بررسی نیکل و وانادیوم در رسوب و گاماروس در استان گیلان

گلناز میرزاپور[1]*، افتخار شیروانی مهدوی[2] و لیندا یادگاریان[3]

۱.گروه بیولوژی دریا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال

۲ و۳. گروه محیط زیست دریا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، دانشکده علوم وفنون دریایی

تاریخ دریافت:۱۳۹۶/۰۶/۱۶ تاریخ پذیرش:۱۳۹۶/۱۱/۱۲

چکیده

این مطالعه به بررسی فلزات سنگین نیکل و وانادیوم در رسوب و گاماروس در استان گیلان پرداخته است. نمونه‌برداری از ۵ ایستگاه در استان گیلان در فصل بهار سال ۱۳۹۵ از رسوبات سطحی و گاماروس غالب انجام گرفت. ارزیابی فلزهای سنگین نیکل و وانادیوم پس از هضم توسط دستگاه ICP انجام شد. یافته‌ها با استفاده از تحلیل واریانس یکطرفه و آزمون تکمیلی دانکن بررسی گردید. نتایج نشان داد که میزان وانادیوم در رسوب و گاماروس بیشتر از نیکل بود و تجمع بیشتری از هر دو فلز در بخش غربی استان (منطقه رودسر) در مقایسه با بخش شرقی مشاهده شد. همبستگی معنی داری بین پارامترهای محیطی و میزان فلزات وجود نداشت. براساس معادله رگرسیون ارتباط مثبت ضعیفی بین میزان نیکل و وانادیوم در رسوب و گاماروس بدست آمد که معنی دار نبود. در مقایسه با استاندارد NOAA (2004) میزان نیکل و وانادیوم در رسوبات سواحل استان گیلان بالا نبوده و در محدوده مجاز قرار دارد.

