آيا صدف صخره اي (*Sacostrea cucullata*) قادر است فلزات سنگين را جذب كند؟ مطالعه نمونه: جذب كادميوم و مس در جنگل هاي مانگرو

حامد آذرباد*[۱] ، آرش جوانشير خويي[۲] ، عليرضا ميرواقفي[۳] ، افشين دانه‌كار[۴]

۱- دانش آموخته كارشناسي ارشد شيلات، دانشكده منابع طبيعي، دانشگاه تهران، ايران

۲- استاديار گروه شيلات، دانشكده منابع طبيعي، دانشگاه تهران، ايران

۳- دانشيار گروه شيلات، دانشكده منابع طبيعي، دانشگاه تهران، ايران

۴- دانشيار گروه محيط زيست، دانشكده منابع طبيعي، دانشگاه تهران، ايران

(تاريخ دريافت: ۱۳۸۸/۸/۱۷ ، تاريخ تصويب: ۱۳۸۹/۱۲/۲۲)

چكيده

خليج فارس پهنه آبي با اهميتي در برداشت و انتقال نفت و همچنين ورود پساب هاي صنعتي است و همواره مقادير زيادي از آلاينده‌ها به اين اكوسيستم آبي و چرخه زيستي آبزيان وارد مي شود. استفاده از صدف براي كاهش آلاينده ها از جمله روش هاي پالايش زيستي است. صدف *Sacostrea cucullata* از جمله صدف هاي بومي خليج فارس است و يكي از صدف هاي مهم پالاينده مي باشد. هدف اصلي اين تحقيق بررسي ميزان جذب فلز كادميوم (۱۵۰ ميكروگرم در ليتر) و مس (۲۰۰ ميكرو گرم در ليتر) توسط صدف در شرايط كاملا ميداني است. به اين منظور سيستم Mesocosm براي انجام مطالعات پالايشي و جذب فلزات توسط صدف طراحي شد. مطالعات پالايشي نشان داد كه نرخ پالايش صدف تحت تاثير فلزات قرار مي گيرد به اين ترتيب كه نرخ پالايش در ارتباط با فلز كادميوم از $ml.min^{-1}.g^{-1}$ AFDW ۱/۶۹ به $ml.min^{-1}.g^{-1}$ AFDW ۰/۰۴ و فلز مس از $ml.min^{-1}.g^{-1}$ AFDW ۲/۱۶ به $ml.min^{-1}.g^{-1}$ AFDW ۰/۴۲ در طول دوره يكساعته آزمايش كاهش يافت ولي هيچ گاه متوقف نشد. با توجه به اينكه نرخ پالايش صدف در طول آزمايش كاهش داشت ولي صدف هاي زنده غلظت كادميوم و مس را به ترتيب از ۱۵۰ و ۲۰۰ ميكروگرم در ليتر به طور متوسط به ميزان ۶۸/ ۱۱۸ و ۱۳۳/۳۰ ميكروگرم در ليتر كاهش دادند. همچنين مشخص شد كه پوسته هاي مرده نيز توانايي خوبي در كاهش غلظت فلزات دارند. با توجه به نتايج مشخص مي شود كه صدف *Sacostrea cucullata* توانايي بالايي در جذب فلزات سنگين دارد و مي توان از آن به عنوان پالاينده زيستي استفاده كرد.

واژه هاي كليدي: آلاينده هاي نفتي، فلزات سنگين، صدف *Sacostrea cucullata*، نرخ پالايش، خليج فارس

* نويسنده مسئول: تلفن: ۲۲۲۳۰۴۴- ۰۲۶۱ فاكس: ۲۲۲۲۰۴۵-۰۲۶۱ Email: azarbad.hamed@gmail.com

مقدمه

فلزات سنگين از مهمترين آلاينده هاي محيطي است كه طي آلودگي هاي نفتي و فعاليت هايي مانند استخراج معادن و ورود پساب برخي كارخانه ها به محيط زيست وارد و باعث آلودگي اكوسيستم هاي طبيعي مي شود (Blackmore, 2010). به دليل گسترش روزافزون صنايع و توسعه شهرها، ورود اين فلزات به محيط زيست نيز افزايش يافته است، به همين جهت روز به روز بر اهميت پايش و كنترل آلودگي محيط زيست افزوده مي شود. روش هاي فيزيكي و شيميايي كه براي حذف يون هاي فلزي از پساب ها طراحي شده به سبب ناكارآيي و صرفه اقتصادي، عملا غير قابل استفاده است (Sabry *et al*., 1997; Varma *et al*., 2001; Spain and Alm, 2003).

آلودگي آب خليج فارس ناشي از فلزات سنگين (به ويژه سرب، مس، كادميوم، كبالت و كروم) اصولا يا از نفت يا از كشتي هاي حامل مواد شيميايي ناشي مي شود.

خليج فارس تامين كننده بخش مهمي از انرژي نفت جهان مي باشد و به همين دليل به‌عنوان منطقه دريايي بالقوه در معرض آلودگي نفتي شناخته شده است (Jamili and Amini Ranjbar, 1998; Mir, 1995). سرنوشت نهايي نفت نشست يافته به محيط دريا با تاثير پذيرفتن از محيط دريا و سير تحولات متعدد، به صورت توده و يا گلوله هاي قيري به ساحل رانده مي شود. مواد نفتي باقيمانده در ساحل موجب اختلالات جدي در اكوسيستم ساحلي و محيط كم عمق دريايي مي شود. اين در حالي است كه اكوسيستم ساحلي بارورترين و مهم ترين بخش مجموعه اكوسيستم دريايي را تشكيل مي دهد (Alexander, 2000; Mir, 1995). فلزات سنگين يكي از تركيبات سمي مهم نفت است كه در مناطق ساحلي اثرات زيانباري براي موجودات زنده دارد. نتيجه كلي مطالعاتي كه در زمينه پالايش دو كفه اي ها انجام شده نشان داده است كه دوكفه اي ها از يک طرف آب حاوي فيتوپلانكتون و پروتوزآ را مي گيرند و ازسوي ديگر درفرآيند سوخت و ساز سلولي با مصرف اكسيژن، دي اكسيدكربن توليد مي كنند. بطور كلي در اين جانوران آب از طريق آبشش ها گرفته مي شود و از طريق سيفون خروجي خارج مي شود (Jørgenson, 1996). دوكفه اي دوره زندگي طولاني دارد و به راحتي نمونه برداري مي شود. اين موجودات به صورت طبيعي در يک محل ثابت مي مانند و اين موضوع ارتباط آنها با منابع آلودگي را قابل تشخيص مي كند. درخيلي از مطالعات اين موضوع كه دو كفه اي ها فلزات سنگين را حذف و يا در پوسته (Widdows, 2001) و بافت ها (Cossa, 1988) ذخيره مي‌كنند، به اثبات رسيد.

