Archive of SID

[DOI: 10.29252/JOC.2019.10.13621]

Downloaded from joc.inio.ac.ir at 6:33 IRDT on Sunday August 4th 2019

اقیانوس‌شناسی/ سال دهم/ شماره ۳۷/ بهار ۱۳۹۸/۷/۳۱-۲۳
DOI: 10.29252/JOC.2019.10.13621

ارزیابی توانایی صدف دوکفه‌ای اسکالوپ (Bivalvia: Pectinidae: Scallop) در پالایش زیستی پساب مزارع پرورش میگو در خلیج گواتر، چابهار

فرح حیدری[1*]، لیندا یادگاریان حاجی‌آباد[2]، لیدا سلیمی[3]

۱- دانشجوی دکتری آلودگی و حفاظت محیط زیست دریا، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال، ایران، پست الکترونیکی: f_ heydari@ iau-tnb.ac.ir

۲- استادیار گروه آلودگی و حفاظت محیط زیست دریا، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال، ایران، پست الکترونیکی: l_yadegarian-hajiabab@iau-tnb.ac.ir

۳- استادیار گروه آلودگی و حفاظت محیط زیست دریا، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال، ایران، پست الکترونیکی: l_salimi@iau-tnb.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۷/۹/۱۴ ** نویسنده مسوول* *تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۱/۱۰*

چکیده

در این تحقیق از صدف دوکفه‌ای اسکالوپ جهت تصفیه زیستی پساب مزارع پرورش میگو در خلیج گواتر در فصل بهار ۱۳۹۷ استفاده گردید. بدین‌منظور، استخرهای رسوب‌گیر، زیستی و هوادهی در حاشیه استخر اصلی جهت تصفیه زیستی احداث شد. سپس صدف‌های دوکفه‌ای از محیط طبیعی جمع‌آوری شده و در بستر استخرهای مذکور قرار داده شدند. غلظت پارامترهای کیفی در چهار ایستگاه شامل ایستگاه ۱ (نمونه دریا)، ایستگاه ۲ (آب ورودی)، ایستگاه ۳ (پساب خروجی) و ایستگاه ۴ (آب قبل از ورود به دریا) بررسی گردید. نتایج نشان داد، غلظت پارامترها در پساب خروجی استخر اصلی (ایستگاه ۳) به طور معنی‌داری از دیگر ایستگاه‌ها بالاتر است ($P<0/05$). نتایج آزمون همبستگی نشان داد که میزان تصفیه با پارامترهای کیفی همبستگی منفی معنی‌داری دارند به طوری‌که با افزایش تصفیه غلظت پارامترها کاهش می‌یابد. غلظت نیترات، فسفات، کدورت، EC، TDS و اکسیژن محلول در استخر اصلی به ترتیب ۰/۶۷، ۱/۵۲، ۲۲/۳۶، ۳۹/۷۸، ۲۰/۲۱ و ۹/۴۹ میلی‌گرم بر لیتر بود و بعد از تصفیه برابر ۰/۵۶، ۰/۷۹، ۱۶/۸۱، ۳۸/۶۸، ۱۶/۴۵ و ۱۲ میلی‌گرم بر لیتر مشاهده شد. این نتایج نشان داد، اختلاف بین پارامترها قبل و بعد از تصفیه معنی‌دار هستند ($P<0/05$). همچنین میزان تصفیه زیستی در بازه زمانی مختلف دارای اختلاف معنی‌داری است ($P<0/05$) به طوری‌که بیشترین و کمترین نرخ تصفیه به ترتیب در روز پنجم و روز اول مشاهده گردید. میزان ۲۰، ۴۸، ۲۷، ۲۲ و ۲/۵ درصد به ترتیب از غلظت نیترات، فسفات، کدورت، مواد جامد محلول و هدایت الکتریکی در فرآیند تصفیه از پساب حذف گردید. بنابراین بر اساس نتایج مشخص شد که دوکفه‌ای اسکالوپ توانایی بالایی در تصفیه زیستی پساب مزرعه پرورش میگو دارد و می‌تواند به عنوان شاخص مناسبی برای تصفیه مزارع پرورشی استفاده گردد.

کلمات کلیدی: *دوکفه‌ای، تصفیه زیستی، مزارع پرورش میگو، خلیج گواتر، چابهار.*

www.SID.ir

Archive of SID

[DOI: 10.29252/JOC.2019.10.13621]

Downloaded from joc.inio.ac.ir at 6:33 IRDT on Sunday August 4th 2019

۱. مقدمه

از مهمترین منابع تولید پروتئین در اکثر کشورها، صنعت آبزی پروری است که علاوه بر تامین پروتئین در اقتصاد نیز نقش بسیار مهمی دارد. علاوه بر صید و تامین مقدار مورد نیاز میگو از زیستگاه‌های طبیعی و دریاها، بخش زیادی نیز از طریق تکثیر و پرورش تامین می‌گردد (Jones et al., 2001; Ramos et al., 2009). فعالیت مزارع پرورش ماهی و میگو، علاوه بر تامین بخش قابل توجهی از پروتئین و مواد غذایی، نقش مهمی در محیط زیست سواحل و بوم‌سامانه اطراف مزارع دارد. با افزایش فعالیت مزارع تکثیر و پرورش آبزیان مانند میگو، فاضلاب خروجی ناشی از فعالیت این مزارع افزایش می‌یابد. در نتیجه ورود این فاضلاب به محیط زیست سواحل و دریا سبب تغییر در تعادل بوم‌شناختی و همچنین تغییر در تنوع و تراکم موجودات این بوم‌سامانه می‌گردد (Sedigh Mortazavi et al., 2013).

مطالعات انجام شده در این زمینه نشان داد که عوارض زیست محیطی ناشی از توسعه بی‌رویه مزارع پرورش میگو موجب آلودگی بوم‌سامانه‌های ساحلی و دریایی شده به طوری که سلامت و بهداشت آنها را به خطر می‌اندازد (Pourgholam, 2016; Moslemi and Bavand, 2016). براساس برخی از مطالعات صورت گرفته می‌توان دریافت که غلظت پارامترهایی مانند آمونیاک، نیترات، فسفات، کدورت، مواد آلی معلق محلول، COD و BOD در پساب‌های خروجی مزارع پرورشی میگو بسیار بالا بوده که سبب آلودگی محیط زیست به خصوص سواحل می‌شود. همچنین موجب تغییرات در تراکم موجودات آبزی به خصوص آبزیان کفزی می‌گردد (Pourgholam, 2016). عواملی مانند کوددهی، غذادهی زیاد و خروج مواد رسوبی از استخرها از عوامل اصلی آلوده کننده پساب‌های خروجی مزارع پرورش میگو هستند (Moezzi et al., 2013).

