------مجلة علوم الرافدين، المجلد 27، العدد 3، ص 15-22، 2018------

التراكم الحيوي لعنصر الخارصين في نسج أربعة أنواع من الأسماك المحلية المجمعة من نهر دجلة ضمن مدينة الموصل

***ايمان سامي السراج** **منى حسين جانكير** **ساطع محمود الراوي**

قسم علوم الحياة/ كلية العلوم/ جامعة الموصل

مركز بحوث البيئة والسيطرة على التلوث
جامعة الموصل

***E-mail :emansamialsarraj@yahoo.com**

(أستلم 2014/3/2 ؛ قُبل 26 /2014/5)

الملخص

تناولت هذه الدراسة تحديد تركيز عنصر الخارصين في نسج (كبد، عضلات، غلاصم) الأسماك المحلية التي تشمل سمكة الكارب الاعتيادي *Cyprinus carpio*، البلعوط الملوكي *Condrostome regium*، الخشني *Liza abu*، وسمكة الكراسيس *Carrassius carrassius*، التي تم اصطيادها من ثلاثة مواقع متمثلة بمنطقة مشيرفة التي عدت مجموعة سيطرة، منطقة وسط المدينة (قرب الجسر القديم) ومنطقة البوسيف في نهر دجلة ضمن مدينة الموصل وبصورة فصلية بين ربيع عام (2011) وشتاء عام (2012).

أظهرت النتائج أن تراكم عنصر الخارصين اتبع التسلسل التنازلي الآتي وفق نوع النسيج: الكبد > الغلاصم > العضلات، واتبع التراكم الحيوي لهذا العنصر التسلسل الآتي وفق المواقع المجمعة منها الأسماك: منطقة البوسيف > وسط المدينة > منطقة مشيرفة.

الكلمات الدالة: نهر دجلة، الخارصين، الأسماك، التراكم الحيوي.

Bioaccumulation of Zinc in Four Tissues of Local Fishes Collected from Tigris River in Mosul City

Eman S. Al-Sarraj **Muna H. Jankeer** **Sati M. Al-Rawi**

Department of Biology/ College of Science
University of Mosul

Environmental Research Center
University of Mosul

ABSTRACT

The study determined the concentration of Zinc in local fish tissues (liver, muscle, gills). The local fishes (*Cyprinuscarpio, Condrostomeregium, Liza abu* and *Carassiuscarassius*). All of this samples were collected from Mushirfa, which considered as a control, Middle of the city (near the old bridge of Ninevah) and Al-Busaif locations. The results showed that the accumulation of Zinc in fish tissues was followed descending order: Liver > Gills > Muscle. While depended on fish collected locations, the bioaccumulation of this metals has followed the order, Al- busaif area > Middle city >Mushirfa area. Finally.

Keywords: Tigris river, Zinc, fishes, Bioaccumulation.

المقدمة

إن التلوث بالعناصر الثقيلة له آثار مدمرة في التوازن البيئي للبيئة المائية المستقبلة لها، وفي التنوع الحيـوي للأحيـاء المائية فيها. إن تقدير المركبات السامة والخطرة المتراكمة في الأحياء المائية يعطي معلومات مباشرة عن خطورة التلوث فـي البيئة المائية (Vosyliene and Jankaite, 2006; Farombi *et al*., 2007) ومن بين الأنواع الحيوانيـة تعـد الأسـماك الكائنات الحية التي لا تستطيع التخلص من التأثيرات الضارة لهذه الملوثات أوالعناصر (Clarkson, 1998; Olaifa *et al*., 2004)، لذا تستخدم بشكل واسع في تقيم صـحة الـنظم المائيـة، إذ تنتقـل الملوثـات ضـمن السلـسلة الغذائيـة وهـي المسؤولة عن التأثيرات الضارة والمسببة للموت في الأنظمة المائية (Yousuf and El-shahawi, 1999 ; Farkas *et al*., 2002). يختلف التراكم الحيوي للعناصر الثقيلة في الأسماك مع طريقة امتصاص العنصر الثقيـل ونوعـه ونـوع الأسـماك (Abida *et al*., 2009). كما ان تركيز العناصر الثقيلة الموجودة في الجسم المائي لا يعكس بالضرورة درجة التلوث بـدون ملاحظة تراكمها في الأحياء (سلمان وآخرون، 2007؛ Gulfraz *et al*., 2001). أشار Behra وآخـرون (2002) إلـى أن تلوث البيئة المائية بالعناصر الثقيلة ناتج عن استخدامات الإنسان للمياه للأغراض المدنية والصناعية والتجارية والزراعية. كما أشارت العديد من الدراسات إلى أن تعرض الأنهار للتلوث بالعناصر الثقيلة من مصادر مختلفة كالفضلات المنزلية ونـشاطات التعدين والفعاليات الزراعية كإضافة الأسمدة والمبيدات تؤثر في التوازن في النظام البيئي المائي (Gallardet *et al*., 2004; Karak *et al*., 2010).