واژگان کلیدی: رسوب، گاماروس، آلودگی، فلزات‌سنگین، دریای‌خزر

---

*نگارنده پاسخگو: **zzzzzzyasi@yahoo.com**

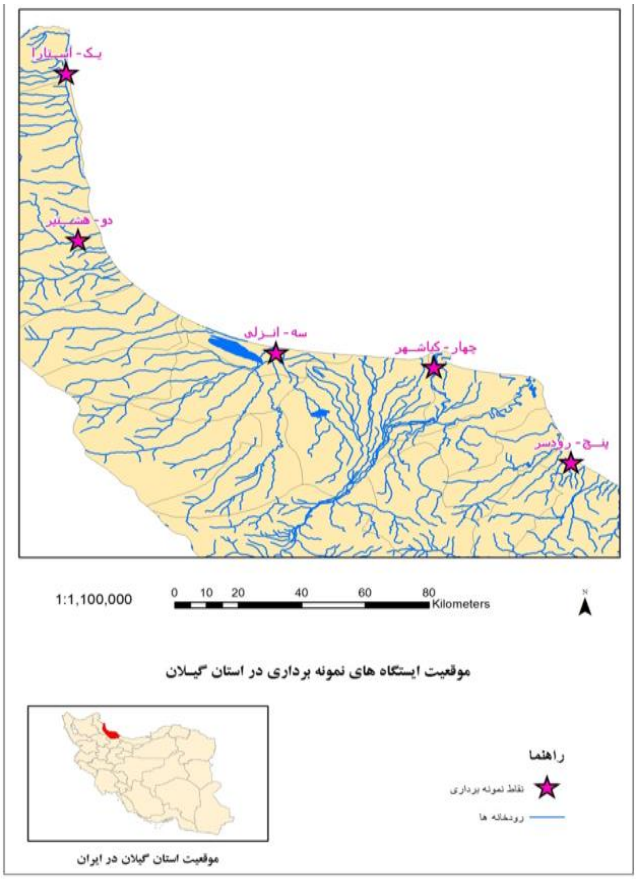
مقدمه

امروزه آلودگی محیط‌های آبی از چالش‌های مهم انسان با طبیعت است و منابع آبی از حساس‌ترین اکوسیستم‌ها به شمارمی‌روند. دریای‌خزر بزرگترین دریاچه‌ی بسته‌ی دنیا می-باشد که هم از نظر شیلاتی و هم از نظر اقتصادی بسیار مورد توجه کشورهای مجاور آن است. ولی این دریاچه به طریق مختلفی در معرض آلودگی قرار می‌گیرد، آلودگی نفتی یکی از انواع آلودگی مطرح در خزر و دنیا است. آلودگی نفتی عمدتاً توسط نفت کش ها، شکستگی لوله های نفتی کف دریاها و سکوهای نفتی مستقر در دریاها ایجاد می شود (Vethamony *et al.*, 2007). در دریای خزر بالغ بر ۱۰۰۰ چاه نفت و ۱۰۰ سکوی نفتی وجود دارد. ۸۰٪ آلودگی دریای خزر متعلق به جریان آب از رودخانه ولگا و سایر رودخانه های غربی در امتداد مسیر جریان های داخلی خزر از جمهوری آذربایجان می گذرد. آلودگی در سواحل آذربایجان و قزاقستان بسیار شدید است و نشت مکرر نفت به نواحی ساحلی یکی از دلائل عمده آن می باشد(میرزایی و همکاران، ۱۳۹۲).

باتوجه به گسترش روزافزون میزان آلاینده‌های فلزات‌سنگین در محیط‌های‌آبی اثرات منفی آنها بر روی زنجیره‌غذایی و سلامت انسان، لزوم شناسایی نشانگر زیستی که بتواند به - موقع شرایط نامساعد محیطی را هشدار دهد، پایش مداوم تاثیر سنگین فلزات بر موجودات، بسیار ضروری است. توسعه صنایع و افزایش بی رویه جمعیت شهرها، روستاها و در پی آن توسعه مناطق کشاورزی، استفاده از کودها و سموم دفع آفات موجب می‌گردد تا میزان زیادی فاضلاب شهری، کشاورزی و صنعتی و همچنین پساب‌های‌کشاورزی که دارای ترکیبات-شیمیایی مختلف مخصوصا عناصرسنگین است وارد اکوسیستم‌های آبی گردد(Lamanso *et al.*, 1991). در نتیجه فرآیند تجمع زیستی میزان فلزات در اعضای بالاتر در زنجیره‌غذایی می‌تواند تا چندین برابر آنهایی که در آب یا هوا یافت می شوند، رسیده و در نتیجه تهدیدی بر سلامتی گیاهان و جانورانی که از این مواد غذایی استفاده می کنند، محسوب می‌شود (Lokeshwari, & Chandrappa, 2006). تجمع بالای فلزات‌سنگین در رسوب و موجودات زنده می‌تواند منجر به تغییرات اکولوژی جدی شود (Altingda & Yigiti, 2005). رسوبات، مخزنی جهت تجمع فلزات سنگین به‌شمار می‌روند به گونه‌ای که این فلزات ممکن است از جایی‌که منشا می‌گیرند در رسوبات ذخیره شوند و از این طریق به زنجیره‌غذایی راه یابند (Malakootian *et al.*, 2011). جوامع بنتیک که در روی کف بستر زندگی می کنند طیف وسیعی از گیاهان، حیوانات و باکتری‌ها از تمام سطوح تغذیه‌ای را شامل می‌شوند. با توجه به تحرک کم و یا ثابت بودن برخی از ماکروبنتوزها مانند گاماروس در محیط‌زیست، آن‌ها قادرند، شرایط محل‌سکونت خود را به‌خوبی بیان کنند و بیشتر در مطالعات ارزیابی اکوسیستم‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند(خاکسار و همکاران، ۱۳۹۳). در دریای‌خزر ۹ راسته از سخت‌پوستان شناسایی شده است. راسته‌ی آمفی‌پودا شامل ۵ خانواده می‌باشد و خانواده‌ی گاماریده دارای ۱۶ جنس است. خانواده گاماریده در دریای‌خزر نقش مهمی در زنجیره‌غذایی تاسماهیان، شاه‌ماهی، خرچنگ‌ها و برخی پرندگان مانند فلامینگو دارند. حسینی در سال ۱۳۷۷ در محدوده‌ی سواحل جنوب‌شرقی دریای‌خزر تجمع فلزات‌سنگین و میزان تاثیرگذاری آلودگی بر گاماروس-ها بررسی کرده و نشان دادند که گاماروس‌ها به ویژه گاماروس‌های بالغ میزان جذب بالایی از فلزات سنگین و آلودگی‌های نفتی محیطی را دارند و می‌توانند شاخص آلودگی محیطی به حساب آیند(خاتمی و همکاران، ۱۳۸۳). تحقیق حاضر، با هدف بررسی فلزهای سنگین نیکل و وانادیوم در رسوب و گاماروس در سواحل استان گیلان انجام شده است.

