Archive of SID

استفاده از تراکم عناصر کمیاب دراتولیت جهت مطالعه جمعیتی ماهی کلمه دریای خزر (*Rutilus rutilus*)

فرخ پرافکنده حقیقی و سهراب رضوانی

Parafkandeh@hotmail.com

موسسه تحقیقات شیلات ایران، تهران صندوق پستی: ۶۱۱۶- ۱۴۱۵۵

تاریخ ورود: تیر ۱۳۸۳ تاریخ پذیرش: خرداد ۱۳۸۴

چکیده

طی سالهای ۱۳۷۸ تا ۱۳۷۹، با هدف امکان بکارگیری روش تعیین عناصر کمیاب در اتولیت ماهی کلمه (*Rutilus rutilus*) از مناطق آستارا، انزلی، بابلسر و بندر ترکمن تعداد ۹۸ عدد ماهی جمع‌آوری شد. میزان عناصر کمیاب Zn, Cu, Fe, Sr, K وBr در اتولیت آنها با استفاده از روش PIXE تعیین شدند. مقایسه میانگین تجمع عناصر Cu, Fe, Sr, K وZn بعنوان عناصر کمیاب در اتولیت ماهیان کلمه نشان می‌دهد که برای تفکیک و تمایز جمعیت این ماهیان در مناطق مختلف قابل استفاده است. میزان تجمع عناصرCu, Fe, Sr, K وZn در اتولیت ماهیان منطقه آستارا بترتیب ۷/۱ppm، ۱۷۸/۳، ۲/۶، ۰/۱ و۰/۳ و در بندرترکمن بترتیب ۹/۵ppm، ۱۱/۱، ۵/۷، ۰/۳ و ۰/۲ بود. اختلاف در میزان تجمع عناصر کمیاب در اتولیت ماهیان دو منطقه آستارا و بندر ترکمن معنی‌دار بود ($p<0/05$). در حالیکه این اختلاف در میزان تراکم عناصر یاد شده در اتولیت ماهیان دو ناحیه بابلسر و بندرانزلی معنی‌دار نبوده ($p<0/05$) و قابل تفکیک با ماهیان مناطق دیگر نیستند. سابقه مطالعاتی روی جمعیت‌های ماهی کلمه، با استفاده از خصوصیات مورفولوژیک، حاکی از وجود دو جمعیت از ماهیان کلمه در جنوب دریای خزر، جمعیت انزلی- کورا و گرگان-ترکمن است که با نتایج حاصل از این تحقیق همخوانی دارد.

لغات کلیدی: اتولیت، ماهی کلمه، *Rutilus rutilus* ، دریای خزر

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

مطالعه پویایی جمعیت ماهیان دریایی مستلزم تشخیص و تمایز جمعیت‌های آنان می‌باشد. اگر این مطالعات بدون تشخیص جمعیت‌ها صورت گیرد، می‌توان گفت که نتایج و بدنبال آن سیاست‌های مدیریتی نیز اعتبار کمتری خواهند داشت. به همین دلیل در مطالعات مربوط به میزان رشد، بقاء و تولید مثل فرض بر آن است که یک جمعیت مستقل بررسی می‌شود (Campana & Casselman, 1993).

در شناسایی جمعیت‌ها بیشتر از شاخص‌های مریستیک و مورفومتریک، روش علامتگذاری یا روشهای الکتروفورتیک استفاده می‌شود. ولی بتازگی روشهای دیگری مانند شناسایی انگلهای ماهی بعنوان میزبان یا ترکیب شیمیایی بافت‌هایی مثل اتولیت نیز استفاده می‌شود (Cross & Payne, 1978; Smith *et al.*, 1989; Wise, 1963; Mulligan *et al.*, 1987; Bowen, 1987 ; Mork *et al.*, 1985; Lear & Wells, 1984 ; Scott & Martin, 1957). در بین بافتهای مطالعه شده، گزارشاتی در استفاده از بافتهایی غیر از اتولیت مثل استخوانها، فلسها و برخی از بافتهای نرم نیز منتشر شده است ولی دستاوردهای آنها اکثراً واضح نیست (Behrens Yamada *et al.*, 1987 ; Hamilton & Haines, 1989; Calaprice, 1971 ; Hellou *et al.*, 1992 ; Miller, *et al.*, 1992 ; Johanson, 1989). تاکید بر استفاده از اتولیت‌ها از آنجا ناشی می‌شود که ۹۰ درصد اتولیت را کربنات کلسیم و عناصر کمیاب آن تشکیل می‌دهند که در طول حیات ماهی بر خلاف سایر بخشهای سخت بدن در فرآیندهای متابولیک دچار تغییر نمی‌شوند (Campana *et al.* , 1994 ; Halden *et al.* , 1995 ; Campana & Gagne, 1995 ; Sie & Thresher, 1992 ; Gunn *et al.*, 1992 ; Thorrold *et al.*, 1997 ; Campana *et al.*, 1995). شرایط نامساعد محیطی، گرسنگی و کمبود غذا و... که طی دوران رشد روی می‌دهد، باعث ایجاد تغییراتی در ساختمان استخوانها، فلس‌ها و سایر بافتهای نرم می‌شوند ولی معمولاً اتولیت‌ها بدون تغییر باقی می‌مانند (Mulligan *et al.*, 1987 ; Campana *et al.* , 1995). ترکیب شیمیایی اتولیت‌ها بخصوص میزان عناصر کمیاب آنها در واقع شناساگرهای ژنتیکی نیستند و نمی‌توانند تمایز بین جمعیت‌ها را از نظر تفاوتهای ژنتیکی مشخص سازند. اما این روش می‌تواند جمعیت‌هایی را که بخش عمده‌ای از حیات خود را در مناطقی مجزا گذرانده‌اند، تفکیک نماید (Campana *et al.*, 1995). از نظر سابقه مطالعاتی می‌توان به مطالعه عناصر تشکیل دهنده اتولیت ماهی Japanese flounder بعنوان شناساگرهای منطقه‌ای توسط Arai & Sakamoto, 1996، استفاده از تفاوت شیمیایی ساختمان فلس‌ها و مهره‌ها برای تشخیص جمعیت ماهی آزاد اقیانوس آرام توسط Mulligan *et al.*, 1987، استفاده از میزان عناصر کمیاب در بدن ماهی توسط Calaprice, 1971 و در مهره‌ها توسط Mulligan *et al.*, 1983; Calaprice, 1971 و Behrens Yamada *et al.*, 1987 اشاره کرد. همچنین براساس گزارش Edmonds و همکاران (1992) از این روش با استفاده از فلس‌ها توسط Bagenal و همکاران (1973) و Mulligan & Lapi (1981) جهت تمایز جمعیت ماهیان استفاده شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

اتولیت‌ها از کریستالهای کربنات کلسیمی درست شده اند که در ماتریکس پروتئینی Otolin قرار گرفته‌اند و عمده‌ترین عناصر تشکیل دهنده آنها عبارتنداز: Si ,Al,Cl,S,Na,K,Mn,Ti,Cr,Cu,Ra,V (Mulligan *et al.*, 1987). از عناصر کمیاب اتولیت‌ها می‌توان به Br,Cd,Cu,Zn,Ni,Mn,Fe,Sr وPb اشاره کرد (Arai & Sakamoto, 1993 ; Sie & Thresher, 1992). امروزه از شکل اتولیت هم به عنوان یک شناساگر طبیعی برای مطالعه جمعیت ماهیان صحبت می‌شود، چرا که شکل اتولیت یک ویژگی خاص در گونه‌ها محسوب می‌شود. ولی باید توجه داشت که استفاده از شکل اتولیت نیز همانند سایر روشهای تشخیص جمعیت‌ها (باستثنای استفاده از DNA) اختلافات محیطی و ژنتیکی را مشخص نمی سازد (Campana & Casselman, 1993) .