صنعت آبزی‌پروری در کشور ایران نیز افزایش یافته به طوری که بخش اعظم این مزارع در استان‌های جنوبی در حاشیه خلیج فارس دارای فعالیت هستند. این مزارع دارای اثرات ارزشمند اقتصادی و اجتماعی می‌باشند (Moslemi and Bavand, 2016). یکی از مهمترین مزارع پرورشی میگو در حاشیه خلیج فارس، مجتمع پرورش میگو شهید صنعتی (گواتر) در خلیج گواتر است که واقع در سواحل چابهار در استان سیستان و بلوچستان می‌باشد. با توجه به وسعت بالای این مجتمع تولیدی، میزان پساب خروجی آن دارای حجم بسیار بالایی است که در صورت عدم تصفیه سبب اثرات منفی روی محیط زیست دریایی و سواحل نزدیک به آن و همچنین جانوران و گیاهان ساکن در این مناطق می‌گردد (Sedigh Mortazavi et al., 2013).

بیوفیلتراسیون یا تصفیه زیستی یکی از مهم‌ترین و جدیدترین روشی است که برای تصفیه فاضلاب‌های آلوده صنایع مختلف استفاده می‌شود. در این روش، آبزیان کفزی که دارای توانایی بالایی در تصفیه فاضلاب آلوده و خروجی صنایع مختلف دارند برای تصفیه نمودن آلاینده‌های مورد نظر استفاده می‌شوند (Santhi et al., 2017). در سال‌های اخیر توجه خاصی به روش‌های طبیعی برای تصفیه پساب‌های خروجی از مجتمع‌های آبزی پروری شده است که از مهمترین این روش‌ها می‌توان به تصفیه زیستی توسط جانوران آبزی اشاره نمود (Moezzi et al., 2013). در این روش استخرهایی با بستر پرشده احداث می‌شوند که میکروارگانیسم‌های تجزیه‌کننده آلاینده‌ها که از موجودات زنده آبزی هستند، روی بستر واقع شده‌اند. این آلاینده‌ها با عبور از این بستر متخلخل زیست‌شناختی تصفیه می‌شوند. استفاده این روش در مقایسه با روش‌های متداول کنترل آلاینده‌ها بسیار اقتصادی‌تر بوده و در صورتی‌که به نحو مطلوب انجام شود، کاهش آلاینده‌ها در بیشتر مواقع بیش از ۹۵٪ خواهد بود و آلاینده‌های ثانویه ایجاد نمی‌گردد (Song et al., 2016). مقایسه روش تصفیه زیستی با دیگر روش‌های شیمیایی مشخص نموده است که روش تصفیه علاوه بر بحث زیست محیطی از لحاظ اقتصادی نیز مقرون به صرفه می‌باشد، که موجب ترجیح این روش به دیگر روش‌ها شده است.

از مهمترین موجوداتی که برای تصفیه محیط‌های آبی و ساحلی استفاده می‌شوند، می‌توان به بی‌مهرگان کفزی مانند نرم‌تنان دوکفه‌ای، خارپوستان، جلبک‌ها و علف‌های دریایی اشاره نمود. در این تحقیق یک گونه از نرم‌تنان به نام صدف دوکفه‌ای اسکالوپ (*Pecten maximus* Great Scallop) از خانواده پکتینیده (Pectinidae) جهت تصفیه پساب مزارع پرورش میگو خلیج گواتر استفاده گردید. این صدف‌ها از مهمترین گونه‌های نرم‌تن هستند که قادرند روزانه ۲۵۰ لیتر آب را تصفیه نمایند و نقش بسزایی در تصفیه پساب آلوده داشته باشند. نرم‌تنان دوکفه‌ای از مهمترین جانورانی هستند که جهت تصفیه زیستی پساب‌های آلوده به آلاینده‌های مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرند؛ زیرا نتایج مطالعات گذشته نشان داد که دوکفه‌ای‌ها دارای توانایی

www.SID.ir

Archive of SID

[DOI: 10.29252/JOC.2019.10.13621]
Downloaded from joc.inio.ac.ir at 6:33 IRDT on Sunday August 4th 2019

بالایی در تصفیه زیستی پساب‌ها و آب‌های آلوده هستند (Riisgard, 2001; Andujar et al., 2014). بنابراین، هدف اصلی از این مطالعه، ارزیابی توانایی تصفیه زیستی صدف دوکفه‌ای اسکالوپ در پساب خروجی مزارع پرورش میگو واقع در خلیج گواتر است. همچنین در این مطالعه ارتباط و همبستگی بین میزان تصفیه و پارامترهای زمان و تعداد صدف‌ها بررسی گردید.

۲. مواد و روش‌ها

بزرگترین سایت پرورش میگو در استان سیستان و بلوچستان مربوط به منطقه گواتر است که با مساحتی بالغ بر۴۰۰۰ هکتار در فاصله ۱۱۰ کیلومتری چابهار واقع شده است. بخش شمالی مجتمع پرورش میگوی گواتر در موقعیت جغرافیایی ۶۱ درجه و ۲۶ دقیقه و ۶۷ ثانیه طول شرقی و ۲۵ درجه و ۱۲ دقیقه عرض شمالی و بخش جنوبی آن در موقعیت جغرافیایی ۶۱ درجه و ۲۵ دقیقه و ۳۹ ثانیه طول شرقی و ۲۵ درجه و ۱۰ دقیقه عرض شمالی واقع شده است (Sedigh Mortazavi et al., 2013).

برای انجام این پژوهش، در سال ۱۳۹۷ در حاشیه استخر پرورش میگو، اقدام به تاسیس خاکریز مناسب برای پذیرش فاضلاب تولیدی مجتمع و در نهایت انجام سیستم تصفیه گردید. به این ترتیب که ۳ استخر شامل استخر رسوب‌گیر، استخر تصفیه زیستی و هوادهی برای ۳ مرحله تصفیه‌ای انتخاب شدند و مراحل تکمیل و آماده‌سازی آنها به انجام رسید. مشخصات استخرهای احداث شده در جدول ۱ آمده است. استخر رسوب‌گیر دارای ابعاد ۹۰ m × ۲۴ m ×۱/۲ m است که حجمی معادل ۲۱۴۲ متر مکعب آب را نگهداری می‌کند. استخر تصفیه زیستی با ابعاد ۳۰ m × ۳۶ m ×۱/۵ m، ۱۶۲۰ متر مکعب آب را نگهداری می‌کند و استخر هوادهی با ابعاد ۱۹ m × ۳۶ m ×۱/۷ m، ۱۱۶۳ متر مکعب آب را نگهداری می‌کند.

