

تقدير تراكيز بعض العناصر الثقيلة في بعض أنواع الأسماك المتوفرة بالأسواق المحلية لمدينة مصراتة- ليبيا

أمنة عبد السلام بعيو

زينب إبراهيم الأسطى

قسم الكيمياء-كلية العلوم-جامعة مصراتة

قسم الكيمياء-كلية التربية-جامعة مصراتة

z.alosta@edu.misuratau.edu.ly

زينب علي الصغير

نجاة مفتاح أبوشحمة

سندس منصور الأحجل

قسم الكيمياء-كلية التربية-جامعة مصراتة

الملخص: تناولت هذه الدراسة تحديد تراكيز العناصر الثقيلة (Zn و Co و Cr و Cd) في الأنسجة العضلية لثلاث أنواع من الأسماك (سمك السردين وسمك الرزام وسمك البوقا)، والتي تعتبر من أكثر الأسماك استهلاكاً من قبل المواطنين، وقد جمعت العينات من السوق العام في مدينة مصراتة، ليبيا.

وقد تم استخدام جهاز الامتصاص الذري Atomic Absorption بهدف تقدير تركيز هذه العناصر. أظهرت النتائج أن تركيز عنصر الكوبلت في جميع العينات تحت الدراسة كان أعلى من الحدود المسموح بها من قبل منظمة الصحة العالمية (WHO). من جهة أخرى فإن تركيز عنصري الكاديوم والكروم في جميع العينات كان ضمن الحدود المسموح بها من قبل (WHO). أما تركيز عنصر الزنك فقد كان أقل من الحدود المسموح بها عالمياً، باستثناء في عينة السردين التي سُجل بها ارتفاع في التركيز حيث تجاوز الحدود المسموح بها عالمياً.

الكلمات المفتاحية: العناصر الثقيلة- جهاز الامتصاص الذري- الأسماك.

Estimating the concentrations of some heavy metals in some types of fish available in local markets in Misurata city- Libya

Zainab Ibrahim Al-Usta

Department of Chemistry - College of Education - Misurata University

Amna Abdel Salam Baayou

Department of Chemistry - Faculty of Science - Misurata University

Sondos Mansour Al-Ahjal, Najat Muftah Abu Shahma, Zainab Ali Al-Saghir

Department of Chemistry - College of Education - Misurata University

Abstract: This study determined the concentration of heavy metals (Zinc, Cobalt, Chromium, Cadmium) in muscle tissues of three kinds of fish (Sardinella, Little tunny, Bogue) which have been considered as the most consumed fish. The samples were collected from public supermarket in Misurata City- Libya.

Atomic absorption spectrometry technique (AAS) was used to determine the concentration of these metals and the collected results shows that the concentration of Cobalt in all examined samples were more higher than the WHO permissible limit. On the other hand, the concentrations of Chromium and Cadmium in all analyzed samples were within the limit of WHO standard guideline.

The concentration of Zinc in all examined samples were less than the reported values except in Sardinella where the level of Zinc is higher than the WHO recommended safe value..

Keywords: heavy metals, Atomic absorption spectrometry technique, fish.

إن من أبرز المخاطر التي سببتها الأنشطة البشرية الجائرة في العقود الأخيرة من القرن الماضي كان التلوث البيئي لمختلف الأنظمة البيئية وخاصة البيئة المائية، لما لهذه البيئة من أهمية للحياة بصورة عامة، حيث أنها تمثل ما يقارب من 70% من سطح الأرض. هذه البيئة كانت ولا زالت عرضة للتلوث المباشر أكثر من غيرها، بسبب الثورة الصناعية والزراعية وحتى ما خلفته الحروب، وعلى هذا الأساس، فقد كان لتلوثها تأثيراً مباشراً وواضحاً على كل الكائنات المائية، وخاصة الأسماك، التي تمثل أحد المصادر الغذائية المهمة للإنسان منذ القدم. (ayanda, et al, 2019 Khalifa, et al, 2010)

من جهة أخرى، فإن هذا التلوث قد طال حتى المياه الجوفية، وهذا يعني أن التلوث يحاصر الكائنات الحية بصورة عامة، والإنسان بصورة خاصة، في غذائه وشربه. الجدير بالذكر أن من بين الملوثات الخطرة التي طالت الحياة على كوكب الأرض هي تلك التي تعرف بالعناصر الثقيلة، لذا فإن دراسة وتحديد تراكيز العناصر الثقيلة في المياه يعتبر ذا أهمية عالية، نتيجة لخواصها البيولوجية، وغير البيولوجية ذات الطابع التراكمي في الأغذية.

