



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة البصرة - كلية العلوم

قسم علم البيئة

تقدير بعض العناصر الثقيلة في أنواع منتخبة من الأسماك

الطازجة والمجمدة والمعلبة

بحث مقدم الى

مجلس كلية العلوم - جامعة البصرة

وهي جزء من متطلبات نيل شهادة الدبلوم العالي

في علم البيئة

تقدم به

مرتضى حميد خفيف

بكالوريوس بيئة وتلوث (2014)

كلية العلوم / جامعة المثنى

بإشراف

ا.د. عباس عادل حنتوش



وَهُوَ الَّذِي سَخَّرَ الْبَحْرَ لِتَأْكُلُوا مِنْهُ لَحْمًا طَرِيًّا وَتَسْتَخْرِجُوا مِنْهُ
حِلْيَةً تَلْبَسُونَهَا وَتَرَى الْفُلْكَ مَوَاحِرَ فِيهِ وَلِتَبْتَغُوا مِنْ فَضْلِهِ
وَلَعَلَّكُمْ تَشْكُرُونَ ﴿١٤﴾

صدق الله العلي العظيم

(سورة النحل)

الاهداء.....

الى من سعى وسقى لا نعم بالراحة والهناء الذي لم يبخل بشيء
من اجل دفعي في طريق النجاح الذي عملني ان ارتقي سلم الحياة
بحكمة وصبر .

.....والدي العزيز

الى من ارضعتني الحب والحنان الى رمز الطموح ومصدر الالهام
الى القلب الناصع بالبياض الى التي كان دعاؤها سر نجاحتي
..... والدتي الحبيبة.

الى من حبهم يجري في عروقي ويلهج بذكرهم لساني الى سندي
وعوني في مسيرتي اخواني واخوتي.

الى اخواني الذين لم تلدهم امي الى من تحلوا بالإخاء وتميزوا
بالوفاء والعطاء . اصدقائي

مرتضى

شكر وتقدير

بعد ان وفقني الله جل وعلا لإتمام هذا البحث لا يسعني الا ان ازجي شكري وعرفاني لأستاذي الفاضل الأستاذ الدكتور عباس عادل حنتوش لاقتراحه موضوع البحث ولكل ما قدمه لي من توجيهات قيمة ورعاية ابوية ومتابعة مستمرة واهتمام طيلة مدة البحث. حيث كان أبا واستاذاً واسأل الله ان يمن عليه بالصحة والتوفيق ويطيل في عمره ويوفقه لمزيد من التقدم والعطاء العلمي.

كما أتقدم بالشكر والامتنان الى السادة أعضاء لجنة المناقشة المحترمين وهم كل من الأستاذ الدكتور نجاح عود حسين لقبوله ترؤس لجنة مناقشة بحثي والأستاذ الدكتور عبد الكريم طاهر يسر من جامعة البصرة مركز علوم البحار لقبوله مناقشة بحثي وابدائه الآراء السديدة حول البحث متمنين لهما السداد والعمر المديد واسأل الله لهما بدوام الصحة والعافية.

ويطيب لي ان أتقدم بالشكر الجزيل والتقدير لرئاسة قسم علوم البيئة وأساتذته وعمادة كلية العلوم على اتاحة الفرصة لإكمال الدراسة. كذلك شكري وتقدير العالين الى مركز علوم البحار ومنتسبة كافة لاستقبالهم لي في مختبراتهم وخص بالذكر الأستاذ الدكتور بسام عاشور للمساعدة على معرفة طرق قياس العناصر كما أتقدم بالشكر والامتنان الى الأستاذ الدكتور محمد فارس في قسم الاحياء البحرية لمساعدتي في التحليل الاحصائي.

ولا يفوتني ان أسجل شكري وتقديري الى الأستاذ حسين حسن خلف كما أتقدم بالشكر والامتنان الى الست نادية خلف في مختبر تحليل المياه في مركز علوم البحار كذلك شكري وتقديري الى اخوتي وزملائي طلبة الدراسات العليا لمساعدتهم لي طيلة مدة الدراسة وخص بالذكر مصطفى حسين شعلان ومجتبى سامي واحمد عقيل وناجي خضير عباس/ كلية التربية. كما أتقدم بوافر الشكر والامتنان الى أخوي العزيزين وهما كل من الأخ صالح كلهمام علي والمهندس زياد النمر الذين كان لهما دور ملموس في رفد جهدي المتواضع، اسأل الله متضرعاً ان يمن عليهم بالصحة ودوام التوفيق ولجميع من ذكرت بالسلامة والأمان انه نعم المولى ونعم المجيب، وصلى الله على سيدنا محمد وعلى إله وصحبة وسلم تسليماً

الباحث

الخلاصة

استعملت في الدراسة الحالية بعض الأنواع السمكية المهمة اقتصادياً والتي تم جمعها من الأسواق المحلية وحفظها في حاويات مبردة لحين وصولها للمختبر وإجراء التحاليل المختبرية لها، وقد تمثلت العينات بثلاثة أنواع من الأسماك الطازجة النوبيي الوردي *Otolithes ruber* والبياح الأخضر *Planiliza subviridis* والشانك *Acanthoparus arabicus* وثلاثة أنواع من الأسماك المجمدة البياح الذهبي *Planiliza kluningeri* والنوبيي الوردي *Otolithes ruber* الشانك *Acanthoparus arabicus* وأسماك مستوردة (معلبة) بنوعيتها شرائح سمك السردين، وسمك التونة المحفوظة بالزيت وأخرى محفوظة بالماء والملح، وذلك لتشخيص العناصر الثقيلة الموجودة فيها وتقدير مستوياتها باستخدام جهاز الامتصاص الذري اللهبى. بلغت تراكيز عناصر كل من النحاس والرصاص والكاديوم والزنك والنيكل والحديد والزرنيخ والكوبلت والمنغنيز في أسماك البياح الأخضر الطازج 3.464 و N.D و 0.019 و 0.127 و 4.023 و 3.396 و N.D و 0.709 و 0.752 ملغم/كغم وزن جاف على التوالي، أما في أسماك النوبيي الوردي الطازج فقد سجلت 5.774 و N.D و 0.013 و 0.127 و 3.972 و 5.968 و 0.115 و 0.354 و 0.501 ملغم/كغم وزناً جافاً على التوالي، وفي أسماك الشانك الطازج سجلت هذه العناصر تراكيز بلغت 5.774 و N.D و 0.367 و 0.120 و 4.229 و 2.881 و 0.066 و 0.759 و N.D ملغم/كغم وزناً جافاً على التوالي. سجلت العناصر أعلاه في الأسماك المجمدة بلغت 4.619 و N.D و 0.097 و 0.108 و 4.126 و 3.756 و 0.134 و 0.506 و 0.752 ملغم/كغم وزناً جافاً على التوالي في عضلات أسماك البياح الذهبي، أما في أسماك النوبيي الوردي فقد بلغت 3.464 و N.D و 0.341 و 0.176 و 4.023 و 3.190 و 0.091 و 0.658 و 0.652 ملغم/كغم وزناً جافاً على التوالي، بينما كانت تراكيز العناصر قد بلغت في

اسماك الشانك 4.619 و N. D و 0.341 و 0.135 و 4.023 و 5.557
و 0.089 و 0.152 و 0.551 وزناً جافاً على التوالي. بلغت تراكيز العناصر الثقيلة المدروسة في
شرائح الأسماك المعلبة لكل من التونة المحفوظة بالماء والملح 5.774 و 0.016 و 0.341 و
0.108 و 4.229 و 2.418 و N. D و 0.405 و 0.100 وزن جاف، بينما كانت قد سجلت هذه
العناصر تراكيزها في شرائح أسماك التونة المحفوظة بالزيت 5.774 و N. D و 0.341 و 0.191 و
4.384 و 2.933 و N. D و 0.607 و 0.401 وزناً جافاً على التوالي، فيما بلغت تراكيز
العناصر في شرائح أسماك السردين 3.464 و N. D و 0.347 و 0.179 و 4.384 و 2.624 و
0.014 و 0.759 و N. D ملغم/كغم وزناً جافاً على التوالي. اجري التحليل الأحصائي باستخدام
تطبيق Conaco لإيجاد علاقات الارتباط والتداخل ما بين العناصر وأنسجة الأنواع السمكية
المدروسة مع مقارنة تراكيز العناصر الثقيلة بنتائج الدراسات السابقة.

قائمة المحتويات

الصفحة	العنوان	التسلسل
1	المقدمة واستعراض المراجع	1
3	مصادر العناصر الثقيلة في البيئة المائية	2-1-
3	المصادر الطبيعية	1.2.1
4	المصادر الزراعية	2.2.1
5	المصادر الصناعية	3.2.1
5	مخلفات المنازل والمحال التجارية	4.2.1
5	مصادر الغلاف الجوي	5.2.1
6	خصائص العناصر الثقيلة	3.1
7	دخول العناصر الثقيلة للبيئة المائية	4.1
7	تأثيرات العناصر الثقيلة	5.1
8	تلوث الأسماك ومنتجاتها بالعناصر الثقيلة	6.1
14	العناصر المنتخبة	1.7
11	النحاس	1.7.1
12	الرصاص	2.7.1
12	الكاديوم	3.7.1

13	الزنك	4.7.1
14	النيكل	5.7.1
14	الحديد	6.7.1
15	الزرنيخ	7.7.1
15	الكوبلت	8.7.1
16	المنغنيز	9.7.1
17	الدراسات السابقة	8.1
17	الدراسات العالمية	1.8.1
21	الدراسات المحلية	2.8.1
24	مواد العمل وطرائقها	2
24	الأسماك المستخدمة في البحث	1.2
24	<i>p. subviridis</i> اسماك البياح الاخضر	1.1.2
25	<i>O. ruber</i> اسماك النوبيي	2.1.2
25	<i>A. arabicus</i> اسماك الشانك	3.1.2
26	<i>P. Kluningeri</i> اسماك البياح الذهبي	4.1.2
27	Tuna fish اسماك التونة	5.1.2
27	<i>Sardines</i> اسماك السردين	6.1.2

28	تنظيف الأدوات	2.2
28	جمع لعينات	3.2
29	تجهيز العينات للتحليل	4.2
30	المواد الكيماوية والأجهزة المستعملة في البحث	5.2
31	استخلاص العناصر الثقيلة وتقديرها في عضلات الأسماك	6.2
31	التحليل الاحصائي	7.2
38	النتائج والمناقشة	3
40	العناصر الثقيلة في الأسماك الطازجة	13
46	العناصر الثقيلة في الأسماك المجمدة	23
50	العناصر الثقيلة في الأسماك المعلبة	33
53	الاستنتاجات والتوصيات	4.
54	الاستنتاجات	14
55	التوصيات	24
56	المصادر	5
57	المصادر باللغة الإنكليزية	15
61	المصادر باللغة العربية	25

قائمة الاشكال

الصفحة	اسم الشكل	رقم الشكل
32	المخطط العام للدارسة	1
39	تراكيز العناصر الثقيلة (ملغم/كغم وزن جاف) في عضلات الأسماك الطازجة	2
40	تحليل CCA للارتباط بين انسجة الأسماك الطازجة والعناصر الثقيلة المدروسة	3
41	تراكيز العناصر الثقيلة (ملغم/كغم) في عضلات الأسماك المجمدة	4
46	تحليل CCA للارتباط بين انسجة الأسماك المجمدة والعناصر الثقيلة المدروسة	5
47	تراكيز العناصر الثقيلة (ملغم/كغم) في عضلات الأسماك المعلبة	6
52	تحليل CCA للارتباط بين انسجة الأسماك المعلبة والعناصر الثقيلة المدروسة	7

قائمة الجداول

رقم الجدول	اسم الجدول	الصفحة
1	جدول يوضح مستويات العناصر الثقيلة في الأسماك والأغذية البحرية	8
2	المواد الكيماوية المستعملة	30
3	الأجهزة والأدوات المستعملة	30
4	تراكيز العناصر الثقيلة (ملغم/كغم وزن جاف) في عضلات الأسماك الطازجة	39
5	تراكيز العناصر الثقيلة(ملغم/كغم وزن جاف) في عضلات الأسماك المجمدة	41
6	تراكيز العناصر الثقيلة(ملغم/كغم وزن جاف) في عضلات الأسماك المعلبة	47

المقدمة

واستعراض المراجع

1. المقدمة واستعراض المراجع

1.1 المقدمة:

تتلوث البيئة المائية بالعديد من الملوثات التي تصل إليها من مصادر مختلفة والتي تخلف ضرراً في صحة الإنسان والأنظمة البيئية والكائنات الحية (الاسدي، 2013)، لذلك تحدث الكثير من المشاكل في البيئة المائية نتيجة نشاط الإنسان اليومي الذي يسعى دوماً الى امتلاك سبل الراحة والرفاهية والتي تنعكس سلباً على النظام البيئي المائي والاحياء الموجودة فيها وخصوصاً الصحة العامة لذلك مسألة حفظ التوازن البيئي مسألة لا يمكن التغافل عنها في ظل النمو الاقتصادي لضمان استمرار الحياة بأشكالها المختلفة (الانصاري، 2006). أن مشكلة التلوث البيئي أصبحت خطر يهدد الإنسان والكائنات الحية نتيجة التطور الصناعي والزيادة السكانية على مر السنين وبسبب سوء الإدارة والتخطيط ظهرت العديد من المشاكل البيئية (الشمري، 2013). أدى التطور السريع للصناعات المختلفة الى زيادة كمية النفايات المطروحة يرافقتها كمية من العناصر الثقيلة التي تشكل خطر كبير للإنسان والبيئة المائية اذا زادت عن الحد المسموح. تلعب العناصر النزرة دوراً مهماً في جسم الإنسان كعوامل مساعدة للعديد من الإنزيمات الضرورية مثل الزنك والنحاس والسيلينيوم (Saleh et al., 2011).

إن إطلاق مصطلح العناصر الثقيلة لأنه يشمل اغلب الفلزات التي تزيد كثافتها عن (5غم/سم³) حسب تصنيف وكالة حماية البيئة الامريكية لهذا المصطلح لذلك يمكن تعريفها على انها هي العناصر الانتقالية الواقعة بين الزمرة الثانية والزمرة السادسة في الجدول الدوري، ويطلق عليها عناصر نزرة عند ظهورها بتركيز واطئة جداً اقل من 0.1% (Minkoff and Baker, 2001). تعرف المعادن هي العناصر التي يحتاجها جسم الكائن الحي بصورة مباشرة لأهميتها في بناء الجسم والمشاركة في العديد من العمليات الايضية في الجسم وتوازن السوائل وكذلك هياكل

البروتين والهرمونات فهي تعتبر مفتاح لصحة الانسان. كما أن زيادة تراكيز العناصر الثقيلة في البيئة المائية يظهر من خلال زيادة تركيزها في السلاسل الغذائية لذا يعد التلوث من أبرز الضغوطات المسلطة على البيئة المائية (النجار وآخرون، 2014).

تضم المعادن الثقيلة العناصر الضرورية واللازمة لجسم الانسان إذ تشمل ثلاثة عشر عنصراً وهي (السليكون والفناديوم والكروم والمنغنيز والحديد والكوبلت والنيكل والنحاس والزنك والزرنيخ والسيلينيوم والموليبديوم واليود) وتعد هذه العناصر من ضروريات تكوين الهيكل العظمي وتوازن القواعد الحامضية (Briffa et al., 2020). الرصاص والكاديوم والنيكل والنحاس تعد من بين العناصر الأكثر تأثيراً على صحة الانسان، إذ أن تلوث تراكم الرصاص في الانسجة يمكن ان يسبب مشاكل خطيرة وكبيرة وتأثيراتها على اعضاء الجسم. يُعتبر الكاديوم العنصر الآخر من العناصر التي لها تأثير ايضا على الانسان إذ يسبب التعرض له الفشل الكلوي مع التقدم بالعمر وامراض السرطان والاعوية الدموية حتى وان كانت بجرعات منخفضة والسعال والصداع اذا كانت الجرعات عالية التركيز كما أنه يتراكم في الكبد والكلى ويحل محل الكالسيوم في العظام الذي يؤدي الى اضطرابات مؤلمة عند التعرض له وبشكل مزمن عن طريق الابتلاع (Patrick, 2003)، تتميز العناصر الثقيلة ببطيء التحلل عكس المواد العضوي التي تتميز بسرعة التحلل والانتقال خلال السلسلة الغذائية. (Xiaolu et al., 2018).

تتميز العناصر الثقيلة بقابليتها على الالتصاق مع العناصر الأخرى وتصبح جزء منها لا يتجزأ من المادة العضوية وصعوبة الازالة (Sharma et al., 1997). تُعد الانهار من أبرز المكونات للبيئات الطبيعية التي تظهر مدى التفاعل بين الانسان والبيئة التي يعيش فيها (Chaudhry et al., 2005) لذلك فأن التلوث المتزايد في الأنهار يؤثر على نوعية مياه الشرب كذلك تشويه المناظر الطبيعية للمدن (Hu et al., 2012).

أما النحاس فهو مطلوب لإتمام عملية التمثيل الغذائي الطبيعي لكثير من الكائنات الحية لكن يعد ساماً عند المستويات العالية له إذ أن التسمم يحدث عن طريق الفم الذي يؤثر على الدم والكلية (Tabriz, 2007). يسبب النيكل فقدان الوزن وتلف الكبد والقلب وكذلك تهيج في الجلد عند التعرض المستمر لهذا العنصر اوعن طريق السلسلة الغذائية (DaSilva *et al.*, 2004).

1.2. الهدف من الدراسة

1. تقدير مستويات بعض العناصر الثقيلة (النحاس والرصاص والكاديوم والزنك والنيكل والحديد والزرنيخ والكوبلت والمنغنيز) في الاسماك الطازجة والمستوردة (المجمدة والمعلبة).
2. اجراء دراسة مقارنة للنتائج المستحصل عليها مع نتائج الدراسات المحلية والعالمية.
3. مطابقة تراكيز العناصر الثقيلة في عضلات اسماك الدراسة الحالية مع التراكيز المسموح بها وحسب مواصفات منظمات الأغذية والزراعة والصحة العامة.

2.1 مصادر العناصر الثقيلة في البيئة المائية:

غالبا ما تستلم البيئة المائية مجموعات كبيرة من الملوثات التي تصل اليها وأبرزها العناصر الثقيلة ويكون وجودها مقرون بطريقة وصولها للمصدر المائي وتكون بحالة صلبة وتميل إلى التراكم في القاع الذي يعد المخزون الرئيسي للعناصر الثقيلة.

1.2.1 المصادر الطبيعية:

معظم هذه المعادن موجودة في الطبيعة بكميات صغيرة جداً لفترة طويلة، لكن استخراج هذه المعادن واستخدامها في الصناعة أدى إلى العديد من المشاكل البيئية والصحية، والتي لم تكن معروفة من قبل، فهذه المعادن الثقيلة تحل محل المعادن الأخرى الموجودة في الجسم (Rajai *et al.*, 2007) مما يلعب دوراً مهماً في الوظائف العضوية. كما أن لهذه المعادن دوراً مهماً في الإجهاد التأكسدي في الخلية وفي مسببات الأمراض البشرية المختلفة مثل السرطنة، تنتقل كمية

المقدمة واستعراض المراجع

المعادن المستشفقة من قبل الإنسان إلى العديد من الأعضاء من خلال الدورة الدموية وتتركز في بعض الأعضاء، وخاصة الرئة (Chen *et al.*, 2016). تحتوي المبيدات على كميات عالية من العناصر الثقيلة فمعظمها يحتوي على الرصاص والنحاس والزنك والزرنيخ والكاديوم وبذلك فأن زيادة استخدامها يؤدي الى نتائج سلبية (Teng *et al.*, 2002; Deng *et al.*, 2007) وبسبب الاستخدام الواسع للأسمدة زاد من انتشار العناصر الثقيلة في البيئة المائية وبالتالي يمكن ان تصل الى مستويات عالية جداً خلال السنوات القادمة (Fairbairn *et al.*, 2008) تصل العناصر الثقيلة إلى الانسان والحيوان من خلال تناول النباتات التي تستخدم الاسمدة كمادة عضوية مخصبة (حسين وفهد، 2008).

2.2.1 المصادر الزراعية:

إن استعمال الكيماويات كمبيدات حشرية واسمدة كيميائية في الزراعة هو احد الاسباب الرئيسية لتلوث المياه بالعناصر (Abaychi and Douabul, 1985)، إذ يتم استخدام ملايين الاطنان من الاسمدة التي تحتوي المواد الكيميائية في كل عام لغرض الانتاج الزراعي والحفاظ على غلة الانتاج الزراعي كذلك مكافحات الحشرات الضارة والفطريات وآفات اخرى (Demirak *et al.*, 2006). اشارات العديد من الدراسات العالمية والمحلية إلى العلاقة بين المخلفات الزراعية والعناصر الثقيلة إذ على الصعيد العالمي أشارت احدى الدراسات في نهر هندون وهو أحد الأنهار الموجودة في الهند إلى وجود تراكيز عالية من العناصر الثقيلة نتيجة تصريف كميات كبيرة من المخلفات الزراعية إلى داخل النهر (Hood *et al.*, 2020).

