Archive of SID

علوم و تکنولوژی محیط زیست ، دوره دوازدهم، شماره چهار، زمستان ۸۹

مقایسه توانایی دو گونه صدف دو کفه‌ای *Corbigula fluminea* و *Anodonta cygnea* درفیلتراسیون جلبک *Chlorella spp* (راهکاری جهت کنترل بیولوژیکی اکوسیستم‌های آبی)

لالیک ساریخانی[۱]
مژگان جندقی[۲*]
mojganjandaghi@yahoo.com
آرش جوانشیر خوئی[۳]
مریم شاهپوری[٤]

تاریخ دریافت:۸۶/۸/۲۰ تاریخ پذیرش:۸۷/۱/۲۶

چکیده

ورود پساب‌های ناشی ازفعالیت‌های کشاورزی و صنعتی، به منابع پذیرنده (رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و...)، باعث برهم خوردن شرایط اکولوژیک، این اکوسیستم‌ها شده است. به گونه‌ای که در بسیاری از اکوسیستم‌های آبی مسأله غنی شدن (Eutrophication) حیات اکوسیستم را به مخاطره انداخته است. ارایه یک روش کنترل بیولوژیک به منظور رفع این مشکل دلیل اصلی انجام این تحقیق بوده است. در تحقیق حاضر نرخ فیلتراسیون دو گونه صدف Corbicula fluminea و Anodonta cygnea با واسطه جلبک Chlorella spp در یک سیستم مدار بسته مورد ارزیابی قرار گرفت. در این مطالعه، سه تیمار مختلف جلبک($۱۰^{۴} \times ۵$ و $۱۰^{۵} \times ۱$ و $۱۰^{۵} \times ۲$ سلول در هر میلی لیتر) که قبلاً در محیط کشت تک‌گونه‌ای و با استفاده از محیط گیلارد کشت داده شده بود، مورد آزمایش قرار گرفت. روش کار سیستم به این صورت بود که صدف ها و آب احاطه کننده آن ها در دوره‌های زمانی ۳۰ دقیقه‌ای بازدید و نمونه برداری می‌شدند. در صورتی‌که بین هر دو دوره ۳۰ دقیقه‌ای و در طول ۱۲۰ دقیقه در جریان گردشی، پالایش طبیعی خود را انجام می‌داد. هر تیمار ۳ تکرار داشته و کل آزمایش‌ها ۲ بار نیز تکرار گردید. نتایج به دست آمده بیانگر این مطلب است که در هر سه تیمار، با گذشت زمان نرخ فیلتراسیون صدف های یاد شده کاهش می‌یابد. همچنین در مورد صدف C. fluminea در بین تیمارها با وجود اختلافات جزئی این اختلافات معنی دار نمی‌باشند. بیشترین نرخ فیلتراسیون در تیمار اول(غلظت پایین) ۳/۵۶ ($\sigma = 0.7$) میلی لیتر در دقیقه بر گرم (وزن

۱- کارشناس ارشد شیلات دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.
۲- کارشناس ارشد علوم محیط‌زیست، دانشکده محیط زیست و انرژی،واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی،تهران*(مسئول مکاتبات).
۳- استاد یارگروه شیلات و محیط زیست دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.
۴- دانشجوی دکتری بیولوژی دریا، دانشکده علوم وفنون دریایی، واحد علوم تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی، تهران.

www.SID.ir

Archive of SID

خشک ماده آلی) مشاهده شده است. در مورد صدف A. cygnea نرخ فیلتراسیون در سه تیمار بسیار نزدیک به هم بوده و در تیمار دوم (غلظت متوسط) بیشتر است، هرچند میانگین ۳ تکرار در غلظت پایین اختلاف معنی دار جزئی با غلظت متوسط دارد. ولی میانگین ۳تکرار غلظت بالا با غلظت متوسط اختلاف ندارد.

با مقایسه بین نرخ فیلتراسیون جلبک کلرلا توسط دو صدف مورد آزمایش می‌توان نتیجه گرفت که کارآیی صدف A. cygnea در فیلتراسیون جلبک کلرلا بیشتر از C. fluminea می‌باشد، به‌طوری که در تیمار اول نرخ فیلتراسیون جلبک کلرلا در مورد صدف C. fluminea، (AFDW) $ml.min^{-1}.gr^{-1}$ ۳/۵۶ و در مورد A. cygnea ۵/۲۹ می‌باشد. در تیمار دوم و سوم نیز وضع به همین منوال است و از ۳/۴۴در C.fluminea به ۵/۸۹ در A. cygnea افزایش یافته و در تیمار سوم از ۲/۹۵ در C. fluminea به ۵/۸۶ در A. cygnea رسیده است.

با توجه به نتایج به دست آمده و توانایی نسبتا خوب تصفیه‌ای این دو گونه صدف، می‌توان از آن ها جهت کنترل زیستی و کاهش شکوفایی فیتوپلانکتونی در دریاچه‌های یوتروف، استخرها و سیستم‌های فاضلاب استفاده کرد.

