مقادیر عناصر معدنی عمده در عضلات سه گونه از ماهیان جنوب دریای خزر

حسین تاجیک[۱*]، محمدرضا پژوهی الموتی[۲]، فریبا زینالی[۳]، سیامک عصری رضایی[۴]

۱- استاد گروه بهداشت و کنترل کیفی مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه ارومیه

۲- استادیار گروه بهداشت و کنترل کیفی مواد غذایی، دانشکده پیرادامپزشکی، دانشگاه بوعلی سینا همدان

۳- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

۴- دانشیار گروه علوم بالینی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه ارومیه

(تاریخ دریافت: ۸۹/۷/۶ تاریخ پذیرش: ۹۰/۹/۲۳)

چکیده

در مطالعه حاضر غلظت عناصر معدنی عمده (کلسیم، منیزیم، پتاسیم و سدیم) در عضلات سه گونه از ماهیان جنوب دریای خزر شامل کفال (*Liza aurata*)، سفید (*Rutilus frisii kutum*) و کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) در دو فصل بهار و پاییز از چهار ایستگاه مختلف صید (چالوس، انزلی، رودسر و فریدونکنار) مورد ارزیابی قرار گرفت. آنالیز عناصر معدنی در نمونه های مورد بررسی با هضم نمونه ها به روش خاکستر خشک صورت گرفت. میزان عناصر در نمونه های هضم شده توسط دستگاه جذب اتمی شعله قرائت و بصورت میلی گرم بر کیلوگرم وزن خشک بیان گردید. بر اساس نتایج بدست آمده کلسیم در ماهی کفال و پتاسیم در ماهی سفید به ترتیب کمترین (۶۱۳/۶ میلی گرم بر کیلوگرم) و بیشترین (۱۱۹۴۰/۴ میلی گرم بر کیلوگرم) میزان عناصر را به خود اختصاص داده بودند. نتایج آنالیز آماری در مورد تأثیر فصل نمونه برداری نشان داد که غلظت عناصر کلسیم و سدیم در هر دو فصل تحت تأثیر گونه ماهی قرار گرفتند ($P<۰/۰۵$). میانگین غلظت منیزیم در عضلات ماهی کفال و سفید در هر دو فصل اختلاف آماری معنی داری نداشت ($P>۰/۰۵$). در حالیکه میزان این عنصر در عضلات کپور معمولی در دو فصل نمونه برداری متفاوت بود ($P<۰/۰۵$). غلظت عناصر پتاسیم و منیزیم در هر سه گونه ماهی تحت تأثیر مکان های نمونه برداری قرار گرفتند.