دوكفه‌اي‌ها به علت اينكه فلزات سنگين را در خود ذخيره مي‌كنند در ارزيابي‌هاي زيست محيطي آلاينده‌ها مورد استفاده قرار مي‌گيرند(Goldeberg, 1988).

فنون هاي پالايش آلودگي با استفاده از دوكفه اي ها شامل اندازه گيري فاكتورهاي فيزيولوژيک، تجمع فلزات سنگين در بدن (Riisgård, 1987)، اندازه گيري اثرات مخرب فلزات سنگين به واسطه تغيير شكل بافت هاي بدن است. با توجه به مطالعات مختلفي كه در زمينه استفاده از دوكفه اي ها در پالايش اكوسيستم انجام شده، توانايي اين موجودات در زيست انباشته ساختن آلاينده ها در بافت ها به اثبات رسيده است. در اين مطالعه توانايي پالايش صدف *Sacostrea cucullata* را در كاهش فلزات سنگين در جنگل هاي مانگرو كه به لحاظ زيست محيطي ارزش بالايي دارند و زيستگاهي حفاظت شده است، مورد توجه قرار دارد. مسئله اصلي اين پژوهش، تعيين توان پالايش و ميزان حذف فلزات سنگين محلول است.

با توجه به اينكه صدف *Sacostrea cucullata* يكي از انواع مهم صدف فيلتر كننده محسوب مي شود. به نظر مي رسد در پاک نمودن آب از ذرات معلق و محلول نيز نقش قابل توجهي داشته باشد. به عبارت ديگر چنين فرض مي شود كه اين جانور كارآيي پالايش آب و برداشت مواد آلاينده را دارا است. اين پژوهش در پي آن است كه در چنانچه اين صدف توانايي خوبي در كاهش آلودگي داشته باشد، با ايجاد زيستگاه‌هاي مصنوعي در مناطق آلوده در خليج فارس، براي كاهش آلودگي دريا راهكارهاي زيستي جستجو نمود.

مواد و روش ها

ايستگاه مطالعات در جنگل هاي حرا شمال غربي جزيره قشم انتخاب شدند. انتخاب اين محل به سبب دسترسي راحت تر، وجود اجتماعات صدف *Sacostrea cucullata* و فراهم بودن اطلاعات پايه قبلي صورت گرفت. سپس، تعداد مشخصي از صدف هاي زنده موجود در محل پس از شستشو و وزن كردن براي انجام آزمايش پالايش در داخل ظروف ۲ ليتري (گروه تيمار) قرار گرفت (شكل ۱). صدف ها به تعداد ۱۵ عدد با طول هاي مساوي (وزن كلي همراه با پوسته) دو ساعت قبل از شرع آزمايش در داخل فلاسک ۲ ليتري قرار داده شد تا با شرايط جديد سازگار شوند. گروه كنترل نيز شامل پوسته هاي مرده بود كه در ظرف ۲ ليتري ديگري قرار داده شد (شكل ۱). تمام مراحل آزمايش در يک سامانه باز انجام شد. سامانه باز سامانه اي است كه در آن جريان ورودي، پس ازگردش در سامانه، وارد ظروف خروجي و سپس از سيستم خارج مي شود. دو ساعت قبل از انجام آزمايش محلول هاي مادر فلزات ($cdcl_2$،$cuso_4$) به مخزن ۲۰ ليتري اضافه شد (غلظت كادميوم و مس به ترتيب ۱۵۰ و ۲۰۰ ميكروگرم در ليتر بود). شروع باز شدن كفه ها به عنوان شروع زمان آزمايش محسوب مي شود. به اين ترتيب كه با باز كردن شيرهاي ورودي مخزن هاي ۲۰ ليتري جريان برقرار و وارد محفظه هاي ۲ ليتري مي شود. ورود جريان آب به داخل ظروف ۲ ليتري به اين ترتيب است كه جريان از كف وارد و از بالا خارج مي شود. اين جريان براي ۲ دقيقه برقرار است و بعد از آن به مدت ۵ دقيقه در ظروف محتوي صدف هاي زنده و پوسته ها متوقف خواهد شد. اين مدت زمان از زمان Gut passage time گونه *S. Cuculata* كه حدود ۲۰ دقيقه مي باشد كمتر است. در پايان مجدداً ۵ دقيقه جريان برقرار و از آن نمونه برداري (از محل شير هاي خروجي) مي شود. بنابراين نمونه برداري ها (كه هر بار با ۳ تكرار انجام شد) در ابتداي ۲ دقيقه (در محل شيرهاي ورودي) و انتهاي ۵ دقيقه صورت گرفت و اين تناوب تا ۷ بار تكرار شد. پيش فرض اين آزمايش آن است كه صدف در هر بار گردش جريان در معرض آلاينده با غلظت قبلي قرار مي گيرد و ۵ دقيقه زمان دارد تا آن غلظت را در محيط كاهش دهد. در زمان بعدي يعني ۷ دقيقه دوم (۱۴ دقيقه بعد از شروع آزمايش) دوباره در معرض آلاينده جديد قرار مي گيرد كه مي بايست آن را كاهش دهد. بديهي است كه موارد بالا براي هر فلز به صورت جداگانه انجام گرفت. بعد از قرار دادن نمونه ها در ظرف مخصوص براي انجام آزمايش پالايش (ظرف پالايش) سعي شد كه كوچكترين حباب هوا در داخل ظرف باقي نماند. ميزان فلزات سنگين ورودي و خروجي محفظه پالايش در فواصل زماني ۵ دقيقه اندازه گيري و ثبت شد. به اين ترتيب كه غلظت اوليه (C_0) غلظت فلز سنگين در زمان صفر يا در شروع آزمايش و غلظت ثانويه (C_1)، غلظت فلز سنگين درمدت زمان ۵ دقيقه در خروجي ظرف پالايش (شكل ۱) مي باشد. در ابتداي شروع آزمايش آب دريا با فيلتر ۵۵ ميكرون پالوده شد تا از ورود ذرات مزاحم جلوگيري شود. در مخزن اصلي كه آلودگي از طريق آن به سيستم وارد مي شود، پيوسته با پمپ باطري دار هوادهي مي شد، تا اكسيژن عامل محدود كننده براي فعاليت پالايش نباشد. وزن خشک بدون خاكستر كه مبناي محاسبات مي باشد از رابطه زير به دست مي آيد:

