

## تعیین غلظت فلزات ضروری، نیمه ضروری و زئوبیوتیک آب در محل احتمالی استقرار قفس پرورش ماهی در سواحل مازندران - منطقه کلارآباد

حسن نصراله زاده ساروی<sup>(۱)\*</sup>، محمد وحید فارابی<sup>(۲)</sup>، نیما پورنگ<sup>(۳)</sup>، شراره فیروز کندیان<sup>(۴)</sup>، احد احمدنژاد<sup>(۵)</sup>،  
مژگان عموزاده عمرانی<sup>(۶)</sup>

۱، ۲، ۳، ۴، ۵- پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، صندوق پستی ۹۶۱، مازندران، ساری

۲- موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، صندوق پستی ۱۴۹/۱۴۹۶۵، تهران، پیکانشهر

۶- سازمان مدیریت و برنامه ریزی، استان مازندران

\*عهده دار مکاتبات

پست الکترونیکی: [hnsaravi@gmail.com](mailto:hnsaravi@gmail.com)

### چکیده

این مطالعه به بررسی غلظت فلزات ضروری (روی و مس)، نیمه ضروری (کروم و نیکل) و زئوبیوتیک (سرب، کادمیم و جیوه) آب در محل احتمالی استقرار قفس پرورش ماهی (قبل از ماهی‌دار کردن) واقع در محدوده شهرستان کلارآباد (سواحل دریای مازندران) پرداخته است. تعداد ۲۷ نمونه (سه تکرار) طی فصول زمستان ۱۳۹۳، بهار و تابستان ۱۳۹۴ در سه ایستگاه جمع آوری شد. نمونه ها پس از استخراج به روش استاندارد بوسیله دستگاههای جذب اتمی (سیستم های شعله، کوره و بخارات سرد) اندازه‌گیری گردیدند. نتایج نشان داد که میانگین فلزات روی، مس، کروم، نیکل، سرب، کادمیم و جیوه در آب به همراه خطای استاندارد (SE) به ترتیب برابر ۸/۳۸ (±۵/۶۹)، ۱۰/۹۰ (±۴/۹۵)، ۷/۱۷ (±۱/۲۰)، ۴/۵۰ (±۰/۹۰)، ۲۲/۲۹ (±۷/۱۰)، ۴/۸۳ (±۲/۳۰) و ۰/۱۳۱ (±۰/۰۷) میکروگرم بر لیتر بود و میزان این فلزات در آب به ترتیب نزولی  $Pb > Cu > Zn > Cr > Cd > Ni > Hg$  بوده است. نتیجه گیری اینکه، میانگین تمام فلزات (به غیر از مس) در آب در محدوده استاندارد کیفیت آب برای پرورش ماهی دریایی بود. البته حداکثر غلظت فلزاتی همچون مس، سرب و کادمیم از استانداردهای برخی کشورها بیشتر بوده است که بیانگر بالا بودن ریسک خطر برای آبریان خواهد بود. با توجه به بالا بودن برخی فلزات زئوبیوتیک (سرب و کادمیم) ضروری است که توسعه صنعت آبی پروری در دریای خزر با احتیاط بیشتری به همراه ملاحظات زیست محیطی صورت پذیرد.

