ارتباط فلزات ضروري و غيرضروري در بافت ماهي*Rutilus frisii kutum* سواحل جنوب غربي درياي خزر

سيده فاطمه منصف راد[۱] ، جاويد ايمانپور نمين*[۲]، صنم حيدري[۳]، محسن محمدي[٤] و سيد مهدي حسيني[۵]
[۳،۱] گروه شيلات، دانشكده كشاورزي و منابع طبيعي دانشگاه گرگان، گرگان، ايران
[۲] گروه شيلات، دانشكده منابع طبيعي دانشگاه گيلان، صومعه سرا، ايران
[٤] گروه محيط زيست، دانشكده منابع طبيعي دانشگاه گيلان، صومعه سرا، ايران
[۵] گروه محيط زيست، دانشكده منابع طبيعي دانشگاه صنعتي اصفهان، ايران
(تاريخ دريافت: ۱۳۸۹/۱۱/۱۲ ، تاريخ تصويب: ۱۳۹۰/۱۲/۲۷)

چكيده
در اين مطالعه روابط متقابل برخي فلزات ضروري (مس و روي) و غيرضروري (كادميوم و جيوه) در بافت كبد و عضله ماهي سفيد بررسي شد. نمونه‌ها در فصل صيد (اسفند ۱۳۸۷- فروردين ۱۳۸۸) از سواحل جنوب غربي درياي خزر (استان گيلان) صيد شدند. اندازه‌گيري فلز جيوه با استفاده از روش بخار سرد و اندازه‌گيري فلزات مس، روي و كادميوم با استفاده از دستگاه جذب اتمي Thermo Electron Corporation مدل GFS 97 و بر اساس ميكروگرم در گرم وزن خشک انجام گرفت. به استثناي فلز كادميوم كه تنها در بافت كبد مشاهده شد، هيچ ارتباط معني‌داري بين مقدار هر فلز در بافت كبد با غلظت همان فلز در عضله مشاهده نشده است. به نظر مي‌رسد افزايش فلز روي در بافت كبد مي‌تواند با افزايش تجمع فلزات جيوه و كادميوم در اين بافت همراه باشد. همچنين افزايش فلز مس در بافت كبد نيز به طور معني‌داري سبب افزايش تجمع فلز جيوه در بافت كبد و عضله شد. با توجه به نتايج به دست آمده به نظر مي‌رسد اثرات متقابل فلزي در بافت ماهيان بر تجمع فلزات ضروري و سمي موثر مي‌باشد.

واژه هاي كليدي: ماهی سفيد دريای خزر *Rutilus frisii kutum*، درياي خزر، جيوه، روي، كادميوم، مس.

* نويسنده مسئول: تلفن: ۰۹۱۱۳۳٦۰۹۳۸ فاكس: ۰۱۸۲۳۲۲۰۸۹٤ E-mail: javidiman@gmail.com

مقدمه

بسياري از محيط‌هاي آبي طبيعي در اثر فعاليت‌هاي انساني، به طور قابل توجهي توسط فلزات سنگين آلوده شده‌اند. در نتيجه ارگانيسم‌هاي آبي، به طور معمول در معرض تركيبي از اين فلزات قرار مي‌گيرند (Komjarova and Blust, 2008). درياي خزر نيز كه بيش از ۴۰ درصد آب‌هاي داخلي جهان را دارا مي‌باشد، داراي آلودگي‌هاي ناشي از فعاليت‌هاي مربوط به استخراج مواد نفتي، تركيبات فنول، فلزات و آلاينده‌هاي صنعتي و كشاورزي مي‌باشد (UNEP, 2006). تخليه آلاينده‌ها، از جمله فلزات سنگين به محيط‌هاي آبي، علاوه بر كاهش تنوع زيستي، موجب اثرات سمي در آبزيان و تجمع زيستي مي شود (Türkmen *et al*., 2009).برخي از اين فلزات مانند روي و مس نقش مهمي در متابوليسم سلولي دارند و غلظت اندک اين عناصر در بدن به‌وسيله مكانيسم‌هاي هموستازي كنترل مي‌شود (Ashraf and Jaffar, 1988). گروه ديگر فلزات مانند سرب، كادميوم و جيوه حتي در غلظت‌هاي پايين نيز براي ارگانيسم‌ها سمي هستند و تاكنون نقش بيولوژيكي خاصي براي آنها شناخته نشده است(Canli and Atli , 2003; Fernandes *et al*., 2008). فلزات ضروري و غير ضروري ممكن است راههاي جذب مشتركي در بدن داشته و يا بر جذب و تجمع زيستي يكديگر تاثير گذار باشند(Komjarova and Blust, 2008). اين مسئله مي‌تواند به دليل رقابت آنها براي اشغال جايگاههاي مشترک موجود در غشاي بيولوژيكي سلول و يا جايگاههاي متابوليكي در داخل سلول‌ها باشد (Rainbow *et al*., 2000). ميزان اين اثرات مي‌تواند با توجه به غلظت آلاينده‌ها در محيط، طول مدت قرارگيري در معرض آلاينده، گونه ماهي و بافت مورد مطالعه متفاوت باشد (Wang, 1987).