در ایران استفاده از این روش در آبزیان سابقه‌ای ندارد، لذا در این مطالعه هدف این بود که آیا امکان استفاده از آن برای تشخیص جمعیتی ذخایر آبزیان دریای خزر مثل ماهی کلمه وجود دارد؟ انتخاب ماهی کلمه برای بررسی، بدلیل اهمیت آن در بحث بازسازی ذخایر و انتخاب مولدین می‌باشد. در بحث تامین مولد، اطلاع از اینکه کلمه دریای خزر از یک جمعیت واحد هست یا نه می تواند در مدیریت بهره برداری و همچنین تکثیر و حمایت از ذخایر، مفید واقع گردد. مطالعات گذشته روی ماهی کلمه دریای خزر، با استفاده از خصوصیات مورفولوژیک، دو جمعیت کلمه انزلی - کورا و کلمه گرگان - ترکمن در بخش جنوبی دریای خزر را گزارش کرده است (کازانچف،۱۹۸۱ ; Berg, 1964). همچنین مطالعات انجام شده در سال ۱۳۸۲ روی جمعیتهای ماهی کلمه در انزلی و گرگان با استفاده از روش PCR-RFLP نشان می‌دهد که تنوع جمعیت ماهی کلمه وجود دارد هر چند که این تفاوتها را معنی‌دار نشان نمی‌دهد (عقیلی،۱۳۸۲).

مواد و روش کار

جمع‌آوری نمونه‌ها از اواسط آذرماه سال ۱۳۷۸ تا اوایل فروردین ماه ۱۳۷۹ از صید شرکتهای تعاونی پره صورت گرفته است. ماهیان بصورت تصادفی از چهار ناحیه آستارا، انزلی، بابلسر و بندر ترکمن جمع‌آوری شدند. ابتدا ۲۲۰ ماهی کلمه به آزمایشگاه منتقل شد ولی بدلیل مشکلات تکنیکی در تعیین میزان عناصر برخی از اتولیت‌ها، از اطلاعات ۹۸ عدد ماهی استفاده شد (جدول ۱). در آزمایشگاه، ماهیان زیست‌سنجی شدند بطوریکه طول چنگالی با دقت ۱ میلیمتر و وزن با دقت ۱ گرم ثبت شد. اتولیت‌های Sagitta بسرعت استخراج شده و بعد از شستشو با آب، روی کاغذ صافی قرار می‌گرفتند تا در هوای آزمایشگاه خشک شوند. سپس آنها را در شیشه‌های کوچکی قرار داده و مشخصات ماهی روی آن درج می‌شد. تعیین سن از طریق فلس و با کمک لوپ آزمایشگاهی صورت گرفت. فلسها از محل زیر باله پشتی و بالای خط جانبی تهیه شدند و در بین آنها فلس‌های متقارن و سالم مورد استفاده قرار گرفتند. اتولیت‌ها جهت تعیین میزان عناصر کمیاب به سازمان انرژی اتمی ایران، منتقل شدند. ابتدا دستگاههای

www.SID.ir

Archive of SID

مربوطه کالیبره شدند و سپس میزان عناصر Br,Zn,Cu,Fe,K وSr از نظر کمی بررسی شدند. برای تعیین میزان عناصر کمیاب روش PIXE (Proton Induced X-ray Emission) انتخاب شد.

روش PIXE اولین بار در سال ۱۹۷۰ توسط انستیتو Lund Institute of Technology معرفی شد (Kigam, 1998). اساس کار در این روش بمباران پروتونی نمونه‌ها است که در نتیجه آن لایه الکترونی اتمها تحریک شده و انرژی بصورت X-ray منتشر می‌شود. میزان انرژی و خصوصیات X-ray متناسب با مقدار و نوع عناصر داخل نمونه‌هاست، که از نظر کمی و کیفی قابل تجزیه و تحلیل خواهد بود. طبیعت چند عنصری PIXE و همچنین حساسیت بالای آن، این امکان ر ا فراهم کرده تا عناصر کمیاب زیادی در یک مرحله مشخص شوند. از امتیازات دیگر این روش، توانایی آنالیز نمونه‌های بسیار کم، سرعت آنالیز بالا (۱ تا ۱۰ دقیقه بمباران برای هر نمونه) و همچنین عدم تخریب ساختمان نمونه‌ها محسوب می‌شود. در اکثر گزارشات مرتبط با مسائل زیست محیطی و زیستی اظهار شده است که امتیاز بزرگ این روش حساسیت بالای آن در آنالیز نمونه‌های بسیار کم و با مقدار پائین است (Johansson & Maenhaut, 1994 ; Kirby *et al.*,1998 ; Campbell, 1988).

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار SPSS (10) استفاده شد و جهت مقایسه میانگین‌ها از آنالیز واریانس یکطرفه استفاده شده است. آزمون مورد استفاده LSD با حدود اطمینان $p<0/05$ بود.

جدول ۱: تعداد ماهیان نمونه برداری شده به تفکیک مناطق مورد مطالعه و کلاسهای سنی

	بندر ترکمن	بابلسر	انزلی	آستارا	مجموع
۲ساله	۸	۳	۵	۸	۲۴
۳ساله	۵	۷	۱۰	۱۰	۳۲
۴ساله	۵	۵	۸	۶	۲۴
۵ساله	۶	۴	۲	۶	۱۸
جمع کل	۲۴	۱۹	۲۵	۳۰	۹۸

نتایج

ماهیان صید شده در بندر ترکمن دارای طول و وزن بیشتری نسبت به مناطق دیگر بودند. میانگین طول ماهیان این منطقه ۶/۳±۲۲۵/۵ میلیمتر و میانگین وزن آنها ۱۴/۲±۱۹۱/۶ گرم بود. کوچکترین ماهیان در ناحیه انزلی با میانگین طول۵/۸±۱۹۵/۶ میلیمتر و میانگین وزن۱۳۴/۱۲۲/۳ گرم صید شدند (جدول ۲).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۲: میانگین طول و وزن ماهی کلمه به تفکیک مناطق نمونه برداری طی سالهای ۷۹- ۱۳۷۸

		بندر ترکمن	بابلسر	انزلی	آستارا
طول چنگالی(میلیمتر)	میانگین	۲۲۵/۵	۲۰۸/۲	۱۹۵/۶	۲۰۲/۱
	SE	۶/۳	۴/۱	۵/۸	۶/۲
	دامنه	۲۷۷- ۱۸۴	۲۴۵- ۱۸۰	۲۸۷- ۱۶۵	۲۸۵-۱۵۵
وزن (گرم)	میانگین	۱۹۱/۶	۱۵۹/۸	۱۳۴/۲	۱۵۲/۵
	SE	۱۴/۲	۱۰/۴	۱۲/۳	۱۳/۵
	دامنه	۳۱۲/۸- ۱۰۰	۲۵۵- ۹۱/۵	۳۲۸- ۷۵/۸	۳۳۲- ۶۰/۸

میانگین طول ماهیان کلمه به تفکیک سن نشان می دهد که ماهیان متعلق به ناحیه شرق یا بندر ترکمن نسبت به ماهیان نواحی غرب بزرگتر هستند. بعنوان مثال میانگین طول یک ماهی ۲ ساله در بندر ترکمن ۱۸۹/۴ میلی متر است، در حالیکه این مقدار در آستارا ۱۶۸/۶ میلی متر می‌باشد و با حرکت بسوی شرق بتدریج افزایش می یابد (جدول ۳).