وزن خشک بدون خاكستر = وزن خاكستر - وزن خشک

عددپالايش[۱] از رابطه (Jørgenson,1990) به شرح زير بـه دست مي آيد:

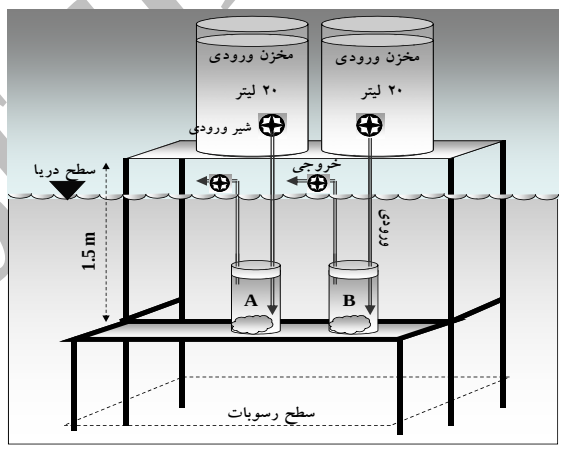
$$V_w = V \times Ln\,(CT_0) - Ln\,(CT_n) / T \times W$$

در اين رابطه؛ Vw: ميزان پالايش بر حسب $ml.\,Min^{-1}.g^{-1}$ ، V: حجم ظرف بر حسب ميلي ليتر، CT_0 : غلظت فلز درزمان صفر (ميكروگرم در ليتر)، CT_n : غلظت فلز در پايان آزمايش (ميكروگرم در ليتر)، T : زمان آزمايش برحسب دقيقه و W : وزن جانور برحسب وزن خشک بدون خاكستر برحسب گرم است.

عدد پالايش به ازاي وزن خشک بدون خاكستر محاسبه شد. از مزيت هاي اين مطالعه اندازه گيري فاكتورهاي مورد بررسي در پالايش صدف، در جايگاه طبيعي

۱-Clearance rate

(In situ) است. زیرا عوامل مختلف محیطي در میزان پالایش صدف دخیل است که در شرایط آزمایشگاهي این عوامل حذف مي شود (Widdows, 2002). نمونه هاي آب با فرمالین تثبیت شد و پس از انتقال به آزمایشگاه (آزمایشگاه خاکشناسي دانشکده منابع طبیعي دانشگاه تهران) با کاغذ واتمن و سپس توسط فیلترهاي مخصوص (۰/۲ میکرون) صاف شد و با دستگاه (ICP) مقدار فلزات سنگین در نمونه ها تعیین شد. با استفاده از نرم افزار (SPSS) و آزمون آماري T- Test داده‌هاي حاصل از گروه هاي کنترل و تیمار در سطح ۰/۰۵ درصد با یکدیگر مقایسه شد.



شکل ۱. سامانه کاهش فلزات سنگین توسط صدف ها

همانطور که در شکل مشخص است سامانه در رسوبات قرار مي گیرد و داراي ۲ مخزن اصلي ورود آلاینده است که جریان آب توسط لوله هاي پلي اتیلن به ظرف A (صدف هاي زنده) و B (پوسته هاي مرده) منتقل مي‌شود. جریان آلاینده ها توسط شیرهاي ورودي قابل تنظیم است.

نتایج

مطالعه حاضر شامل اندازه گیري پالایش صدف به عنوان یک فاکتور فیزیولوژیک براي آشکار سازي تاثیر آلاینده ها بر دوکفه اي ها و بررسي توانایي پالایش صدف در کاهش غلظت فلزات سنگین است.