Husen, et al, 2019) Ismaniza, et al, 2012 (Baharom, et al, 2015,

إن البيئة المائية غير الملوثة تحتوي بشكل طبيعي على تراكيز منخفضة من العناصر الثقيلة لا تتجاوز 50mg/L، عندما تكون المياه بعيدة عن مصادر التلوث، ولا تصب فيها الملوثات مباشرة. (السراج، و آخرون، 2014، ص 44) من جهة أخرى، تعد العناصر الثقيلة مثل الرصاص والزنك والكاديوم والزرنيق وغيرها من العناصر خطرة على البيئة المائية، وذلك لانتشار استخدامها في الصناعات المختلفة، والتي يتم فيما بعد صرف مياهها الملوثة في الأنهار والبحار، وحتى الآبار الجوفية، دون معالجة، فتتراكم مسببة مشاكل بيئية خطيرة. (Nasir, et al, 2021) (Rosli, et al, 2018)

إن الأنشطة المنزلية والصناعية والزراعية وغيرها تعتبر أيضا من المصادر الرئيسية لتلوث النظم المائية بالعناصر الثقيلة، حيث تتراكم هذه العناصر بيولوجيا في السلسلة الغذائية وتسبب آثاراً عداوية للبيئة،

وأمرًا للأحياء البحرية، كما فتسبب تشوهات خلقية في الأسماك وتؤدي في كثير من الأحيان إلى الموت، لهذا السبب أغلب الأبحاث تركز على الأسماك بشكل واسع في تقييم صحة النظم المائية، لسهولة انتقال العناصر الثقيلة إليها مباشرة عن طريق الغذاء كالتحالب التي تتغذى عليها وغيرها أو عن طريق الغلاصم، وكنتيحة لذلك فإن تراكم العناصر الثقيلة يكون أعلى في الأسماك، مقارنة بباقي الكائنات المائية الأخرى.

(السراج، آخرون 2013،

(Afshan, et al, 2014, Ismaniza, et al, 2012, Ibrahim, et al, 2018

وعلى هذا الأساس فإن العديد من الدراسات تشير إلى إمكانية استخدام الأسماك البحرية، وأسماك المياه العذبة، كمؤشر ودليل حيوي على تلوث البيئة المائية بالعناصر الثقيلة، وبالتالي معرفة التأثيرات البيولوجية الناتجة عن التراكيز العالية منها،(El-Moselhy, et al, 2014) لهذا السبب جاءت فكرة هذا البحث.

هدف البحث:

تهدف الدراسة إلى تحديد تراكيز العناصر الثقيلة التالية (الكاديوم Cd، الكروم Cr، الكوبلت Co، الزنك Zn) في بعض الأسماك المتوفرة في الأسواق المحلية بمدينة مصراتة (سمك السردين Sardinella، سمك الرزام Little tunny، سمك البوق Bogue)، وذلك لكونها من أكثر الأسماك شيوعًا واستهلاكًا من قبل المواطنين، ومقارنتها بالحدود المسموح بها من قبل منظمة الصحة العالمية.

الدراسات السابقة:

هناك العديد من الدراسات الحديثة التي تناولت تقدير العناصر الثقيلة في الأسماك، فقد أجريت دراسة لتحديد معدل تراكم العناصر الثقيلة في بعض أنواع الأسماك المستزرعة في مزارع الأسماك التجارية في منطقة ناتور بنغلاديش والمخاطر الصحية المحتملة، حيث شملت الدراسة تقدير مستوى خمسة عناصر ثقيلة وهي الكاديوم، الزنك، الكروم، الزونيك والرصاص بواسطة مقياس طيف الامتصاص الذري اللهي وقد استهدفت الدراسة خمسة أنواع من أسماك المياه العذبة المستزرعة بشكل شائع في مزارع تربية الأسماك وتحليل

مستوى المعادن في الجزء الصالح للأكل، وكانت جميع العينات التي تم تحليلها ضمن المستوى الموصى به، وخلصت الدراسة إلى خلو أسماك المنطقة المستهدفة من التلوث بالمعادن الثقيلة وبالتالي تكون آمنة للاستهلاك البشري. (Alam, 2023)