جدول۳: میانگین طول ماهیان کلمه به تفکیک کلاسهای سنی در مناطق نمونه‌برداری طی سالهای۷۹-۱۳۷۸

		بندر ترکمن	بابلسر	انزلی	آستارا
ماهیان ۲ ساله	میانگین طول (میلیمتر)	۱۸۹/۴	۱۹۰/۳	۱۷۳/۸	۱۶۸/۶
	SE	۲/۲	۳/۲	۳/۳	۵/۵
	دامنه	۲۰۳- ۱۸۴	۱۹۶- ۱۸۵	۱۸۵- ۱۶۵	۲۰۰- ۱۵۵
ماهیان ۳ ساله	میانگین طول (میلیمتر)	۲۲۰/۴	۲۰۰/۴	۱۸۱/۵	۱۹۱/۹
	SE	۴/۷	۵/۴	۳/۱	۴/۲
	دامنه	۲۳۵- ۲۰۵	۲۲۰- ۱۸۰	۲۰۳- ۱۶۵	۲۰۷- ۱۷۰
ماهیان ۴ ساله	میانگین طول (میلیمتر)	۲۴۳/۷	۲۰۸	۲۰۶/۷	۲۰۸/۸
	SE	۱/۴	۲	۳/۹	۱/۸
	دامنه	۲۴۶- ۲۳۸	۲۱۳- ۲۰۲	۲۲۰- ۱۸۶	۲۱۳- ۲۰۲
ماهیان ۵ ساله	میانگین طول (میلیمتر)	۲۶۲/۵	۲۳۵/۲	۲۷۶	۲۵۷
	SE	۴/۱	۴/۶	۱۰/۹	۷/۳
	دامنه	۲۷۷- ۲۵۰	۲۴۵- ۲۲۵	۲۸۷- ۲۶۵	۲۸۵- ۲۳۱

میانگین تراکم و تجمع عناصر کمیاب در اتولیت ماهیان کلمه به تفکیک نواحی آستارا، انزلی، بابلسر و بندر ترکمن در جدول ۴ آورده شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

بیشترین میزان تجمع عنصرSr درمنطقه آستارا با ۱۴۶۷/۲ppm دراتولیت ماهیان کلمه دیده شد. کمترین میزان Sr درماهیان ناحیه شرق یعنی بندرترکمن با ۳۴۷/۲ppm بود. میزان Sr دراتولیت ماهیان از غرب به شرق کاهش می یابد (نمودار ۱).

برخلاف Sr، میزان تجمع Fe در اتولیت ماهیان صید شده از شرق به غرب کاهش نشان می‌دهد، بطوریکه میزان آن در بندر ترکمن ۱۱۰/۹ppmبود و با یک کاهش تدریجی به کمترین مقدار خود در آستارا یعنی ۴۱/۶ppm می‌رسد (نمودار ۲).

در مورد عنصر K قابل ذکر است که باستثنای ناحیه بندر انزلی، میزان آن در اتولیت ماهیان کلمه از شرق به غرب افزایش کمی را نشان می‌دهد. در شرقی‌ترین منطقه مورد مطالعه یعنی بندر ترکمن میزان K در اتولیت ماهیان کلمه ۱۰۵/۴ppm بود، در حالیکه این مقدار برای ماهیان آستارا ۱۹۷/۸ppm ثبت شده است.

جدول۴: میانگین تراکم عناصر کمیاب (ppm) در اتولیت ماهیان کلمه بتفکیک چهار منطقه نمونه‌برداری شده طی سالهای ۷۹-۱۳۷۸

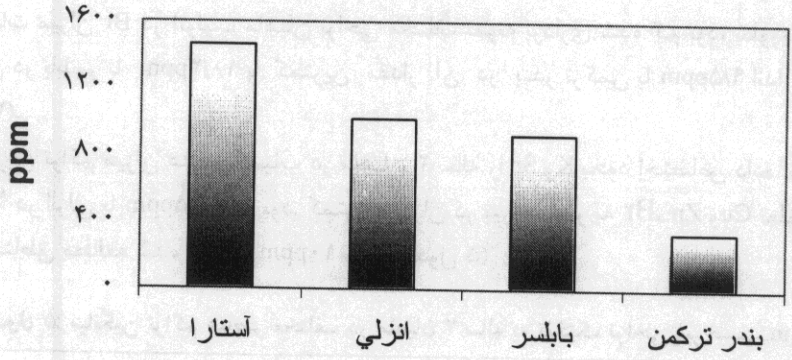
عنصر		بندر ترکمن n=۲۴	بابلسر n=۱۹	انزلی n=۲۵	آستارا n=۳۰
K	میانگین	۱۰۵/۴	۱۰۶/۵	۲۰۱/۱	۱۹۷/۸
	SE	۹/۵	۱۷/۵	۵/۵	۷/۱
	دامنه	۳۱/۲ -۱۹۶/۸	۴۶/۴ -۲۶۰	۱۲۲ -۲۴۶	۱۳۳ -۲۸۰
Fe	میانگین	۱۱۰/۹	۹۲/۹	۵۹/۱	۴۱/۶
	SE	۵/۷	۷/۱	۲	۲/۶
	دامنه	۷۲/۷ -۱۷۱	۳۶ -۱۵۲	۴۲ -۸۰	۲۵ -۹۷
Cu	میانگین	۳/۶	۵	۶/۲	۶
	SE	۰/۳	۰/۴	۰/۱	۰/۱
	دامنه	۱/۶ -۷/۶	۱/۲ -۶/۸	۵/۲ -۷/۱	۵ -۷/۳
Zn	میانگین	۵/۱	۶/۱	۶/۶	۸/۴
	SE	۰/۲	۰/۷	۰/۱	۰/۳
	دامنه	۳ -۷/۱	۳/۱ -۱۱/۱	۵/۵ -۸/۱	۵/۲ -۱۱/۲
Sr	میانگین	۳۴۷/۲	۹۲۰/۲	۱۰۱۷/۶	۱۴۶۷/۲
	SE	۱۱/۱	۳۸/۹	۹/۹	۱۷۸/۳
	دامنه	۲۵۹/۸ -۴۷۰	۶۳۱ -۱۲۱۰	۹۴۷/۶ -۱۱۰۰	۸۹۶/۸ -۱۱۹۲۰
Br	میانگین	۹/۵	۱۰/۳	۱۰	۹/۸
	SE	۰/۲	۰/۲	۰/۱	۰/۲
	دامنه	۷/۲ -۱۱/۱	۹/۲ -۱۱/۷	۹/۲ -۱۱/۲	۷/۸ -۱۱

www.SID.ir

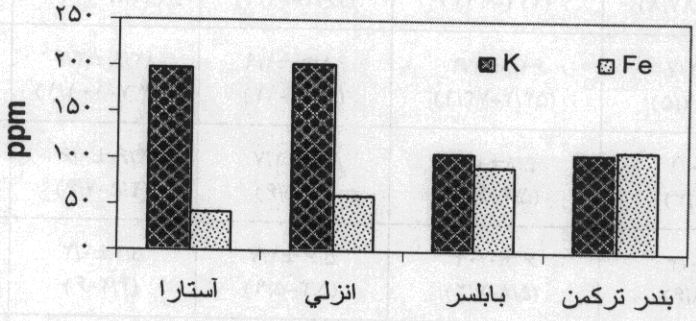
Archive of SID

میزان عنصرK برای ماهیان منطقه انزلی اندکی بیشتر از این مقدار یعنی ۲۰۱/۱ppm بود. چنین حالتی در مورد میزان Cu نیز مشاهده گردید. مقدار این عنصر در اتولیت ماهیان منطقه بندر ترکمن کمترین میزان را با ۳/۶ppm داشت ولی با حرکت بسمت غرب این مقدار افزایش ملایمی را نشان می‌دهد. مقدار آن در بابلسر و انزلی و آستارا بترتیب ۶/۲،۵ ppm و۶ بود (نمودار۳).