نتایج نرخ پالایش صدف هاي زنده و مرده

صدف هاي در معرض فلز کادمیوم (**Cd**)

نرخ پالایش (منظور از نرخ پالایش کاهش غلظت فلز سنگین توسط صدف و پوسته ها در طول زمان است) صدف *Saccostrea cucullata* که در معرض ۱۵۰ میکروگرم در لیتر فلز کادمیوم قرار گرفت در شکل۲ مشخص است. مطابق شکل ۲، نوسانات در نرخ پالایش صدف هاي زنده فاحش است که مي تواند ناشي از تنشي باشد که در نتیجه فلز سنگین بر موجود وارد شده است. میانگین نرخ پالایش در توده صدف زنده $ml.min^{-1}.g^{-1}$ AFDW ۰/۶۲ و کمترین و بیشترین مقدار پالایش در این گروه به ترتیب $ml.min^{-1}.g^{-1}$ AFDW ۰/۰۴ و ۱/۶۹ بود. همانطور که در شکل مشخص است، بیشترین نرخ پالایش در اولین زمان آزمایش بود و به ترتیب در طول مدت آزمایش کاهش مي یابد. میانگین نرخ پالایش در توده صدف مرده (پوسته ها) $ml.min^{-1}.g^{-1}$ AFDW ۰/۲۶ و کمترین و بیشترین آن در این گروه به ترتیب $ml.min^{-1}.g^{-1}$ AFDW ۰/۰۰۷ و ۰/۷۹ است. بنابراین فعالیت فیزیولوژیک صدف هاي زنده (نرخ پالایش) به واسطه فلز سنگین کادمیوم تحت تاثیر قرار گرفت، اما این تاثیر در حدي نبود که کاملا نرخ پالایش را کاهش دهد. این دامنه در پوسته ها کمتر تاثیر پذیرفت. فلز کادمیوم از جمله سمي ترین فلزات است که سریعاً توسط بافت آبشش صدف جذب مي شود و اختلالاتي را در عملکرد این عضو ایجاد مي کند.

صدف هاي در معرض فلز مس (**Cu**)

نرخ پالایش صدف *Saccostrea cucullata* که در معرض ۲۰۰ میکروگرم در لیتر فلز مس قرار گرفت در شکل۳ مشاهده مي شود. مطابق این شکل نرخ پالایش در طول دوره آزمایش کاهش مي یابد. همانند فلز کادمیوم میزان پالایش در طول دوره آزمایش نوساناتي را از خود نشان داد که مي تواند در نتیجه تنشي باشد که از فلز سنگین بر فعالیت هاي فیزیولوژیک (پالایش) صدف ایجاد مي شود. میانگین نرخ پالایش در توده صدف زنده $ml.min^{-1}.g^{-1}$ AFDW ۱/۰۳ و کمترین و بیشترین مقدار در این

گروه به ترتیب $ml.min^{-1}.g^{-1}$ AFDW ۰/۴۲ و ۲/۱۶ اندازه گیري شد (شکل۳).
میانگین نرخ پالایش در توده صدف مرده (پوسته ها) $ml.min^{-1}.g^{-1}$ AFDW ۰/۳ و کمترین و بیشترین مقدار در این گروه به ترتیب $ml.min^{-1}.g^{-1}$ AFDW ۰/۱۷ و ۰/۹۹ محاسبه شد. فلز مس نیز از فلزهاي ضروري مي باشد که این صدف ها براي انجام فرایندهاي زیستي خود به آن نیاز دارند. هموسیانین از بخش هایي است که این فلز در آن کاربرد زیادي دارد. بنابراین از آنجاکه صدف براي انجام فعالیت حیاتي خود نیازمند به فلز مس مي باشد (البته در یک مقدار مشخص) پالایش صدف به صورت معني دار تحت تاثیر آن قرار نگرفته است.

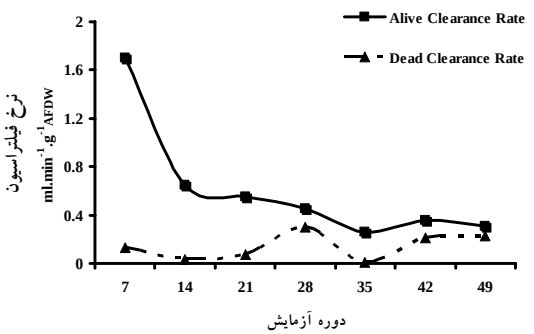
کاهش غلظت فلزات سنگین
همانطور که ذکر شد دوکفه اي ها به واسطه فعالیت پالایشي خود روزانه حجم بالایي از آب را فیلتر مي کنند که به این وسیله آلاینده هاي زیادي مي تواند وارد بدن این موجودات شود. این مسئله توسط محققان زیادي با اثبات رسید (Davenport, 1977; Elfwing and Tedengren, 2002). بنابراین با توجه به اطلاعاتي که در گذشته در زمینه توانایي پالایش اویستر و زیست انباشته ساختن آلاینده ها در بافت‌هایش وجود دارد، در این مطالعه از این موجودات براي کاهش فلزات سنگین از آب استفاده شد.

صدف هاي در معرض فلز کادمیوم (**Cd**)
نتایج T-Test اختلاف معني داري را بین تیمار و کنترل در سطح ۰/۰۵ درصد نشان داد. میزان کاهش غلظت فلز کادمیوم در ارتباط با پالایش صدف *cucullata Saccostrea* در شکل ۴ دیده مي شود. مطابق این شکل میزان کاهش غلظت فلز کادمیوم نسبت به غلظت اولیه در توده صدف هاي زنده (تیمار) نسبت به پوسته ها (کنترل) بیشتر و متوسط کاهش غلظت فلز کادمیوم در گروه کنترل (پوسته ها) نسبت به غلظت اولیه (۱۵۰ میکروگرم در لیتر) ۷۳ /۱۳۸ میکروگرم در لیتر بود.

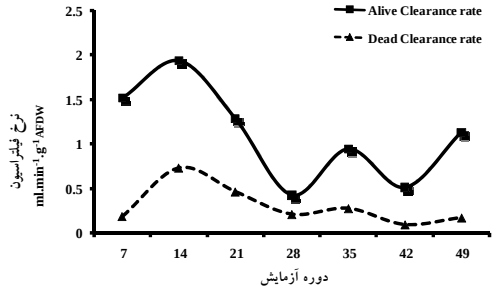
کمترین و بیشترین مقدار غلظت این فلز در این گروه به ترتیب ۱۲۲/۴ و ۱۴۵/۴ میکروگرم در لیتر اندازه گیري شد. همچنین متوسط کاهش غلظت فلز کادمیوم در گروه تیمار (صدف هاي زنده) ۱۱۸/۶۸ میکروگرم در لیتر و کمترین و بیشترین این غلظت به ترتیب ۱۱۱/۳ و ۱۲۹/۶ میکروگرم در لیتر آمده است (شکل۵).

