استفاده از مواد شیمیایی جهت مقابله با شکوفایی *Cochlodinium polykrikoides* در مزارع پرورش میگو و تاثیر احتمالی آن‌ها بر میگوی پا سفید غربی (*Litopenaeus vannamei*)

- **سهیلا امیدی***: پژوهشکده میگو کشور، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بوشهر، صندوق پستی: ۱۳۷٤
- **محسن نوری‌نژاد**: پژوهشکده میگو کشور، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بوشهر، صندوق پستی: ۱۳۷٤

تاریخ دریافت: مرداد ۱۳۹۵ تاریخ پذیرش: آبان ۱۳۹۵

چکیده

به‌منظور تعیین بهترین شیوه مبارزه با عامل کشند قرمز (شکوفایی پلانکتونی)، *Cochlodinium polykrikoides*، در تالاب‌های ساحلی به‌ویژه مزارع پرورش میگوی *Litopenaeus vannamei*، با اولویت حفظ سلامت و کیفیت میگوی تولیدی، تاثیر غلظت‌های ۰/۰۱، ۰/۰۵، ۰/۱، ۰/۵ و ۱ میلی‌گرم بر لیتر از ترکیبات هیدروکسید منیزیم، پلی آلومینیم کلراید، سولفات آلومینیم، سولفات آهن، هیپوکلریت سدیم، کربنات کلسیم و نشاسته بر محیط کشت این آبزی با تراکم ۱۰۰ هزار سلول در لیتر و هم‌چنین بر میگوی *Litopenaeus vannamei* با تراکم ۱۰ عدد در هر آکواریوم ۲۰ لیتری، در طول سال‌های ۱۳۹۰-۱۳۹۱ در پژوهشکده میگوی کشور (بوشهر) مورد بررسی قرار گرفت. کشت *Cochlodinium polykrikoides*، در محیطی با شدت ۲۰۰۰ لوکس نور فلورسنت سفید، ۱۲ ساعت تاریکی و ۱۲ ساعت روشنایی، دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد و شوری ۳۰ گرم بر لیتر (ppt)، انجام گردید. یافته‌های این تحقیق گویای آن است که همه موارد حتی غلظت ۰/۰۱ میلی‌گرم بر لیتر از ترکیبات فوق، سبب شکستن شکوفایی پلانکتونی و رسوب‌گذاری نمونه گردید. هم‌چنین تمامی ترکیبات فوق به‌جز غلظت ۱ گرم بر لیتر هیپوکلریت سدیم، پس از ۹٦ ساعت، فاقد تاثیر مستقیم بر سلامت میگو می‌باشند. با توجه به نقش نشاسته در رسوب‌گذاری ذرات معلق با تولید دُرد زنده (بیوفلاگ) و هم‌چنین نقش آن به‌عنوان یک ماده غذایی برای آبزیان، از میان ترکیبات فوق، استفاده از نشاسته در مزارع پرورشی به‌عنوان یک ماده مناسب برای مقابله شیمیایی با شکوفایی *Cochlodinium polykrikoides* پیشنهاد می‌گردد.

کلمات کلیدی: مقابله شیمیایی، *Litopenaeus vannamei*، *Cochlodinium polykrikoides*، شکوفایی پلانکتونی، خلیج فارس

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: smomidi@gmail.com

مقدمه

آلودگی‌های زیست محیطی یکی از چالش‌های مهم پهنه آبی خلیج فارس در چند دهه اخیر است. این آلودگی‌ها، در کنار فشارهای مختلف طبیعی و انسانی از جمله نوسانات زیاد دمای آب، محدودیت تبادلات آب، محدودیت ورود آب شیرین، افزایش میزان شوری، افزایش گرمای زمین و .....، خلیج فارس را با مشکلات متعدد زیست محیطی از جمله کشند قرمز مواجه کرده است (Sale و همکاران، ۲۰۱۰). کشورهای منطقه حاشیه خلیج فارس، تقریباً ۲ تا ۸ برابر بیش از سرانه کشور ایالت متحده آمریکا، پساب مضر تولید می‌کنند (GEO، ۲۰۰۰). میزان فلزات سنگین و دیگر عوامل شیمیایی در منطقه روند افزایشی داشته، به‌طوری‌که مقایسه نوسانات میزان دو ماده مغذی فسفرکل و آمونیوم و هم‌چنین میزان کلروفیل a در آب‌های استان بوشهر از سال ۱۳۷۷ تا ۱۳۸۵ (امیدی، ۱۳۷۸؛ ۱۳۸۰؛ ۱۳۸۱؛ ۱۳۸۲؛ ۱۳۸۳؛ ۱۳۸۵؛ ۱۳۸۶) با نتایج به‌دست آمده از مطالعات زیست محیطی انجام شده در این زمینه توسط سازمان انرژی اتمی (Eco zist، ۱۹۷۸)، گویای افزایش معنی‌دار میانگین سالانه این عوامل می باشد (ROPME، ۲۰۱۰؛ نوری‌نژاد و امیدی، ۱۳۸۷).

شکوفایی جلبک *Gymnodinium* sp.، در سال‌های ۱۹۹۹ تا ۲۰۰۱، طی ماه‌های مرداد و شهریور، سبب مرگ و میرهای گسترده‌ای در ماهیان پرورشی و وحشی سواحل کویت گردید که علت آن به ورود فاضلاب‌ها، سکون و دمای بالای آب ارتباط داده شد (Gilbert و همکاران، ۲۰۰۲؛ Heil و همکاران، ۲۰۰۱). هم‌چنین شکوفایی گسترده گونه *Cochlodinium polykrikoides* (۲۰۰۸)، در سواحل خلیج فارس و دریای عمان، علاوه بر مرگ و میر ماهیان، دیگر زیستگاه‌ها از جمله آبسنگ‌های مرجانی و ذخائر ماهیان گرگوری را تحت تاثیر قرار داد (Bauman و همکاران، ۲۰۱۰). شکوفایی جیمنودینیوم *(Gymnodinium)*، سودونیتزاشیا *(Pseudonitzschia sp.)* و سراتیوم دنس *(Ceratium dens)* با تراکم نزدیک به هجده هزار یاخته در لیتر، باعث مرگ و میر فراوان ناپلی میگوهای *Litopenaeus vannamei* طی سال‌های ۱۹۹۷ و ۲۰۰۱ در مرکز تکثیر سینالونای جنوبی در شمال‌غرب مکزیک شد (Lizárraga، ۲۰۰۲؛ Cortes، ۱۹۹۷).

مطالعات انجام شده در طول سال‌های ۱۹۸۹ تا ۱۹۹۱ نشان داد که سیانوباکترهایی مثل *Anabaenopsiselenkinii* و *Anabeanaspp*، عامل کاهش رشد میگوها در مزارع پرورش میگوی وانامی در سینالونای جنوبی (شمال‌غرب مکزیک) می‌باشند. مطالعات انجام شده حاکی از آن بود که شکوفایی سیانوباکترها در لایه‌های سطحی آب، مانع راه‌یابی نور به درون آب، کاهش میزان دیاتومه و کاهش رشد میگوها می‌گردد (Cortes، ۱۹۹۷).

یافته‌های موجود حاکی از آن است که برخی از گونه‌های جلبک‌ها از جمله *Mesodinium rubrum* با تراکم $۳/۹\times۱۰^{۳}$ سلول در میلی‌لیتر، *Ceratium dens* با تراکم $۰/۶۷۵۰\times۱۰^{۳}$ سلول در میلی‌لیتر، *Prorocentrum gracile* با تراکم $۰/۴۵\times۱۰^{۳}$ سلول در میلی‌لیتر، *Scrippsiella trochoidea* با تراکم $۰/۹\times۱۰^{۲}$ سلول در میلی‌لیتر، *Microflageliates* با تراکم $۰/۲۲۵\times۱۰^{۳}$ سلول در میلی‌لیتر و *Nitzschia* با تراکم $۱/۲\times۱۰^{۳}$ سلول در میلی‌لیتر با افزایش تراکم و ایجاد شرایط بی‌هوازی منجر به مرگ میگو می شوند (Jimenez، ۱۹۸۹).