يعد الخارصين من الملوثات الشائعة ومصادره هي عمليات التعدين وصهر وطـلاء المعـادن وصـناعة البطاريـات المختلفة وخصوصاً الجافة (العمر، 2000)، فضلاً عن استخدامه في صناعة السيارات وأنظمة التدفئة المركزية، كمـا ينفـث الخارصين عند احتكاك إطارات السيارات بالأرض، إذ توجد جزيئات المطاط على سطوح الشوارع فتجرفها مياه الأمطار إلى المسطحات المائية، فضلاً عن المواد العضوية الموجودة في فضلات الحيوانات وكذلك الأسـمدة الموجـودة فـي الأراضـي الزراعية (Cook, 1977).

تهدف الدراسة الحالية إلى معرفة مدى تراكم عنصر الخارصين في نسج الأسماك المحلية وانتقالهـا ضـمن السلـسلة الغذائية ثم وصولها إلى الإنسان.

المواد وطرائق العمل

جمع عينات الأسماك المحلية

جُمِعت عينات الأسماك من ثلاثة مواقع مختلفة تمثلت بمنطقة مشيرفة شـمالاً (مجموعـة سـيطرة)، وسـط المدينـة (قرب الجسر الحديدي) ومن منطقة البوسيف، تم اختيار أربعة أنواع من الأسماك المحلية والاقتصادية الموجودة فـي مواقـع الدراسة، التي تستخدم من قبل الإنسان غذاء، لدراسة التراكم الحيوي لعنصر الخارصين في نسج الأسماك، أسـتخدمت أربعـة أنواع من الأسماك المحلية في الدراسة الحالية وكالآتي: سمكة الكارب الاعتيـادي *Cyprinus carpio*، والبلعـوط الملـوكي *Condrostome regium*، والخشني *Liza abu*، وسمكة الكراسيس *Carrassius carrassius*، التي تراوحت أطوالها بين (15-20) سم وبأوزان متقاربة وأعمار لا تتجاوز السنة، إذ قدرت أعمارها بالاعتماد على حراشف كل سمكة على وفـق مـا ورد في Lagler (1956) وبواقع 3 مكررات للنوع الواحد، ولكل موقع ولكل فصل في أثناء مدة الدراسة.

شرحت الأسماك مختبرياً بإتباع طريقة (Lucky, 1977) للحصول على نسج الأسماك (الغلاصم، والعضلات الهيكليـة والكبد)، لغرض إجراء تقدير تركيز عنصر الخارصين Zn المتراكم في نسج الأنواع الأربعة من هذه الأسماك.

تحضير العينة

تم وزن 0.2 غم من نسج كل من الغلاصم، العضلات الهيكلية والكبد ووضعت هذه الأوزان في قناني حجمية نظيفة Mccantry Vials سعة 10 مل، أضيف إليها 1 مل من محلول الهضم المتكون من حامض الكبريتيك المركز وحامض النتريك المركز وحامض البركلوريك المركز وبنسبة (1:1:1) ثم غلقت القناني بإحكام وتركت لمدة (48-72) ساعة بدرجة حرارة الغرفة لإكمال عملية الهضم، ثم وضعت على مسخن كهربائي حراري Hot Plate ذي صفيحة معدنية بدرجة 80°م داخل Hood لحين حصول راسب عديم اللون، خففت بماء مقطر المزال منه الأيونات إلى حجم 10 مل ورشحت باستخدام المرشح الغشائي، وقيست الامتصاصية لكل عينة باستخدام جهاز مطياف الامتصاص الذري (AAS) Atomic Absorption Spectrophotometer في قسم علوم الحياة لكلية العلوم- جامعة الموصل، وتم تحويل الامتصاصية إلى وحدات تركيز وذلك بالرجوع إلى معادلات الانحدار للمنحنيات القياسية للعناصر الثقيلة قيد الدراسة وعبر عن النتائج بوحدة (مايكروغرام من المعدن لكل غرام من الوزن الرطب لكل عينة نسيج)، ووفق طريقة (ROPME, 1983).

