

## بررسی همبستگی طول و وزن ماهی سفید سواحل مرکزی خزر جنوبی با تجمع فلزات روی و مس در بافت‌های عضله و کبد

رقیه فروغی فرد\*؛ عباس اسماعیلی ساری و سید محمود قاسمیپوری

somayeh\_13812001@yahoo.com

گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس، نور صندوق پستی: ۳۵۶-۴۶۴۱۴

تاریخ پذیرش: اسفند ۱۳۸۵

تاریخ دریافت: آبان ۱۳۸۵

### چکیده

غلظت فلزات سنگین روی و مس در بافت عضله و کبد ماهی سفید دریای خزر (*Rutilus frisii kutum*) اندازه‌گیری شد. این بررسی به منظور تعیین ارتباط بین طول و وزن ماهی و غلظت فلزات فوق در بافت‌های این ماهی انجام شد. غلظت این دو فلز در کبد بالاتر از عضله بود ( $Zn: 55/2$  و  $Cu: 41/5$  میکروگرم بر گرم) و در بافت عضله  $Zn: 22/3$  و  $Cu: 2/7$  میکروگرم بر گرم اندازه‌گیری شد که پایین‌تر از حد مجاز ارائه شده توسط FAO جهت مصرف انسانی می‌باشد. بین طول و وزن ماهی با غلظت فلزات در دو اندام مورد مطالعه هیچ همبستگی معنی‌داری مشاهده نشد ( $P > 0/05$ ). تفاوت معنی‌داری بین غلظت فلزات در دو اندام مورد مطالعه در دو جنس نر و ماده نیز مشاهده نگردید ( $P > 0/05$ ).

**کلمات کلیدی:** ماهی سفید، *Rutilus frisii kutum*، روی، مس، دریای خزر

### مقدمه

پایداری فلزات سنگین در محیط مشکلات بخصوصی را ایجاد می‌کند. یکی از نتایج مهم پایداری آنها تجمع زیستی فلزات در زنجیره غذایی می‌باشد. در نتیجه این فرآیند سطوح فلزات در سطح بالاتر در زنجیره می‌توانند تا چندین برابر آنهایی که در آب یا هوا یافت می‌شود برسند و نتیجتاً موجب به مخاطره افتادن سلامتی گیاهان و جانورانی می‌شوند که از این مواد غذایی استفاده می‌کنند (دبیری، ۱۳۷۹).

فلزات سنگین مثل مس و روی برای متابولیسم ماهی لازم هستند. برای متابولیسم طبیعی ماهی فلزات ضروری باید از طریق آب، غذا یا رسوبات جذب شوند. مطالعات آزمایشگاهی و صحرایی نشان می‌دهند که تجمع فلزات سنگین در بافتها بطور

اساسی به غلظت فلزات در آب، مدت زمان قرار گرفتن در معرض فلزات، عواملی مثل شوری، pH، سختی و دمای آب، نیازهای اکولوژیک، جنس، اندازه و پوست‌اندازی حیوانات دریایی بستگی دارد (Roesijadi & Robinson, ; Kalay & Canli, 2000). (1994)

فلزات سنگین از چند طریق به بدن وارد می‌شوند. یکی از طریق آبشش و سایر بافتها از آب جذب می‌شوند و دیگری از طریق زنجیره غذایی که بیشترین جذب از این طریق اتفاق می‌افتد.

امروزه شدت فعالیتهای صنعتی و کشاورزی باعث افزایش میزان فلزات سنگین در آبهای طبیعی شده است (Karadede et al., 2004).

