دراسة مقارنة لتركيز بعض العناصر الثقيلة في لحوم الأسماك المصطاده والمعلبه في جمهورية اليمن/ حضرموت

سفيان كامل عبد الباقي* و أيوب العمودي**

*جامعة تكريت **جامعة حضرموت

الخلاصة

جمعت نماذج لحوم من عدة انواع من الاسماك قرب ميناء الظبة لتصدير النفط في ساحل حضرموت المطل على البحر في جمهورية اليمن وهي الهامور *Epinephelus arreolatus* وساردين *Sardinella longiceps* وحميرة *Blutyaees glcgotgippus* وشروي *Euthynnus affinis* وظبية *Elagatis bipnnulate* وقرش *Carcharhinus wheeleri* وقديد *Aetomylaeus nichofii* و الشروخ (القشريات) *Panulirus longiceps* و باغه *Rastrelliger kanagurta* و زينوب *Thunnus tonggol* و جري بحري *Arius thalssinus* ، بواقع 25 سمكة لكل نوع. اجري تقدير محتوى لحوم الاسماك من العناصر الثقيلة (الرصاص Lead والكادميوم Cadmium والزئبق Mercury) واشارت نتائج التحليل المختبري لعنصري الرصاص والزئبق انها ضمن الحدود المسموح بها محليا وعالميا وبلغت مديات تركيز الرصاص بين 0.062 الى 0.374 جزء بالمليون والزئبق بين 0.006 الى 0.099 جزء بالمليون، فيما تجاوز عنصر الكادميوم في لحوم كل انواع الأسماك المدروسة الحد المسموح به وبلغ بين 0.11 الى 1.74 جزء بالمليون عدا اسماك الهامور *Epinephelus arreolatus* (0.06 جزء بالمليون) والزينوب *Thunnus tonggol* (0.009 جزء بالمليون). أن ممارسة الأنشطة البترولية في ميناء الظبة كان لها تأثير ملحوظ على زيادة محتوى عنصر الكادميوم في لحوم الاسماك المصطادة والأسماك المعلبة.

الكلمات المفتاحية: اسماك بحرية، عناصر ثقيلة و ساحل حضرموت.

Comparative Study of Some Heavy Metals Concentration in Catch and Canned Fish Meat in Repoblic of Yemen / Hadramowt

* Sufyan K Abdulbagi **Ayoob Alamodi

*Tikrit University/Iraq ** Hadramout University/ Yemen

E-mail: skan1938@gmail.com

Abstract

Samples of fishes were collected near Al-Zabh port for exporting oil in Repoplic of Yemen, the type of Fishes wer Epinephelus arreolatus ,Sardinella longiceps , Blutyaees glcgotgippus ,Euthynnus affinis , Elagatis bipnnulate , Carcharhinus wheeleri , Aetomylaeus nichofii , Panulirus longiceps Rastrelliger kanagurta , Thunnus tonggol , Arius thalssinus with 25 speciements for each type. The measuring of heavy metals (Lead, mercury and cadmium) in different fishes were done. The results showed that values within national and international standerd for lead and ranged between 0.062 and 0.347 ppm and for mercury between 0.006 and 0.099 ppm , while for cadmium exceeded the globally allowable limite in all study fish and ranged between 0.11- 1.74 ppm except Elhamor Epinephelus arreolatus (0.06 ppm) and Elzainob Thunnus tonggol (0.009 ppm). The petroleum activities in the AL-Zabh Port had a marked effect on increasing cadmium content in meat of catch and canned fish