مواد و روش ها

در تحقیق حاضر از ۵ ایستگاه در استان‌گیلان به ترتیب از جنوب‌غربی، آستارا، بندرانزلی، رامسر، کیاشهر و هشت‌پر نمونه برداری از رسوب های سطحی و گاماروس در سه تکرار در خرداد ماه سال ۱۳۹۵ صورت گرفت (شکل۱). نمونه ی گاماروس با استفاده از (Karaman & Pinkster, 1978) مورد شناسایی قرار گرفت.



شکل۱- موقعیت ایستگاه‌های مورد مطالعه

نمونه‌برداری از رسوب و گاماروس، در هر ایستگاه با ۳ تکرار و با فاصله حدود ۵ متری از هم صورت گرفت. به کمک بیلچه پلاستیکی حدود ۱۰۰ گرم از رسوبات سطحی برداشت شد و داخل ورقه‌های آلومیینیومی بسته‌بندی و منجمد گردید. با استفاده از الک بنتوزگیری با قطر روزنه یک میلی متر تعدادی گاماروس به وزن تقریبی ۵۰ گرم از رسوب جدا شد و منجمد گردید. برای اطمینان از شناسایی گونه، تعدادی گاماروس در فرمالین ۱۰ درصد تثبیت شد. پارمترهای شوری، دما و pH آب در محل با دستگاه های دیجیتال ارزیابی و ثبت شد.

آماده سازی نمونه ها

ابتدا نمونه ها در مجاورت هوا (محیط اتاق) قرار داده شدند تا از حالت انجماد خارج شده و سپس به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۱۰۵ درجه سانتی گراد در داخل آون قرار گرفتند تا خشک شوند. در مرحله بعد نمونه ها در هاون به صورت پودر درآورده شد و با روش هضم کامل برای تزریق به دستگاه آماده سازی شدند. برای انجام عمل هضم، ۱gr از نمونه داخل بشر ریخته شد و حدود ۱۰ میلی لیتر نیتریک اسید غلیظ ۶۸٪ به آنها اضافه شد و سپس درون حمام بخار به صورت غیرمستقیم (بن ماری) تا بی رنگ شدن حرارت داده شدند. نمونه ها ۱۰ میلی لیتر پرکلریدریک اسید ۷۰% اضافه گردید. بعد از حدود ۱ الی ۲ ساعت حرارت دادن، نمونه شفاف شده از روی حرارت برداشته شد و در صورت وجود ناخالصی از صافی واتمن ۴۲ عبور داده شد و به وسیله آب مقطر به حجم ۵۰ میلی لیتر رسانده شدند(APHA, 2005). در نهایت میزان فلزهای نمونه های هضم شده به روشICP توسط دستگاه مدل OES-730 و نوع آشکارسازی CCD ارزیابی گردید.

آنالیز آماری

نتایج حاصل با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۱ بررسی شدند. مقایسه میانگین‌ها براساس آزمون ANOVA صورت گرفت و با استفاده از آزمونDUNCAN درآنالیز واریانس وجود یا عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح ۹۵ درصد مورد بررسی قرار گرفت. معادله رگرسیون بین رسوب و گاماروس و غلظت فلزهای سنگین نیز ارزیابی گردید.

نتایج

این تحقیق در خرداد ماه ۱۳۹۵ در ۵ ایستگاه در سواحل جنوبی دریای‌خزر (آستارا، هشت پر، بندرانزلی، کیاشهرو رودسر) به منظور پایش فلزات سنگین (نیکل و وانادیوم) در رسوب و گاماروس انجام گردید. میانگین پارامترهای محیطی ارزیابی شده در جدول (۱) ارائه شده است.

