بررسی میزان فلزات سنگین روی، سرب، کروم و مس در بافت نرم شکم پای *Thais mutabilis* در منطقه جزر و مدی بندرعباس

عبدالرحیم وثوقی[۱]، لیدا سلیمی[۲]، محمود ابراهیمی[۳] و ریحانه صفائی[۴]*

۱- گروه شیلات، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال

۲- گروه محیط زیست دریا، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال

۳- گروه شیمی و فیزیک، پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان

۴- گروه بیولوژی دریا، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۹/۰۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۰/۱۵

چکیده

برای تعیین میزان فلزات سنگین روی، سرب، کروم و مس در بافت نرم شکم پای Thais mutabilis ناحیه ی جزر و مدی در ۳ ترانسکت در سواحل گلشهر جنوبی، پشت شهر و سورو در بندرعباس، در زمستان ۱۳۸۹ نمونه برداری انجام گرفت. هر ترانسکت دارای ۳ ایستگاه بالا، میان و پایین بین جزر و مدی بود. نمونه برداری با انداختن کوآدرات به ابعاد ۰/۵×۰/۵ مترمربع در هر ترانسکت به صورت تصادفی، صورت گرفت. در هر ترانسکت ۹ بار نمونه برداری صورت گرفت. نمونه ها برای تعیین میزان فلزات سنگین روی، سرب، کروم و مس مورد سنجش قرار گرفتند. نتایج نشان داد، بیشترین غلظت فلزات سنگین مربوط به فلز روی با میانگین (۴۳۸/۹±۵۷۷/۱۸ میلی گرم بر گرم) و کمترین غلظت مربوط به فلز سرب با میانگین(۰/۶± ۰/۱۷ میلی گرم بر گرم) بود. به طور کلی بیشترین غلظت فلزات روی (۴۳۸/۹±۵۷۷/۱۸)، سرب (۰/۸±۰/۶۷) و کروم (۰/۸±۱/۲۳) در بافت نرم شکم پا در ترانسکت گلشهر جنوبی و بیشترین غلظت فلز مس (۱۳۴/۶±۸۸/۷۷) در نمونه های ترانسکت پشت شهر به دست آمد. نتایج آنالیز آماری نشان داد که غلظت فلز کروم در بافت نرم شکم پا در ترانسکت گلشهر با سورو اختلاف معنی داری دارد ($P\leq ۰/۰۵$). ولی اختلاف معنی داری میان غلظت فلزات سرب، مس و روی در نمونه های بافت نرم شکم پا، در ترانسکت ها، وجود نداشت ($P\geq ۰/۰۵$). غلظت فلزات سنگین سرب و کروم از حد مجاز (WHO) برای موجود آبزی پایین تر بوده و نشان دهنده ی کم بودن آلاینده های ورودی حاوی این فلزات به محیط است. غلظت فلزات سنگین روی و مس از حد مجاز (WHO) در هر ۳ ترانسکت بالاتر بود. نتایج حاصل از بررسی انباشت زیستی فلزات سنگین (روی، سرب، کروم و مس) در بافت نرم گونه Thais mutabilis، به ترتیب $Zn > Cu > Cr > Pb$ بدست آمد.

واژگان کلیدی

آلودگی،فلزات سنگین، انباشت زیستی، Thais mutabilis، بندرعباس

* نگارنده پاسخگو: r.safaiy@yahoo.com

مقدمه

در سال هاي اخير با افزايش جمعيت جوامع بشري، منابع آلوده كننده نيز افزايش يافته است. آلودگي اكوسيستم هاي آبي و آبزيان موجود در آن اكوسيستم ها، از مشكلات پيشرفت صنعت و تكنولوژي است (صيفي، ۱۳۸۹).

فلزات سنگین از انواع آلاینده های شیمیایی هستند، که می توانند اثرات جبران ناپذیری را در محیط انتشار خود باقی بگذارند. این آلاینده ها از طرق مختلف به خصوص فاضلاب و پساب های شهر ها و صنایع مختلف همچون پتروشیمی، کارخانه ها، بنادر و پالایشگاه های نفت و گاز، تولید شده و به صورت هاي مختلف به دریا راه می یابند. فلزات سنگین از جمله عوامل مؤثر در تعادل هر اكوسيستم مي باشند، كه وجود آنها در حد طبيعي ضروري بوده و افزايش يا كاهش شديد آنها، ضمن بر هم زدن تعادل محيط، حيات موجودات زنده از جمله آبزيان را تحت تأثير قرار مي دهد (Clark, 1986).