Key Word: Marine Fishes, Heavy Metal and Hadramout Shore

المقدمة

تعد الجمهورية اليمنية التي تقع على خليج عدن والبحر العربي (سواحل حضرموت) من المناطق الغنيه بالأنواع المختلفة من الأسماك . أن تلوث هذه المناطق بمصادر التلوث المختلفة يسبب انحطاط في الخصائص البيئية نتيجة لطرح مواد ملوثة الى البيئة المائية (مولود وآخرون، 1991)، ويؤثر بشكل كبير على انواع واعداد الأسماك وقد يؤدي إلى فقدان الصيادين المحليين لمصدر رزقهم، وخساره كبيره في اقتصاد الدولة، وان تلوث المياه الطبيعية من اكثر المخاطر التي تواجه العالم مع تطور وتزايد صناعة النفط والمواد الكيميائية الأخرى وزيادة احتمالية وصول هذه الملوثات الى المياه الطبيعية التي ستلحق الضرر بالأحياء المائية والإنسان (الخفاجي ، 2005). أن دراسه تركيز بعض العناصر الثقيلة تعد هامه وحيوية وذلك لميلها للتراكم داخل الأنظمة البيئية وفي اجسام الكائنات الحية التي تعيش في هذه الأنظمة البيئية ومنها الأسماك، مما ادى الى زيادة اهتمام المنظمات العالمية والحد من استخدامها وايجاد السبل الكفيلة للتخلص منها والسيطرة عليها (عبد الحميد و عبد المجيد ، 1996). يحتوي النفط الخام على كميات ضئيله جداً من العناصر الثقيلة التي تصل للأنسان عن طريق التسرب من الناقلات النفطية اوإشتعال النيران فيها او أثناء التحميل والتفريغ أو عند غسيل مصافي النفط المنتشره على الشواطئ ومنها عناصر الزئبق والرصاص والكادميوم (الطيب و جرار ،1988). ان جميع مركبات الزئبق سامة لكن المركبات العضوية اشدها سمية وخطورة لأن الجسم البشري يلفظ معظم مركبات الزئبق غير العضوية ، ويتراكم الرصاص في العظام وفي انسجة الدماغ عند الإنسان، اما الكادميوم فيسبب عند الإنسان اضطرابات في النمو وتغيير في تركيب الدم وقد يصل الأمر الى الوفاة (Thurmanو Webber ، 1984). ان اكثر العناصر خطورة هي الكادميوم والزئبق والتي تعد مؤذية للإنسان حتى في حدودها القليلة ويحتاج جسم الإنسان الى كميات ضئيلة من بعض العناصر للقيام بوظائف الجسم.

تنتقل وتتراكم بعض العناصر الثقيلة المؤذية للإنسان في البيئات المائية نتيجة وصول الملوثات المختلفة مثل الفضلات الصناعية والزراعية او بسبب تسرب النفط من البواخر. هدفت الدراسة الحاليه الى قياس تركيز كل من عناصر الزئبق والرصاص والكادميوم في لحوم الاسماك المصطادة من ساحل حضرموت قرب ميناء الضبة/اليمن وكذلك قياسها في بعض الأسماك المعلبه ومقارنتها مع الحدود المسموح بها دوليا او محليا.

المواد وطرائق العمل

جمعت عينات الاسماك الطرية في اثناء المدة من 2008/4/3 م الى 2008/4/7 م من منطقة قريبة من ميناء الضبة لتصدير النفط في حضرموت / اليمن على ساحل بحر العرب التي تقع ضمن الرصيف القاري وبواسطة شباك الكرفة القاعيه في المناطق القريبه من الساحل والمحصورة بين الساحل ولمسافة 8 كم وعلى شكل مجموعتين المجموعة الأولى وعددها 11 نوعا جمعت من مناطق البيع على الساحل مباشرة بواقع 25 عينة لكل نوع وهي : هامور *Epinephelus arreolatus* وساردين *Sardinella longiceps* وحميرة *Blutyaees glcgotgippus* وشروي *Euthynnus affinis* وظبية *Elagatis bipnnulate* وقرش *Carcharhinus wheeleri* وقديد *Aetomylaeus nichofii* و الشروخ (القشريات) *Panulirus longiceps* و باغه *Rastrelliger kanagurta* و زينوب *Thunnus tonggol* و جري بحري *Arius thalssinus* .

جميع انواع الأسماك المصطادة مستوطنة عدا اسماك الساردين تعد مهاجرة. حفظت العينات في الثلاجة لحين إجراء التحاليل المختبرية في مختبرات التلوث البحري و مختبر ميكرو بيولوجي الأغذية ومختبر تكنولوجيا الأسماك في جامعة حضرموت، وذلك بأخذ وزن معلوم من الأجزاء الطرية للأسماك. قيست تراكيز

عنصري الرصاص والكادميوم بتقنية اللهب Flame وقيس تركيز عنصر الزئبق باستخدام تقنية الهيدرات بجهاز الطيف الذري اللهبي(APHA,1992)، وسجلت القياسات الحياتية مثل العمر الذي تراوح من 3 الى 6 سنوات والطول الكلي لأقرب سنتمتر المجموعة الثانية تمثلت بعينات اسماك معلبه تم جمعت من السوق المحليه (فوه – حي المساكن) بتاريخ 2008/5/6م وهي أربع عينات (محلية ومستوردة) بالأسماء التجارية للمنتج وكالتالي :

1- الريان وشبام من إنتاج اليمن .