3.2.1 المصادر الصناعية:

تؤدي عمليات استخراج النفط الخام وكذلك عمليات التي تتم في المصانع الى زيادة تدفق هذه المعادن الى البيئة المائية وزيادة تراكزها فيها الى حد غير مسموح به (Gong et al., 2014). ومثال ذلك، الدراسة التي اجريت على أحد انهار الديوانية إذ وجد أن معمل النسيج والاطارات يعتبر مساهم كبير في زيادة هذه الملوثات حيث يستهلك ما يقارب 70—80 م³/طن من المياه في صناعة الاطارات (الزيادي، 2013)، وهذه المنشآت تستهلك ما يقارب 5% من مياه النهر ثم ترمى المخلفات الصناعية الى داخل النهر (حسين، 2005). أن زيادة الفعاليات الصناعية والزراعية أدت الى زيادة كبيرة في كميات الملوثات المطروحة للبيئة المائية ومنها العناصر النزرة التي تسبب تغيرات غير مرغوب فيها في البيئة (Gbaruko and Friday, 2007)،

4.2.1 مخلفات المنازل والمحال التجارية:

تحتوي مخلفات المنازل والمحال التجارية على مواد عضوية وغير عضوية فالمنظفات تحتوي على كميات كبيرة من عنصر الفسفور الذي يعد من المغذيات المسببة لظاهرة الازدهار الغذائي، فضلاً عن وجود عناصر ثقيلة أخرى. تمثل مكبات النفايات بأشكال مختلفة (الصلبة او سائلة) في الوقت الذي يؤدي الى حدوث تفاعلات لاهوائية عديدة في الموقع الملقاة فيه مما يؤدي الى ارتفاع درجة الحموضة (Alloway, 2013)، كما أن في فصل الصيف تؤدي هذه المخلفات الى نمو الطحالب بصورة كبيرة وبالتالي عدم وصول كميات كافية من الضوء إلى سطح المياه وبالتالي تؤثر على عملية البناء الضوئي (الصفدي والظاهر، 2008).

5.2.1 مصادر الهواء الجوي:

تساهم العديد من الأنشطة الصناعية وحركة النقل وحرق الوقود الاحفوري على إطلاق مخلفاتها الى الهواء مباشرة وبواسطة الرياح تصل الى مسافات بعيدة (Zaidi et al., 2012). تعد

المعادن الثقيلة من أكثر المعادن انتشارا في الطبيعة اذ تعد الاساس في العمليات البيولوجية (Michalak *et al.*, 2013)، اما المعادن الانتقالية فهي سامة بتركيز عالية لكن وجودها بتركيز قليل يعتبر ضروري مثل الحديد والمنغنيز والكوبلت والنحاس (Nagajyoti *et al.*, 2010). وهناك بعض المعادن غير سامة مثل الذهب. (Hammami *et al.*, 2021). أن قلة تساقط الامطار مع ارتفاع درجات الحرارة خلال فصل الصيف يؤدي الى انخفاض تراكيز مركبات الرصاص المتواجد في الجو (Kattab and Taqah, 2005)، بينما في فصل الشتاء يلاحظ ارتفاع تراكيزه بسبب عمليات الغسل المستمرة للمياه بفعل الامطار (القاروني، 2011).

3.1 خصائص العناصر الثقيلة:

تدخل العناصر الثقيلة إلى جسم الإنسان من خلال استنشاق الغبار، واستهلاك النباتات الغذائية المزروعة في التربة الملوثة بالمعادن وشرب المياه الملوثة بالإضافة إلى أن العمال قد يتلامسون مع المعادن الثقيلة من خلال وظائفهم في الأقسام الزراعية الصناعية أو الصيدلانية (Bishak *et al.*, 2015; Mohammadi, 2015). تعد الاسماك ذات قيمة غذائية عالية لذا يتم استهلاكها بكميات عالية في جميع انحاء العالم فهي تمتاز بمستوى عال من الدهون غير المشبعة فضلا عن وجود عناصر اخرى مثل الكالسيوم والفسفور والحديد التي تكون ضرورية في التغذية كذلك العناصر الناقلة مثل النحاس (Mlcek *et al.*, 2014). أن للعناصر الثقيلة تأثيرات مباشرة على الاحياء المائية وبخاصة الاسماك حيث أن وفرتها في المياه يؤثر على تكاثر الاسماك وتجمعها، مع أن للأسماك القدرة على تراكم العناصر الثقيلة في جزء مهم من اجزائها وهي العضلات التي تكون مصدر مهم لغذاء الانسان (Garnero *et al.*, 2020)، استعملت الاسماك كدليل للتلوث بالعناصر الثقيلة في النظم البيئية المائية لأنها مورد اقتصادي في اغلب دول العالم اضافة الى قيمتها الغذائية المهمة (Nasr *et al.*, 2012). لوحظ في بعض الدراسات أن للأسماك القدرة على تحسس التغيرات

التي الضارة والطارئة في المياه عندما تصل العناصر لمستويات عالية من التركيز (Adeel *et al.*, 2019) ولمستويات تكاد تكون سامة مما يؤثر على صحة الانسان مثل عنصر الزرنيخ (Zaynab *et al.*, 2022). تشكل عناصر الكاديوم والرصاص والزنك قلق مستمر للإنسان بسبب تأثيراتهما الصحية فالكاديوم يسبب تلف الكبد والكلية والرصاص يسبب التهاب الدماغ كذلك فقر الدم (Sharma *et al.*, 2014). كما أن من أشهر الحوادث على حصول التسمم بالعناصر الثقيلة هو ما حصل في خليج هيروشيما اليابان عند حدوث تسرب عنصر الزنك الذي أدى الى وفاة الكثير من الناس (Rahimzadeh *et al.*, 2017).

4.1 دخول العناصر الثقيلة للبيئة المائية:

تُعرف الملوثات المائية ومن ضمنها العناصر الثقيلة هي تلك الملوثات التي تؤثر في الفعاليات الحيوية للمجموعات السكانية ومن ضمنها التي يكون تأثيرها على تنوعها وحياتها وتكاثرها بشكل مباشر لذلك خطورتها تكمن في بقائها وفترة التحلل الطويلة وانتقالها الى مصادر اخرى عن اماكن تواجدها مثل الهواء والماء والرواسب (Allan *et al.*, 2020). تقاوم العناصر الثقيلة جميع الفعاليات الحيوية وعمليات التحلل الطبيعي التي تحدث في البيئة المائية (Olaniran *et al.*, 2013)، كما أن التلوث المستمر للمساحات المائية يجعلها غير صالحة للشرب وبالتالي يؤثر على الانسان والكائنات الأخرى (Kumar *et al.*, 2019). تتعرض الأغذية المعلبة للتلوث الكيميائي من خلال التماس المباشر أثناء حفظ الأغذية، وأبرز تلك المواد الملوثة هي عنصر القصدير والرصاص والخاصين والنحاس والتي تمتاز بقابليتها على الانتقال عبر السلسلة الغذائية بصيغ كيميائية عضوية متحدة اولا عضوية في طبقات التربة والمياه والهواء وبالتالي يؤدي ذلك إلى حدوث مشاكل صحية في المستقبل اذا ما استمر الانسان باستهلاك تلك الاغذية الطازجة والمعلبة والمجمدة (Taha *et al.*, 2013). ليست كل المعادن الثقيلة في البيئة المائية هي نتيجة نشاط الانسان بعضها

ينشأ نتيجة امتصاص العناصر من مكونات التربة التي تحدث بصورة طبيعية حيث أن كل 100 كيلوغرام من التربة يحتوي على 200 غم من الكروم و80 غم من النيكل و16 غم من الرصاص (JECFA, 1993).

5.1 تأثير العناصر الثقيلة على الإنسان:

تحدث العديد من الأمراض نتيجة التعرض لسمية العناصر الثقيلة مثل الشلل الدماغي وتلف الدماغ واضطرابات الجهاز الهضمي والتهاب الجلد والتخلف العقلي وموت الجنين وسرطان الرئة وتعديل أو تلف الحمض النووي (Rehman et al., 2018). كما تُعد الأمراض العصبية مثل مرض باركنسون، والسرطان، واضطرابات الجلد، واضطراب المناعة الذاتية النادرة، والأورام، واضطرابات القلب والأوعية الدموية أمثلة شائعة على الأضرار التي تسببها العناصر الثقيلة (Morrison, 2015). تؤدي زيادة العناصر الثقيلة إلى زيادة حموضة الدم مما يساعد في سحب الكالسيوم من العظام لاستعادة الحموضة الطبيعية في الدم وهو ما يؤدي إلى هشاشة العظام (Kolkman and Geelkerken, 2017). يعمل اتحاد العناصر الثقيلة مع الخلية على تغيير تركيب جدار الخلية وبالتالي يؤثر على نفاذية الغشاء الخلوي والعناصر الضرورية للجسم ويمنع انتقالها من وإلى داخل الخلية (Jaishankar et al., 2014).

6.1 تلوث الأسماك ومنتجاتها بالعناصر الثقيلة:

تُعد الاسماك المجموعة المهمة في المملكة الحيوانية في إنتاج الغذاء، إذ تشكل حوالي 1000 نوع من مجموع أكثر من 30000 نوع يتم صيدها سنويا التي تستعمل لإنتاج الغذاء، وتستهلك الاسماك إما طازجة أو مجمدة أو معلبة (Helyar et al., 2014). تصاب الاسماك بأمراض مختلفة وتسبب امراض تؤثر في صحة الانسان إذا كانت معدية، وهو ما يدفعنا الى البحث عن مصادر تكون ذات قيمة غذائية وصحية (Teklemariam et al., 2015). ولها قيمة غذائية عالية

المقدمة واستعراض المراجع

جعلتها من افضل الاغذية التي حظيت بالاهتمام العالمي بسبب نسبة البروتينات العالية التي تحتويها فهي تحتوي كل 15-24% من البروتينات، اضافة الى اهميتها البيولوجية باحتوائها على جميع الأحماض الامينية الضرورية للجسم ولنمو الخلايا (Tacon and Metian,2013).

جدول (1) تراكيز العناصر الثقيلة في الأغذية البحرية والاسماك.

العنصر لمعدني	الحدى الأقصى	المادة الغذائية	المصادر
Cd	اقل من 0.1ملغم/كغم (وزن رطب)	الأسماك ومنتجاتها	(Cid et al.,2001)
الزئبق	اقل من 0.5ملغم/كغم		
الرصاص	اقل من 2.1ملغم/كغم(وزن رطب)		
مثيل الزئبق	1ملغم/كغم(وزن رطب)	الأسماك	Burger and Gochfeld,2005
	0.5ملغم/كغم (وزن رطب)	الأسماك الصالحة للاكل والمعلبة	
الزرنيخ	1.3ملغم/كغم	اسماك المياة العذبة	
الرصاص	0.2ملغم/كغم	الأسماك	
	0.5ملغم /كغم	الرخويات	
النحاس	30ملغم/كغم	الأسماك	(FAO,1983)
الزرنيخ	1.0ملغم/كغم	الأسماك	(Tuzen,2009)
الرصاص	2.0ملغم/كغم		
الكاديوم	0.5ملغم/كغم		
الزنك	30ملغم/كغم		

المقدمة واستعراض المراجع

		0.1 ملغم/كغم	الكروم
(شليبي وآخرون, 2002)	الأسماك الطازجة والمجمدة والمعلبة والمملحة والمدخنة والروبيان والمجفف والسلطعون	0.1 ملغم/كغم	الرصاص
		0.1 ملغم/كغم	الكاديوم
		0.5 ملغم/كغم	مثيل الزئبق

الأسماك بقدرتها على امتصاص العناصر الثقيلة عن طريق الجلد والغلاصم وأنسجة الجسم التي تركزها في الكبد والكلى والمناسل مما يسبب تراكمها بنسب عالية. الأسماك تعد من الكائنات الحية التي تستطيع الهروب من الآثار الضارة للملوثات. (Squadrone *et al.*, 2013) تلعب الملوثات المعدنية دوراً بالغاً في النظام المائي إذ تحفز على إنتاج مجموعة الاوكسجين التفاعلية (ROS) وهي منتجات ثانوية للاستقلاب الغذائي الطبيعي للأوكسجين التي تؤثر على الأسماك وتلحق ضرر بها (Kovacik, 2017).

الأسماك المجعدة عند اصطياها تكون أكثر عرضة للفساد وخاصة في الأسماك التي تحتوي أمعائها على كميات كبيرة من الغذاء مع وجود أعداد كبيرة من الميكروبات فيها (Zhuang *et al.*, 2021). وللحفاظ على الاسماك من التلف وابقائها صالحة للاستهلاك البشري يتم حفظها في درجة حرارة منخفضة لتثبيط عمل الانزيمات (Leyva Salas *et al.*, 2017). بعض الانواع من الاسماك مثل سمك (البياح، السردين والبنّي) تفقد نكهتها بعد فترة عند اضافة الملح اليها ويحدث لها نضج بدون تعريضها للطهي وتكون طرية ويسهل فصل اللحم من العظم (Mouritsen and Styrbaek, 2014). وقد لوحظ أن حفظ الاسماك في درجة حرارة الصفر مئوي يساعد في بقائها صالحة للاستهلاك لمدة 10 ايام أو لفترة اسبوعين، بعد ذلك يبدأ النشاط الميكروبي المحب للبرودة وبالتالي تفسد تلك الاسماك لذا يجب حفظها عند خروجها من الماء (Ray *et al.*, 2010). كما يمكن حفظ الاسماك بالتجميد إلى ما دون الصفر المئوي إذ تتجمد جميع السوائل داخل خلايا الجسم

المقدمة واستعراض المراجع

وهنا تكون فترة الصلاحية ما بين ستة أشهر إلى سنة (Sampels, 2015). أن عملية تجميد الأسماك لا يحسن من جودتها، ولكن جودة الأسماك تتوقف على حالتها فالأسماك الجيدة تبقى جيدة والرديئة تبقى على حالتها قبل التجميد، لذا يعمل التجميد على تحطيم حوالي 90.60 % من الميكروبات وبعد الإذابة تكون حاملة لتلك الميكروبات (Abraha *et al.*, 2018). تعد عملية حفظ الأسماك بالتعليب من الطرق الحديثة من خلال استخدام علب من الصفائح محكمة الاقفال يتم تعقيمها بدرجة حرارة 120 °م تحت ضغط هواء ومثال على ذلك أسماك السردين والتونة المعلبة مع إضافة بعض المواد لتحسين مذاق الأسماك (Mohan, 2015)، لكن قد يتسبب عن هذه الأسماك أمراض نتيجة الملوثات التي تتولد بسبب الطرق الخاطئة للخبز، ومثال ذلك التسمم الغذائي بالبكتيريا وخاصة السامة منها مثل السالمونيلا والمكورات العنقودية (Rath *et al.*, 2012).

1.7 العناصر المنتخبة للدراسة:

1.7.1 النحاس Copper:

ينبعث النحاس من الأنشطة الصناعية والبراكين وعمليات التعدين والتعرية التي تتعرض لها التربة نتيجة إزالة الغطاء النباتي وحرق الوقود والنفايات تعبر من المصادر المهمة التي تلوث الغطاء النباتي (Madhu and Sadagopan, 2020). يستخدم النحاس في العديد من الصناعات مثل الأسلاك الكهربائية وأدوات الطهي وأنظمة الأنابيب ومبيدات الفطريات والأسمدة ومضافات الأعلاف التي تسبب تلوثاً بيئياً (Singh *et al.*, 2021).

تسبب الاغذية الحاوية على تراكيز عالية من النحاس صداع شديد وضيق تنفس مع ميل لون البراز والبول إلى الأزرق، كما يسبب تراكمه لمدة طويلة حساسية المعدة ومرض التوحد عند النساء ويمكن أن يسبب أيضاً عسر البويضات والعقم عند الرجال بسبب تأثيره على البروستات، وأن تلف كريات الدم الحمراء يفقد قابلية الاتحاد مع الاوكسجين (Cai *et al.*, 2009).

2.7.1 الرصاص Lead:

اظهرت العديد من الدراسات الأضرار التي يسببها الرصاص للإنسان وبالأخص الجهاز المحيطي والجهاز العصبي والدم والكلية وخاصة عند الأطفال (Mitra et al., 2017). ويمكن للجسم التخلص من الرصاص وذلك من خلال طرحه عن طريق الكلية مع الأملاح المذابة أو عن طريق الغدة الصفراوية مع المركبات العضوية الأخرى، فضلاً عن إمكانية طرحه من خلال التنفس عند الزفير (Hanna et al., 2016). يؤثر الرصاص على النساء الحوامل أثناء فترة الحمل حتى في المستويات القليلة بسبب تأثيراته على الجنين وعلى حالات الاجهاض وانخفاض وزن المواليد، كما يسبب ضرراً في تكوين هيموغلوبين الدم (Yockey et al., 2016). يستخدم الرصاص في لحام العلب المعدنية في منتجات الفواكه المعلبة ويستخدم في لحام الأواني المنزلية كما أنه يدخل في صناعتها (Deshwla and Panjagari, 2020). يُعد من أقدم المعادن المعروفة قديماً (Wani et al., 2015).

3.7.1 الكاديوم Cadmium :

وهو من الملوثات البيئية الخطرة وأحد العناصر الثقيلة التي لها تأثير كبير على الكائنات الحية ومنها الأسماك بسبب سميته وقابليته على التراكم والثبات في داخل الجسم. يعد الكاديوم من أكثر العناصر سمية فهو يؤثر على الكبد والكلية بسبب تغذية البشر على الأسماك الملوثة (Mehana et al., 2020). ان التعدين وعمليات الصهر واحتراق الفحم والوقود الاحفوري والأسمدة الفوسفاتية ومياه المجاري المستخدمة في سقي الأراضي الزراعية من أهم مصادر التلوث بالكاديوم (Peng et al., 2019). يمكن للكاديوم الدخول إلى السلسلة الغذائية من خلال قدرة النباتات على امتصاصه بعد تراكمه إلى تراكيز عالية في التربة (Awa et al., 2020). ويعتمد معدل امتصاص أملاح الكاديوم من التربة على الرقم الهيدروجيني ومحتوى المادة العضوية وتركيز الايونات الأخرى فيها (Awad et al., 2021). تسبب أبخرة الكاديوم عند استنشاق الإنسان لها أضراراً بالغة منها

تقليل كفاءة الرئة ونقصان السعة، فضلاً عن تأثيره على الأطفال كما في البالغين على الكلى والرئتين والامعاء (Lee *et al.*, 2019). أكدت الهيئة العالمية لأبحاث السرطان أن الكادميوم مادة مسرطنة للرئة والبروستات خاصة في الاشخاص الذين يعملون في صناعة البطاريات (Pietrzak *et al.*, 2021)، وأن نسبة 0.18 جزء بالمليون تكون كافية للتأثير على الصحة عمال محطات البنزين نتيجة تراكم الرصاص والكادميوم وزيادة نسبتهما في الدم (Jouda *et al.*, 2017). تتغير السمية الحادة للكادميوم في الكائنات الحية المائية حتى بين الأنواع الوثيقة الصلة ويرتبط ذلك بالتركيز الأيوني الحر للمعدن حيث يتفاعل مع استقلاب الكالسيوم، لذا فالتركيز العالية للكالسيوم تحمي الأسماك من امتصاص الكادميوم من خلال التنافس في مواقع الامتصاص، كما أن التعرض طويل الأمد يسبب ارتفاع الوفيات في اليرقات وانخفاض مؤقت في النمو (Vardhan *et al.*, 2019).

4.7.1 : الزنك Zinc

ثالث الزنك الموجود في الغلاف الجوي هو من المصادر الطبيعية إضافة إلى مصادر أخرى مثل حرق الوقود الأحفوري والنفايات وكذلك إنتاج الاسمنت والأسمدة (Saidur *et al.*, 2011). يؤدي تناول كميات كبيرة من الزنك إلى فقر الدم وتلف البنكرياس وتقليل مستويات الكوليسترول البروتيني الدهني عالي الكثافة (Hussain *et al.*, 2012)، يُعد الزنك والحديد من العناصر الضرورية للإنسان وخاصة اثناء فترة المراهقة حيث تصل العمليات الفسيولوجية في هذا العمر إلى مراحل الذروة وحصول طفرة النمو لدى الفتيات بين سن 10 الى 15 لمرافقة العديد من العمليات في سن البلوغ عند الاناث وهو ما يؤثر على احتياجاتهم من الزنك والحديد بما في ذلك النضج الجنسي وظهور الحيض وزيادة كريات الدم الحمراء (Soliman *et al.*, 2014). أما في الأسماك فقد لوحظ أن تعرض أجنة أسماك الزرد لمستويات عالية من الزنك فإنه يؤدي إلى ضعف التنفس وتمزق الأوعية

الدموية مما يسبب اطلاق كميات كبيرة من الدم وبالتالي عدم التنظيم الرقائقي (Choi *et al.*, 2018).

5.7.1 النيكل Nickel :

يلعب النيكل دور اساسي في عملية التمثيل الغذائي للإنسان والحيوان، مع أن تناول كميات كبيرة منه يشكل خطورة على مدار فترات طويلة. فقد لوحظ أن أهم المخاطر الصحية للنيكل هو تقليل المقاومة الحيوية للميكروبات واضعاف نشاط الكائن الحي إلى حد كبير وخاصة عند الأطفال الذين يعيشون في مناطق ملوثة إذ تظهر عليهم أعراض تضخم اللوزتين والغدد اللمفاوية والكبد (Ziyaadini *et al.*, 2017) يستخدم النيكل في الأجهزة المنزلية وأنباب المياه وسبائك النيكل، كما أن وجوده في المياه هو بشكل الطبيعي على ألا يتجاوز 0.02 ملغم/لتر (Genchi *et al.*, 2020). تعمل عسرة الماء على خفض نسبة كبيرة من سمية النيكل لوجود كربونات الكالسيوم CaCO_3 التي تساعد في خفض نسبة النيكل ما بين 5—10% أثناء مروره عبر الغلاصم الأسماك (Stapel *et al.*, 2017).