براساس پژوهشی که بر روی رخداد شکوفایی پلانکتونی در استخرهای پرورش میگوی کشورهای مختلف انجام شد، مشخص گردید که احتمال بروز شکوفایی مضر پلانکتونی در استخرهایی که به روش متراکم و یا نیمه متراکم پرورش داده می شوند، بیش‌تر است. بررسی‌ها نشان داد که از میان گونه‌های عامل بروز این نوع شکوفایی‌ها، گونه غالب (۸۸/۹٪) سیانوباکترها *(Synechocystis diplococcus)* و بعد از آن به‌ترتیب *پریدینیوم تروکوئیدوم (Peridinium trochoideum)* و *جیمنودینیوم (Gymnodinium spp.)* بوده است (Alonso و Osuna، ۲۰۰۳). در تایوان شکوفایی داینوفلاژلای *Alexandrium tamarense* سبب بروز تلفات در میگوی پنئوس مونودون *(Penaeus monodon)* گردیده است (Huei و همکاران، ۱۹۹۳).

مشاهدات ثبت شده از تغییرات شکوفایی پلانکتونی در مزارع پرورش میگوی استان بوشهر از جمله بویرات، حله و دلوار در سال‌های اخیر، گویای شکوفایی گونه‌های مختلف دینوفیسه‌ها به‌خصوص گونه *الکساندریوم* در ماه‌های شهریور و مهر می‌باشد (نوری‌نژاد، ۱۳۹۳؛ ۱۳۹۰). دستیابی به‌روش‌های مهار و شکستن شکوفایی‌های پلانکتونی به‌کمک مواد شیمیایی در دو مرحله قبل و بعد از شکوفایی، از جمله زمینه‌های تحقیقاتی مهم در این راستا می‌باشد. یافته‌های موجود حاکی از آن است که تمامی مواد شیمیایی مفید در مبارزه با شکوفایی‌های پلانکتونی، با توجه به خصوصیات شیمیایی، غلظت و نوع زیستگاه قادرند در شرایط خاص، سلامت و بقا دیگر آبزیان را تحت تاثیر قرار دهند (Secher، ۲۰۰۹؛ Jiang و همکاران، ۲۰۰۳؛ Shen و Dempsey، ۱۹۹۸). در تحقیقات مختلف انجام شده، استفاده از برخی مواد شیمیایی مانند سولفات‌مس (Steidinger، ۱۹۸۳)، پراکسید هیدروژن (Pyu و همکاران، ۱۹۹۸) و تیروزین (Koji و همکاران، ۱۹۹۸) به عنوان عامل ضدجلبکی جهت کاهش اثرات شکوفایی مضر پلانکتونی (HABs) پیشنهاد شده است که طبق نتایج حاصل مشخص گردید این نوع عامل کنترل می‌تواند اثرات مضر در سطح وسیعی بر سایر موجودات نیز داشته باشد. مطالعه انجام شده توسط معزی و همکاران (۱۳۸۸) در پژوهشکده اکولوژی هرمزگان، نشان داد که غلظت‌های ۰/۰۵ تا ۱/۱ گرم بر لیتر سولفات مس، هیپوکلریت سدیم و

پرمنگنات پتاسیم منجر به رسوب سریع *Cochlodinium polykrikoides* در محیط آزمایشگاهی می گردند (معزی، ۱۳۹۲).

تنوع گونه‌های مختلف ریزجلبک‌ها، افزایش مواد مغذی، تخریب بسترهای علف‌های دریایی و تالاب‌های ساحلی، خلیج فارس را مستعد تکرار شکوفایی‌های پلانکتونی و خسارت‌های مختلف زیست محیطی و اقتصادی حاصل از آن نموده است. در میان تالاب‌های ساحلی، مزارع پرورش میگو از نظر اقتصادی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشند. بر این اساس و باتوجه‌به خسارت‌های احتمالی ناشی از بروز شکوفایی‌های جلبکی در مناطق ساحلی خلیج فارس و به‌خصوص در مزارع پرورش میگو، به‌منظور تعدیل شکوفایی در شرایط اضطراری و هم‌چنین در راستای انتخاب بهترین شیوه مبارزه شیمیایی با شکوفایی پلانکتونی در مزارع پرورش میگو و با اولویت حفظ سلامت و کیفیت میگوی تولیدی، پروژه بررسی امکان استفاده از مواد شیمیایی جهت مقابله با شکوفایی *Cochlodinium polykrikoides* و تاثیر آن‌ها بر میگوی (*Litopenaeus vannamei*)، پیشنهاد و اجرا گردید که خلاصه‌ای از بررسی‌های انجام شده و نتایج به‌دست آمده در این مقاله آمده است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش، در سه مرحله: کشت جلبک *Cochlodinium polykrikoides*، مواجهه جلبک و در نهایت مواجهه میگو با مواد مختلف شیمیایی شامل هیدروکسید منیزیم ($Mg(OH)_2$)، پلی‌آلومینیم کلراید ($Al_2(OH)_nCl_{6-n}$)، سولفات آلومینیم ($Al_2(SO_4)_3$)، سولفات آهن ($FeSO_4$)، هیپوکلریت سدیم (NaCLO)، کربنات کلسیم ($CaCO_3$) و نشاسته ($[C_6(H_2O)_5]_n$)، در طول سال‌های ۱۳۹۰-۱۳۹۱ در پژوهشکده میگوی کشور (بوشهر)، به‌شرح زیر انجام گردید.

قابل ذکر است که انتخاب ترکیبات مورد استفاده، براساس خواص مختلفی ازجمله محلول بودن و یا یونیزاسیون در آب، انعقادکنندگی و حتی ضدعفونی کنندگی، بوده است. به‌عنوان مثال، پلی آلومینیم کلراید (PAC) پلیمری غیرآلی بوده و به‌عنوان یک منعقد کننده استفاده می شود. این ترکیب به‌دلیل دارا بودن بار الکتریکی زیاد، قدرت بسیار بالایی در حذف ذرات کلوییدی از آب دارد. سولفات آلومینیم (آلوم) نیز به‌عنوان منعقد کننده مورد استفاده قرار می‌گیرد (Jiang و همکاران، ۲۰۰۳). ترکیبات هیدروکسید منیزیم، کربنات کلسیم و سولفات آهن نیز با توجه به‌میزان یونیزاسیونی که در آب دارند می‌توانند ذرات معلق ازجمله فیتوپلانکتون‌ها را جذب نموده و سبب رسوب آن‌ها گردند (Jiang و همکاران، ۲۰۰۳). هیپوکلریت سدیم به‌دلیل آزاد نمودن یون کلر، به‌عنوان ضدعفونی کننده و سفید کننده و در نتیجه نابودکننده سیست آبزیان مورد استفاده قرار می‌گیرد (Estrela و همکاران، ۲۰۰۲؛ Pécora و همکاران، ۱۹۹۹).

نشاسته ترکیبی از زنجیره‌های گلوکز است که به کمک پیوندهای آلفا ۱ و ۴، به‌هم متصل می‌باشند. این زنجیره‌ها با پیوندهای ۱ و ۶ آلفا، تشکیل شاخه‌های فرعی می‌دهند. نشاسته با توجه به ساختار مولکولی گلوکز، دارای بارهای الکتریکی زیادی بوده که در چسبیدن ذرات و رسوب آن‌ها موثر می‌باشد (Nyan، ۲۰۱۲). به‌منظور کشت این جلبک و دستیابی به بهترین شکوفایی، از ۶ آکواریوم محتوی ۲۰ لیتر آب با شوری ۳۲ قسمت در هزار و محیط کشت گیلارد (تغییر یافته) ((Guillards f/2-Si (Modified)) استفاده شد (Ojha، ۲۰۰۶؛ Kim و همکاران، ۲۰۰۴). لازم به توضیح است که برای تهیه محیط کشت، آب با شوری ۳۲ قسمت در هزار از کاغذ صافی ۰/۴۵ میکرون عبور و در درجه حرارت ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد اتوکلاو شد (Kim و همکاران، ۲۰۰۴؛ Toshifum، ۲۰۰۳؛ Yoon، ۲۰۰۱).