کلمات کلیدی: آلاینده های فلزی، آب، قفس دریایی، سواحل مازندران، شهرستان کلارآباد

## مقدمه

عناصر فلزی (ضروری، نیمه ضروری و زنوبیوتیک) از دیدگاه سم شناسی دارای اهمیت بالایی می باشند. آنها عناصر غیر قابل تجزیه بوده که پتانسیل سمیت برای ارگانیزمهای زنده را نیز دارند. غلظت عناصر فلزی در اکوسیستمهای آبی معمولاً با تعیین غلظت در آب پایش می شود (Ebrahimpour and Mushrifah, 2008). فعالیت های انسانی منجر به تجمع این عناصر در محیط های طبیعی شده (Karbassi and Bayati, 2005) و با افزایش ورود این عناصر به محیط های طبیعی، اکوسیستم شکننده تر خواهد شد. با فزونی این عناصر در این اکوسیستم ها و تجمع آنها در موجودات زنده، خطراتی جبران ناپذیر برای ارگانیزمها و سلامت انسان ها ایجاد خواهد شد (Sasmaz et al., 2008). دریای خزر با توجه به نیمه بسته بودن، یک اکوسیستم شکننده نسبت به آلاینده ها می باشد. بخصوص آنکه سالانه مقادیر زیادی از این عناصر به آن وارد می شود. بطوریکه در آب رودخانه ولگا میزان برخی از فلزات همچون مس، روی، سرب و کادمیم نسبت به ۱۵ سال گذشته افزایش داشته است (Dumont, 1998; Karpinsky, 1992). شاخص آلودگی فلز آهن و مس در ساحل Atyrau قزاقستان بترتیب از ۲۰ و ۱۲ برابر حد مجاز فراتر رفته و در پایین دست رودخانه اورال فلزات مس و منگنز بترتیب ۵/۳ و ۱/۹ برابر بیش از حد مجاز گزارش شده اند (CEP, 1998). آلودگی فلز سرب در مجاورت ایستگاه گمیشان با تخلیه فاضلاب چرم و صنایع پالایش مرکز صنعتی بندر ترکمن ارتباط مستقیم دارد. منبع اصلی آلاینده نیکل نزدیک به مختوم قلی تحت نفوذ از منابع متعددی از آلاینده مجتمع صنعتی بهشهر است که به دریا تخلیه می شوند (Parizanganeh et al., 2007). مطالعات انجام شده فلزات سنگین در آبهای اعماق کمتر از ۱۰ متر در سال ۱۳۷۸، نشان داد که دامنه تغییرات فلزات سرب (۵۰-۵)، مس (۱۱۱۷-۱۱)، آهن (۱۷۲-۱۰)، روی (۴۲۲-۱۰)، کروم (<۱) و کادمیم (<۲) میکروگرم بر لیتر بود (لالویی و همکاران، ۱۳۸۳). نتایج تحقیق در آبهای حوزه جنوبی دریای خزر (آبهای سطحی اعماق مختلف ۵، ۱۰ و ۵۰ متر) در سال ۱۳۸۷ نشان داد که مقادیر فلزات سنگین (کادمیم، کروم، مس، آهن، سرب، و روی) دارای شرایط قابل قبول برای زندگی آبزیان نبوده است (واردی و همکاران، ۱۳۸۹). در نتایج تحقیق سال ۱۳۸۸ در آبهای حوزه جنوبی دریای خزر (آبهای سطحی اعماق مختلف ۱۰، ۲۰ و ۵۰ متر)، بیشترین مقدار متوسط سالانه عناصر جیوه و سرب در ایستگاه سطحی عمق ۵۰ متر بترتیب در نیم خطهای نوشهر و امیرآباد بود و توزیع فراوانی عناصر کادمیم، سرب، جیوه و نیکل بترتیب ۹۸، ۹۶، ۷۷ و ۶ درصد بدست آمد (نجف پور و همکاران، ۱۳۹۱). در سال ۱۳۸۹ اکثر فلزات ضروری و نیمه ضروری (Zn, Cu, Ni) و زنوبیوتیک (Pb, Cd, Hg) در آب های فوق کمی بیش از استانداردهای ANZECC، MPL و UKMPA بود که بیانگر آلوده بودن این منطقه با این فلزات می باشد (نصراله زاده ساروی و همکاران، ۱۳۹۲). در پایش سایت های پرورش ماهی در قفس در دریا

در نظر گرفتن کیفیت آب پایه (baseline)، اجزای رسوب و پارامترهای زیستی بسیار با اهمیت می باشد (Beveridge, 1984; 2004; SEPAAH, 1997; Belias و همکاران (2003) گزارش کردند که در منطقه شرق مدیترانه، افزایش عناصر فلزی از قبیل آهن، روی و مس آب و رسوبات در پیرامون قفس دریایی با غذای استفاده شده برای آزاد ماهیان ارتباط مستقیم دارند. لذا با توجه به اهمیت و نقش فلزات فوق بر صنعت آبی پروری مطالعه حاضر با اهداف ۱- بررسی عناصر فلزی آب در زمان و مکان مختلف در محل استقرار قفس و ۲- مقایسه آن با سالهای قبل و استانداردهای مختلف صورت پذیرفت.

### مواد و روش کار:

#### ۱- منطقه مورد مطالعه

تعداد ۲۷ نمونه (سه تکرار) آب طی فصول زمستان ۱۳۹۳، بهار و تابستان ۱۳۹۴ در سه ایستگاه شامل ایستگاه اول در محل احتمالی استقرار قفس، ایستگاه دوم در فاصله ۵۰ متر از محل احتمالی استقرار قفس و ایستگاه سوم در فاصله ۱۰۰ متر از محل احتمالی استقرار قفس جمع آوری گردید. موقعیت جغرافیایی ایستگاههای نمونه برداری به همراه نام ایستگاهها و عمق در محل استقرار قفس پرورش ماهی (قبل از ماهی‌دار کردن) واقع در محدوده شهرستان کلارآباد (سواحل دریای مازندران) در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱: موقعیت جغرافیایی، نام ایستگاهها و عمق نمونه برداری آب در محدوده احتمالی استقرار قفس های پرورش ماهی واقع در شهرستان کلارآباد (سواحل مازندران)

ایستگاه	مختصات جغرافیایی		عمق (متر)
	N	E	
۱ استقرار قفس	۴۲،۴۲،۳۶	۵۱،۳۱،۱۵	۲۰
۲ ۵۰ متر از محل استقرار قفس	۴۲،۴۴،۳۶	۵۱،۱۴،۱۵	۲۰
۳ ۱۰۰ متر از محل استقرار قفس	۴۲،۴۳،۳۶	۵۱،۳۲،۱۵	۲۰