\* نویسنده مسئول

از هر نمونه پودر شده، یک گرم ماده خشک از کبد و ۵/۰ گرم از عضله بوسیله ترازوی الکترونیکی توزین و در ظروف مخصوص پلی اتیلنی ریخته شد. سپس ۱۰ میلی لیتر اسید نیتریک ۶۰ درصد به آن اضافه گردید. ظروف پلی اتیلنی روی حمام بن ماری با درجه حرارت ۱۰۰ درجه سانتیگراد قرار داده شدند تا زمانی که نمونه‌ها حالت ژله‌ای پیدا کنند. در این زمان به هر نمونه به میزان ۵ میلی لیتر اسید کلریدریک اضافه شد تا عملیات هضم کامل گردد. سپس محلول با استفاده از کاغذ صافی و قیف پلی اتیلنی صاف و با آب مقطر به حجم ۲۵ میلی لیتر رسانده شد. در هر سری ۸ تایی در حمام بن ماری علاوه بر نمونه‌های هضم شده، یک نمونه بعنوان شاهد در نظر گرفته شد. با استفاده از دستگاه جذب اتمی فیلیپس مدل PU ۹۴۰۰، غلظت روی و مس خوانده شد. در نهایت برای محاسبه غلظت فلزات در نمونه‌ها برحسب میکروگرم بر گرم، از فرمول زیر استفاده شد (موسوی، ۱۳۸۳):

$$M = (C_1 - C_2) \cdot V / W$$

M: مقدار فلز موجود در نمونه بر حسب میکروگرم بر گرم.

V: حجم نهایی بر حسب میلی لیتر.

C<sub>1</sub>: مقدار فلز مورد نظر در نمونه بر حسب میلی گرم بر لیتر (از دستگاه بدست می آید).

C<sub>2</sub>: مقدار فلز مورد نظر در شاهد بر حسب میلی گرم بر لیتر.

W: مقدار ماده خشک مصرف شده برای هضم بر حسب گرم.

برای آنالیز آماری داده‌ها از نرم افزار SPSS استفاده شد. از روشهای one-sample t-test جهت مقایسه غلظت فلزات در عضله با حد مجاز تعیین شده توسط FAO، همبستگی پیرسون برای بررسی همبستگی طولی و وزنی ماهی با غلظت فلزات در عضله و کبد، ANOVA و من-ویتنی (Mann-Witney) جهت بررسی وجود تفاوت معنی دار بین غلظت فلزات در عضله و کبد و در نهایت t غیرجفتی برای بررسی وجود تفاوت معنی دار بین غلظت فلزات در کبد و عضله در دو جنس نر و ماده استفاده شد.

## نتایج

برای مقایسه غلظت فلزات در عضله با حد مجاز تعیین شده توسط FAO (Cu: ۱۰ و Zn: ۵۰ میکروگرم بر گرم) (Burger & Gochfeld, 2006) ابتدا آزمون نرمالیتی شاپیرو-ویلک انجام شد. سپس از آزمون one-sample t-test استفاده شد. مشخص شد که غلظت فلزات در عضله پایین تر از حد مجاز می باشد.

برخی از ماهیها که در آبهای آلوده به فلزات سنگین زندگی می کنند، فلزات را در بدنشان جمع کرده که وقتی فلزات وارد بدن ماهیها می شود، این ماهیها قادر به تجمع زیستی فلزات در بالای زنجیره غذایی هستند.

ماهی بخشی مهمی از رژیم غذایی انسان است و به همین دلیل بسیاری از مطالعات آلودگی فلزات در بافتهای مختلف ماهی صورت گرفته است (Usero et al., 2003; Lewis, 2002).

ماهی سفید یکی از ماهیان با ارزش تجاری است که در میان ایرانیان بخصوص ساکنان نواحی شمال ایران طرفداران زیادی دارد (وئوفی و مستحجر، ۱۳۷۳).

بررسی غلظت فلزات در ماهیهای تجاری برای ارزیابی خطرات ناشی از مصرف ماهی توسط انسان مهم است به همین دلیل این تحقیق با هدف ارزیابی غلظت فلزات روی و مس در ماهی سفید سواحل مرکزی خزر جنوبی (*Rutilus frisii kutum*) انجام شد.