واژه های کلیدی: نرخ فیلتراسیون، جلبک*Chlorella spp*، *Corbicula fluminea* و *Anodonta cygnea*

مقدمه

دوکفه‌ای‌ها از لحاظ اکولوژیک علاوه بر داشتن جایگاه ویژه در زنجیره غذایی، نقش به‌سزایی در چرخه غذایی سایر آبزیان ایفا می‌کنند. این موجودات شاخص زیستی اکوسیستم-های آبی محسوب می‌شوند که قادرند آلودگی‌های نفتی، فلزات سنگین، مواد رادیواکتیو و غیره را از محیط جمع آوری کرده و باعث پاکیزگی و سلامتی محیط آبی گردند (۱). دوکفه ای‌های *Corbicula fluminea* و *Anodonta cygnea* در بسیاری از رودخانه‌ها، برخی دریاچه‌ها و قسمت‌هایی با شوری کم از ورودی‌های دریا زیست می‌نمایند و در حوزه دریای خزر نیز وجود دارند(۲).

این دوکفه‌ای‌ها از جمله بی مهرگان صافی خوار (Filter-Feeder) هستند که در محیط آبی، ذرات غذایی را از طریق فیلتر کردن مصرف نموده و سپس معدنی (مصرف مواد آلی و دفع به صورت مواد مغذی) می‌نمایند. در نتیجه مواد غذایی مورد نیاز تولیدات اولیه را مهیا می‌سازند (۳).

با توجه به این که دوکفه‌ای‌های یاد شده از تصفیه کننده‌های زیستی محیط آبی بوده و به‌عنوان کنترل کننده شکوفایی جلبکی پیشنهاد شده‌اند (۴)، لذا محاسبه میزان تصفیه آن ها می‌تواند حایز اهمیت باشد. عمل فیلتر کردن این جانوران، آثار مثبت و منفی متعددی در محیط به دنبال دارد. به‌عنوان مثال، تصفیه و مصرف فیتوپلانکتون‌های مضر از آثار مثبت و پلانکتون‌های گیاهی مفید و مورد تغذیه زئوپلانکتون‌ها و ماهی در منابع آبی از آثار منفی آن‌ها می‌باشد. بنابراین به دلیل تأثیرات مختلف این جانوران در محیط آبی به‌منظور استفاده بهینه از این جانوران لازم بود تا بررسی مقدماتی برای تعیین میزان فیلتراسیون آن ها صورت گیرد. تاکنون بررسی کاملی در مورد این دو گونه صدف صورت نگرفته است. مطالعات انجام شده در خارج از کشور مربوط به توانایی این دو گونه در جذب فلزات سنگین می‌باشد و در داخل کشور نیز در مورد توانایی گونه *Anodonta cygnea* در حذف فسفات و نیترات تحقیقاتی صورت گرفته است اما به‌طور مشخص در مورد توانایی فیلتراسیون این گونه و گونه *Corbigula fluminea* تحقیقی صورت نگرفته است. به عبارت دیگر هدف از این تحقیق معرفی بهترین گونه صدف دو کفه‌ای جهت کنترل بیولوژیکی یک اکوسیستم آبی است که در واقع صدف نیز جزئی از این اکوسیستم است.

مواد و روش‌ها

مراحل انجام این تحقیق به صورت زیربود:

الف- تهیه صدف

www.SID.ir

Archive of SID

ب- تهیه محیط کشت جلبک

ج- تهیه سیستم آزمایش

د- شمارش جلبک

ه- خشک کردن ، وزن کردن و سوزاندن صدف ها

و- تجزیه و تحلیل داده‌ها

الف- تهیه صدف

صدف های مورد مطالعه از حاشیه رودخانه تجن (رودخانه تجن، رودی است که در شرق شهرستان سرخس جاری است) در محل دهانه این رودخانه (به‌طریق دستی) جمع‌آوری و پس از قرار دادن در یخدان ویژه با حفاظت‌های خاص به آزمایشگاه منتقل شد. جهت نرمال نمودن آزمایش‌ها و از بین بردن استرس های ناشی از حمل و نقل، گروه صدف ها یک دوره سازگاری ۱۰ روزه را در داخل مخزنی طی کردند که از قبل برای آن ها آماده و هوادهی شده بود. آب مخزن در دوره سازگاری هوادهی شده و جریان ملایمی در آن وجود داشته است. صدف ها در این دوره تغذیه نشدند.

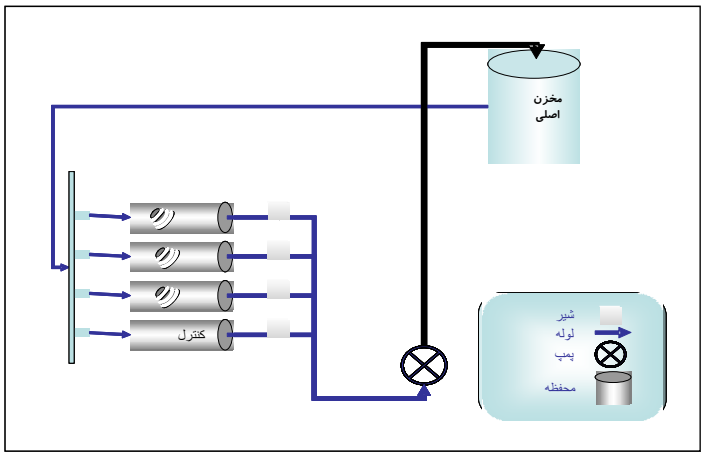
ب- تهیه محیط کشت جلبک

سویه جلبک از بخش بیوتکنولوژی مرکز تحقیقات استان گلستان تهیه و برای کشت آن از محیط کشت گیلارد (۵) استفاده شد.