#### ۲- روش های اندازه گیری

تمام نمونه ها به همراه نمونه شاهد به روش استاندارد استخراج شده و برای تزریق دستگاه آماده سازی گردید (MOOPAM, 1999). فلزات با دستگاه جذب اتمی مدل Thermo, Electron Corporation AA Serio System با لامپ زمینه دوتریم آنالیز گردیدند. فلزات Cu, Zn, Cr با سیستم شعله، Cd, Pb, Ni با کوره گرافیتی و جیوه (Hg) با بخارات سرد اتمی (Cold Vapor) تعیین غلظت گردیدند (APHA, 2005). دقت و راندمان اندازه‌گیری میزان فلزات مورد نظر با

استفاده از آنالیز ماده استاندارد مرجع به ترتیب برای فلزات روی، مس، کروم، نیکل، کادمیم، سرب و جیوه  $0/010$  ( $0/99$ )،  $0/027$  ( $0/100$ )،  $0/011$  ( $0/99$ )،  $0/0770$  ( $0/89$ )،  $0/33$  ( $0/99$ )،  $0/006$  ( $0/103$ ) و  $0/389$  ( $0/105$ ) میکروگرم بر لیتر تعیین گردید.

### ۳- تجزیه و تحلیل داده ها

در این مطالعه دو گروه از متغیرها یعنی متغیرهای مستقل (ایستگاه ها و فصل ها) و متغیرهای وابسته (عناصر فلزی) در نظر گرفته شدند (Bluman, 1998). داده ها بر اساس فرایند رتبه بندی<sup>۱</sup> انتقال داده و سپس با آزمون شاپیرو-ویلک و رسم نمودار Q-Q نرمال بودن آن تایید گردید (Siapatis et al., 2008). برای تجزیه و تحلیل آماری از آزمون های پارامتریک (ANOVA, T-test, Pearson correlation test) و همچنین آزمون تی تک نمونه ای (One-sample t test) جهت مقایسه با استاندارد (جدول ۲) بر روی داده های نرمال شده با برنامه های آماری SPSS نسخه ۱۱/۵ استفاده گردید. در ضمن تمام میانگین ها به همراه خطای استاندارد (SE) آورده شده است.

جدول ۲: اپتیمم و استاندارد پارامترهای کیفیت آب برای حفظ موجودات آبهای شور (Grimwood and Dixon, 1997)

پارامترها	واحد	غلظت
آهن (Fe)	µg/l	۱۰۰۰
روی (Zn)	µg/l	۴۰
مس (Cu)	µg/l	۵
کروم (Cr)	µg/l	۱۵
نیکل (Ni)	µg/l	۳۰
سرب (Pb)	µg/l	۲۵
کادمیم (Cd)	µg/l	۲/۵
جیوه (Hg)	µg/l	۰/۵

### نتایج و بحث:

آب یکی از مهمترین منابع در آبی پروری می باشد بطوریکه کیفیت محصول و موفقیت این صنعت را تعیین می کند. بنابراین، ضروری است که دولتها قوانینی را برای فعالیتهای آبی پروری وضع کنند تا خسارات وارده به محیط زیست آب را به حداقل رسانده و از آن محافظت نمایند (Philminaq, 2008).

جدول ۳ تغییرات عناصر فلزی آب در محدوده استقرار قفس های پرورش ماهی واقع در شهرستان کلارآباد (سواحل مازندران) طی فصول مختلف را نشان می دهد. حداکثر میانگین غلظت فلز روی، مس، کروم، کادمیم و جیوه کل در فصل زمستان ۱۳۹۳ ثبت

<sup>1</sup>Rankit

گردید. اما حداکثر غلظت فلز نیکل در فصل تابستان ۱۳۹۴ و فلز سرب در بهار ۱۳۹۴ مشاهده گردید. براساس آزمون آنالیز واریانس (ANOVA) میانگین فلزات بین فصول مختلف اختلاف معنی داری را نشان نداد ( $p > 0.05$ ).

جدول ۳: آمار توصیفی تغییرات فلزات سنگین آب (میکروگرم برلیتر) در فصول مختلف در محدوده استقرار قفس های پرورش ماهی واقع در شهرستان کلارآباد (سواحل مازندران)