میزان Zn در اتولیت ماهیان هر چهار ناحیه مطالعه شده کمتر از ۱۰ppm بود و از شرق به غرب هم افزایش کمی را نشان می‌دهد، بطوریکه مقدار آن از ۵/۱ppm در بندر ترکمن به ۸/۴ppm در آستارا می‌رسد.



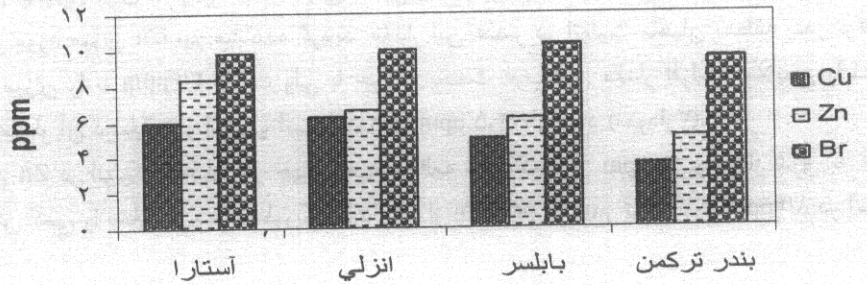
نمودار۱: میزان تراکم عنصرSr دراتولیت ماهیان کلمه به تفکیک نواحی بررسی شده



نمودار۲: میزان تراکم عناصرFe وK دراتولیت ماهیان کلمه به تفکیک نواحی بررسی شده

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار۳: میزان تراکم عناصر Zn ، Cu و Br دراتولیت ماهیان کلمه به تفکیک نواحی بررسی شده

نوسانات میزان Br در اتولیت ماهیان نواحی مختلف نمونه برداری شده کم بود، بطوریکه بیشترین میزان آن در بابلسر با ۱۰/۳ppm و کمترین مقدار آن در بندر ترکمن با ۹/۵ppm اندازه گیری شد (نمودار ۳).

بیشترین تراکم میزان عناصر کمیاب در ماهیان ۲ ساله را Sr وK بخود اختصاص داده اند. بیشترین میزان Sr در انزلی با ۱۰۱۱/۵ppm بود. کمترین میزان در بین عناصر به Br، Zn وCu تعلق داشت که در همه مناطق مطالعه شده کمتر از۱۰ppm بود (جدول ۵).

جدول ۵: میانگین تراکم عناصر مختلف در ماهیان ۲ ساله به تفکیک نواحی (برحسب ppm)

	بندر ترکمن	بابلسر	انزلی	آستارا
SE ± میانگین K دامنه	۱۰۱/۳±۴/۷ (۹۲/۸-۱۳۳)	۵۵/۶±۴/۷ (۴۶/۴-۶۲/۱)	۱۶۱/۶ ±۱۴/۱ (۱۲۲-۱۹۴)	۱۵۸/۹ ±۶/۳ (۱۳۷/۸-۱۸۷/۸)
SE ± میانگین Fe دامنه	۸۳/۸ ±۳/۶ (۷۲/۷-۱۰۱/۱)	۸۸/۴ ±۱/۹ (۸۵/۳-۹۲)	۶۱/۸±۳/۲ (۵۳/۴-۷۳/۱)	۳۵/۶±۲/۷ (۲۵/۳-۴۷/۵)
SE ± میانگین Cu دامنه	۴/۶ ±۰/۶ (۲/۵-۷/۶)	۵/۳±۱/۷ (۵-۵/۶)	۵/۸±۰/۱ (۵/۳-۶/۱)	۵/۷ ±۰/۱ (۵/۲-۶/۳)
SE ± میانگین Zn دامنه	۵/۲±۰/۲ (۴/۲-۶)	۵/۶ ±۱/۷ (۵/۳-۵/۹)	۶ ±۰/۰۴ (۵/۸-۶/۲)	۶/۷ ±۰/۴ (۵/۲-۸/۶)
SE ± میانگین Sr دامنه	۳۱۲ ±۱۵/۷ (۲۵۹/۸-۳۹۳/۶)	۸۹۱ ±۷/۵ (۸۷۶/۱-۹۰۰)	۱۰۱۱/۵ ±۲۲/۳ (۹۷۴/۶-۱۰۹۶)	۱۰۰۲/۴ ±۲۷/۷ (۸۹۶/۸-۱۰۷۹)
SE± میانگین Br دامنه	۸/۸ ±۰/۳ (۷/۲-۱۰/۱)	۹/۷ ±۰/۳ (۹/۲-۱۰/۱)	۹/۹±۰/۳ (۹/۲-۱۰/۶)	۹/۱±۰/۳ (۷/۸-۱۰/۶)

www.SID.ir

Archive of SID

در ماهیان ۳ ساله هم بیشترین مقدار Sr بترتیب درآستارا و انزلی مشاهده شد ولی کمترین میزان آن در بندر ترکمن دیده شد. همچنین در این دو ناحیه K، Zn وCu بیشترین مقدار را داشتند (جدول ۶).

جدول ۶: میانگین تراکم عناصر مختلف در ماهیان ۳ ساله به تفکیک نواحی (برحسب ppm)

	بندر ترکمن	بابلسر	انزلی	آستارا
SE ± میانگین K دامنه	۱۱۵/۴ ±۱۳/۱ (۹۰/۲-۱۶۱)	۶۰/۹ ±۲/۲ (۵۰-۶۸/۹)	۲۱۱/۷ ±۵/۴ (۱۸۹/۱-۲۴۶)	۱۹۳/۵ ±۱۰/۴ (۱۳۳/۲-۲۶۱/۳)
SE ± میانگین Fe دامنه	۱۰۰/۵ ±۰/۹ (۹۷/۸-۱۰۳)	۹۸/۳ ±۲/۳ (۸۹/۲-۱۰۵/۱)	۵۹/۱ ±۳/۷ (۴۳/۱-۸۰)	۳۶/۷ ±۱/۴ (۳۰/۲-۴۳/۱)
SE ± میانگین Cu دامنه	۴/۸ ±۰/۱ (۴/۳-۵/۲)	۵/۸ ±۰/۱ (۵/۲-۶/۱)	۶/۱ ±۰/۱ (۵/۵-۶/۷)	۵/۹ ±۰/۲ (۵-۶/۸)
SE ± میانگین Zn دامنه	۳/۴ ±۰/۲ (۳-۴)	۴/۸ ±۰/۲ (۳/۹-۵/۳)	۶/۳ ±۰/۰۳ (۵/۵-۶/۷)	۷/۶ ±۰/۰۶ (۸/۶-۸/۷)
SE ± میانگین Sr دامنه	۳۵۶/۱ ±۲۰/۸ (۳۰۸/۹-۴۱۴/۷)	۹۲۲/۳ ±۱۸/۸ (۸۷۰/۷-۹۹۱/۶)	۱۰۴۷/۹ ±۱۴/۹ (۹۴۷/۶-۱۱۰۰)	۱۱۳۵/۲ ±۱۷/۵ (۱۰۷۹-۱۲۱۱)
SE ± میانگین Br دامنه	۹/۲ ±۰/۲ (۸/۶-۹/۷)	۱۰/۲ ±۰/۲ (۹/۲-۱۱)	۹/۹ ±۰/۱ (۹/۲-۱۰/۸)	۹/۹ ±۰/۲ (۸/۸-۱۱)

ولی در گروه سنی ۴ سالهها ماهیان ناحیه آستارا با بیش از۱۱۶۳ppm بیشترین میزان Sr را داشت. کمترین میزان Sr درمنطقه بندر ترکمن با ۳۴۴/۸ppm دیده شد ولی درهمین ناحیه میزان K، Zn وBr در مقایسه با مناطق دیگر بیشترین مقدار را داشت (جدول ۷).