جدول ۱- پارامترهای محیطی در استان گیلان در سال ۱۳۹۵

مناطق	دما(°C)	شوری(%)	pH
آستارا	۲۳/۵۳	۸/۲۷	۸/۷۴
هشت پر	۲۳/۳۳	۸/۱۹	۹/۲۸
بندرانزلی	۲۳/۶۱	۸/۲۶	۸/۶۲
کیاشهر	۲۶/۲	۸/۸۰	۸/۶۶
رودسر	۲۵/۷	۸/۸۵	۸/۸۹

در هیچکدام از پارامترهای محیطی بررسی شده اختلاف معنی دار مشاهده نشد ($P\geq ۰/۰۵$). در جدول (۲) نتایج ارزیابی فلزهای سنگین نیکل و وانادیوم در رسوب و گاماروس سواحل استان گیلان نمایش داده شده است.

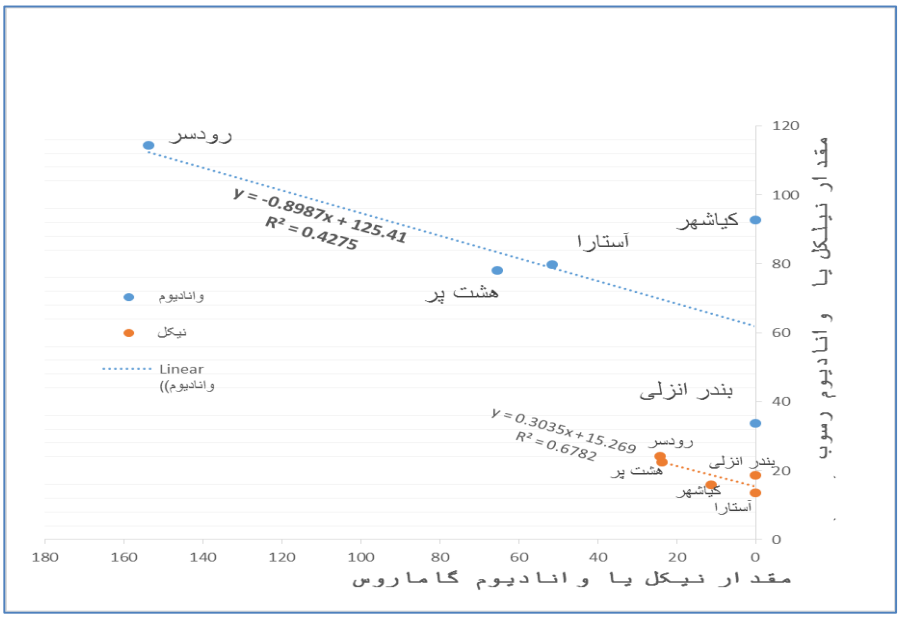
جدول ۲- میزان نیکل و وانادیوم (انحراف معیار∓میانگین) رسوب و گاماروس (µg/g dw) در استان گیلان در سال ۱۳۹۵

منطقه	نیکل در رسوب	نیکل درگاماروس	وانادیوم در رسوب	وانادیوم درگاماروس
آستارا	۱۵/۷۰±۳/۵۰	۱۱/۲۰±۴/۱۷	۷۹/۶۶±۳۳/۴۲	۵۱/۳۷±۲۱/۱۷
هشت پر	۲۲/۳۷±۲/۸۳	**۲۳/۵۵±۳/۷۵**	۷۷/۹۰±۲۲/۳۵	۶۵/۲۵±۱۶/۱۹
بندرانزلی	۱۸/۶۰±۸/۶۳	ND	۳۳/۵۶±۳۰/۲۳	ND
کیاشهر	۱۳/۵۳±۳/۸۱	ND	۹۲/۵۶±۵۹/۳۷	ND
رودسر	**۲۴/۰۳±۲/۲۵**	۲۰/۲۴±۲/۵۵	**۱۱۴/۲۰±۲۲/۳۹**	**۱۵۳/۶۰±۲۵/۱۰**