کلید واژگان: عناصر معدنی عمده، عضلات، ماهی، جذب اتمی

* مسئول مکاتبات: h.tajik@urmia.ac.ir

Archive of SID

www.SID.ir

۱- مقدمه

گوشت ماهی سرشار از پروتئین های ارزشمند حاوی اسید های آمینه ضروری با قابلیت هضم و جذب بالا است. از طرف دیگر با توجه به وجود درصد بالای چربی های غیراشباع بویژه اسیدهای چرب امگا ۳ و کلسترول پایین و همچنین برخی عناصر معدنی کمیاب، مصرف آن در پیشگیری از بروز بیماری های قلبی و عروقی، فشار خون و سرطان نقش بسزایی دارد. به همین دلیل امروزه تمایل به مصرف ماهی و فرآورده های آن در سراسر دنیا رو به افزایش می باشد [۱ و ۲]. انواع ماهیان منبع غنی از کلسیم، فسفر، آهن، روی، پتاسیم، سدیم و ید می‌باشند که تجمع این عناصر از طریق زنجیره غذایی و آب زیستگاه ماهی می تواند باشد. میزان غلظت عناصر معدنی در عضلات ماهی می تواند تحت تأثیر عوامل متعددی قرار گیرد که از جمله این عوامل می توان به جنس، سن، گونه، نوع تغذیه، عوامل فصلی، وضعیت آب (شیمی آب، شوری، درجه حرارت) و مهاجرت ماهیان اشاره کرد [۵-۳]. با توجه به اطلاعات موجود سرانه مصرف ماهی برای هر ایرانی حدود ۷/۶۲ کیلوگرم در سال ۸۸ گزارش گردیده که این میزان طی سال های اخیر افزایش یافته است [۶]. دریای خزر بزرگترین دریاچه بسته دنیاست که توسط کشورهای ایران، روسیه، آذربایجان، قزاقستان و ترکمنستان احاطه شده است [۷]. بر اساس آمار سالیانه سازمان شیلات ایران در سال ۸۸ مجموع کل ماهیان استحصال شده از آب های دریای خزر حدود ۳۶۹۶۷ تن بوده که بیشترین سهم صید مربوط به ماهیان استخوانی با برداشتی حدود ۲۰۰۴۵/۵ تن، بدلیل اهمیت تجاری این دسته از ماهیان می باشد. ماهیان استخوانی همچون کفال (*Liza aurata*)، سفید (*Rutilus frisii kutum*) و کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) از جمله گونه های ارزشمند تجاری هستند که بطور وسیعی در سراسر دریای خزر پراکنده می باشند [۹ و ۸]. عناصر معدنی نقش بسزایی در اعمال حیاتی بدن دارند از آن جمله می توان به تأثیر پتاسیم در تنظیم ضربان قلب، سدیم در افزایش فشار خون، کلسیم در استحکام استخوان ها و نقش منیزیم در متابولیسم سلول و انعقاد خون اشاره کرد [۱۰]. مطالعات متعددی در ارتباط با ارزیابی و تعیین عناصر معدنی اساسی و کمیاب و همچنین فلزات سنگین در موجودات و ماهیان موجود در آب های دریای خزر صورت گرفته است [۹ و ۱۳-۱۱]. با توجه به نقش گسترده عناصر معدنی در بدن و متضمن بودن سلامتی انسان به اخذ کافی این عناصر از غذاها، اطلاع داشتن از ترکیبات موجود در غذاهای مختلف نیازی بس مهم در تنظیم برنامه غذایی می باشد [۱۴]. هدف از این مطالعه تعیین غلظت عناصر معدنی عمده در سه گونه از ماهیان استخوانی پرمصرف دریای خزر شامل ماهی کفال، سفید و کپور معمولی در چهار ایستگاه صید شهرهای انزلی، رودسر، چالوس و فریدونکنار با استفاده از دستگاه جذب اتمی شعله می باشد.

۲- مواد و روش ها

۲-۱- جمع آوری و آماده سازی نمونه ها

در این مطالعه مجموعاً ۱۲۰ نمونه از سه گونه ماهی استخوانی تجاری (۵ نمونه از هر ماهی) شامل کفال (*Liza aurata*)، کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) و سفید (*Rutilus frisii kutum*) به صورت تازه از مراکز صید واقع در شهرهای انزلی، رودسر، چالوس و فریدونکنار در دو فصل بهار و پاییز سال ۱۳۸۶ جمع آوری گردید. تمامی نمونه ها از یک جنس و دارای متوسط وزن حدود ۸۰۰ گرم، دو کیلوگرم و یک کیلوگرم به ترتیب برای ماهیان کفال، کپور و سفید بود. پس از جمع آوری بلافاصله احشاء آنها تخلیه و در شرایط کاملاً بهداشتی داخل کیسه های پلی اتیلن تقسیم و بسته بندی شدند. نمونه ها بلافاصله منجمد شده و به آزمایشگاه بهداشت مواد غذایی دانشکده دامپزشکی دانشگاه ارومیه منتقل و تا زمان انجام آزمایش در دمای پایین تر از ۲۰- درجه سانتیگراد نگهداری شدند. پس از انجمادزدایی نمونه ها در دمای ۴ درجه سانتیگراد، عضلات سمت راست هر ماهی بطور مجزا فیله شده و در شرایط کاملاً بهداشتی بطور کامل همگن گردید.