صدف هاي در معرض فلز مس (**Cu**)
نتایج T-Test اختلاف معني داري را بین تیمار و کنترل در سطح ۰/۰۵ درصد نشان داد. میزان کاهش فلز مس در طول دوره آزمایش در شکل ۶ درج شده است. میزان کاهش غلظت فلز مس توسط توده صدف زنده نسبت به پوسته ها بیشتر بود. متوسط کاهش غلظت فلز مس توسط گروه کنترل ۱۸۱/۱ میکروگرم در لیتر است. کمترین و بیشترین مقدار غلظت فلز مس در آب در این گروه به ترتیب ۱۷۷/۳ و ۱۹۳/۶ میکروگرم در لیتر اندازه گیري شد. متوسط کاهش فلز مس توسط گروه تیمار (توده صدف زنده) ۱۳۳/۳۰ میکروگرم در لیتر بدست آمد و کمترین و بیشترین مقدار این فلز در آب به ترتیب ۱۲۶/۹ و ۱۴۵/۷ میکروگرم در لیتر بود (شکل۷).

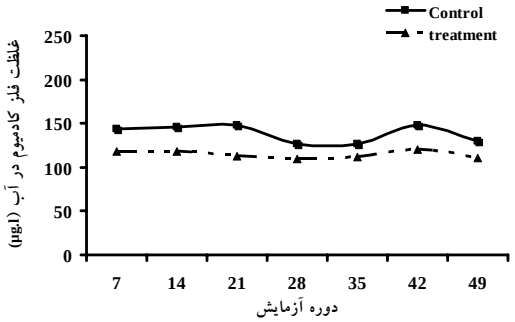
بحث
امروزه یکي از روش هاي بسیار موثر و رایج براي حذف آلاینده ها به خصوص فلزات سنگین، استفاده از پالاینده هاي زیستي است. که در این بین دوکفه اي ها اهمیت ویژه دارند. پالایش مواد از آب یکي از خصوصیات ذاتي هر گونه نرم تن است. طبق مطالعه Jørgenson و همکارانش (1996)، میزان پالایش و شفافیت در واقع معادل حجمي از آب است که صدف از مواد معلق و فیتوپلانکتون ها در واحد زمان تغذیه مي نماید.



شکل۲- نرخ پالایش گروه کنترل (پوسته ها) و تیمار (صدف زنده) در معرض ۱۵۰ میکروگرم در لیتر کادمیوم



شکل۳- نرخ پالایش دو گروه کنترل (پوسته ها) و تیمار (صدف زنده) در معرض ۲۰۰ میکروگرم فلز مس



شکل۴- تغییرات غلظت کادمیوم در گروه کنترل (پوسته ها) و تیمار (صدف زنده) در طول آزمایش

بنابراین میزان پالایش برابر با نرخ پمپاژ است (Green *et al*., 1999). براي تعيين نرخ پالايش از كاهش كادميوم قرار گرفت، نرخ پالايش، كاهش زيادي نشان داد (Davenport, 1977; Manley, 1983). در ارتباط نمايي ذرات (يعني اختلاف غلظت فلزات در ورودي و خروجي سيستم) استفاده شد.

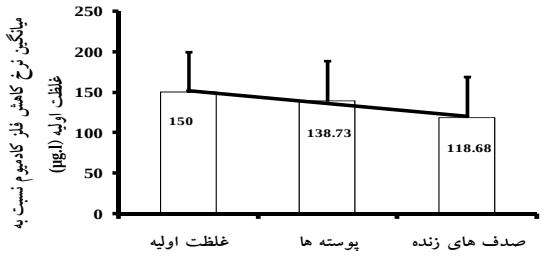
با توجه به شكل هاي ۵ و ۷ ميزان پالايش صدف هايي كه در معرض كادميوم قرار گرفتند نسبت به صدف هايي كه در معرض مس بودند كاهش بيشتري را از خود نشان مي دهد. علت اين موضوع مي تواند به چند مورد مربوط باشد. يكي از عواملي كه مي تواند در كاهش نرخ شفاف سازي آب صدف هايي كه در معرض فلز كادميوم قرار گرفتند نسبت به صدف هاي كه در معرض مس قرار داشت نقش داشته باشد سميت اين عناصر است. به اين ترتيب كه فلز مس از فلزهاي ضروري مي باشد كه موجود براي انجام فرايندهاي زيستي خود نياز به آن دارد (در پروتئين هاي تنفسي مثل هموسيانين). در حالي كه فلز كادميوم از فلزهاي غير ضروري مي باشد كه در فرايندهاي زيستي موجود نياز مي باشد. Elfwing در سال ۲۰۰۲ نرخ پالايش را در سه گونه از اويسترها (*C. Saccostrea* ، *Crassostrea lugubris*، *belcheri cucullata*) كه در معرض ۲۰ ميكروگرم فلز مس قرار گرفته بود محاسبه كرد. به اين ترتيب نرخ پالايش صدف *S. cucullata* در معرض فلز DW $ml.min^{-1}.g^{-1}$ ۰/۲۰ بدست آورد كه اين مقدار نسبت به پالايش صدف هايي كه در معرض فلز نبود تفاوت زيادي نداشت.