جدول ۷: میانگین تراکم عناصر مختلف در ماهیان ٤ ساله به تفکیک نواحی (برحسب ppm)

	بندر ترکمن	بابلسر	انزلی	آستارا
SE ± میانگین K دامنه	۱۶۷/۷ ±۱۶/۷ (۱۰۶/۸-۱۹۶/۸)	۲۲۸ ±۱۱/۷ (۱۹۸-۲۶۰)	۲۱۳/۶ ±۵/۱ (۱۹۵/۷-۲۳۵)	۲۳۶/۷ ±۱۲/۹ (۱۹۸/۱-۲۸۰)
SE ± میانگین Fe دامنه	۱۳۰/۶ ±۹/۵ (۱۰۱-۱۵۸)	۵۶/۸ ±۱۲ (۳۶-۹۷)	۵۸/۷ ±۳/۳ (۴۲-۷۰/۲)	۵۷/۵ ±۹/۸ (۳۶-۹۷)
SE ± میانگین Cu دامنه	۲/۵ ±۰/۲ (۱/۹-۲/۹)	۵/۹ ±۰/۳ (۵/۲-۶/۸)	۶/۵ ±۰/۱ (۵/۹-۷/۱)	۶/۲ ±۰/۳ (۵/۲-۷/۳)
SE ± میانگین Zn دامنه	۶/۱ ±۰/۴ (۵-۷/۱)	۱۰/۳ ±۰/۳ (۹/۶-۱۱/۱)	۷/۱ ±۰/۳ (۶/۲-۸/۱)	۱۰/۴ ±۰/۲ (۹/۶-۱۱/۲)
SE ± میانگین Sr دامنه	۳۴۴/۸ ±۱۳/۵ (۳۱۱-۳۸۵)	۱۱۳۶/۲ ±۲۳/۱ (۱۰۹۰-۱۲۱۰)	۹۹۴/۵ ±۱۴/۴ (۹۵۰-۱۰۷۱)	۱۱۶۳/۵ ±۳۳/۲ (۱۰۹۰-۱۳۰۰)
SE ± میانگین Br دامنه	۱۰ ±۰/۳ (۹/۲-۱۱/۱)	۱۰/۶ ±۰/۲ (۱۰-۱۱)	۱۰/۲ ±۰/۲ (۹/۶-۱۱/۲)	۱۰/۷ ±۰/۲ (۱۰-۱۱/۲)

www.SID.ir

Archive of SID

در گروه سنی ۵ ساله ها ماهیان صید شده در آستارا با ۲۹۴۳/۹ppm بیشترین و در بندر ترکمن با ۳۸۸/۸ ppm کمترین میزان Sr را داشتند. عناصر Br, Fe, Cu, Zn همانند سایر گروه های سنی در میزان کمتری نسبت به K و Sr قرار داشتند (جدول ۸).

جدول ۸: میانگین تراکم عناصر مختلف در ماهیان ۵ ساله به تفکیک نواحی (برحسب ppm)

	بندر ترکمن	بابلسر	انزلی	آستارا
SE ± میانگین K دامنه	۵۰/۵ ±۶ (۳۱/۲-۷۱)	۷۲/۵ ±۶/۹ (۶۱/۶-۹۲/۶)	۱۹۷ ±۵ (۱۹۲-۲۰۲)	۲۱۷/۸ ±۹/۴ (۱۹۵-۲۵۳)
SE ± میانگین Fe دامنه	۱۳۹ ±۸/۴ (۱۱۱-۱۷۱)	۱۳۱/۷ ±۱۱/۱ (۱۰۱-۱۵۲)	۵۴ ±۱۱/۹ (۴۲-۶۶)	۴۱/۹ ±۴/۴ (۲۷-۵۷)
SE ± میانگین Cu دامنه	۲/۲ ±۰/۲ (۱/۶-۲/۹)	۲/۲ ±۰/۴ (۱/۲-۳)	۶/۴ ±۰/۲ (۶/۲-۶/۶)	۶/۳ ±۰/۲ (۵-۷)
SE ± میانگین Zn دامنه	۵/۷ ±۰/۳ (۴/۹-۷/۱)	۳/۵ ±۰/۲ (۳/۱-۴)	۷/۴ ±۰/۴ (۷-۷/۸)	۹/۸ ±۰/۴ (۸-۱۱)
SE ± میانگین Sr دامنه	۳۸۸/۸ ±۲۶/۳ (۳۱۱-۴۷۰)	۶۶۸/۵ ±۱۶/۳ (۶۳۱-۷۰۱)	۹۷۳±۷/۹ (۹۶۵-۹۸۱)	۲۹۴۳/۹ ±۱۷۹/۵ (۱۰۱۱-۱۱۹۲۰)
SE ± میانگین Br دامنه	۱۰/۱ ±۰/۳ (۹/۲-۱۱)	۱۰/۷ ±۰/۴ (۹/۸-۱۱/۷)	۱۰/۳±۰/۶ (۹/۶-۱۱)	۹/۷ ±۰/۴ (۸/۵-۱۱)

بحث

مطالعه حاضر با هدف امکان بکارگیری روش تعیین عناصر کمیاب در بخش‌های سخت بدن برای تفکیک جمعیت‌های احتمالی ماهیان دریای خزر صورت گرفت. از بین ماهیان استخوانی اقتصادی دریای خزر ماهیانی مثل کپور، کلمه و کیلکا برای این مطالعه انتخاب اول بودند. لذا با توجه به اندازه مناسب اتولیتهای ماهی کلمه و همچنین وجود سابقه مطالعاتی مناسب روی ماهی کلمه از نظر تفکیک جمعیتی، بررسی حاضر روی ماهی کلمه متمرکز شد. بدلیل انتخاب نمونه‌ها از صید تور پره و انتخابی عمل کردن روش صید پره، ماهیان یکساله در نمونه‌برداری دیده نشد. نمونه‌های جمع‌آوری شده در کلاسهای سنی ۲ تا ۵ سال قرار داشتند. برای کار دو حالت وجود داشت، اول اینکه بدون در نظر

www.SID.ir

Archive of SID

گرفتن کلاسهای سنی، نمونه‌ها بصورت کلی بررسی شوند. در دومین حالت ماهیان بصورت مجزا و در کلاسهای سنی خود مورد ارزیابی قرار می‌گرفتند. لازم به توضیح است که در گذشته هر دو روش یاد شده بکارگرفته شده است و نتایج خوب و قابل قبولی را هم در پی داشته است. بعنوان مثال، در مطالعه ماهی *Gadus morhua* نمونه های بررسی شده در دامنه سنی ۲ تا ۱۲ سال قرار داشتند ولی ماهیان بصورت کلی در نظر گرفته شده اند و تفکیک سنی در آن لحاظ نشده است (Campana *et al.*, 1995). همچنین در مطالعه ماهی Yellow-eye mullet (*Aldrichetta forsteri*) در غرب استرالیا که میانگین طول آنها در محدوده ۲۱۰ تا ۳۶۸ میلی‌متر بود و در سنین $^{+}$۲ و $^{+}$۳ سال قرار داشتند، تفکیک کلاس‌های سنی صورت نگرفته است (Edmonds *et al.*, 1992). در مطالعه ماهی *Scomber japonicus colias* در دریای اژه (بین ترکیه و یونان)، آنها در ۶ گروه سنی از ۱ تا ۶ سال گروه‌بندی و مطالعه شده‌اند (Papadopoulou *et al.*, 1980) .