Archive of SID
www.SID.ir

۲-۲- آنالیز عناصر معدنی

جهت آنالیز نمونه ها از روش خاکستر خشک استفاده گردید. بدین ترتیب که نمونه های همگن شده بطور یکسان توزین شده و در ظروف شیشه ای اسیدواش (با محلول اسید نیتریک ۰/۱ نرمال) در دمای ۱۰۵ درجه سانتیگراد به مدت ۳۰-۲۴ ساعت جهت آبگیری کامل تا بدست آمدن وزن ثابت قرار داده شدند. سپس به میزان نیم گرم از هر نمونه خشک شده در بوته های چینی اسیدواش توزین و به مدت ۶ ساعت در کوره الکتریکی با دمای ۵۵۰ درجه سانتیگراد به منظور تهیه خاکستر سفید قرار داده شد. به کمک اسید نیتریک غلیظ ۶۵٪ (Merck, Germany) خاکستر باقیمانده حل گردیده و در فلاسک های شیشه ای حجم آن با استفاده از آب دیونیزه به ۱۰ میلی لیتر رسانده شد [۱۵ و ۱۶]. همچنین نمونهٔ ماده شیمیایی مرجع (LUTS-1) که از NRCC[1] تهیه شده بود، مطابق نمونه‌های مورد آزمایش مراحل خاکستر شدن و هضم با اسید نیتریک غلیظ را طی کرد. سپس برای هر عنصر بصورت مجزا میزان بازیافت[2] آن توسط دستگاه محاسبه و در هنگام اندازه گیری عناصر به تفکیک اعمال گردید. جهت قرائت میزان غلظت عناصر در نمونه های مورد مطالعه از دستگاه جذب اتمی شعله (Shimadzu, AA-6800, Japan) استفاده شد. دستگاه ابتدا بوسیله محلولهای استاندارد آماده کالیبره و منحنی استاندارد برای هر عنصر رسم گردید. همچنین لامپ های کاتدی با طول موجهای ۵۸۹، ۷۶۶/۵، ۴۲۲/۷ و ۲۸۶/۲ نانومتر به ترتیب برای قرائت عناصر معدنی سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم توسط دستگاه جذب اتمی استفاده گردید. غلظت عناصر در نمونه ها بصورت میلی گرم بر کیلوگرم وزن خشک بیان گردید.

۲-۳- آنالیز داده ها

در مطالعه حاضر نرم افزار آماری SPSS ویرایش ۱۵ تحت ویندوز جهت آنالیز داده ها بکار گرفته شد. به منظور ارزیابی و مقایسه میزان غلظت عناصر معدنی در هر گونه از ماهیان مورد مطالعه تحت تأثیر فصل و مکان های نمونه گیری از آزمون آماری آنالیز واریانس (تست ANOVA) و همچنین تست توکی استفاده گردید. اختلاف آماری در حد $P <$ ۰/۰۵ معنی‌دار قلمداد گردید.