التحليل الإحصائي

حللت النتائج إحصائياً باستخدام التصميم العشوائي الكامل Complete Randomize Design (CRD) واختبرت المتوسطات باختبار دنكن متعدد المدى اعتماداً على الطريقة الواردة في الراوي وخلف الله (1980)، إذ اختبرت النتائج عند مستوى معنوية ($p\leq 0.05$) وباستخدام البرنامج الإحصائي الجاهز SAS لسنة 2001.

النتائج و المناقشة

أظهرت النتائج في الجدول (1) ارتفاعاً معنوياً عند مستوى احتمالية ($P\leq 0.05$) في تركيز الخارصين لكل من نسج الكبد والغلاصم والعضلات في كل من سمكة الكارب الاعتيادي *Cyprinus carpio*، البلعوط الملوكي *Condrostome regium*، الخشني *Liza abu* والكراسيس *Carassius carassius*، إذ بلغت أعلى قيمة تراكم لعنصر الخارصين في كبد وغلاصم وعضلات الأسماك المصطادة من منطقة البوسيف مقارنة بأكباد وغلاصم وعضلات النوع نفسه من الأسماك المصطادة من منطقة مشيرفة (مجموعة سيطرة)، إذ كان أعلى تركيز للخارصين في كبد سمكة البلعوط الملوكي 15.693±0.847 مايكروغرام/غم من الوزن الرطب، أما في غلاصم السمكة نفسها فقد بلغ 14.680±0.913 مايكروغرام/غم من الوزن الرطب، وظهر التغاير نفسه بالنسبة لبقية الأنواع من الأسماك، فضلا عن ظهور الفرق المعنوي في تركيز معدن الخارصين في أنواع الأسماك الأربعة حسب المنطقة أيضا حيث اتبع التسلسل التنازلي الآتي: منطقة البوسيف> وسط المدينة> منطقة مشيرفة، أما تراكمه في النسج ضمن المواقع والسمكة الواحدة فقد اتبع التسلسل التنازلي الآتي: الكبد> الغلاصم> العضلات.

الجدول 1: معدل تركيز الخارصين في نسج وأعضاء أربعة أنواع من أسماك نهر دجلة ضمن مدينة الموصل ووفق مواقع النمذجة

نوع السمكة	تركيز الخارصين (مايكروغرام/غم من الوزن الرطب) المعدل ± الخطأ القياسي			
	النسيج / الموقع	العضلات	الكبد	الغلاصم
الكارب الاعتيادي *Cyprinus carpio*	منطقة مشيرفة (السيطرة)	b 0.504±11.157	b 0.443±11.947	c 0.222±11.794
	وسط المدينة	a 0.958±12.068	a 1.021±13.514	b 0.670±12.834
	منطقة البوسيف	a 0.480±12.952	a 0.725±14.694	a 0.527±14.029
البلعوط الملوكي *Condrostomea regium*	منطقة مشيرفة (السيطرة)	b 0.312±10.683	b 0.562±12.400	b 0.444±12.170
	وسط المدينة	a 1.118±11.780	a 1.275±14.840	ab 1.393±13.544
	منطقة البوسيف	a 0.832±12.920	a 0.847±15.693	a 0.913±14.680
الخشني *Liza abu*	منطقة مشيرفة (السيطرة)	b 0.221±10.880	b 0.503±12.299	b 0.395±11.633
	وسط المدينة	a 0.840±12.460	a 0.653±14.570	a 0.943±13.160
	منطقة البوسيف	a 0.716±12.660	a 0.633±13.610	a 0.541±14.013
الكراسيس *Carassius carassius*	منطقة مشيرفة (السيطرة)	b 0.811±10.962	b 1.146±11.320	b 0.288±11.257
	وسط المدينة	ab 1.015±12.010	ab 1.258±12.820	ab 1.094±12.440
	منطقة البوسيف	a 1.019±12.700	a 1.176±14.427	a 0.866±13.569

المعدل ± الخطأ القياسي / لثلاثة مكررات

الأرقام المتبوعة بأحرف مختلفة عمودياً تدل على وجود فرق معنوي عند مستوى احتمالية ($P<0.05$) والعكس صحيح بحسب اختبار دنكن.