## مواد و روش کار

منطقه مورد مطالعه در این تحقیق سواحل مرکزی خزر جنوبی بود که از سواحل فریدونکنار با طول جغرافیایی ۵۲ و عرض ۳۶ تا نوشهر با طول ۵۱ و عرض جغرافیایی ۳۶ را شامل می شد. جهت انجام این تحقیق ماهی سفید پاییزه سواحل مرکزی خزر جنوبی بعنوان جامعه آماری انتخاب گردید و نمونه برداری از این منطقه انجام شد. تعداد ۳۰ عدد ماهی سفید در فصل پاییز از صید پره انجام شده از صیدگاههای مرکزی مازندران نمونه برداری شد.

۳۰ عدد ماهی در سه اندازه مختلف وزنی و طولی و در دو جنس نر و ماده با اندازه های وزنی: ۳۰۰ تا ۵۰۰، ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ و ۱۰۰۰ تا ۲۵۰۰ گرم و اندازه های طولی ۳۰ تا ۴۰، ۴۰ تا ۵۰ و ۵۰ تا ۶۰ سانتیمتر، در مجموع ۶ گروه ماهی سفید را تشکیل دادند. سپس نمونه ها کد بندی شده و به آزمایشگاه منتقل گردیدند. نمونه های مورد استفاده در این تحقیق همگی نمونه های بالغ بودند که جنسیت آنها براساس وجود لکه های سفید رنگ روی سر ماهیان نر و عدم وجود این لکه ها در ماهیان ماده تشخیص داده شد. سپس بافتهای عضله، کبد و پوست پس از جداسازی در پتری دیش قرار داده شدند و بعد از آن پتری دیش به آون منتقل گردید و نمونه ها در دمای ۶۰ تا ۷۰ درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شدند. نمونه ها پس از خشک شدن توسط هاون چینی پودر شدند (موسوی، ۱۳۸۳).

استفاده گردید. مشخص گردید که در همه گروههای طولی و وزنی غلظت فلزات دارای تفاوت معنی‌دار در سطح ۹۹ درصد بوده و غلظت در کبد بالاتر از عضله بود ( $P < 0.01$ ).

در نهایت برای بررسی وجود تفاوت معنی‌دار بین غلظت فلزات در کبد و عضله در دو جنس نر و ماده از آزمون t غیرجفتی استفاده گردید که مشخص شد تفاوت معنی‌داری بین نر و ماده مشاهده نمی‌شود ( $P > 0.05$ ).

در جدول ۱ داده‌های حاصل از زیست‌سنجی نمونه‌های ماهی آورده شده‌اند. در جداول ۲ و ۳ غلظت فلزات در بافتهای مختلف ارائه شده است. شکل ۱ نشان‌دهنده مقایسه غلظت فلزات در دو بافت می‌باشد.

برای بررسی همبستگی طولی و وزنی ماهی با غلظت فلزات در عضله و کبد، پس از آن که مشخص گردید داده‌ها نرمال هستند از آزمون همبستگی پیرسون استفاده گردید. مشخص شد که غلظت در هیچکدام از بافتها با طول و وزن همبستگی معنی‌داری ندارد ( $P > 0.05$ ).

برای بررسی وجود تفاوت معنی‌دار بین غلظت فلزات در عضله و کبد، ابتدا آزمون نرمالیتی انجام شد. در مورد مس داده‌های کبد نرمال بودند، اما داده‌های عضله نرمال نبودند که با گرفتن لگاریتم نرمال شدند. سپس از آزمون ANOVA برای انجام مقایسه استفاده گردید. در مورد فلز روی، داده‌ها در گروه وزنی دوم غیرنرمال بودند که در این مورد از آزمون من-ویتنی استفاده شد و برای بقیه گروههای طولی و وزنی از ANOVA