مطالعات اندكي با هدف بررسي اثرات و روابط متقابل فلزي در ارگانيسم‌هاي آبي انجام گرفته است و بيشتر آنها نيز بر روي گونه‌هاي مختلف سخت‌پوستان از جمله خرچنگ و دافني بوده است (Rainbow *et al*., 2000; Komjarova and Blust, 2008). در ماهيان نيز Establier در سال ۱۹۷۰ غلظت برخي فلزات (Cu, Zn, Fe, Pb) را در ارگانهاي مختلف ماهي تون بررسي كرد. رابطه بين تجمع فلزات سرب، كادميوم، مس، روي و آهن در ماهي تون منجمد نيز توسط Galindo و همكاران در سال ۱۹۸۶ مورد مطالعه قرار گرفت. Ashraf و Jaffar نيز در سال ۱۹۸۸ ارتباط بين تعدادي از فلزات ضروري و غير ضروري را در شش گونه از ماهيان درياي عرب مورد بررسي قرار دادند.

با توجه به مطالب ذكر شده مطالعه رابطه بين فلزات ضروري و غير ضروري جهت افزايش آگاهي در زمينه تجمع زيستي اين فلزات در ارگانيسم هاي آبي از جمله ماهيان ضروري به نظر رسيده و هدف از بررسي حاضر نيز تعيين رابطه بين تجمع فلزات ضروري (مس و روي) و غير ضروري (جيوه، كادميوم) در بافت كبد و عضله ماهي سفيد (*Rutilus frisii kutum*) در شرايط توليد مثلي مي‌باشد. اين گونه، از ماهيان با ارزش اقتصادي در درياي خزر محسوب شده و در چند سال اخير به علت محدود شدن زيستگاهها و كوچک شدن جمعيت (ناشي از صيد بي‌رويه، كاهش سطح درياي خزر و افزايش ميزان آلاينده‌ها (Abdolmaleki, 2006) در طبقه‌بندي IUCN جز گونه‌هاي «نيازمند به محافظت» قرار گرفته‌است (Naderi Jelodar and Abdoli, 2005).