بعد از آماده‌سازی استخرهای تصفیه، پساب خروجی مزارع پرورش میگو جهت تصفیه به استخرهای فوق وارد شدند و بعد از ۳ مرحله تصفیه وارد محیط دریا شدند. پس از ورود پساب به استخرها، نمونه‌های صدف دوکفه‌ای اسکالوپ (*Pecten maximus* Great Scallop) نیز وارد استخرها شدند. تعداد ۲۰۰۰ عدد صدف اسکالوپ برای مطالعه و آزمایش استفاده گردید. نمونه‌های صدف از دریای آزاد و با فاصله ۲۵۰ کیلومتری از منطقه پرورش و با روش غواصی صید شدند و تحت شرایط استاندارد به استخرهای زیستی انتقال یافتند.

جدول ۱: ابعاد استخرهای مختلف سیستم تصفیه پساب برای مزارع پرورش میگو

ردیف	نوع استخر	ابعاد استخر (متر)	عمق آب (متر)	حجم (مترمکعب)
۱	رسوب‌گیر	۹۰ × ۲۴	۱/۲	۲۱۴۲
۲	تصفیه زیستی	۳۰ × ۳۶	۱/۵	۱۶۲۰
۳	هوادهی / ذخیره	۹۰ × ۲۴	۱/۷	۱۱۶۳

با توجه به اینکه آب مورد نیاز سایت‌های پرورشی از دریا تأمین می‌شود، بنابراین پساب خروجی استخرهای پرورشی نیز مجدداً به دریا برگشت داده می‌شوند. بنابراین ۴ ایستگاه نمونه-برداری برای هر مجموعه شامل نمونه آب دریا (ایستگاه ۱) به عنوان نمونه شاهد، نمونه آب ورودی به استخر پرورشی (ایستگاه ۲)، نمونه پساب خروجی از استخر پرورشی در بدو خروج از مجتمع‌های پرورشی (ایستگاه ۳) و نهایتاً یک نمونه آب قبل از ورود به دریا (ایستگاه ۴) است. از ایستگاه‌های مذکور، نمونه جمع‌آوری گردید و از دستگاه‌های پرتابل جهت اندازه‌گیری فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی استفاده شد. میزان تصفیه توسط صدف‌های دوکفه‌ای اسکالوپ در استخرهای احداث شده بررسی گردید و میزان آن از رابطه زیر بدست آمد (Coughlan, 1969).

$$Vw = V \times \frac{Ln(Ct0) - \mathrm{Ln}\,(\mathrm{Ctn})}{t \times w}$$

که در این رابطه Vw، مقدار تصفیه بر حسب میلی‌لیتر بر دقیقه بر گرم؛ Ct0 ، تعداد صدف در زمان صفر؛ Ctn، تعداد صدف در پایان آزمایش؛ t، زمان بر حسب دقیقه؛ W = وزن جاندار بر حسب گرم است.

میزان تصفیه توسط صدف‌های دوکفه‌ای در بازه زمانی بین ۱ تا ۶ روز بررسی گردید. همچنین میزان تصفیه در تراکم‌های مختلفی از صدف‌های دوکفه‌ای بین ۱۰ تا ۷۰ عدد بررسی گردید.

برای رسم نمودارهای داده‌های توصیفی از نرم‌افزار Excel، نسخه ۲۰۱۰ استفاده شد. همچنین از نرم‌افزار SPSS، نسخه ۲۰ برای آنالیزهای مربوطه استفاده گردید. برای مقایسه غلظت پارامترهای کیفی بین ایستگاه‌های مختلف، مقایسه میزان تصفیه در بازه‌های مختلف زمانی و تراکم‌های مختلف از صدف‌ها از آزمون واریانس یک‌طرفه استفاده شد. از آزمون همبستگی پیرسون برای

www.SID.ir

Archive of SID

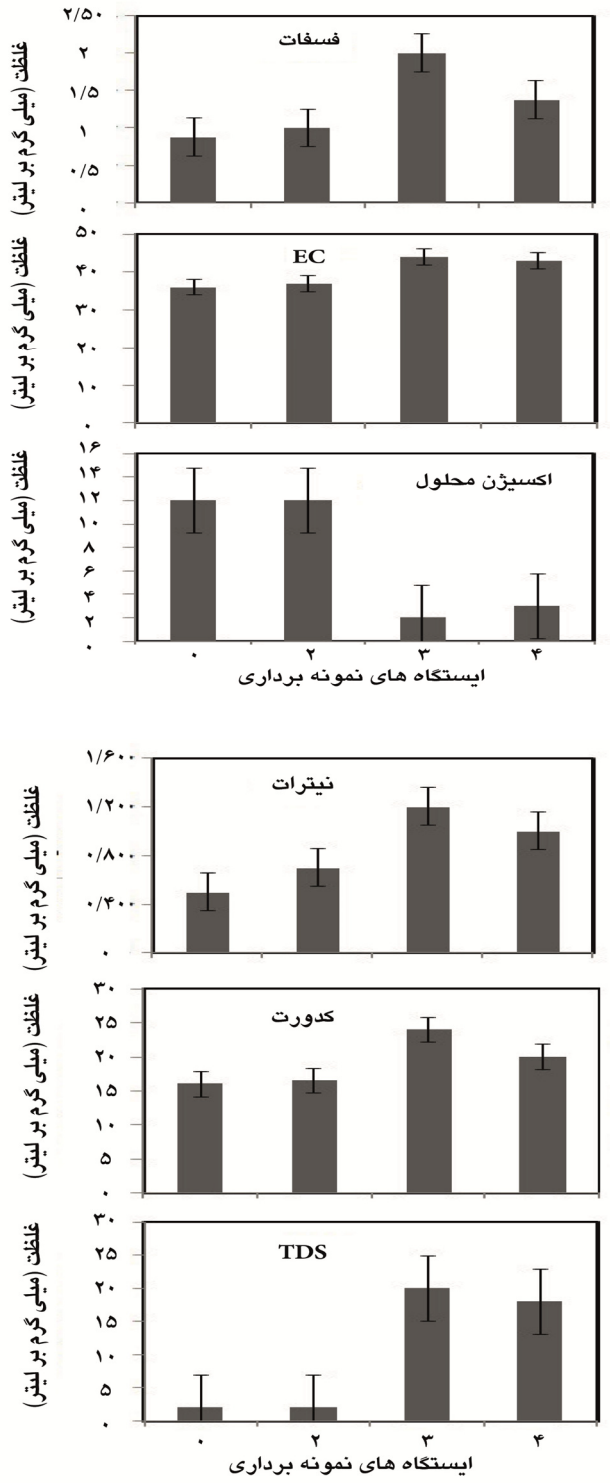
[DOI: 10.29252/JOC.2019.10.13621]
Downloaded from joc.inio.ac.ir at 6:33 IRDT on Sunday August 4th 2019

بررسی میزان همبستگی بین تصفیه و پارامترهای کیفی استفاده گردید. همچنین سطح معنی‌داری آزمون‌ها ۰/۰۵ بود.