كما أظهرت النتائج في الجدول (2) أن أعلى معدل لتركيز الخارصين في كبد سمكة الكارب الاعتيادي 14.310± 1.177 مايكروغرام/غم من الوزن الرطب، يليه كبد سمكة البلعوط الملوكي 13.465±0.860 مايكروغرام/غم من الوزن الرطب، ثم كبد سمكة الكراسيس 13.321±3.520 مايكروغرام/غم من الوزن الرطب، وأخيراً سمكة الخشني أظهرت تراكماً في الكبد 12.000±1.100 مايكروغرام/غم من الوزن الرطب وبذلك يتبع تراكم عنصر Zn في الكبد حسب نوع السمكة التسلسل التنازلي الآتي: سمكة الكارب الاعتيادي> سمكة البلعوط الملوكي> سمكة الكراسيس> سمكة الخشني. أما في العضلات فقد أظهرت سمكة البلعوط الملوكي أكثر تراكماً لعنصر الخارصين 13.385±0.867 مايكروغرام/غم من الوزن الرطب وبذلك اتبع تراكم الخارصين في العضلات حسب نوع السمكة التسلسل التنازلي الاتي: عضلات سمكة البلعوط الملوكي> سمكة

الخشني> سمكة الكارب الاعتيادي> سمكة الكراسيس. وفي الغلاصم فقد بلغ أعلى تركيز في غلاصم سمكة الكارب الاعتيادي 12.935±1.019 مايكروغرام/غم من الوزن الرطب يليه غلاصم سمكة الخشني 12.858±1.250 مايكروغرام/غم من الوزن الرطب وغلاصم سمكة الكراسيس 12.423±1.090 مايكروغرام/غم من الوزن الرطب وأخيراً غلاصم سمكة البلعوط الملوكي 11.892±1.770 مايكروغرام/غم من الوزن الرطب وبهذا اتبع التسلسل التنازلي الاتي: غلاصم سمكة الكارب الاعتيادي> سمكة الخشني> سمكة الكراسيس> سمكة البلعوط الملوكي.

الجدول 2: المعدل الكلي لتركيز الخارصين في نسج أربعة أنواع من أسماك نهر دجلة ضمن مدينة الموصل

النسج / نوع السمكة	تركيز الخارصين (مايكروغرام/غم من الوزن الرطب) المعدل ± الخطأ القياسي		
	العضلات	الكبد	الغلاصم
الكارب الاعتيادي *Cyprinus carpio*	bc 12.059±1.015	a 14.310±1.177	a 12.935±1.019
البلعوط الملوكي *Condrostome regium*	a 13.385±0.867	a 13.465±0.860	a 11.892±1.770
الخشني *Liza abu*	ab 12.886±1.095	b 12.000±1.100	a 12.858±1.250
الكراسيس *Carassius carassius*	c 11.796±0.288	a 13.321±3.520	a 12.423±1.090

المعدل ± الخطأ القياسي لثلاثة مكررات.

الأرقام المتبوعة بأحرف مختلفة عمودياً تدل على وجود فرق معنوي عند مستوى احتمالية ($P\leq 0.05$) والعكس صحيح بحسب اختبار دنكن.

إن الخارصين هو أحد العناصر التي يحتاجها الكائن الحي لوظائفه الفسلجية منها المناعة وإزالة السمية والنمو والتكاثر (Cho *et al*., 2007; Yousef *et al*., 2002). فضلاً عن انه يدخل في تركيب عدد من البروتينات وعامل مساعد لعدد من الأنزيمات (Soto *et al*., 2004) ويعد هذا العنصر من العناصر الطبيعية في البيئة المائية الا أن زيادة طرحه نتيجة للنشاطات البشرية تعد من الملوثات البيئية (Elumalia *et al*., 2006).