مواد و روش كار

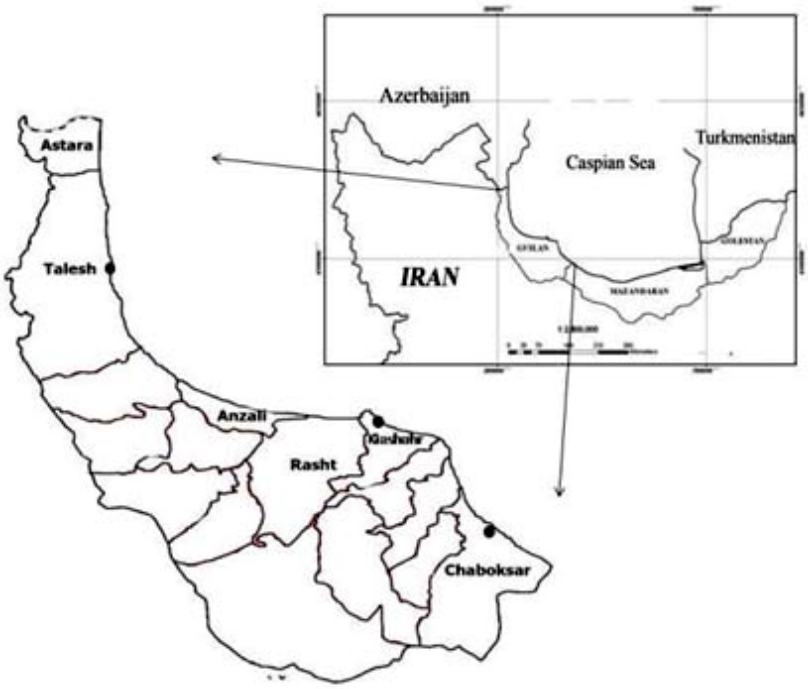
نمونه‌گيري

تعداد ۳۶ نمونه ماهي در طول فصل صيد (فروردين ۱۳۸۸- اسفند ۱۳۸۷) از صيدگاههاي ناحيه جنوب غربي درياي خزر تهيه شدند (شكل۱). نمونه‌هاي صيد شده بالغ بوده و به دليل همزماني فصل صيد با دوره توليد مثلي، در شرايط توليد مثل قرار داشتند. ماهيان صيد شده پس از انتقال به آزمايشگاه بيومتري گرديده (جدول۱)، و سپس بافت كبد و قسمتي از عضله ماهي از ناحيه زير باله پشتي و بالاي خط جانبي (عاري از فلس و پوست) جدا گرديد.

نمونه‌هاي جدا شده پس از قرارگيري در داخل پلاستيک‌هاي زيپ‌لاك، تا انجام مراحل آزمايشگاهي و شروع آناليزها در دماي C ° ۲۰- نگهداري شدند.

آناليز شيميايي

براي تعيين مقدار فلزات، بافت كبد و عضله ۳۶ نمونه ماهي صيد شده، به طور جداگانه جهت خشک شدن و رسيدن به وزن ثابت به مدت ۴۸ ساعت در آون با دماي C °۷۰ قرار داده شدند. هضم شيميايي هريک از نمونه‌ها جهت اندازه‌گيري فلزات كادميوم، روي، مس و جيوه با استفاده از اسيدنيتريک (HNO_3, %65; Merck) و اسيدپركلريک ($HCLO_4$, %60; Merck) به نسبت حجمي ۷:۳ انجام گرفت (Reeve and Barnes, 1994). ظروف مورد استفاده در اين آزمايش پس از انجام هر آناليز با اسيدنيتريک ۵%، و سپس جهت به‌حداقل رساندن آلودگي‌ها با آب ديونيزه مورد شستشو قرارگرفتند (Gaspic et al.,2002) جهت تعيين مقدار فلزات سنگين كادميوم، مس و روي در نمونه‌ها، از دستگاه جذب اتمي Thermo Electron Corporation مدل GFS 97، و براي اندازه‌گيري فلز جيوه از روش Cold vapor استفاده شد. در اين مطالعه غلظت فلزات بر اساس وزن خشک (dry weight) بيان شده است. ميانگين درصد رطوبت بافت عضله ۰/۹ ± ۷۵/۱۶ اندازه‌گيري شد.



شکل ۱- موقعیت محل نمونه برداری در سواحل جنوب غربی دریای خزر (استان گیلان)

جدول ۱- نتایج حاصل از بیومتری ماهیان سفید (*Rutilus frisii kutum*)صید شده از سواحل استان گیلان

جنس		وزن (gr)	طول کل (cm)	سن	تعداد
نر	ماده	(SE ± میانگین)	(SE ± میانگین)	(SE ± میانگین)	
۱۸	۱۸	۸٤۷/٦٤±٤۳/۵۱	۴۳/۹۳±۰/۷۱	٤/۱۷±۰/۲۲	۳٦

آناليز آماري

پيش از انجام آناليزهاي آماري، براي تعيين نرمال بودن داده‌ها از آزمون Kolmogorov-Smirnov استفاده شد. جهت نرمال كردن داده‌هاي غير نرمال از آنها Log گرفته شد. براي بررسي اثر جنسيت بر مقدار تجمع فلزات آزمون ANCOVA به‌كار گرفته شد. در اين مرحله جنس به عنوان فاكتور مستقل، مقدار فلز به عنوان فاكتور وابسته و طول كل به عنوان Covariate در نظر گرفته شد. نتايج آزمون نشان داد كه اختلاف معني داري در تجمع فلزات بين دو جنس نر و ماده وجود ندارد. با توجه به اين يافته‌ها، در مراحل بعدي داده‌ها تفكيک نشده و به صورت تركيبي بررسي شدند. جهت تعيين رابطه مقدار فلزات (Cd, Hg, Zn, Cu) در بافت كبد و عضله از آزمون Pearson استفاده شد. در اين مطالعه براي انجام آناليزهاي آماري از SPSS version 15 استفاده شده و سطح معني‌دار بودن نيز $p<0.05$ در نظر گرفته شد.