بأستخدام قياس شريط والوزن الكلي لأقرب غرام ، اجري التحليل الكيمياوي للحوم الأسماك اعتمادا على لقياس البروتين والدهون والرطوبة والكاربوهيدرات والرماد كنسبة مئوية من الماده الجافة.

2-تونه إنتاج تايلاند والسردين إنتاج اليابان ، تم قياس تراكيز العناصر الثقيلة ومقارنتها بالقياسات العالمية واليمنية (وزارة الثروة السمكية اليمنية، 2005) أخذت بعض المعلومات لكل عينة أسماك معلبة كما هو مبين في الجدول (1).

جدول (1) بعض المعلومات عن عينات الأسماك المعلبة

العينة(الإسم التجاري للعلبه)	تاريخ الأنتاج	تاريخ الانتهاء	الوزن الصافي (غرام)	البلد المنتج	المكونات
الريان (للرجيم والحمية)	2008	2009	185	اليمن	لحم تونه – محلول ملحي
شبام	2008	2009	155	اليمن	لحم تونه – زيت نباتي – ملح
Tuna fish (سمك تونه)	2008/ Sept.1	2009 Sept.1	185	تايلاند	سمك تونه – زيت فول الصويا – ملح
قطع سردين (Rosanna)	2007/ Nov.1	2009 Nov.1	200	اليابان	سردين في صلصة طماطم فلفل وملح

النتائج والمناقشة

يبين جدول (2) مديات ومعدلات الأوزان الكلية بالغرام ومديات الأطوال الكلية ومعدلاتها بالسنتميتر لعدد من الأسماك البحرية المصادة من منطقة ميناء الضبة/اليمن، اذ تراوحت معدلات اوزانها 200 و 23.8 و 300 و 800 و 1000 و 3800 و 600 و 1600 و 260 و 350 و 800 غم لأسماك الهامور والسردين والحميرة والشروي والزينوب والجري البحري والقرش والقديد والباغه والشروخ والظبية على التوالي ومعدلات اطوالها 24.5 و 14.3 و 24.5 و 39.5 و 41.5 و 70.5 و 51.5 و 32.5 و 24.5 و 19 و 48.5 سم على التوالي وهي ضمن الأوزان والأطوال المناسبة لإجراء الفحوصات.

جدول (2) مديات ومعدلات الوزن الكلي والطول الكلي للأسماك المصطادة

العينة	تاريخ الجمع	مكان الجمع	مديات ومعدلات الوزن (غم)	مديات ومعدلات الطول (سم)
هامور	2008/4/3	ميناء الضبة	266- 118 (200)	28.5- 21.5 (24.5)
ساردين	=	-	33.2- 18.6 (23.8)	18.6- 12.3 (14.3)
حميرة	2008/4/5	-	354- 218 (300)	30.6- 19.5 (24.5)
شروي	=	-	918- 723 (800)	44.5- 32.8 (39.5)
زينوب	2008/4/7	-	1200- 800 (1000)	45.7- 38.4 (41.5)
جري بحري	=	-	3956- 3623 (3800)	75.5- 66.4 (70.5)
قرش	=	-	1230- 458 (600)	67.3- 47.6 (51.5)
قديد	=	-	1930- 1214 (1600)	38.5- 29.5 (32.5)
باغه	=	-	337- 210 (260)	28.5-20.5 (24.5)
شروخ	2008/4/7	-	438- 303 (350)	22- 17 (19)
ظبية	=	-	930- 705 (800)	56.8- 40.4(48.5)

عنصر الرصاص

يتضح من جدول (3) أن مديات تركيز عنصر الرصاص في عينات الأسماك المصطادة قيد الدراسة وعينات الأسماك المعلبة محليا والمعلبة المستوردة (جدول 4) بلغ من 0.062 جزء بالمليون في اسماك الحميرة الى 0.374 جزء بالمليون في اسماك الجري البحري وهذا يقع ضمن المدى المسموح به محليا وعالميا (وزارة الثروة السمكية اليمنية، APHA,1992 ; 2005) .