ND= Not Detected

بیشترین میزان وانادیوم در رسوب در منطقه رودسر بدست آمد، هر چند که میزان وانادیوم در رسوب در پنج منطقه اختلاف معنی داری نداشت. وانادیوم در گاماروس های منطقه رودسر به طور معنی داری بیشتر از سایر مناطق بود($P<۰/۰۵$). میزان نیکل نیز در هشت پر و رودسر بیشترین تجمع را در گاماروس داشت و تجمع زیستی نیکل در گاماروس های این دو ایستگاه به طور معنی داری بیشتر از سایر مناطق بود ($P<۰/۰۵$). هر چند که اختلاف معنی داری بدست نیامد ولی میزان نیکل و وانادیوم در نواحی شرقی استان گیلان بیشتر بود.

.



شکل۲- معادله رگرسیون فلز نیکل و وانادیوم بین رسوب و گاماروس در استان گیلان

معادله رگرسیون، همبستگی مثبت ضعیف بین غلظت فلزهای نیکل و وانادیوم در رسوب و گاماروس را نشان داد که از نظر آماری معنادار نبود.

بحث و نتیجه‌گیری

درسواحل‌جنوبی دریای‌خزر درباره سخت‌پوستان تحقیقات مختلفی انجام شده است، آزاد کار لنگرودی و شعبانی پور در سال ۱۳۹۰ در سواحل جنوبی خزر *Pontogammarus maeoticus* را گونه غالب معرفی نمودند. همچنین خاکسار و همکاران در سال ۱۳۹۳که فلزات سنگین در گاماروس‌های سواحل‌جنوبی دریای‌خزر را بررسی نمودند، گونه غالب را *P.maeoticus* اعلام کردند. در سواحل جنوبی دریای مازندران چهار گونه گاماروس شناسایی شده است ولی *P. maeoticus* گونه غالب می باشد و در تمامی مناطق یافت می شود، در مطالعه حاضر نیز این گونه گاماروس غالب بوده و مورد نمونه برداری و مقایسه قرار گرفته است.

نتایج تحقیق حاضر نشان می دهد که در ۵ ایستگاه در استان‌گیلان وانادیوم دارای میزان بیشتری در مقایسه با نیکل می باشد به طوریکه بیشترین میزان وانادیوم و نیکل در رسوب به ترتیب ۲۲/۳۹±۱۱۴/۲۰ و ۲/۲۵±۲۴/۰۳ میکروگرم در گرم وزن خشک هر دو در منطقه رودسر بدست آمد. کمترین میزان وانادیوم و نیکل به ترتیب با ۳۰/۲۳±۳۳/۵۶ در بندر انزلی و ۱۳/۳۵ میکروگرم در وزن خشک در کیاشهر بود. بر اساس نتایج تحقیق حاضر، هر چند که اختلاف معنی داری از میزان وانادیوم در پنج منطقه بررسی شده در رسوبات استان گیلان بدست نیامد ولی همانطور که اشاره شد بیشترین میزان آن در رسوب در منطقه رودسر ارزیابی شد. معمولا حضور وانادیوم در محیط های آبی به وجود آلودگی نفتی ربط داده می شود ولی مطالعات متعددی نشان می دهد که این فلز از تخلیه فاضلاب ها، پساب های خانگی و صنعتی و استفاده از سوخت های فسیلی و نیز از طریق نشت نفت و تخلیه آب توازن کشتی ها نیز می تواند وارد اکوسیستم ها گردد(باقری و عظیمی، ۱۳۹۴). با توجه به نتایج که نشان می دهد آلودگی فلزات نیکل و وانادیوم در سمت شرق استان گیلان بیشتر از نواحی غربی آن است(جدول ۲) به نظر می رسد حضور این فلزها منشا نفتی از کشور همسایه نداشته و بیشتر منشا داخلی داشته باشد. در ایستگاه رودسر فلز وانادیوم بیشتر منشاء طبیعی دارد علاوه بر اینکه مراکز صنعتی و معدنی در این منطقه نیز زیاد است. بر اساس مطالعات De Mora و همکاران در سال ۲۰۰۴ منشا وانادیوم در رسوبات خزر را طبیعی و مربوط به کانی شناسی منطقه دانسته اند.