6.7.1 الحديد Iron:

يدخل الحديد في تركيب صبغة الهيموغلوبين ويشترك في عمل الأنزيمات والبروتينات ونقصه سبب رئيسي في فقر الدم، إذ يؤدي نقصه عن الحد الطبيعي في الجسم بنسبة 30% إلى أعراض أهمها زيادة حموضة المعدة وتهيج وتلف الخلايا المخاطية والتأثير على الجهاز الهضمي كما يؤدي إلى تلف خلايا الكبد والنخاع العظمي (Disha *et al.*, 2019). أما زيادة عنصر الحديد في الجسم عن الحدود المسموح بها فانه يسبب العديد من الأمراض والحالات الخطرة والتسمم في الجسم، فهو يؤثر على القلب والكبد وخلايا البنكرياس (Friebeg *et al.*, 1979). تعد الاسماك مصدراً مهماً للحديد وينصح بتناولها لتقليل مخاطر تلف الأوعية الدموية والقلب

(Jayathilakan *et al.*, 2012). كما أن الأسماك الخالية من الدهون تعتبر محفز جيد لامتناس الحدياء (Milman, 2021)، كما أن أغلب التحييات التي تتغذى على الأسماك الملوثة بعنصر الحاء مثل الفقرة في البحار أظهرت انخفاضا في إنتاج الجراء (Mongillo *et al.*, 2016).

7.7.1 الزرنيا Arsenic:

يستخدم الزرنيا في إنتاج المبياء الحشرية مثل زرنيا الكالسيوم $\text{Ca}_3(\text{AsO}_4)_2$ ومبياء الأعشاب (Romero, 2015). كما يتواءم الزرنيا في مياه الصرف الصناعي المطروحة من معامل إنتاج المعادن والأواني الزجاجية ومنتجات السيراميك ومنتجات الدباغة والاصباغ ومنتجات مصفاة البترول واشباه الموصلات وطلاء المعادن ومنتجات الرقائق الالكترونية (Roy and Bhattacharya, 2015). يتسبب الاستهلاك طويل الأمد لمياه الآبار الملوثة بالزرنيا باضطرابات الجهاز الهضمي والجلد والكبد والأنسجة العصبية، كما يتأثر الأشخاص الذين يبقون بعيدون عن المنطقة الملوثة بالزرنيا من خلال تناولهم الرز والأسماك (Mahurpawar, 2015).

سجلت أسماك المياه العذبة إنخفاضا في امتصاص الزرنيا عن طريق الماء أقل مما هو عن طريق النظام الغذائي (Phelps *et al.*, 2018)، كما لاحظ العلماء ان تراكم الزرنيا في الأسماك البحرية كان أعلى مما في أسماك المياه العذبة بسبب انخفاض تراكيزها في بيئات المياه العذبة (Harrison *et al.*, 2018). كذلك وجد الباحثين التراكم الحيوي للزرنيا كان مرتفعا في الكبد والجلد (Arslan *et al.*, 2016).

8.7.1 الكوبلت Cobalt:

يُعد الفحم والوقود الأحفوري من مصادر الكوبلت الرئيسة (Barceloux and Barceloux, 1999). يوجد بأشكال عضوية وغير عضوية، الشكل العضوي مكون ضروري لفيتامين B12 بسبب دوره الأساسي في تكوين الأحماض الأمينية وبعض البروتينات في الخلايا العصبية والناقلات العصبية التي لا غنى عنها، أما نقصه يسبب فقر الدم واضطراب الغدة الدرقية وزيادة مخاطر التشوهات الخلقية والنمو والفشل عند الرضع ويسبب أيضاً الموت. أبرز استخدامات الكوبلت تنصب في التطبيقات الصناعية ومحطات الطاقة النووية، كما. يستخدم في علاج فقر الدم وفي الرياضة كبديل جيد للمنشطات في الدم (Czarnek *et al.*, 2015). أما تأثيراتها على الأسماك فأنها تعيق النمو والتنفس وتسبب الشذوذ (Stocks *et al.*, 2013). فضلاً عن أكسدة الدم وانسداد قنوات الكالسيوم غير العضوية في الغلاصم الأسماك (Baker *et al.*, 2014)، كما يشكل ارتباط الكوبلت بالنحاس قلقاً كبيراً (Tijsseling *et al.*, 2019).

9.7.1 المنغنيز Manganese:

يتواجد المنغنيز في بيئات المياه العذبة بشكل أكبر مما في المياه البحرية (المالحة) (Fortunato and Crump, 2015)، يتناسب تأثير المنغنيز على الأسماك عكسياً مع ملوحة الماء نتيجة العمليات الكيميائية والفيزيائية والبيوكيميائية التي تكون مرتبطة بالتقية الذاتية للمياه (Chandra Sekhar *et al.*, 2004). يمتص المنغنيز بسهولة من خلال الجلد والغلاصم ويتراكم بشكل رئيسي في الكبد وعظام الجمجمة (Fadhullah and Abdullah, 2013).

ينجم عن نقص عنصر المنغنيز في الكائن الحي تشوهات في العظام وتثبيط النمو وضعف نشاط إزالة السموم من الكبد (Lin *et al.*, 2008). وبشكل عام يندر أن يلاحظ نقص المنغنيز في الأسماك ذات التغذية القاعية في ظل الظروف الطبيعية بسبب كمياته الكبيرة في الرواسب. تتواجد

معظم كميات العنصر في الرواسب على شكل Mn^{2+} وينتج أيضاً من خلال الظروف اللاهوائية (نقص الأوكسجين) في المناطق السفلية ويكون نشط بيولوجياً (Hernroth et al., 2004)،

8.1 الدراسات السابقة:

1.8.1 الدراسات العالمية:

وجد كرك وآخرون (2010) عند دراسته للعناصر الثقيلة في عضلات أسماك الحمري *B. luteus* والكارب الاعتيادي *C. carpio* المصطادة من نهر الفرات في دير الزور السورية إرتفاع مستوى عنصر الرصاص في عضلات أسماك الكارب الاعتيادي عما هو عليه في عضلات أسماك الحمري مع ارتفاعا ملحوظا في تراكيز كل من الزئبق والكاديوم في عضلات كلا النوعين وضمن الحدود المسموح بها للمواصفات السورية.

بينما لاحظ (Uysal 2011) تراكم العناصر الثقيلة في أنسجة (الجلد والعضلات والأمعاء والغلاصم والأكباد) لأسماك المياه العذبة *C. capio*, *Rutius rutilus*, *Carassius* فقد أظهرت تبايناً واضحاً بين نسيج وآخر من جهة ونوع وآخر من جهة أخرى وتراكيز سجلت ضمن الحدود المسموح بها من منظمة WHO وFAO.

كما قام (AlTuriqi and Albedair 2012) بدراسة التراكم الحيوي للعناصر الثقيلة (الكاديوم والرصاص والخاصين والنحاس والمنغنيز والحديد والزئبق) في الأسماك الشائعة في الأسواق السعودية وأظهرت النتائج بأن تراكيز تلك العناصر قد تجاوزت الحدود المسموح بها من قبل منظمة الصحة العالمية (WHO) وأرجع السبب في ذلك إلى تأثير الأنشطة الصناعية للمعدن.

وجد (2017) Al-Imarah *et al.* أن اختلاف الفصول يعد عاملاً مؤثراً في تراكم العناصر الثقيلة حيث سجل المنغنيز أعلى قيمة في فصل الربيع بينما كانت تراكيز الخارصين والنحاس والكاديوم هي الأعلى في فصل الصيف.

لاحظ (2012) Bat *et al.* عند دراسته للتراكم الحيوي لعناصر (النحاس والحديد والخارصين والزنك والرصاص والكاديوم والزنابق) في عضلات أسماك مختلفة من سواحل منطقة Sinop الواقعة على البحر الأسود في تركيا بأن التراكيز المسجلة لكل من عنصر الزنابق والرصاص كانت أقل من تحسس الجهاز بهما، بينما كانت تراكيز العناصر الأخرى ضمن الحدود المسموح بها عالمياً.

وبينت دراسة أجراها (2013) Omwenga, *et al.* على تراكم العناصر الثقيلة (الكاديوم والنحاس والزنك والرصاص) في ثلاث مزارع لتربية أسماك البلطي واسعة الانتشار في جمهورية مصر العربية، إذ لاحظ أن وجود مستويات عالية من تلك العناصر في عضلات الأسماك المراكمة لها.

أما (2013) Muiruri *et al.* فقد وجدوا عند دراستهم لتراكيز العناصر الثقيلة (الرصاص والنيكل والمنغنيز والزنك والكاديوم والكروم) في مياه وأسمك البلطي في روافد AthiGalana-Sabaki في كينيا أنها لم تتجاوز المواصفات القياسية في المياه إلا أن تراكيزها في الأسماك قد فاقت المواصفات القياسية.

وقد سجل (2016) Jaccob عند دراسته مستويات العناصر الثقيلة في أسماك الكارب والبلطي فقد تراوحت بين 0.15-0.21 غم/كغم وزناً جافاً للكاديوم و 1.78-2.72 غم/كغم وزناً جافاً للنحاس و 1.89-3.05 غم/كغم وزناً جافاً للحديد و 23.9-36.1 غم/كغم وزناً جافاً للخارصين.

وفي دراسة قام بها Canli and Atli (2003) على ستة أنواع من أسماك شمال شرق المتوسط لتحديد تراكيز العناصر الثقيلة كانت النتائج على النحو التالي الكاديوم (0.37—0.79) غم/كغم وزناً جافاً والرصاص (2.98—6.12) غم/كغم وزناً جافاً والنحاس (2.19—4.41) غم/كغم وزناً جافاً والخاصين (16.48—37.39) غم/كغم وزناً جافاً والحديد (19.60—78.40) غم/كغم وزناً جافاً.

قام Khoshnood and Khoshnood (2013) بدراسة مدى التراكم الحيوي لعنصري الكاديوم والرصاص في عضلات الأسماك المجمعة من بندر عباس وبندر جنافة الساحليتين في جمهورية إيران الإسلامية وكانت مستويات العنصرين ضمن الحدود المسموح بها.

بينما أشار Dange and Manoj (2015) في دراسة قاما بها إلى أن التراكم الحيوي للنكل والزنك كان مرتفعاً أعلى من الحدود المسموح بها وذلك في عضلات أسماك Mud Skipper و Mud Crab والتي اصطيدت في ثلاثة مناطق من مصبات الأنهار في الهند إذ بلغ تركيزهما في Mud Skipper (65.38 و 469.23) ملغم/كغم وزناً جافاً وفي Mud Crab بلغت (134.19 و 180) ملغم/كغم وزناً جافاً على التوالي.

أجرى Reyahi Khoram et al. (2016) دراسته للتراكم الحيوي لعنصري الكاديوم والرصاص في أنسجة أسماك السلمون المرقط Rainbow Trout التي تم اصطيادها في منطقة همدان في غرب إيران ولاحظ أن تراكيزهما ضمن الحدود المسموح بها من قبل منظمة الأغذية والزراعة (FAO) والصحة العالمية (WHO) إذ بلغ تركيزهما في العضلات 3.67 و 12.82 مايكغم/غم وزناً جافاً بينما في الأكباد 3.86 و 15.81 مايكغم/غم وزناً جافاً على التوالي.

تجاوزت تراكيز عنصري الكروم والنكل والرصاص الحدود المسموح بها من قبل منظمة الصحة العالمية (WHO) ومنظمة الأغذية والزراعة (FAO) عند دراسة Moslen and

(2016) Miebaka التراكم الحيوي للعناصر الثقيلة في أنسجة أسماك *periophthalmus* sp.

في منطقة بورت هار كوت في نيجيريا إذ بلغت 3.16 و 3.09 مايكغم/غم وزناً جافاً على التوالي.

بينما لاحظ (2016) Arantes *et al.* أن تراكيز عناصر الرصاص والزنك والكاديوم

في عضلات أسماك مجمعة من موقعين في نهر بالبرازيل كانت اعلى مما هو في أكبادها لكنها

ضمن الحدود المسموح بها من قبل منظمة WHO و FAO.

أما دراسة (2016) Janadeleh and Kardani حول التراكم الحيوي للعناصر الثقيلة

(النحاس والزنك والكاديوم والنيكل والفناديوم والرصاص) في أعضاء الكبد والغلاصم والعضلات

لثلاثة أنواع من الأسماك *L. abu* و *B. grypus* و *C. carpio* التي جمعت من نهر الكارون في

جنوب إيران فقد لوحظ وجود اختلافات كبيرة بين العناصر من جهة وبين نوع النسيج من جهة

أخرى.

درس (2016) Malakootian *et al.* التراكم الحيوي لعنصري الرصاص والنيكل في

ثلاثة أنواع من الأسماك الاقتصادية عند سواحل بندر عباس وبين ان تراكيز العناصر كانت ضمن

الحدود المسموح بها.

كما أبدى (2017) Shovon *et al.* تقييمه للتراكم الحيوي لثلاثة عناصر ثقيلة هي

النيكل والرصاص والكاديوم في أعضاء الأسماك المحلية المجمعة من الأسواق في بنغلادش

وأظهرت دراسته أن تراكيز العناصر كانت ضمن الحدود المسموح بها من قبل منظمة الصحة

العالمية WHO ومنظمة الأغذية والزراعة FAO عدا عنصر الكاديوم فقد تجاوز الحدود

الموصى بها في جميع الأعضاء المدروسة في تلك الاسماك.

تناولت العديد من الدراسات البيئية أهم جوانب التلوث بالعناصر الثقيلة، فقد أكدت الدراسات الحقلية والمختبرية على سميتها للأحياء المائية وتأثيرها المباشر على بقاءها، ففي دراسة أجراها النجار (2009) حول التراكم الحيوي لبعض العناصر الثقيلة والتغيرات التي تطرأ عليها خلال السنة في أنسجة عضلات أسماك البني *Barbus sharpeyi* والحمري *Barbus luteus* والكارب الاعتيادي *Cyprinus carpio* الموجودة في هور الحويزة وشرق هور الحمار في جنوب العراق فقد أظهرت نتائج الدراسة ارتفاعاً واضحاً في فصلي الشتاء والربيع بالمقارنة مع فصل الصيف والخريف وأن أسماك الأحمر أكثر الأنواع مراكماً للعناصر وأسمك الكارب الاعتيادي أقلها.

أما الدهيمي (2010) فقد وجد عند دراسته للعناصر الثقيلة (الخاصين والرصاص والكاديوم والنحاس) في الاعضاء المختلفة لأسماك الكارب الاعتيادي *Cyprinus carpio* المصطادة من نهر الفرات شمال مدينة الكوفة أن تراكيز العناصر في هذه الأنسجة كانت أعلى من المحددات القياسية لكل من منظمة الصحة العالمية ومنظمة حماية البيئة. أوضح النجار وآخرون (2012) لدى دراستهم التراكم الحيوي للنكل والمنغنيز والحديد والنحاس والكوبلت والكاديوم في أنسجة أسماك الشانك *Acanthopagrus latus* المصطادة من بحيرة الرزاة أن التراكيز المقدره بجهاز مطياف الامتصاص الذري باللهب وبشكل خاص في العضلات كانت أقل من المستوى المحسوس.

وفي دراسة أجراها الحسنوي (2013) وجد فيها تراكيز العناصر الثقيلة في أنسجة أسماك الكطان قد سجلت 5.34 و 73.91 و 6.13 و 184.62 غم/كغم وزناً جافاً لكل من الكاديوم والخاصين والرصاص والحديد على التوالي.

أما النجار وآخرون (2014) فقد أوضح عند دراسته التراكم الحيوي للعناصر الثقيلة (النحاس والكاديوم والحديد والكوبلت والمنغنيز والنكل) لأربعة اعضاء في سمكة البياح الأخضر *L.*

subviridis المجمعة من هور الحمار وجود تفاوتاً كبيراً بين تراكيز العناصر وهو ما يرجع الى نوع النسيج ونوع العنصر من جهة وفصول السنة المختلفة التي تلعب دوراً مؤثراً على التراكم من جهة أخرى. وفي دراسة لأسماك السردين المصطادة من السواحل البحرية العراقية.

وقد أستنتج الثميلي (2020) أن التراكم الحيوي للعناصر الثقيلة في الاحياء المائية وخاصة الأسماك له تأثيراً سلبياً على صحة الانسان الذي يستهلك الأسماك الملوثة، حيث لاحظ ذلك عند دراسته لتسعة عناصر هي اليورانيوم والكاديوم والمنغنيز والزرنيخ والنحاس والنيكل والفناديوم والخاصين والحديد في عضلات وغلاصم وأكباد وأمعاء نوعين من الأسماك العظمية وهما البياح الاخضر *Planiliza subviridis* وسمكة نطاط الطين (أبو شلمبو) *Boleophthalmus* *dussumieri*.

مواد وطرائق العمل

2. مواد العمل وطرائقه

1.2 الأسماك المستخدمة في البحث:

استخدمت في الدراسة أسماك طازجة وأخرى مستوردة (مجمدة ومعلبة) والتي تم الحصول عليها من الأسواق المحلية في محافظة البصرة. صنفت الأسماك في مختبرات قسم الفقرات البحرية وفقاً لما ورد في (Coad (2010) ; Bishop (2003) ; Kuronuma and Abe (1986).

1.1.2 أسماك البياح الأخضر *P. subviridis*



- التصنيف العلمي:

Order: Mugiliformes

Sub-Order: Mugiloidei

Family: Mugilidae

Genus: Planiliza

Species: *Planiliza subviridis* (Valenciennes, 1836).

2.1.2 أسماك النوبي الوردي *O. ruber*



- التصنيف العلمي:

Order: Perciformes

Family: Sciaenidae

Genus: Otolithes

Species: *Otolithes ruber* (Bloch & Schneider, 1801).

3.1.2 أسماك الشانك *A. arabicus*



Order: Perciformes

Family: Sparidae

Genus: *Acanthopagrus*

Species: *Acanthopagrus arabicus* (Iwatsuki, 2013).

4.1.2 أسماك البياح الذهبي *P. kluningeri*



Order: Mugiliform

Sub-Order: Mugiloidei

Family: Mugilidae

Genus: *Planiliza*

Species: *Planiliza kluningeri* (Day, 1888).

5.1.2 أسماك التونة Tuna fish



التصنيف العلمي:

Order: Clupeiformes

Family: Scombridae

Genus: Euthynnus

Species: *Euthynnus affinis* (Cantor, 1849).

6.1.2 أسماك السردين Sardine fish



التصنيف العلمي:

Order: Clupeiformes

Family: Clupeidae

Genus: Sardinella sp

2.2 تنظيف الأدوات

نظفت الأدوات وقناني البولي اثيلين المستعملة فقد غسلت جيداً بماء الاسالة ومسحوق التنظيف ثم غمرت بمحلول حامض الهيدروكلوريك المخفف (10 %) وتركت لفترة قبل أن تغسل عدة مرات بالماء المقطر.

3.2 جمع العينات:

اختيرت أنواع من الاسماك الطازجة وهي (البياح الأخضر والنوبيي الوردي والشانك) والأسماك المجمدة وهي (البياح الذهبي والنوبيي الوردي والشانك) والأسماك المعلبة وهي (التونة المحفوظة بالماء والملح وأخرى محفوظة بالزيت والسردين) وقد تم شراؤها من الأسواق المحلية

لمدينة البصرة. وضعت في حاويات مبردة لحين وصولها إلى المختبر كما موضح في المخطط

العام للدراسة الشكل (1)

4.2 تجهيز العينات للتحليل:

غسلت الاسماك الطازجة والمجمدة جيداً بماء الاسالة وأزيلت الرؤوس والجلود والقشور والعظام باستخدام ادوات التشريح. فرم الجزء العضلي من الاسماك بماكينة الفرغ ومزجت الكتلة اللحمية جيداً. أما الاسماك المعلبة فقد خلصت من المحلول الملحي وكذلك الزيت المحفوظة فيه وهرست جيداً. نقلت جميع العينات إلى جهاز التجفيد Freeze Dryer لتطحن بعدها وتحفظ في عبوات خاصة لحين إجراء التحليل عليها. سجلت في الدراسة لحالية معدلات أطوال وأوزان الأسماك المنتخبة للدراسة، إذ سجلت أطوال أسماك البياح الأخضر الطازجة (17 - 20) سم وبأوزان بلغت (50—200) غم، وفي أسماك النوبيي الوردي الطازج سجلت الأطوال (27 - 28) سم وبأوزان بلغت (200—300) غم، أما أسماك الشانك الطازج فكانت الأطوال المسجلة (9-17) سم والأوزان (25—150) غم، بينما في الأسماك المجمدة فتراوحت أطوال أسماك البياح الذهبي (12 - 19) سم وبأوزان بلغت (50—150) غم، وكانت اسماك النوبيي الوردي قد سجلت أطوال تراوحت (17 - 22) سم وأوزان (50—200) غم، في حين سجلت أسماك الشانك المجمدة أطوال بلغت (25 - 26) سم وأوزان (450.450) غم.

5.2 المواد الكيميائية والأجهزة المستعملة في البحث:

استعملت المواد الكيميائية والمحاليل القياسية المدرجة في الجدول (2) وجميعها من النوع التحليلي، كما ادرجت الأدوات والأجهزة العلمية المستخدمة والموجودة في مختبرات مركز علوم البحار / جامعة البصرة ضمن الجدول (3)

جدول (2): المواد الكيميائية المستعملة.

المادة الكيميائية	الشركة المصنعة	بلد المنشأ
حامض الهيدروكلوريك المركز HCl	THOMAS BAKER	اسبانيا
حامض البركلوريك المركز HClO_4		اسبانيا
حامض النتريك المركز HNO_3		
محاليل قياسية للعناصر النزرة	Merck	ألمانيا
ما مقطر خالي من الأيونات		

جدول (3): الأجهزة والأدوات المستعملة.