جدول (3) قياس تركيز عنصر الرصاص في عينات الأسماك المصادة

العينة	تركيز العنصر (جزء بالمليون)	الحد الأعلى المسموح به (جزء بالمليون)	الحد المسوح به حسب المواصفات اليمنية (جزء بالمليون)
هامور	0.256	0.4 -0.2	0.5
جري بحري	0.374	0.4 -0.2	0.5
ظبيه	0.181	0.4 -0.2	0.5
ساردين	0.147	0.4 -0.2	0.5
قديد	0.165	0.4 -0.2	0.5
زينوب	0.062	0.4 -0.2	0.5
حميرة	0.062	0.4 -0.2	0.5
شروي	0.363	0.4 -0.2	0.5
قرش	0.182	0.4 -0.2	0.5
باغه	0.177	0.4 -0.2	0.5
شروخ	0.089	0.5	0.5

جدول (4) قياس تركيز عنصر الرصاص في العينات المعلبة محلياً والمستوردة

العينة(الإسم التجاري للعلبه)	تركيز العنصر(جزء بالمليون)	الحد الأعلى المسموح به عالمياً (جزء بالمليون)	الحد المسوح به حسب المواصفات اليمنية (جزء بالمليون)
الريان	0.242	0.4 -0.2	0.5
شبام	0.149	0.4 -0.2	0.5
Tuna fish	0.316	0.4 -0.2	0.5
قطع سردين	0.236	0.4 -0.2	0.5

عنصر الكادميوم

يتضـــح من النتائج المدونة (جدول5) أن تركيز عنصـر الكادميوم في عينات أسـماك الهامور والزينوب المصطادة قيد الدراسة كانت ضمن الحدود المســموح به عالمياً (APHA,1992) وهي اقل من (0.1 جزء بـالمليون) في حين ارتفعـت تراكيزه في الأنواع الأخرى المصـــطادة عن الحد المســـموح به عالميا (جدول 5)، اذ بلغت في لحوم اسماك القرش 1.745 جزء بـالمليون ويليهـا الجري البحري حيـث بلغت 0.301 جزء بالمليون ثم القديد 0.248 جزء بالمليون والباغة 0.207 جزء بالمليون مما يدل على وجود تلوث في لحومهـا انتقل اليهـا من بيئتهـا التي تعيش فيها .

أما عينات الأسـماك المعلبة محلياً فقد تجاوزت نسـبة الكادميوم في عينة التونة المعلبة (شبام) وعينة التونة المعلبة (الريان)الحدود المسموح به عالمياً (جدول 6) اذ بلغـت 0.282 جزء بـالمليون و 0.149 جزء بالمليون على التوالي ، في حين كانت نسبة الكادميوم في عينات الأســـماك المعلبة المســـتوردة نوع قطع السردين ضمن الحدود المسموح به عالمياً (0.1 جزء بالمليون) بينما اســماك التونا تجاوز تركيز عنصـــر الكادميوم الحدود المســـموح بها عالميا وبلغ 0.172 جزء بالمليون.

جدول (5) تركيز عنصر الكادميوم في عينات الأسماك المصادة

العينة	تركيز العنصر (جزء بالمليون)	الحد الأعلى المسموح به عالمياً (جزء بالمليون)	
هامور	0.0698	0.1	
جري بحري	0.3010	0.1	
ظبيه	0.1880	0.1	
ساردين	0.1170	0.1	
قديد	0.2480	0.1	
زينوب	0.0099	0.1	
حميرة	0.1390	0.1	
شروي	0.1830	0.1	
قرش	1.7450	0.1	
باغة	0.2070	0.1	
شروخ	0.1720	0.5	

جدول (6) قياس تركيز عنصر الكادميوم في العينات المعلبة محلياً والمستوردة

العينة	تركيز العنصر(جزء بالمليون)	الحد الأعلى المسموح به عالمياً (جزء بالمليون)
الريان	0.149	0.1
شبام	0.282	0.1
تونة	0.172	0.1
قطع سردين	0.082	0.1