همچنين اين نرخ پالايش نسبت به دو گونه ديگر بسيار بالاتر بود. اين محقق تحت تاثير قرار نگرفتن نرخ پالايش صدف *S. cucullata* را در مقابل فلز مس به منطقه اي كه اين صدف در آنجا زندگي مي كند مربوط دانست. اين صدف از جمله موجوداتي است كه در مناطق بين جزرومدي زندگي مي كند و به اين دليل كه اين منطقه داراي شرايط ناپايداري به لحاظ زندگي مي باشد موجوداتي كه در اين مناطق زندگي مي كنند به مرور زمان نسبت به تنش هاي محيطي (مثل مواجه با آلودگي‌هاي مختلف) سازگاري بالايي را كسب نموده‌اند.

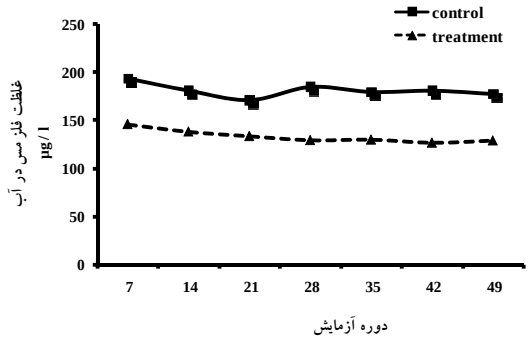
در گونه اي ديگر از دوكفه اي ها به نام *Mytilus edulis* كه در معرض فلزات مس و با نرخ كاهش فلزات در طول آزمايش همانطور كه در نمودارهاي ۴و ۶ مشخص است، ميزان كاهش فلزات سنگين نسبت به غلظت اوليه در گروه تمار (صدف هاي زنده) به گروه كنترل (پوسته ها) بيشتر است.

مقدار كاهش فلز كادميوم به درصد و غلظت اين فلز در زمان هاي مختلف آزمايش در جدول ۱ درج شده است. همچنين متوسط كاهش غلظت فلز كادميوم توسط دو گروه آزمايش به درصد در شكل ۸ مشاهده مي شود. همانند فلز كادميوم مقدار كاهش غلظت فلز مس نيز در صدف هاي زنده نسبت به پوسته ها بيشتر بود (شكل۶ و۷). مقدار كاهش فلز مس به درصد و غلظت اين فلز در زمان هاي مختلف آزمايش در جدول ۲ مشاهده مي شود. همچنين متوسط كاهش غلظت فلز مس توسط دو گروه آزمايش به در صد در شكل ۹ ترسيم شده است.

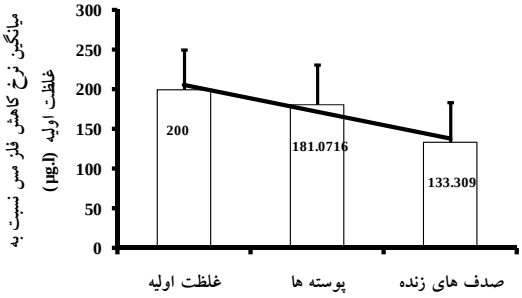
نكته اي كه در در مورد كاهش اين دو فلز جالب به نظر مي رسد حذف فلزات توسط پوسته هاي مرده است. حذف فلزات توسط پوسته ها به چند طريق امكان پذير است. پوسته دوكفه اي ها به عنوان منبع ذخيره‌اي فلزات سمي محسوب مي شود. با اين وجود محتوي فلزات سنگين در پوسته نرم‌تنان دريايي معمولا نسبت به بافت هاي آنها كمتر است (Koide *et al*., 1982). يون‌هاي فلزي وارد ساختار كريستالي پوسته مي شود، به اين ترتيب كه با كلسيم موجود در تركيبات كربناته جايگزين و يا به صورت مستقيم توسط تركيبات آلي موجود در پوسته جذب مي شود. از ديگر نكاتي كه مي توان به آن اشاره داشت توانايي كاهش آلاينده ها در ارتباط با جوامعي است كه روي پوسته هاي مرده زيست مي كنند، كه در اين بين مي توان به باكتري ها و قارچ ها اشاره كرد.



شكل۵- ميانگين كاهش غلظت فلز كادميوم در دو گروه كنترل (پوسته ها) و تيمار (صدف زنده) نسبت به غلظت اوليه در دوره آزمايش



شكل۶- تغييرات غلظت فلز مس در دو گروه كنترل (پوسته ها) و تيمار (صدف زنده) در دوره آزمايش



شكل۷- ميانگين كاهش غلظت فلز مس در دو گروه كنترل (پوسته ها) و تيمار (صدف زنده) نسبت به غلظت اوليه در دوره آزمايش

شناسايي ميكروارگانيسم و موجودات مقاوم به فلزات نقش مهمي در ارتباط با آلودگي محيط و نهايتاً بهبود محيط ايفا مي كند. با توجه به سطوح غلظت بسيار بالاي برخي از فلزات در پساب ها و به طور كلي در محيط هاي آلوده به فلز، باكتري ها سازوكارهاي مقاومتي ايجاد مي كنند كه منجر به ايجاد گونه هاي مقاوم با توانايي تحمل سميت فلزي مي شود. معمولا اين ميكروارگانيسم ها در نتيجه تماس با محيط هاي آلوده به فلز ظاهر مي شود (Sabry *et al*., 1997; Spain *et al*., 2003). بنابراين شناخت اين ميكروارگانيسم ها و مكانيسم هايي كه آنها در جذب فلزات دارند به مديريت آلاينده ها در محيط زيست كمک بسزايي خواهد كرد.