سویه تهیه شده کلرلا در یک مخزن ۳۰ لیتری به همراه مواد ذکر شده در بالا کشت داده شد و پس از ۱۰ روز غلظت جلبک به حد کافی رسید(۳۰۰۰۰۰ سلول در هر میلی لیتر) و استفاده از آن امکان پذیر شد.

ج-تهیه سیستم آزمایش

واحد آزمایش (شکل۱) از یک مخزن اصلی با گنجایش ۱۰۰ لیتر و سه مخزن برای قرار گرفتن صدف ها و یک مخزن به عنوان شاهد، هر کدام به گنجایش ۲/۵ لیتر و یک مخزن برای جمع آوری آب خروجی از ۴ مخزن و برگشت آن به مخزن اصلی، تشکیل شده است. ابتدا آب از مخزن اصلی خارج و وارد ۴ مخزن می شود و پس از خارج شدن از آن توسط مخزن جمع آوری، به مخزن اصلی برگشت داده می‌شود. در هر ۴ مخزن، هم در ورودی و هم در خروجی آب، شیرهایی برای قطع و وصل جریان آب وجود دارد. یک شیر هم بعد از مخزن اصلی و قبل از رسیدن به ۴ مخزن ، برای نمونه برداری غلظت اولیه نصب شده است. مخزن اصلی مجهز به هواده و بخاری برای ثابت نگه داشتن دمای مورد نظر(۲۰ درجه سانتی‌گراد) می‌باشد. اکسیژن محلول که به میزان زیادی به دمای آب بستگی دارد، در تمامی آزمایش‌ها تقریباً ثابت و برابر با ۹/۲ ppm است.



شکل۱- شمایی از واحد آزمایش

www.SID.ir

Archive of SID

دراین آزمایش صدف های *C.fluminea* درسه گروه ۱۵تایی، هم اندازه (۲۱±۱mm) و صدف های *A.cygnea* تقریباً هم‌اندازه (۱۴±1cm) به تعداد ۱ عدد در هر تکرار قرار گرفتند. ابتدا شیرهای خروجی موجود در ۴ مخزن بسته و شیر اصلی باز و نمونه برداری برای تعیین غلظت اولیه انجام گرفت. پس از پر شدن ۴ مخزن شیر اصلی بسته و به مدت ۳۰ دقیقه جریان در سیستم برقرار نبود تا صدف ها پالایش کنند. پس از آن شیرهای خروجی باز شد و غلظت‌های ثانویه از ۴ مخزن برداشته شد. شیر اصلی باز شده و پمپ آب به برق وصل شد تا جریان به مدت ۱۲۰ دقیقه برقرار شود. پس از گذشت این زمان مراحل قبلی دو بار تکرار شد.

د- شمارش جلبک

در این مرحله از لام نئوبار جهت شمارش فیتوپلانکتون استفاده شد. شمارش‌ها برای هر نمونه ۱۰ بار انجام گرفت و اعداد به دست آمده میانگین ۱۰ بار شمارش است.

ه- خشک کردن ، وزن کردن و سوزاندن صدف‌ها

پس از اتمام آزمایش، صدف ها در دمای ۴۸ درجه سانتی گراد و به مدت ۴۸ ساعت خشک و پس از خشک شدن وزن شدند. عدد به دست آمده وزن خشک را به ما نشان می-دهد. سپس به کوره انتقال یافت تا در دمای ۷۰۰ درجه سانتی گراد کلیه مواد آلی آن سوزانده شود. خاکستر به دست آمده وزن شد. کلیه این اقدامات برای به دست آوردن وزن خشک بدون خاکستر انجام گرفت.

و- انجام محاسبات و تجزیه و تحلیل داده‌ها

وزن خشک بدون خاکستر که مبنای محاسبات می باشد از رابطه زیر حاصل می‌شود:

وزن خاکستر - وزن خشک = وزن خشک بدون خاکستر

نرخ فیلتراسیون (*Filtration Rate*) از رابطه Jørgensen (۶) به دست آمده که به‌صورت زیر می‌باشد:

$$V_w = V \times \frac{Ln(Ct_0) - Ln(Ct_n)}{t \times w}$$

که در آن:

V_w: میزان فیلتراسیون بر حسب $ml.min^{-1}.g^{-1}$

V: حجم ظرف بر حسب ml

Ct_o: غلظت جلبک در زمان صفر(تعداد در هر میلی لیتر)

Ct_n: غلظت جلبک در پایان آزمایش(تعداد در هر میلی لیتر)

t: زمان آزمایش بر حسب دقیقه

W: وزن جانور بر اساس وزن خشک بدون خاکستر بر حسب گرم

عدد پالایش به ازای وزن خشک بدون خاکستر (AFDW) محاسبه شد.

آنالیز آماری از طریق مقایسه میانگین ها به کمک آزمون t (واریانس همگن) با احتمال حداقل ۹۵٪ انجام یافت.

در این تحقیق مقادیر حداکثر و حداقل مشاهده شده در غلظت فیتوپلانکتون در محیط طبیعی و همچنین در خروجی‌های استخرهای پرورش ماهیان گرمابی در نظر گرفته شده و میزان حد واسطی هم بین آن ها منظور شده است و بر همین اساس غلظت تیمارها انتخاب شده است.