عنصر الزئبق

يتبين من النتائج الموضحة في جدول (7) أن مديات تراكيز عنصر الزئبق في لحوم الأسماك الطرية المصطادة من موقع ميناء الضبة في اليمن تراوحت من 0.006 الى 0.099 جزء بالمليون وتركيزه في عينات الأسماك المعلبة المحلية لمعلبات الريان والشبام فقد بلغتا 0.089 جزء بالمليون (جدول 8) وقد وجد تركيزه في عينات الأسماك المعلبة المستوردة 0.099 و 0.089 جزء بالمليون لأسماك التونه وقطع السردين وهي جميعها اقل من الحدود العليا المسموح بها وكانت آمنة من حيث تركيز عنصر الزئبق اذ كانت ضمن المدى المسموح به عالمياً ومحليا أي دون 0.5 جزء بالمليون (وزارة الثروة السمكية اليمنية، 2005)

جدول(7) قياس تراكيز عنصر الزئبق في عينات الأسماك

العينة	تركيز العنصر (ppm)	الحد الأعلى المسموح به عالميا(ppm)	الحد المسموح به حسب المواصفات اليمنية (ppm)
هامور	0.089	0.5	0.5
جري بحري	0.069	0.5	0.5
ظبية	0.079	0.5	0.5
ساردين	0.098	0.5	0.5
قديد	0.079	0.5	0.5
زينوب	0.006	0.5	0.5
حميرة	0.079	0.5	0.5
شروي	0.090	0.5	0.5
قرش	0.099	0.5	0.5
باغة	0.098	0.5	0.5
شروخ	0.079	0.5	0.5

جدول(8) قياس تراكيز عنصر الزئبق في العينات المعلبة والمستوردة

العينة	تركيز العنصر (ppm)	الحد الأعلى المسموح به عالميا (ppm)	الحد المسموح به حسب المواصفات اليمنية(ppm)
الريان	0.089	5.0	0.5
شبام	0.089	0.5	0.5
تونه	0.099	0.5	0.5
قطع سردين	0.089	0.5	0.5

ان ارتفاع تركيز عنصر الكادميوم في لحوم الأسماك المصطادة وتجاوزها للحد المسموح به عالميا قد يعود الى ان هذه الأسماك تعيش بالقرب من القاع وقد تتغذى على كائنات بحرية يرتفع فيها عنصر الكادميوم او يرجع الى الإختلافات في تركيب الصخور الجيوكيميائي في منطقة الدراسة اضافة الى كونها منطقة تصدير نفط فأشار Turkmen (2007) الى ان الأسماك تعد مؤشرا جيدا على تلوث البيئة المائية بالعناصر الثقيلة وان العناصر الثقيله تترسب في انسجة الغلاصم والكبد والكليه خلال 21 يوم بينما تترسب بشكل اقل في العضلات (جابر وآخرون، 2007). اتفقت نتائج الدراسة الحالية مع نتائج دراسة Stancheva وآخرون(2014) الذي وجد ان تراكيز عنصري الزئبق والرصاص في لحوم الأسماك في ساحل البحر الأسود في بلغاريا اقل من الحدود المسموح بها عالميا، كذلك اتفقت مع دراسة Yasar (2007) الذي وجد ان تركيز عنصري الزئبق والرصاص بكميات ضئيلة في لحوم اسماك بحر مرمرة ، واتفقت كذلك مع دراسة Soheil و Seyed (2011) اللذان وجدا ان تركيز عنصر الرصاص 0.015 جزء بالمليون وهو تحت الحد المسموح به عالميا، وجد ربان (2009) في دراسته ان هناك اختلافات واضحة بين تراكيز العناصر الثقيله في اسماك التونه المعلبه المحلية والمستوردة وزيادة في تركيز عنصر الرصاص الذي يقترب من الحد المسموح به فيما وصل تركيز عنصر الكادميوم الى 0.82 و 0.92 جزء بالمليون لكل من الأسماك المعلبه محليا والمستوردة وتجاوز الحد المسموح به ، فيما ذكر الأبيض (2006) ان تراكيز ثمانية عناصر ثقيله منها الرصاص والكادميوم في مواقع الصيرة والبريقه في لحوم اسماك القد والباغه وان كانت عاليه الا انها لم تتجاوز الحدود المسموح بها بينما سجلت نتائج دراسة Yalcin (2009) ان تركيز الكادميوم تراوح من 0.03 الى 0.37 جزء بالمليون في ثمانية انواع من اسماك البحر المتوسط وبحر ايجة بينما تتراوح وتركيز الرصاص من 0.22 الى 0.64 جزء بالمليون وهي اعلى من الحد المسموح به عالميا وأشار الى ان نسب هذه العناصر في كبد وفي غلاصم هذه الأسماك اعلى من تركيزها في العضلات.