من الدراسات البحثية الأخرى عن تقدير العناصر الثقيلة في الأسماك، دراسة تراكم العناصر الثقيلة في عضلة سمك السلور في المياه العذبة في قناة نهر بات فيدر بالباكستان بواسطة مقياس الطيف الضوئي للامتصاص الذري، والكشف عن جينات مقاومة المعادن الثقيلة المعزولة من أمعاء الأسماك، شملت الدراسة تحديد مستوى عناصر الكاديوم، الحديد، الرصاص، النيكل، الزنك، الكروم، النحاس والمنجنيز في عضلات الأسماك وقد أظهرت الدراسة ارتفاع مستوى تركيز بعض العناصر وهي الكاديوم، الحديد والرصاص، حيث كانت نتائج هذه العناصر أعلى من الحدود الموصى بها من قبل منظمة الصحة العالمية، كما أظهرت الدراسة وجود علاقة بين تراكم العناصر الثقيلة ووجود جينات مقاومة المعادن الثقيلة، كما رجحت الدراسة إلى أن وجود المعادن الثقيلة والجينات المقاومة يرجع إلى ترشيح المعادن الثقيلة من البيئة المحيطة في مياه القناة. (Malik, 2023)

كما تطرقت دراسة أخرى لتحديد مستوى المعادن الثقيلة (الكروم، الزنك، النحاس، الرصاص) في أسماك السلور الأفريقي والبلطي النيل المستزرعة في أحواض أسماك خاصة، ومختارة في دار السلام تنزانيا، والمخاوف المرتبطة بالصحة العامة وذلك بتقديرها طيفيا باستخدام مقياس طيف الامتصاص الذري AAS، وخلصت الدراسة إلى أن تركيز الكروم والزنك والنحاس ضمن الحد المسموح به دوليا بينما تركيز عنصر الرصاص كان أعلى من الحدود المسموح بها عالميا في الأسماك المستزرعة في أحواض الأسماك المملوكة للقطاع الخاص، مما يشير إلى احتمالية وجود مواد مسرطنة. (Leonard, et al, 2022)

وفي دراسة أخرى للكشف عن المعادن الثقيلة في أصناف محلية مختارة من الأسماك في نهر شيتالاكشيا بنغلاديش وتقييم المخاطر الصحية المحتملة. قام البحث بدراسة تقدير خمسة معادن وهي الرصاص، الكاديوم، النيكل، الكروم والزرنيخ في ثلاث أنواع من الأسماك الأكثر استهلاكاً في بنغلاديش وتقديرها طيفيا باستخدام التحليل الطيفي للامتصاص الذري، وأظهرت النتائج تجاوز جميع العناصر المدروسة للحدود

المسموح بها عالميا مما يندر بخطر الإصابة بالأمراض السرطانية من استهلاك أنواع الأسماك المختارة. (Hasan,2022).

الجانب العملي:

جمع العينات:

تم الحصول على عينات الأسماك الطازجة مباشرة من السوق المحلي (سوق الحوت) بواقع ثلاث مكررات لكل عينة من أسماك (السردين، الرزام، البوق).

تجهيز العينات للتحليل: (Baharom, et al, 2015)

- أخذ 5g من الأنسجة العضلية للأسماك قيد الدراسة وباستخدام سكين من الاستاينليس Stainless Steel لاستئصال الجزء العضلي للسمكة .
- وضعت كل عينة في كأس سعته 200ml، ثم هضمت العينات في خليط مركز من حمص النيتريك (18ml) ويبروكسيد الهيدروجين (6ml) بنسبة 1:3 على التوالي.
- وضعت العينات على المسخن الكهربائي على درجة حرارة 150°C لمدة 20 دقيقة ثم ترك ليبرد في درجة حرارة الغرفة.
- تم إجراء الخطوات السابقة مرتين ومن ثم خفف المحلول إلى 50ml باستخدام الماء المقطر.
- رشحت العينات ترشيحا عاديا بواسطة أوراق الترشيح.
- تم تحضير العينة المرجع بنفس الطريقة السابقة.
- تم تقدير تراكيز العناصر الثقيلة المذكورة باستخدام جهاز الامتصاص الذري.

تحليل النتائج إحصائيا: يعتبر التحليل الإحصائي مهم جدا في تقييم مدى صحة النتائج المتحصل عليها، وتحديد نسبة الدقة والخطأ في آن واحد. حيث تم حساب متوسط القراءات (Mean) والانحراف المعياري (S.D) لها باستخدام برنامج (SPSS)، حيث $n=3$ (عدد المكررات لكل عينة).