۳. نتایج و بحث

تصفیه زیستی پساب‌های خروجی از مزارع پرورش ماهی و میگو از جدیدترین و مهم‌ترین فناوری تصفیه پساب‌های آلوده برای کنترل اثرات منفی آنها بر محیط زیست است (Monaliza et al., 2018). بنابراین در مطالعه حاضر غلظت پارامترهای کیفی شیمیایی در ایستگاه‌های مختلف شامل ایستگاه ۱ (آب دریا یا شاهد)، ایستگاه ۲ (نمونه آب قبل از ورود به استخر پرورش میگو)، ایستگاه ۳ (نمونه پساب خروجی از استخر پرورش میگو) و ایستگاه ۴ (نمونه پساب قبل از تخلیه به دریا) بررسی گردید که نتایج آن‌ها در شکل ۱ مقایسه گردیده است. غلظت نیترات و فسفات از پارامترهای مهم نشان‌دهنده میزان آلودگی پساب در ایستگاه‌های مختلف نمونه‌برداری دارای اختلاف معنی‌داری بود ($P<۰/۰۵$)، بطوری‌که بیشترین غلظت آنها در پساب خروجی از استخر پرورش میگو مشاهده گردید. غلظت نیترات و فسفات در نمونه‌های آب ورودی به مزارع میگو (ایستگاه ۲) دارای غلظتی نزدیک به نمونه آب دریا یا نمونه شاهد (ایستگاه ۱) بود که اختلاف بین آنها معنی‌داری نبود.

مقایسه غلظت کدورت و مواد جامد محلول (TDS) نشان داد که غلظت هر دو پارامتر بین ایستگاه‌های مختلف دارای اختلاف معنی‌داری است ($P<۰/۰۵$)، بطوری‌که غلظت آنها در پساب خروجی مزارع پرورش میگو به طور معنی‌داری از دیگر ایستگاه‌ها بالاتر است؛ زیرا در پساب خروجی به دلیل افزایش مواد مغذی و مواد جامد معلق و محلول، میزان کدورت در پساب افزایش می‌یابد. افزایش مواد مغذی نیترات و فسفات در استخر پرورشی سبب افزایش غلظت مواد جامد محلول در آب و در نهایت افزایش کدورت می‌شوند (Ramos et al., 2009). Baharvand و همکاران (۲۰۱۶) نشان دادند که پساب خروجی استخرهای پرورشی دارای کدورت بالایی هستند؛ زیرا دارای تراکم بالایی از مواد جامد محلول و مواد معلق هستند. برخی دیگر از مطالعات مشابه که توسط Moslemi و Bavand (۲۰۱۶) و Pourang و همکاران (۲۰۱۵) گزارش شد، نیز دارای نتایج مشابهی با نتایج این مطالعه می‌باشند. بنابراین غذادهی به نمونه‌های میگو، افزودن کودهای شیمیایی نیتروژنه و همین‌طور هورمون‌های رشد سبب افزایش مواد مغذی نیترات و فسفات در پساب خروجی استخرها می‌شود.



شکل ۱: مقایسه غلظت پارامترهای شیمیایی در ایستگاه‌های مختلف نمونه‌برداری (ایستگاه (۱) شاهد؛ ایستگاه (۲) نمونه آب قبل از ورود به استخر پرورش میگو؛ ایستگاه (۳) نمونه پساب خروجی از استخر پرورش میگو؛ و ایستگاه (۴) نمونه پساب قبل از تخلیه به دریا)

www.SID.ir

Archive of SID

[DOI: 10.29252/JOC.2019.10.13621]
Downloaded from joc.inio.ac.ir at 6:33 IRDT on Sunday August 4th 2019

میزان هدایت الکتریکی نیز در پساب خروجی استخر پرورشی میگو دارای اختلاف معنی‌داری بود (P<۰/۰۵)، زیرا افزایش مواد مغذی مانند نیترات و فسفات، مواد معلق و جامد محلول سبب افزایش شوری و همچنین سبب افزایش هدایت الکتریکی نمونه آب می‌شود (Song et al., 2016; Monaliza et al., 2018). Pourang و همکاران (۲۰۱۵) در مطالعه خود نشان دادند که پساب خروجی مزارع پرورش میگو دارای غلظت بالایی از مواد معلق هستند و همچنین این پساب دارای کدورت و شوری بالا و در نهایت افزایش هدایت الکتریکی نمونه‌های پساب این مزارع می‌گردد.

پارامتر دیگر، اکسیژن محلول در نمونه‌های آب و پساب استخر پرورش میگو است که غلظت آن در نمونه آب ورودی به استخر مشابه با نمونه دریا (شاهد) می‌باشد ولی غلظت آن در پساب خروجی استخر میگو بطور معنی‌داری کمتر از نمونه آب ورودی به استخر بود (P<۰/۰۵)؛ زیرا افزایش غلظت مواد مغذی، کدورت و مواد معلق در پساب سبب افزایش مواد آلی و همچنین باکتری‌ها می‌گردد. همچنین افزایش فعالیت باکتری‌ها سبب افزایش مصرف اکسیژن محلول و نهایتا کاهش میزان اکسیژن محلول در پساب خروجی استخر می‌شود (Jones et al., 2001; Monaliza et al., 2018).

مقادیر پارامترهای کیفی مختلف در نمونه‌های آب استخرهای مختلف (اصلی و تصفیه زیستی) مورد مطالعه در جدول ۲ نشان داده شده است. میزان pH نمونه‌های مختلف آب، بین ۸/۱ تا ۸/۳ اکسیژن محلول بین ۸/۸۰ تا ۱۲ و میزان هدایت الکتریکی (EC) بین ۳۶/۴۵ تا ۳۹/۸۸ میلی گرم بر لیتر بدست آمد. غلظت نیترات و فسفات نیز در آب استخر اصلی بالاتر بوده (به ترتیب ۰/۶۷ و ۱/۵۲ میلی‌گرم بر لیتر) که در نمونه‌های استخرهای تصفیه روند کاهشی داشته و غلظت آنها در استخر هوادهی به ترتیب ۰/۵۶ و ۰/۷۹ میلی‌گرم بر لیتر بوده است. همچنین میزان کدورت و مواد جامد محلول (TDS) همبستگی مثبتی باهم دارند که با افزایش مواد جامد محلول در پساب، میزان کدورت نیز افزایش می‌یابد؛ بنابراین بیشترین غلظت کدورت و مواد جامد محلول در پساب استخر اصلی مزارع پرورش میگو به ترتیب ۲۲/۳۶ و ۲۰/۲۱ میلی‌گرم بر لیتر بدست آمد. میزان این پارامترها در استخرهای تصفیه رو به کاهش بوده بطوری‌که در استخر هوادهی میزان کدورت و مواد جامد محلول به ترتیب ۱۶/۸۱ و ۱۶/۴۵ میلی‌گرم بر لیتر بدست آمد.