خالص‌سازی *Cochlodinium polykrikoides*، با استفاده از روش Diwan و همکاران (۲۰۰۹) انجام گردید. استوک‌های اولیه در ارلن‌های یک و دو لیتری نگه‌داری شده و پس از رسیدن به تراکم بالا، به آکواریوم‌های ۳۰ و ۵۰ لیتری محتوی ۲۰ و ۳۵ لیتر محیط کشت جلبک، انتقال داده شد. جهت فراهم نمودن روشنایی لازم (۵۰۰۰ لوکس)، از لامپ‌های مهتابی فلورسنت استفاده گردید.

جهت بررسی حداقل غلظت کشندگی مواد شیمیایی مذکور بر روی *Cochlodinium polykrikoides*، محیط کشت با تراکم 1×10^5 Cell/lit از پلانکتون در ظروف ۲ لیتری وارد شده و با غلظت‌های ۰/۰۱، ۰/۰۵، ۰/۱، ۰/۵، ۱ میلی‌گرم بر لیتر از مواد بالا مواجهه داده شد. برای هر تیمار سه تکرار و هم‌چنین سه آکواریوم با شرایط محیطی و تراکم پلانکتونی مشابه با آکواریوم‌های تیمار و بدون افزایش مواد شیمیایی، به‌عنوان شاهد در نظر گرفته شد. از هر یک از ظروف، قبل از مواجهه و پس از آن در فواصل زمانی مشخص، نمونه‌گیری و مطابق روش استاندارد، شمارش صورت گرفت، هم‌چنین وضعیت ظاهری پلانکتون با میکروسکوپ اینورت، بررسی و ثبت گردید.

به‌منظور مواجهه میگوی پاسفید غربی با ترکیبات شیمیایی موردنظر، از اکواریوم‌هایی ۲۰ لیتری حاوی حداقل ۱۰ عدد میگو در محیط آزمایشگاه و در شرایط مناسب پرورش میگو در استان بوشهر شامل شوری ۳۸ گرم بر لیتر و دمای ۲۷ درجه استفاده گردید و اثر غلظت‌های ۰/۰۱، ۰/۰۵، ۰/۱، ۰/۵، ۱ میلی‌گرم بر لیتر از هر ترکیب، بر خصوصیات و سلامت رفتاری میگو، مورد بررسی قرار گرفت. برای هر تیمار سه تکرار و هم‌چنین سه آکواریوم با شرایط کاملاً مشابه و بدون هیچ‌گونه ماده افزودنی، به‌عنوان شاهد، درنظر گرفته شد.

در طول مدت زمان مواجهه میگو با مواد شیمیایی، علاوه بر ثبت خصوصیات رفتاری آبزی شامل شنا کردن، ساکن بودن در کف، استرس، بی‌قراری و ....، عوامل محیطی؛ اکسیژن محلول و pH با استفاده از دستگاه سه کاره HACH مدل HQ40d، هم‌چنین میزان آمونیاک به‌روش سالیسیلات براساس دستورکار شماره ۸۱۵۵ (Procedures Manual, Spect. DR/4000) و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر HACH DR/4000، اندازه‌گیری و ثبت گردید.

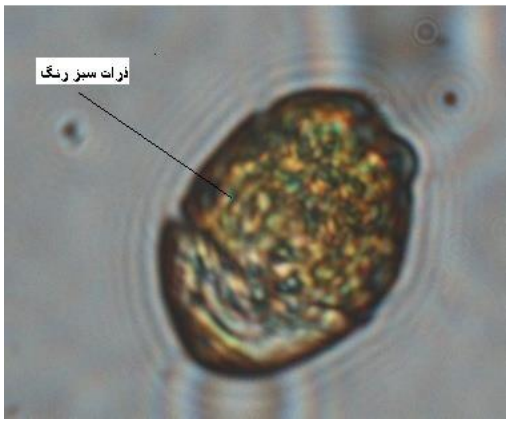
داده‌های به‌دست آمده با استفاده از نرم افزار آماری SPSS نسخه ۱۸ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. جهت تعیین وجود و یا عدم وجود اختلاف آماری معنی‌دار بین تیمارها، از آنالیز واریانس یک‌طرفه (ANOVA) و آزمون توکی استفاده شد (a≤۰/۰۵).

نتایج

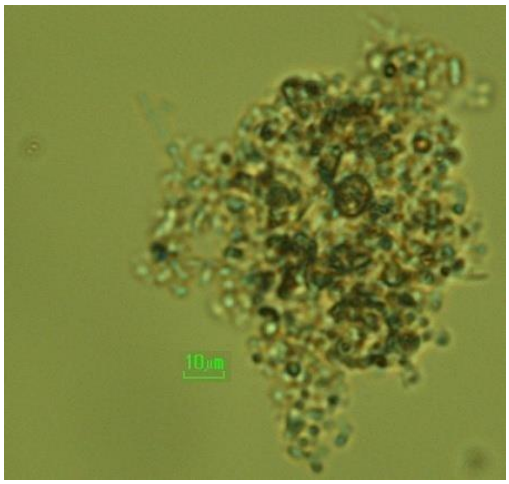
نتایج این تحقیق در سه بخش؛ مشاهدات میکروسکوپی، تاثیر ترکیبات مختلف شیمیایی بر *Cochlodinium polykrikoides* و هم‌چنین بر میگوی پاسفید غربی به‌شرح زیر قابل ارائه می‌باشد:

مشاهدات میکروسکوپی *Cochlodinium polykrikoides*، قبل و بعد از مواجهه: مشاهده نمونه‌های میکروجلبک‌ها با میکروسکوپ نوری با بزرگ‌نمایی ۴۰۰ و ۱۰۰۰ برابر، نشان داد که سلول‌های *Cochlodinium polykrikoides* در ابتدای دوره کشت به‌صورت کشیده بوده، پوسته‌ها کلفت و فاقد ذرات سبز رنگ می‌باشند (شکل ۱). با افزایش سن، سلول‌ها به‌تدریج گردتر شده، پوسته‌های سلولی نازک‌تر و ذرات سبز رنگی درون سلول‌ها مشاهده گردید (شکل ۲). در این مرحله، مواجهه سلول با هرگونه استرس و تغییر شرایط محیطی، منجر به رشد ذرات سبز رنگ شده و پس از رسوب سلول و متلاشی شدن آن، ذرات در محیط آزاد شدند (شکل ۳).

شکل ۱: زنجیره ۴ تایی جلبک *Cochlodinium polykrikoides* در شرایط طبیعی



شکل ۲: شکستن زنجیره‌های *Cochlodinium polykrikoides* و ایجاد نمونه‌های تک سلولی هم‌زمان با بزرگ شدن ذرات سبز رنگ، در زمان ایجاد تغییرات محیطی



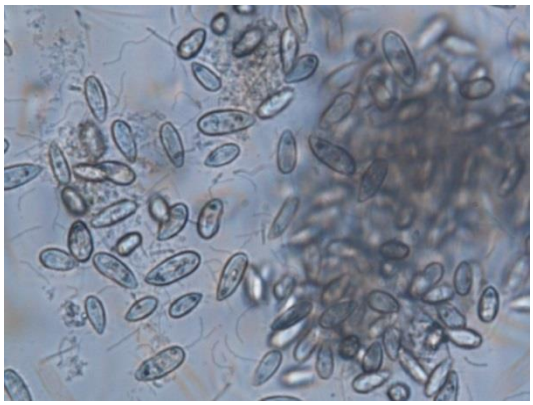
شکل ۳: تخریب سلول‌های *Cochlodinium polykrikoides* و رها شدن ذرات سبز رنگ پس از رسوب‌گذاری سلول

ذرات رها شده در زمان کوتاهی در حدود چند ساعت، شروع به حرکت‌و انجام تقسیمات سلولی کردند(شکل ۴). حاصل این تقسیمات پس از یک روز، ایجاد توده‌ای سبز رنگ بوده که کل محیط کشت را فرا گرفت.