إن التنوع في تراكيز العناصر الثقيلة داخل جسم الأسماك هو نتيجة التباين بين عضو وآخر وقدرة أي نسيج أو عضو لتراكم عنصر ما يمكن ملاحظتها من تركيز العنصر المتراكم فيه (Adeyeye *et al*., 1996)، فقد ظهر أكثر تراكماً لعنصر الخارصين في كبد الأنواع الأربعة من الأسماك المحلية ويرجع سبب ذلك لقابليته الكبيرة في تراكم المعادن الثقيلة داخل نسجه، الذي ينسب لموقعه المميز داخل نظام الدورة الدموية (Adefemi *et al*., 2008)، مما يمكنه من استقبال معظم العناصر الممتصة والمنتقلة عن طريق الدم، كما وجد أن للكبد دوراً مهماً في تكوين بروتينات الميتالوثايونين والمهمة في ربط هذه العناصر معها تمهيداً لنقلها إلى أماكن طرحها خارج الجسم (Chaffai *et al*., 1997)، وقد أشار Ikem وآخرون (2003)، إلى أن سبب التراكيز العالية للعناصر الثقيلة قد يكون ارتباطها الوثيق ببروتين الميتالوثايونين.

لقد عزي ارتفاع معدل عنصر الخارصين المتراكم في نسج الغلاصم إلى سبب ما تمتلكه هذه النسج من الطبيعة الوظيفية التي تمكنه من التنظيم الأيوني والازموزي، مما يعطي لخلايا النسج قدرة الامتصاص للعناصر الذائبة في المياه (Hughes and Flos, 1978). لذا تعد الغلاصم أكثر المناطق نفوذاً للجسم وهي الأعضاء الأكثر تأثراً (Ortize *et al*., 2003). كما أن دخول العناصر الثقيلة من خلالها لها تأثيرات مضرة وتالفة للغلاصم (Bols *et al*., 2001). أما العضلات فقد أظهرت أقل تراكماً لعنصر الخارصين من باقي الأعضاء وقد يكون السبب هو قلة

ارتباط العناصر الثقيلة ببروتينات العضلات (Canli *et al*., 1998). وأن مستويات العناصر الثقيلة في العضلات ليس بالضرورة أن تمثل مستوياتها في الكائن بأكمله أو محيطه المائي، إذ أن تراكيز العناصر في مختلف النسج هو متباين، ويعود إلى الاختلافات في تركيزه في الماء الحاوي عليه، وعلى الأسماك المدروسة كما أن أيض الأسماك وتغذيتها يعدان سببا في ذلك أيضاً (Rauf *et al*., 2009)، وهذا لا ينفي كون الأسماك تحصل على العناصر الثقيلة من الماء، إذ إنه يعد المصدر الرئيس لوجوده في الأعضاء جميعها وتساعده في ذلك زيادة تركيز العنصر المدروس في الأعضاء لبعض الفصول، وخاصة فصل الصيف كنتيجة لزيادة تبخر الماء تاركة أملاح العنصرليزداد تركيزه في الماء، الذي يظهر تأثيره عبر ارتفاع تراكمه في الأسماك كنتيجة لارتفاع تركيزه في المياه (حسين وفهد، 2005 ؛ كزار، 2009 ؛Hatje, 2003).

نستنتج من هذه الدراسة ان معدل تركيز الخارصين في مستخلص نسج الأسماك المدروسة اتبع التسلسل التنازلي الآتي: الكبد> الغلاصم> العضلات. أما حسب المواقع المجمعة منها الاسماك فقد اتبع التسلسل التنازلي الآتي: منطقة البوسيف > وسط المدينة > منطقة مشيرفة، ويعود السبب في ذلك الى قابلية الاسماك على التراكم الحيوي للعناصر الثقيلة في نسجها، وتأثير مطروحات المصبات في مياه نهر دجلة على الرغم من أن مياه النهر عملت على تخفيفها إلا أنها ظهرت في نسج الأسماك نتيجة لميلها للتراكم داخلها. كما أن لغلاصم وأكباد وعضلات الأسماك القدرة على أن تعكس مقدار التلوث الحاصل في البيئة المائية وتنوع مصادره، وبالتالي استعمالها أدلةً حيوية للتلوث في برامج المراقبة البيئية.