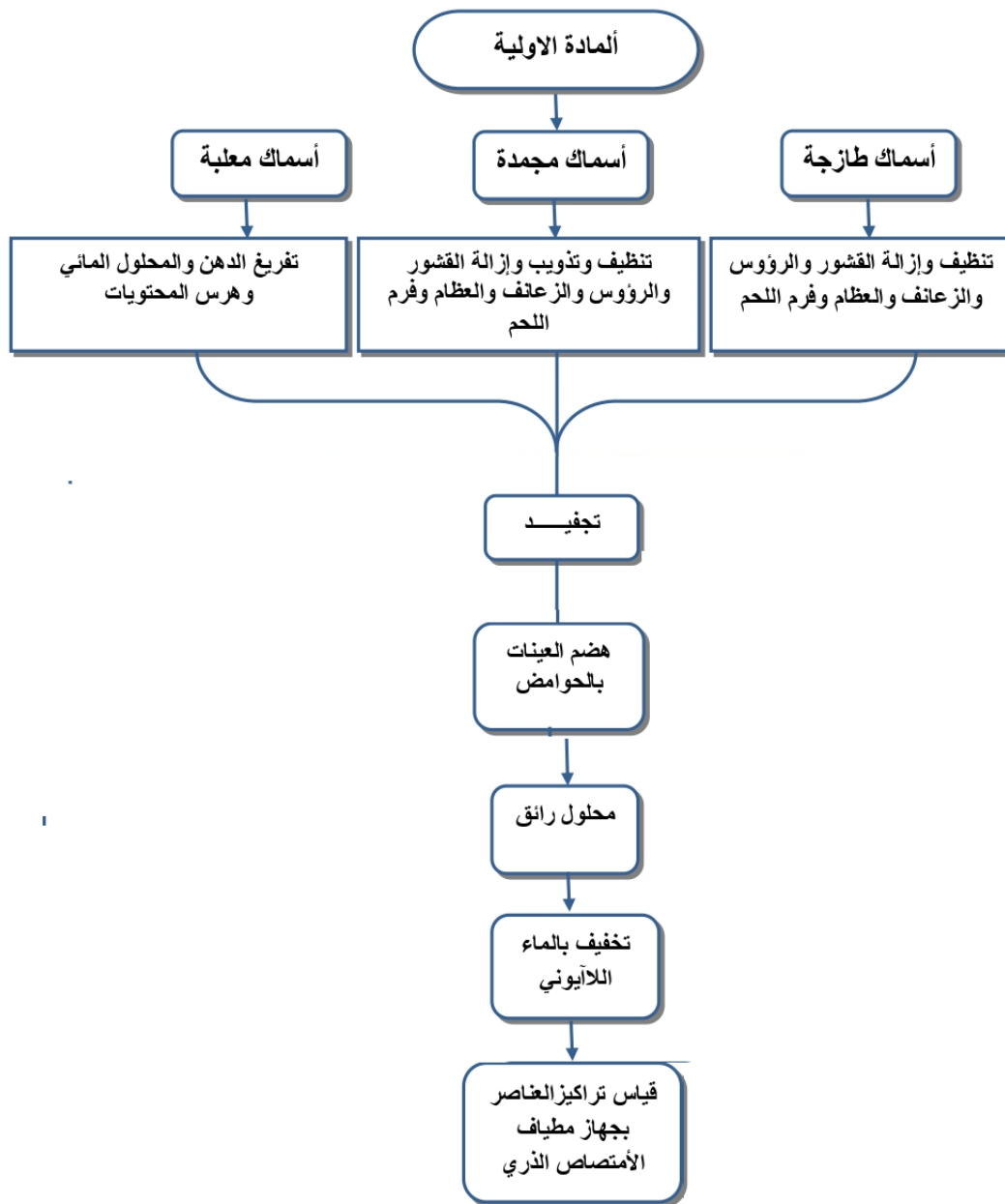
الجهاز أو الأداة	الشركة المصنعة	بلد المنشأ
فرن كهربائي Oven	Kottermann	المملكة المتحدة
مقص تشريح	--	الصين
ميزان حساس Balance	Sartorius	ألمانيا
هاون خزفي	--	الصين
جهاز مطياف الامتصاص الذري Atomic Absorption Spectroscopy	SensAA GBC SCIENTIFIC EQUIPMENT	المملكة المتحدة
جهاز تجفيد العينات	نوع Modulyo من شركة Edwards	المملكة المتحدة
جهاز هضم العينات	BÜCHI 425 digestor	سويسرا
بيكر نوع تيفلون	--	--
قناني بلاستيكية (بول ايثلين)	--	--

6.2 استخلاص العناصر الثقيلة وتقديرها في عضلات الأسماك:

أخذ وزن 0.5 غم وزن جاف من عينات الاسماك المجفدة ووضعت في بيكر من التفلون ثم اضيف اليها 6 مل من مزيج حامضي النتريك والبركلوريك المركزين بنسبة (1:1). اجري هضم العينات في حمام مائي بدرجة حرارة 70 °م لمدة 30 دقيقة بعدها نقلت لتهضم على سخان بتدرج حراري من 100 °م إلى 400 °م للحصول على محلول رائق وشفاف. تركت العينات لمدة من الوقت لتبرد ثم أخذ الراشح وأكمل الحجم بالماء المقطر الخالي من الأيونات إلى 25 مل. وفقاً للطريقة المعتمدة من قبل (ROPME 1982) قدرت أيونات العناصر الثقيلة (النحاس والرصاص والكاديوم والزنك والنيكل والحديد والزرنيخ والكوبلت والمنغنيز) باستعمال جهاز مطياف الامتصاص الذري اللهب Flame Atomic Absorption Spectroscopy.

17.2 لتحليل الاحصائي:

استعمل برنامج كانوكو (Canoco 2004) وهو الأوسع استعمالاً في ربط العلاقات في العلوم المائية لإيجاد الارتباط لكل متغير من المتغيرات قيد الدراسة وإيجاد العلاقة ما بين أنسجة الأسماك وتركيز العناصر فيها و تم الاستعانة ببرنامج الأكسل لترتيب الجداول ولرسم بعض الاشكال.



الشكل (1). المخطط العام للدراسة.

النتائج والمناقشة

13 العناصر الثقيلة في الأسماك الطازجة:

بينت نتائج الدراسة وجود تباين واضح في تراكيز العناصر الثقيلة في عضلات الأسماك الطازجة (جدول 4 وشكل 2)، فقد لوحظ ان متوسط تراكيز النحاس في اسماك البياح الأخضر قد بلغت 3.464 ملغم/كغم وزناً جافاً وفي أسماك النوبيي الوردي والشانك سجلت 5.774 ملغم/كغم وزناً جافاً وهذه التراكيز كانت اقل من الحد المسموح به لدى منظمة الأغذية والزراعة (1972). إذ تغذى الأسماك القاعية على الفتات العضوي عند القاع والتي تتواجد عندها المعادن الثقيلة مثل النحاس والكاديوم والكروم والزنك والرصاص والزرنيق (UNEP, 2006). أكد حمود وآخرون (2005) أن وجود النحاس وبتراكيز مرتفعة يعود إلى ارتفاع نسب الأملاح في مياه البحر، كما أن النحاس له قابلية مميزة بالتراكم الحيوي في أنسجة الأسماك عبر السلسلة الغذائية. تلوث المياه بالكثير من الملوثات التي تؤثر على الكائنات الحية المتواجدة في البيئة المائية وأبرزها الاسماك التي تتأثر بتلك الملوثات المطروحة من مختلف المصادر واهمها العناصر الثقيلة التي تأتي من مختلف النشاطات الصناعية والزراعية بالإضافة الى عمليات التعدين التي ترمي اغلب مخلفاتها الى البيئة المائية وتكون سبب في تلوثها (Authman et al., 2015). تميل عضلات الأسماك الى مراكمة عناصر أقل مقارنة مع أعضاء الأسماك الأخرى، حيث تعمل الطبقة المخاطية كخط دفاع أول ضد مرور العناصر الثقيلة إلى داخل أنسجة العضلات من خلال تكوين معقدات معالعناصر Uysal et al. (2011 ; Nor Hasyimah et al., 2008). أظهرت نتائج الدراسة الحالية تركيزاً غير محسوس لعنصر الرصاص في عضلات أسماك البياح الأخضر والنوبيي الوردي والشانك وقد توافقت تلك النتائج مع ما حصل عليه (Prasath and Khan (2008 عند دراستهما لبعض العناصر الثقيلة في أسماك *Mugil Cephalus* إذ لم يسجل كاشف الجهاز تراكيز محسوسة لعنصر الرصاص

سجل عنصر الكاديوم في أسماك البياح الأخضر والنوبي الوردى والشانك تراكيزاً بلغت (0.019 و 0.013 و 0.367) ملغم/كغم وزناً جافاً على التوالي لكنها لم تتجاوز الحدود المسموح به من قبل منظمة الصحة العالمية بالنسبة للكاديوم حيث ان الحد الأقصى المسموح به من قبل منظمة الغذاء والزراعة (FAO 1983) والبالغة 0.5 ملغم/كغم وزناً جافاً. سجلت تراكيز الكاديوم في دراستنا الحالية أعلى مما حصل عليه النجار وآخرون (2012) عند دراستهم لأسماك الشانك *A.arabica* المصطادة في بحيرة الرزاة، وأختلفت أيضاً مع ما وجدته السراج وآخرون (2014) عند دراستهم للتراكيم الحيوي لعنصر الكاديوم في أسماك الكارب الاعتيادي *C. carpio* والخشني *L. abu*، إلا أنها تقاربت مع (Al-Majed et al. 1998) التي تراوحت ما بين (0.1 و 0.28) ملغم/كغم وزناً جافاً. أن ارتفاع الاس الهيدروجيني ودرجة الحموضة المختلفة قد يكون سبباً مهماً في تباين تراكيز العناصر الثقيلة وهو ما يعد سبباً في نفوق الأسماك في البيئة المائية أيضاً (Srivastava et al., 1996).

يُعد الزنك أحد أكثر العناصر أهمية للنمو الطبيعي والتطور لدى الإنسان (Tuzen and Soylak, 2007). بينت نتائج الدراسة الحالية أن اقل تركيز لعنصر الزنك كان قد سجل في اسماك الشانك 0.120 ملغم/كغم وزناً جافاً، بينما سجلت اسماك البياح الأخضر والنوبي الوردى تراكيزاً بلغ 0.127 ملغم/كغم وزناً جافاً. هذه التراكيز كانت ضمن الحدود المسموح بها لدى منظمة الأغذية والزراعة والبالغ 30 ملغم/كغم وزناً جافاً (Khalid et al., 2017). لم تتفق تراكيز الزنك في الدراسة الحالية مع ما حصل عليه (Al- Kahtani 2009) عند دراسته للعناصر الثقيلة في عضلات أسماك البلطي وأسماك الشانك حيث سجل (10.72 و 25.80) ملغم/كغم وزناً جافاً على التوالي. يعمل الزنك على تحييد التأثير السام للكاديوم، ومنع تنخر الانسجة والتأثير على قابلية التعرض للكاديوم لان الزنك يعد أيون تنافسياً له (Shaffi et al., 2001).

سُجل أعلى تركيز للنیکل في أسماك الشانك (4.229) ملغم/كغم وزناً جافاً بينما بلغ أدنى تركيز له في أسماك النوبيي الوردی إذ كانت 3.972 ملغم/كغم وزناً جافاً. تماثلت نتائج تراكيز النیکل في الدراسة الحالية مع ما حصل عليه (Tuzen (2009 حيث وجد ان متوسط تراكيز النیکل بلغت 2.11 ملغم/كغم وزناً جافاً في عضلات أسماك الحمام *Scomber scombrus* بينما ارتفعت تراكيز النیکل في عضلات أسماك الرنكة *Clupea harengus* إذ بلغ متوسط تراكيزها 15.40 ملغم/كغم وزناً جافاً، فقد أعزى سبب ارتفاع تراكيز النیکل إلى التلوث البحري بالنفط الخام (Oluyemi and Olabanji, 2011).

أما عنصر الحديد فكانت تراكيزه متفاوتة حيث سجلت أدناها في أسماك الشانك 2.881 ملغم/كغم وزناً جافاً بينما سجلت أعلاها في أسماك النوبيي الوردی وكانت 5.968 ملغم/كغم وزناً جافاً وهذه النسب لم تتجاوز بل كانت اقل من الحدود المسموح بها حسب منظمة الغذاء والزراعة ومنظمة الصحة العالمية. اختلفت نتائج هذه الدراسة مع ما حصل عليه (حنتوش وآخرون، 2013) عند دراسته تراكيز العناصر الثقيلة في أربعة أعضاء من أسماك الخشني *P. subviridis* والتي أظهرت أعلى تراكيز للحديد 91.98 ملغم/كغم وزناً جافاً، كذلك ما حصل عليه الحساوي (2013) عند دراسته التراكم الحيوي للعناصر الثقيلة في أنسجة (الغلاصم والكبد والعضلات) في أسماك الكطان فكان عنصر الحديد قد سجل أعلى تركيز له 184.62 ملغم/كغم وزناً جافاً، إذ إن للأسماك القدرة على تجميع العناصر الثقيلة اعلى مما في الماء ورواسب القاع بسبب تغذيتها تكون على الاحياء المائية والطحالب والاحياء الصغيرة فضلا عن المواد العضوية الموجودة فيها (Bhateria and Jain, 2016).

تراوحت تراكيز الزرنيخ في عضلات الأسماك المدروسة ما بين غير المحسوس لدى أسماك البياح الأخضر إلى 0.115 ملغم/كغم وزناً جافاً في أسماك النوبيي. النتائج المستحصلة كانت ضمن

الحدود المسموح بها والمقدرة بـ 1.0 ملغم/كغم (Tuzen, 2009). وقد توافقت هذه النتائج مع ما توصل اليه Kavurmaci and Apaydin (2019) عند دراسة تراكم العناصر الثقيلة في أسماك المياه العذب *C. capio*; *Rutiius rutilus*; *Carassius* Obot et al. (2016) بينما اختلفت مع عند دراسة التراكم الحيوي لبعض العناصر الثقيلة، حيث كانت أعلى منها في جميع العضلات. اما التمثيلي (2020) فقد وجد عند دراسته تراكيز العناصر الثقيلة والتراكم الحيوي في نوعين من الأسماك العظمية ذات الطبيعة الغذائية المختلفة في البصرة ارتفاعاً ملحوظاً في تراكيز الزرنيخ إذ تجاوزت الحدود الموصي بها في فقد بلغت 5.06 و 2.10 مايكغم/غم في أسماك *P. subviridis* وأسماك *B. dussumieri* على التوالي. كذلك لاحظ Al-Mayahi et al. (2020) أثناء دراسته تقيم تلوث الأنهار العراقية في شمال العراق والمنطقة الوسطى من نهر الفرات ارتفاع تراكيز عنصر الزرنيخ في الأنسجة العضلية لأسماك الكارب الأعتيادي *C. carpio* في المنطقة الوسطى أعلى من تراكيزه في شمال العراق (نهر دجلة)، إذ أن وجود هذه الفلزات وبأشكال مختلفة كيميائية وفيزيائية وبيولوجية تمتاز بسميتها العالية (Dural et al., 2007).

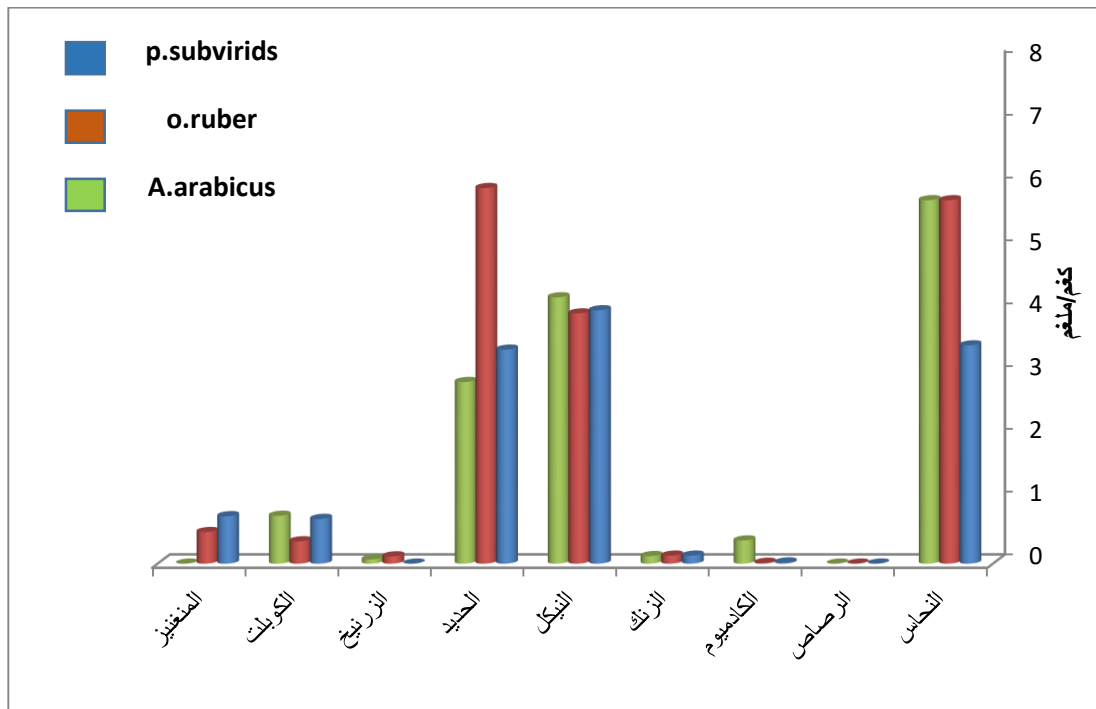
أظهرت نتائج الدراسة الحالية أن ارتفاع تراكيز عنصر الكوبلت في أسماك البياح الأخضر والشانك والتي كانت 0.709 ملغم/كغم وزناً جافاً. اختلفت هذه النتائج مع ما توصل اليه Al-AL Ghanemi (2010) عند لاحظ تباين في تراكيز بعض العناصر في نهر الفرات ويعزى السبب في ذلك الى تحلل الاحياء المائية. بينما وجد (Obot et al. 2016). ان ازدياد تراكم عنصر الكوبلت في عضلات أسماك *H. biocolor* المصطادة من المصب السفلي في نيجيريا مقارنة بتلك المسجلة في عضلات أسماك *Pseudotropheus elongatus*. تساهم العواصف الترابية في زيادة المعادن الثقيلة وبخاصة عناصر الزنك الكاديوم والرصاص في المياه (Nriagu, 2007)، إذ أن ارتفاع الكوبلت في الثدييات عموماً وفي الأسماك خصوصاً يمكن ان يعطل عمل الكبد الذي

يعد معمل لتصفية هذه المعادن وإزالتها من الجسم (Viarengo, 1985). يمكن تقدير الآثار الضارة للكوبلت أيضاً من خلال التغيرات النسيجية المرضية في الكبد، وفي الأعضاء الأخرى من خلال استجابتها للمواد الكيميائية مع تنظيم صعود وهبوط بروتينات المصل (Christova, 2002).

سجل نتائج الدراسة الحالية أعلى تركيز لعنصر المنغنيز وجد في أسماك البياح الأخضر 0.752 ملغم/كغم وزناً جافاً، في حين كانت التراكيز غير محسوسة في أسماك الشانك. لم تتوافق النتائج المستحصلة مع ما وجدته (AlTuriqi and Albedair 2012). أثناء دراسته التراكم الحيوي للعناصر الثقيلة في الأسماك الشائعة في أسواق السعودية التي أظهرت ارتفاعاً في تراكيز عنصر المنغنيز ويعود سبب ذلك إلى تأثير الأسماك المتواجدة عند الأنشطة الصناعية. بينما توافقت مع دراسة النجار وآخرون (2012) لأسماك الشانك *A. Arabicua* المصطاد من بحيرة الرزاة وسط حيث كانت تراكيز المنغنيز دون مستوى التحسس. تحتوي رواسب القاع على كميات كبيرة من المركبات العضوية وغير العضوية المتراكمة بما في ذلك المعادن الثقيلة وهو سبب كافٍ لزيادتها في أجسام الكائنات الحية (Namiesnik and Rabajczyk, 2010)، فبعض الأحياء المائية تأخذ الملوثات من الرسوبيات بعملية تسمى التراكم، والارتقاء في قمة السلسلة الغذائية في عملية تسمى التضخم الحيوي عن طريق النواعم والقشريات والرخويات وبعدها الأسماك ومن ثم الثدييات البحرية والطيور المائية والإنسان، وهو ما يجعل الملوثات في الرواسب لا تستقر في القاع وتكون الأحياء معرضة بصورة مباشرة لسميتها (Begum et al., 2009).