شکل ۴: تکثیر ذرات سبز رنگ *Cochlodinium polykrikoides* و تولید سلول‌های رویشی با پوششی ژلاتینی

تاثیر مواد شیمیایی مختلف بر *Cochlodinium polykrikoides*:
با مواد شیمیایی، داده‌های حاصل از این بررسی گویای آن بود که حتی غلظت ۰/۰۱ میلی‌گرم بر لیتر از ترکیبات هیپوکلریت سدیم، کربنات کلسیم، پلی آلومینیم کلراید، سولفات آلومینیم، سولفات آهن، هیدروکسید منیزیم و نشاسته، قادر به رسوب‌گذاری میکروجلبک کوکلودینیوم در مدت کم‌تر از یک‌ساعت در محیط آزمایشگاهی می‌باشند. جدول ۱ گویای تغییرات میانگین سلول‌های سبز رنگ و هم‌چنین میزان اسیدیته محیط کشت، قبل و بعد از مواجهه با مواد شیمیایی می‌باشد. مقایسه میانگین میزان اسیدیته محیط کشت، قبل و بعد از مواجهه، به‌کمک آنالیز واریانس و آزمون توکی، گویای آن است که در مواجهه غلظت‌های ۰/۵ و ۱ میلی‌گرم بر لیتر هیدروکسید منیزیم و هیپوکلریت سدیم، قلیاییت آب به‌طور معنی‌داری افزوده می‌شود ($a\leq$۰/۰۵).

در اثر مجاورت نشاسته با جلبک *Cochlodinium polykrikoides*، رسوب‌گذاری و تخریب سلولی انجام گردیده ولی ذرات رها شده علاوه بر سلول‌های سبز رنگ، ایجاد شکل‌های جانوری کرده که تمامی ذرات نشاسته را در بر می گرفتند (شکل ۵).



شکل ۵: شکل سلول‌ها *Cochlodinium polykrikoides* در محیط کشت پس از مواجهه با نشاسته، بزرگ‌نمایی ۴۰۰

تاثیر مواد شیمیایی مختلف بر میگوی پا سفید غربی (*Litopenaeus vannamei*): نوسانات میانگین میزان اکسیژن، اسیدیته (pH) و آمونیاک و هم‌چنین تغییر خصوصیات رفتاری و سلامت میگو در غلظت‌های ۰/۰۱، ۰/۰۵، ۰/۱، ۰/۵، ۱ میلی‌گرم بر لیتر از ترکیبات مختلف مورد نظر در این تحقیق، در شرایط مناسب پرورش میگو در استان بوشهر شامل شوری ۳۸ گرم بر لیتر و دمای ۲۷ درجه سانتی‌گراد، به‌شرح زیر می‌باشد:

هیدروکسید منیزیم: در تیمار شاهد، میانگین میزان سه فاکتور اکسیژن محلول، اسیدیته (pH) و آمونیاک در زمان صفر و هم‌چنین حداقل و حداکثر میزان آن ها در طول زمان بررسی (۹۶ ساعت) به ترتیب؛ ۶/۹۹ (۶/۹۳-۷/۰۹) میلی‌گرم بر لیتر، ۷/۷۸ (۷/۸۲-۸/۱۶) و ۰/۷۱ (۱/۰۷-۲/۸۱) میلی‌گرم بر لیتر، اندازه‌گیری و ثبت شد. در سایر تیمارها، میانگین میزان سه فاکتور اکسیژن محلول، اسیدیته (pH) و آمونیاک در زمان صفر (قبل از افزودن هیدروکسید منیزیم)و هم‌چنین حداقل وحداکثر میزان آن‌ها با افزودن غلظت‌های مختلف از هیدروکسید منیزیم به‌ترتیب؛ ۶/۵۲ (۶/۶۴-۸/۰۶) میلی‌گرم بر لیتر، ۸/۳۱ (۸/۴۸-۷/۳۸) و ۰/۷۴ (۱/۱۲-۳/۰۹) میلی‌گرم بر لیتر بوده است. به‌طورکلی با افزودن غلظت‌های مختلف از هیدروکسید منیزیم به آب آکواریوم‌ها، حتی پس از ۹۶ ساعت، هیچ‌گونه اثرات بی‌تابی و مرگ و میری مشاهده نگردیده وکلیه رفتارها طبیعی به‌نظر می‌رسید.

پلی آلومینیوم کلراید: در تیمار شاهد، میانگین میزان سه فاکتور اکسیژن محلول، اسیدیته (pH) و آمونیاک در زمان صفر و هم‌چنین حداقل و حداکثر میزان آن‌ها در طول زمان بررسی (۹۶ ساعت) به‌ترتیب؛ ۶/۵۲ (۶/۶۳-۸/۱۴) میلی‌گرم بر لیتر، ۸/۳۳ (۷/۹۲-۸/۰۲) و ۰/۶۶ (۰/۸۱-۲/۰۲) میلی‌گرم بر لیتر، اندازه‌گیری و ثبت شد. در سایر تیمارها، میانگین میزان سه فاکتور اکسیژن محلول، اسیدیته (pH) و آمونیاک در زمان صفر (قبل از افزودن پلی آلومینیوم کلراید) و هم‌چنین حداقل و حداکثر میزان آن‌ها با افزودن غلظت‌های مختلف از پلی آلومینیوم کلراید به‌ترتیب؛ ۶/۵۶ (۳۷/۴۵-۸/۶) میلی‌گرم بر لیتر، ۸/۲۷ (۷/۲۴-۸/۰۵) و ۰/۶۹ (۵۸/۸۹-۳/۰) میلی‌گرم بر لیتر بوده است. به‌طورکلی با افزودن غلظت‌های مختلف از پلی آلومینیم کلراید به آب آکواریوم‌ها، حتی پس از ۹۶ ساعت، هیچ‌گونه اثرات بی‌تابی و مرگ و میری مشاهده نگردیده و کلیه رفتارها طبیعی به نظر می‌رسید.

سولفات آلومینیم: در تیمار شاهد، میانگین میزان سه فاکتور اکسیژن محلول، اسیدیته (pH) و آمونیاک در زمان صفر و هم‌چنین حداقل و حداکثر میزان آن‌ها در طول زمان بررسی (۹۶ ساعت) به ترتیب: ۷/۰۲ (۶/۵۴-۸/۲۳) میلی‌گرم بر لیتر، ۸/۲۰ (۷/۸۲-۸/۰۳) و ۰/۶۵ (۴/۰۳-۲/۱۴) میلی‌گرم بر لیتر، اندازه‌گیری و ثبت شد. در سایر تیمارها، میانگین میزان سه فاکتور اکسیژن محلول، اسیدیته (pH) و آمونیاک در زمان صفر (قبل از افزودن سولفات آلومینیم) و هم‌چنین حداقل و حداکثر میزان آن‌ها با افزودن غلظت‌های مختلف از سولفات آلومینیم به‌ترتیب؛ ۶/۹۷ (۶/۶۴-۸/۳۶) میلی‌گرم بر لیتر، ۷/۷۵ (۷/۶۷-۸/۱۰) و ۰/۷۵ (۹۵/۸۷-۳/۱) میلی‌گرم بر لیتر بوده است. به طورکلی با افزودن غلظت‌های مختلف از سولفات آلومینیم به آب آکواریوم‌ها، حتی پس از ۹۶ ساعت، هیچ‌گونه اثرات بی‌تابی و مرگ و میری مشاهده نگردیده وکلیه رفتارها طبیعی به‌نظر می‌رسید.