نتایج

مطالعه حاضر شامل چندین بخش مجزا می‌باشد:

الف- بررسی نرخ فیلتراسیون جلبک توسط صدف *C.fluminea*

با کاهش در تعداد جلبک در سه تیمار(۲۰۲۰۰۰ و ۱۰۱۰۰۰ و ۵۰۰۰۰سلول در هر میلی لیتر) که هر کدام در بازه‌های زمانی ۳۰ دقیقه انجام یافته‌اند، میزان فیلتراسیون صدف ها کاهش می‌یابد. به‌نظر می‌رسد که نیاز صدف ها به غذا در طول هر آزمایش کاهش یافته و نهایتاً فیلتراسیون عموماً برای تنفس انجام می‌شود. نتایج و نرخ فیلتراسیون جلبک توسط صدف *C.fluminea* در نمودار ۱ آورده شده است.

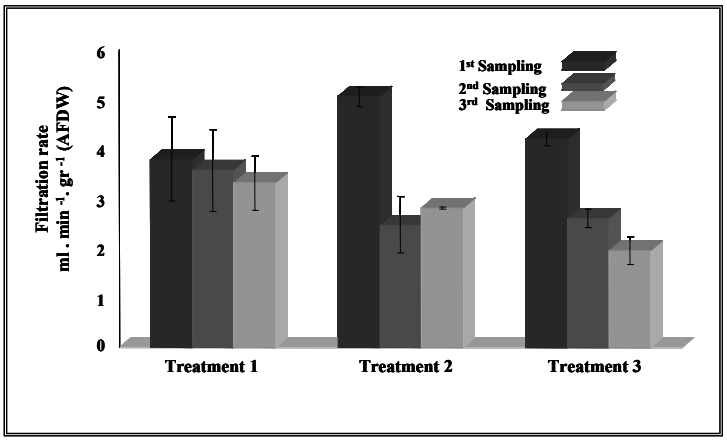
www.SID.ir

Archive of SID

در نمودار۱ نرخ فیلتراسیون جلبک کلرلا توسط صدف *C.fluminea* آورده شده است که در تیمار اول، نرخ فیلتراسیون از $ml.min^{-1}.gr^{-1}$ ۳/۷۹ به $ml.min^{-1}.gr^{-1}$ ۳/۵۷ و در نهایت به $ml.min^{-1}.gr^{-1}$۳/۳۱ در نوبت سوم نمونه برداری رسیده است. در تیمار دوم از $ml.min^{-1}.gr^{-1}$ 5/.6 در نوبت اول به $ml.min^{-1}.gr^{-1}$ ۲/۴۶ در نوبت دوم و بالاخره به $ml.min^{-1}.gr^{-1}$۲/۸۱ در نوبت سوم رسیده است. در تیمار سوم این اعداد به ترتیب نوبت‌های نمونه برداری $ml.min^{-1}.gr^{-1}$ ۴/۲۱ ، ۲/۶ و ۱/۹۵ می باشد . این نتایج نشان می‌دهد که در هر سه تیمار نرخ فیلتراسیون با گذشت زمان کاهش می‌یابد.

بالا رفتن میزان فیلتراسیون در (نوبت دوم نمونه برداری) تیمار دوم به این علت است که فیلتراسیون صدف تابعی از وضعیت فیزیولوژیک این موجود بوده و بدیهی است که در طول زمان تغییر می‌یابد و بالا رفتن این میزان در نوبت دوم نمونه برداری تیمار دوم می‌تواند به علت این نوع تغییرات باشد و الا شرایط آزمایش یکسان بوده و نرخ فیلتراسیون نسبی میانگینی از فیلتراسیون‌های لحظه‌ای خواهد بود. با وجود این تفاوت معنی‌داری نیز بین فیلتراسیون‌ها مشاهده نشده و از نظر آماری می‌توان ثابت در نظر گرفت.

با توجه به نتایج به‌دست آمده، مشخص می‌شود که با کاهش غلظت از تعداد ۲۰۲ هزار سلول به ۵۰ هزار سلول در میلی لیتر میزان نرخ فیلتراسیون به‌طور متوسط از۲/۹۲ به $ml.min^{-1}.gr^{-1}$۳/۵۵ می‌رسد که نشان دهنده تلاش بیشتر صدف برای جذب جلبک و سلامتی شرایط آزمایش می‌باشد.

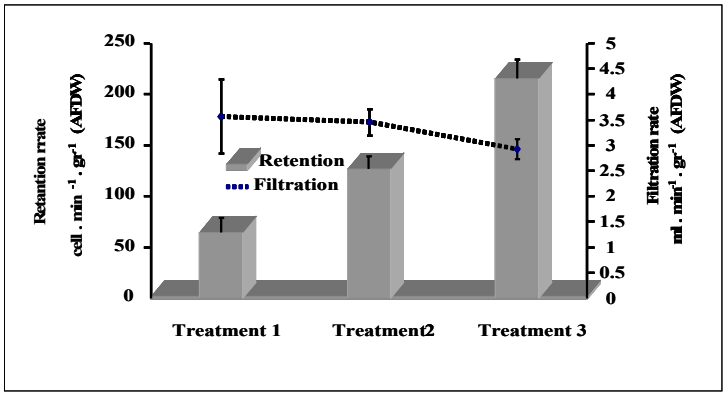


نمودار۱ - نرخ فیلتراسیون جلبک توسط صدف C.fluminea در سه تیمار

در نمودار ۲ مشاهده می‌شود که نرخ فیلتراسیون با کاهش در میزان غلظت اولیه کمی افزایش می‌یابد، به‌طوری که از $ml.min^{-1}.gr^{-1}$ ۳/۵۶در تیمار اول به $ml.min^{-1}.gr^{-1}$ ۳/۴۴ در تیمار دوم و به $ml.min^{-1}.gr^{-1}$ ۲/۹۵ در تیمار سوم کاهش نشان داده است، و میزان جذب (تعداد سلول های جلبک گرفته شده از محیط) تقریباً متناسب با افزایش غلظت افزایش می‌یابد به‌طوری که از ۶۴/۵ در تیمار اول به ۱۲۷ در تیمار دوم و در نهایت به ۲۱۵ سلول در هر دقیقه به ازای وزن خشک بدون خاکستر در تیمار سوم افزایش یافته است .