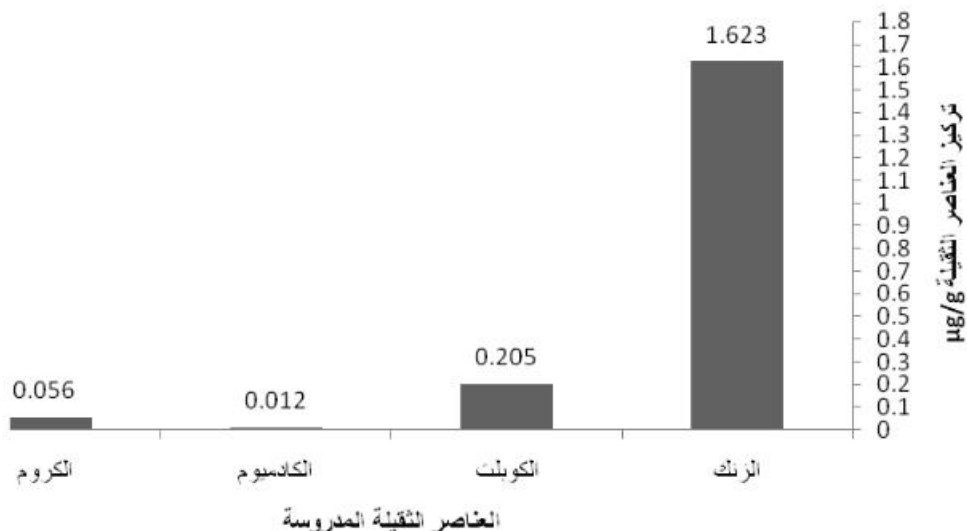
النتائج والمناقشة:

تم حساب النتائج بوحدات (ppm) باستخدام المنحنى القياسي لكل عنصر، والذي تم الحصول عليه من رسم العلاقة بين التركيز وشدة الامتصاصية للمحاليل القياسية لكل عنصر على حدة، حيث قسمت شدة الامتصاص المتحصل عليها من الجهاز (Atomic Absorption) على ميل الخط المستقيم لكل منحنى، وتم حساب المتوسط الحسابي والانحراف المعياري من خلال إعادة تكرار النتائج ثلاث مرات لكل عينة.

العنصر	التركيز (µg/g)	الكميات المسموح بها عالمياً (µg/g) *
Zn	1.623±0.649	3.000
Co	0.205±0.130	0.015
Cd	0.012±0.002	0.030
Cr	0.056±0.038	0.050

جدول 1: تركيز العناصر الثقيلة المدروسة بوحدات ppm في عينة سمك الرزنام

* Evaluation of certain food additives and contaminants from (WHO)



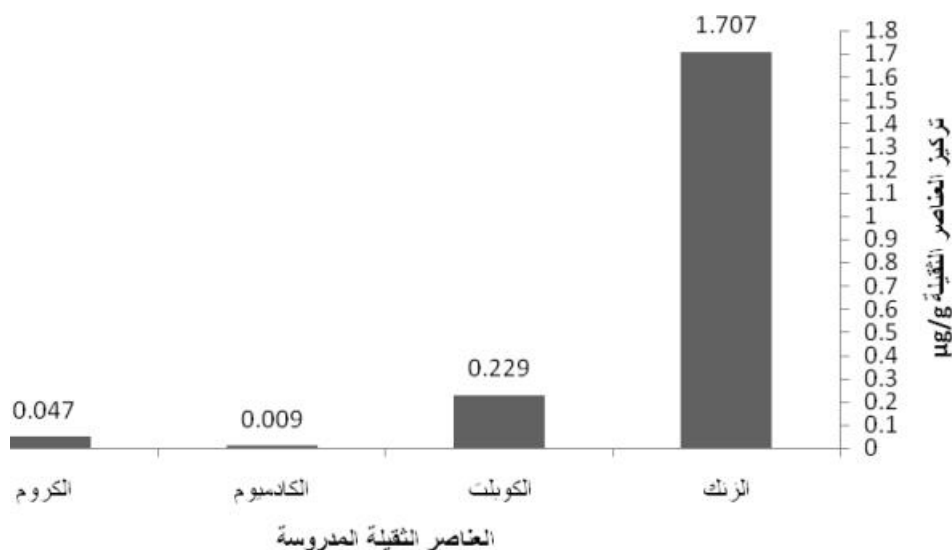
شكل 1: تركيز العناصر الثقيلة المدروسة بوحدات ppm في عينة سمك الرزام