میانگین	خطای معیار	حداقل	حداکثر	
۱۳/۲۵	۱۱/۲۵	۱/۵۰	۲۵/۰۰	Zn
۱۶/۵۰	۶/۵۰	۵/۰۰	۲۷/۵۰	Cu
۷/۱۷	۱/۲۰	۵/۵۰	۹/۵۰	Cr
۴/۵۰	۱/۷۳	۱/۵۰	۷/۵۰	Ni
۱/۰۰	۰/۲۰	۰/۵۰	۱/۵۰	Cd
۲۸/۰۰	۸/۵۸	۲/۰۰	۵۱/۰۰	Pb
۰/۱۳۱	۰/۰۷۰	۰/۰۰۹	۰/۲۵۰	Hg
۳/۵۰	۲/۰۰	۰/۵۰	۶/۵۰	Zn
nd	-	-	-	Cu
nd	-	-	-	Cr
۳/۵۰	۰/۵۰	۳/۰۰	۴/۰۰	Ni
۷/۸۳	۴/۱۱	۳/۰۰	۱۶/۰۰	Cd
۸/۰۰	۶/۰۰	۲/۰۰	۱۴/۰۰	Pb
nd	-	-	-	Hg
nd	-	-	-	Zn
۲/۵۰	۱/۰۰	۱/۵۰	۳/۵۰	Cu
nd	-	-	-	Cr
۶/۵۰	۱/۰۰	۲/۰۰	۱۱/۵۰	Ni
nd	-	-	-	Cd
nd	-	-	-	Pb
nd	-	-	-	Hg

زمستان ۹۳

بهار ۹۴

تابستان ۹۴

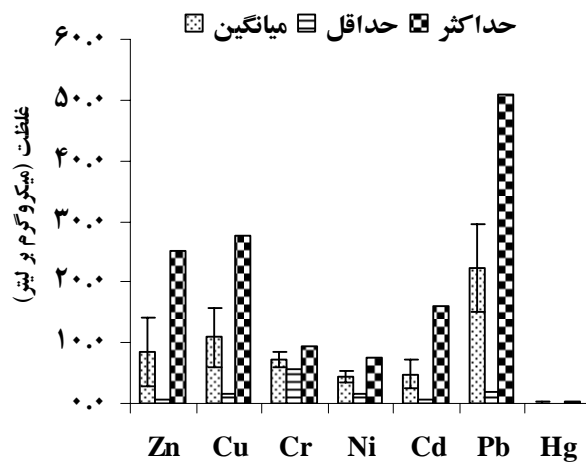
nd=not detected

جدول ۴ تغییرات عناصر فلزی آب در محدوده استقرار قفس های پرورش ماهی واقع در شهرستان کلارآباد (سواحل مازندران) در فواصل مختلف را نشان می دهد. حداکثر میانگین غلظت فلز روی، مس، کادمیم و جیوه کل در محل استقرار قفس ثبت گردید. اما حداکثر غلظت فلز کروم، نیکل و سرب در فاصله ۱۰۰ متری از محل استقرار قفس مشاهده گردید. براساس آزمون آنالیز واریانس (ANOVA) میانگین فلزات بین فواصل انتخاب شده اختلاف معنی داری را نشان نداد ( $p > 0.05$ ).

جدول ۴: آمار توصیفی تغییرات فلزات سنگین آب (میکروگرم برلیتر) در ایستگاه های مختلف در محدوده استقرار قفس های پرورش ماهی واقع در شهرستان کلارآباد (سواحل مازندران)

ایستگاه	میانگین	خطای معیار	حداقل	حداکثر
۱	Zn	۱۲/۷۵	۵/۲۵	۲۵/۰۰
	Cu	۱۷/۵۰	۲/۰۰	۲۰/۰۰
	Cr	۳/۷۵	۰/۵۸	۵/۵۰
	Ni	۱/۵۰	۰/۲۰	۲/۰۰
	Cd	۱/۸۳	۰/۷۳	۳/۰۰
	Pb	۳۴/۰۰	۱۵/۰۰	۵۱/۰۰
	Hg	۰/۲۵۰	۰/۱۰۰	۰/۳۵۰
	Zn	nd	-	-
	Cu	۹/۲۵	۵/۷۵	۱۷/۰۰
	Cr	۶/۵۰	-	-
۲	Ni	۳/۷۵	۰/۷۵	۴/۵۰
	Cd	۳/۷۵	۰/۷۵	۴/۵۰
	Pb	۱۶/۰۰	۱۴/۰۰	۳۰/۰۰
	Hg	nd	-	-
	Zn	۴/۰۰	۲/۵۰	۶/۵۰
	Cu	۴/۲۵	۰/۷۵	۵/۰۰
	Cr	۹/۵۰	-	-
	Ni	۶/۰۰	۱/۰۴	۷/۵۰
	Cd	۱۶/۰۰	-	-
	Pb	۱۸/۶۷	۱۱/۲۲	۴۰/۰۰
۳	Hg	۰/۰۷۱	۰/۰۶۲	۰/۱۳۳
	Pb	۱۸/۶۷	۱۱/۲۲	۴۰/۰۰

جدول نمودار ۱ تغییرات کلی عناصر فلزی آب در محل استقرار قفس در محدوده شهرستان کلاآباد (سواحل مازندران) را نشان می دهد. سطح میانگین فلزات مختلف در آب از حداکثر به حداقل برابر  $Pb > Cu > Zn > Cr > Cd > Ni > Hg$  بود.