کربنات کلسیم: در تیمار شاهد، میانگین میزان سه فاکتور اکسیژن محلول، اسیدیته (pH) و آمونیاک در زمان صفر و هم‌چنین حداقل و حداکثر میزان آن‌ها در طول زمان بررسی (۹۶ ساعت) به ترتیب: ۶/۶۶ (۶/۲۸-۸/۱۴) میلی‌گرم بر لیتر، ۸/۲۳ (۸/۵۰-۸/۱۳) و ۰/۰۶ میلی‌گرم بر لیتر، اندازه‌گیری و ثبت شد. در سایر تیمارها، میانگین میزان سه فاکتور اکسیژن محلول، اسیدیته (pH) و آمونیاک در زمان صفر (قبل از افزودن کربنات کلسیم) و هم‌چنین حداقل و حداکثر میزان آن‌ها با افزودن غلظت‌های مختلف از کربنات کلسیم به‌ترتیب؛ ۶/۶۳ (۵/۹۰-۸/۲۹) میلی‌گرم بر لیتر، ۸/۲۵(۷/۵۰-۸/۱۳) و ۰/۵۷ (۰/۱۷-۲/۷۸)میلی‌گرم بر لیتر بوده‌است.به‌طورکلی باافزودن غلظت‌های مختلف از کربنات کلسیم به آب آکواریوم‌ها، حتی پس از ۹۶ ساعت، هیچ‌گونه اثرات بی‌تابی و مرگ و میری مشاهده نگردیده و کلیه رفتارها طبیعی به‌نظر می‌رسید.

هیپوکلریت سدیم: در تیمار شاهد، میانگین میزان سه فاکتور اکسیژن محلول، اسیدیته (pH) و آمونیاک در زمان صفر و هم‌چنین حداقل و حداکثر میزان آن‌ها در طول زمان بررسی (۹۶ ساعت) به ترتیب: ۶/۴۹ (۶/۸۲-۷/۹۵) میلی‌گرم بر لیتر، ۸/۳۵ (۷/۵۹-۸/۰۲) و ۰/۶۱ (۰/۳۷-۲/۹۸) میلی‌گرم بر لیتر، اندازه‌گیری و ثبت شد. در سایر تیمارها، میانگین میزان سه فاکتور اکسیژن محلول، اسیدیته (pH) و آمونیاک در زمان صفر (قبل از افزودن هیپوکلریت سدیم) و هم‌چنین حداقل و حداکثر میزان آن‌ها با افزودن غلظت‌های مختلف از هیپوکلریت سدیم به‌ترتیب: ۶/۴۳ (۵/۸۹-۸/۲۱) میلی‌گرم بر لیتر، ۸/۴۰ (۳۳/۱۱-۸/۷) و ۰/۶۳ (۰/۵۱-۳/۷۳) میلی‌گرم بر لیتر بوده است. علاوه بر این، نتایج گویای آن بود که با افزودن غلظت‌های ۰/۰۱، ۰/۰۵، ۰/۱، ۰/۵، ۱ میلی‌گرم هیپوکلریت سدیم به آب آکواریوم‌ها، حتی پس از ۹۶ ساعت هیچ‌گونه مرگ و میر نداشته است. درصورتی‌که در غلظت ۱ گرم بر لیتر، از ابتدا بی‌تابی شدید و پس از آن مرگ و میر تدریجی اتفاق افتاد که در نهایت پس از ۴۸ ساعت مواجهه، تمامی میگوها از بین رفتند، ولی در سایر تیمارها، اثرات بی‌تابی جزیی بوده و پس از آن آرامش نسبی برقرار شده و کلیه رفتارها طبیعی به‌نظر می‌رسید.

سولفات آهن: در تیمار شاهد، میانگین میزان سه فاکتور اکسیژن محلول، اسیدیته (pH) و آمونیاک در زمان صفر و هم‌چنین حداقل و حداکثر میزان آن‌ها در طول زمان بررسی (۹۶ ساعت) به‌ترتیب: ۶/۲۶ (۶/۴۱-۷/۷۹)میلی‌گرم بر لیتر، ۸/۳۴ (۷/۱۶-۷/۶۶) و ۰/۶۴ (۱/۷۰ -۲/۵۶) میلی‌گرم بر لیتر، اندازه گیری و ثبت شد. در سایر تیمارها، میانگین میزان سه فاکتور اکسیژن محلول، اسیدیته (pH) و آمونیاک در زمان صفر (قبل از افزودن سولفات آهن) و هم‌چنین حداقل و حداکثر میزان آن‌ها با افزودن غلظت‌های مختلف از سولفات آهن به ترتیب: ۶/۹۴ (۵/۶۴-۷/۹۷) میلی‌گرم بر لیتر، ۸/۳۲ (۶/۹۸-۷/۷۰) و ۰/۷۱ (۱/۴۸-۳/۹۶) میلی‌گرم بر لیتر بوده است. با افزودن غلظت‌های مختلف از سولفات آهن به آب آکواریوم‌ها، حتی پس از ۹۶ ساعت، هیچ‌گونه اثرات بی‌تابی و مرگ و میری مشاهده نگردیده وکلیه رفتارها طبیعی به‌نظر می‌رسید.

نشاسته: در تیمار شاهد، میانگین میزان سه فاکتور اکسیژن محلول، اسیدیته (pH) و آمونیاک در زمان صفر و هم‌چنین حداقل و حداکثر میزان آن‌ها در طول زمان بررسی (۹۶ ساعت) به‌ترتیب: ۷/۱۲ (۵/۶۹-۷/۸۵) میلی‌گرم بر لیتر، ۸/۳۳ (۷/۸۷-۶/۵۲)و ۰/۷۰ (۰/۴۶ -۳/۰۰) میلی‌گرم بر لیتر، اندازه‌گیری و ثبت شد. در سایر تیمارها، میانگین میزان سه فاکتور اکسیژن محلول، اسیدیته (pH) و آمونیاک در زمان صفر (قبل از افزودن سولفات آهن) و هم‌چنین حداقل و حداکثر میزان آن‌ها با افزودن غلظت‌های مختلف از نشاسته به ترتیب: ۷/۰۱ (۵/۳۵-۷/۹۵) میلی‌گرم بر لیتر، ۸/۳۵ (۶/۸۸-۷/۹۵) و ۰/۷۱ (۱/۴۸-۳/۹۶)میلی‌گرم بر لیتر بوده است. با افزودن غلظت‌های مختلف از نشاسته به آب آکواریوم‌ها، حتی پس از ۹۶ ساعت، هیچ‌گونه اثرات بی‌تابی و مرگ و میر مشاهده نگردیده وکلیه رفتارها طبیعی به‌نظر می‌رسید.

جدول ۱: تغییرات میزان اسیدیته و تعداد سلول‌های سبز رنگ در محیط کشت جلبک *Cochlodinium polykrikoides*، پس از مواجهه با غلظت‌های مختلف از مواد شیمیایی