مقایسه میانگین تجمع و تراکم عناصر Sr, Zn, Cu, Fe, K نشان می دهد که در سطح تراکم Fe در اتولیت ماهیان مناطق آستارا، انزلی، بابلسر و بندر ترکمن، اختلاف معنی داری درمیانگین تجمع این عنصردر چهار ناحیه وجود دارد و هر چهار منطقه از همدیگر متمایز هستند. ولی مقایسه میانگین تجمع عناصرSr, Zn, Cu, K نشان می‌دهد که ماهیان دو ناحیه بندر ترکمن و آستارا از همدیگر مجزا هستند و در واقع اختلاف معنی‌داری بین آنها وجود دارد. اگر در این حالت داده‌های منطقه بندر انزلی مد نظر قرار نگیرد، مشخص می‌شود که در سطح تجمع عناصر Sr, Cu وFe، سه ناحیه آستارا، بابلسر و بندر ترکمن از همدیگر متمایز هستند. در یک حالت دیگر با ادغام داده‌های مناطق آستارا و انزلی، در سطح تجمع عناصر Fe و Cu، هر سه ناحیه (آستارا + انزلی)، بابلسر و بندر ترکمن قابل تفکیک هستند ولی در سطح عناصر Sr, Zn و K دو ناحیه (آستارا + انزلی) و بندرترکمن مجزا بوده و قابل تفکیک هستند. در این دو حالت یعنی کنار گذاشتن انزلی یا یکی کردن داده‌های انزلی و آستارا، یک حالت مشترک وجود دارد و آن اینکه ماهیان دو ناحیه آستارا (یا آستارا + انزلی) و بندر ترکمن در سطح تجمع عناصر Sr, Zn, K وFe در اتولیت‌شان، با همدیگر متفاوت هستند. مجموع مباحث نشان می‌دهد که اختلاف معنی‌داری در تجمع عناصر کمیاب در اتولیت ماهیان کلمه دو ناحیه آستارا و بندرترکمن وجود دارد. همچنین مقایسه تراکم عناصر کمیاب در گروههای سنی مختلف نیز نشان می‌دهد که در سطح تراکم عناصر Sr, Zn, Fe وK باستثنای ماهیان ۵ ساله، سایر گروههای سنی در دو ناحیه آستارا و بندر ترکمن قابل تفکیک هستند ولی در ماهیان مناطق انزلی و بابلسر این موضوع صدق نمی‌کند و در واقع تفاوت معنی‌داری بین آنها مشاهده نمی‌شود.

گزارشات قبلی در مورد ماهی کلمه دریای خزر (کازانچف، ۱۹۸۱; Berg, 1964) حاکی از وجود چهار جمعیت از آن است که دو جمعیت آن متعلق به بخش جنوبی دریای خزر هستند که از آنها تحت عنوان کلمه کورا (انزلی) و کلمه ترکمنستان (گرگان) یاد می‌کنند. نتایج بدست آمده از بررسی حاضر با این گزارشها و نتایج همخوانی دارد و در واقع اختلاف بین دو ناحیه شرق و غرب را کاملاً مشخص می‌کند. در حقیقت با استفاده از این روش ماهیان کلمه دو منطقه شرق (بندر ترکمن) و غرب (آستارا)

www.SID.ir

Archive of SID

مجزا هستند و این در حالی است که ماهیان مناطق بابلسر و بندر انزلی قابل تفکیک نبوده و در واقع یک اختلاط و همپوشانی در آنها دیده می‌شود.

از سوی دیگر مقایسه وضعیت رشد در ماهیان کلمه صید شده از مناطق مختلف نیز نشان دهنده همین موضوع است. بعنوان مثال میانگین طول ماهیان ۲ ساله در منطقه آستارا ۱۶۸/۶ میلی‌متر بود در حالیکه این مقدار برای ماهیان ناحیه بندر ترکمن ۱۸۹/۴ میلی‌متر است. این مقدار برای ماهیان ۳ ساله در آستارا ۱۹۱/۹ میلی‌متر و در بندر ترکمن ۲۲۰/۴ میلی‌متر است. مقایسه میانگین‌های طول در گروههای سنی مختلف نشان می‌دهد که ماهیان ساکن در منطقه شرق از رشد بهتر و بیشتری در مقایسه با نمونه‌های غرب برخوردارند و این اختلاف رشد در گروههای سنی مختلف در دو ناحیه آستارا و بندر ترکمن معنی دار است.

بتازگی نیز در یک مطالعه بر روی تنوع جمعیتی کپور ماهیان دریای خزر با روش PCR -RFLP. مشخص شده است که با استفاده از این روش می‌توان تنوع بین جمعیتهای ماهیان کلمه در مناطق بندر انزلی وگرگان را نشان داد (عقیلی،۱۳۸۲). در هر صورت نتایج نشان می‌دهد که امکان استفاده و بکارگیری این روش برای مطالعه و تفکیک جمعیت ذخایر آبزیان دریای خزر وجود دارد هر چند که برای نتیجه‌گیری نهایی تکمیل مطالعات بخصوص برای گونه‌های دیگر یک ضرورت انکار ناپذیر است.

در مطالعات اکوتوکسیکولوژی دریای خزر در سال ۲۰۰۲ که با شرکت تمام کشورهای ساحلی آن صورت گرفته است، میزان فلزات سنگین در بافتهای مختلف ماهیان خاویاری مانند کبد، عضلات، گناد و آبششها و همچنین تراکم آنها درآب دریا تعیین شده است. مقایسه نتایج ثبت شده برای تراکم Zn و Hg درکبد ماهیان خاویاری نشان می دهد که میزان آنها درنواحی غربی مثل داغستان بالاترازجنوب شرقی و سواحل ترکمنستان است. بعنوان مثال میزان Zn در کبد ماهیان منطقه داغستان ۹/۸۱mg/kg گزارش شده است ولی این میزان در ناحیه ترکمنستان ۸/۳۲mg/kg بوده است (Report, 2002). مقایسه میزان تجمع و تراکم برخی از عناصر در مناطق نمونه‌برداری نشان می‌دهد که تجمع Sr وZn در اتولیت ماهیان از غرب به شرق کاهش پیدا می‌کند. بیشترین میزان عنصر Sr در اتولیت ماهیان منطقه آستارا با ۱۴۶۷/۲ppm بود. این مقدار با یک کاهش تدریجی به کمترین مقدار یعنی ۳۴۷/۲ppm در ناحیه بندر ترکمن رسیده است. روند کاهشی در مقدارSr در آب دریا از ناحیه جنوب غربی بسمت جنوب شرقی یعنی از منطقه جمهوری آذربایجان تا ترکمنستان در گزارشات سال ۲۰۰۲ هم ارائه شده است که در واقع با نتایج حاصل از مطالعه فعلی همخوانی دارد. بطوریکه حداقل و حداکثر میزان Sr در منطقه جمهوری آذربایجان بترتیب ۱۴۷۲ و۱۸۲۳ میلیگرم در لیتر گزارش شده است ولی این مقادیر برای منطقه ترکمنستان بترتیب ۱۲۱۳ و ۱۸۶۴ میلیگرم در لیتر بود (Report, 2002). همچنین کمترین و بیشترین میزان Zn ثبت شده در منطقه جمهوری آذربایجان بترتیب ۶۳/۷ و ۳۹/۸ میلیگرم در لیتر و در ترکمنستان هم ۳۲/۱ و ۶۱/۸ میلیگرم در لیتر بود (Report, 2002).

مطالعات صورت گرفته برای اندازه‌گیری میزان فلزات سنگین در ماهیان قره برون و ازون برون طی سالهای ۷۸-۱۳۷۶ در ایران نیز مشخص ساخته است که در مقایسه دو ناحیه بندر ترکمن و آستارا،

www.SID.ir

Archive of SID

بافت عضله ماهیان ازون برون صید شده در بندر ترکمن دارای تجمع کمتری از عنصر Zn (۲۳/۳ ppm) نسبت به ماهیان صید شده در منطقه آستارا (۲۹/۸ ppm) هستند (صادقی راد، ۱۳۸۱). نتایج بررسی میزان تجمع عنصر Zn در بافت عضله ماهی سوف طی سال ۱۳۷۹ نیز مشخص ساخته است که میزان Zn در عضله ماهیان صید شده در ناحیه نوشهر کمتر از ماهیان صید شده در استان گیلان می باشد، بطوریکه میزان آن در منطقه نوشهر بین ۲۱/۱۵ تا ۳۰/۵۳ ppm/DW در نوسان بود ولی این مقادیر در استان گیلان بترتیب ۲۵/۵۷ و ۳۷/۵۸ ppm/DW برآورد شده است (رضوانی، ۱۳۷۹).