با در دست داشتن اطلاعاتی درباره میزان فلزات سنگین و مقایسة آن با حدود استانداردهای بین المللی می توان بار آلودگی شیمیایی هر منطقه را تخمین زده و اقداماتی جهت کاهش و جلوگیری از ورود این نوع آلاینده ها به محیط انجام داد. هم چنین با در دست داشتن این اطلاعات می توان اثرات سمی فلزات سنگین بر روی آبزیان را با توجه به نوع آبزیان منطقه و استانداردهای مورد نیاز جانداران بررسی نمود.

بسیاری از آبزیان از جمله شکم پایان دارای توانایی قابل توجهی در انباشت زیستی فلزات سنگین می باشند، در نتیجه با بررسی میزان فلزات سنگین در آن ها می توان به میزان آلودگی محیط پی برد (Dallinger, 1987).

در ابتداي امر ممكن است نرم تنان به اندازه برخي ديگر از بي مهرگان براي انسان داراي اهميت نباشند، با اين وجود از ديدگاه يك متخصص زيست شناسي دريا، اين گروه از جانوران شاخص ترين گروه جانوري مي باشند، كه درون رسوب بستر دريا‌ها و يا روی آن زيست مي نمايند. لذا مطالعه آن ها از نظر اكولوژي به ويژه در آب هاي ساحلي و منطقه بين جزر و مدي كه بسياري از ماهيان كف زي و سطح زي از نرم تنان تغذيه مي نمايند، حائز اهميت مي باشد. غناي زيستي پهنه هاي جزر و مدي و شرايط محيطي خاص آن ها و نقش عمده اي كه در زنجيره حياتي مناطق ساحلي دارند و نيز سهولت دسترسي مستقيم به آن ها باعث گرديده است، تا مطالعة اين مناطق از اهميت بيشتري برخوردار گردد (Nybakken, 1993). با توجه به موارد مذكور و هم چنين اهميت منطقه بين جزر و مدي از نظر اكولوژيكي، تكثير و پرورش آبزيان دريايي و از سوی ديگر گسترش روزافزون تأسيسات شهري و صنعتي در سواحل كه موجب ايجاد آلودگي و برهم خوردن تعادل جوامع زيستي موجود در اين منطقه مي گردد، اهميت اين گونه بررسي ها بيشتر روشن مي شود (Al-Masri *et al.*, 2002). در زمينة بررسي فلزات سنگين در اين گونة شكم پا، حداقل در خليج فارس پيشينه اي وجود نداشته و هيچ تحقيقي صورت نگرفته است. با اين وجود بررسي هايي بر روي برخي ديگر از شكم پايان و ساير نرم تنان صورت گرفته كه در ادامه آورده شده است. كاملي در سال ۱۳۸۸، به بررسي فلزات سنگين Pb,Zn,Cr,Co,Cd در دو گونه شكم پاي Cerithidea cingulata و Onchidium peronii و رسوب در جنگل هاي مانگرو استان بوشهر پرداخت. وی به طور كلي بدين نتيجه رسيد كه بيشترين ميزان غلظت، مربوط به روي(۱۸/۷۵ ميكروگرم بر گرم) در ۲ گونه شكم پای مزبور بوده است. او بالا بودن ميزان روي را به علت فعاليت های كشتی سازی و در اثر ورود فاضلاب به محيط بيان كرده و هم چنين مقداري از ميزان روي را به فعاليت هاي داخلي بدن شكم پا نسبت داده است. هم چنين، مي توان به پژوهش Lovejoy در سال ۱۹۹۹ در خليج مالكو در ليتوانی اشاره نمود. آن ها تجمع فلزات سنگين Zn,Cr,Pb,Co,Cd را در آب و بافت شكم پاي Lymnaea ovata بررسي كردند. بيشترين غلظت متعلق به روي و بعد كروم و در نهايت سرب بود. Yuzereroglu و همكاران در سال ۲۰۱۰ به بررسي ميزان فلزات سنگين (Cd, Zn, Cu, Pb, Fe, Ni, Co) در شكم پاي *Patella caerulea* ، در خليج اسكندرون تركيه پرداخت. بيشترين ميزان فلز مورد نظر مربوط به روي و بعد مس و در نهايت سرب بود. او ميزان بالاي فلزات روي و مس را مربوط به خاصيت و ضروري بودن آن ها دانسته، زيرا كه روي و مس جزء عناصر ضروري بوده و نقش مهمي را در رشد، متابوليسم سلول ها و بقاي سلولي را در بسياري از نرم تنان ايفا مي كند. در سال ۱۳۸۵، خوش خو، به مقايسة فلزات سنگين (Cd,Pb,Cu,Zn,Hg)در آب، رسوب و بافت نرم دوكفه اي آنادونت تالاب انزلي (*Anodonta cygnea*) پرداخت. بيشترين مقدار در بافت نرم دوكفه اي، مربوط به روي (۱۹/۴۳ميكروگرم بر گرم)، بعد مس (۰/۷۳ ميكرو گرم بر گرم) بود و مقدار فلز سنگين سرب هم قابل اندازه گيري نبوده است. به طور كلي، در رسوب، بافت نرم دوكفه اي و آب، ميان فلزات سنگين رابطة Zn> Cu> Pb برقرار است. بررسي هاي فوق نشان مي دهند كه با توجه به آن كه شرايط جغرافيايي و پارامترهاي مختلف محيطي مانند جنس رسوب، pH، شوري، دما، سختي آب، مواد مغذي، تأثير همزمان فلزات بر يكديگر و هم چنين منابع ورودی آلاينده های محيطي در كشورهاي مختلف دنيا و حتي مكان هاي مختلف يك كشور ممكن است با يكديگر تفاوت داشته باشند. خليج فارس و آب هاي سواحل بندرعباس نيز از اين آلودگي در امان نمانده است، كه از جمله منابع احتمالي آلودگي در اين آب ها، آلودگي به فلزات سنگين است. لذا هدف از انجام اين تحقيق بررسی تعيين فلزات سنگين روي، سرب، كروم و مس در شكم پاي *Thais mutubilis* در منطقة جزرو مدی سواحل بندرعباس است.