جدول ۱: داده‌های زیست‌سنجی نمونه‌های ماهی سفید

کد نمونه	جنسیت	طول (سانتیمتر)	وزن (گرم)	گروه طولی (سانتیمتر)	گروه وزنی (گرم)
۱	ماده	۴۰	۴۷۵	۳۰-۴۰	۳۰۰-۵۰۰
۲	ماده	۳۳	۳۷۵	۳۰-۴۰	۳۰۰-۵۰۰
۳	ماده	۳۳	۳۳۰	۳۰-۴۰	۳۰۰-۵۰۰
۴	ماده	۳۴	۴۰۰	۳۰-۴۰	۳۰۰-۵۰۰
۵	ماده	۳۳	۳۷۰	۳۰-۴۰	۳۰۰-۵۰۰
۶	نر	۳۴	۳۷۵	۳۰-۴۰	۳۰۰-۵۰۰
۷	نر	۳۶	۴۸۰	۳۰-۴۰	۳۰۰-۵۰۰
۸	نر	۳۴	۳۷۵	۳۰-۴۰	۳۰۰-۵۰۰
۹	نر	۳۵	۴۸۰	۳۰-۴۰	۳۰۰-۵۰۰
۱۰	نر	۳۶	۴۰۰	۳۰-۴۰	۳۰۰-۵۰۰
۱۱	ماده	۴۵	۹۵۰	۴۰-۵۰	۵۰۰-۱۰۰۰
۱۲	ماده	۴۶	۸۵۰	۴۰-۵۰	۵۰۰-۱۰۰۰
۱۳	ماده	۴۷	۹۰۰	۴۰-۵۰	۵۰۰-۱۰۰۰
۱۴	ماده	۴۲/۵	۸۵۰	۴۰-۵۰	۵۰۰-۱۰۰۰
۱۵	ماده	۴۴	۹۹۰	۴۰-۵۰	۵۰۰-۱۰۰۰
۱۶	نر	۴۲	۸۰۰	۴۰-۵۰	۵۰۰-۱۰۰۰
۱۷	نر	۴۳/۵	۸۰۰	۴۰-۵۰	۵۰۰-۱۰۰۰
۱۸	نر	۴۴	۸۵۰	۴۰-۵۰	۵۰۰-۱۰۰۰
۱۹	نر	۴۲/۵	۸۰۰	۴۰-۵۰	۵۰۰-۱۰۰۰
۲۰	نر	۴۳/۵	۸۰۰	۴۰-۵۰	۵۰۰-۱۰۰۰
۲۱	ماده	۵۶	۲۱۰۰	۵۰-۶۰	۱۰۰۰-۲۵۰۰
۲۲	ماده	۵۵	۱۸۳۰	۵۰-۶۰	۱۰۰۰-۲۵۰۰
۲۳	ماده	۵۶	۱۹۰۰	۵۰-۶۰	۱۰۰۰-۲۵۰۰
۲۴	ماده	۵۸	۲۵۰۰	۵۰-۶۰	۱۰۰۰-۲۵۰۰
۲۵	ماده	۵۶	۲۱۲۰	۵۰-۶۰	۱۰۰۰-۲۵۰۰
۲۶	نر	۴۷	۱۰۵۰	۴۰-۵۰	۱۰۰۰-۲۵۰۰
۲۷	نر	۴۶	۱۱۰۰	۴۰-۵۰	۱۰۰۰-۲۵۰۰
۲۸	نر	۴۴	۱۰۰۰	۴۰-۵۰	۱۰۰۰-۲۵۰۰
۲۹	نر	۴۸	۱۱۰۰	۴۰-۵۰	۱۰۰۰-۲۵۰۰
۳۰	نر	۴۶/۵	۱۱۰۰	۴۰-۵۰	۱۰۰۰-۲۵۰۰

جدول ۲: میانگین غلظت مس بر حسب میکروگرم بر گرم وزن خشک در بافتهای مورد مطالعه ماهی سفید به تفکیک گروههای وزنی