من خلال النتائج الموضحة بالجدول رقم (1) والشكل (1) لتركيز العناصر المدروسة في عينات سمك الرزام، فإن أعلى تركيز للعناصر الثقيلة كان لعنصر الزنك $1.623\mu\text{g/g}$ على الرغم من أنه كان ضمن الحدود المسموح بها عالمياً ($3.000\mu\text{g/g}$)، أما تركيز عنصر الكاديوم فقد قدر بـ $0.012\mu\text{g/g}$ وهو أيضاً ضمن الحدود المسموح بها عالمياً ($0.030\mu\text{g/g}$)، أما بالنسبة لتركيز عنصر الكوبلت فكان $0.205\mu\text{g/g}$ وهو بذلك قد تجاوزت الحدود المسموح بها عالمياً $0.015\mu\text{g/g}$ بأكثر من عشرة أضعاف، بينما تركيز الكروم كان $0.056\mu\text{g/g}$ وهو بذلك تجاوز الحدود المسموح بها بنسبة ضئيلة والتي قدرت بـ $0.050\mu\text{g/g}$.

العنصر	التركيز ($\mu\text{g/g}$)	الكميات المسموح بها عالمياً ($\mu\text{g/g}$) *
Zn	1.707 \pm 0.739	3.000
Co	0.229 \pm 0.152	0.015
Cd	0.009 \pm 0.003	0.030
Cr	0.047 \pm 0.034	0.050

جدول 2: تركيز العناصر الثقيلة المدروسة بوحدهات ppm في عينة سمك البوقا.

* Evaluation of certain food additives and contaminants from (WHO)



شكل 2: تركيز العناصر الثقيلة المدروسة في عينة سمك البوقا

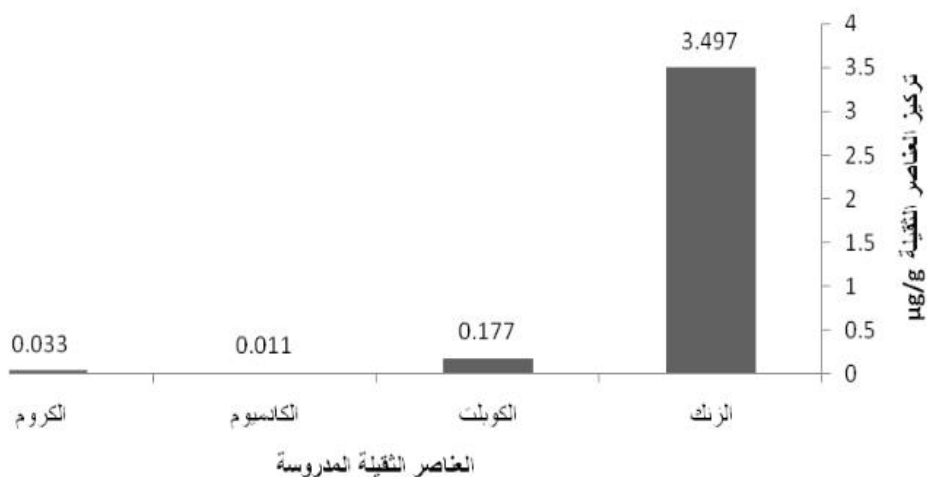
لوحظ من خلال الجدول (2) والشكل (2)، أن أعلى تركيز للعناصر في عينة سمك البوقا كان لعنصر الزنك ($1.707\mu\text{g/g}$) وهو ضمن الحدود العالمية المتفق عليها، بينما كان تركيز الكوبلت أعلى بكثير من الحدود المسموح بها دولياً حيث بلغت ($0.229\mu\text{g/g}$)، أما تركيز الكروم فقد كان

(0.047 $\mu\text{g/g}$) وهو من ضمن الحدود المسموح بها، عالميًا وأقل تركيز فقد كان لعنصر الكاديوم فقد سجل (0.009 $\mu\text{g/g}$) وهو كذلك ضمن الحدود الدولية المسموح بها.