جدول ۲: غلظت پارامترهای کیفی در نمونه‌های آب استخرهای زیستی احداث شده

پارامتر	آب ورودی	نوع استخر			
		اصلی	رسوب‌گیر	زیستی	هوادهی
pH	۸/۲	۸/۱	۸/۱	۸/۳	۸/۳
اکسیژن محلول (میلی‌گرم بر لیتر)	۱۲	۹/۴۹	۸/۸۰	۱۰/۲۵	۱۲
هدایت الکتریکی (میکرو موس بر سانتی‌متر)	۳۸/۰۶	۳۹/۷۸	۳۹/۰۶	۳۸/۶۶	۳۸/۶۸
نیترات (میلی‌گرم بر لیتر)	۰/۵۸	۰/۶۷	۰/۵۸	۰/۵۷	۰/۵۶
کدورت (میلی‌گرم بر لیتر)	۱۸/۴	۲۲/۳۶	۱۷/۴۰	۱۷/۵۱	۱۶/۸۱
فسفات (میلی‌گرم بر لیتر)	۱/۲۵	۱/۵۲	۱/۱۸	۰/۹۴	۰/۷۹
مواد جامد محلول (میلی‌گرم بر لیتر)	۲/۴۵	۲۰/۲۱	۱۸/۲۸	۱۷/۰۸	۱۶/۴۵

با توجه به اثرات نامطلوب روش‌های شیمیایی که باعث ورود مواد شیمیایی مختلفی به محیط می‌شوند روش‌های زیستی به دلیل تاثیر مساعد و تصفیه بالا نسبت به دیگر روش‌ها مناسب‌تر هستند. در این تحقیق از نرم‌تن دوکفه‌ای برای تصفیه زیستی پساب خروجی استخر استفاده گردید. نتایج تصفیه یا فیلتراسیون زیستی بوسیله دوکفه‌ای موجود در استخرهایی که در کنار استخر اصلی احداث کرده بودند نشان داد که غلظت پارامترهای کیفی مختلف نیترات، فسفات، کدورت و مواد جامد محلول در استخرهای تصفیه زیستی نسبت به استخر اصلی بطور معنی‌داری کاهش یافته است (شکل ۲). میزان نیترات از ۰/۶۷ به ۰/۵۶ میلی-گرم بر لیتر، فسفات از ۱/۵۲ به ۰/۷۹ میلی‌گرم بر لیتر، کدورت از ۲۲/۳۶ به ۱۶/۸۱ میلی‌گرم بر لیتر و میزان مواد جامد محلول از ۲۰/۲۱ به ۱۶/۴۵ میلی‌گرم بر لیتر کاهش یافته است. همچنین میزان هدایت الکتریکی در استخر اصلی ۳۹/۷۸ میلی‌گرم بر لیتر بوده است که به ۳۸/۶۸ میلی‌گرم بر لیتر کاهش یافته است. نتایج نشان داد که نرم‌تن دوکفه‌ای سبب شده است که غلظت این پارامترها در استخرهای رسوب‌گیر، زیستی و هوادهی رو به کاهش بوده و در استخر هوادهی کمترین غلظت را داشته است.

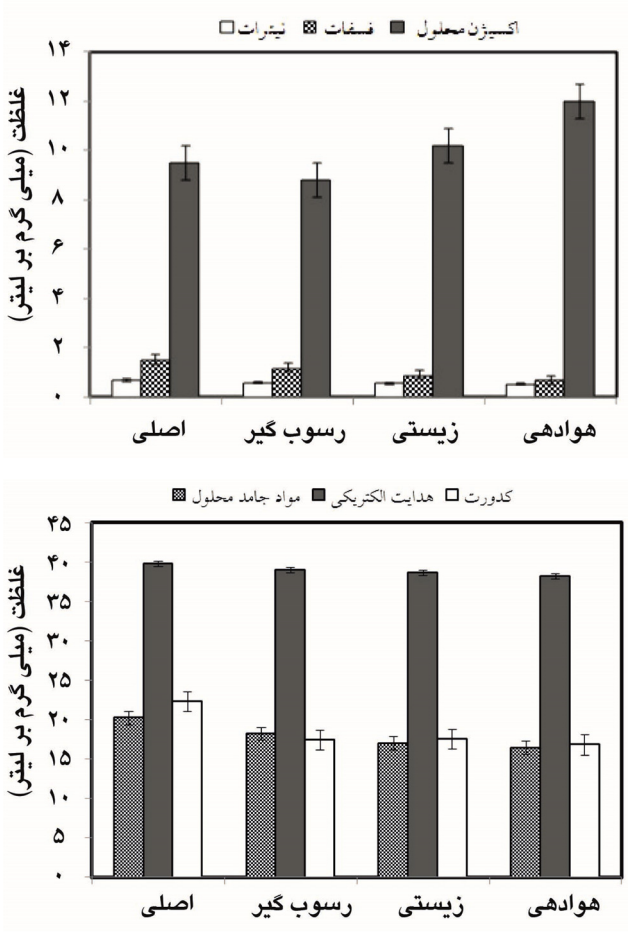
مقایسه بین استخرهای اصلی رسوب‌گیر، زیستی و هوادهی نشان داد که غلظت پارامترهای مورد بررسی باستثنای اکسیژن در تمام استخرها به صورت استخر اصلی > رسوب‌گیر > زیستی > هوادهی بوده است و غلظت اکسیژن محلول به صورت استخر اصلی < رسوب‌گیر < زیستی < هوادهی می‌باشد. بنابراین بر اساس نتایج بدست آمده مشخص گردید که نرم‌تن اسکالوپ دارای توان بالایی در تصفیه زیستی پساب استخر پرورشی میگو است و می‌تواند غلظت آلاینده‌ها را کاهش دهد. صدف اسکالوپ می‌تواند آلاینده‌ها را از طریق دهان و پوست خود جذب کند،

www.SID.ir

Archive of SID

[DOI: 10.29252/JOC.2019.10.13621]
Downloaded from joc.inio.ac.ir at 6:33 IRDT on Sunday August 4th 2019

بنابراین هر چه وزن و تعداد صدف‌ها بیشتر باشد میزان جذب آلاینده‌ها بیشتر خواهد بود و در نتیجه کیفیت پساب بهتر می‌شود.