مواد و روش ها

پس از بررسي مقدماتي، ۳ ترانسكت (جدول ۱) در مناطق جزر و مدي بندرعباس انتخاب شد، كه به ترتيب شامل:

۱. ترانسكت گلشهر جنوبي (نرسيده به اسكلة شيلات)
۲. ترانسكت پشت شهر
۳. ترانسكت سورو

جدول۱- مشخصات و موقعيت جغرافيايي ايستگاه های محل نمونه برداری در ساحل بندرعباس سال ۱۳۸۹.

شمارهٔ ترانسكت	نام ترانسكت	عرض شمالیN			طول شرقیE		
		ثانيه	دقيقه	درجه	ثانيه	دقيقه	درجه

۱	گلشهر جنوبی	۵۶/۹	۱۱	۲۷	۲۹/۴	۱۹	۰۵۶
۲	پشت شهر	۱۶/۳	۱۰	۲۷	۳۸/۸	۱۵	۰۵۶
۳	سورو	۱۸/۰	۰۹	۲۷	۵۴/۴	۱۳	۰۵۶

نمونه برداري در ۳ ترانسکت در سواحل بندرعباس در اوايل بهمن ماه ۱۳۸۹، در زمان بيشترين جزر در منطقة بين جزر و مدي صورت گرفت.

شکل ۱- نقشهٔ ایستگاه های مورد بررسی در شهر بندرعباس (Google Earth, 2011)

براي سهولت بيشتر، هر ترانسکت (شکل ۱) به صورت تقريبي به ۳ ايستگاه بالا، ميان و پايين جزرومدي تقسيم شد و در هر کدام از اين ۳ ترانسکت، کوآدرات ۰/۵×۰/۵ متر مربعي با ۹ تکرار به صورت تصادفي براي تعيين شاخص زيستي انداخته شد.

به منظور اندازه گيري فلزات سنگين مذکور در بافت نرم شکم پاي *Thais mutabilis*، همهٔ نمونه های داخل کوآدرات از محل استقرارشان برداشت و سپس با آب [illegible] اضافي چسبيده بر روي آن پاک گرديد.

پس از پاک سازي نمونه ها از ماسه و جداسازي تکه هاي اجسام موجود روي پوستهٔ نمونه ها، به دقت با آب لوله کشي شهري و بعد با آب مقطر شستشو داده شد. کيسه هاي پلاستيکي از قبل با اسيدنيتريک شستشو داده شد و بعد با آب مقطر، آب کشي شده و نمونه ها به همراه کمي آب دريا، در آن ريخته شد. روي کيسه ها مشخصات محل، شمارهٔ تکرار و تاريخ نمونه برداري نوشته شد Cardwell *et al*., 2002; Malea & Haritonidis,)

شکل ۲- جدا سازی بافت نرم از پوسته شکم پا

سپس نمونه ها در شرايط خنك در دماي ۴ درجة سانتي گراد، داخل يخدان به تهران منتقل شدند. وزن كل (ميلي گرم) و طول كل (ميلي متر) شكم پا در هر ايستگاه به صورت جداگانه با دقت دو رقم اعشار اندازه گيري شد. بافت نرم نمونه هاي شكم پا توسط پنس غير فلزي از پوسته جدا شد و با ترازو اندازه گيري شد. سپس نمونه هايي كه از نظر وزن كل و وزن بافت نرم و هم چنين طول كل برابر بودند، براي سنجش انتخاب گرديدند. زيرا در اندازه های مختلف موجود، مقدار فلزات سنگين تفاوت دارد (Saavedra et al., 2004). بافت نرم شكم پا، با آب مقطر شستشو گرديد، تا ذرات اضافي چسبيده بر روي آن جدا شود. درون ظروف پلاستيكي كه با اسيد نيتريك رقيق شسته شده و بعد با آب مقطر آب كشي و خشك شده بودند، قرار داده شد.