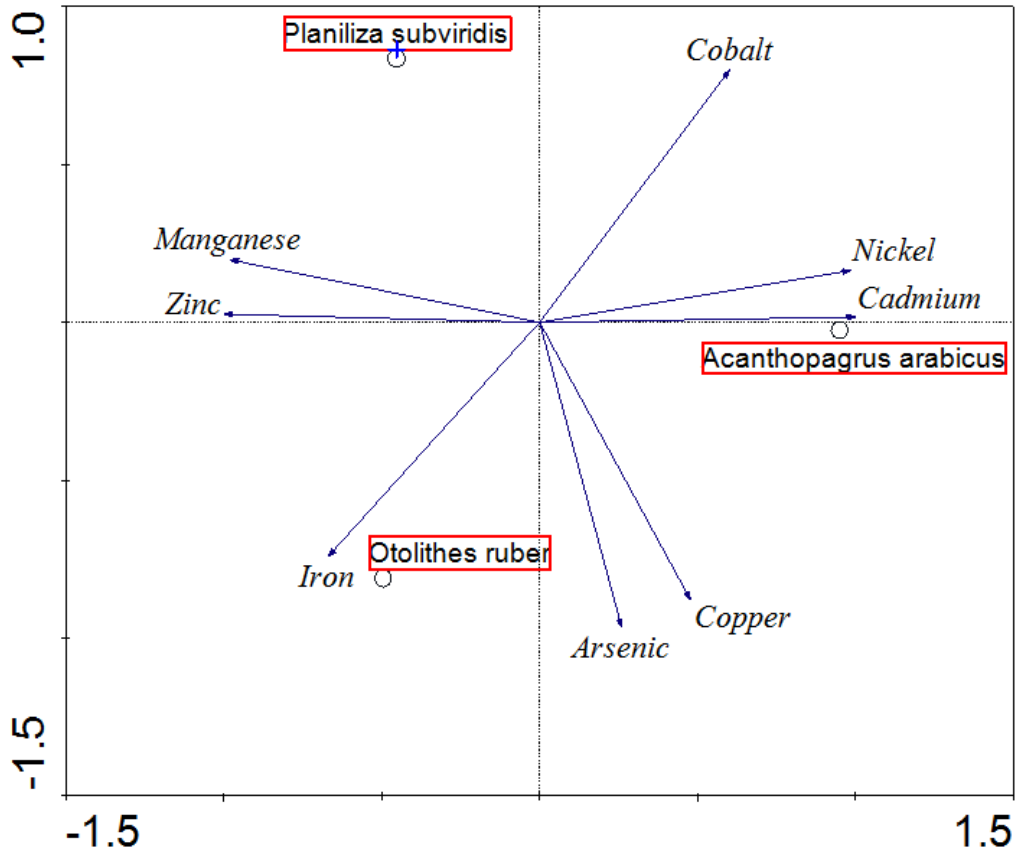
جدول (4): تراكيز العناصر الثقيلة (ملغم/كغم وزن جاف) في عضلات الأسماك الطازجة.

العناصر الثقيلة									أنواع الأسماك
المنغنيز	الكوبلت	الزرنيخ	الحديد	النيكل	الزنك	الكادميوم	الرصاص	النحاس	
0.752	0.709	N.D	3.396	4.023	0.127	0.019	ND	3.464	p.subviridis
0.501	0.354	0.115	5.968	3.972	0.127	0.013	ND	5.774	O. ruber
ND	0.759	0.066	2.881	4.229	0.120	0.367	ND	5.774	A.arabicus



شكل (2): تراكيز العناصر الثقيلة (ملغم/كغم وزن جاف) في عضلات الأسماك الطازجة.

أظهر التحليل الإحصائي باستخدام برنامج (2004) Canoco للأسماك الطازجة حيث كان الكوبلت تراكم حيوي عالي في أسماك البياح الأخضر *p. subviridis* بينما انخفض كل من عنصر النيكل والكادميوم أما في أسماك الشانك *A. arabicus* كانت مستويات الكادميوم تراكم عالي وانخفض كل من النحاس والزرنيخ أما عنصر الحديد في أسماك النوبيي *O. ruber* كان العنصر الوحيد الأكثر تراكمًا من بقية العناصر الأخرى.



شكل (3): تحليل CCA للارتباط بين أنسجة الأسماك الطازجة والعناصر الثقيلة المدروسة.

2.3 العناصر الثقيلة في الأسماك المجمدة:

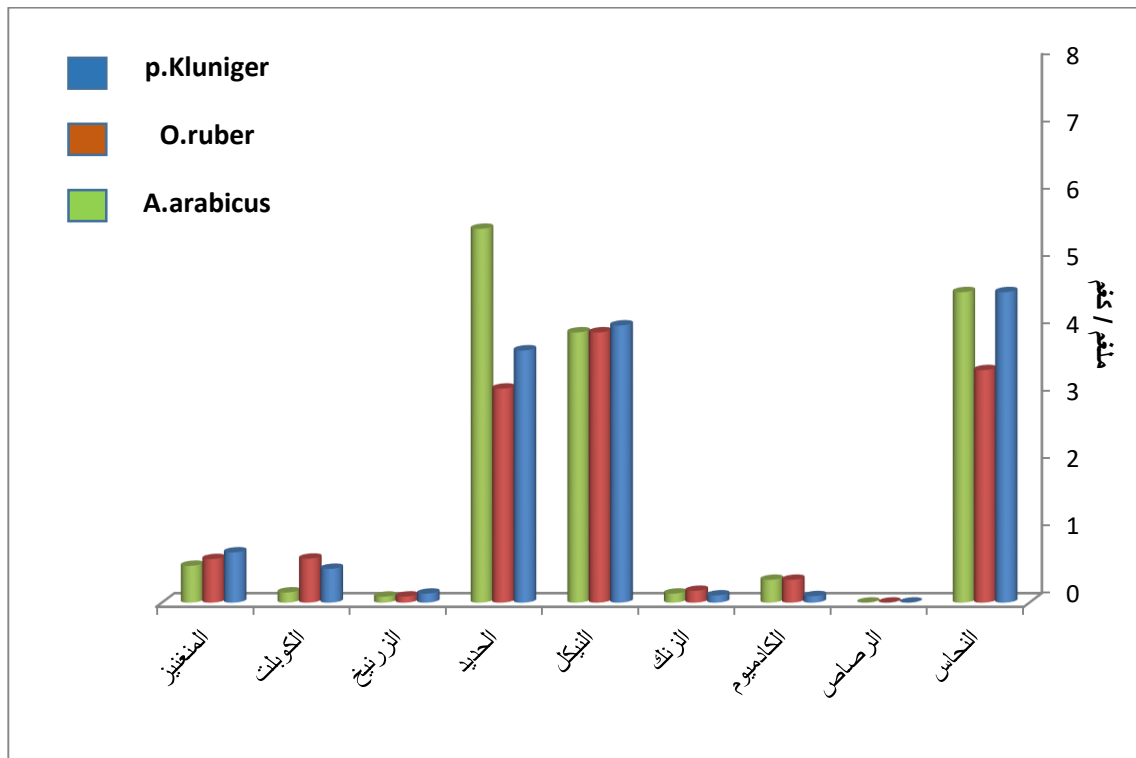
عملية التجميد تؤثر على الخلايا ودرجة الحرارة ودرجة الخزن وإجهاد الأسماك والتعبس والرمي الذي له علاقة بالأبيض الخلوي خلال فترة التيبس وبعدها، كما يتوقع أن تكون هي المؤدية إلى ارتفاع قيم بعض المعادن في العينات المجمدة (Nor Hasyimah et al., 2011).

يوضح الجدول (5) والشكل (4) تراكيز العناصر الثقيلة (النحاس والرصاص والكاديوم والزنك والنيكل والحديد والزرنيخ والكوبلت والمنغنيز) على أساس الوزن الجاف في عضلات الأسماك المجمدة وهي البياح الذهبي والشانك والنوبيي الوردي، والتي أظهرت فيما بينها تغييراً واضحاً في تراكيز العناصر الثقيلة.

النتائج والمناقشة

جدول (5): تراكيز العناصر الثقيلة (ملغم/كغم وزن جاف) في عضلات الأسماك المجمدة.

أنواع الأسماك	العناصر الثقيلة							
	النحاس	الرصاص	الكاديوم	الزنك	النيكل	الحديد	الزرنيخ	الكوبلت
P.Kluniger	4.619	ND	0.097	0.108	4.126	3.756	0.134	0.506
O.ruber	3.464	ND	0.341	0.176	4.023	3.190	0.091	0.658
A.arabicus	4.619	ND	0.341	0.135	4.023	5.557	0.089	0.152



شكل (4): تراكيز العناصر الثقيلة (ملغم/كغم وزن جاف) في عضلات الأسماك المجمدة.

تراوحت تراكيز عنصر النحاس بين 3.464 ملغم/كغم وزناً جافاً في أسماك النوبيي الوردي

و 4.619 ملغم/كغم وزناً جافاً في أسماك البياح الذهبي وأسماك الشانك ولم تتجاوز الحدود المسموح

به لدى منظمة الصحة العالمية ومنظمة الغذاء والزراعة والبالغة 30 ملغم/كغم (FAO, 1983).

وقد توافقت هذه النتائج مع دراسة (Canli and Atli (2003 إذ وجدا عند دراسته لسته أنواع من

الأسماك أن تركيز النحاس قد تراوح بين (2.19 – 4.41) ملغم/كغم وزناً جافاً، إلا أنها لم تظهر

توافقاً مع آل عبد النبي (2013) عند دراستها لبعض الأسماك المجمدة والتي تراوح تركيز عنصر النحاس فيها بين (13.21 – 53.74) ملغم/كغم وزناً جافاً، كما لم يحصل توافقاً مع ما حصل عليه Alinnor and Obiji (2010) عند دراستهما للتراكم الحيوي في عضلات أسماك *Sphyraena sphyraena* فقد بلغ تركيز عنصر النحاس فيها 8 ملغم/كغم وزناً جافاً.

لم يسجل جهاز مطياف الامتصاص الذري أي تحسس لعنصر الرصاص في الأنواع السمكية الثلاثة المدروسة، وبذلك فنتائج عنصر الرصاص في دراستنا الحالية لم تتوافق مع أغلب الدراسات السابقة سواءً الدراسات المحلية كدراسة آل عبد النبي (2013) لبعض الأسماك المجمدة والتي سجل فيها عنصر الرصاص 0.35 ملغم/كغم وزناً جافاً في عضلات أسماك الكارب العشبي أو الدراسات العالمية مثل دراسة El-Nemr (2003) للأسماك المجمدة المستوردة في مصر (الماكريل، البوري الأحمر المخطط، وسمك الماكريل الأطلسي) ودراسة Ganbi (2010) على أسماك الهامور *Epinephelus areolatus* المجمدة.

أظهرت الدراسة الحالية أن أدنى تراكيز عنصر الكاديوم قد سجلت في أسماك البياح الذهبي 0.097 ملغم/كغم وزناً جافاً وقد توافقت هذه النتيجة مع ما أشار إليه Alinoor and Obiji (2010) عند دراستهما لتراكيز بعض العناصر الثقيلة في الأسماك الطازجة والمجمدة إذ بلغ تركيز عنصر الكاديوم 0.05 ملغم/كغم وزناً جافاً، بينما أعلى تراكيز للكاديوم في دراستنا الحالية فقد سجل في أسماك النوبيي الوردي والشانك والتي كانت 0.341 ملغم/كغم وزناً جافاً، وهو ما توافق مع ما أشار إليه Ukoha et al. (2014) عند دراستهم للعناصر الثقيلة (الحديد والنحاس والكاديوم) في بعض الأسماك المستوردة في نيجيريا فقد تراوح تركيز الكاديوم ما بين 0.001 و 0.150 ملغم/كغم وزناً جافاً هو اقل من الحد المسموح به لدى منظمة الأغذية والزراعة (2.0 ملغم/كغم وزناً جافاً). يعد الكاديوم وبقية العناصر ملوثات سامة للأسماك ولها القدرة بالانتقال من مستوى غذائي

إلى آخر (Mason et al., 2000). كما لاحظ Yalsuyi et al. (2017) انخفاض الكاديوم عند دراستهم للأسماك الذهبية عازياً سبب ذلك إلى ارتفاع في عسرة المياه.

أظهر تركيز عنصر الزنك في الأسماك المدروسة تفاوتاً واضحاً وأقل من الحد المسموح به لدى منظمة الأغذية والزراعة. توافقت النتائج المستحصلة مع ما جاء في دراسة Al-linoor and Obiji (2010) لبعض العناصر الثقيلة في الأسماك الطازجة والمجمدة إذ سجل عنصر الزنك في الأسماك المجمدة تركيزاً بلغ 1.02 ملغم/كغم وزناً جافاً، في حين لم تكن النتائج متوافقة مع ما سجله كلاً من (Ajani and Ayoola, 2007) في عضلات أسماك *Trachurus.T* وأسماك *p. elongatus* والتي بلغ تركيز الزنك فيها 44.46 و 42.26 ملغم/كغم وزناً جافاً. يحصل تراكم حيوي للزنك نتيجة الامتصاص الغذائي الذي تقوم به الأسماك للعوالق الحيوانية كما أن هذه الأسماك تعد غذاءً للأسماك المفترسة (Xu and Wang, 2002).

تجاوزت تراكيز النيكل في الأسماك المدروسة القيمة المسموح بها من قبل وكالة حماية البيئة الأمريكية 1 ملغم/كغم وزناً جافاً المعتمدة من قبل DEFRA and Environment Agency (2002) فقد بلغت أعلى تراكيز النيكل 4.126 ملغم/كغم وزناً جافاً في عضلات أسماك البياح الذهبي. توافق تركيز النيكل المرتفع في دراستنا الحالية مع دراسة (Oluyemi and Olabanji, 2011) إذ وجد أن تركيز النيكل في عضلات أسماك الرنكة *Clupea harengus* قد بلغ 15.40 ملغم/كغم، بينما لم تتوافق النتائج مع دراسة (Siddique et al., 2014) للنيكل في الأسماك المجمدة المستوردة من ماليزيا والتي سجلت تركيزاً أقل منها بلغ 3.03 ملغم/كغم، ثم تلتها عينات الأسماك المستوردة من تايلاند (0.99) ملغم/كغم والأسماك المجمعة من باكستان (0.56 ملغم/كغم) حيث قدرت هذه التراكيز في الأسماك المستوردة من ماليزيا بـ 3 مرات أكبر من الحد المسموح به.

تباينت قيم عنصر الحديد في الأسماك المدروسة مع تسجيل أعلى تركيز له في أسماك الشانك المجمد والذي بلغ 5.557 ملغم/كغم وزناً جافاً وأدنى قيمه كانت في أسماك النوبيي الوردي فقد بلغت 3.190 ملغم/كغم وزناً جافاً. لم تتجاوز مستويات الحديد في الأسماك المجمدة للدراسة الحالية الحدود المسموح بها 30 ملغم/كغم حسب المواصفات العراقية ومنظمة الأغذية والزراعة ومنظمة الصحة العالمية. تقاربت النتائج مع (Obot et al., 2016) الذي وجد عند دراسته للتراكم الحيوي في أسماك *P. subviridis* و *B. dussumieri* مع تفاوت في القيم الأمر الذي أعزاه إلى الاختلاف النوعي للأسماك وطريقة التغذية إضافة إلى أنه عنصر مهم يشترك في العديد من العمليات الأيضية والتنفس الخلوي. لم تتفق نتائج الدراسة الحالية مع دراسة الشميلي (2020) عند دراسته لتراكم عنصر الحديد في أسماك *P. subviridis* والسبب يعود عوَمَل عديدة منها تركيز العنصر والمرحلة العمرية والجنس والنوع والحجم وطبيعة البيئة التي تعيش فيها (Chapman et al., 1996).

أظهرت نتائج الدراسة الحالية أن أعلى تراكز عنصر الزرنيخ قد وجد في أسماك البياح الذهبي المجمد 0.134 ملغم/كغم وزناً جافاً. أظهرت النتائج ارتفاع في التراكيز لعنصر الزرنيخ ولم تتجاوز الحد المسموح به. اختلفت نتائج عنصر الزرنيخ في الدراسة الحالية مع دراسة الشميلي (2020) التي سجلت (5.06 و 2.10) مايكغم/كغم وزناً جافاً في عضلات أسماك *P. subviridis* و *B. dussumieri*. كما أنها لم تتوافق مع (Islam et al., 2010) عند دراسة تراكيز العناصر الثقيلة في ثمانية أنواع من الأسماك البحرية المجمدة والمعلبة والتي جمعت من الأسواق الكورية.

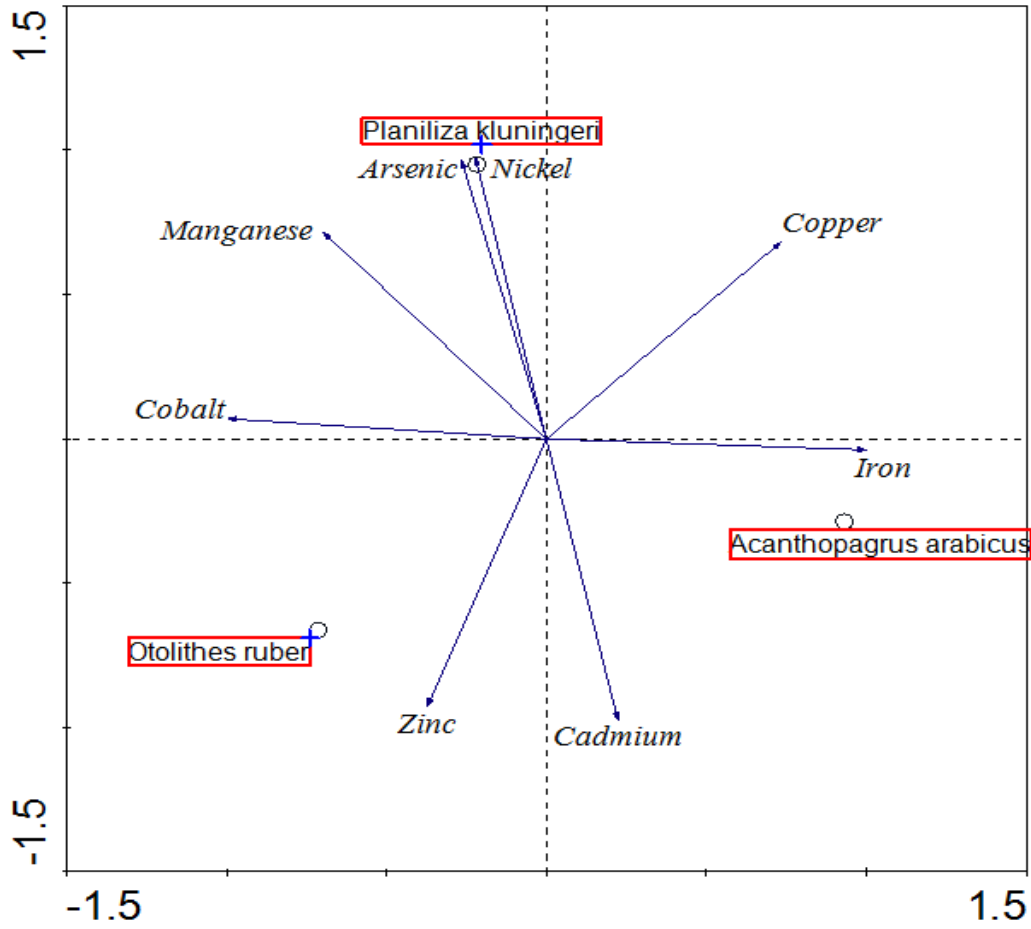
تراوحت تراكيز عنصر الكوبلت في عضلات الأسماك المجمدة المدروسة بين 0.152 و 0.658 ملغم/كغم وزناً جافاً في أسماك الشانك والنوبيي الوردي على التوالي. توافقت نتائج الدراسة الحالية مع (Yesser et al., 2013) عند دراسته لتراكيز المعادن السامة في الأسماك الطازجة

النتائج والمناقشة

والمجمدة وأنواع من الأسماك المعلبة وأظهرت نتائج الأسماك المجمدة أن عنصر الكوبلت قد سجل 2.10 . 0.35 ملغم/كغم وزناً جافاً، ودراسة آل عبد النبي (2013) لبعض الأسماك المجمدة والتي تراوحت قيم الكوبلت فيها بين 0.20 و 0.54 ملغم/كغم.

سُجل أعلى تركيز لعنصر المنغنيز في أسماك البياح الذهبي المجمد (0.752 ملغم/كغم وزن جاف) بينما سجل أدناه في أسماك الشانك (0.551 ملغم/كغم وزناً جافاً). توافقت نتائج عنصر المنغنيز في الأسماك المدروسة مع نتائج الدراسة التي قامت بها آل عبد النبي (2013) والتي تراوحت قيمها بين 0.13 و 4.50 ملغم/كغم وزناً جافاً في عضلات أسماك الشانك والكارب الهندي على التوالي. بينما لم تتوافق نتائج الدراسة الحالية مع دراسة El-Nemr (2003) للعناصر الثقيلة في الأسماك المستوردة والمجمدة في مصروهي الماكريل والبوري الأحمر المخطط وسمك الماكريل الأطلسي حيث تراوحت تراكيز المنغنيز فيها بين 2.57 و 10.28 ملغم/كغم.

أظهر التحليل الأحصائي باستخدام برنامج (Canoco 2004) في الأسماك المجمدة ومنها أسماك البياح الذهبي *P. kluningeri* ارتفاع كل من النحاس والحديد أما أسماك الشانك المجمدة *A. arabicus* كان عنصر الكاديوم والزنك هما الأكثر ارتفاعاً بينما في أسماك النوبي المجمدة *O. ruber* فكان عنصر الكوبلت والمنغنيز والزرنيخ والنيكل هما الأكثر ارتفاعاً من بقية العناصر.



شكل (5): تحليل CCA للارتباط بين أنسجة الأسماك المجمدة والعناصر الثقيلة المدروسة.