نمودار ۱: تغییرات عناصر فلزی آب (میکروگرم بر لیتر) در محدوده استقرار قفس های پرورش ماهی واقع در شهرستان کلارآباد (سواحل مازندران)

در تحقیق حاضر غلظت عنصر روی (Zn) در آب از نظر غلظت در آب در رتبه سوم قرار داشت (جدول ۳ و نمودار ۱) و در تمام داده های آنالیز شده (میانگین، حداکثر و حداقل) از میزان استاندارد (جدول ۲) و نمودار ۲ کمتر بوده است. براساس آزمون تی تک نمونه ای (One samples t test) میانگین غلظت روی نسبت به استاندارد بطور معنی داری کمتر بوده است ( $P < 0.05$ ). مقایسه غلظت میانگین نتایج حاضر (نمودار ۲) با سالهای قبل نشان داد که از میانگین سال ۱۳۸۷ ( $7.7 \pm 1.7$  میکروگرم بر لیتر) کمی بیشتر و نسبت به سال ۱۳۸۹ ( $7.2 \pm 2.7$  میکروگرم بر لیتر) تقریباً هفت برابر کمتر بوده است.

میانگین و حداکثر غلظت عنصر مس (Cu) در آب ۱۷ درصد از تمام داده های آنالیز شده (جدول ۳ و نمودار ۱) از میزان استاندارد (جدول ۲) و نمودار ۲ بیشتر بوده است و از نظر غلظت در آب در رتبه دوم قرار داشت. براساس آزمون تی تک نمونه ای (One samples t test) میانگین غلظت مس نسبت به استاندارد بطور معنی داری بیشتر بوده است ( $P < 0.05$ ). مقایسه غلظت میانگین نتایج حاضر (نمودار ۲) با سالهای قبل نشان داد که از میانگین سال ۱۳۸۷ ( $2.9 \pm 0.6$  میکروگرم بر لیتر) و سال ۱۳۸۹ ( $3.3 \pm 0.8$  میکروگرم بر لیتر) کمی بیشتر بوده است.

میانگین، حداکثر و حداقل غلظت عنصر کروم (Cr) در آب در تمام داده های آنالیز شده (جدول ۳ و نمودار ۱) از میزان استاندارد (جدول ۲) و نمودار ۲ کمتر بوده است. از نظر غلظت در آب در رتبه چهارم قرار دارد. براساس آزمون تی تک نمونه ای (One samples t test) میانگین غلظت روی نسبت به استاندارد بطور معنی داری کمتر بوده است ( $P < 0.05$ ). مقایسه غلظت میانگین نتایج حاضر (نمودار ۲) با سالهای قبل نشان داد که از میانگین سه سال ۱۳۸۷، ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ غلظت کروم کمتر از حد تشخیص دستگاه بوده است.

عنصر نیکل نیز جزء عناصر نیمه ضروری محسوب می‌گردد. در این مطالعه میانگین، حداکثر و حداقل غلظت عنصر نیکل در آب در تمام داده های آنالیز شده از میزان استاندارد (جدول ۲) و نمودار ۲ کمتر بوده است. نتایج همچنین نشان داد که عنصر نیکل از استانداردهای کشورهای استرالیا، کنیا، نیوزلند و آمریکا (جدول ۵) بطور معنی داری چندین برابر کمتر بوده است (One,  $P < 0.05$  samples t test). مقایسه غلظت میانگین نتایج حاضر (نمودار ۲) با سالهای قبل نشان داد که از میانگین سال ۱۳۸۸ (۱۰/۷±۰/۷) میکروگرم بر لیتر) و سال ۱۳۸۹ (۵۵/۹±۲۰/۷) میکروگرم بر لیتر) کمتر بوده است اما با میانگین سال ۱۳۸۷ (۴/۴±۰/۵) میکروگرم بر لیتر) تقریباً برابر بوده است.

غلظت عنصر سرب (Pb) در آب ۲۵ درصد از تمام داده های آنالیز شده (میانگین، حداکثر) (جدول ۳ و نمودار ۱) از میزان استاندارد (جدول ۲) و نمودار ۳ بیشتر بوده است و غلظت آن در آب نسبت به سایر عناصر در رتبه اول قرار داشت. نتایج همچنین نشان داد که از استانداردهای کشورهای استرالیا، ASEAN، کنیا و نیوزلند (جدول ۵) بیشتر و نسبت به کشورهای فیلیپین و آمریکا بطور معنی داری چندین برابر کمتر بوده است (One samples t test,  $P < 0.05$ ). مقایسه غلظت میانگین نتایج حاضر (نمودار ۳) با سالهای قبل نشان داد که از میانگین سال ۱۳۸۷ (۷/۹±۱/۱) میکروگرم بر لیتر)، سال ۱۳۸۸ (۱۳/۴±۳/۳) میکروگرم بر لیتر) و سال ۱۳۸۹ (۲/۷±۰/۸) میکروگرم بر لیتر) بیشتر بوده است.