شکل ۲: مقایسه غلظت فسفات، نیترات و اکسیژن محلول (میلی‌گرم بر لیتر) در استخر اصلی با استخرهای تصفیه

Pourgholam (2016) گزارش نمود که دوکفه‌ای *Litopenaeus vannamei* با تصفیه کردن پساب‌های خروجی استخرها می‌تواند آلاینده‌های موجود در آب را جذب نماید و از این طریق باعث کاهش بار آلودگی پساب گردد. نتایج مطالعه این محقق نشان داد که این دوکفه‌ای تغذیه صافی‌خواری دارد و از طرق مختلفی می‌تواند آلاینده‌ها را جذب نموده و از محیط حذف نماید؛ که شامل روش مستقیم است که از طریق آبشش‌ها است که آلاینده‌ها را از فاز محلول جذب می‌کند، و دیگری از روش غیرمستقیم است که آلاینده‌های متصل به ذرات ریز را از طریق سیستم گوارشی جذب می‌کند. Baharvand و همکاران (۲۰۱۶)

نیز نشان دادند که دوکفه‌ای *Corbicula fluminea* یک گونه مناسب جهت تصفیه پساب‌های مزارع پرورش میگو آلوده به آلاینده‌های مختلف است و می‌تواند به عنوان مطالعات پایش زیستی در استخرهای پرورش ماهی و میگو استفاده گردد. این گونه نرم‌تن از طریق دهان، پوست و آبشش می‌تواند آلاینده‌های مختلف را جذب نموده و از محیط حذف نماید. همچنین Cheunbarn و Peerapornpisal (۲۰۱۰) نشان دادند که دوکفه‌ای *Spirulina platensis* دارای توانایی بالایی در جذب و حذف آلاینده‌هایی نظیر نیترات و فسفات، مواد معلق و فلزات سنگین از پساب مزارع پرورش میگو دارد. بنابراین نتایج مطالعات فوق با مطالعه حاضر مطابقت داشته و نتایج تمامی آنها نشان‌دهنده توانایی بالای دوکفه‌ای در تصفیه زیستی پساب‌های آلوده است.

نتایج آزمون همبستگی پیرسون برای بررسی همبستگی بین نرخ تصفیه توسط صدف دوکفه‌ای و غلظت پارامترها در شکل ۳ نشان داده شده است.

نتایج این آزمون نشان داد، میزان همبستگی بین میزان تصفیه با غلظت‌های فسفات، نیترات، کدورت و مواد جامد محلول به ترتیب برابر r = −۰/۹۳۲، r = −۰/۹۰۴، r = −۰/۸۹۹ و r= −۰/۸۸۵ است. بدین معنی که بین میزان تصفیه با غلظت پارامترها همبستگی منفی معنی‌داری وجود دارد، بطوری‌که با افزایش نرخ تصفیه غلظت پارامترهای پساب کاهش می‌یابند.

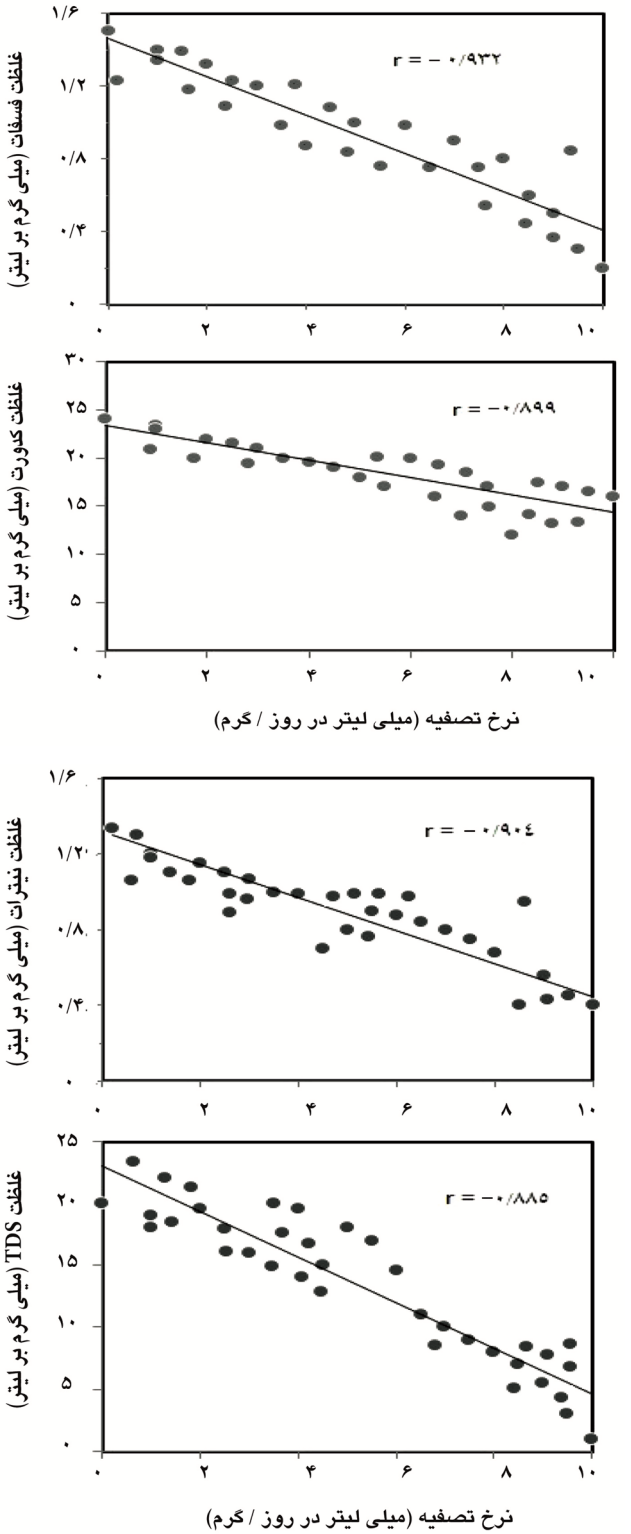
Baharvand و همکاران (۲۰۱۶) نشان دادند که میزان تصفیه با غلظت پارامترهایی مانند نیترات، فسفات و کدورت همبستگی منفی معنی‌داری وجود دارد؛ بطوری‌که با افزایش نرخ تصفیه غلظت پارامترهای پساب کاهش می‌یابد. همچنین Moslemi و Bavand (۲۰۱۶) گزارش نمودند که با افزایش تصفیه، غلظت پارامترها کاهش یافته، بطوری‌که به پایین‌ترین میزان غلظت می‌رسند. بنابراین مطالعات فوق نتایج مشابهی را با مطالعه حاضر نشان دادند.