لذا توصي الدراسة الحالية بإجراء المزيد من الدراسات المستقبلية والحقلية على الأحياء المائية أي بقية الأنواع من الأسماك الموجودة في مياه نهر دجلة ضمن مدينة الموصل بوصفها أدلة حيوية على تلوث مياه نهر دجلة مع الاستمرار بإجراء الدراسات الحقلية الدورية على الخصائص الفيزيائية والكيميائية والثقيلة لمياه نهر دجلة، للوقوف على حالة النهر واتخاذ الإجراءات المناسبة للحد من تردي نوعيته ومنع حدوث الأزمات المائية مستقبلا بسبب التلوث الناتج عن زيادة عدد السكان والتطور الصناعي والزراعي في العراق.

المصادر العربية

حسين، صادق علي؛ فهد، كامل كاظم (2005). التغيرات الشهرية في تراكيز العناصر النزرة في مياه قناة الغراف أحد الأفرع الرئيسة لنهر دجلة. جريدة نور العراق.

الراوي، خاشع محمود؛ خلف الله، عبد العزيز (1980). " تصميم وتحليل التجارب الزراعية". وزارة التعليم العالي، جامعة الموصل، العراق.

سلمان، جاسم محمد؛ حسن، فكرت مجيد؛ صالح، ميسون مهدي (2007). تراكيز تسعة عناصر ثقيلة في عضلات أسماك الحمري (Heckel) *Barbus Luteuse*، والشلك (Heckel) *Aspiu svarax*، والشبوط *Barbus grybus* (Heckel)، والكارب الفضي *Hypophthalmicthyes molotrixpichardson* المجمعة من نهر الفرات. مجلة ابحاث البيئة والتنمية المستدامة، 10 (1)،5-19.

العمر، مثنى عبد الرزاق (2000). "التلوث البيئي". دار وائل للنشر، عمان،الأردن، ص223.

كزار، انعام عبد الامير (2009). تقدير بعض العناصر النزرة في بيئة وثلاث أنواع من النواعم بطنية القدم في هور شرق الحمار. رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة البصرة، ص118.

المصادر الأجنبية

Abida, B., Hari, K.; Irfanulla, K. (2009). Analysis of heavy metals in water, sediments and fish samples of Madivala Lakes of Bangalore, Karnataka. *Int. J. Chem. Tech. Res.*, **1**(2), 245-249.

Adefemi, S.O.; Asaolu, S.S.; Olaofe, O. (2008). Determination of heavy metals in Tilapia mossambicuis fish, Associated water and sediment from Ureje Dam in South- western Nigeria. *Res. J. Environ. Sci.* **2**(2), 151-155.

Adeyeye, E.L.; Akinyugha, N.J.; Fesobi, M.E.; Tenabe, V.O. (1996). Determination of some metal in clarias gariepinus (cuvier and valenciennes) *Cyprino carpio* (L) and *Oreochromis niloticus* (L) Fishes in polyculture fresh water pond and their environments. *Aqua. cult*., **47**, 205-214.

Behra, R.; Landwer hrjohann, R.; Vogel, K.; Wagner, B. (2002). Copper and Zinc content of periphyton from two rivers as a function of dissolved metal concentration. *Aqua. Sci.,* **64**,300-306.

Bols, N.C.; Brubacher, J.L.; Ganassin, R.C.; Lee, L.E.S. (2001). Ecotoxicology and innate immunity in fish. *Dev. Comp. lmmunol.* **25**(8), 853-873.

Canli, M.; Ay, O.; Kalay, M. (1998). Levels of heavy metals (Cd, Pb, Cu, Cr and Ni) in tissue of *Cyprinus carpio, Barbus capito* and *Chondrostoma regium* from the Seyhan river. *Turk. J. Zool*., **22**(3), 149-157.

Chaffai, A.H.; Triquent, C.A.; El–Abed, A. (1997). Metallothionein–like Protein: Is it an efficient Biomarker of Metal Contamination? a case study based on fish from the Tunisian Coast. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, **33**,53–62.

Cho, Y.; Lomeda, R.R.; Ryu, S.; Sohn, H.; Beattie, J.H.; kwun, I. (2007). Zinc deficiency negatively affect alkaline phosphates and concentration of Ca, Mg and P in rats. *Nutrition Res. and Practice*. **1**(2),113- 119.

Clarkson, T.W. (1998). Human toxicology of mercury. *J. Trace. Elem. Exp. Med*., **11**(2-3), 303-317.

Cook, J. (1977). Environmental pollution by heavy metals, Intern. *J. Environ. Studies*, **9**, 253-366.