غلظت بالای کادمیم در محیط آبی سبب خسارات جدی برای آبزیان وارد می گرداند (Lawson, 2011). میانگین، و حداکثر غلظت عنصر کادمیم (Cd) در آب ۳۳ درصد از تمام داده های آنالیز شده از میزان استاندارد (جدول ۲) و نمودار ۳ بیشتر بوده است. کادمیم از نظر غلظت در آب در رتبه پنجم قرار داشت. نتایج همچنین نشان داد که از استانداردهای کشورهای استرالیا، هند و نیوزلند (جدول ۵) بیشتر و نسبت به کشورهای ASEAN، فیلیپین و آمریکا بطور معنی داری کمتر بوده است (One samples t test,  $P < 0.05$ ). مقایسه غلظت میانگین نتایج حاضر (نمودار ۳) با سالهای قبل نشان داد که از میانگین سال ۱۳۸۷ (۵/۰±۳/۰) میکروگرم بر لیتر) کمتر و نسبت به سال ۱۳۸۸ (۲/۰±۰/۳) میکروگرم بر لیتر) و سال ۱۳۸۹ (۰/۷±۰/۳) میکروگرم بر لیتر) بیشتر بوده است. اثرات منفی عنصر کادمیم در آب زمانی مشهود میگردد که pH کمتر از ۴/۵ واحد باشد. از آنجاییکه pH

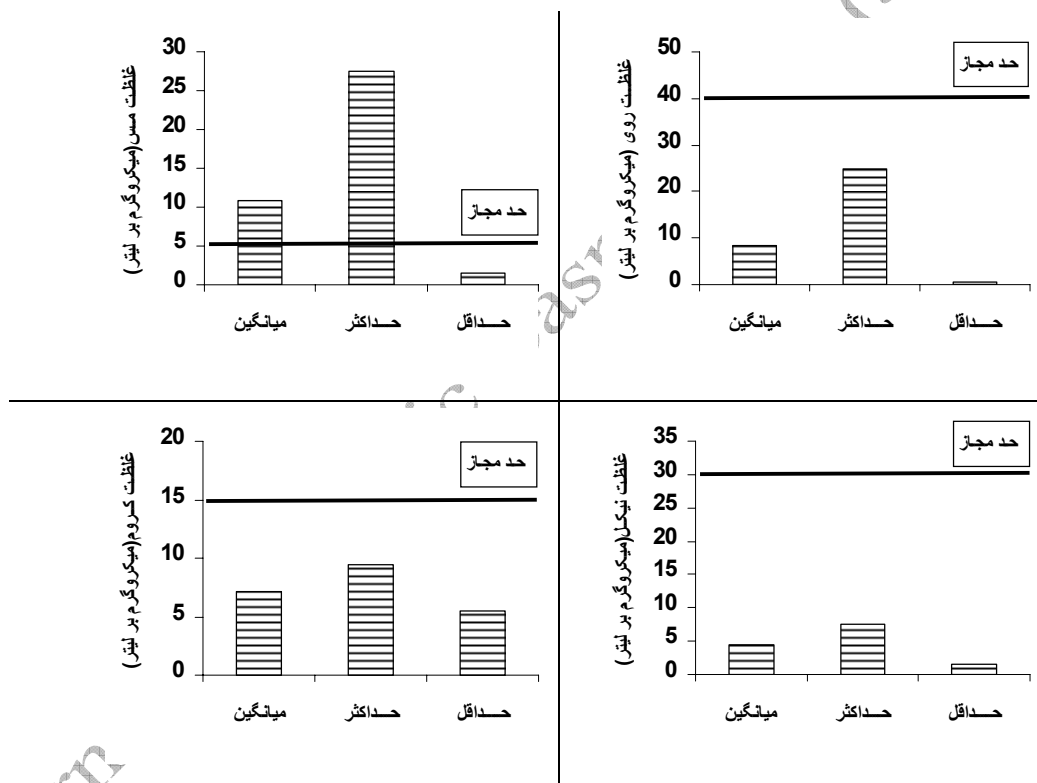
دریای خزر بدلیل داشتن نوع ترکیبات شیمیایی قلیایی ( $> 8/0$ ) بوده پس می توان انتظار داشت که اثر سمیت آن کاهش یابد. غلظت بالای جیوه نیز همانند فلزات کادمیم و سرب در محیط آبی خسارات جدی به آبزیان وارد می کند (Lawson, 2011). میانگین و حداکثر غلظت عنصر جیوه (Hg) در آب تمام داده های آنالیز شده (جدول ۳ و نمودار ۱) از میزان استاندارد (جدول ۲) و نمودار ۳ کمتر بوده است و از نظر غلظت در آب در رتبه آخر قرار دارد. نتایج همچنین نشان داد که از استانداردهای کشورهای استرالیا و ASEAN بیشتر و از دیگر کشورها (جدول ۵) بطور معنی داری کمتر بوده است (One samples t test,  $P < 0.05$ ).