در خصوص عنصرCu نیز کمترین میزان ثبت شده در اتولیت ماهیان ناحیه بندر ترکمن بود و با حرکت بسمت غرب این مقدار افزایش یافته است. مطالعات سال ۷۸-۱۳۷۶ روی تراکم این عنصر در خاویار و عضله ماهیان خاویاری نشان می دهد که این الگو و روند در مورد تراکم این عنصر در خاویار قره برون (۳/۹۶ppm در بندرترکمن و ۴/۶۴ppm در آستارا) و ازون برون (۱/۳ppm در بندرترکمن و ۱/۷ppm در آستارا) صادق است (صادقی راد، ۱۳۸۱). همچنین، مقایسه تراکم عنصر Cu در بافت عضله ماهی سوف صید شده در مازندران و گیلان نشان می‌دهد که کمترین میزان آن در عضله ماهیان استان مازندران با ۰/۱۵ppm/DW ثبت شده است (رضوانی، ۱۳۷۹).

در یک نتیجه‌گیری کلی باید گفت که خصوصیات و ویژگیهای منطقه‌ای که ماهی در آن زیست می‌کند در اتولیت آنها منعکس می‌شود و تفاوتهای موجود در محیط زیست آنها از طریق بررسی میزان تراکم و تجمع عناصر مختلف و بخصوص عناصر کمیاب در اتولیت‌ها قابل بررسی است. عناصر کمیاب در حقیقت شناساگرهای ژنتیکی نیستند و نمی توانند تمایز بین جمعیتها را از نظر تفاوتهای ژنتیکی مشخص سازند، ولی با این روش می‌توان جمعیتهایی را که بخش عمده‌ای از حیات خود را در مناطقی مجزا گذرانده‌اند و در واقع مهاجرت‌ها و جابجایی‌های طولانی نداشته‌اند، تفکیک کرد (Campana *et al.*, 1995). در این بررسی اولین هدف این بود که آیا امکان بکارگیری این روش برای ماهیان استخوانی دریای خزر وجود دارد یا نه؟ تشخیص و تفکیک جمعیت‌های ماهیان اقتصادی و مهمی مثل کیلکا، ماهی سفید، ماهی کپور، ماهی کلمه و ... که معمولاً بصورت مشترک با کشورهای همسایه و ساحلی دریای خزر بهره‌برداری می‌شوند، می‌تواند در نوع مدیریت روی ذخایر آنها تاثیرگذار باشد. قابل ذکر است که شیلات ایران در جهت ترمیم ذخایر و ازدیاد نسل اکثر این گونه‌ها سیاست‌های حمایتی و سرمایه‌گذاری‌های زیادی را داشته است. احداث کارگاههای متعدد تکثیر و پرورش و تولید و رهاسازی سالانه میلیونها عدد بچه ماهی انگشت قد در دریا از جمله این سیاستها محسوب می‌شود. مسلماً آگاهی از وجود جمعیتهای متنوع از ماهیان علاوه بر تاثیر در نگاه به نوع بهره‌برداری، در بحث تولید و انتخاب مولدین برای تکثیر در کارگاهها هم تاثیرگذار خواهد بود. لذا، امید است با تداوم و تکرار این بررسی و بخصوص روی گونه‌های دیگر بتوان به سئوالات و مباحث جواب داده نشده پاسخی مناسب داد.

www.SID.ir

Archive of SID

تشکر و قدردانی

از آقایان دکترتقوی، دکتر پورنگ، مهندس افرائی، مهندس قاسمی، مهندس پیروان، مهندس وطن خواه، مهندس بورانی، دکتر رستمی، مهندس غنی نژاد، مهندس بندانی، مهندس فضلی، مهندس طالشیان، مهندس باقرزاده، دکتر نگارستان، دکتر کیمرام، دکتر خوشباور رستمی و مهندس مقیم بدلیل همیاری و همکاری در این مطالعه تشکر و قدردانی بعمل می‌آید.

از آقای دکتر Steven E. Campana از کشور کانادا که در طول دوره اجرای این مطالعه از هیچگونه راهنمایی و مساعدتی دریغ نکردند، سپاسگزاری می‌نمائیم.

منابع

رضوانی، س. ، ۱۳۷۹. بررسی آثار هیستولوژیک ناشی از عوامل زیست محیطی دریای خزر روی ماهیان استخوانی شکارچی " آزاد و سوف دریای خزر". موسسه تحقیقات شیلات ایران. در حال انتشار.

صادقی راد، م. ، ۱۳۸۱. اندازه‌گیری فلزات سنگین (روی، مس، کادمیم، سرب و جیوه) در بافت عضله و خاویار دو گونه تاسماهی ایرانی و ازون برون حوضه جنوبی دریای خزر. موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۱۳۸۱. ۸۲ صفحه..

عقیلی، ر. ، ۱۳۸۲. بررسی تنوع ژنتیکی در خانواده کپورماهیان دریای خزر به روش RFLP. پایان نامه دکتری عمومی دامپزشکی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرمسار. ۱۴۶ صفحه.

کازانچف، ا.ان. ، ۱۹۸۱. ماهیان دریای خزر و حوضه آبریز آن. ترجمه: ابوالقاسم شریعتی،۱۳۷۱. وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی. ۱۷۱ صفحه..

Arai, N. and Sakamoto, W. , 1993. PIXE analysis of otoliths from reared Red sea Bream, *Pagrus major* (Temminck et schlegl). International Journal of PIXE. Vol.3, No.4, pp. 275-281.

Arai, N. and Sakamoto, W. , 1996. PIXE analysis of fish otoliths: Application to fish stock discrimination. International Journal of PIXE, Vol.6, Nos.1&2, pp.227-232.

Bagenal, T.B. ; Mackereth, F.J.H. and Heron, J. , 1973. The distinction between brown trout and sea trout by the strontium content of their scales. Journal of Fish Biol. Vol. 5, pp.555-557.

Behrens Yamada, S. ; Mulligan, T.J. and Fournier, D. , 1987. Role of environment and stock on the elemental composition of sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) vertebrae. . Can. J. Fish. Aquat. Sci., Vol. 50, pp.1062-1083.

Berg, S.L. , 1964. Fresh water fishes of USSR and Adjacent Countries. Vol.2. Izdatelstvo Academii Nauk USSR. Moscowa. Leiningrad. 1510P.

www.SID.ir

Archive of SID

Bowen, W.D. , 1987. A review of stock structure in the Gulf of Maine area: A workshop report. Can. Atlantic Fisheries Scientific Advisory Committee Research Document 87/21.

Calaprice, J.R. , 1971. X-ray spectrometric and multivariate analysis of sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) from different geographic region. Journal of Fisheries Research Board of Canada. Vol. 28, pp.369-377.

Campana, S.E. and Casselman, J.M. , 1993. Stock discrimination using otoliths shape analysis. Can. J. Fish. Aquat. Sci., Vol. 44, pp.1206-1212.

Campana, S.E. ; Fowler, A.J. and Jones, C.M. , 1994. Otolith elemental fingerprinting for stock identification of Atlantic cod (*Gadus morhua*) using laser Ablation ICPMS. Can. J. Fish. Aquat. Sci., Vol. 51, pp.1942-1950.