بیشترین میزان وانادیوم در گاماروس های منطقه رودسر با ۲۵/۱۰±۱۵۳/۶۰ میکروگرم در گرم به طور معنی داری بیشتر از سایر مناطق بود($P<0/05$). بیشترین میزان نیکل در گاماروس های منطقه هشت پر با ۳/۷۵±۲۳/۵۵ میکروگرم در گرم بدست آمد. از نظر تجمع هر دو فلز در گاماروس در دو منطقه بندانزلی و کیاشهر کمتر از حد تشخیص دستگاهی و به طور معنی داری کمتر از سایر مناطق بودند. با توجه به نتایج حاصله میانگین فلزات‌سنگین تجمع‌یافته در گاماروس نسبت به میانگین آن در رسوبات کمتر بوده است و می‌توان اظهار نمود که بزرگ‌نمایی زیستی از رسوب به گاماروس صورت نگرفته است، ولی از آنجایی که فلزات‌سنگین در تمام نمونه‌های بررسی شده وجود داشت، می‌تواند نشان‌دهنده‌ی انتقال فلزات‌سنگین در طول زنجیره‌غذایی باشد. در بررسی همبستگی فلز(نیکل و وانادیوم) با پارامترهای pH و دما، همبستگی معنی‌داری میان فاکتورهای‌زیستی و فلزات‌سنگین مشاهده نگردید، همچنین مطالعه همبستگی میزان غلظت فلزها در رسوب و گاماروس ارتباط ضعیف مثبتی را نشان داد که معنی دار نبود (شکل ۳) نشانگر آن است که تجمع زیستی نیکل و وانادیوم در گاماروس به تغذیه وابسته بود و از تجمع در رسوب تبعیت نمی نماید.

میانگین میزان فلز (نیکل و وانادیوم) در تحقیق حاضر در رسوبات(نیکل: ۴/۲۰±۱۸/۸۴ ، وانادیوم: ۳۳/۵۵±۷۹/۵۷ و - گاماروس (نیکل: ۳/۹۶±۱۹/۶۵ و وانادیوم: ۱۸/۶۸±۹۰/۰۷ میکروگرم بر گرم) بدست آمد که در مقایسه با استاندارد NOAA (SEL)(2004) (راهنمای‌کیفیت رسوب آمریکا)، که میزان مجاز نیکل را ۵۱/۶۰ و وانادیوم را ۱۱۶ میکروگرم بر گرم اعلام نموده اند(Long *et al*., 1995)، تجاوز نکرده است و در محدوده مجاز قرار دارد.

منابع

آزاد کار لنگرودی، ی. و شعبانی پور، ن. ۱۳۹۰. بررسی صفات گاماروس دریای خزر(*Pontogammarus maeoticus*) و اجزای ضمائم دهانی آن در تصاویر میکروسکوپ الکترونی نگاره(sem). *فیزیولوژی و بیوتکنولوژی آبزیان* ، ۱(۲): ۹۳-۸۱.

باقری، ح. و عظیمی، ع. ۱۳۹۴. مطالعه پراکنش فلزات سنگین در رسوبات سطحی سواحل سیسنگان -جنوب دریای خزر. *اقیانوس شناسی*، ۶(۲۱): ۳۶- ۲۷.

حسینی، ع .۱۳۷۷ . بررسی روند تغییرات و میزان فلزات سنگین (Cd, Cu, Zn, Pb)در گاماروس های مصب رودخانه های سواحل دریای خزر(نور تا فریدونکنار. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس. ایران.

خاتمی ، ه، ریاضی، ب و مدیری آثاری، ع، ۱۳۸۳. بررسی کیفیت رودخانه کرج بر اساس تنوع خانواده‌های درشت بی‌مهرگان کفزی. *علوم و تکنولوژی محیط زیست*، ۹(۱): ۷۸- ۷۱.