۳- نتایج

مقایسهٔ میانگین غلظت عناصر معدنی عمده در نمونه عضلات ماهیان کفال، کپور معمولی و سفید در دو فصل پاییز و بهار بدون در نظر گرفتن محل جمع آوری نمونه ها در جدول شماره ۱ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که میزان کلسیم در عضلات ماهی کفال و پتاسیم در عضلات ماهی سفید به ترتیب کمترین و بیشترین میزان عناصر را به خود اختصاص داده اند. همانطوریکه در جدول شماره ۱ نشان داده شده است میانگین غلظت عنصر سدیم در عضلات ماهی کفال و کپور معمولی تا حدودی یکسان بوده درحالیکه در ماهی سفید این میزان کمتر می باشد. عضلات هر سه گونه ماهی مورد مطالعه در میزان غلظت کلسیم با هم اختلاف آماری معنی داری داشتند ($P <$ ۰/۰۵). در ارتباط با پتاسیم بعنوان بیشترین عنصر معدنی در عضلات ماهیان مورد مطالعه هیچ گونه اختلاف آماری معنی داری مشاهده نگردید. نتایج آنالیز آماری در مورد تأثیر فصل نمونه برداری بر روی میزان غلظت عناصر معدنی عمده در عضلات ماهیان مورد مطالعه نشان داد که غلظت عناصر کلسیم و سدیم در هر دو فصل تحت تأثیر گونه ماهی قرار گرفتند ($P <$ ۰/۰۵).تفاوت چندانی در مقدار غلظت پتاسیم تحت تأثیر گونه ماهی در دو فصل نمونه برداری مشاهده نگردید. میانگین غلظت منیزیم در عضلات ماهی کفال و سفید در هر دو فصل اختلاف آماری معنی داری نداشت در حالیکه میزان این عنصر در عضلات کپور معمولی در دو فصل نمونه برداری متفاوت بود ($P <$ ۰/۰۵).

1. National Research Council of Canada
2. Recovery

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۱ مقادیر عناصر معدنی (میانگین± انحراف استاندارد) در عضلات سه گونه از ماهیان استخوانی دریای خزر در دو فصل نمونه برداری (برحسب میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک نمونه ها)

گونه ها	پتاسیم		سدیم		کلسیم		منیزیم	
	پاییز	بهار	پاییز	بهار	پاییز	بهار	پاییز	بهار
کفال	۱۱۷۳۵/۶±۲۴۱/۳^{a}	۱۰۹۴۷/۳±۲۴۸/۸^{b}	۵۱۸۲/۱±۲۳۹/۵^{a}	۵۵۵۷±۳۲۲/۰^{d}	۷۴۱/۳±۷۱/۳^{a}	۶۱۳/۶±۵۱/۱^{d}	۱۰۱۶/۰±۴۷/۶^{a}	۱۰۶۳/۶±۶۵/۱^{a}
سفید	۱۱۶۸۵/۳±۲۶۶/۱^{a}	۱۰۹۸۵/۴±۲۲۷/۹^{b}	۴۹۸۸/۳±۱۹۵/۶^{b}	۴۹۸۱/۸±۳۲۱/۸^{b}	۹۰۱/۷±۹۵/۰^{b}	۸۴۸/۱±۶۷/۶^{bd}	۹۷۶/۱±۸۸/۶^{b}	۹۸۳/۳±۵۲/۰^{b}
کپور معمولی	۱۱۶۴۷/۴±۲۵۳/۴^{a}	۱۰۹۵۴/۷±۲۵۹/۲^{b}	۵۲۴۳/۵±۲۰۹/۵^{c}	۵۳۵۱/۳±۳۶۶/۶^{cd}	۱۰۴۱/۴±۵۶/۱^{c}	۸۵۹/۱±۹۲/۱^{cd}	۹۸۵/۱±۸۶/۲^{b}	۱۰۱۲/۶±۷۸/۴^{a}

$^{a-d}$ حروف غیر مشابه نشان دهنده اختلاف آماری معنی دار برای هر عنصر می باشد (P <۰/۰۵).

در جدول های شماره ۲ تا ۴ میانگین غلظت عناصر معدنی عمده در عضلات ماهیان مورد مطالعه با در نظر گرفتن مکان های نمونه برداری (چهار ایستگاه صید) مورد مقایسه قرار گرفت. مقادیر عناصر پتاسیم و منیزیم در هر سه گونه ماهی تحت تأثیر محل نمونه برداری قرار گرفتند (P <۰/۰۵)، بطوریکه بیشترین مقادیر غلظت منیزیم در ماهیان استحصال شده از مناطق چالوس و رودسر رویت شد. از طرف دیگر تفاوت معنی داری در میزان غلظت سدیم و کلسیم تحت تأثیر مکان های نمونه برداری در عضلات ماهی کپور مشاهده گردید.