www.SID.ir

Archive of SID

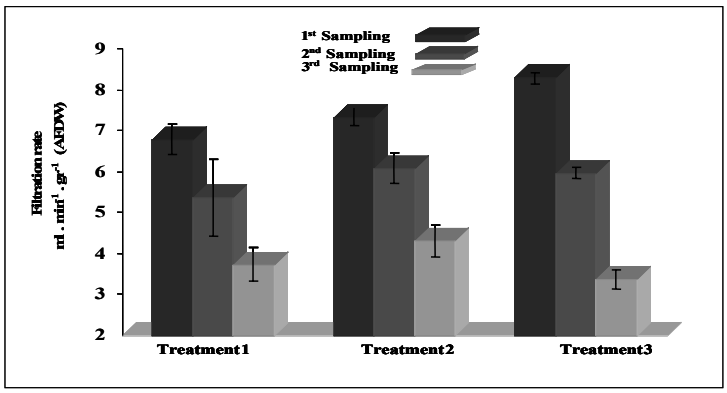


نمودار۲-نمودارارابطه تغییرات نرخ فیلتراسیون و میزان جذب در ۳ تیمار

میله‌ها نمایانگر انحراف معیار از میانگین هستند.

ب- بررسی نرخ فیلتراسیون جلبک توسط صدف *A.cygnea*

در نمودار ۳ در هر سه تیمار با گذشت زمان نرخ فیلتراسیون جلبک توسط صدف ها کاهش یافته است به طوری که در تیمار اول از $ml.min^{-1}.gr^{-1}$ ۶/۷۷ به $ml.min^{-1}.gr^{-1}$ ۵/۳۶ و سپس به $ml.min^{-1}.gr^{-1}$ ۳/۷۲ کاهش داشته است و در تیمار دوم از $ml.min^{-1}.gr^{-1}$ ۷/۳۱ به $ml.min^{-1}.gr^{-1}$ ۶/۰۶ و نهایتاً $ml.min^{-1}.gr^{-1}$ ۴/۲۹ رسیده است و در تیمار سوم از $ml.min^{-1}.gr^{-1}$ ۸/۲۷ به $ml.min^{-1}.gr^{-1}$ ۵/۹۵ و سپس $ml.min^{-1}.gr^{-1}$ ۳/۳۶ کاهش یافته است. به نظر می‌رسد که نیاز صدف ها به غذا در ابتدای هر دوره بیشتر بوده و به مرور زمان این نیاز کاهش می‌یابد و فیلتراسیون بیشتر برای تنفس و جذب اکسیژن صورت می‌پذیرد. نرخ فیلتراسیون در غلظت رقیق(۵۰۰۰۰ سلول در میلی لیتر) کمتر از تیمارهای دیگر است.



نمودار ۳- نمودارنرخ فیلتراسیون جلبک توسط صدف A.cygneaدر هر سه تیمار

با توجه به نتایج موجود، مشخص می‌شود نرخ فیلتراسیون صدف در غلظت‌های مختلف بسیار نزدیک به هم بوده و در تیمار دوم (غلظت متوسط) بیشتر است. در بین دفعات نمونه‌برداری با وجود اختلافات، این اختلافات معنی دار نمی‌باشند و همچنین اختلافات موجود در بین تیمارها نیز معنی دار نیستند.

با توجه به نتایج به‌دست آمده مشخص می‌شود در صدف *A.cygnea* برخلاف صدف *C.fluminea* با افزایش در

www.SID.ir

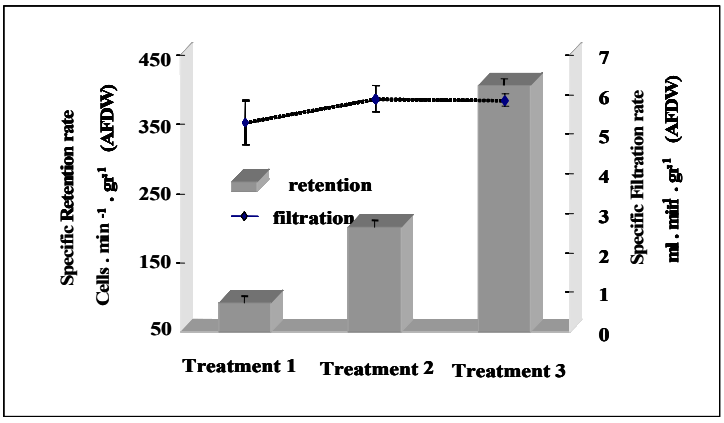
Archive of SID

غلظت ماده غذایی در محیط، نرخ فیلتراسیون افزایش داشته تا به یک حد خاصی رسیده است و بعد از آن هر چه غلظت مواد بیشتر باشد میزان پالایش تغییری نمی‌کند و تقریباً ثابت می‌ماند. در این آزمایش به نظر می‌رسد مناسب‌ترین (حد مطلوب غلظت)، غلظت متوسط باشد. چنان‌که نتایج نشان می‌دهد، در محیط غلیظ (۲۰۰۰۰۰سلول در میلی لیتر) میزان نرخ فیلتراسیون کمتر از میزان آن در غلظت متوسط می‌باشد.