تغییرات میزان تصفیه بوسیله صدف دوکفه‌ای در زمان‌های مختلف در شکل ۴ نشان داده شده است. نتایج این بررسی نشان داد که میزان تصفیه در زمان‌های مختلف دارای اختلاف معنی‌داری است (P<۰/۰۵)، بطوری‌که بالاترین نرخ تصفیه در بازه زمانی ۱۲۰ ساعت (روز پنجم) مشاهده گردید. در زمان ۱۴۴ ساعت (روز ششم) نیز نرخ تصفیه بالایی مشاهده گردید، اما پس از ۶ روز، با افزایش بازه زمانی میزان تصفیه کاهش پیدا کرد و کمترین آن‌ها در ۲۴ ساعت اول مشاهده گردید. بطورکلی نرخ تصفیه در بازه‌های زمانی مختلف به صورت ۱۲۰ > ۱۴۴ > ۹۶ > ۴۸ > ۱۹۲ > ۱۶۸ > ۲۴ ساعت مشاهده گردید.

www.SID.ir

Archive of SID

[DOI: 10.29252/JOC.2019.10.13621]
Downloaded from joc.inio.ac.ir at 6:33 IRDT on Sunday August 4th 2019



شکل ۳: همبستگی بین نرخ تصفیه و پارامترهای شیمیایی پساب مزرعه میگو

در زمان‌های مختلف مکانیسم جذب آلاینده‌ها توسط صدف دوکفه‌ای و همچنین میزان دسترسی زیستی آلاینده‌ها متغیر بوده که این عوامل سبب تغییر در میزان تصفیه گردید. میزان دسترسی زیستی آلاینده‌ها توسط برخی از پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب و عوامل محیطی مانند دما، pH و شوری تعیین می‌شود که با تغییر این پارامترها میزان دسترسی زیستی آلاینده ها نیز تغییر می‌کند (Pourang et al., 2015). بنابراین در این مطالعه نیز با توجه به تغییر در پارامترهای محیطی در زمان-های مختلف، میزان جذب آلاینده‌ها متغیر بود. از طرفی مکانیسم جذب آلاینده‌ها توسط صدف دوکفه‌ای به عواملی مانند شرایط فیزیولوژیک دوکفه‌ای، جنسیت جانور و برخی از عوامل محیطی بستگی دارد که در زمان‌های مختلف میزان این عوامل متغیر بوده و سبب تغییر در میزان در دسترس بودن آلاینده ها و میزان جذب آنها می‌گردد (Riisgard, 2001; Monaliza et al., 2018). بنابراین در زمانی‌که دسترسی زیستی آلاینده‌ها بالا بوده و شرایط فیزیولوژی جانور برای جذب آنها مساعد باشد، بیشترین جذب و حذف آنها از محیط صورت می-گیرد (Andujar et al., 2014). Sedigh Mortazavi و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند که با افزایش زمان تماس دوکفه‌ای با پساب، میزان تصفیه افزایش یافته که بیشترین میزان آن بین بازه زمانی ۶ روز، در روز چهارم مشاهده گردید. نتایج مطالعه Baharvand و همکاران (۲۰۱۶) با نتایج تحقیق حاضر مطابقت داشت. این محققین نشان دادند که با افزایش زمان تماس دوکفه‌ای با آلاینده، تصفیه افزایش می‌یابد.

در مطالعه حاضر ارتباط تغییرات میزان تصفیه با تعداد صدف دوکفه‌ای بررسی گردید که نتایج آن در شکل ۴ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که میزان تصفیه صدف‌ها با کاهش و یا افزایش تعداد آنها تغییر می‌کند؛ بطوری‌که با افزایش تعداد صدف‌ها میزان تصفیه بوسیله آنها نیز افزایش می‌یابد. میزان تصفیه در تعداد مختلف صدف‌ها دارای اختلاف معنی‌دار است ($P<0/05$)، بطوری‌که بالاترین نرخ تصفیه در تعداد ۷۰ صدف و کمترین میزان در تعداد ۱۰ عدد مشاهده گردید. بطورکلی نرخ تصفیه در تعداد صدف‌های مختلف به صورت ۷۰ > ۶۰ > ۵۰ > ۴۰ > ۳۰ > ۲۰ > ۱۰ تعداد مشاهده گردید.

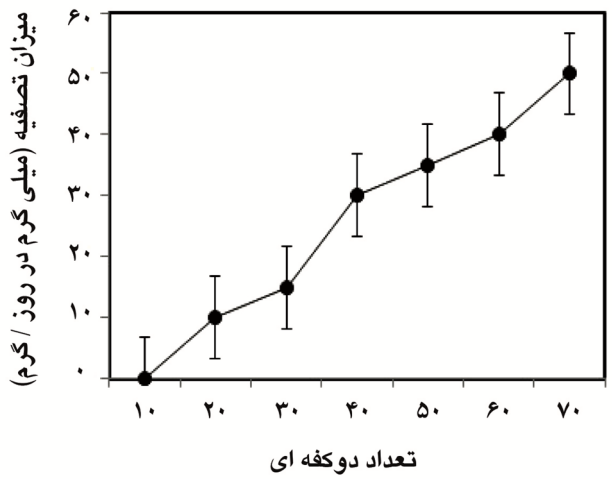
بین میزان تصفیه توسط صدف دوکفه‌ای و تعداد صدف‌ها، ارتباط معنی‌داری وجود دارد، بطوری‌که با افزایش تعداد صدف‌ها میزان تصفیه افزایش می‌یابد. در استخری با حجم مشخصی از آب، هر صدف دارای توانایی تصفیه حجم مشخصی از آب است، بطوری‌که با افزایش تعداد صدف‌ها میزان کلی جذب آلاینده‌ها

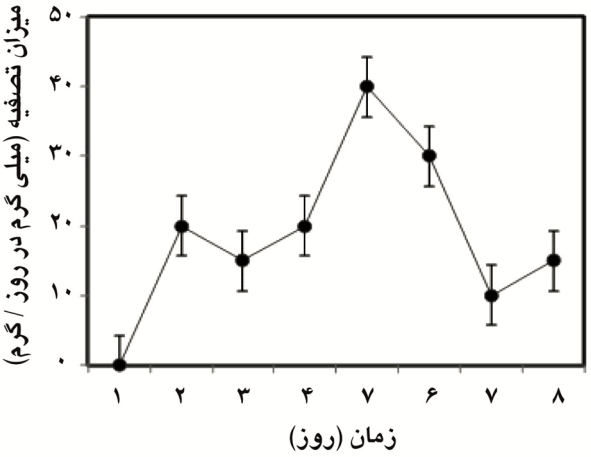
www.SID.ir

Archive of SID

[DOI: 10.29252/JOC.2019.10.13621]
Downloaded from joc.inio.ac.ir at 6:33 IRDT on Sunday August 4th 2019

توسط صدف‌ها افزایش می‌یابد و غلظت بیشتری از آلاینده‌ها از محیط جذب و حذف می‌شوند. Moslemi و Bavand (۲۰۱۶) نشان دادند که همبستگی مثبت معنی‌داری بین تعداد صدف‌ها و میزان تصفیه وجود دارد؛ زیرا با افزایش تعداد صدف‌ها، حجم بیشتری از پساب تصفیه شده و نهایتا میزان تصفیه بیشتر می‌گردد. همچنین دیگر مطالعات مشابه نظیر مطالعه Hamed و Emara (۲۰۰۶) و Marcelo و همکاران (۲۰۰۸) نتایج مشابهی را نشان دادند.