Elumalia, M.; Antunes, C.; Guilhermino, L. (2006). Enzymatic biomarkers in the crab Carcinus means from the Minho river estuary (NW Portugal) exposed to zinc and mercury. *Chemosphere*, 66, 1249- 1255.

Farkas, A.; Salanki, J.; Specziar, A. (2002). Relation between growth and the heavy metal concentration in organs of bream Abramis brama L. populating lake Balaton. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, **43** (2),236-243.

Farombi, E. O.; Adelowo, O.A.; Aimoko, Y.R. (2007). Biomarkers of oxidative stress and heavy metal levels as indicators of environmental pollution in Afircan catfish *Clariasga riepinus* from Nigeria Ogun river. *Intern. J. Environ. Res. Public Health*.,**4**(2), 158- 165.

Gallardet, J.; Viers, J.; Duper, B. (2004). Trace element in river water. *Treaties on Geochemistry*, **5**,225-272.

Gulfraz, M.; Ahmad, T.; Afzal, H. (2001). Concentration level of heavy and trace metals in the fish and relevant water from Rawal and Mangla lakes. *Online J. Bio. Sci*., **1** (5),414- 416.

Hatje, V.; Apte, S.C.; Hales, L.T.; Birch, G.F. (2003). Dissolved trace metal distributions in port Jackson estuary (Sydney harbour), Australia. *Mar. Pollut. Bull*. **46**(6),719-730.

Hughes, G.M.; Flos, R. (1978). Zinc Content of the gills of rainbow trout after treatment with zinc solution under normoxic and hypoxic condition. *J. Fish. Biol*., **13**,717–728.

Ikem, A.; Egiebor, N.O.; Nyavor, K. (2003). Trace elements in water, fish and sediment from Tuskege lake, southeastern USA, *Water Air Soil. Pollut.*, **149**, 51- 75.

Karak, J.; Anaser, O.; Thanaa, S. (2010). Accumulation of some heavy metals in Himr (*Barbu sluteus*) and common Carp (*Cyprinus carpio*) fish in Euphraters river – Syria. *J. Animal and poultry prod.*, *Mansoura univ*., **1**(12), 669-675.

Lagler, K.F. (1956). "Fresh Water Fishery Biology". 2nd ed. W. M. Brown Co. publi., Dubqu, Iowa, 545 P.

Lucky, Z. (1977). "Methods for Diagnosis of Fish Disease". Amerindpupl., New Delhi. 140 p.

Olaifa, F.G.; Olaifa, A.K.; Onwude, T.E., (2004). Lethal and sublethal effects of copper to the African cat fish *Clariasga riepnus*. *Afr. J. Biomed. Res.*, **7**, 65-70.

Ortize, J.B.; Gonzalez, D.E.; Canales, M.L.; Sarasqute, C. (2003). Histopathological changes induced by Lindane in various organs of fish. *Sci. Mar*., **67**(1), 53-61.

Rauf, A.; Javed, M.; Ubaidullah, M. (2009). Heavy metal levels in three major carps *Catlacatla* ,*Labeorohita*and *Cirrhinamrigala* from the river Ravi, *Pakistan .Vet. J*., **29**(1), 24-26.

ROPME (The Regional Organization for the Protection of the Marine Environment), (1983). *Kuwait Manual of oceanographic observation and pollutant analysis methods*, 1-25 pp.

Soto, M.; Marigomez, I.; Cancio, I. (2004). "Biological Aspects of Metal Accumulation and Storage". University of Basque, Basque, 644p.

Vosyliene, M.Z.; Jankaite, A. (2006). Effect of heavy metal model mixture on rainbow trout biological parameters. *Ekologija*, **4**, 12-17.

Yousef, M.I.; El- Hendy, H.A.; El- Demerdash, F.M.; Elagamy, E.I. (2002). Diretary zinc deficiency induced changes in the activity of enzymes and the level of free radicals, lipids and protein electrophoretic behavior in growing rats. *Toxicol*. **175**, 223- 234.

Yousuf, M.H.A.; El-Shahawi. (1999). Trace metals in *Lethrinus lentjan* fish from Arabian Gulf, Metal accumulation in kidney and heart tissues. *Bull. Environ. Contam. Toxicol*., **62** (3), 293-300.