1-3- العناصر الثقيلة في الأسماك المعلبة:

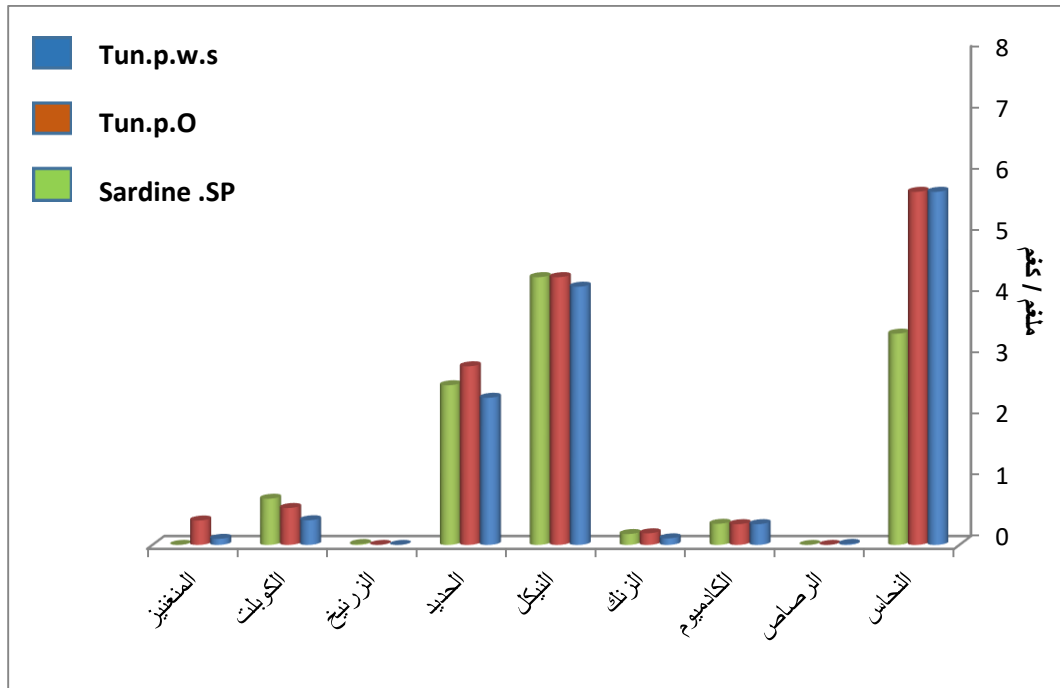
توضح النتائج في الجدول (6) والشكل (6) تراكيز العناصر الثقيلة في عضلات الأسماك

المعلبة (التونة المحفوظة بالماء والملح، التونة المحفوظة بالزيت، السردين). وقد أظهرت تفاوتاً كبيراً في الأسماك المدروسة.

يعزى التفاوت في تراكيز المعادن في الأسماك المعلبة إلى دور عملية التسخين أثناء التعليب فضلاً عن تحرك المعادن بسبب فقدان الماء على شكل ملح (Boadi et al., 2011)، كما أن تكنولوجيا التعبئة تتميز باستخدام العلب مصقولة الجدران بمواد قد تتداخل مع بعضها ومع محتوى العلب لتصبح أكثر ضرراً للمستخدم.

جدول (6): تراكيز العناصر الثقيلة (ملغم/كغم وزن جاف) في عضلات الأسماك المعلبة.

العناصر الثقيلة									أنواع الأسماك
المنغنيز	الكوبلت	الزرنيخ	الحديد	النيكل	الزنك	الكاديوم	الرصاص	النحاس	
0.100	0.405	N.D	2.418	4.229	0.108	0.341	0.016	5.774	Tun. P. w.s
0.401	0.607	N.D	2.933	4.384	0.191	0.341	ND	5.774	Tun.P.O
ND	0.759	0.014	2.624	4.384	0.179	0.347	ND	3.464	Sardine.Sp



شكل (6). تراكيز العناصر الثقيلة (ملغم/كغم وزن جاف) في عضلات الأسماك المعلبة.

أظهرت الدراسة الحالية أن أعلى تركيز سجله عنصر النحاس كانت 5.774 ملغم/كغم وزناً جافاً في لحوم سمك التونة المحفوظة بالماء والملح وكذلك المحفوظة بالزيت بينما سجل أدنى تركيز له في أسماك السردين (3.464 ملغم/كغم وزن جاف) إلا أنها لم تتجاوز الحد المسموح به لدى منظمة الغذاء والزراعة والبالغة 30 ملغم/كغم. قاربت هذه النتائج مع ما حصل عليه Tuzen and Soylak (2007) إذ وجدوا أن تركيز النحاس في أسماك البوري الأحمر قد بلغ 7.62 ملغم/كغم، في حين سجلت دراسة أخرى أجراها البكوش وأبو القاسم (2019) لأسماك التونة المعلبة المجمعة

من الأسواق الليبية أن تركيز النحاس كانت 0.0008 ملغم/كغم. بينما لم تتوافق نتائج الدراسة مع دراسة آل عبد النبي (2013) التي سجلت تراكيز بلغت 21.75 ملغم/كغم في أسماك التونة و 56.30 ملغم/كغم في أسماك الماكريل.

بين الجدول (6) أن تراكيز عنصر الرصاص كانت متدنية بل غير محسوسة في الأسماك المعلبة. وقد توافقت هذه النتيجة مع ما وجدته البكوش وأبو القاسم (2019) عندما سجل 0.0006 ملغم/كغم في لحوم أسماك التونة المعلبة. كما قاربت نتائج الدراسة الحالية مع نتائج دراسة آل عبد النبي (2013) التي سجلت أقل متوسط لتركيز الرصاص 0.25 ملغم/كغم في شرائح أسماك التونة ودراسة (Mahalakshmi et al. 2012) الذي وجد أن متوسط تركيز الرصاص في أسماك التونة المعلبة والمستوردة قد بلغ 0.011 و 0.089 ملغم/كغم على التوالي، فضلاً عن دراسة Rahimi et al. (2010) الذي وجد أن متوسط تركيز الرصاص في أسماك التونة المعلبة كانت 0.096 ملغم/كغم. يعد اللحام مصدر التلوث بالرصاص في عمليات التعليب، كذلك بين الجبوري (2019) ارتفاع تراكيز الرصاص في النماذج المعبئة بأكياس نايلون تليها العلب المعدنية.

سُجّلت الدراسة الحالية تبايناً إلى حد ما في تراكيز الكاديوم لجميع الأسماك المعلبة (التونة المحفوظة بالماء والملح، التونة المحفوظة بالزيت، السردين) والتي تراوحت بين 0.341-0.347 ملغم/كغم وقد كانت ضمن الحد المسموح به 0.5 ملغم/كغم الموصي عليه من قبل منظمتي الغذاء والزراعة والصحة العالمية (FAO/WHO 1972) ومنظمة الغذاء والزراعة (FAO 1983). توافقت هذه النتيجة مع دراسة آل عبد النبي (2013) عندما سجلت أقل متوسط لتركيز الكاديوم 0.51 ملغم/كغم في شرائح التونة، ودراسة Rahimi et al. (2010) عندما وجد أن متوسط تركيز الكاديوم في أسماك التونة المعلبة والمسوقة في إيران قد بلغ 0.05 ملغم/كغم، ودراسة البكوش وأبو القاسم (2019) عندما لاحظ أن تركيز الكاديوم في أسماك السردين قد بلغ 0.040 ملغم/كغم. تعد مستويات

الكادميوم في الأغذية واطئة، لكن التطور الصناعي قد أسهم في زيادة هذه المستويات فضلاً عن زيادة وسائل النقل بشكل كبير ونواتج احتراق الوقود المستخرج من الأرض واستعمال الأسمدة الفوسفاتية وعمليات الإنتاج الصناعي (Mclaughlin *et al.*, 2021)، الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمياه تؤثر في سمية الملوثات والتي تعتبر من بين العوامل المعروفة التي تعدل من سمية العناصر الثقيلة على العديد من أنواع الأسماك واللافقاريات (Pascoe *et al.*, 1986).

تراوح تراكيز عنصر الزنك في الأسماك المعلبة المدروسة بين (0.108 و 0.191) ملغم/كغم في شرائح أسماك التونة المحفوظة بالماء والملح وشرائح أسماك التونة المحفوظة بالزيت على التوالي بينما كان تركيز الزنك في شرائح السردين 0.179 ملغم/كغم. توافقت هذه النتائج مع البكوش وأبو القاسم (2019) عند دراسة تحديد بعض العناصر الثقيلة في شرائح التونة المعلبة المحلية والمستوردة المجمعة من الأسواق الليبية حيث كانت تراكيز الزنك دون مستوى تحسس الجهاز، لكنها لم تتوافق مع ما حصلت عليه آل عبد النبي (2013) عندما سجلت أقل متوسط تراكيز للزنك 5.21 ملغم/كغم في لحوم أسماك الماكريل المعلبة و 82.84 ملغم/كغم في لحوم أسماك السردين. تعد قابلية ذوبان معظم المعادن في الماء سبباً مهماً في زيادة تراكيز التلوث إلى مستويات سامة (Arora *et al.*, 2008).

تراوحت تراكيز النيكل في الأسماك المعلبة المدروسة بين 4.229 و 4.383 ملغم/كغم. وقد تجاوزت الحد المسموح به والبالغ 0.1 ملغم/كغم (DEFRA and Environment Agency, 2002). لم تتوافق هذه النتائج مع ما حصلت عليه آل عبد النبي (2013) التي سجلت قيماً تراوحت بين 0.33 و 1.96 ملغم/كغم في شرائح التونة وأسمك السردين على التوالي. ودراسة (Tuzen and Soylak 2007) للمعادن السامة في الأسماك المعلبة المسوقة في تركيا والتي تراوحت بين 0.09

و 0.40 ملغم/كغم. كما أثبتت العديد من الدراسات أن المعادن السامة لها القدرة على التراكم في الأسماك المفترسة أكثر من غيرها (Mol, 2011).

سجلت أعلى تراكيز الحديد في الأسماك المعلبة المدروسة 2.933 ملغم/كغم وزناً جافاً في شرائح أسماك التونة المحفوظة بالزيت فيما سجلت أدنى تراكيزه 2.418 ملغم/كغم وزناً جافاً في شرائح أسماك التونة المحفوظة بالماء والملح. لم تسجل نتائج الدراسة الحالية توافقاً مع دراسة Jasim and Shkhaier (2016) عند دراستهما لبعض العناصر الثقيلة في أنواع مختلفة من أسماك السردين فقد سجلا قيماً تراوحت بين 21 و 30 ملغم/كغم.

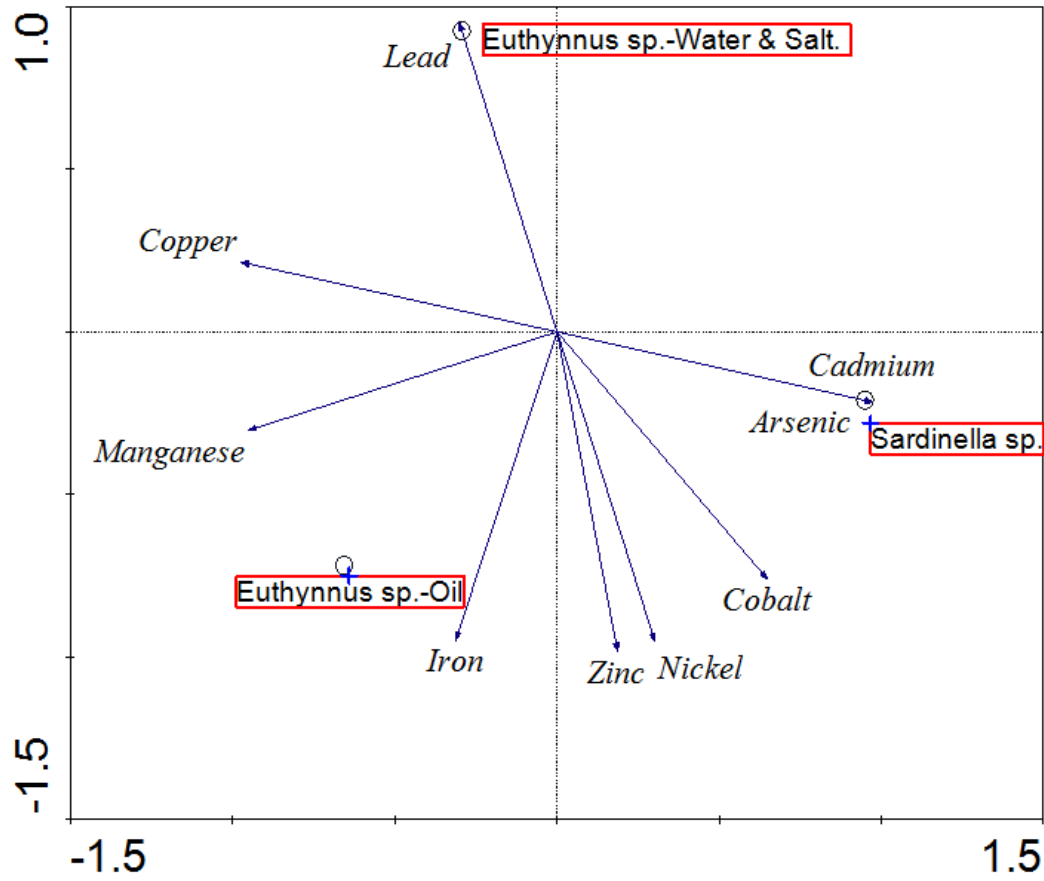
أظهرت نتائج الدراسة الحالية أن الزرنيخ في أسماك التونة المعلبة المحفوظة بالماء والملح وبالزيت أيضاً لم تسجل تراكيز محسوسة بينما في سجل في أسماك السردين (0.014 ملغم/كغم وزناً جافاً)، وهذه النتائج هي أقل مما سجله Andayesh *et al.* (2015) عند دراستهم التراكم الحيوي لبعض العناصر الثقيلة في أسماك التونة المعلبة الموجودة في الأسواق المحلية في إيران، حيث أظهرت النتائج تلوثها بالزرنيخ وتراوحت بين 0.25 و 1.42 ملغم/كغم، ودراسة Emami Khansari *et al.* (2005) الذي سجل أقل تركيز للزرنيخ في عينات الأسماك المعلبة الإيرانية 0.128 ملغم/كغم. فقد لوحظ أن تراكيز الزرنيخ الموجودة في أسماك المياه العذبة تتراوح ما بين 1.3 ملغم/كغم (Burger and Gochfeld, 2005).

تراوحت تراكيز الكوبلت في الأسماك المعلبة المدروسة بين 0.405 و 0.759 ملغم/كغم وزناً جافاً. توافقت نتائج الدراسة الحالية مع ما وجدته آل عبد النبي (2013) عندما سجل أعلى متوسط تركيز للكوبلت (0.47 ملغم/كغم) في شرائح أسماك التونة، لكنها لم تتوافق مع ما حصل عليه آل عبد النبي (2013) لنفس الدراسة فقد سجل الكوبلت تركيزاً أقل (0.20 ملغم/كغم) في أسماك الماكريل. تتعرض النظم البيئية إلى مستويات عالية من العناصر النزرة بسبب الأنشطة البشرية

حيث يتم تصريف النفايات إلى هذه البيئات ويكون التأثير ليس فقط في جودة المياه بل يسبب الضرر الصحي من خلال إستهلاك الأسماك (Castro Gonzalez and Mendez Armenta, 2008).

أظهرت الدراسة الحالية تبايناً واضحاً في تراكيز عنصر المنغنيز تراوحت بين غير المحسوس في أسماك السردين و 0.401 ملغم/كغم وزن جاف في لحوم أسماك التونة المعلبة. تقاربت نتائج الدراسة مع نتائج دراسة قام بها Lebel *et al.* (2015) لبعض أنواع الأسماك المعلبة في غانا، وقد سجل تراكيز تراوحت بين 0.001 و 0.057 ملغم/كغم. كما وجد توافقاً مع ما سجله آل عبد النبي (2013) في أسماك السردين والماكريل (0.16 و 0.13) ملغم/كغم على التوالي. العناصر النزرة يمكن أن تقسم إلى عناصر أساسية وغير أساسية، إذ تتواجد العناصر الثقيلة الأساسية بشكل طبيعي في جميع النظم البيولوجية بمستويات منخفضة ولا توجد آثار سلبية لها ولكن تصبح سامة عند وجودها بتراكيز عالية (De Boek *et al.*, 2010). أما العناصر غير الأساسية فتكون موجودة بشكل طبيعي في النظم البيئية لكنها تعد سامة للعديد من الكائنات الحية حتى في مستوياتها المنخفضة (Kalay and Canli, 2000).

أظهر التحليل الأحصائي باستخدام برنامج Canoco (2004) تراكم عالي للكاديوم والزرنيخ في أسماك السردين بينما لوحظت انخفاض الكوبلت والنيكل والزنك أما الأسماك المحفوظة بالزيت فكان تراكم الحديد عالي وظهر انخفاض للمنغنيز والنحاس فيما لم تسجل أي تراكيمات للعناصر الثقيلة في الأسماك المحفوظة بالماء والملح.



شكل (7): تحليل CCA لارتباط بين أنسجة الأسماك المملحة والعناصر الثقيلة المدروسة.

الاستنتاجات والتوصيات

15 الاستنتاجات

- سجلت في الأسماك الطازجة والمجمدة والمعلبة أيضاً قيماً مرتفعة لعناصر النحاس والنيكل والرصاص وقيماً تكاد تكون محسوسة لعناصر الرصاص والزرنيخ إلا أن جميع تراكيز العناصر الثقيلة في الاسماك المدروسة بعضها تتجاوز الحدود المسموح بها من قبل منظمة الاغذية والزراعة ومنظمة الصحة العالمية.
- تراكيز النيكل في ثلاثة الأنواع المدروسة للأسماك (الطازجة ،المجمدة المعلبة) تجاوزت الحدود المسموح والبالغ 1.0 ملغم/كغم
- لوحظ من خلال نتائج الدراسة الحالية أن مستويات بعض العناصر الثقيلة قد ارتفعت في الأسماك المعلبة وعلى وجه الخصوص في شرائح سمك التونة مع انخفاض قليل عنها في شرائح سمك السردين.

2.5 التوصيات

- نشر الوعي البيئي والصحي بين المستهلكين وتثقيفهم حول أثر تلوث الأسماك غير الجيدة وأضرارها على صحته.
- تزويد مستوردي السمك والبائعين بالتعليمات الخاصة بنقل الأسماك و تخزينها وحفظها والالتزام بتنفيذها بالشكل الصحيح.
- يحصل تلوث الأسماك المعلبة من وقت لآخر من خلال التداول التجاري وعملية التصنيع اعتمادا على ظروف المادة الخام لذلك تعد مراقبة تلك المنتجات مهمة مع الأخذ بنظر الاعتبار تأثير العناصر السامة على صحة الانسان.
- على الجهات الحكومية متمثلة بوزارة الصحة والبيئة وكذلك وزارة التخطيط دائرة السيطرة النوعية مراقبة المنتوجات المستوردة وخاصة الأسماك المستوردة والفحص الدوري لها.
- المراقبة الدورية المستمرة للأسماك المستوردة المجمدة منها والمعلبة وإجراء الفحوصات المختبرية لها.

المصادر

البكوش، المختار حسن وابو القاسم، أيمن مصطفى (2019). تحديد نسب بعض العناصر الثقيلة في التونة المعلبة المحلية والمستوردة والوسط الحافظ لها في الأسواق الليبية. مجلة العلوم التطبيقية، العدد الخاص الأول: 81-89.

الثميلي، علي غانم لفته (2020). مقارنة التركيب الكيميائي والتراكم الحيوي لبعض العناصر الثقيلة في نوعين من الأسماك العظمية ذات طبيعة غذائية مختلفة في قناة شط البصرة. رسالة ماجستير، جامعة البصرة، كلية التربية للعلوم الصرفة، قسم علوم الحياة، 148 ص.

آل عبد النبي، شمائل عبد العالي صيوان (2013). تقدير بعض الأُمينات الحيوية والهيدروكربونات والعناصر النزرة في عضلات أنواع من الأسماك الطازجة والمجمدة والمعلبة. أطروحة دكتوراه، كلية الزراعة، جامعة البصرة، 185 ص.

الأسدي، كفاح صالح (2013). تلوث مياه نهر الفرات في محافظة النجف. مجلة آداب البصرة، عدد خاص بالمؤتمر العلمي الخاص لكلية الآداب، (67): 85 . 114.

الأنصاري، نعيم محمد علي (2006). التلوث البيئي مخاطر واستجابة علمية. دار دجلة، المعتر للنشر والتوزيع، 194 ص.

الجبوري، حمد فرحان موسى عبد الله (2019). تقدير الكادميوم، الرصاص، النحاس، الحديد، والخاصين في منتجات لحوم مختلفة باستخدام تقنية الامتصاص الذري اللهب. رسالة ماجستير، قسم الكيمياء، كلية العلوم، جامعة تكريت، 136 ص.

الحسناوي، وسام رحيم (2013). دراسة تراكيز بعض العناصر الثقيلة في أسماك الكطان *Barbus xanthopterus* في نهر الديوانية كلية الطب البيطري، جامعة القادسية، الصفحة 14.1.

الزيادي، زينب صالح جابر واجد (2014). هيدروجيومورفية شط الديوانية (دراسة في الجغرافية

الطبيعية)، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية الآداب جامعة الكوفة

الدهيمي، مي حميد محمد (2010). دراسة بعض العناصر الثقيلة في أسماك الكارب الشائع

Cyprinus carpio المجمعة من نهر الفرات. مجلة الفرات للعلوم الزراعية، 2(2):

119.110.

الشمري، أحمد يوسف (2013). تقدير بعض العناصر الثقيلة في محار ورواسب ومياه شط العرب

ومعالجتها بصخور البورسلين. رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة البصرة، 188 ص.

الصفدي، عصام حمدي و الظاهر، نعيم (2008). صحة البيئة وسلامتها. دار اليازوري العلمية

للنشر والتوزيع، عمان - الأردن، 168 ص.