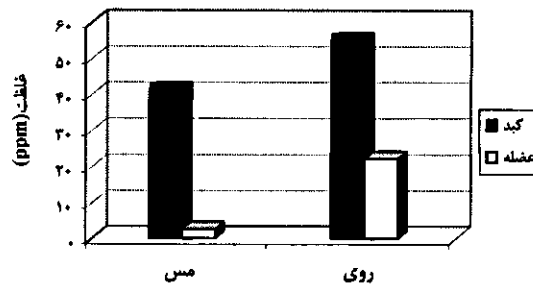
کبد	عضله	دسته بندی گروههای مختلف ماهی مورد مطالعه براساس وزن و جنسیت
۳۳/۸	۲/۹	F w ۳۰۰-۵۰۰ (گرم)
۴۱/۸	۴/۹	M w ۳۰۰-۵۰۰
۴۹/۹	۴/۸	F w ۵۰۰-۱۰۰۰
۳۵/۴۵	۴/۴	M w ۵۰۰-۱۰۰۰
۳۶/۶۵	۱/۹	F w ۱۰۰۰-۲۵۰۰
۵۱/۷	۲/۵	M w ۱۰۰۰-۲۵۰۰
۴۱/۵۵	۲/۶۸	میانگین

F: ماده، M: نر، W: گروه وزنی

جدول ۳: میانگین غلظت روی بر حسب میکروگرم بر گرم وزن خشک در بافتهای مورد مطالعه ماهی سفید به تفکیک گروههای وزنی

کبد	عضله	دسته بندی گروههای مختلف ماهی مورد مطالعه براساس وزن و جنسیت
۵۰	۲۱/۹	F w ۳۰۰-۵۰۰ (گرم)
۵۸	۲۵/۱	M w ۳۰۰-۵۰۰
۶۶	۲۱	F w ۵۰۰-۱۰۰۰
۴۶/۵	۳۷/۷	M w ۵۰۰-۱۰۰۰
۵۸	۱۶/۳	F w ۱۰۰۰-۲۵۰۰
۵۳	۱۹/۲	M w ۱۰۰۰-۲۵۰۰
۵۵/۳	۲۲/۳۶	میانگین

F: ماده، M: نر، W: گروه وزنی



نمودار ۱: مقایسه میانگین غلظت روی و مس در عضله و کبد ماهی سفید سواحل مرکزی جنوب دریای خزر

## بحث

منگنز که با اندازه tuna و blue fish flounder همبستگی مثبت داشت، هیچکدام از فلزات با اندازه، همبستگی معنی داری نداشتند. علت آن که در این مطالعه همبستگی مشاهده نشد می تواند به دلیل محدودیت تعداد نمونه ( $n=30$ ) و تنوع اندازه ماهیها هم داخل و هم بین گروهها باشد.

نتایج مطالعه حاضر حاکی از آن است که غلظت فلزات در کبد از عضله بالاتر بوده و بین غلظت در این دو بافت اختلاف معنی دار در سطح ۹۹ درصد دیده می شود.

Henry و همکاران در سال ۲۰۰۴، در مطالعه ماهیان سواحل فرانسه بالاترین غلظت مس را در کبد چهار نوع ماهی (plaice, dab, flounder & cod) مشاهده کردند و بعد از آن غلظت در ماهیچه بالا بود. علت تفاوت غلظت در این دو اندام تفاوت عملکرد فیزیولوژیک این دو بافت است.

Romeo و همکاران در سال ۱۹۹۹، روند تجمع مس را در اندامهای چهار گونه ماهی پلاژیک در ساحل Mauritania بصورت کبد < آبشش > عضله نشان دادند. علت بالا بودن غلظت در کبد انباشت فلزات به صورت متالوتیونینها بیان شد.

Usero و همکاران در سال ۲۰۰۳، تجمع فلزات را بصورت کبد < عضله بیان داشته و علت غلظت بالاتر را در کبد سه گونه صید شده از سواحل جنوبی دریای آتلانتیک را ارتباط کبد با پروتئینهایی با وزن مولکولی پایین که در بافتهای کبدی تجمع می یابند، دانستند. در تحقیق حاضر بین غلظت فلزات در کبد و عضله دو جنس نر و ماده، تفاوت معنی داری مشاهده نشد.

Alti و Canli در سال ۲۰۰۳ بیان کرده اند که در مطالعه انجام شده در خلیج فارس در سال ۲۰۰۰ توسط Al-yousuf و همکارانش نشان داده شده است که جنسیت روی مقدار تجمع فلزات روی، مس و منگنز اثرگذار است. یعنی غلظت فلزات روی و مس در جنس ماده در خانواده شهری ماهیان (Lethrinidae) از نر بالاترست که دلیل آن می تواند بعلافت تفاوت فعالیت های متابولیک متفاوت در دو جنس باشد.