در این آزمایش‌ها (نمودار ۴) مشاهده شد که نرخ فیلتراسیون با افزایش در میزان غلظت اولیه کمی افزایش می‌یابد و از $ml.min^{-1}.gr^{-1}$ ۵/۲۹ در تیمار اول به $ml.min^{-1}.gr^{-1}$ ۵/۸۹ در تیمار دوم و به $ml.min^{-1}.gr^{-1}$ ۵/۸۶ در تیمار سوم رسیده است (تفاوت‌ها معنی دار نبوده و به‌نظر می‌رسد که تغییرات عمده‌ای وجود ندارد)، و میزان جذب (تعداد سلول های جلبک گرفته شده از محیط) تقریباً متناسب با افزایش غلظت، افزایش می‌یابد به طوری که از ۹۲ سلول در هر دقیقه به ازای وزن خشک بدون خاکستر در تیمار اول به ۲۰۲ در تیمار دوم و ۴۰۶ در تیمار سوم افزایش یافته است. بیشترین نرخ فیلتراسیون در این صدف در تیمار دوم می‌باشد.

با مقایسه بین نرخ فیلتراسیون و جذب جلبک کلرلا توسط دو صدف مورد مطالعه، می‌توان نتیجه گرفت که کارآیی صدف *A.cygnea* در پالایش جلبک کلرلا بیشتر از *C.fluminea* می‌باشد، به طوری که در تیمار اول نرخ فیلتراسیون جلبک کلرلا در مورد صدف *C.fluminea* ، $ml.min^{-1}.gr^{-1}$ ۳/۵۶ و در مورد *A.cygnea* $ml.min^{-1}.gr^{-1}$ ۵/۲۹ می‌باشد در تیمار دوم و سوم نیز وضع به همین منوال است و از $ml.min^{-1}.gr^{-1}$ ۳/۴۴ در *C.fluminea* به $ml.min^{-1}.gr^{-1}$ ۵/۸۹ در *A.cygnea* افزایش یافته و در تیمار سوم از $ml.min^{-1}.gr^{-1}$ ۲/۹۵ در *C.fluminea* به ۵/۸۶ $ml.min^{-1}.gr^{-1}$ در *A.cygnea* رسیده است.

در مورد نرخ جذب نیز همین وضعیت وجود دارد، به‌طوری که در تیمار اول، از ۶۴/۵ سلول در هر دقیقه به ازای وزن خشک بدون خاکستر در *C.fluminea* به ۹۲ سلول در هر دقیقه به ازای وزن خشک بدون خاکستر در *A.cygnea* رسیده و در تیمار دوم از ۱۲۷ در *C.fluminea* به ۲۰۲ در *A.cygnea* و در تیمار سوم از ۲۱۵ در *C.fluminea* به ۴۰۶ در *A.cygnea* رسیده است.



نمودار۴- نموداررابطه تغییرات نرخ فیلتراسیون و میزان جذب در ۳ تیمار

www.SID.ir

Archive of SID

تفسیر نتایج

طبق نتایج به دست آمده مشاهده شد که با کاهش در میزان تعداد کلرلا در ۳ تیمار ۲۰۰۰۰۰ (غلیظ)، ۱۰۰۰۰۰ (متوسط) و ۵۰۰۰۰ (رقیق) سلول در هر میلی لیتر، با گذشت زمان، میزان فیلتراسیون صدف ها کاهش می‌یابد. به طوری که در تیمار اول(غلیظ) از $ml.min^{-1}.gr^{-1}$ ۳/۷۹ به $ml.min^{-1}.gr^{-1}$ ۳/۳۱ ، در تیمار دوم(متوسط) از $ml.min^{-1}.gr^{-1}$ ۵/۰۶ به $ml.min^{-1}.gr^{-1}$ ۲/۸۱ و در تیمار سوم(رقیق) از $ml.min^{-1}.gr^{-1}$ ۴/۲۱ به $ml.min^{-1}.gr^{-1}$ ۱/۹۵ رسیده است. کاهش نرخ فیلتراسیون با گذشت زمان موید این مطلب است که نیاز صدف ها به غذا کاهش یافته و فیلتراسیون بیشتر جهت رفع نیاز اکسیژنی صورت می‌گیرد. با گذشت زمان، افزایش متابولیسم در جانور دیده می‌شود ودر نتیجه نیاز آن به اکسیژن بیشتر می‌گردد. مطالعاتی که Bayne در سال ۱۹۷۱ بر روی گونه *Mytilus edulis* انجام داد، مشخص نمود که نرخ فیلتراسیون ساز و کاری جبران کننده در جهت افزایش نیاز به اکسیژن در این شرایط می‌باشد (۷).