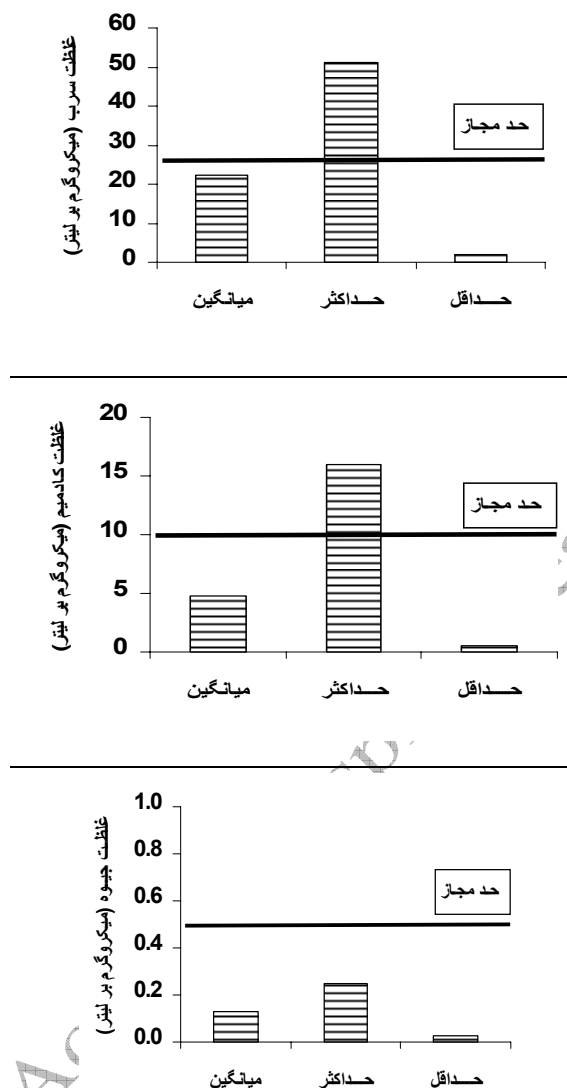
مقایسه غلظت میانگین نتایج حاضر (نمودار ۳) با سالهای قبل نشان داد که از میانگین سال ۱۳۸۷ ( $0.39 \pm 0.1$  میکروگرم بر لیتر)، سال ۱۳۸۸ ( $1.43 \pm 0.97$  میکروگرم بر لیتر) و سال ۱۳۸۹ ( $6.07 \pm 2.93$  میکروگرم بر لیتر) کمتر بوده است.

جدول ۵: استاندارد/محدوده پارامترهای کیفیت آب پرورش ماهی در قفس در محیط های دریایی (FAO/WHO, 2006)

پارامتر واحد استرالیا ASEAN	هند	کنیا	نیوزیلند	فیلیپین	آمریکا	مناسب برای تولید
Ni $\mu\text{g/l}$	<100	-	300	<100	-	74
Pb $\mu\text{g/l}$	<1-7	8/5	10	<1-7	1/0	210
Cd $\mu\text{g/l}$	<0.5-5	10	10	<0.5-5	1/0	42
Hg $\mu\text{g/l}$	<0.1	0.16	1/0	<1/0	5/0	1/8



نمودار ۲: تغییرات عناصر روی، مس، نیکل و کروم و حد مجاز آنها در آب در محدوده استقرار قفس های پرورش ماهی واقع در شهرستان کلارآباد (سواحل مازندران)



نمودار ۳: تغییرات عناصر زنبیوتیک سرب، کادمیم و جیوه و حد مجاز آنها در آب در محدوده استقرار قفس های پرورش ماهی واقع در شهرستان کلارآباد (سواحل مازندران)

### تشکر و قدردانی

این پروژه با شماره مصوب ۹۲۰۰۲-۹۲۵۷-۱۲-۷۶-۱۴ در موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور تامین اعتبار گردیده است. از ریاست و معاونین پژوهشکده جهت همکاری در انجام این پروژه تشکر می کنیم. همچنین از پرسنل بخش اکولوژی و بیوتکنولوژی پژوهشکده اکولوژی دریای خزر برای نمونه برداری و آنالیز نمونه ها قدردانی می گردد.

لالوئی، ف.، واردی، ا.، نصراله زاده، ح.، نجف پور، ش.، غلامی پور، س.، رستمیان، م. ت.، روحی، ا. ۱۳۸۳. هیدرولوژی و هیدروبیولوژی و آلودگی‌های زیست محیطی اعماق کمتر از ۱۰ متر حوضه جنوبی دریای خزر (سال ۱۳۷۸)، موسسه تحقیقات شیلات ایران، ۶۸ صفحه.