در نهايت نمونه ها براي سنجش و هضم شيميايي به آزمايشگاه سازمان انرژي اتمي تهران منتقل شد. نمونه ها تا زمان سنجش در حالت انجماد (در دماي ۱۸- درجه سانتي گراد) نگهداري شد. براي انحلال و آناليز فلزات سنگين از روش هضم با اسيد استفاده شد. جهت سنجش مقدار فلزات (روی، سرب، كروم و مس) در بافت نرم بر اساس ASTM,2007 American Society for Testing and Materials International) صورت گرفت. سنجش فلزات سنگين سرب و كروم با روش جذب سنجي اتمي با كورة گرافيتي (GF-AAS) و فلزات سنگين روي و مس با روش جذب سنجي شعله اي(F-AAS) سنجش شد. در اين سنجش از دستگاه جذب سنجي اتمي مدل VarianAA-220 استفاده شد و غلظت فلزات سنگين بر حسب ميكروگرم بر گرم سنجش شد.

ابتدا بافت نرم در دماي ۱۱۰ درجه، به مدت۲۴ ساعت خشك گرديد، تا هيچ گونه رطوبتي نداشته باشد. نمونه ها جهت سرد شدن و دوری از هر گونه رطوبت، در ديسكاتور قرار داده شد. هر نمونه به صورت جداگانه با هاون چيني پودر شد و سپس مقدار ۰/۵ گرم از نمونه خشك هموژن شده به دقت با ترازوي ديجيتال مدل XTRبا دقت دو رقم اعشار (گرم) توزين شده و در يك بشر ريخته شد.

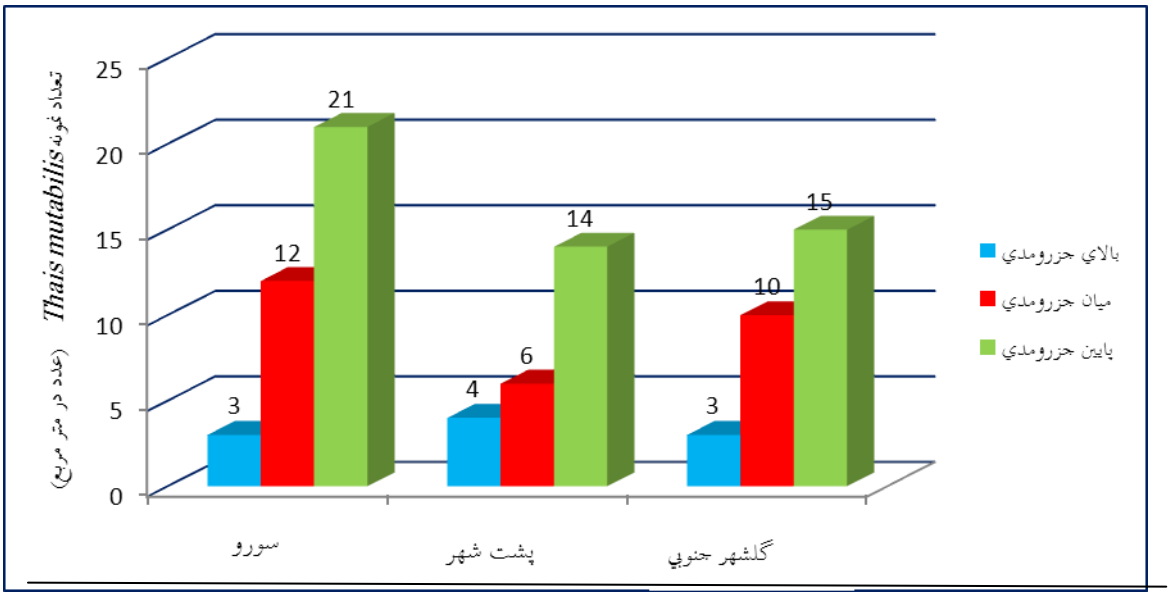
در سنجش كوره اي، ۱۰ ميلي ليتر اسيد نيتريك غليظ و ۳ ميلي ليتر اسيدكلريدريك و در سنجش شعله اي، ۱۰ ميلي ليتر اسيد نيتريك غليظ و ۱۰ ميلي ليتر اسيدكلريدريك اضافه شد. نمونه ها در ۱۴۰ درجة سانتي گراد حرارت داده شد، تا عناصر مورد مطالعه به صورت محلول كاملاً شفاف درآيند. سوسپانسيون ايجاد شده با استفاده از كاغذ صافي، صاف و بعد محلول صاف شده، در رو ش كوره اي در بالن ۲۵ ميلي ليتر و در روش شعله اي در بالن ۵۰ ميلي ليتر با آب مقطر به حجم رسانده شد. محلول كاملاً هم زده شد تا يكنواخت شود، سپس دستگاه جذب سنجي اتمي با محلول هاي استاندارد (محلول استاندارد براي هر فلز از شركت Merck تهيه شده اند) كاليبره شده و آناليز با تزريق نمونه ها به دستگاه، آغاز شده و مقدار جذب و غلظت خوانده شد (ASTM, 2007).