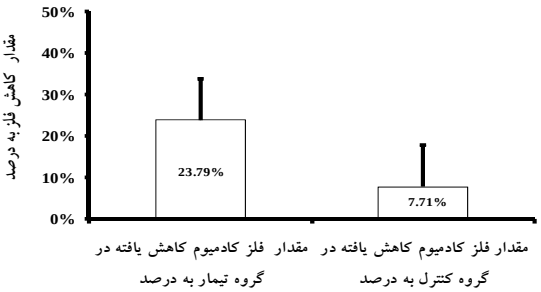
ورود نفت و تركيبات آن از جمله فلزات سنگين به صورت يک آلاينده در محيط سبب جذب مواد از طرف جانداران دريايي و ورود آنها به زنجيره غذايي مي شود و در نتيجه بر رشد، توليد مثل، حيات و مرگ و مير دريايي تاثير مي‌گذارد (Blackmore and Wang, 2003) به طوري كه حتي در برخي موارد مصرف آنها از سوي انسان مضراتي به همراه دارد. با توجه به اينكه يكي از مشكلات امروز حذف آلودگي هاي ناشي از فعاليت هاي انساني است، راه هاي گوناگوني براي حذف اين آلودگي ها پيشنهاد شده است كه يكي از مهم ترين شيوه ها، روش پالايش زيستي مي باشد.

جدول ۱- تغییرات غلظت فلز کادمیوم نسبت به غلظت اولیه در طول زمان در دو گروه آزمایش

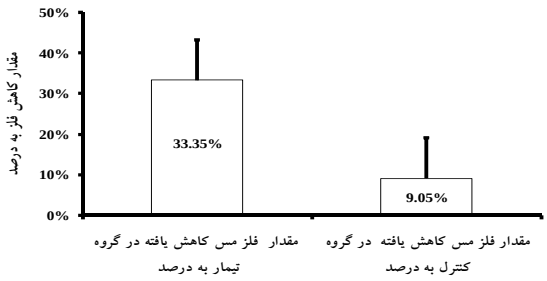
درصد فلز کاهش یافته از آب توسط گروه تیمار	غلظت فلز کادمیوم در آب گروه تیمار	درصد فلز کاهش یافته از آب توسط گروه کنترل	غلظت فلز کادمیوم در آب گروه کنترل	زمان (دقیقه)
۲۱.۲۰%	۱۱۸.۲	٤.۱۳%	۱٤۳.۸	۷
۲۱.۲۷%	۱۱۸.۱	۳.۰۷%	۱٤٥.٤	۱٤
۲٤.۹۳%	۱۱۲.٦	۱.۳۳%	۱٤۸	۲۱
۲۷.۳۳%	۱۰۹	۱٥.۷۳%	۱۲٦.٤	۲۸
۲٥.۸۰%	۱۱۱.۳	۱٥.۳۳%	۱۲۷	۳٥
۲۰.۰۰%	۱۲۰	۱.۲۷%	۱٤۸.۱	٤۲
۲٦.۰۰%	۱۱۱	۱۳.۱۳%	۱۳۰.۳	٤۹

جدول ۲- تغییرات غلظت فلز مس نسبت به غلظت اولیه در طول زمان در دو گروه آزمایش

درصد فلز کاهش یافته از آب توسط گروه تیمار	غلظت فلز مس در آب گروه تیمار	درصد فلز کاهش یافته از آب توسط گروه کنترل	غلظت فلز مس در آب گروه کنترل	زمان (دقیقه)
۲۷.۱٥%	۱٤٥.۷	۳.۲۰%	۱۹۳.٦	۷
۳۰.۹۰%	۱۳۸.۲	۹.٦۰%	۱۸۰.۸	۱٤
۳۳.۲۰%	۱۳۳.٦	۱۱.٦۸%	۱۷۰.۸	۲۱
۳٥.۲٥%	۱۲۹.٥	۷.٦۰%	۱۸٤.۸	۲۸
۳٤.۹٥%	۱۳۰.۱	۱۰.۳۰%	۱۷۹.٤	۳٥
۳٦.٥٥%	۱۲٦.۹	۹.٦۰%	۱۸۰.۸	٤۲
۳٥.٤۲%	۱۲۹.۱	۱۱.۳٥%	۱۷۷.۳	٤۹



شکل ۸- میانگین کاهش غلظت فلز کادمیوم نسبت به غلظت اولیه در دو گروه آزمایش(به درصد)



شکل۹- میانگین کاهش غلظت فلز مس نسبت به غلظت اولیه در دو گروه آزمایش (به درصد)

اخيرا در دنيا بررسي توانايي جذب مواد آلاينده توسط دو كفه اي ها مورد توجه بيشتري قرار گرفته است و مطالعات متعددي در زمينه ميزان آلاينده هاي تجمع يافته در بافت دوكفه اي ها انجام مي گيرد كه به عنوان شاخصي جهت تعيين كيفيت آب و ميزان آلاينده هاي موجود در آب به كار مي رود. با توجه به اينكه در دوكفه اي ها عمل پالايش انجام مي شود، در صورتي كه در محيط زيست آنها، مواد آلاينده وجود داشته باشد، اين مواد با انجام عمل پالايش وارد بافت ها شده و به اين ترتيب عمل حذف آلاينده ها از محيط آبي انجام مي گيرد. با توجه به نتايج گرفته شده صدف *S. cucullata* پتانسيل خوبي براي جذب آلاينده ها از محيط دارد و با ايجاد زيستگاه هاي مصنوعي براي نشست اين صدف در مناطق آلوده خليج فارس مي توان گامي در جهت كاهش آلودگي اين اكوسيستم ارزشمند برداشت.