زمان (ساعت)		صفر		۱۲		۲۴	
ترکیب	غلظت (میلی‌گرم بر لیتر)	اسیدیته	تعداد سلول‌ها	اسیدیته	تعداد سلول‌ها	اسیدیته	تعداد سلول‌ها
هیدروکسید منیزیم	۰,۰۱	۸,۱۲	۲	۸,۱۹	۱۵۰۰	۸,۲۶	۱۵۰۰۰
	۰,۰۵	۸,۲۲	۶	۸,۳۴	۹۰۰	۸,۳۴	۱۶۰۰۰
	۰,۱	۸,۲۷	۳	۸,۳۹	۱۵۰۰	۸,۳۶	۱۶۸۰۰
	۰,۵	۸,۲۷	۲	۸,۴۲	۲۰۰۰	۸,۳۷	۱۲۸۰۰
	۱	۸,۲۶	۵	۸,۴۲	۲۰۰۰	۸,۳۷	۱۲۸۰۰
هیپوکلریت سدیم	۰,۰۱	۸,۰۲	۱	۸,۰۹	۱۲۰۰	۸,۱۶	۱۷۰۰۰
	۰,۰۵	۸,۱۹	۱۱	۸,۲۹	۱۲۰۰	۸,۳۰	۱۶۰۰۰
	۰,۱	۸,۲۴	۱	۸,۳۲	۱۹۰۰	۸,۳۳	۱۸۹۰۰
	۰,۵	۸,۲۵	۱	۸,۴۵	۳۶۰۰	۸,۴۱	۱۶۹۰۰
	۱	۸,۲۸	۱	۸,۴۵	۳۶۰۰	۸,۴۱	۱۶۹۰۰
کربنات کلسیم	۰,۰۱	۸,۰۷	۶	۸,۰۶	۹۰۰	۸,۰۶	۱۸۹۰۰
	۰,۰۵	۸,۲۶	۸	۸,۲۵	۹۰۰	۸,۲۴	۱۸۰۰۰
	۰,۱	۸,۲۶	۶	۸,۲۶	۳۰۰۰	۸,۲۵	۱۲۰۰۰
	۰,۵	۸,۲۶	۳	۸,۲۶	۱۹۰۰	۸,۲۶	۱۸۰۰۰
	۱	۸,۲۷	۱	۸,۲۶	۲۶۰۰	۸,۲۶	۱۸۰۰۰
پلی آلومینیوم کلراید	۰,۰۱	۸,۱۳	۸	۸,۱۱	۱۵۰۰	۸,۱۰	۱۶۰۰۰
	۰,۰۵	۸,۲۷	۱	۸,۲۶	۷۰۰	۸,۲۶	۱۵۹۰۰
	۰,۱	۸,۲۵	۲	۸,۲۵	۱۸۰۰	۸,۲۷	۱۳۵۰۰
	۰,۵	۸,۲۹	۲	۸,۲۸	۱۶۰۰	۸,۲۷	۱۵۶۰۰
	۱	۸,۳۰	۲	۸,۲۸	۱۲۰۰	۸,۲۷	۱۵۶۰۰
آلومینیوم کلراید	۰,۰۱	۸,۱۳	۱۰	۸,۱۲	۱۱۰۰	۸,۱۲	۱۴۰۰۰
	۰,۰۵	۸,۲۶	۲	۸,۲۶	۶۰۰	۸,۲۶	۱۵۰۰۰
	۰,۱	۸,۲۶	۱	۸,۲۷	۱۲۰۰	۸,۲۴	۱۸۰۰۰
	۰,۵	۸,۲۸	۲	۸,۲۷	۲۵۰۰	۸,۲۶	۱۴۰۰۰
	۱	۸,۲۴	۱	۸,۲۷	۱۵۰۰	۸,۲۶	۱۴۰۰۰
سولفات آلومینیم	۰,۰۱	۸,۲۵	۴	۸,۲۴	۶۰۰	۸,۲۴	۲۰۰۰۰
	۰,۰۵	۸,۲۵	۴	۸,۲۴	۶۰۰	۸,۲۴	۲۰۰۰۰
	۰,۱	۸,۲۷	۱	۸,۲۷	۱۰۰۰	۸,۲۷	۱۴۰۰۰
	۰,۵	۸,۲۷	۱	۸,۲۷	۳۲۰۰	۸,۲۷	۱۲۰۰۰
	۱	۸,۲۶	۱	۸,۲۷	۲۸۰۰	۸,۲۷	۲۶۰۰
سولفات آهن	۰,۰۱	۸,۲۶	۲	۸,۲۶	۱۲۰۰	۸,۲۵	۱۲۹۰۰
	۰,۰۵	۸,۲۶	۲	۸,۲۶	۱۲۰۰	۸,۲۵	۱۲۹۰۰
	۰,۱	۸,۲۶	۲	۸,۲۷	۱۵۰۰	۸,۲۵	۱۸۰۰۰
	۰,۵	۸,۲۵	۳	۸,۲۶	۲۵۰۰	۸,۲۵	۱۵۹۰۰
	۱	۸,۲۷	۲	۸,۲۶	۱۸۰۰	۸,۲۶	۱۸۰۰۰
نشاسته	۰,۰۱	۸,۲۵	۲	۸,۲۱	۵۰۰	۸,۲۳	۹۹۰
	۰,۰۵	۸,۲۵	۲	۸,۲۱	۵۰۰	۸,۲۳	۹۹۰
	۰,۱	۸,۲۵	۳	۸,۲۵	۳۰۰	۸,۱۹	۶۰۰
	۰,۵	۸,۲۶	۱	۸,۲۵	۲۰۰	۸,۲۵	۴۵۰
	۱	۸,۲۷	۱	۸,۲۵	۲۰۰	۸,۲۵	۳۰۰

بحث

دستیابی به‌روش‌های عملی به‌منظور اجتناب از بروز شکوفایی در مزارع پرورش آبزیان و یا تعدیل آن، در کنار افزایش کیفیت و کمیت تولید و پایداری محیط زیست، از اهداف بسیاری از مطالعات و تحقیقات علمی و عملی می‌باشد (Secher، ۲۰۰۹؛ Jiang و همکاران، ۲۰۰۳؛ Shen و Dempsey، ۱۹۹۸). *Cochlodinium polykrikoides* ریز جلبک‌هایی از گروه دینوفیسه‌ها با دو رفتار گیاهی و جانوری بوده و در شرایط مختلف محیطی در راستای بیش‌ترین سازش با شرایط محیطی دارای خصوصیات زیستی و ریختی متفاوتی می‌باشند (Matsuoka، ۲۰۰۸؛ Kim و همکاران، ۲۰۰۷). یافته‌های حاصل از این تحقیق نیز گویای تبدیل سلول‌های رویشی زره‌دار به بدون زره تحت تاثیر تغییرات اکولوژیک می‌باشد به‌طوری‌که داده‌های حاصل از مواجهه *Cochlodinium polykrikoides* با تراکم ۱۰۰ هزار قطعه در لیتر، با غلظت‌های ۰/۰۱، ۰/۰۵، ۰/۱، ۰/۵، ۱ میلی‌گرم بر لیتر از ترکیبات مختلف شیمیایی شامل هیدروکسیدمنیزیم، کربنات کلسیم، سولفات آهن، پلی آلومینیوم کلراید، هیپوکلریت سدیم، آلومینیوم سولفات و نشاسته گویای آن است که هر ماده با توجه به خصوصیات شیمیایی، قادر به تشدید فعالیت‌های فیزیولوژیک سلول‌های جلبک بوده و در نهایت عاملی برای شکستن شکوفایی *Cochlodinium polykrikoides* در محیط کشت آزمایشگاهی و تولید سلول‌های بیضوی سبز رنگ، شکوفایی مجدد به‌صورت رشته‌های زنجیره‌ای ژلاتینی و در نهایت رسوب آن‌ها در محیط باشند. مطالعه انجام شده توسط معزی و همکاران (۱۳۹۲) در پژوهشکده اکولوژی هرمزگان نشان داد که غلظت‌های ۰/۰۵ تا ۱/۵ گرم بر لیتر سولفات مس، هیپوکلریت سدیم و پرمنگنات پتاسیم منجر به رسوب سریع *Cochlodinium polykrikoides* در محیط آزمایشگاهی می گردند.

نتایج به‌دست آمده از تاثیر مواد شیمیایی مورد نظر در این تحقیق بر میگوی پا سفید غربی گویای آن است که فقط در غلظت ۱ گرم بر لیتر از هیپوکلریت سدیم، ابتدا بی‌تابی شدید، پس از چند ساعت، شروع مرگ و میر و در نهایت پس از ۴۸ ساعت، از بین رفتن تمامی میگوها اتفاق افتاد. در صورتی‌که در مواجهه با دیگر غلظت‌های هیپوکلریت سدیم و هم‌چنین سایر ترکیبات با غلظت‌های مختلف، هیچ‌گونه اثرات بی‌تابی مشاهده نشده و کلیه رفتارها طبیعی به‌نظر می‌رسید. با توجه به منابع موجود، نوسانات عوامل مختلف از جمله اکسیژن محلول و اسیدیته در طول دوره بررسی، در محدوده طبیعی رشد میگوی پاسفید غربی بوده است (Lazur، ۲۰۰۷؛ Whetstone و همکاران، ۲۰۰۲؛ Chen و Tu، ۱۹۹۱).