جدول ۲ مقادیر عناصر معدنی (میانگین± انحراف استاندارد) در عضلات ماهی کفال با در نظر گرفتن محل نمونه‌برداری (برحسب میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک نمونه ها)

ایستگاه های صید	میانگین عناصر معدنی			
	پتاسیم	سدیم	کلسیم	منیزیم
چالوس	۱۲۰۱۱ ± ۱۸۰/۵^{a}	۵۲۹۲/۰۵ ± ۹۴/۶^{b}	۶۳۴ ± ۳۹/۴^{c}	۱۰۸۲ ± ۵۳/۲^{d}
انزلی	۱۰۸۹۰± ۱۶۴/۵^{ab}	۵۳۹۵/۲ ± ۷۴/۲^{b}	۷۰۲ ± ۱۲۱/۰۹^{c}	۱۰۳۳ ± ۱۱۸/۶۵^{da}
رودسر	۱۱۲۴۵ ± ۲۰۸/۰۸^{ac}	۵۳۵۴/۵۵ ± ۸۵/۰۸^{b}	۶۵۸ ± ۴۳/۱۵^{c}	۱۰۶۲ ± ۴۱/۳^{db}
فریدونکنار	۱۱۲۱۸ ± ۱۰۴/۱^{ad}	۵۴۳۶/۴ ± ۱۲۴/۲۵^{b}	۷۴۲ ± ۹۶/۳^{c}	۱۰۰۳ ± ۸۵/۰۶^{dc}

$^{a-d}$ حروف غیر مشابه نشان دهنده اختلاف آماری معنی دار برای هر عنصر می باشد (P <۰/۰۵).

جدول ۳ مقادیر عناصر معدنی (میانگین± انحراف استاندارد) در عضلات ماهی سفید با در نظر گرفتن محل نمونه‌برداری (برحسب میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک نمونه ها)

ایستگاه های صید	میانگین عناصر معدنی			
	پتاسیم	سدیم	کلسیم	منیزیم
چالوس	۱۱۹۴۰/۴ ± ۲۱۰/۱۵^{a}	۵۰۷۱/۴۵ ± ۶۲/۹^{b}	۸۷۲/۵ ± ۲۱/۴^{c}	۱۰۵۷/۵ ± ۱۳۱/۸^{d}
انزلی	۱۱۴۶۵ ± ۱۶۴/۶^{ab}	۴۸۶۴/۸ ± ۹۲/۳۱^{b}	۹۱۱/۲ ± ۳۶/۱^{c}	۷۹۳/۱ ± ۴۹/۲^{da}
رودسر	۱۰۷۱۶/۲ ± ۱۵۳/۱^{ac}	۴۹۸۳/۲۵ ± ۱۲۱/۴^{b}	۸۳۰/۵ ± ۲۱/۲^{c}	۱۰۴۹/۲ ± ۷۸/۲۱^{db}
فریدونکنار	۱۱۲۱۸ ± ۱۰۴/۵^{ad}	۵۰۲۱/۱ ± ۱۰۴/۱۲^{b}	۸۵۸/۶ ± ۴۱/۳^{c}	۱۰۰۱/۲۴ ± ۸۱/۴^{dc}

$^{a-d}$ حروف غیر مشابه نشان دهنده اختلاف آماری معنی دار برای هر عنصر می باشد (P <۰/۰۵).