نتايج

بررسي مقدار فلزات در بافت ماهيان نشان داد كه فلز كادميوم داراي بيشترين مقدار در بافت كبد مي‌باشد (درحاليكه اين فلز در بافت عضله يافت نشد). از طرف ديگر مقدار فلزات روي و مس در عضله به طور معني‌داري بيشتر از مقادير آنها در بافت كبد مشاهده شد (جدول ۲). مقايسه مقدار فلزات در بافت كبد نشان داد كه بين افزايش غلظت فلز روي، با مقدار فلز كادميوم و جيوه ارتباط مثبت معني‌داري وجود دارد ($r_{Zn,Cd}$ = 0.4, n=36; $r_{Zn,Hg}$ =0.4, n=36). بين مقدار جيوه و مس در بافت كبد نيز رابطه مثبت معني‌داري مشاهده شد ($r_{Hg,Cu}$ =0.5, n=36). در بافت ماهيچه رابطه مثبت معني‌داري بين مقدار روي و مس مشاهده شد ($r_{Zn,Cu}$ =0.4, n=36). افزايش مقدار جيوه در بافت عضله با افزايش تجمع فلز روي در بافت كبد همراه بود ($r_{Hg,Zn}$= 0.4, n=36). به طور كلي ارتباط معني داري بين مقدار هر فلز در بافت كبد با غلظت همان فلز در بافت عضله مشاهده نشد(جدول ۳؛ نمودار ۱).

جدول ۲- غلظت فلزات (**SE** ± مينگين) بر حسب **µg/g** وزن خشک در بافت كبد و ماهيچه ماهی سفيد (*Rutilus frisii kutum*) صيد شده از سواحل استان گيلان

بافت	كادميوم	جيوه	روي	مس
كبد	۰/۳۷۸ ± ۰/۰۷۹	۰/۰۲۱ ± ۰/۰۰۲[a]	۱۰/۱۱ ± ۰/۹۰۳[b]	۰/۱۳۸ ± ۰/۰۰۶[b]
	*(۰ -۱/۷۰۶)	(۰/۰۰۸ -۰/۰۴۱)	(۴-۲۷)	(۰/۰۷۸ -۰/۲۲۷)
ماهيچه	ND	۰/۰۰۷[b]	۱۵/۴۴۷ ± ۰/۴۴۵[a]	۲/۷۶۳ ± ۰/۲۵[a]
		(۰/۰۰۱ -۰/۰۱۳)	(۱۱ -۲۶)	(۷/۲۹ -۷/۲۶۱)

* اعداد داخل پرانتز دامنه مقادير ذكر شده را بيان می‌كند.

