکروارگانیسم‌های مضر فراهم‌تر می‌کند. در این گونه موارد بهتر است حداکثر ۲ هفته پس از استفاده از سم مزبور، حتماً از C FLO-6 برای کاهش میزان مواد آلی استفاده کرد.

استفاده از محلول بافر زاج سفید (Alum)

رشد سیانوباکتری‌های به رنگ سبز مایل به آبی در مخازن آب، عامل اصلی طعم نامطبوع آب آشامیدنی است. این نوع میکروارگانیسم را می‌توان با استفاده از محلول بافر زاج سفید[1] مهار کرد. اعمال زاج سفید از طریق جریان معکوس، باعث انتقال میکروارگانیسم‌ها به کف مخازن شده و در آنجا بر اثر کمبود نور نابود می‌شوند. همچنین پمپاژ اکسیژن به عمق آب و افزایش میزان اکسیژن محلول در آب و کاهش میزان مواد آلی کف مخازن نقش مؤثری در کاهش سیانوباکتری‌ها دارد. محلول بافر زاج سفید در دریاچه‌های کوچک یا دریاچه‌هایی که جریان در آن‌ها وجود ندارند، روشی بسیار مناسب می‌باشد. برای مخازن آب، محلول بافر زاج سفید پرهزینه است؛ زیرا با خروج آب از مخازن، خارج می‌شود.

استفاده از خاک رس

یک روش بسیار ساده، استفاده از خاک رس است. در این روش گل رس را به صورت اسپری بر روی آب می‌پاشند. خاک رس باعث ترسیب فیتوپلانکتون‌های

---

[1] Alum

مضر و کشند سرخ شده و از قرمزی آب می‌کاهد. کره جنوبی به همین روش در سال ۱۹۶۶ ضرر حاصل از تلفات ماهی‌ها را از ۱۰۰ میلیون دلار به یک میلیون دلار در سال ۲۰۰۰ کاهش داد. شکل زیر طریقه اعمال گل رس را به سطح دریا در خلیج Sarasota واقع در فلوریدای آمریکا نشان می‌دهد. گرچه در این روش ماده شیمیایی وارد محیط نمی‌شود، اما اضافه کردن گل رس به آب باعث کدر شدن آب و در نتیجه، راه نیافتن نور به عمق آب می‌شود.

شکل ۳: طریقه اعمال گل رس به سطح دریا

پمپاژ اکسیژن

یک روش مناسب دیگر، پمپاژ اکسیژن به عمق آب است. در کف دریاچه یا مخزن آب، آب سرشار از اکسیژن به ترکیبات فسفری و نیتروژنی متصل شده و

باکتری‌های بی‌هوازی و میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا و مضر را که اغلب تولید اسید و گازهای نا مطبوع می‌کنند، از بین می‌برد. شکل زیر، دستگاه تولید اکسیژن را در کف مخزن نشان می‌دهد.

شکل ۴: دستگاه تولید اکسیژن

علاوه بر تمامی روش‌های فوق در کنترل این پدیده، فاکتورهای مختلفی در میزان موفقیت طراحان در کنترل میکروارگانیسم‌ها دخالت دارد. کیفیت آب، درجه پرغذایی[1]، میزان جریان آب به محل، زمان توقف آب، نوع رسوبات، پوشش گیاهی منطقه و نوع خزه‌ها و جلبک‌ها از جمله عواملی هستند که بر روی میزان کنترل میکروارگانیسم‌های مضر تأثیر گذارند.

مصرف آبزیان آلوده و تأثیر آن بر سلامت انسان

در حال حاضر به دلیل مسمومیت شدید صدف‌ها، استفاده از صدف‌ها و

1. Eutroaphication

ماهی‌ها بسیار خطرناک است و باعث مرگ و میر انسانی می‌شود، چرا که عامل کشند قرمز بر اثر حرارت از بین نمی‌رود و برخی از فیتوپلانکتون‌های مضر حتی تا دمای ۲۲۰ درجه سلسیوس قدرت مقاومت دارند. پس از مرگ ماهی، فیتوپلانکتون‌ها آزاد شده و دوباره باعث مسمومیت می‌شوند. این مسمومیت در شکل ظاهری، بو و مزه صدف‌ها هیچ تغییری ایجاد نمی‌کند، اما پس از مصرف موجب دل‌درد، مسمومیت دستگاه گوارش و در نهایت مرگ می‌شود. خوشبختانه سم حاصل از این تاژک دار در گوشت بدن ماهی تجمع نیافته بلکه در کبد و چربی زیر پوست جمع می‌شود. به همین دلیل اگر کبد و پوست به مصرف نرسد، مصرف گوشت ماهی خطرناک نیست.

نتیجه‌گیری

پدیده کشندسرخ در اکثر نقاط دنیا به شکل یک معضل زیست‌محیطی، حیات آبزیان و انسان‌ها را تهدید می‌کند. در دهه‌های اخیر، بشر با تغییراتی که در شوری، حرارت، دمای آب، و میزان مواد آلی موجود در آب ایجاد کرده، باعث افزایش این پدیده شده است. کارشناسان محیط زیست دریایی این پدیده را یک فاجعه دریایی می‌خوانند و تنها راه حل آن را مقابله به موقع و جدی می‌دانند. در ایران نیز همه ساله، پدیده رشد غیر عادی جلبک‌ها باعث آلودگی و مرگ آبزیان در دریای خزر و خلیج فارس می‌شود. در سال‌های اخیر نیز پدیده کشندسرخ در خلیج فارس و دریای عمان باعث مرگ آبزیان از جمله لاک‌پشت‌ها، دلفین‌ها و ماهی‌ها گشته است. با وزش باد شمال این آلودگی از سواحل شمالی خلیج به سمت جنوب انتقال یافته به طوری که هم‌اکنون آب‌های مجاور جزیره کیش را نیز آلوده کرده است. با توجه به روند سریع گسترش کشندسرخ و تأثیر آن بر اکولوژی، سلامت و همچنین اقتصاد منطقه، اگر اقدامی جدی و سریع انجام نگیرد، دیری نخواهد پایید که با فاجعه مرگ دسته جمعی جانداران دریایی منطقه خلیج فارس مواجه خواهیم شد. فاجعه‌ای که شاید برای جبران آن دیگر کاری نتوان کرد.

منابع:

1. “Harmful Algae”. http://www. whoi. edu/redtide. 4-10-2009.
2. “Science Daily”.
http://www. sciencedaily. com/articles/a/algal_bloom. htm. 4-9-2009.
3. “Red tide”. http://en. wikipedia. org/wiki/Red_tide. 4-8-2009.
4. “Environmental Hazard and Health Effects Harmful Algal bloom” http://www. cdc. gov/hab/redtide. 4-9-2009.
۵. همایش یک روزه شکوفایی پلانکتون‌های مضر اثرات و راه‌های مقابله با آن.
http://seaecology. blogfa. com/post-19. aspx. 4-8-2009.
۶. «آلاینده‌ها، بهداشت و استاندارد در محیطزیست»، تألیف دکتر عباس اسماعیل ساری. زمستان ۸۱.
7. “Red Tide - A Harmful Algal Bloom”
http://serc. carleton. edu/microbelife/topics/redtide/4-5-2009.
Images from:
8. http://image. webshots. com
9. http://image14. webshots. com/14/1/73/3/248717303009106646 7sUSaAH_fs. jpg
10. http://hazard. ae/site/images/red_tide-v14. jpg

طراحی: م. محسن زاده