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۴ مقادیر عناصر معدنی (میانگین± انحراف استاندارد) در عضلات ماهی کپور با در نظر گرفتن محل نمونه‌برداری (برحسب میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک نمونه ها)

ایستگاه های صید	میانگین عناصر معدنی			
	پتاسیم	سدیم	کلسیم	منیزیم
چالوس	۱۰۴۶۰ ± ۲۱۳/۴۱^{a}	۵۷۲۳/۹۵ ± ۲۴۱/۵۴^{b}	۸۶۲/۲ ± ۸۷/۱^{c}	۱۰۶۶/۵ ± ۱۲۸/۳^{d}
انزلی	۱۱۸۰۱ ± ۹۲/۸^{ab}	۵۳۷۶/۲ ± ۱۴۲/۵^{ba}	۱۰۶۵/۲۱ ± ۹۵/۲۶^{ca}	۸۳۳/۲ ± ۷۴/۵^{da}
رودسر	۹۸۵۵ ± ۸۴/۰۵^{ac}	۵۱۱۳/۵ ± ۱۰۵/۹^{bb}	۹۷۵/۸ ± ۶۴/۰۶^{cb}	۱۰۵۲ ± ۵۸/۰۵^{db}
فریدونکنار	۱۱۳۸۴ ± ۱۵۲/۳۸^{ad}	۴۹۷۵/۱۵ ± ۲۲۳/۰۵^{bc}	۸۹۵/۵ ± ۴۱/۶۳^{cc}	۱۱۰۸/۸ ± ۲۱۵/۴۲^{dc}

$^{a-d}$ حروف غیر مشابه نشان دهنده اختلاف آماری معنی دار برای هر عنصر می باشد (P <۰/۰۵).

۳- بحث

شناسایی مقدار این عناصر در عضلات ماهی نشان دهنده ارزش تغذیه ای آنها برای قرارگیری در جیره غذایی می باشد. از آنجا که ماهی بعنوان یک منبع مهم پروتئینی در سبد غذایی مردم شمال کشور جایگاه ویژه ای دارد شناخت اجزا و ترکیبات ماهیان صید شده از آب های دریای خزر اهمیت بالایی پیدا می کند. در مطالعه حاضر میزان غلظت عناصر معدنی عمده در عضلات سه گونه از ماهیان استخوانی پرمصرف آب های دریای خزر (کفال، سفید و کپور معمولی) با استفاده از دستگاه جذب اتمی شعله ارزیابی گردید. همچنین در این بررسی تأثیر فصل نمونه برداری (پاییز و بهار) و مکان های صید ماهی (چالوس، انزلی، رودسر و فریدونکنار) در مقدار عناصر معدنی مورد مقایسه قرار گرفت. نتیجه تحقیقات محققین در نواحی مختلف دنیا نشان دهنده آن است که بسته به شرایط آب و هوایی و میزان بارندگی ها در فصول مختلف سال، مقدار مواد معدنی در قسمتهای مختلف بدن ماهی از جمله عضلات متغیر می باشد. در مطالعه ساعی دهکردی و همکاران غلظت آرسنیک و جیوه در عضلات چندین گونه از ماهیان آب های خلیج فارس در دو فصل تابستان و زمستان ارزیابی شد، آنها نشان دادند که میزان این عناصر در برخی از ماهیان مورد مطالعه در فصل زمستان و در برخی دیگردر فصل تابستان افزایش یافته است [۱۷]. در مطالعه دیگر دورال و همکاران افزایش غلظت عناصر روی، آهن، مس و سرب در فصل زمستان در بافت های مختلف سه گونه از ماهیان بدست آمده از رودخانه ای در ترکیه را نشان دادند [۱۸]. نتایج مطالعه ما در ارتباط با وجود اختلاف در میزان مواد معدنی طی دو فصل نمونه برداری نشان داد که غلظت عناصر کلسیم و پتاسیم در نمونه های جمع آوری شده در فصل پاییز بالاتر از فصل بهار بود درحالی که این مسئله در مورد غلظت منیزیم و سدیم بالعکس نمایان شد. تأثیر فصل ممکن است ناشی از فاکتورهای متعددی همچون چرخه تولید مثل و رشد و تغییرات در دمای آب باشد [۱۹]. یکی دیگر از فاکتورهای مهم در میزان غلظت مواد معدنی محل نمونه برداری و نوع ماهی می باشد [۲۰]. پیرستانی و همکاران بر روی ترکیب شیمیایی پنج گونه از ماهیان جنوب دریای خزر، نشان دادند که برخی عناصر مانند سدیم، کلسیم، آهن و فلوئور بالاترین میزان را در کپور معمولی دارند در حالیکه ماهی کیلکا بیشترین غلظت منیزیم، روی و فسفر را در میان پنج گونه ماهی مورد بررسی داشت [۱۳]. در مطالعه ما میزان غلظت عناصر پتاسیم و منیزیم در هر سه گونه ماهی تحت تأثیر مکان های نمونه برداری قرار گرفتند و از طرف دیگر تفاوت معنی داری در میزان غلظت سدیم و کلسیم تحت تأثیر مکان های نمونه برداری تنها در عضلات ماهی کپور مشاهده گردید. اگر چه تفاوت هایی در میزان غلظت عناصر معدنی در عضلات سه گونه ماهی مطرح در این مطالعه (در دو فصل بهار و پاییز و همچنین در چهار ایستگاه صید) مشاهده گردید، اما بدلیل وجود عواملی همچون تأثیر جنس، مهاجرت و حتی اندازه ماهیان در هنگام صید نمی توان این نتایج را برای دیگر گونه ها و یا سایر مکان های صید بکار برد.