References

- Abel, P.D. 1976. Effect of Some Pollutants on the Filtration Rate of Mytilus. Mar. Pollut. Bull, 7 (12): 228-31.
- Alexander, M. 2000. Aging, Bioavailability and Overestimation of Risk from Environmental Pollutants. Environ. Sci. Technol., 34: 4259-4265.
- Blackmore, G. and W.X. Wang. 2003. Comparison of Metal Accumulation in Mussels at Different Local and Global Scales. Environ. Toxicol. Chem., 22: 388-395.
- Cassini, A.; L. Tallandani and N. Favero. 1986. Cadmium Bioaccumulation Studies in the Freshwater Molluscs (*Anodonta cygnea* & *Unio elongatulus*).University of Padua, 84(1): 35-41.
- Cossa, D. 1988. Cadmium in *Mytilus* spp: Worldwide Survey and Relationship between Seawater and Mussel Content. Marine Environ. Res. 26: 265–284.
- Davenport, J. 1977. A Study of the Effects of Copper Applied Continuously and Discontinuously to Specimens of *Mytilus edulis* (L). Exposed to Steady and Fluctuating Salinity Levels. J. Mar. Biol. Assoc. U.K., 57: 63–74.
- Davids, C. 1964. The Influence of Suspensions of Microorganisms of Different Concentrations on the Pumping and Retention of Food by the Mussel *(Mytilus edulis* L.). Neth. J. Sea Res. 2: 233-49.
- Elfwing, T and M. Tedengren. 2002. Effects of Copper on the Metabolism of Three Species of Tropical Oysters, *Saccostrea cucullata*, *Crassostrea lugubris* and *C. belcheri*. Aquaculture, 204: 157-166.
- Esmaeili Sari, A. 2003. Pollutants on Health and Environment Standards. Naghshe Mehr Publishing, Tehran, 144 p. (in Persian)
- Gholamhosseini, L.; A. Javanshir and A. Hassani. 2007. Study of Capability of Zebra Mussel (*Dreissena polymorpha*) in Nitrate and Phosphate Indirect Removal from Urban Wastewater. Journal of Isfahan Water and Sewage, 61: 69-76. (in Persian)

- Goldeberg, E.D.; V.T. Bowen; J.W. Farrington; G. Harvey; J.H. Martin; P.L. Parker; R.W. Risebrough; W. Robertson; E. Schneider and E. Gamble. 1987. The Mussel Watch. Environ. Conserv. 5(2): 101–125.
- Green, R.H;.1999. Use of Freshwater Mussels (Bivalve: Unionidae) to Monitor the Neashore Environment of lakes, Journal of Great Lakes Research, 15: 635-644.
- Jamili, Sh. and Gh. Amini Ranjbar. 1998. Qualitative Study Petroleum Hydrocarbons in Water, Sediments and Oysters in the Northeastern Persian Gulf. Iranian Journal of Fisheries Sciences, 14(3):1-18. In Farsi.
- Jørgenson, C.B.1996) Bivalve Filter Feeding Revisited. Mar. Ecol. Prog. Ser. 142: 287–302.
- Koide, M.; D.S. Lee and E.D. Goldberg. 1982. Metal and transuranic Records in Mussel Shells, Byssal Threads and Tissues. Est. Coast Shelf Sci. 15: 679–695.
- Manley, A.R. 1983. The Effects of Copper on the Behavior, Respiration, Filtration and Ventilation Activity of *Mytilus edulis*. J. Mar. Biol. Assoc. U.K: 63: 205–222.
- Mir, E.A. 1995. Marine Pollution Prevention. Islamic Republic of Iran Shipping Lines, 221p. (in Persian)
- Riisgård, H. U.; E. Bjørnestad and F. Mohlenberg, 1987. Accumulation of Cadmium in the Mussel *Mytilus edulis:* Kinetics and Importance of Uptake via Food and Sea Water. Mar. Biol. 96: 349-53.
- Sabry, S.A.; H.A. Ghozian and D.M. Abou-zeid. 1997. Metal Tolerance and Antibiotic Resistance Patterns of a Bacterial Population Isolated from Sea Water. J. Appl. Microb., 82: 245-252.
- Spain, A. and E. Alm. 2003. Implication of Microbial Heavy Metal Tolerance in the Environment. Reviews in Undergraduate Research, 2:1-6.
- Widdows, J. 2001. Bivalve Clearance Rates: Inaccurate Measurements or Inaccurate Reviews and Misrepresentation?. Mar. Ecol. Prog. Ser. 221:303–305.
- Verma, T.; T. Srinath; R.U. Gadpayle; P.W. Ramteke and R.K. Hans. 2001. Chromate Tolerant Bacteria Isolated from Tannery Effluent. Bioresource Tech., 78: 31-35.

Rock oyster (*Sacostrea cucullata*) is able to absorb heavy metals? Case study: cadmium and copper absorption in forests Mangrove

H. Azarbad [1*], A. Javanshir Khoi [2], A.R. Mirvaghefi [3], A. Danehkar[3]

[1] MSc. of Fishery science, Faculty of Natural Resources, University of Tehran University, I.R. Iran
[2] Assistant Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran University, I.R. Iran
[3] Associate Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran University, I.R. Iran
(Received date8/Nov./2009 , Accepted date12/Mar./2011)

Abstract

Persian Gulf is known as one of the main areas of oil exploration and production, and in the meanwhile, this causes some problems for the contained water ecosystem by pollution. In this concern, one of the ways to face this problem is the use of oysters as biological treatment. Sacostrea cucullata is one of endemic oyster species to Persian Gulf that is known as one of the important filterers. The main goal of this study is to define the absorption amount of Cadmium (150 µg/l) and Copper (200 µg/l) by this species in complete natural conditions. A mesocosm system was designed for this purpose. The results showed that the refining rate is affected by the amount of Cadmium (from 1.69 ml/min.g AFDW to 0.04 ml/min.g AFDW) and Copper (from 2.16 ml/min.g AFDW to 0.42 ml/min.g AFDW) in an hour period in which it was still continuous. Despite the clearance rate was significantly reduced, however, live oysters reduced the amount of Cadmium and Copper from 150 and 200 µg/l to 118.68 and 133.30 µg/l respectively. It also has been depicted that the dead shells have a good ability to reduce the metal condensation. According to the results it can be concluded that Sacostrea cucullata can be used as biofilters with good clearance ability.

Key words: oil pollution, heavy metals, Sacostrea cucullata, Clearance Rate, Persian Gulf

[*]corresponding author: Tel: +982612223044 Fax: +982612222045 Email: azarbad.hamed@gmail.com