نکته مهم در مبارزه با شکوفایی‌های پلانکتونی در مزارع پرورش آبزیان از طریق شیمیایی، علاوه بر جلوگیری از بروز شکوفایی جلبکی و یا تعدیل آن، مواردی از قبیل: حفظ محیط زیست، حداقل غلظت موثر، اجتناب از افزودن هزینه‌های تولید و حفظ کیفیت محصول در بازار نیز قابل توجه می‌باشد. بدون شک استفاده از تمامی مواد مورد مطالعه در این تحقیق در مزارع پرورشی، علاوه بر تاثیر منفی بر محیط زیست از طریق تغییر در نوسانات اسیدیته یا نوسانات املاح مختلف، می‌توانند بر افزایش هزینه تولید نیز موثر باشند. به عنوان مثال با توجه به این‌که آلومینیوم فلزی سنگین بوده و استفاده از دو ترکیب آن (پلی آلومینیم کلراید و آلومینیم سولفات) در نهایت می‌تواند عوارض زیست محیطی متعددی را در محیط به‌دنبال داشته باشد، هم‌چنین از آن‌جا که رسوب ذرات معلق کوکلودینیوم با این دو ترکیب می‌تواند مورد تغذیه میگو قرار گرفته و در دراز مدت منجر به افزایش میزان فلز سنگین آلومینیوم در بافت میگو می‌گردد. لذا استفاده از پلی آلومینیوم کلراید و آلومینیم سولفات در مزارع پرورش میگو، علاوه بر سلامت آبزی، بر مصرف آن نیز می‌تواند تاثیرگذار باشد. هم‌چنین نظر به این‌که هیپوکلریت سدیم اکسید کننده‌ای قوی بوده و می‌تواند حیات دیگر آبزیان را نیز تحت تاثیر قرار دهد، در هر گونه مبارزه شیمیایی با کشند قرمز نمی‌تواند در اولویت قرار داشته باشد.

در رابطه با سایر ترکیبات مورد بررسی نیز عوارض جانبی مشابه‌ای وجود دارد. در میان مواد فوق، نشاسته با توجه به نقش تغذیه‌ای آن برای میگو و دیگر آبزیان، نسبت به دیگر مواد مورد آزمایش بسیار متفاوت می‌باشد. نشاسته یکی از ترکیبات غذایی غالب جانوران و میکروارگانیسم‌ها است که به سهولت توسط آنزیم‌های مختلف به واحدهای سازنده آن یعنی گلوکز شکسته می‌شود. نشاسته و گلوکز به‌دلیل دارا بودن گروه‌های کتونی، آلدهیدی، الکلی و ایجاد بارهای منفی و مثبت زیاد قادر به ایجاد جاذبه و به‌دنبال آن رسوب گذاری ذرات معلق از جمله سلول‌ها و زنجیره‌های کوکلودینیوم می‌باشند، علاوه بر این، گلوکز به شیوه‌های مختلف در متابولیسم مصرف کنندگان از جمله به‌منظور تولید انرژی و تولید اسیدهای آمینه مشارکت می‌کند. میکروارگانیسم‌های آبزی از جمله جانوران تک سلولی پروتوزوآها، روتیفرها، کرم‌های پست و .... در کنار مصرف گلوکز و جذب دیگر ذرات غذایی و مولکول‌های معلق و محلول پروتئینی در آب، در کاهش میزان ازت آب و تعدیل شکوفایی جلبکی موثر می‌باشند (Barns، ۱۹۸۷). علاوه بر این گروه مهمی از میکروارگانیسم‌های آب را باکتری‌های هوازی تشکیل می‌دهند که با مصرف گلوکز و آمونیوم به‌ترتیب به‌عنوان منبع انرژی و ازت قادر به شکوفایی سریع می‌باشند (Jawetz و همکاران، ۱۹۸۷)

شکوفایی این گروه از میکروارگانیسم‌ها نیز با ایجاد رقابت با جلبک‌ها، از شکوفایی شکل‌های جانوری و گیاهی ممانعت می‌کند (Gallert و Winter، ۲۰۰۵). امروزه در مزارع پرورشی آبزیان از جمله میگو، به منظور بهبود کیفیت آب، ممانعت از شکوفایی جلبک‌ها و دیگر میکروارگانیسم‌های مضر و هم‌چنین بازیافت ذرات معلق غذایی و مواد مغذی محلول در آب، از کربوهیدرات‌ها از جمله نشاسته استفاده می‌شود (Nyan، ۲۰۱۲).

با توجه به یافته‌های این تحقیق به‌نظر می‌رسد در شرایط آزمایشگاهی، شکوفایی کوکلودینیوم پلی کریکوییدس با تراکم ۱۰۰ هزار قطعه در لیتر، با استفاده از ترکیبات مختلف شیمیایی از جمله هیدروکسید منیزیم، کربنات کلسیم، سولفات آهن، پلی آلومینیوم کلراید، آلومینیوم سولفات و نشاسته با غلظت‌های ۰/۰۱، ۰/۰۵، ۰/۱، ۰/۵ و ۱ میلی‌گرم بر لیتر، قابل شکستن باشد درحالی‌که تا غلظت یک صد برابر این میزان برای میگوی پاسفید غربی در طول مدت ۹۶ ساعت،حتی‌فاقد اثرات نامطلوب از جمله بی‌قراری یا کاهش بازماندگی می باشد. از میان ترکیبات مورد بررسی در این تحقیق، نشاسته دارای حداقل تاثیرات نامطلوب زیست محیطی بوده و علاوه بر آن قادر است ضمن شکوفایی میکروارگانیسم‌های هتروتروف و بهبود کیفیت آب، در تولید توده‌های باکتریایی قابل مصرف برای آبزی موثر باشد. نکته مهم در این زمینه آن است که با شکوفایی میکروارگانیسم‌های هتروتروف، میزان مصرف اکسیژن افزوده شده که استفاده از هواده هم‌زمان با مصرف نشاسته الزامی می‌باشد.

منابع

۱. **امیدی، س.، ۱۳۷۸.** بررسی کیفیت آب‌های ورودی و خروجی استخرهای پرورشی سایت حله بوشهر. موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور.

۲. **امیدی، س.، ۱۳۸۰.** بررسی اثرات آبزی پروری بر محیط زیست در منطقه حله بوشهر. موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور.

۳. **امیدی، س.، ۱۳۸۱.** بررسی اثرات آبزی پروری بر محیط زیست در مناطق حله و دلوار بوشهر. موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور.

۴. **امیدی، س.، ۱۳۸۲.** بررسی اثرات آبزی پروری بر محیط زیست در مناطق حله و مند بوشهر. موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور.

۵. **امیدی، س.، ۱۳۸۳.** بررسی اثرات آبزی پروری بر محیط زیست در مناطق حله و دلوار بوشهر. موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور.

۶. **امیدی، س.، ۱۳۸۵.** بررسی اثرات آبزی پروری بر محیط زیست در مناطق حله، دلوار و شیف بوشهر. موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور.

۷. **امیدی، س.، ۱۳۸۶.** بررسی اثرات آبزی پروری بر محیط زیست در مناطق حله و مند بوشهر. موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور.

۸. **معزی، م.، ۱۳۹۲.** مطالعه تاثیر پارامترهای فیزیکی، بیولوژیکی و شیمیایی بر روی رشد و شکوفایی جلبک تاژکدار *Cochlodinium polykrikoides* موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور.

۹. **نوری‌نژاد، م. و امیدی، س.، ۱۳۸۷.** افزایش میزان آمونیاک و فسفات در آب‌های ساحلی استان بوشهر. موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور.

۱۰. **نوری‌نژاد، م.؛ دلیرپور، غ. و امیدی، س.، ۱۳۹۱.** شکوفایی جنس آلکساندریوم در مزارع پرورش میگوی بویرات. پژوهشکده میگوی کشور.

۱۱. **نوری‌نژاد، م. و امیدی، س.، ۱۳۹۳.** شکوفایی دینوفیسه آ در مزارع پرورش میگوی حله. پژوهشکده میگوی کشور.

۱۲. **Barnes, J., ۱۹۸۷.** Invertebrate Zoology. Fifth edition, Saunders College Publishing. 893 P.