Archive of SID

www.SID.ir

۵- منابع

[1] Celik, M., Gokce, M.A., Basusta, N. and Kucukgulmez, A. 2008. Nutritional quality of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* caught from the Ataturk Dam Lake in Turkey. Journal of Muscle Foods. 19: 50-61.

[2] Ersoy, B., Çelik, M. 2010. The essential and toxic elements in tissues of six commercial demersal fish from Eastern Mediterranean Sea. Food Chemical Toxicology. 48: 1377-1382.

[3] Carvalho, M. L., Santiago, S., and Nunes, M. L. 2005. Assessment of the essential element and heavy metal content of edible fish muscle, Analytical and Bioanalytical. 382 (2): 426-432.

[4] Celik, M., Gokce, M.A., Basusta, N. and Kucukgulmez, A. 2008. Nutritional quality of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* caught from the Ataturk Dam Lake in Turkey. Journal of Muscle Foods. 19: 50-61.

[5] Turkmen, A., Turkmen, M., Tepe, Y. and Akyurt, I. 2005. Heavy metals in three commercially valuable fish species from Iskenderun Bay, northern east Mediterranean Sea, Turkey. Food Chemistry. 91: 167-172.

[6] Annual Fishery Statistics of Iran. 2010. Consumption of Fish in Iran. Ministry of Agriculture. pp. 36-40.

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

[8] FAO, Food and Agriculture Organization. 2010. Fishery and Aquaculture Country Profiles, Islamic Republic of Iran. http://www.fao.org/fishery/countrysector/FICP_IR/en.

[9] Anan, Y., Kunito, T., Tanabe, S., Mitrofanov, I. and Aubrey, D.G. 2005. Trace element accumulation in fishes collected from coastal, waters of the Caspian Sea. Marine Pollution Bulletin. 51: 882-888.

[10] Mahan, L.k. and Escott-Stump, S. 2000. Krause's food nutrition and diet therapy, 10th edition, W.B. Saunders Company, Philadelphia.

[11] Agusa, T., Kunito, T., Tanabe, S., Pourkazemi, M. and Aubrey, D.G. 2004. Concentrations of trace elements in muscle of sturgeons in the Caspian Sea. Marine Pollution Bulletin. 49: 789-800.

[12] Watanabe, I., Kunito, T., Tanabe, S., Amano, M., Koyama, Y., Miyazaki, N., Petrov, E.A., Tatsukawa, R. 2002. Accumulation of heavy metals in Caspian seals (Phoca caspica). Archives of Environmental Contamination and Toxicology. 43: 109-120.