در تحقیق حاضر نتایج حاصل از آنالیز نمونه های بافت عضله ماهی سفید نشان داد که میانگین غلظت مس و روی در این اندام پایین تر از حد مجاز تعیین شده توسط FAO می باشد.

در تحقیقی که توسط Usero و همکاران در سال ۲۰۰۳ روی سه گونه صید شده از سواحل جنوبی دریای آتلانتیک انجام شد، مشخص گردید که غلظت برخی فلزات در عضله کمتر از حد استاندارد تعیین شده جهت مصرف انسانی توسط اسپانیا بود اما در کبد بالای حد مجاز بود.

Zauke و همکاران در سال ۱۹۹۹ نیز مشخص کردند که غلظت مس در ۱۵ گونه دریایی دریای Barents کمتر از حد مجاز تعیین شده توسط قانون کشورهای اروپایی است. در مطالعه حاضر هیچگونه همبستگی معنی داری بین غلظت فلزات در کبد و عضله و طول و وزن مشاهده نگردید.

Alti و Canli در سال ۲۰۰۳ مشخص کردند که بین غلظت مس در عضله و آبشش و طول *Scomberesox saurus* در شمال شرقی دریای مدیترانه یک همبستگی منفی معنی دار مشاهده می گردد.

Rashed در سال ۲۰۰۱ بیان کرد که با افزایش سن غلظت فلزات در کبد و عضله *Tilapia Nilotica* دریاچه Nasser مصر افزایش می یابد و علت آن را به این صورت بیان کرده است که اگر میزان جذب عناصر از طریق غذا و آب برابر میزان انتشار آنها به خارج از بدن ماهی باشد، میزان عناصر با افزایش سن ثابت می ماند و در غیر اینصورت خیر. با افزایش سن و رشد ماهی فلزات دارای یک اثر ترقیقی بوده و یونهای فلزات از طریق فلسه های ماهی با آب تبادل دارند که می تواند بعنوان دلایل این نتیجه ذکر گردد.

Farkas و همکاران در سال ۲۰۰۳ یک همبستگی منفی بین غلظت فلزات در عضله با وزن *Abramis brama* در خلیج غربی دریاچه Balaton مشاهده کردند.

Gochfeld و Burger در سال ۲۰۰۶، از بین فلزات مورد مطالعه در ۱۱ گونه ماهی در نیوجرسی، بجز در مورد سرب و

Henry, F. ; Amara, R. ; Courcot, L. ; Lacouture, D. and Bertho, M.L. , 2004. Heavy metals in four fish species from the French coast of the eastern English Channel and southern Bight of the North Sea. Environment International. Vol. 30, pp.675-683.

Kalay, M. and Canli, M. , 2000. Elimination of essential (Cu, Zn) and non-essential (Cd, Pb) metals from tissues of a freshwater fish *Tilapia zillii* following an uptake protocol. Tr. J. Zoology. Vol. 24, pp.429-436.

Karadede, H. ; Oymak, S.A. and Unlu, E. , 2004. Heavy metals in mullet, *Liza abu*, and catfish, *Silurus triostegus*, from the Atatürk Dam Lake (Euphrates), Turkey. Environmental International. Vol. 30, pp.183-188.

Lewis, A. , 2002. Fish tissue quality in near coastal areas of the Gulf of Mexico receiving point source discharges. Sci. Total Environ. Vol. 284, pp.249-261.

Rashed, M.N. , 2001. Monitoring of environmental heavy metals in fish from Nasser Lake. Environment International. Vol. 27, pp.27-33.

Romeo, M. ; Siau, Y. ; Sidoumou, Z. and Gnassia-Braelli, M. , 1999. Heavy metal distribution in different fish from the Mauritania coast. The Science of the Total Environment. Vol. 232, pp.169-175.