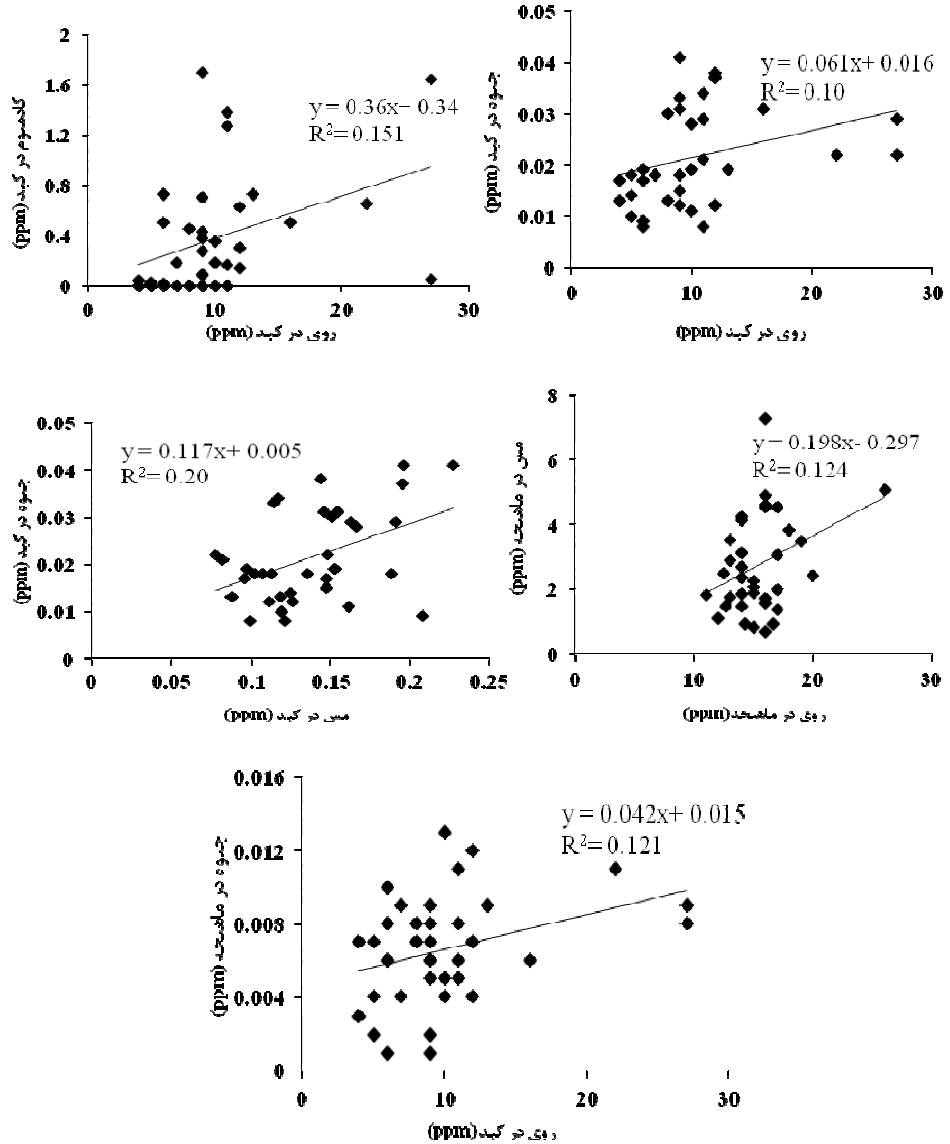
ND: Not Detected

a و b : انديس‌های غير يكسان نشان دهنده اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

جدول ۳- ضریب همبستگي پیرسون بین غلظت فلزات در بافت کبد و ماهیچه ماهي سفید (***Rutilus frisii kutum***) صید شده از سواحل استان گیلان

	کادمیوم در کبد	جیوه در کبد	روي در ماهیچه	جیوه در ماهیچه
روي در کبد	۰/٤*	۰/٤*	-	۰/۴*
مس در کبد	-	۰/۵**	-	-
مس در ماهیچه	-	-	۰/٤*	-

*میزان معني‌دار بودن در سطح ۰/۰۵ **میزان معني‌دار بودن در سطح ۰/۰۱



نمودار۱- ارتباط بین غلضت فلزات کادمیوم و روي (**A**) جیوه و روي (**B**) جیوه و مس (**C**) در بافت کبد، و رابطه فلزات مس و روي در بافت عضله (**D**) و فلز جیوه در بافت عضله با فلز مس در بافت کبد (**E**) در ماهي سفید (***Rutilus frisii kutum***) صید شده از سواحل استان گیلان

بحث

در بررسي حاضر بين افزايش مقدار روي در بافت كبد و تجمع فلزات كادميوم و جيوه ارتباط مثبت معني‌داري مشاهده شد. همچنين در بافت ماهيچه نيز رابطه مثبت معني‌داري بين فلزات روي و مس مشاهده شد. در مطالعه‌اي كه توسط Andres و همكاران (۲۰۰۰) بر روي ۴ گونه از ماهيان رودخانه‌اي صورت گرفت، مشاهده شد كه مقادير بالاي روي غالباً با افزايش مقدار كادميوم در بافت‌هاي مختلف (آبشش، كبد و عضله)، همراه است. در مطالعه‌اي كه توسط Yilmaz و همكاران (۲۰۰۷) انجام گرفته است وجود چنين رابطه‌اي بين فلزات كادميوم و مس گزارش شد. در حالي‌كه اين ارتباط در مورد روي و مس معني‌دار نبود. همچنين Ploetz و همكارانش (۲۰۰۷) در ماهي ماكرل بين مقدار مس و سرب در بافت ماهيچه ارتباط مثبت معني‌داري مشاهده كردند. در بررسي حاضر جيوه با فلز مس در بافت كبد داراي ارتباط مثبت مي‌باشد. همچنين افزايش مقدار جيوه در بافت عضله با افزايش مقدار روي در بافت كبد همراه است. به نظر مي‌رسد كه روابط و اثرات متقابل بين فلزات در گونه‌هاي مختلف بسيار پيچيده بوده و داراي الگوي مشخصي نمي‌باشند. فاكتورهاي متعددي از قبيل نوع فلز، گونه ماهي و غلظت فلزات در بافت‌ها مي‌تواند در اين امر موثر باشد (Wang, 1987).