در نهايت ميزان فلزات سنگين روي، سرب، كروم و مس در نمونه هاي بافت نرم شكم پا، اندازه گيري شد.

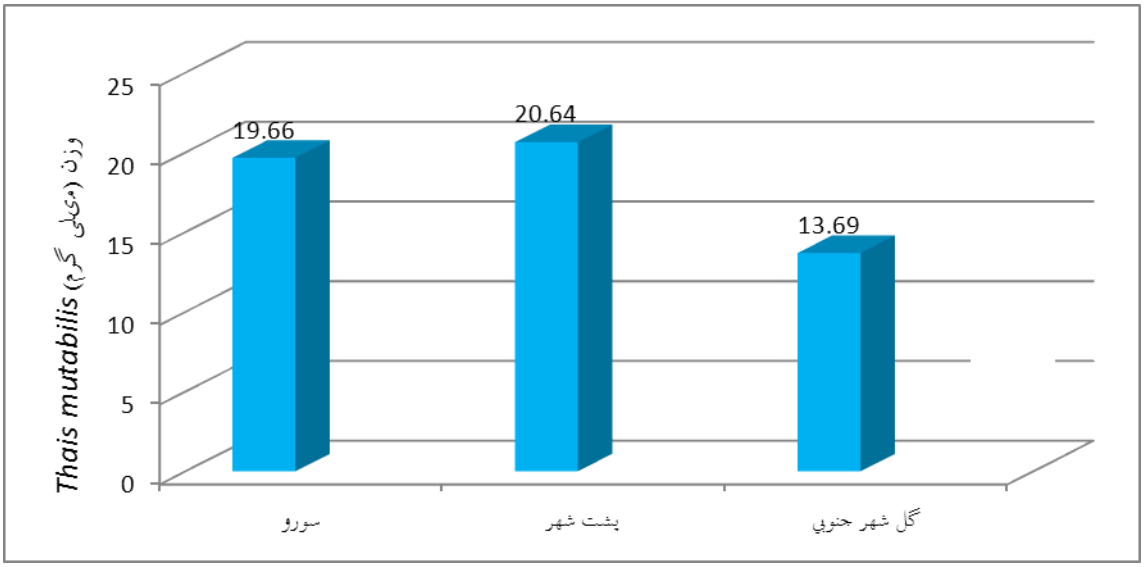
براي تجزيه و تحليل داده ها از روش آناليز واريانس يك طرفه (ANOVA) با نرم افزار SPSS و به منظور رسم نمودار از نرم افزار Excel استفاده شد. ضريب اطمينان اين مطالعه ۹۵ درصد ($\alpha=$ ۰/۰۵) تعيين شد.

نتايج

شكم پاي *Thais mutabilis* در ايستگاه پايين، بين جزر و مدي در هر ۳ ترانسكت، داراي بيشترين حضور بود. در حالي كه در ايستگاه هاي بالا جزر و مدي و ميان جزر و مدي در همين شرايط، حضور كمتري داشت و دارای اختلاف معنی داری بود ($P\leq$۰/۰۵). در ترانسكت سورو جمعاً ۳۶، پشت شهر ۲۴ و گلشهر جنوبی ۲۸ عدد نمونه برداشت شد. (شكل ۳)



شكل ۳-تراكم نمونه های شكم پای *Thais mutabilis* در ۳ ترانسكت بين جزر و مدی در ساحل بندرعباس، سال ۱۳۸۹



شکل ۴- وزن کل اندازه گیری شده نمونه های شکم پا در مجموع ۳ ترانسکت منطقه جزر و مدی در ساحل بندرعباس، سال ۱۳۸۹.

شکل ۵- میانگین طول کل نمونه های شکم پا *Thais mutabilis* در ۳ ترانسکت بین جزرومدی در ساحل بندرعباس، سال ۱۳۸۹.