Tran و همکارانش در سال ۲۰۰۰ بر روی *C.fluminea* مطالعاتی را انجام دادند و مشخص کردند که فیلتراسیون می تواند مربوط به وضع اکسیژن‌گیری از آب در این موجودات باشد که ساز و کاری دقیق آن‌را کنترل می‌کند. تا کنون هیچ گونه نظریه در مورد نرمتنان دریایی ارایه نشده است (۸).

نرخ فیلتراسیون در بین تیمارها دارای اختلافاتی است و از $ml.min^{-1}.gr^{-1}$ ۳/۵۶ در تیمار اول به $ml.min^{-1}.gr^{-1}$ ۲/۹۳ در تیمار دوم رسیده است، ولی این اختلافات معنی دار نبودند. در این جا می‌توان دو مسأله را عنوان کرد:

اول این که فیلتراسیون صدف ها مستقل از غذای در دسترس می‌باشد و فیلتراسیون بیشتر برای رفع نیاز اکسیژنی می‌باشد. این مطلب با نتایج به دست آمده از مطالعات Tran و همکارانش روی همین گونه مطابقت دارد (۸).

دوم این که طبق نتایج، مطلوب‌ترین غلظت جلبک کلرلا برای این گونه، ۵×۱۰^{۴} تعدادسلول در هر میلی لیتر می‌باشد به‌طوری که با افزایش غلظت جلبک از این تعداد، نرخ پالایش به میزان کمی کاهش می‌یابد. این مطلب نشان دهنده آن است که صدف *C.fluminea* (یا هر گونه صدف دوکفه‌ای دیگر) یک دامنه فیلتراسیون خاصی نسبت به جلبک کلرلا از خود نشان می‌دهد، به‌طوری که با افزایش آن فیلتراسیون افزایش می‌یابد و با افزایش بیشتر، نتیجه معکوسی را خواهد داشت(۹).

Lauritsen و Mozley در سال ۱۹۸۷ مطالعاتی روی تأثیر میزان غلظت جلبک کلرلا و اثر آن بر فیزیولوژی تغذیه در گونه *Mercenaria mercenaria* انجام داده و به این نتیجه رسیده‌اند که افزایش غلظت جلبک بیش از ۵×۱۰^{۵} تعداد سلول در هر میلی لیتر، باعث کاهش نرخ فیلتراسیون در این گونه می‌شود (۱۰).

میزان جذب (Retention) یا تعداد سلول های گرفته شده از محیط، با افزایش غلظت افزایش داشته است، زیرا در غلظت بالا تعداد سلول های جلبک بیشتر بود و در نتیجه میزان جذب آن توسط صدف(تعداد گرفته شده از محیط) بیشتر می‌باشد و ربطی به افزایش فعالیت فیلتراسیون توسط صدف ندارد. یعنی در هر بارفیلتراسیون (ورود آب از طریق سیفون ورودی) به علت وجود تعداد زیادی سلول در هر میلی لیتر، تعداد سلول های زیادی وارد بدن صدف می‌شود. وجود مقدار ناچیزی جذب در ظرف کنترل را می‌توان به جذب آن توسط باکتری‌های موجود در ظرف و آب و همچنین دلایلی از قبیل چسبیدن جلبک‌ها به دیواره های ظرف و لوله‌ها نسبت داد.

در مورد فیلتراسیون جلبک کلرلا توسط صدف *A.cygnea* نیز، در هر سه تیمار به مرور زمان از میزان فیلتراسیون جلبک از محیط توسط صدف کاسته می‌شود به طوری که در تیمار اول نرخ فیلتراسیون، از $ml.min^{-1}.gr^{-1}$

www.SID.ir

Archive of SID

۶/۷۷ به $ml.min^{-1}.gr^{-1}$ ۳/۷۲ ، در تیمار دوم از ۷/۳۱ $ml.min^{-1}.gr^{-1}$ به $ml.min^{-1}.gr^{-1}$ ۴/۲۹ و در تیمار سوم از ۸/۲۷ $ml.min^{-1}.gr^{-1}$ به $ml.min^{-1}.gr^{-1}$ ۳/۳۶ رسیده است. در مورد این صدف همانند صدف *C.fluminea* ، نیاز صدف ها در ابتدای آزمایش بیشتر بوده در نتیجه نرخ فیلتراسیون آن ها هم بیشتر بوده است و به مرور زمان نیاز به غذا کاهش و نیاز به اکسیژن(فعالیت متابولیسمی بدن) افزایش داشته است که این نتیجه با نتایج حاصل ازمطالعات Tran, Bayne و همکاران مطابقت دارد(۷ و ۸)

با مقایسه بین نرخ فیلتراسیون جلبک کلرلا در دو صدف مورد مطالعه می‌توان نتیجه گرفت که صدف *A.cygnea* تمایل بیشتری به جلبک کلرلا از خود نشان می‌دهد و از قدرت فیلتراسیون بالاتری نسبت به *C.fluminea* برخوردار است. طبق مطالعاتی که توسط Lauritsen و Mozley در سال ۱۹۸۳ بر روی *C.fluminea* انجام پذیرفت، مشخص شد که میزان پالایش جلبک های سبز(کلرلا) توسط صدف مذکور ۳۳٪ و جلبک های سبز-آبی۸۲/۵٪ می‌باشد و نشان دهنده تمایل کم صدف به جلبک های سبز نسبت به جلبک های سبز- آبی می‌باشد (۱۰).