روابط متقابلي كه بين فلزات جيوه، روي و كادميوم وجود دارد احتمالاً به دليل خصوصيات مشابه اين فلزات است، به طوري‌كه در مطالعه‌انجام شده بر روي دو گروه از سخت‌پوستان (خرچنگ،آمفي‌پودا)، بين تجمع فلز روي با ميزان غلظت فلز كادميوم در بدن ارتباط مثبتي مشاهده شد (Rainbow *et al*., 2000). همچنين Kargin و Çoğun (۱۹۹۹) نيز مشاهده كردند كه در حضور كادميوم، ميزان تجمع فلز روي در بافتهاي (آبشش،كبد،ماهيچه) ماهي *Tilapica nilotica* افزايش مي‌يابد. اين عناصر داراي پاره‌اي ويژگيهاي متابوليسمي مشابه هستند كه سبب مي‌شوند متالوتيونين‌ها و پروتئين‌هايي كه محل اتصال كادميوم هستند (Cd-BP)، قابليت اتصال به فلزات روي و جيوه را نيز داشته باشند (Newman and Unger, 2003). از سوي ديگر افزايش مقدار كادميوم در ماهيان، موجب افزايش ساخت نوع خاصي از متالوتيونين‌ها (متالوتيونين نوع A) مي‌شود (Sigel *et al*., 2009) و اين پروتئين‌ها مي‌توانند مقادير بيشتري از روي را جذب كنند (Andres *et al*., 2000). اين اثر روي بر كادميوم با توجه به ميزان غلظت، متفاوت بوده و در غلظت‌هاي بالا (۱۰ ppm روي در حضور ۱ ppm كادميوم) با اشغال جايگاههاي كادميوم مي‌تواند سبب كاهش اثرات سمي كادميوم در آبزيان شود (Kargin and Coğun, 1999).

در مورد ارتباط بين فلز مس و جيوه در بافت كبد بايد گفت كه فلزات سنگين در بدن به صورت كاتيون‌هاي دو ظرفيتي (آزاد و يا در اتصال با تركيبات بيولوژيكي بدن) يافت مي‌شوند. اما فلز مس در بدن توانايي تبديل شدن به كاتيون‌هاي تك‌ظرفيتي را نيز دارد. اين خصوصيت باعث مي‌شود تا در دسته‌بندي فلزات CuI به همراه HgII در گروه B طبقه بندي شوند. فلزات گروه B تمايل بالايي براي اتصال به پروتئين‌هايي با گروههاي سولفور بالا را دارا هستند (S > N > O)، در حالي‌كه دسته ديگر فلزات (فلزات گروه C: شامل CdII، ZnII، CuII) تمايل متوسطي به اين گروه از پروتئين‌ها دارند (Sigel *et al*., 2009). با توجه به اينكه مقدار غلظت به دست آمده در اين مطالعه بدون در نظر گرفتن عدد اكسيداسيون فلزات مي‌باشد، شايد بتوان وجود ارتباط نسبتاً قوي و معني‌دار بين دو فلز جيوه و مس را ناشي از اين ويژگي مشترک دانست.