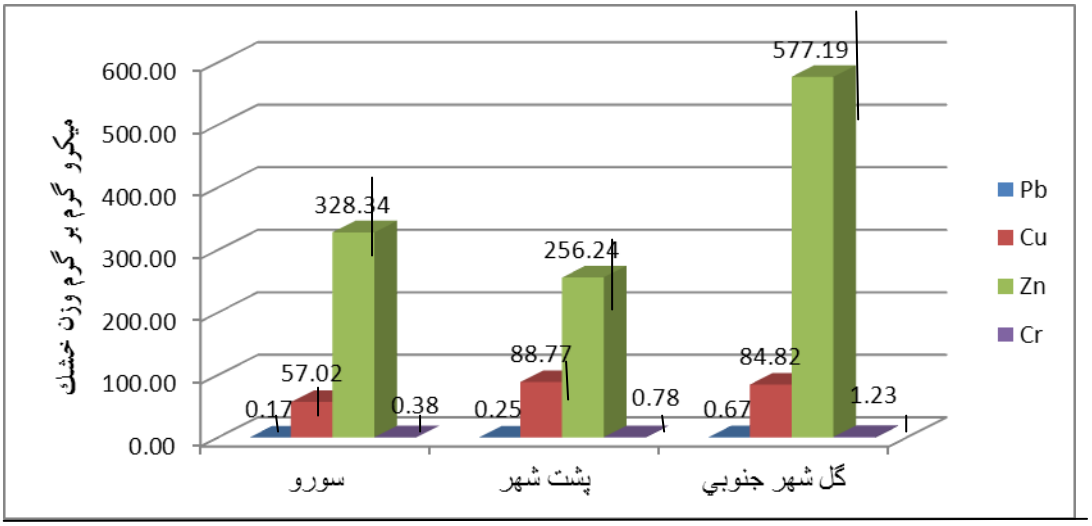
(آنتنک ها نشان دهنده انحراف معیار است.)

کمترین وزن و طول کل شکم پا را در ترانسکت گل شهر جنوبي و بیشترین را در ترانسکت پشت شهر تعیین گردید (شکل ۴ و ۵).

بیشترین غلظت فلز سنگین روي، سرب و کروم به ترتیب با مقادیر ۴۳۸/۹±۵۷۷/۱۸ ، ۰/۸±۰/۶۷ ، ۰/۸±۱/۲۳ میکروگرم بر گرم وزن خشک در ترانسکت گل شهر جنوبي و بیشترین غلظت مس به میزان ۱۳۴/۶±۸۸/۷۷ میکروگرم بر گرم وزن خشک در ترانسکت پشت شهر ثبت گردید (شکل۶).

مقایسه میانگین مقدار فلزات سنگین مورد مطالعه در بافت نرم شکم پاي *Thais mutabilis* ، نشان داد که مقدار فلز روي در کلیه ی ترانسکت ها نسبت به سایر فلزات داراي بیشترین تراکم و فلز سرب کمترین تراکم را داشت. به طور کلي، رابطه ی زیر میان فلزات مورد مطالعه در ۳ ترانسکت برقرار بود: Zn> Cu> Pb > Crنتایج آنالیز واریانس يك طرفه و آزمون Tukey نشان داد که بین غلظت فلزات سرب، مس و روي تبدیل شده، در نمونه هاي بافت نرم شکم پا، در ترانسکت ها، اختلاف معني داري وجود ندارد (P≥۰/۰۵).

آزمون Tukey، میان غلظت فلز کروم در بافت نرم شکم پاي *Thais mutabilis*، در ترانسکت گلشهر با سورو اختلاف معني داري را نشان داد (P≤۰/۰۵).



شکل ۶- میانگین مقدار غلظت فلزات سنگین روی، سرب، کروم و مس (میکروگرم بر گرم وزن خشک) در بافت نرم نمونه های شکم پای *Thais mutabilis* نواحی جزر و مدی بندرعباس در هر ترانسکت، سال ۱۳۸۹. (آنتنک ها نشان دهنده انحراف معیار است.)

بحث و نتیجه گیری

بررسي شكم پايان مورد مطالعه در منطقة جزر و مدي بندرعباس نشان داد كه ناحية پايين جزر و مدي با ميانگين۱۶/۶۶ عدد داراي تراكم بيشتري نسبت به نواحي بالا با ميانگين ۳/۳۳ عدد در متر مربع و ميان جزر و مدي با ميانگين ۹/۳۳ عدد در متر مربع است ($P\leq$۰/۰۵) (شكل ۳). اين امر می تواند به علت افزايش فشار دما و خشک شدگی به مدت طولانی تر در مناطق بالا و ميان جزر و مدی در مقايسه با پايين جزر و مدی و در نهايت كاهش جمعيت شكم پايان مورد بررسی، باشد. قرار گرفتن موجودات زنده در زمان جزر در خارج از آب، باعث ايجاد تنش خشكي در آن ها مي شود، كه اين مسئله باعث كم شدن تودة زندة شكم پايان، در مناطق بالا و ميان جزر و مدي مي گردد (Basson, 1978).