شکل ۴: روند تغییرات میزان تصفیه در بازه زمانی و تراکم‌های مختلف صدف

۴. نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که صدف دوکفه‌ای اسکالوپ دارای توانایی بالایی در تصفیه زیستی پساب مزارع پرورش میگو گواتر دارد و می‌تواند به عنوان یک شاخص مهم برای تصفیه زیستی، کنترل زیستی و کاهش بار آلودگی آلاینده‌های مختلف در پساب‌های خروجی استخرهای پرورش میگو و ماهی استفاده گردد. عوامل مختلفی مانند زمان تماس صدف با آلاینده‌ها و تعداد آن‌ها دارای تاثیرات زیادی بر میزان تصفیه هستند؛ به طوری‌که با افزایش زمان تماس و تعداد صدف‌ها میزان تصفیه افزایش می‌یابد. بطورکلی نتایج بدست آمده نشان می‌دهند که می‌توان جوامعی از صدف دوکفه‌ای اسکالوپ را برای پایش ابتدایی و به صورت کاربردی در پساب‌های سبک مورد استفاده قرار داد. برای دستیابی به نتایج بهتر پیشنهاد می‌شود تحقیقاتی در مورد نرخ تصفیه توسط این آبزی برای آلاینده‌های دیگر نظیر فلزات سنگین و ترکیبات نفتی صورت گیرد تا توانایی کامل این جانور برای حذف آلاینده‌های مجزا مشخص گردد.

۵. سپاسگزاری

این مقاله از پایان‌نامه دکتری استخراج شده است. بدین‌وسیله نویسندگان برخود لازم می‌دانند از تمامی افرادی که در این پژوهش به نحوی ما را یاری نمودند و همچنین از دانشکده علوم دریایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال تشکر و قدردانی نمایند.

منابع

Andujar, P.; Simon-Deckers, A.; Galateau-Salle, F.; Fayard, B.; Beaune, G.; Clin, B.; Lanone, S., 2014. Role of metal oxide nanoparticles in histopathological changes observed in the lung of welders. Particle and Fiber Toxicology, 11(1): 1-13.

Baharvand, F.; Prvizi, F.; Ghadermozi, A.; Arab, A.; Hedayati, A.; Ranjbar, M., 2016. Bivaliab (*Corbicula fluminea*) as a bioactive contaminator of zinc oxide nanoparticles in short time period. Duplication and Aquaculture Journal, 8:11-22.

Cheunbarn, S.; Peerapornpisal, Y., 2010. Cultivation of *Spirulina platensis* using anaerobically swine wastewater treatment effluent. International Journal of Agriculture and Biology, 12: 586-590.

Coughlan, J., 1969. The estimation of filtering rate from

www.SID.ir

Archive of SID

[DOI: 10.29252/JOC.2019.10.13621]
Downloaded from joc.inio.ac.ir at 6:33 IRDT on Sunday August 4th 2019

elements in Persian Gulf using a non-destructive analysis method. Iranian Journal of Fisheries Science, 4: 65-85.

Pourgholam, R., 2016. Comparative study of breeding shrimp vanamy (*Litopenaeus vannamei*) with bark water of Caspian Sea and salty water of Persian Gulf. Iranian Journal of Fisheries Science, 6: 54-63.

Ramos, R.; Vinatea, L.; Seiffert, W.; Beltrame, E.; Silva, J.; Rejane Helena Ribeiro, R.H., 2009. Treatment of shrimp effluent by sedimentation and oyster filtration using *Crassostrea gigas* and *C. rhizophorae*. Brazilian Archives of Biology and Technology, 52: 775-783.

Riisgard, H.U., 2001. The stony road to reliable filtration rate measurements in bivalves: a reply. Marine Ecology Progress Series, 215: 307-310.

Santhi, N.; Deivasigamani, B.; Subramanian, V., 2017. Studies on biodegradation of shrimp farm wastes by using of seaweeds. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 6: 271-281.

Sedigh Mortazavi, M.; Akbarzadeh, G.; Khodami, S., 2013. Study on environmental effects of shrimp breeding activities on quality of water coastal of south Iran (Hormozgan, Bushehr and Chabahar). Second National Conference on Fisheries and Aquaculture in Iran, 2: 23-35.

Song, X.; Yang, Q.; Ren, J.S.; Sun, Y.; Wang, X.; Sun, F., 2016. Integrated bioremediation techniques in a shrimp farming environment under controlled conditions. Acta Oceanologica Sinica, 35: 88-94.

the clearance of suspensions. Marine Biology, 2(4): 356-358.

Hamed, M.A.; Emara, A.M., 2006. Marine molluscs as biomonitors for heavy metal levels in the Gulf of Suez, Red Sea. Journal of Marine Systems, 60: 220-234.

Jones, A.B.; Dennison, W.C.; Preston, N.P., 2001. Integrated treatment of shrimp effluent by sedimentation, oyster filtration and macroalgal absorption: a laboratory scale study. Aquaculture, 193: 155-178.

Marcelo, A.; Perez. E.P.; Gasca-Leyva, E., 2008. White shrimp *Penaeus vannamei* culture in freshwater at three densities: Condition state based on length and weight. Aquaculture, 283: 13-18.

Moezzi, F.; Javanshir, A.; Eagderi, S.; Pourbagher, H.; Sallaki, M., 2013. Evaluation of bivalve clearance (CR) as a physiological indicator of heavy metal toxicity in freshwater mussel, *Anodonta cygnea* (Linea, 1876). Scientific Journal of Animal Sciences, 2(4): 89-94.

Monaliza, S.; Nogueira, S.; Junior, J.S.; Maia, H.D.; Saboya, J.P.S.; Farias, W.R.L., 2018. Use of *Spirulina platensis* in treatment of fish farming wastewater. Revista Ciencia Agronomica, 49(4): 599-606.

Moslemi, M.; Bavand, A., 2016. Study on breeding and breeding of shrimp in Iran with emphasis on margin of Persian Gulf and Oman Sea. Quarterly and Applied of Aquaculture Journal, 14: 57-62.

Pourang, N.; Ghanbari Baghestani, F.; Lamei Rashti, M.; Mortazavi, M.; Kamali, A.; Varaste, T., 2015. Ability of use a species bivalvia in order to bio-control the

www.SID.ir