ارتباط مثبت بين فلز جيوه در بافت عضله با فلز روي در بافت كبد احتمالاً ناشي از ويژگيهاي ساختاري متالوتيونين ها در كبد مي‌باشد. با وجود ثباتي كه در پيوند فلز - تيولات در متالوتيونين‌ها وجود دارد، سرعت اتصال فلز به متالوتيونين و گسستن اين پيوند براي فلزات مختلف متفاوت است. به طوريكه ميزان اين تغييرات در HgII بيش از ساير فلزات مي باشد (Sigel *et al*., 2009). با توجه به نقش موثر جريان خون در گسترش فلزات در

داخل بدن، و اینکه عضلات (به ویژه عضلات قرمز) از جمله بافت‌هایي هستند که مقدار جریان خون نسبتاً بالایي را در بدن دریافت مي‌کنند، جیوه آزاد شده در کبد، مي‌تواند از طریق جریان خون به این عضلات منتقل شده و احتمالا جایگاههاي خالي ایجاد شده توسط فلز روي اشغال شوند (Di Giulio and Hinton, 2008).

ارتباط مثبت بین تجمع فلزات روي و مس در برخي از ماهیان آب شیرین و همچنین فیتوپلانکتون‌هاي دریایي نیز مشاهده شده است (Wang, 1987). ارتباط موجود بین فلزات مس و روي در بافت عضله ماهیان مي‌تواند به دلیل وجود جایگاههاي اتصال مشابه در بافت عضله، و همچنین توانایي بدن براي تنظیم و حفظ تعادل این فلزات ضروري باشد (Papagiannis *et al*., 2004).

نتایج این مطالعه نشان مي‌دهد که افزایش غلظت فلزات ضروري مس و روي در بافت‌هاي بدن مي‌تواند بر میزان تجمع فلزات سمي کادمیوم و جیوه موثر باشد. به نظر مي‌رسد روابط بین گروههاي فلزي ضروري و سمي مي‌تواند مکانیزم‌هاي تعادلي موثر بر تنظیم این عناصر در بدن را تحت تاثیر قرار دهد (Komjarova and Blust, 2008). به طور کلي ارتباط متقابل بین فلزات به گونه‌اي است که وجود یک فلز سبب افزایش تجمع فلز دیگر (سینرژیک) و یا منجر به کاهش غلظت آن (آنتاگونیستیک) در بدن مي‌شود. این روابط تحت تاثیر عوامل مختلفي چون نوع فلز، گونه مورد بررسي و غلظت فلزات در بافت‌هاي مختلف بدن قرار مي‌گیرند (Wang, 1987).

References

- Abdolmaleki, S., 2006. Study of changes kutum stocks of the Caspian Sea (Iran). Iranian Scientific Fisheries Journal, 15: 87- 100 (In Persian).
- Andres, S., Ribeyre, F., Tourencq, J.-N., Boudou, A., 2000. Interspecific comparison of cadmium and zinc contamination in the organs of four fish species along a polymetallic pollution gradient Lot River, France, The Science of the Total Environment, 248: 11-25.
- Ashraf , M., Jaffar, M., 1988. Correlation between some selected trace metal concentrations in six species of fish from the Arabian Sea, Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 41: 86-93.
- Canli, M., Atli, G., 2003. The relationships between heavy metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) levels and the size of six Mediterranean fish species, Environmental Pollution, 121: 129–136.
- Di Giulio, R. T., Hinton, D. E., 2008. The toxicology of fishes, CRC press, 1101pp.
- Establier, R., 1970. Copper, iron, manganese and zinc levels in several organs of *Thunnus thynnus*, Inv Pesq, 34: 399–408.
- Fernandes, D., Bebianno , M. J., Porte, C., 2008. Hepatic levels of metal and metallothioneins in two commercial fish species of the Northern Iberian shelf, Science of the Total Environment, 391: 159-167.
- Galindo, L., Hardisson , A., García Montelongo, F., 1986. Correlations between lead, cadmium, copper, zinc, and iron concentrations in frozen tuna fish, Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 36: 595-599.
- Gaspić, Z. K., Zvonarić,T., Vrgoč, N., Odžak, N., Barič, A., 2002. Cadmium and lead in selected tissues of two commercially important fish species from the Adriatic Sea, Water Research, 36: 5023–5028.
- Kargin, F., Çoğun, H. Y., 1999. Metal interactions during accumulation and elimination of zinc and cadmium in tissues of the freshwater fish *Tilapia nilotica*, Bulletin Environmental Contamination and Toxicology, 63: 511-519.
- Komjarova, I., Blust, R., 2008. Multi-metal interactions between Cd, Cu, Ni, Pb and Zn in water flea *Daphnia magna*, a stable isotope experiment, Aquatic Toxicology, 90: 138–144.
- Naderi Jelodar, M., Abdoli, A., 2005. Atlas of fishes of the southern Caspian Sea (Iranian Waters), Iranian Fisheries Journal, 112pp (In Persian).
- Newman, M. C., Unger, M. A., 2003. Fundamentals of ecotoxicology, CRC press, 458pp.