بيشترين غلظت فلزات روي، سرب و كروم در نمونه های ترانسكت گلشهر جنوبي ثبت شد، هم چنين نمونه های اين ناحيه دارای اندازه كوچكتری بودند(شكل ۴و ۵). زيرا شكم پايان با جثه ی كوچكتر مقدار بيشتري از فلزات را دريافت مي كنند. موجودات كوچكتر متابوليسم و سوخت و ساز بيشتري داشته و نسبت به جانداران بزرگتر غذاي بيشتري را به ازاء هر گرم از وزن خود جذب مي كنند و اين امر مي تواند عاملي براي افزايش غلظت فلزات در بدن آن ها باشد (Gerhardt,1990).

ميانگين غلظت سرب(۰/۵ ±۰/۳۶ ميكروگرم بر گرم وزن خشک)و كروم (۰/۶ ±۰/۷۹ ميكروگرم بر گرم وزن خشک) از حد مجاز (WHO,1985) براي شكم پای مورد نظر پايين تر بوده و می تواند نشان دهنده ی كم بودن آلاينده هاي ورودي حاوي اين فلزات به محيط باشد. در نتيجه، شكم پايای مزبور مقادير نسبتاً كمی از اين فلزات را از طريق آب و رسوب دريافت نموده است.

هم چنين شكم پايان داراي پروتئين هاي متالوتيونين در سطح غشاء سلولي بوده، كه در صورت جذب فلز سرب به سرعت آن را فعال كرده و فلز را دفع مي كنند (Martinez *et al.*, 1998).

ميانگين غلظت روي (۳۰۸/۰ ±۳۸۷/۲۵ ميكروگرم بر گرم وزن خشك) و مس (۱۰۱/۵ ±۷۶/۸۷ ميكروگرم بر گرم وزن خشك) از حد مجاز (WHO,1985) براي شكم پای مورد نظر در هر ۳ ترانسكت بالاتر بوده و لذا می توان نتيجه گرفت كه منطقه ۳ گانه مزبور به اين فلزات آلوده هستند.

اين امر می تواند در گلشهر جنوبي به علت نزديكي به مناطق مسكوني و ورودي فاضلاب در پشت شهر، نزديكي به اسكله و ورود فاضلاب صنعتي و تردد كشتي ها و لنج هاي ماهيگيران (تخليه و بارگيري مواد معدني و نيز رنگ آميزي كشتي) و در سورو تردد كشتي ها كه در نتيجة آن فلزات روي و مس به محيط وارد شده و به مرور زمان در رسوب تجمع يافته و شكم پايان به طرق مختلف آن را جذب و تغليظ مي كنند، صورت گرفته باشد. فلزات سنگين مانند روي و مس در محيط تجزيه نمی شود و به همين علت وقتی وارد محيط زيست می گردند، در گياهان و جانوران تجمع می يابند (كاتن و ويلكينسون، ۱۳۷۴). نرم تنان قابليت تجمع فلزات روي و مس را تا صدها برابر آب موجود در محيط اطراف خود را، دارا مي باشند (Cheung & Wong, 1992).

در پژوهش حاضر، ميزان فلز روي (۴۳۸/۹±۵۷۷/۱۸ ميكروگرم بر گرم وزن خشک) دارای بيشترين غلظت و پس از آن فلز مس بود.

روي و مس جزء فلزات ضروري هستند و نقش مهمي را در رشد، متابوليسم سلولي و بقاي سلولي در بسياري از موجودات كه شامل نرم تنان هم مي شود، ايفا می نمايند. از اين رو، ميزان بالاي اين فلزات مي تواند به ويژگی های آنها و ضروري بودنشان مربوط باشد (Pourang *et al.*, 2005).

به طور كلي، بيشترين ميزان آلودگي فلزات سنگين در بافت نرم شكم پاي *Thais mutabilis* در ترانسكت گلشهر جنوبي ديده شد. در اين منطقه تخلية فاضلاب و زباله سكونت گاه هاي شهري، روغن هاي سوخته و غيره وجود دارد. ورود اين فاضلاب ها علاوه بر بار ميكروبي بالا، باعث تجمع فلزات سنگين، در محيط هاي ساحلي مي شود. شكم پاي جمع آوري شده از اين منطقه داراي وزن و جثه ی كوچكتري نسبت به ساير مناطق است و ميزان فلزات سنگين با جثة جانداران ارتباط دارد (Gerhardt, 1990).

غلظت فلزات سنگين روي و مس در اين شكم پا، نسبت به استانداردهاي جهاني در حد مخاطره آميز محسوب گشته و مي توان پيش بيني نمود كه در اثر گسترش فعاليت هاي صنايع مختلف در اين منطقه، در صورتي كه آلودگي آب و رسوب افزايش يابد، تهديدي جدي براي آبزيان خواهد بود.