القاروني، عماد هادي (2011). تقدير تراكيز بعض المعادن الثقيلة في المياه والرواسب وتراكمها

الحيوي في بعض لافقريات نهر شط العرب وقناة البصرة، جنوب العراق. اطروحة دكتوراه،

كلية التربية، جامعة البصرة، العراق، 243 ص.

النجار، غسان عدنان (2009). التغيرات الفصلية في تركيز العناصر الثقيلة في عضلات ثلاثة

انواع من عائلة الشبوطيات في هور الحويزة وشرق الحمار. رسالة ماجستير، كلية الزراعة،

جامعة البصرة، 78 ص.

النجار، غسان عدنان و حنتوش، عباس عادل و السعد، حامد طالب و جابر، شيماء عبد الكريم

(2014). تقييم الوضع البيئي لهور الحمار من خلال قياس بعض العناصر الثقيلة مياه ورواسب

وأنسجة أسماك البياح الأخضر *Liza subviridis*. مجلة جامعة الملك سعود للعلوم الزراعية،

26(1): 47 . 67.

النجار، غسان عدنان (2009). التغيرات الفصلية في تركيز العناصر الثقيلة في عضلات ثلاثة

انواع من عائلة الشبوطيات في هور الحويزة وشرق الحمار. رسالة ماجستير، كلية الزراعة،

جامعة البصرة، 78 ص.

النجار ، غسان عدنان ، حنتوش ، عباس عادل ، الغنبر ، لمى جاسم محمد والسعد، حامد طالب

(2012). التراكم الحيوي لبعض العناصر الثقيلة في اسماك الشانك *Acanthopagrus*

latus المصطادة من بحيرة الرزازة، وسط العراق. المجلة العراقية للاستزراع المائي، 9(1):

22.5

السراج، ايمان سامي وجانكير، منى حسين والرواي ساطع محمود (2014). دراسة التراكم الحيوي

لبعض العناصر الثقيلة في نسيج وأعضاء ثلاثة أنواع من الأسماك المجمعة من نهر دجلة

ضمن مدينة الموصل. مجلة علوم الرافدين. 55.43، 25(2).

حنتوش، عباس عادل ويونس، كاظم حسن والنجار، غسان عدنان والسعد، حامد طالب. (2013).

التراكم الحيوي لبعض العناصر الثقيلة في أنسجة اسماك الخشني *Liza abu* المصادة من

هور الحويزة. مجلة البصرة للعلوم الزراعية، 26(1): 289-296.

حمود، فينا وعقدة، مالك وسعد، اديب (2005). تقصي تراكيز بعض المعادن الثقيلة في نسيج

مختلفة لسماك الرغوس *Diplodus sargus* في المياه السورية. مجلة باسل الأسد للعلوم

الهندسية، 21: 27-45.

حسين، رحمن رباط (2005). مشكلات الصناعة في محافظة القادسية. مجلة القادسية للعلوم

الانسانية، 8(1-2): 191-208.

- حسين، صادق علي وفهد، كامل كاظم (2008). التغيرات الشهرية في تراكيز العناصر الثقيلة في مياه قناة نهر الغراف أحد الأفرع الرئيسية لنهر دجلة، محافظة ذي قار، العراق. وقائع المؤتمر العلمي الرابع، مجلة جامعة كربلاء العلمية، ص: 167-175.
- شليبي، وفاء محمد، عشناوي، نصره احمد، جورجيس، سهير فايز وسركيس، نادية لبيب (2002). رصد مستوى تلوث الأسماك بالمعادن الثقيلة في بعض بحيرات مصر. التقرير العلمي الثالث وزارة الصحة والإسكان، مركز الرصد البيئي ودارسات بيئة العمل امبابة، ادره السموم، جمهورية مصر العربية، 13ص.
- مرك، جمال والناصر، عمر وشهاب، ثناء (2010). دراسة تراكم العناصر الثقيلة في لحوم سمك الحمري *Barbus luteus* وسمك الكارب العادي *Cyprinus carpio* في نهر الفرات، سوريا. مجلة الحيوان، جامعة المنصورة، 1(12): 669 . 675 ص.
- وهاب، نهاد خورشيد (1986). حياتية ثلاثة أنواع من أسماك البياح في قناة شط البصرة. رسالة ماجستير، كلية الرزاة، جامعة البصرة، 115 ص.

References:

- Abaychi, J.K. and Douabul, A.A. (1985).** Trace metals in Shatt Al-Arab river, Iraq. *Water research*, 19(4): 457-462.
- Abraha, B., Admassu, H., Mahmud, A., Tsighe, N., Shui, X.W. and Fang, Y. (2018).** Effect of processing methods on nutritional and physico-chemical composition of fish: a review. *Food Processing & Technology*, 6(4): 376-382.
- Abubakar, A., Uzairu, A., Ekwumengbo, P.A. and Okunola, O.J. (2015).** Risk assessment of heavy metals in imported frozen fish *Scomber scombrus* species sold in Nigeria: a case study in Zaria Metropolis. *Advances in Toxicology*, 1-11. doi.org/10.1155/2015/303245.
- Adeel, M., Lee, J.Y., Zain, M., Rizwan, M., Nawab, A., Ahmad, M.A., Shafiq, M., Yi, H., Jilani, G., Javed, R., Horton, R., Rui, Y., Tsang, D.C.W. and Xing, B. (2019).** Cryptic footprints of rare earth elements on natural resources and living organisms. *Environment International*, 127: 785-800.
- Adewuyi, S.A., Philip, B.B., Ayinde, I.A. and Akerele, D. (2010).** Analysis of profitability of fish farming in Ogun State Nigeria. *Journal of Human Ecology*, 31(3): 178-184.
- Ajani, E.K. and Ayoola, S.O. (2007).** The heavy metals in the muscle of some imported frozen fish in Ibadan, Nigeria. *Journal of Environmental Extension*, 6 : 1-4.
- Al-Ghanemi, H. (2010).** Use Aquatic Plants as Bioindicators of Heavy Metals Pollution in Euphrates River, Iraq. M.Sc. thesis, Department of Biology, College of Science, University of Babylon, Iraq, 270p.
- Al-Imarah, F.J., Nasir, A.M. and Al-Timari, A.A. (2017).** Concentrations of Total petroleum hydrocarbons and chemical elements in fish muscles from North West of Arabian Gulf and Shatt Al-Arab. *Journal of Pharmaceutical, Chemical and Biological Sciences*, 4(2):188-197.
- Alinnor, I.J. and Obiji, I.A. (2010).** Assessment of trace metal composition in fish samples from Nworie river. *Pakistan Journal of Nutrition*, 9(1): 81-85.
- Al-Kahtani, M.A. (2009).** Accumulation of heavy metals in tilapia fish (*Oreochromis niloticus*) from Al-Khadoud Spring, Al-Hassa, Saudi Arabia. *American Journal of Applied Sciences*, 6(12): 2024-2029.
- Allan, J.D., Castillo, M.M. and Capps, K.A. (2020).** Stream ecology: Structure and function of running waters. Springer Nature.

- Alloway, B. (2013).** Heavy Metals in Soils, Trace Metals and Metalloids in Soils and their Bioavailability. Environ. Pollut. Book Series 22. Dordrecht: Springer. doi:10.1007/978-94-007-4470-7
- Al-Majed, N.B., Al-Safar, F., Rajab, W.A., Farhan, M.S. and Al-Ruqaab, E. (1998).** Levels of trace metals and hydrocarbons in fish from the ROPME sea area. In "Offshore environment of the ROPME sea area after the war-related oil spill", A. Otsuki *et al.* eds., pp.: 275-279.
- Al-Mayahi, B., Al-Jumaa, Z.M., Al-Taee, S., Nahi, H.H., Adnan, M., Al-Salh, M.A. and Al-Mayahi, B. (2020).** Bioaccumulation of heavy metals and histopathological changes in muscles of common carp (*Cyprinus carpio* L.) in the Iraqi rivers. Iraqi Journal of Veterinary Sciences, 35(2): 245-249.
- Alturiqi, A.S. and Albedair, L.A. (2012).** Evaluation of some heavy metals in
- Andayesh, S., Hadiani, M.R., Mousavi, Z. and Shoeibi, S. (2015).** Lead, cadmium, arsenic and mercury in canned tuna fish marketed in Tehran, Iran. Food Additives certain fish, meat and meat products in Saudi Arabian markets. The Egyptian Journal of Aquatic Research, 38(1): 45-49.& Contaminants: Part B, 8(2): 93-98.
- Arantes, F.P., Savassi, L.A., Santos, H.B., Gomes, M.V. and Bazzoli, N. (2016).** Bioaccumulation of mercury, cadmium, zinc, chromium, and lead in muscle, liver, and spleen tissues of a large commercially valuable catfish species from Brazil. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 88(1): 137-147.
- Arantes, F.P., Savassi, L.A., Santos, H.B., Gomes, M.V. and Bazzoli, N. (2016).** Bioaccumulation of mercury, cadmium, zinc, chromium, and lead in muscle, liver, and spleen tissues of a large commercially valuable catfish species from Brazil. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 88(1): 137-147.
- Arslan, B., Djamgoz, M. and Akün, E. (2016).** Arsenic: a review on exposure pathways, accumulation, mobility and transmission into the human food chain. Reviews of Environmental Contamination .
- Arora, M., Kiran, B., Rani, S., Rani, A., Kaur, B. and Mittal, N. (2008).** Heavy metal accumulation in vegetables irrigated with water from different sources. Food Chemistry, 111(4): 811-815.
- Authman, M.M., Zaki, M.S., Khallaf, E.A. and Abbas, H.H. (2015).** Use of fish as bio-indicator of the effects of heavy metals pollution. Journal of Aquaculture Research & Development, 6(4): 1-13.
- Awa, S.H. and Hadibarata, T. (2020).** Removal of heavy metals in contaminated soil by phytoremediation mechanism: a review. Water, Air & Soil Pollution, 231(2): 1-15.

- Authman, M.M., Zaki, M.S., Khallaf, E.A. and Abbas, H.H. (2015).** Use of fish as bio-indicator of the effects of heavy metals pollution. *Journal of Aquaculture Research & Development*, 6(4): 1-13.
- Awa, S.H. and Hadibarata, T. (2020).** Removal of heavy metals in contaminated soil by phytoremediation mechanism: a review. *Water, Air & Soil Pollution*, 231(2): 1-15.
- Awad, M., Liu, Z., Skalicky, M., Dessoky, E.S., Brestic, M., Mbarki, S. and El Sabagh, A. (2021).** Fractionation of heavy metals in multi-contaminated soil treated with biochar using the sequential extraction procedure. *Biomolecules*, 11(3): 448-460.
- Bader, N., Hasan, H. and El-Denali, A. (2018).** Determination of Cu, Co, and Pb in selected frozen fish tissues collected from Benghazi markets in Libya. *Chemical Methodologies*, 2(1): 56-63.
- Baker, T.J., Tyler, C.R. and Galloway, T.S. (2014).** Impacts of metal and metal oxide nanoparticles on marine organisms. *Environmental Pollution*, 186: 257-271.
- Barceloux, D.G. and Barceloux, D. (1999).** Cobalt. *J. Clinical Toxicology*, 37(2): 201-216.
- Bat, L., Sezgin, M., Üstün, F. and Şahin, F. (2012).** Heavy metal concentrations in ten species of fishes caught in Sinop coastal waters of the Black Sea, Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 12: 371-376.
- Begum, A., Ramaiah, M., Harikrishna, Khan, I. and Veena, K. (2009).** Analysis of heavy metals concentration in soil and lichens from various localities of Houser Road. *Journal of Chemistry*, 6(1): 13-22.
- Bhateria, R. and Jain, D. (2016).** Water quality assessment of lake water: A review. *Sustainable Water Resources Management*, 2: 161-173.
- Bishop, J.M. (2003).** History and current checklist of Kuwait's Ichthyofauna. *Journal of Arid Environment*, 54: 237-256.
- Bishak, Y.K., Payahoo, L., Osatdrahimi, A. and Nourazarian, A. (2015).** Mechanisms of cadmium carcinogenicity in the gastrointestinal tract. *Environmental Science and Pollution Research*, 16: 9-21.
- Boadi, N.O., Twumasi, S.K., Badu, M. and Osei, I. (2011).** Heavy metal contamination in canned fish marketed in Ghana. *American Journal of Scientific and Industrial Research*, 2(6): 877-882.
- Burger, J. and Gochfeld, M. (2005).** Heavy metals in commercial fish in New Jersey. *Environmental Research*, 99: 403-412.
- Briffa, J., Sinagra, E. and Blundell, R. (2020).** Heavy metal pollution in the environment and their toxicological effects on humans. *Heliyon*, 6(9), e04691.
- Cai, Q., Long, M.L., Zhu, M., Zhou, Q.Z., Zhang, L. and Liu, J. (2009).** Food chain transfer of cadmium and lead to cattle in a lead-zinc smelter in Guizhou, China. *Environmental Pollution*, 157(11): 3078-3082.

- Canli, M. and Atli, G. (2003).** The relationships between heavy metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) levels and the size of six Mediterranean fish pieces. *Environmental Pollution*, 121(1): 129-136.
- Castro-González, M.I. and Méndez-Armenta, M. (2008).** Heavy metals: implications associated with fish consumption. *Environ. Toxicol. Pharmacol.*, 26: 263-271.
- Cid, B. P.; Boia, C.; Pombo, L. and Rebelo, E. (2001).** Determination of trace metals in fish species of the Ria de Aveiro (Portugal) by electrothermal atomic absorption spectrometry. *Food Chemistry*, 75: 93-100
- Chandra Sekhar, K.C., Chary, N.S., Kamala, C.T., Suman Raj, D.S. and Sreenivasa Rao, A. (2004).** Fractionation studies and bioaccumulation of sediment-bound heavy metals in Kolleru lake by edible fish. *Environ. Inter.*, 29(7): 1001-1008. DOI: 10.1016/S0160-4120(03)00094-1
- Chapman, P.M., Allen, H.E., Godtfredsen, K. and Z'Graggen, M.N. (1996).** Policy analysis, peer reviewed: evaluation of bioaccumulation factors in regulating metals. *Environmental Science and Technology*, 30(10): 448A-452A.
- Chaudhry, Q., Blom-Zandstra, M., Gupta, S. and Joner, E.J. (2005).** Utilising the synergy between plants and rhizosphere microorganisms to enhance breakdown of organic pollutants in the environment. *Environmental Science and Pollution Research*, 12(1): 34-48.
- Chen, C., Xun, P., Nishijo, M. and He, K. (2016).** Cadmium exposure and risk of lung cancer: A meta-analysis of cohort and case-control studies among general and occupational populations. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*, 14(January): 437-444.
- Choi, E., Alsop, D. and Wilson, J.Y. (2018).** The effects of chronic acetaminophen exposure on the kidney, gill and liver in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquatic Toxicology*, 198: 20-29.
- Christova, T.Y., Duridanova, D.B. and Setchenska, M.S. (2002)** Enhanced heme oxygenase activity increases the antioxidant defense capacity of guinea pig liver upon acute cobalt chloride loading: comparison with rat liver. *Comp. Biochem. Physiol. Part C*. 131: 177-184.
- Coad, B.W. (2010).** Freshwater fishes of Iraq. Pensoft publishers, SofiaMoscow, 294 p.
- Czarnek, K., Terpilowska, S. and Siwicki, A.K. (2015).** Selected aspects of the action of cobalt ions in the human body. *Central-European Journal of Immunology*, 40(2): 236-242.
- Da Silva, E.L., Martins, A.O., Valentini, A., Favere, V.T. and Carasek, E. (2004).** Application of silica gel organofunctionalized with 3(1-

- imidazolyl)propyl in an on-line preconcentration system for the determination of copper by FAAS. *Talanta*, 64(1): 181-189.
- Dange, S. and Manoj, K. (2015)** Bioaccumulation of heavy metals in sediment, polychaetes (annelid) worms, mud skipper and mud crab at Purna River Estuary, Navsari, Gujarat. *India International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 4(9): 571-575.
- De Boek, G., Eyckmans, M., Lardon, I., Bobbaers, R., Sinha, A.K. and Blust, R. (2010).** Metal accumulation and metallothionein induction in the spotted dogfish *Scyliorhinus canicula*. *Comp. Biochem. Physiol. Part A.*, 155: 503-508.
- DEFRA and Environment Agency (2002).** Contaminants in Soil: Collation of Toxicological Data and Intake Values for Humans. R&D Publication CLR 9.
- Demirak, A., Yilmaz, F., Tuna, A.L. and Ozdemir, N. (2006).** Heavy metals in water, sediment and tissues of *Luciscus cephalus* from a stream in southwestern Turkey. *Chemosphere*, 63(9): 1451-1458.
- Demirezen, D. and Uruç, K. (2006).** Comparative study of trace elements in certain fish, meat and meat products. *Meat Science*, 74(2): 255-260.
- Deng, H., Zhang, Z., Chang, C. and Wang, Y. (2007).** Trace metal concentration in great tit (*Parus major*) and greenfinch (*Carduelis sinica*) at the Western Mountains of Beijing, China. *Environmental Pollution*, 148(2): 620-626.
- Deshwla, G.K. and Panjagari, N.R. (2020).** Review on metal packaging: Materials, forms, food applications, safety and recyclability. *Journal of Food Science and Technology*, 57(7): 2377-2392.
- Disha, Sharma, S., Goyal, M., Kumar, P.K., Ghosh, R. and Sharma, P. (2019).** Association of raised blood lead levels in pregnant women with preeclampsia: A study at tertiary center. *Taiwanese Journal of Obstetrics and Gynecology*, 58(1): 60-63.
- 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 Chem.*, 102: 415-421.
- El-Nemr, A. (2003).** Concentrations of certain heavy metals in imported frozen fish in Egypt. *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries*, 7(3): 139-154.
- Emami-Khansari, F., Ghazi-Khansari, M. and Abdollahi, M. (2005).** Heavy metals content of canned tuna fish. *Food Chem.*, 93: 293-296.
- Fadhullah, W. and Abdullah, M. (2013).** Preliminary study of heavy metals pollution in freshwater fishes of Sungai *simpang empat*, penang. *Journal of Academia*, 3(1): 48-65.
- Fairbairn, D., Pedersen, B. and Teige, E.L. (2008).** Using trace metal analysis to determine pollution sources impacting lake Altoona, West-Central Wisconsin. *North-Central Section Geological Society*

- of America Meeting, Evansville, IN, 24-25 Apr. 2008. Paper no. 18-5.
- FAO (1983).** Compilation of legal limits for hazardous substances in fish and fishery products. In: FAO Fishery Circular, Inland Water Resources and Aquaculture Service, No. 464. Rome, Italy. p. 5-100.
- FAO/WHO. (1972).** Evaluation of certain food additives and the contaminants mercury, cadmium and lead. WHO Technical Report Series. No. 505. Geneva: WHO. Geneva, Switzerland.
- FDA (2011).** Fish and fisher's products hazards and controls guidance. In: U.S. Food and Drug Administration center for food safety and applied nutrition chapter 9, Environmental Chemical Contaminants and Pesticides. (4rd ed.) New Hampshire, USA. p. 155-180.
- Fortunato, C.S. and Crump, B.C. (2015).** Microbial gene abundance and expression patterns across a river to ocean salinity gradient. PLoS One, 10(11), e0140578.
- Friberg, L., Nordberg, G.F. and Vouk, V.B. (1979).** Handbook on the Toxicology of Metals. Elsevier/NorthHolland Biomedical Press, 335 Jan van Galenstraat, 1061 AZ Amsterdam, The Netherlands.
- Ganbi, H.H.A. (2010).** Heavy metals pollution level in marin hammour fish and the effect of popular cooking methods and freezing process on these pollutants. World Journal Of Dairy And Food Sciences, 5(2): 119-126.
- Garnero, P.L., Bistoni, M.D.L.A. and Monferran, M.V. (2020).** Trace element concentrations in six fish species from freshwater lentic environments and evaluation of possible health risks according to international standards of consumption. Environ. Sci. Pollut. Res. Int., 27(22): 27598-27608. doi: 10.1007/s11356-020-08756-7.
- Gbaruko, B.C. and Friday, O.U. (2007).** Bioaccumulation of heavy metals in some fauna and flora. J. Environ. Sci. Tech., 4(2): 197-202.
- Genchi, G., Carocci, A., Lauria, G., Sinicropi, M.S. and Catalano, A. (2020).** Nickel: Human health an environmental toxicology. International Journal of Environmental Research and Public Health, 17(3), 679. doi:10.3390/ijerph17030679
- Gong, Y., Zhao, X., Cai, Z., O'Reilly, S.E., Hao, X. and Zhao, D. (2014).** A review of oil, dispersed oil and sediment interactions in the aquatic environment: influence on the fate, transport and remediation of oil spills. Marine Pollution Bulletin, 79(1-2): 16-33.
- Hammami, I. and Alabdallah, N.M., Al-Jomaa, A. and Kamoun, M. (2021).** Gold nanoparticles: synthesis properties and applications. Journal of King Saud University-Science, 33(7), 101560.
- Hanna-Attisha, M., LaChance, J., Sadler, R.C. and Champney Schnepf, A. (2016).** Elevated blood lead levels in children associated with the Flint drinking water crisis: A spatial analysis of risk and public health response. American Journal of Public Health, 106(2): 283-290.