- Ploetz, D. M., Fitts, B. E., Rice, T. M., 2007. Differential accumulation of heavy metals in muscle and liver of a marine fish, (King Mackerel, *Scomberomorus cavalla* Cuvier) from the northern Gulf of Mexico, USA, Bullletin Environmental Contaminant Toxicology, 78: 134- 137.
- Papagiannis, I., Kagalou, I., Leonardos, J., Petridis, D., Kalfakakou, V., 2004. Copper and zinc in four freshwater fish species from Lake Pamvotis (Greece), Environment International, 30: 357– 362.
- Rainbow, P. S., Amiard-Triquet, C., Amiard, J. C. B., Smith, D., Langston, W. J., 2000. Observations on the interaction of zinc and cadmium uptake rates in crustaceans (amphipods and crabs) from coastal sites in UK and France differentially enriched with trace metals, Aquatic Toxicology, 50: 189–204.
- Reeve, N. R., Barnes, J. D., 1994. Environmental analysis, John Wiley and sons, New York, 263pp.
- Sigel, A., Sigel, H., Sigel, R. K. O., 2009. Metallothioneins and related chelators, Royal Society of Chemistry, Volume 5, 545pp.
- Türkmen, M., Türkmen, A., Tepe, Y., Töre, Y., Ates, A., 2009. Determination of metals in fish species from Aegean and Mediterranean seas. Food Chemistry, 113, 233–237.
- United Nations Environment Programme (UNEP). 2006. Stolberg, F., Borysova, O., Mitrofanov, I., Barannik, V. Eghtesadi, P. Caspian Sea, GIWA Regional assessment 23. University of Kalmar, Kalmar, Sweden, 92pp.
- Yılmaz, F., Özdemir, N., Demirak, A., Tuna, A. L., 2007. Heavy metal levels in two fish species *Leuciscus cephalus* and *Lepomis gibbosus*, Food Chemistry, 100: 830–835.
- Wang, W., 1987. Factors affecting metal toxicity to (and accumulation by) aquatic organisms – overview, Environment International, 13: 437-457.

Interaction of essential and nonessential metals in tissues of *Rutilus frisii kutum* from southwestern basins of the Caspian Sea

S. F. Monsef Rad [1], J. Imanpour Namin*[2], S. Heidary [3], M. Mohammadi [4] and S.M. Hosseini[5]
[1, 3] Fishery Dept., Faculty of Agriculture and Natural Resource, Gorgan University, Gorgan, I.R. Iran
[2] Fishery Dept., Faculty of Natural Resource, Guilan University, I.R. Iran
[4] Environmental sciences Dept., Faculty of Natural Resource, Guilan University, I.R. Iran
[5] Environmental sciences Dept., Faculty of Natural Resource, Isfahan University of Thechnology, I.R. Iran
(Received: 31/01/2011 , Accepted: 17/03/2012)

Abstract
Interactions between some essential (copper and zinc) and non-essential metals (cadmium and mercury) were examined in muscle and liver tissues of kutum. Fish samples were taken in fishing seasons (February through March 2009) at the southwestern coasts of the Caspian Sea (Guilan province). Mercury (Hg) levels were determined following cold vapor technique and concentrations of Cu, Cd and Zn were measured by atomic absorption (Thermo Electron Corporation, GFS 97) in $\mu g.gr^{-1}$dry body weight. Except for Cd which was recorded only in livers, there was no significant correlation between metal concentrations in liver with concentration of the same metal in muscle tissues. It seems that increase in concentration of Zn is correlated with increase in accumulation of Hg and Cd in livers. Moreover, increase in concentration of Cu in livers resulted in significant increase in Hg levels both in liver and muscles. Based on the obtained results it seems that interactions between metals in fish tissues influence accumulation of essential and toxic metals.

Keywords: Caspian white fish, *Rutilus frisii kutum*, Caspian Sea, Hg, Zn, Cd, Cu

*Corresponding author: Tel: +989113360938 Fax: +981823220894 E-mail: javidiman@gmail.com