جدول 3: تركيز العناصر الثقيلة المدروسة بوحدة ppm في عينة سمك السردين

العنصر	التركيز ($\mu\text{g/g}$)	الكميات المسموح بها عالميًا ($\mu\text{g/g}$) *
Zn	3.497 \pm 0.144	3.000
Co	0.177 \pm 0.046	0.015
Cd	0.011 \pm 0.002	0.030
Cr	0.033 \pm 0.038	0.050

* Evaluation of certain food additives and contaminants from (WHO)



شكل 3: تركيز العناصر الثقيلة المدروسة في عينة سمك السردين

يلاحظ من الجدول (3) والشكل (3) أن أعلى تركيز للعناصر التي تحت الدراسة في عينات سمك السردين كانت لعنصر الزنك حيث سجلت $(3.497\mu\text{g/g})$ وهو أعلى من التركيز المسموح به عالمياً، كذلك الحال بالنسبة لعنصر الكوبلت الذي بلغ تركيزه $(0.177\mu\text{g/g})$ متعدياً بذلك الحدود المسموح بها عالمياً، أما تركيز عنصر الكروم فقد كان $(0.033\mu\text{g/g})$ وهو أقل من الحدود المسموح بها عالمياً، في حين كان تركيز عنصر الكاديوم ضئيلاً جداً وضمن الحدود المسموح بها عالمياً $(0.011\mu\text{g/g})$.

ومن خلال المقارنة بين عينات السمك المدروسة، لوحظ أن أعلى تركيز للعناصر كان لعنصر الزنك في سمك السردين يليه سمك البوقا ومن تم سمك الرزام، وقد يرجع ارتفاع تركيز عنصر الزنك في عينات السمك إلى ارتفاع تركيز هذا العنصر في مياه البحر كنتيجة مباشرة للتلوث البيئي المائي بمياه الصرف الصناعية، التي تصب مباشرة في البحر والتي تحتوي على الزنك. (Rosli, et al,2018)

أما عنصر الكاديوم، فقد يعزى وجوده بتركيز ضئيل في الأسماك تحت الدراسة إلى ملوحة الماء المتواجد فيه، حيث وجد أن شمية عنصر الكاديوم تقل مع ارتفاع ملوحة الماء، من خلال تكوين مركبات غير ذائبة في الوسط الملحي وبالتالي يقل تراكم عنصر الكاديوم في أجسام الأسماك. (النجار ، آخرون2013)

إن ارتفاع تركيز عنصر الكروم في سمك الرزام مقارنة بالكميات المسموح بها عالمياً، قد يرجع سببه إلى أن سمك الرزام من الأسماك ذات التغذية الحيوانية، والتي يكون فيها تركيز العناصر الثقيلة أعلى من تلك الأسماك التي تكون تغذيتها نباتية كالسردين أو تغذية مختلطة كسمك البوقا. (النجار ، آخرون،2013،)

في العموم فإن تراكيز العناصر التي تجاوزت الحدود المسموح بها عالمياً قد يكون راجع إلى عدة أسباب، منها تأثير البيئة التي تعيش فيها الأسماك، وكذلك نوع الغذاء الذي تتناوله هذه الأسماك والذي من السهل أن يتعرض للتلوث، وكذلك تلوث شواطئ مدينة مصراتة بمخلفات بعض المصانع ومواد البناء، ومياه الصرف الصحي، والمخلفات المنزلية، كما يمكن أن يحدث التلوث بالعناصر الثقيلة التي تحت الدراسة بسبب الأماكن التي تباع فيها الأسماك، دون أي مراعاة لإرشادات السلامة والصحة الغذائية.

الاستنتاجات:

من خلال هذه الدراسة، تبين أن أعلى تركيز للعناصر المدروسة في الأنسجة العضلية للأسماك المدروسة كان لعنصر الزنك، على الرغم من أنه كان ضمن الحدود المسموح بها عالمياً باستثناء عينات السردين فقد تجاوز الحدود المسموح بها عالمياً. أما بالنسبة لعنصر الكوبلت فقد تجاوز الحدود المسموح بها في كل عينات الأسماك، أما عنصري الكروم والكادميوم فكان تركيزهما ضمن الحدود المسموح بها عالمياً.