۱۳. **Bauman A.G.; Burt J.A.; Feary, D.A.; Marquis E. and Usseglio P., 2010.** Tropical harmful algal blooms: An emerging threat to coral reef communities? Marine Pollution Bulletin.

۱۴. **Chen, J.C. and Tu, C.C., 1991.** Influence of ammonia on growth of *Penaeus monodon* Fabricius post-larvae. Aquaculture Research. Vol. 22, No. 4, pp: 457-462.

۱۵. **Cortes, A.R.; Nunez-Pasten, A.; Esparza, H.M. and Barraza, I., 1994.** Variacio´n y abundancia del fitoplancton de estanques semi-intensivos e intensivos para el cultivo de camaro´n en Sinaloa, Informe final Proyecto. Tech. Report, pp: 177-218.

۱۶. **Cortes-A.R. and Alonso R., 1997.** Mareas rojas durante ۱۹۷۷ en la bahı´a de Mazatla´n, Sinaloa, Mexico, Cienc. Mar UAS. Vol. ۱۵, pp: ۳۱-۳۷.

۱۷. **Diwan, A.D; Joseph, S. and Ayyappan, S., 2009.** Physiology of reproduction, breeding and culture of tiger shrimp (*Penaeus monodon*). Naredera Publishing House. Delhi (India). 292 p.

۱۸. **Eco-Zist Consulting Engineers. 1978.** Iran 1 and 2 Environmental Report. Atomic Energy Organization of Iran. Volume I, II.

۱۹. **Gallert, C. and Winter, J., 2005.** Environmental Biotechnology. Concepts and Applications. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim. ISBN: 3-527-۳۰۵۸۵-۸.

۲۰. **Glibert, P.; Landsberg, J.; Evans, J.; Al-Sarawi, M.; Faraj, M.; Al-Jaeallah, M.; Hay-wood, A.; Ibrahem, S.; Klesius, P.; Powell, C. and Shoemaker, C., 2002.** A fish kill of massive proportion in Kuwait Bay, Arabian Gulf 2001: the roles of bacterial disease, harmful algae, and eutrophication. Harmful Algae. Vol. 1, pp: 215-231.

۲۱. **Heil, C.A.; Glibert, P.M.; Al-Sarawl, M.A.; Faraj, M.; Behbehani, M. and Husain, M., 2001.** First record of a fish-killing Gymnodinium sp bloom in Kuwait Bay, Arabian Sea: chronology and potential causes. Mar. Ecol. Prog. Ser. Vol. 214, pp: 15-23.

۲۲. **Hach Company. 2002.** DR/4000 Spectrophotometer procedure manual. USA: Hach Company.

۲۳. **Jawetz, E.; Melnick, G.L. and Adelberg, E.A., 1987.** Review of Medical Microbiology. Appleton and Lange Norwalk, Connecticut/ Los Altos, California.

۲۴. **Jiang, J.Q. and Graham, N. J. D., 2003.** Development of Optical Poly-Aluminum-Iron Sulphate Coagulant [J]. J. Environmental Engineering. Vol. 129, No. 8, pp: 699-708.

۲۵. **Jmenez, R., 1989.** Red Tide and Shrimp Activity in Ecuador. In: Olsen, S. and Arriaga, L., editors. A Sustainable Shrimp Mariculture Industry for Ecuador. Narragansett, RI: Coastal Resources Center, University of Rhode Island.

۲۶. **Kim, D.I.; Matsuyama, Y.; Nagasoe, S.; Yamaguchi, M.; Yoon, Y.H.; Oshima, Y.; Imada, N. and Honjo, T., 2004.** Effects of temperature, salinity and irradiance on the growth of the harmful red tide dinoflagellate Cochlodinium polykrikoides Margalef (Dinophyceae). J. Plankton Res. Vol. 26, pp: 61-66.

۲۷. **Kim, J.D., Kim, B. and Lee, C.G., 2007.** Alga-lytic activity of Pseudomonas fluorescens against the red tide causing marine alga Heterosigma akashiwo (Raphidophyceae). Biol. Control. Vol. 41, pp: 296-303.

۲۸. **Koji, k.; Yuki, M. and Naganuma, T., 1998.** Removal of biofouling and red tide algae by Triosyn agent. Abstract of 2nd Meeting for Japan Marine Biotechnology. 89 p.

۲۹. **Lazur, A., 2007.** Growout Pond and Water Quality Management. JIFSAN Good Aquacultural Practices Manual**,** section 6. University of Maryland. 16 p.

۳۰. **Matsuoka, K.; Iwataki, M.; Kawami, H., 2008.** Morphology and taxonomy of chain-forming species of the genus Cochlodinium Dinophyceae. Harmful Algae. Vol. 7, No. 3, pp: 261-270.

۳۱. **Nyan, T., 2012.** Future of Biofloc technology in Asia. Aquaculture Round Table Fisheries Phoket, Thailan.

۳۲. **Ojha, J.S., 2006.** Aquaculture nutrition and biochemistry. Agrotech Publishing Academy. Udaipur. 186 p.

۳۳. **Pecora, J.D.; Sousa-Neto, M.D. and Estrela, C., 1999.** Solucoes Irrigadoras Auxiliaries Do Prepare to Canal Radicular. In: Estre, C. and Figuiredo, J.A.P., Eds., Endodontia-Principios biologicos e mecanicos, Artes Medicas, Sao Paulo. pp: 552-5٦٩.

۳٤. **Richlen, M.; Morton, S.; Jamali, E.; Rajan, A. and Anderson, D.M., 2010.** The catastrophic 2008-۲۰۰۹ red tide in the Arabian Gulf region, with observations on the identification and phylogeny of the fish-killing dinoflagellate Cochlodinium polykrikoides. Harm-ful Algae. Vol. 9, pp: 163-172.

۳۵. **ROPME. 2010.** Manual of Oceanographic Observation and Pollutant Analysis Methods (MOOPAM), second Publication Kuwait.

۳٦. **Ryu, H.Y.; Shim, J.M.; Bang, J.D. and Lee, C., 1998.** Experimental chemical treatment for the control of dinoflagellate, *Cochlodinium polykrikoides* in the land-based culture of olive flounder *Paralichthys olivaceus.* Kor. J. Aquacult. Vol. 11, pp: 285-294.

۳۷. **Sale, P.; Feary, D.; Burt, J.; Bauman, A.; Cavalcante, G.; Drouillard, K.; Kjerfve, B.; Marquis, E.; Trick, C.; Usseglio, P. and Van Lavieren, H., 2010.** The growing need for sustainable ecological management of marine communities of the Persian Gulf. Am-bio. Vol. 40, pp: 4-17.

۳۸. **Secher, S., 2009.** Measures to Control Harmful Algal Blooms The Plymouth Student Scientist. Vol. 2, No. 1, pp: 212-227.

۳۹. **Shen, Y. H. and Dempsey, B.A., 1998.** Synthesis and Speciation of Poly-ferric-sulfate for water treatment. Environmental International. Vol. 24, No. 8, 899910.

٤۰. **Steidinger, K.A., 1975.** Basic factors influencing red tides. In LoCicero, V. R. (ed.), Proceedings of the First International Conference on Toxic Dinoflagellates. Massachusetts Science and Technology Foundation, Massachusetts. pp: 153-162.

٤۱. **Toshifum, Y., 2003.** Occurrence of Cochlodinium polykrikoides red tide and its growth characteristics in Imari Bay in 1999. Bulletin of Nakasaki prefectural Institute of Fisheries. No. 28. pp: 21-26.

٤۲. **UNEP GEO team. 2000.** Global Environment Outlook. United Nations Environment Programme.

٤۳. **Yoon, Y.H., 2001.** A summary on the red tide mechanisms of the harmful dinoflagellate, Cochlodinium polykrikoides in Korean coastal waters, *Bull.* PlanktonSoc. Japan. Vol. 48, No. 2, pp: 113-120.

٤٤. **Whetstone, J.M.; Treece, G.D.; Browdy, C.L.and Stokes, A.D., 2002.** Opportunities and Constraints in Marine Shrimp Farming**.** SRAC (Southern Regional Aquaculture Center) Publication No. 2600.