Campana, S.E. and Gagne, J.A. , 1995. Cod stock discrimination using ICPMS elemental assays of otoliths. Recent development in fish otoliths research. University of South Carolina Press. Columbia. pp.671-691.

Campana, S.E. ; Gagne, J.A. `and Mclaren, J.W. , 1995. Elemental fingerprinting of fish otoliths using ID-ICPMS. Mar Ecol prog Ser. Vol. 122, pp.115-120.

Cross, T.F. and Payne, R.H. , 1978. Geographic variation in Atlantic cod, *Gadus morhua*, off eastern North America: A biochemical systematic approach. Journal of Fisheries Research Board of Canada. Vol. 35, pp.117-123.

Edmonds, J.S. ; Lenanton, R.C.J. ; Caputi, N. and Morita, M. , 1992. Trace elements in the otoliths of yellow-eye mullet (*Aldrichetta forsteri*) as an aid to stock identification. Fisheries, Research. Vol. 13, pp.39-51.

Gunn, J.S. ; Harrowfield, I.R. ; Proctor, C.H. and Thresher, R.E. , 1992. Electron probe microanalysis studying age and stock discrimination. Journal of Exp. Mar. Biol. Ecol., Vol. 158, pp.1-36.

Halden, N.M. ; Babaluk, J.A. ; Campbell, J.L. and Teesdale, W.J. , 1995. Scanning proton microprobe analysis of strontium in an arctic charr, *Salvelinus alpinus*, otolith: implications for the interpretation of anadromy. Environmental Biology of Fishes. Vol. 43, pp.333-339.

Hamilton, S.J. and Haines, T.A. , 1989. Bone characteristics and metal concentrations in white suckers (*Catosomus commersoni*) from one neutral and three acidified lakes in Maine. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science. Vol. 46, pp.440-446.

www.SID.ir

Archive of SID

Hellou, J. ; Warren, W.G. ; Payne, J.F. ; Belkhode, S. and Lobel, P. , 1992. Heavy metals and other elements in three tissues of cod, *Gadus morhua*, from the Northwest Atlantic. Marine Pollution Bulletin. Vol. 24, pp.452-458.

Johansson, S.A.E. and Campbell, J.L. , 1988. PIXE: A novel technique for elemental analysis. John Wiley & Sons Inc., 347P.

Johnson, M.G. , 1989. Metals in fish scales collected in Lake Opeongo, Canada from 1939 to 1979. Transactions of the American Fisheries Society. Vol. 118, pp.331-335.

Kigam , 1998. Proton Induced X-ray Emission (PIXE). Kore Institute of Geoscience and Mineral Resources (KIGAM)

Kirby, B.J. ; Danks, D.M. ; Legge, G.J.F. and Mercer, J.F.B. , 1998. Analysis of the distribution of Cu, Fe and Zn and other elements in brindled mouse kidney using a scanning proton microprobe. Journal of Inorganic Biochemistry. Vol. 71, pp.189-197.

Lapi, L.A. and Mulligan, T.J. , 1981. Salmon stock identification using a micro analytic technique to measure elements present in the fresh water growth region of scales. Canadian Journal of Fish Aquat. Sci. Vol. 38, pp.744-751.

Lear, H.W. and Wells. R. , 1984. Vertebral averages of juvenile Cod, *Gadus morhua*, from coastal waters of eastern Newfoundland and Labrador as indicators of stock origin. Journal of Northwest Atlantic Fishery Science. Vol. 5, No. 1, pp.23-31.

Maenhaut, W. , 1994. Particle-induced X-ray emission analysis of biological materials. Biennial Report 1993-94. University Gent, Institute Voor Nucleaire Wetenschappen, Labboratorium Voor Analytiche Scheikunde. Belgium.

Miller, P.A. ; Munkittrick, K.R. and Dixon, D.G. , 1992. Relationship between concentrations of copper and zinc in water, sediment, benthic invertebrates, and tissues of white sucker *(Catostomus commersoni)* at metal-contaminated sites. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science. Vol. 49, pp.978-984.

Mork, J. ; Ryman, N. ; Stahl, G. ; Utter, F. and Sundnes, G. , 1985. Genetic variation in Atlantic cod (*Gadus morhua*) throughout its range. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science. Vol. 42, pp.1580-1587.

Mulligan, T.J. ; Lapi, L. ; Kieser, R. ; Yamada, S.B. and Duewer, D.L. , 1983. Salmon stock identification based on elemental composition of vertebrae. Canadian Journal of Fish. Aquat., Sci. Vol. 40, pp.215-229.

www.SID.ir

Archive of SID

Mulligan, T.J. ; Martin, F.D. ; Smucker, R.D. and Wright. D.A. , 1987. A method of stock identification based on the elemental composition of striped bass *Morone saxatilis* (walbaum) otoliths. Journal of Exp. Mar. Biol. Ecol., Vol. 114, pp.241-248.

Papadopoulou, C. ; Kanias, G.D. and Moraitopoulou-kassimati, E. , 1980. Trace element content in fish otoliths in relation to age and size. Marine Pollution Bulletin, Vol.II: pp. 68-72.

Report on results of complex interstate all-Caspian sea expedition on the assess of sturgeon species stocks , 2002. Astrakhan. 114P.

Scott, D.H. and Martin, W.R. , 1957. Variation in the incidence of larval nematodes in Atlantic Cod fillets along the southern Canadian mainland. Journal of Fisheries Research Board of Canada. Vol. 14, pp.975-996.

Sie, S.H. and Thresher, R.E. , 1992. Micro–PIXE analysis of fish otoliths: Methodology and evaluation of first results for stock discrimination. International Journal of PIXE, Vol.2, No.3, pp.357-379.

Smith, P.J. ; Birley, A.J. ; Jamieson, A. and Bishop, C.A. , 1989. Mitochondrial DNA in the Atlantic Cod, *Gadus morhua*: Lake of genetic divergence between eastern and western populations. Journal of Fish Biology. Vol. 34, pp.369-373.

Thorrold, S.R. ; Jones, C.M. and Campana, S.E. , 1997. Response of otolith microchemistry to environmental variations experienced by larval and juvenile Atlanti croaker (*Micropogonias undulates*). Limnol. Oceanogr. Vol. 42, No. 1, pp.102-111.

Wise, J.P. , 1963. Cod groups in the New England area. Fishery Bulletin. Vol. 63, pp.189-203.

www.SID.ir

Archive of SID

Discrimination of populations of Caspian Roach (*Rutilus rutilus*) using trace element content in otoliths

Parafkandeh Haghighi F. and Rezvani S.

Parafkandeh@hotmail.com

Iranian Fisheries Research Organization, P.O.Box: 14155-6116 Tehran, Iran

Keywords: Otolith, *Rutilus rutilus*, Caspian Sea

Abstract

Otoliths were collected from 98 Caspian Roach in the east, centre and west parts of south Caspian Sea during 1999-2000. Trace elements K, Sr, Cu, Fe, Zn, and Br in the otoliths were detected using PIXE method. Our results suggest K, Sr, Cu, Fe, and Zn can be used as discriminating factors for population separation in Caspian Roach. The value of K, Sr, Cu, Fe, and Zn were 7.1, 178.3, 0.1, 2.6, 0.3ppm in the west and 9.5, 11.1, 0.3, 5.7, 0.2ppm in the east. Therefore, Caspian Roach from west and east can be discriminated based on their significantly different concentration of trace element contents ($p<0.05$). However, this was not the case for fish from central part and Anzali area ($p<0.05$). This study affirmed earlier results from investigations on morphometric characteristics of Caspian Roach suggesting the presence of two different populations of *Rutilus rutilus* in the south of the Caspian Sea, namely Anzali-Kura, and Gorgan-Turkmen.

www.SID.ir