Roesijadi, G. and Robinson, W.E. , 1994. Metal regulation in aquatic animals: Mechanism of uptake accumulation and release. In: (eds. D.C.

با توجه به نتایج موجود در این بررسی می‌توان بیان کرد که بین غلظت روی و مس در عضله و کبد ماهی سفید سواحل خزر و طول و وزن و جنس، رابطه معنی‌داری وجود نداشته، همچنین میانگین غلظت روی و مس بافت خوراکی ماهی پایین‌تر از حد استاندارد FAO است که از نظر مصرف خوراکی ممنوعیتی وجود ندارد. بین غلظت این دو فلز در عضله و کبد تفاوت معنی‌داری مشاهده شد و غلظت در کبد بالاتر از عضله بود.

## منابع

دبیری، م. ، ۱۳۷۹. آلودگی محیط زیست (هوا- آب- خاک- صوت). نشر اتحاد، تهران، ۳۹۹ صفحه.

موسوی، س.م. ، ۱۳۸۳. ارزیابی تجمع عناصر سنگین در بافتهای مختلف موش قهوه‌ای در شهر نور. پایان‌نامه کارشناسی ارشد محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی نور، دانشگاه تربیت مدرس.

وثوقی، غ. و مستجیر، ب. ، ۱۳۷۳. ماهیان آب شیرین. انتشارات و چاپ دانشگاه تهران، ۳۱۷ صفحه.

Burger, J. and Gochfeld, M. ,2006. Heavy metals in commercial fish in New Jersey. Environmental Research. pp.82-92.

Canli, M. and Alti, G. , 2003. The relationships between heavy metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) levels and the size of six Mediterranean fish species. Environmental Pollution. Vol. 121, pp.129-136.

Farkas, A. ; Salanki, J. and Specziar, A. , 2003. Age and size specific patterns of heavy metals in the organs of freshwater fish *Abramis brama* L. populating a low contaminated site. Water Research. Vol. 37, pp. 959-964.

- Manils and G.K. Ostrander), Aquatic Toxicology (Molecular, Biochemical and Cellular Perspectives. Lewis Publishers, London. UK, pp.127-138.
- Usero, J. ; Izquierdo, C. ; Morillo, J. and Gracia, I. , 2003.** Heavy metals in fish (*Solea vulgaris*, *Anguilla anguilla* and *Liza aurata*) from salt marshes on the southern Atlantic coast of Spain. Environment International. Vol. 29, pp.949-956.
- Zauke, G.P. ; Savinov, V.M. ; Ritterhoff, J. and Savinova, T. , 1999.** Heavy metals in fish from the Barent Sea (summer 1994). The Science of the Total Environment. Vol. 227, pp.161-173.

**The correlation of length and weight of  
Kutum (*Rutilus frisii kutum*)  
in the central south of Caspian Sea  
with copper and zinc concentration in  
muscle and liver tissues**

**Foroughi Fard R.\* ; Esmaeli Sari A. and Ghasempouri S.M.**

Somayeh\_13812001@yahoo.com

Environment Group, Faculty of Natural Resource and Marine Science,  
Tarbiat Modarres University, P.O.Box:14155-356 Noor, Iran

Received: October 2006

Accepted: March 2007

**Keywords:** *Rutilus frisii kutum*, Zinc, Copper, South Caspian Sea

### ***Abstract***

Concentration of copper (Cu) and zinc (Zn) in liver and muscle tissues of Kutum (*Rutilus frisii kutum*) of the Caspian Sea was assessed to study possible correlation of length and weight and the bioaccumulation of these heavy metals in the fish. Concentration of the metals in liver was higher than muscle (Zn: 55.2, Cu: 41.5 $\mu$ g/g) while the concentrations in the muscle tissue were lower than permissible limits proposed by FAO. Significant correlations were not detected between mean Zn and Cu concentration and fish size. Finally, no significant difference was found in the concentration of the heavy metals in male and female fish specimens ( $P>0.05$ ).

---

\* Corresponding author