تمایل خوب صدف *A.cygnea* به جلبک کلرلا نسبت به سندسموس در مطالعات انجام شده توسط جوانشیر و جندقی در سال ۱۳۸۵ به اثبات رسیده است (۱۱).

با تغییر در غلظت ورودی میزان جذب توسط صدف *A.cygnea* کمی تغییر کرده و میزان درصد جذب بین ۲٪ تا ۱۸,۵٪ درتغییر می‌باشد. مقدار درصد جذب جلبک در غلظت بالا بیشتر و در غلظت پایین کم‌تر است.

از این مطلب می‌توان چنین نتیجه گرفت که در صدف *A.cygnea* برخلاف *C.fluminea* (که فیلتراسیون آن ها مستقل از غذای در دسترس بود) فیلتراسیون به غلظت غذای موجود در محیط بستگی دارد و با افزایش در غلظت غذای موجود در محیط نرخ فیلتراسیون نیز افزایش داشته تا به یک حد خاصی رسیده است و بعد از آن هر چقدر غلظت مواد بیشتر شود، میزان فیلتراسیون تغییر زیادی نکرده و تقریباً ثابت می‌ماند. در این آزمایش به نظر می‌رسد مناسب‌ترین غلظت (حد مطلوب)، غلظت متوسط باشد چنان‌که نتایج نشان می‌دهد، در محیط غلیظ (۲۰۰۰۰۰سلول در میلی لیتر) میزان نرخ فیلتراسیون کمی کمتر از میزان آن در غلظت متوسط می‌باشد.

با توجه به نتایج به دست آمده مشخص می‌گردد که:

- با گذشت زمان نرخ فیلتراسیون هر دو صدف کاهش می‌یابد که نشان دهنده وضعیت نرمال صدف است.
- در صدف *C.fluminea*، با افزایش غلظت جلبک کلرلا نرخ فیلتراسیون کاهش می‌یابد.
- کارآیی صدف *A.cygnea* در فیلتراسیون جلبک کلرلا بیشتر از صدف *C.fluminea* می‌باشد.

با توجه به توانایی نسبتاً خوب تصفیه‌ای این جانوران، می‌توان از آن ها جهت کنترل زیستی و کاهش شکوفایی فیتوپلانکتونی در دریاچه‌های یوتروف، استخرها و سیستم‌های فاضلاب استفاده کرد. اگرچه آن ها به‌عنوان تأثیرگذار در این امر کم‌تر مورد توجه قرار گرفته‌اند. به‌منظور دست‌یابی به نتایج بهتر پیشنهاد می‌شود تحقیقاتی در مورد نرخ فیلتراسیون جلبک توسط گونه-های دیگر، با غلظت‌های مختلف و همچنین تغییر عوامل دیگر از جمله درجه حرارت صورت گیرد.

منابع

1. Lie,J.,1993.Estimation of filtration rate of Zebra mussel.Published by the zebra mussel research program.pp.1-3
2. Berny, O. & et al., 2001, "zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) as indicator of fresh water contamination with Lindane", Environment Reasearch Section A. P.P.142-151.
3. Kiibus, M., & Kautsky, N., 1996. Respiration, nutrient excretion and filtration rate of tropical freshwater mussels and energy flow in Lake Karib , Zimbabwe Dep. Ecol. Hydro. Stock. Uni. Vol. 30, pp 128-130

www.SID.ir

Archive of SID

4. Helfrich,L.A.;Zimmerman,M.and Weigmann,D.L.,1995.Control of suspended solids and phytoplankton with fishes and a mussel.Water Resources Bulletin,American water Resources Association.Vol.31,No.2,pp 307-316
5. Guillard, R.R.L., & Rhyter, J.H., 1962. Studies of marine plankyonic diatoms. I. Cyclotella nana Hustedt & Detonula Confervacea (Cleve). Can. J.Micrbiol, 8, 229-239.
6. Jorgensen, C. B., 1990. Bivalve Filter Feeding: Hydrodynamics, Bioenergetics, Physiology and Ecology. Olsen & Olsen. Fredensborg, pp 138-140.
7. Bayne, B. L., 1971. Marine mussels; their ecology & physiology. Combridge University Press, Chapters: 2, 3, 4. 5. 6.
8. Tran,D.,Boudou,A., Massabuau,J-C.,2000.Mechanism of oxygen consumption maintenance under varying levels of oxygenation in the freshwater clam *Corbicula fluminea*.Can.J.Zoolog.78,2027-2036
9. Javanshir, A., 2001, "(Influence of labratrema minimus trematoda: digenea) on filteration rate performance of edible cockle cerastoderma edule in the extrema tenperature and salinity conditions (an in vitro experiment)", Ianian Journal of Fisheries Sciences, p.p.73-94.
10. Mozley, S. C., & Lauritsen, D. D., 1983. The Freshwater Asian Clam *Corbicula fluminea* as a Factor Affecting Nutrient Cycling in the Chowan River, N.C. Department of Zoology. North Carolina State University, Raleigh, NC.Report No.192. pp 36-40

۱۱. جوانشیر، ا و جندقی، م.، ۱۳۸۴. بررسی قابلیت صدف دوکفه ای *Anodonta cygnea* و جلبک های *Chlorella* sp و *Scenedesmus* sp در جذب فسفات و نیترات محلول در فاضلاب (در سیستم بسته) ، فصلنامه محیط زیست، شماره ۴، پاییز ۸۴. صص ۵۳-۴۵.

www.SID.ir