نجف‌پور، ش.، نصراله زاده ساروی، ح.، واردی، ا.، یونسی پور، ح.، فریبا واحدی، غلامی پور، س.، رضایی، م.، علومی، ی.، نصراله تبار، ع.، احمد نژاد، ا.، ۱۳۹۱. پروژه بررسی آلاینده های زیست محیطی (سموم ارگانوکلره، فلزات سنگین، هیدروکربورهای نفتی و سورفاکتانت) در سواحل منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۸). ساری: پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، ۱۴۱ صفحه.

نصراله زاده ساروی، ح.، نجف‌پور، ش.، پورغلام، ر.، غلامی پور، س.، کر، د.، فیروزکندیان، ش.، رضایی، م.، سلیمانی رودی، ع.، قانعی، م.، سعیدی، ع.ا.، احمدنژاد، ا.، ابراهیم زاده، م.، طهماسبی، م.، یونسی پور، ح.، واحدی، ف.، طالشیان، ح. ۱۳۹۲. تعیین میزان آلاینده فلزی (آب، رسوب و ماهی) در منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)، ساری: پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، ۸۸ صفحه.

واردی، ا.، نصراله زاده ساروی، ح.، نجف پور، ش.، واحدی، ف.، غلامی پور، س.، یونسی پور، ح.، علومی، ی.، طالشیان، ح.، احمد نژاد، ا.، ۱۳۸۹. پروژه بررسی آلاینده‌های زیست محیطی (فلزات سنگین، هیدروکربورهای نفتی، سورفاکتانت ها و سموم کشاورزی) در سواحل جنوبی دریای خزر (۱۳۸۷). ساری: پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، ۲۴۹ صفحه.

APHA. 2005. Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water. American Public Health Association. Centennial edition, Washington, USA. 1113p.

Belias, C., V. Bikas, M. Dassenakis, and M. Scoullou. 2003. Environmental impacts of coastal aquaculture in eastern Mediterranean Bays. The case of Astakos Gulf, Greece. Environmental Science and Pollution Research International 10:287-295.

Beveridge, M.C.M. 1984. Cage and Pen fish farming. FAO publishing, 130p.

Beveridge, M.C.M. 2004. Cage Aquaculture. Blackwell Publishing. Third Edition. pp.111-158.

Bluman, A.G. 1998. Elementary statistics: a step by step approach. USA : Tom Casson publisher, 3<sup>rd</sup> edition.

CEP (Caspian Environmental Program). 1998. National Report of federation .Environmental problems of the Caspian Region, Moscow.

Dumont, H.J., 1998. The Caspian Lake: history, biota, structure, and function. Limnology and Oceanography, 43: 44–52.

Ebrahimpour, M., Mushrifah, I. 2008. Heavy metal concentrations in water and sediments in Tasik Chini, a freshwater lake, Malaysia. Environmental Monitoring and Assessment 141: 297-307.

- Karbassi, A., Bayati, G.R.N.-BI. 2005. Environmental geochemistry of heavy metals in a sediment core off Bushehr, Persian Gulf. - Iranian Journal of Environmental Health Science and Engineering 2: 255-260.
- Karpinsky, M.G. 1992. Aspects of the Caspian Sea benthic ecosystem. Marine Pollution Bulletin, 24:384-389.
- Lawson, E.O. 2011. Physico-Chemical Parameters and Heavy Metal Contents of Water from the Mangrove Swamps of Lagos Lagoon, Lagos, Nigeria. Advances in Biological Research, 5 (1): 8-21.
- Grimwood, M.j. and Dixon, E. 1997. Assessment of risk posed by list II metals to Sensitive Marine Area (SMAs) and adequacy of existing environmental quality standard (EQSs) for SMA protection. Report to English nature.
- FAO/WHO. 2006. Committee on Food Additives. Technical Report Series no. 776. Geneva.
- MOOPAM, 1999. Manual of oceanographic observations and pollutant analyses methods, Kuwait.
- Parizanganeh, A. Lakhan, V. C. Jalalian, H., 2007. A geochemical and statistical approach for assessing heavy metal pollution in sediments from the southern Caspian coast. International journal of Environmental Science and Technology, 4 (3): 351-358.
- Philminaq. 2008. Water quality criteria and standards for freshwater and Marine Aquaculture. Bureau of Fisheries and Aquatic Resources- Mitigating Impact of Aquaculture in the Philippines (BFAR)- Project, Diliman, Quezon City (www. Philminaq.eu), 34p.
- Sasmaz, A., Obek, E., Hasar, H. 2008. The accumulation of heavy metals in *Typha latifolia* L. grown in a stream carrying secondary effluent. - Ecological Engineering, 33: 278-284.
- SEPA 1997. Total phosphorus water quality standards for Scottish freshwater lochs. Scottish environmental Protection Agency, Policy 16. Dingwall Scotland.
- Siapatis, A., Giannoulaki, M., Valavanis, V. D., Palialexis, A., Schismenou, E., Machias A. and Somarakis, S. 2008. Modelling potential habitat of the invasive ctenophore *Mnemiopsis leidyi* in Aegean Sea. Hydrobiologia, 612:281-295.