خاکسار، ک.، نگارستان، ح. و ماشینچیان مرادی، ع. ۱۳۹۳. بررسی غلظت فلزات سنگین (سرب، مس و کادمیوم) در گاماروس *Pontogammarus maeoticus* در سواحل جنوب غربی دریای خزر حد فاصل رامسر تا انزلی. *پژوهش های علوم و فنون دریایی*، ۹(۱): ۸۷-۷۹.

میرزایی، م.، معتضدی، م. و نیکبختی، آ. ۱۳۹۲. بررسی روند تغییرات آلودگی های هیدروکربورهای نفتی در آب و رسوبات حوزه جنوبی دریای خزر. *نشریه محیط زیست طبیعی، منابع طبیعی ایران*، ۲(۳): ۲۳۲-۲۲۳.

Altingda, A. & Yigiti, S. 2005. Aseement of Heavy metals concentrations in the food web of lake Beysehir, Turkey. *Chemosphere*, 60(2):522-556.

American Public Health Association (APHA) .2005. Standard method for examination of water and wastewater, 21st edn. APHA, AWWA, WPCF, Washington.

De Mora, S., Sheikholeslami, M.R., Wyse, E., Azemard, S. & Cassi, R. 2004. An assessment of metal contamination in coastal sediments of the Caspian Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 48: 61-77.

Karaman, G.S. & Pinkster, S. 1987. Freshwater *Gammarus* species from Europe, North Africa and adjacent regions of Asia (Crustacea-Amphipoda): Part III. *Gammarus balcanicus* group and related species. *Bijdragen tot de Dierkunde*, 57: 207–260.

Lamanso. R, Cheung, Y, Chan, K.M. 1991. Metal concentration in the tissues of rabbitfish collected from ToloHarbou r in Hongko ng . Marine Pollution Bulletin, 39:123-34.

Lokeshwari, H. & Chandrappa, G. T. 2006. Impact of heavy metal contamination of Bellandur Lake on soil and cultivated vegetation. *Current Science*, 91(5): 622–627.

Long, E.R.; MacDonald, D.D.; Smith, S.L.; Calder, F.D.,1995. Incidence of adverse biological effects within ranges of chemical concentrations in marine and estuarine sediments. *Environmental Management*, 19:81– 97.

Malakootian, M., Yaghmaeian, K., Meserghani, M., Mahvi, A. H. & Danesh pajouh, M. 2011. Determination of Pb, Cd, Cr and Ni concentration in Imported Indian Rice to Iran. *Iranian Journal of Health and Environment*, 4(1): 77–84.

Vethamony, P., Sudheesh, K., Babu, M. T., Jayakumar, S., Manimurali, R., Saran, A. K., Sharma, L. H., Rajan, B. & Srivastava, M. 2007. Trajectory of an oil spill off Goa, eastern Arabian Sea. Field observation and simulation. *Environmental Pollution*, 148(2):438-444.

Study of Nickel and Vanadium in Sediment and *Gammarus* in Gilan Province

Mirzapour[1]*, G., Shirvani Mahdavi[2], E. & Yadegarian[3], L.

1. Dept. of Marine Biology, Faculty of Marine Science and Technology, Islamic Azad University, Tehran North Branch

2 &3.Dept. of Marine Environment, Islamic Azad University, North Tehran Branch, Faculty of Marine Science and Technology, Tehran, Iran

Abstract

In this study nickel and vanadium heavy metals were investigated in sediments and gammarus in Gilan Province. Sampling was carried out from sediments and dominant Gammarus, from 5 stations in Gilan province, in the spring of 2016. Nickel and vanadium analysis was carried out using an ICP/MS instrument. The results were statistically analyzed using one-way ANOVA and Duncan's test. The results showed that the amount of vanadium in sediment and Gammarus was higher compared to nickel and more accumulation of both metals was observed in the western part of the province (Rudsar area) compared to the eastern part. There was no significant correlation between environmental parameters and the concentration of metals. Based on the regression equation, a weak positive correlation was found between the amount of nickel and vanadium in sediments and Gammarus, which was not significant. Comparing results with NOAA standard (2004), the amount of nickel and vanadium in the sediments of the coast of Gilan province were not higher than the permissible range.

Key words: Sediment, *Gammarus*, heavy metals, Caspian Sea

*Corresponding author: zzzzzzyasi@yahoo.com