التوصيات

1. قياس ومتابعة مدى تلوث المياه والأسماك في ميناء الظبة وشواطئ البحر العربي بالعناصر الثقيلة وإجراء المزيد من الدراسات لضمان بقاء هذه الملوثات ضمن المستويات المسموح بها عالميا.
2. فحص الأسماك التي تدخل في المنتجات السمكية وإحكام المراقبة على نسب المعادن الثقيلة في الأسماك المعلبة بحيث تكون في الحدود المسموح بها .
3. تشديد الرقابة على ناقلات النفط العابرة لمنعها من إلقاء فضلات الموازنة في المياه الإقليمية للحد من مدى التلوث وحماية البيئة البحرية .
4. اجراء دراسات للتعرف على مواقع تراكم لعناصر الثقيله في الجسم (العضلات، المناسل ،الكبد، الدم، الكلية،الغلاصم).

المصادر

الأبيض، مختار محمد حسن (2006). تقدير تراكيز بعض العناصر الثقيله في الحبار وبعض الأسماك الشائع تناولها في محافظة عدن. رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة عدن، 73 صفحه.

الخفاجي، طه ياسين فرحان(2005). التلوث النفطي في مياه نهر دجلة (بغداد) وتأثير سمية زيت الغاز في بعض المؤشرات الحياتية والمرضية لأسماك الكارب الإعتيادي *cyprinus carpio* ا. اطروحة دكتوراه، كلية الزراعة، جامعة بغداد، 145 .

الطيب ، نوري طاهر و جرار، بشير محمود (1988). قياس التلوث البيئي ، دار المريخ للنشر، المملكة العربية السعودية ، الرياض، 205 صفحة. تم تعديله للقانون التجاري رقم (78)، 50 صفحة.

جابر، عامر عبد ، مجدي فيصل مجيد و فارس جاسم محمد (2007). مستوى التراكم الحيوي لعنصر الخارصين في الأنسجة المختلفة لسمكة الكارب الأعتياديcyprinus carpio المعرضة للتراكيز تحت القاتله. المجلة القطرية للكيمياء. (28)، 565– 571.

ربان، سهير نجيب محمد(2009). تقدير تراكيز بعض العناصر الثقيله في اسماك التونه المحلية والمستوردة. رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة عدن، 77 صفحة.

عبدالحميد، زيدان هندي و عبدالمجيد ، محمد إبراهيم (1996). الملوثات الكيميائية والبيئة ، الدار العربية للنشر والتوزيع، الطبعه الأولى، 78 صفحة.

وزارة الثروة السمكية اليمنية (2005). القانون التجاري رقم (46) – (2001) ، ضبط المعدلات القصوى لنسبة وجود بعض الملوثات في المواد الغذائية حسبما

مولود، بهرام خضر، حسين علي السعدي و حسين احمد شريف الأعظمي (1991). علم البيئة والتلوث. جامعة بغداد، كلية التربية للبنات، الطبعه الأولى، 366 صفحة.

APHA(American Puplic Health Association) (1992),tandard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 18th ed. Washington, D.C., 1134 p.

Soheil, S. A. and M. J, Seyed (2011). Assessment of Heavy Metals (Cu, Pb and Zn) in Different Tissues of Common Carp *Cyprinus carpio* Caught from Shirinsu Wetland, Western Iran. Journal of Chemical Health Risks, 4(2), 60- 68.

Stancheva, M.; L, Makedonski and K. Peycheva (2014). Determination of Heavy Metal Concentration of most Consumed Fish Species from Bulgarian Black Sea Coast. Bulgarian Chemichal Communitions, 46(1), 195-203.

Thurman, H. V. and S. Webber (1984**)**, Marine Biology, Charles E. Merrl Pupl. Comp. Collumbus, Ohio.

Turkmen, A. (2007), Metal Contaminations in Five Fish Species from Black, Marmara, Turkey, J. of the Chilian Chemical Society, 52(4), 1314-1318.

Yalcin, T. (2009), Metal Concentration in Eight Fish Species from Aegean and Mediterranean Sea. Environmental Monitoring and Assessment, 159(1-4), 501-509.

Yasar, K.(2007), Cadmium, Lead, Mercury and Cupper in Fish from the Marmara Sea, Turkey. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology,78(3-4), 258 - 261.