[13] Pirestani, S., Sahari, M.A., Barzegar, M. and Seyfabadi, S.J. 2009. Chemical compositions and minerals of some commercially important fish Species from the south Caspian Sea. International Food Research Journal. 16: 39-44.

[14] Tajik, H., Pajohi, M.R., Mahmodi, R. and Asri-Rezaei, S. 2010. Determination of mineral contents of Na, K, Ca, Mg, Fe, Zn, and Cu in liver and kidney of slaughtered Iranian water buffalos in Urmia industrial slaughterhouse. Journal of Food Science and Technology. 7(1): 11-17.

[15] Tajik, H., Asri-Rezaei, S., Pajohi-Alamouti, M.R., Moradi, M. and Dalir-Naghadeh, B. 2010. Mineral contents of muscle (Longissimus dorsi thoracis) and liver in river buffalo (*Bubalus bubalis*). Journal of Muscle Foods. 21: 459-473.

[16] Tuzen, M. 2003. Determination of heavy metals in fish samples of the middle Black Sea (Turkey) by graphite furnace atomatic absorption spectrometry. Food Chemistry. 80: 119-123.

[17] Saei-Dehkordi, S.S., Fallah, A.A. and Nematollahi, A. 2010. Arsenic and mercury in commercially valuable fish species from the Persian Gulf: Influence of season and habitat. Food and Chemical Toxicology. 48: 2945-2950.

[18] Dural, M., Goksu, M.Z.L. and Ozak, A.A. 2007. Investigation of heavy metal levels in economically important fish species captured from the Tuzla lagoon. Food Chemistry. 102: 415-421.

[19] Ersoy, B. and Celik, M. 2009. Essential elements and contaminants in tissues of Commercial pelagic fish from the Eastern Mediterranean Sea. Journal Science Food Agriculture. 89: 1615-1621.

[20] Huang, W.B. 2003. Heavy metal concentrations in the common benthic fishes caught from the coastal waters of Eastern Taiwan. Journal of Food and Drug Analysis. 114: 324-330.

Archive of SID

www.SID.ir

Essential mineral components in the muscles of three fish spices from the south caspian sea

Tajik, H.[1] *, Pajohi-Alamoti, M. R.[2], Zeynali, F.[3], Asri-Rezaei, S.[4]

1- Professor of Department of Food Hygiene and Quality Control, Faculty of Veterinary Medicine, Urmia University, Urmia, Iran.
2- Assistant Professor of Department of Food Hygiene and Quality Control, Faculty of Para-Veterinary Sciences, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.
3- Assistant Professor of Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran.
4- Associate Professor of Department of Clinical Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Urmia University, Urmia, Iran.

(Received:89/7/6 Accepted: 90/9/23)

The concentrations of four major mineral elements (calcium, magnesium, potassium and sodium) in the muscles of kutum (Rutilus frisii kutum), golden grey mullet (Liza aurata) and common carp (Cyprinus carpio) were measured. The study was carried out in two seasons (spring and autumn) and the fish were obtained from four different fishery stations (Chalous, Anzali, roudsar and Fereidounkenar) in the south Caspian Sea. The dry ash digest method followed by flame atomic absorption spectroscopy was used to determine the concentration of minerals. Their values were expressed as milligram per kilogram dry matter. Calcium in golden grey mullet was the lowest (613.6 mg/kg) and potassium in kutum was the highest (11940.4 mg/kg) comparing among species. Calcium and sodium concentrations showed seasonal variation affected by fish species ($P < 0.05$). There were no significant differences in magnesium concentration in golden grey mullet and kutum in both seasons ($P > 0.05$). However, magnesium concentration in common carp showed a significant variation between spring and autumn ($P < 0.05$). Concentrations for magnesium and potassium were affected by sampling place in all three species.

Key words: Macro elements, muscles, fish, Flame Atomic Absorption

*Corresponding Author E-mail address: h.tajik@urmia.ac.ir

Archive of SID

www.SID.ir