المراجع:

1. السراج، أ. جانكيز، م. الراوي، س. (2013) 'دراسة التراكم الحيوي لبعض العناصر الثقيلة في نسج و أعضاء ثلاثة أنواع من الأسماك المجمعة من نهر دجلة ضمن مدينة الموصل'، *مجلة علوم الرافدين*، 2 (25) 44-، 45.
2. النجار، غ. السعد، أ. الزوار، ج (2016) 'دراسة التغيرات الشهرية في تركيز العناصر الثقيلة في عضلات أسماك الكارب في أهوار العراق الجنوبية'، المؤتمر الدولي السادس للعلوم البيئية- جامعة بابل. 66-76.
3. Afshan. S, Ali. S, Ameen. U, Farid. M, Bharwana. S, Hannan. F, and Ahmad, R, (2014) 'Effect of Different Heavy Metal Pollution on Fish', *Research Journal of Chemical and Environmental Sciences*, 2 (1). pp.74-79.
4. Alam. M, Rohani. M, and Hossain. M,(2023) 'Heavy metals accumulation in some important fish species cultured in commercial fish farm of Natore, Bangladesh and possible health risk evaluation' *Emerging Contaminants*, 9 pp.1-8.
5. Ayanda, I, Ekhaton,U, and Bello.O, (2019) ' Determination of selected heavy metal and analysis of proximate composition in some

- fish species from Ogun River, Southwestern Nigeria', *Heliyon*, 5, pp.1-6.
6. Baharom, Z, and Ishak, M, (2015) ' Determination of heavy metal accumulation in fish species in Galaes river, Kelantan and beranang mining pool, Selangor', *Procedia Environmental Sciences* (30).pp. 320-325.
 7. El-Moselhy, Kh, Othman. A, Abd El-Azem. H, and El-Metwally. M, (2014) ' Bioaccumulation of heavy metals in some tissues of fish in the Red Sea, Egypt', *Egyptian Journal of Basic and Applied Sciences*,(1). 97-105.
 8. Evaluation of certain food additives and contaminants (forty-first report of joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives). WHO Technical Report Series, No. 837, 1993.
 9. Hasan. G, Satter. M, Das. A, and Asif. M, (2022) 'Detection of heavy metals in fish muscles of selected local fish varieties of the Shitalakshya River and probabilistic health risk assessment' *Measurement: Food*,8, pp.1-9.
 10. Huseen. H, and Mohammed. A, (2019)' Heavy metals causing toxicity in fishes', *Journal of Physics*. pp. 1-9. 2nd International Science Conference.
 11. Ibrahim. D, Ibrahim. AS, Paul. E, Umar. M, and Zannah. U, (2018)' Determination of Some Heavy Metal Content in Tilapia

- and Cat Fish Species in Lake Njuwa, Adamawa State, Nigeria', *J. Appl. Sci. Environ. Manage.* 22 (8) .pp.1159 –1165.
12. Ismaniza. I, and Saleh. I, (2012) ' Analysis of heavy metals in water and fish (tilapia sp.) samples from tasik mutiara, puchong ' *The Malaysian Journal of Analytical Sciences*,16 (3).pp. 346 – 352.
 13. Khalifa. K, Hamil. A, Al Houni. A, and Ackacha. M,(2010) 'Determination of heavy metal in fish species of the Mediterranean sea(Libyan coastline) using atomic absorption spectrometry' *International Journal Of Pharmtech Research*,2,(2)pp.1350–1354.
 14. Leonard. L, Mahenge. A, and Mudara. N,(2022). 'Assessment of heavy metals contamination in fish cultured in selected private fishponds and associated public health risk concerns, Dar es Salaam, Tanzania' *Marine science Technology Bulletin*,11,(2)pp. 246–258.
 15. Malik. Y, Ackakzai. M, Mustafa. S, Saddozai. S, and Akbar. A, (2023) 'Accumulation of heavy metals and detection of resistant associated genes in Pseudomonas aeruginosa in an edible catfish (Wallago attu) from Pat Feeder Canal, Pakistan' *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 22,(3) pp.602–614.
 16. Nasir. M, Muchlisin. Z, Saiful. S, Suhendrayatna. S, Munira. M, and Iqhrammullah. M, (2021)' Heavy Metals in the Water, Sediment, and Fish Harvested from the Krueng Sabee River Aceh

Province, Indonesia', *Journal of Ecological Engineering*,22(9).pp. 224–231.

17. Rosli. M, Samat. S, Yasir. M, and Yusof. M, (2018)' Analysis of heavy metal accumulation in fish at terengganu coastal area, Malaysia', *Sains Malaysiana*,47(6)(2018).pp. 1277–1283.