بسياري از نرم تنان به عنوان غذا به مصرف خوراكی مردم برخي از كشورها مي رسند. بنابراين، ميزان فلزات سنگين در بافت

این موجودات می تواند اطلاعات مفیدي را در مورد جابجايي و انتقال مواد سمي از موجودات کوچك به مصرف کننده هاي بزرگ تر مثل انسان ها ارائه دهد (Campanella *et al*., 2001).

منابع

خـــوش خـــو، ژ. ۱۳۸۵. مقایســـه میـــزان فلـــزات ســـنگین (Cd,Pb,Cu,Zn,Hg) در آب و رسوبات و بافت نرم دوکفـه ای آنادونت تالاب انزلی (Anodonta cygnea) در دو فصل پاییز و بهار. پایان نامه کارشناسی ارشد گروه شیلات. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال.

طاهری، م. ۱۳۸۶. بررسی منـابع آلـوده‌Zکننـده خلـیج فـارس و ارزیابی آثار و پیامدهای زیست محیطی آن. جهاد دانشـگاهی. ایران.

کاتن، آ. و ویلکینسون، ج. ۱۳۷۴. مبانی شیمی معدنی. مرکز نشـر دانشگاهی. ایران.

کاملی، ن. ۱۳۸۸. بررسی کادمیوم، سرب، روی، کـروم، کبالـت در دو گونـــهٔ شـــکم پـــای Cerithidea cingulata و Onchidium peronii در جنگـل هـای مـانگرو اسـتان بوشهر. پایـان نامـه کارشناسـی ارشـد گـروه بیولـوژی دریـا. دانشکده علوم و فنون دریایی، واحد تهران شمال.

Al-Masri, M. S., Aba, A., Kalil, H & Al-Hares, Z. 2002. Sedimentation rates and pollution history of dried lake:Al- Oteibeh Lake. Science of the Total Environment, 293 (1-3):177-189.

ASTM, 2007. Standard guide for conducting bioconcentration tests with fishes and saltwater bivalve mollusks. American Society for Testing and Materials (ASTM). USA.

Basson, P. W. 1978. Marine algae of the Arabian Gulf coast of Saudi Arabia (first half). Biotanica Mrina. Vol XXII. Yarmouk University. Dhahran, Suadi Arabia.

Campanella, L., Conti, M. E., Cubadda, F. & Sucapane , C. 2001. Trace metals in sea grass and mollusks from an uncontaminated area in the Mediterranean Environmental Pollution, 111: 117–126.

Cardwell, A. J., Hawker, D. W. & Greenway, M. 2002. Metal accumulation in aquatic macrophytes from Southeast Queenslanl, Australia. Chemosphere, 48(7): 653–663.

Cheung, Y. H & Wong, M. H. 1992. Trace metal contents of pacific Oyster Crassostrea gigas Purchased from markets in Hong Kong. Environmental Management, 16(6): 753-761.

Clark, R.B. 1986. Marine pollution. Clarendon Press. Oxford. New York, USA.

Dallinger, R. 1987. Contaminated food and uptake of heavy metals by fish. Oecologia(Berlin),73: 91-98.

Gerhardt, A. 1990. Effect of heavy metals specially Cd, on fresh water invertebrate with special emphasis on acid conditions. Dep. of Ecotoxicology, Lund University. Sweden.

Lovejoy , D. B. 1999. Heavy metals contaminations in water, sediments and molluscs tissues. Acta zoological Lituanica. Hydrobiologia, 9: 1392 – 1657.

Malea, p. & Haritonidis, S. 2000. Use of green Ulva rigida as indicator species to reassess metal pollution in the Thermaikos Gulf, Greece, after 13 years. Applied Phycology Journal, 12:169-176.

Martinez, M., Del, R., Torreblance, A. & Diaz Mayans, J. 1998. Effect of Cd exposure on Zn levels in the brine shrimp Artemia partheno genitica, Aquaculture, 172: 315-325.

Nybakken, J. W. 1993. Marine Biology, an ecological approach. Third edition, Happer Collins College Publishers, New York, USA.

Pourang, N., Dennis, J. H & Ghourchian, H. 2005. Distribution of heavy metals in Penaeus semisulcatus from Persian Gulf and possible role of metallothionein in their redistribution during storage. Environmental Monitoring and Assessment, 100:71-88.

Yuzereroglu, T. A. G., Gok, H. Y & Cogun, O.F. 2010. Heavy metals in Patella caerulea (Mollusca, Gastropoda) in polluted and non-polluted areas from the Iskenderun Gulf (Mediterranean Turkey). Environmental Monitoring and Assessment, 167(1-4):257-264.