- Harrison, I., Abell, R., Darwall, W., Thieme, M.L., Tickner, D. and Timboe, I. (2018).** The freshwater biodiversity crisis. *Science*, 362(6421): 1369-1369.
- Helyar, S.J., Lloyd, H.A.D., de Bruyn, M., Leake, J., Bennett, N. and Carvalho, G.R. (2014).** Fish product mislabelling: Failings of traceability in the production chain and implications for illegal, unreported and unregulated (IUU) fishing. *PLoS One*, 9(6), e98691. DOI: 10.1371/journal.pone.0098691
- Hernroth, B., Baden, S.P., Holm, K., André, T. and Söderhäll, I. (2004).** Manganese induced immune suppression of the lobster, *Nephrops norvegicus*. *Aquat. Toxicol.*, 70(3): 223-231. DOI: 10.1016/j.aquatox.2004.09.004
- Hood, R.R., Bange, H.W., Beal, L., Beckley, L.E., Burkill, P., Cowie, G.L., D'Adamo, N., Ganssen, G., Hendon, H., Hermes, J., Honda, M., McPhaden, M., Roberts, M., Singh, S., Urban, E. and Yu, W. (2015).** Second International Indian Ocean Expedition (IIOE-2): A Basin-Wide Research Program-Science Plan (2015-2020). Scientific Committee on Oceanic Research, Newark, Delaware, USA.
- Hu, C., Ou, Y., Zhang, D., Zhang, H., Yan, C., Zhao, Y. and Zheng, Z. (2012).** Phytoremediation of the polluted wagging river and general survey on variation of phytoplankton population. *Environ. Sci. Pollute. Res.*, 19: 4168-4175.
- Hussain, R.T., Ebraheem, M.K. and Moker, H.M. (2012).** Assessment of heavy metals (Cd, Pb and Zn) contents in livers of chicken available in the local markets of Basrah city, Iraq. *Bas. J. Vet. Res.*, 11(1): 43-51.
- Islam, M.M., Bang, S., Kim, K.W., Ahmed, M.K. and Jannat, M. (2010).** Heavy metals in frozen and canned marine fish of Korea. *Journal of Scientific Research*, 2(3): 549-549.
- Jaccob, A.A. (2016).** Assessment of heavy metals (Cd, Fe, Cu and Zn) levels in *Oreochromis aureus* and *Cyprins carpio* fish species collected from Shatt Al-Arab River, Basrah-Iraq, as possible indicator of heavy metals toxicity. *Thi-Qar Medical Journal*, 11(1): 142-155.
- Jaishankar, M., Tseten, T., Anbalagan, N., Mathew, B.B. and Beeregowda, K. N. (2014).** Toxicity, mechanism and health effects of some heavy metals. *Interdisciplinary Toxicology*, 7(2): 60-72.
- Jan, A.T., Azam, M., Siddiqui, K., Ali, A. and Choi, I. (2015).** Heavy metals and human health: Mechanistic Insight into Toxicity and Counter Defense System of Antioxidants. *International Journal Molecular Sciences*, 16: 29592–29630.
- Janadeleh, H. and Kardani, M. (2016).** Heavy metals concentrations and human health risk assessment for three common species of fish from Karkheh River, Iran. *Iranian Journal of Toxicology*, 10(6): 31-37.

- Jasim, K.N. and Shkhaier, S.L. (2016).** Determination of some heavy metals in canned Sardines fish from Iraqi markets. J Fac. Med. Baghdad, 58(4): 387-391.
- Jayathilakan, K., Sultana, K., Radhakrishna, K. and Bawa, A.S. (2012).** Utilization of byproducts and waste materials from meat, poultry and fish processing industries: A review. Journal of Food Science and Technology, 49(3): 278-293.
- JECFA (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, World Health Organization & Food and Agriculture Organization of the United Nations) (1993).** Evaluation of certain food additives and contaminants: Forty-First Report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives [meeting held in Geneva from 9 to 18 February 1993] . World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/36981>
- Jouda, J., Abdul, E.K.J., Maktoof, A.A., Shafi, F.A., Al-Muswie, R.T. and Alubadi, A.E.M. (2017).** Work's environment effect on metal and male reproductive hormones levels: Circulating Testosterone, LH, and FSH are Positively Associated with Cadmium, Lead and Molybdenum. J. Global Pharma Technol., 7: 139-142.
- Kalay, M. and Canli, M. (2000).** Elimination of essential (Cu, Zn) and non-essential (Cd, Pb) metals from tissues of a freshwater fish *Tilapia zilli*. Turk. J. Zool., 24: 429-436.
- Kattab, M.F.A and Taqah, A.H.M. (2005).** Study quality of Ground water. 1st ed., University of Cairo, Egypt.
- Kavurmaci, M. and Apaydin, A. (2019).** Assessment of irrigation water quality by a Geographic Information System-Multicriteria Decision Analysis-based model: A case study from Ankara, Turkey. Water Environment Research, 91(11): 1420-1432.
- Khalid, S., Shahid, M., Dumat, C., Niazi, N.K., Bibi, I., Gul Bakhat, H.F.S., Murtaza, B. and Javeed, H.M.R. (2017).** Influence of groundwater and wastewater irrigation on lead accumulation in soil and vegetables: Implications for health risk assessment and phytoremediation. International Journal of Phytoremediation, 19(11): 1037-1046.
- Khoshnood, Z. and Khoshnood, R. (2013).** Health risks evaluation of heavy metals in seafood. Transylvanian Review of Systematical and Ecological Research, 15(1): 137-144.
- Kolkman, J.J. and Geelkerken, R.H. (2017).** Diagnosis and treatment of chronic mesenteric ischemia: An update. Best Practice & Research Clinical Gastroenterology, 31(1): 49-57.
- Kovacik, A. (2017).** Oxidative stress in fish induced by environmental pollutants. Scientific Papers: Animal Science and Biotechnologies, 50(1): 121-125.

- Kumar, V., Parihar, R.D., Sharma, A., Bakshi, P., Sidhu, G.P.S., Bali, A.S., Karaouzas, I., Bhardwaj, R., Thukral, A.K., Gyasi-Agyei, Y. and Rodrigo-Comino, J. (2019).** Global evaluation of heavy metal content in surface water bodies: A meta-analysis using heavy metal pollution indices and multivariate statistical analyses. *Chemosphere*, 236, 124364.
- Kuronuma, K. and Abe, Y. (1986).** Fishes of the Arabian gulf. Safat, Kuwait: Kuwait institute for scientific research, Kuwait. The International Academic Printing Co. Ltd., 356 p.
- Lebel, P., Whangchai, N., Chitmanat, C., Promya, J. and Lebel, L. (2015).** Perceptions of climate-related risks and awareness of climate change of fish cage farmers in northern Thailand. *Risk Management*, 17(1): 1-22.
- Lee, D., Kim, J.H., Hwang, M., Lim, H. and Seok, K. (2019).** Potential health risks of chemicals in car colorant products. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(6), 913.
- Leyva Salas, M., Mounier, J., Valence, F., Coton, M., Thierry, A. and Coton, E. (2017).** Antifungal microbial agents for food biopreservation a review. *Microorganisms*, 5(3): 37.
- Li, H., Ye, S., Ye, J., Fan, J., Gao, M. and Guo, H. (2017).** Baseline survey of sediments and marine organisms in Liaohe Estuary: Heavy metals, polychlorinated biphenyls and organochlorine pesticides. *Marine Pollution Bulletin*, 114(1): 555-563.
- Lin, Y.H., Lin, S.M. and Shiau, S.Y. (2008).** Dietary manganese requirements of juvenile tilapia, *Oreochromis niloticus* × *O. aureus*. *Aquaculture*, 284(1-4): 207-210.
- Linder, M.C. (2020).** Copper homeostasis in mammals, with emphasis on secretion and excretion. A review. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(14), 4932.
- Madhu, P.M. and Sadagopan, R.S. (2020).** Effect of heavy metals on growth and development of cultivated plants with reference to cadmium, chromium and lead—a review. *Journal of Stress Physiology and Biochemistry*, 16(3): 84-102.
- Mahalakshmi, M., Balakrishnan, S., Indira, K. and Srinivasan, M. (2012).** Characteristic levels of heavy metals in canned tuna fish. *Journal of Toxicology and Environmental Health Sciences*, 4(2): 43-45.
- Mahurpawar, M. (2015).** Effects of heavy metals on human health. *International Journal of Reseach-Granthaalayah*, 3(9): 2394-3629.
- Malakootian, M., Mortazavi, M.S. and Ahmadi, A. (2016).** Heavy metals bioaccumulation in fish of southern Iran and risk assessment of fish consumption. *Environmental Health Engineering and Management Journal*, 3(2): 61-68.

- Mason, R.P., Laporte, J.M. and Andres, S. (2000).** Factors controlling the bioaccumulation of mercury, methylmercury, arsenic, selenium, and cadmium by freshwater invertebrates and fish. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 38(3): 283-297.
- McLaughlin, M.J., Smolders, E., Zhao, F.J., Grant, C. and Montalvo, D. (2021).** Managing cadmium in agricultural systems. *Advances in Agronomy*, 166: 1-129.
- Mehana, E.S.E., Khafaga, A.F., Elblehi, S.S., El-Hack, M.E.A., Naiel, M.A.E., Bin-Jumah, M., Othman, S.I. and Allam, A.A. (2020).** Biomonitoring of heavy metal pollution using acanthocephalans parasite in ecosystem: an updated overview. *Animals*, 10(5), 811. doi.org/10.3390/ani10050811
- Michalak, I., Chojnacka, K. and Witek-Krowiak, A. (2013).** State of the art for the biosorption process: A review. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 170(6): 1389-1416.
- Milman, N.T. (2021).** Managing genetic hemochromatosis: an overview of dietary measures, which may reduce intestinal iron absorption in persons with iron overload. *Gastroenterology Research*, 14(2): 66-88. doi: [10.14740/gr1366](https://doi.org/10.14740/gr1366)
- Minkoff, E.C. and Baker, P.J. (2001).** *Biology Today, An issues*. 2nd ed. Published by Garland publishing, a member of America, 718p.
- Mitra, P., Sharma, S., Purohit, P. and Sharma, P. (2017).** Clinical and molecular aspects of lead toxicity: An update. *Critical reviews in clinical laboratory sciences*, 54(7-8): 506-528.
- Mlček, J., Rop, O., Borkovcova, M. and Bednářová, M. (2014).** A comprehensive look at the possibilities of edible insects as food in Europe-a review. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 64(3): 147-157. DOI: 10.2478/v10222-012-0099-8
- Mohammadi, R.M., Sobhanardakani, A., Karimi, H. and Sorooshnia, R. (2015).** Natural and anthropogenic source of heavy metals pollution in the soil samples of an industrial complex; a case study. *Iranian Journal of Toxicology*, 9(29): 1336-1341.
- Mohan, C.O., Ravishankar, C.N. and Gopal, T.S. (2015).** *Canning of Fishery Products. Handbook of Food Processing, Food Preservation* CRC Press.
- Mol, S. (2011).** Levels of selected trace metals in canned tuna fish produced in Turkey. *Journal of Food Composition and Analysis*. 24(1): 66-69.
- Mongillo, T.M., Ylitalo, G.M., Rhodes, L.D., O'Neill, S.M., Noren, D.P. and Hanson, M.B. (2016).** Exposure to a mixture of toxic chemicals: Implications for the health of endangered southern resident killer whales. Vol. NOAA Technical Memorandum NMFS-NWFSC-135, U.S. Department of Commerce, 107p. <https://10.7289/V5/TM-NWFSC-135>.

- Morrison, J. (2015).** When psychological problems mask medical disorders: A guide for psychotherapists. Guilford Publications, 247p.
- Moslen, M. and Miebaka, C.A. (2016).** Temporal variation of heavy metal concentrations in *Periophthalmus* sp. obtained from Azuabie Creek in the upper bonny estuary, Nigeria. Current Studies in Comparative Education, Science and Technology, (3)2: 136-147.
- Mouritsen, O.G. and Styrbaek, K. (2014).** Umami. Unlocking the Secrets of the Fifth Taste. A book by Ole G. Mouritsen & Klavs Styraek, Columbia University Press.
- Muiruri, J.M., Nyambaka, H.N. and Nawiri, M.P. (2013).** Heavy metals in water and tilapia fish from Athi-Galana-Sabaki tributaries, Kenya. International Food Research Journal, 20(2): 891-896.
- Nagajyoti, P.C., Lee, K.D. and Sreekanth, T.V.M. (2010).** Heavy metals, occurrence and toxicity for plants: A review. Environmental Chemistry Letters, 8(3): 199-216.
- Namieśnik, J. and Rabajczyk, A. (2010).** The speciation and physico-chemical forms of metals in surface waters and sediments. Chemical Speciation & Bioavailability, 22(1): 1-24.
- Nasr, I.N., Abo El-Enaen, N.H. and Yosef, T.A. (2012).** Study of some polycyclic aromatic hydrocarbons residues in fish at Sharkia governorate markets in relation to public health. Global Veterinaria, 8(6): 670-675.
- Nor Hasyimah, A.K., James Noik, V., Teh, Y.Y., Lee, C.Y. and Pearline Ng, H.C. (2011).** Assessment of cadmium (Cd) and lead (Pb) levels in commercial marine fish organs between wet markets and supermarkets in Klang Valley, Malaysia. International Food Research Journal, 18: 795-802.
- Nriagu, J. (2007).** Zinc toxicity in humans. School of Public Health, University of Michigan.
- Obot, O.I., Isangedighi, A.I. and David, G.S. (2016).** Heavy metal concentration in some commercial fishes in the lower Cross River Estuary, Nigeria. Journal of Food Agriculture and Environment, 12(4): 218-223.
- Olaniran, A.O., Balgobind, A. and Pillay, B. (2013).** Bioavailability of heavy metals in soil: impact on microbial biodegradation of organic compounds and possible improvement strategies. International Journal of Molecular Sciences, 14(5): 10197-10228.
- Omwenga, I. M. (2013).** Assessment of pesticides and heavy metal residues in tilapia fish from Machakos and Kiambu counties, Kenya (Doctoral dissertation, University of Nairobi).
- Oluyemi, E.A. and Olabanji, I.O. (2011).** Heavy metals determination in some species of frozen fish sold at Ile-Ife main market, south west Nigeria. Ife. Journal of Science, 13(2): 355-362.

- Patrick, L. (2003).** Toxic metals and antioxidants: Part II. The role of antioxidants in arsenic and cadmium toxicity. *Alternative Medicine Review*, 8(2): 106-128.
- Pascoe, D., Evans, S. and Woodworth, J. (1986)** Heavy metals toxicity to fish and the influence of water hardness *Arch Environ. Contam. Toxicol.* 15, 482-8.
- Peng, H., Chen, Y., Weng, L., Ma, J., Ma, Y., Li, Y. and Islam, M.S. (2019).** Comparisons of heavy metal input inventory in agricultural soils in North and South China: A review. *Science of the Total Environment*, 660: 776-786.
- Phelps, J.D., Strang, C.G., Gbylik-Sikorska, M., Sniegocki, T., Posyniak, A. and Sherry, D.F. (2018).** Imidacloprid slows the development of preference for rewarding food sources in bumblebees (*Bombus impatiens*). *Ecotoxicology*, 27(2): 175-187.
- Prasath, P.M.D. and Khan, T.H. (2008).** Impact of tsunami on the heavy metal accumulation in water, sediments and fish at poompuhar coast, southeast coast of India. *Journal of Chemistry*, 5(1): 16-22.
- Rahimi, E., Hajisalehi M., Kazemeini, H.R., Chakeri, A., Khodabakhsh, A., Derakhshesh, M., Mirdamadi, M., Ebadi, A.G., Rezvani, A. and Kashkahi, F.M. (2010).** Analysis and determination of mercury, cadmium and lead in canned tuna fish marketed in Iran. *African Journal of Biotechnology*, 9(31): 4938-4941.
- Rajai, M. (2007).** Minerals and rocks harmful to the environment. *Assiut Journal of Environmental Studies*, 31(1), 102–110.
- Rahimzadeh, M.R., Rahimzadeh, M.R., Kazemi, S. and Moghadamnia, A.A. (2017).** Cadmium toxicity and treatment: An update. *Caspian Journal of Internal Medicine*, 8(3): 135-145.
- Rath, S. (2021).** Microbial Contamination of Drinking Water. Chapter 1, In “Water Pollution and Management Practices”, A. Singh, M. Agrawal, S. and B. Agrawal (Eds.), pp: 1-17, Springer Singapore.
- Ray, A. J., Lewis, B. L., Browdy, C. L., & Leffler, J. W. (2010).** Suspended solids removal to improve shrimp (*Litopenaeus vannamei*) production and an evaluation of a plant-based feed in minimal-exchange, superintensive culture systems. *Aquaculture*, 299(1-4), 89-98.
- Rehman, K., Fatima, F., Waheed, I. and Akash, M.S.H. (2018).** Prevalence of exposure of heavy metals and their impact on health consequences. *Journal of Cellular Biochemistry*, 119(1): 157-184.
- Reyahi-Khoram, M., Setayesh-Shiri, F. and Cheraghi, M. (2016).** Study of the heavy metals (Cd and Pb) content in the tissues of rainbow trout from Hamedan cold water fish farms. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 15(2): 858-869.

- Romero, A.M. (2015).** The alchemy of capital: industrial waste and the chemicalization of United States Agriculture. Ph.D. Thesis, Department of Geography, University of California, Berkeley, 201p.
- ROPME (1982).** Manual of Oceanographic Observation and Pollution Analyses Methods ROPME/ P.O Box 16388. Blzusafa, Kuwait.
- Roy, A. and Bhattacharya, J. (2015).** Nanotechnology in industrial wastewater treatment. IWA Publishing, 157p.
- Saleh, F., Behbehani, A., Asfar, S., Khan, I. and Ibrahim, G. (2011).** Abnormal blood levels of trace elements and metals, DNA damage, and breast cancer in the State of Kuwait. Biological Trace Element Research, 141(1-3): 96-109.
- Saidur, R., Abdelaziz, E.A., Demirbas, A., Hossain, M.S. and Mekhilef, S. (2011).** A review on biomass as a fuel for boilers. Renewable and sustainable energy reviews, 15(5): 2262-2289.
- Sampels, S. (2015).** The effects of storage and preservation technologies on the quality of fish products: A review. Journal of Food Processing and Preservation, 39(6): 1206-1215.
- Shaffi, S.A., Manohar, Y.R. and Nandan, M.J. (2001).** Influence of protective agents on metal induced respiratory distress in *Labeo rohita* (Ham). Bull. Environ. Contam. Toxicol., 66: 611-616.
- Sharma, B., Singh, S. and Siddiqi, N.J. (2014).** Biomedical implications of heavy metals induced imbalances in redox systems. Biomed Research International. Hindawi Limited, pp: 1-26. DOI:10.1155/2014/640754
- Sharma, V.K., Caudatelli, M., Fortuna, F. and Cornacchia, G. (1997).** Processing of urban and agro-industrial residues by aerobic composting: Review. Energ. Convers. Manag., 38(5): 453-478.
- Shovon, M.N.H., Majumdar, B.C. and Rahman, Z. (2017).** Heavy metals (Lead, Cadmium and Nickel) concentration in different organs of three commonly consumed fishes in Bangladesh. Fisheries and Aquaculture Journal, 8(3): 1-6.
- Siddique, S., Tabinda, A.B., Yasar, A. and Hussain, J. (2014).** Concentration of metals in Frozen and canned fish in Pakistan. Pakistan Journal of Zoology, 46(6): 1521-1527.
- Singh, R.P., Handa, R. and Manchanda, G. (2021).** Nanoparticles in sustainable agriculture: An emerging opportunity. Journal of Controlled Release, 329: 1234-1248.
- Soliman, A., De Sanctis, V. and Elalaily, R. (2014).** Nutrition and pubertal development. Indian Journal of Endocrinology and Metabolism, 18(Suppl. 1): S39-S47.
- Squadrone, S., Prearo, M., Brizio, P., Gavinelli, S., Pellegrino, M., Scanzio, T., Guarise, S., Benedetto, A. and Abete, M.C. (2013).** Heavy metals distribution in muscle, liver, kidney and gill of

- European catfish (*Silurus glanis*) from Italian Rivers. *Chemosphere*, 90(2): 358-365.
- Srivastava, N. and Sharma, R. (1996).** Toxicity of zinc in fish (*Channa punctatus* Block) as influenced by temperature and pH of water. *Indian Journal of Animal Nutrition*, 13(2): 87-90.
- Stapel, B., Kohlhaas, M., Ricke-Hoch, M., Haghikia, A., Erschow, S., Knuuti, J. and Hilfiker-Kleiner, D. (2017).** Low STAT3 expression sensitizes to toxic effects of β -adrenergic receptor stimulation in peripartum cardiomyopathy. *European Heart Journal*, 38(5): 349-361.
- Stocks, J., Hislop, A. and Sonnappa, S. (2013).** Early lung development: lifelong effect on respiratory health and disease. *The Lancet Respiratory Medicine*, 1(9): 728-742.
- Tabrizi, A.B. (2007).** Development of a cloud point extraction-spectrofluorimetric method for trace copper(II) determination in water samples and parenteral solutions. *J. Hazard Mater.*, 139(2): 260-264.
- Tacon, A.G.J. and Metian, M. (2013).** Fish matters: Importance of aquatic foods in human nutrition and global food supply. *Reviews in Fisheries Science*, 21(1): 22-38.
- Taha, D.N., Kadhum, S.H., Al-Khafaji, Y.F., Al-Khalaf, A.K., and Salih, N.A. (2013).** Determination of some heavy metals in the wheat and cultivated soils in the area of illegal bricks factories (Alkura) in Babylon/Iraq. *Journal of Babylon University/Pure and Applied Sciences*, 21(8): 80-82.
- Teklemariam, A.D., Tessema, F. and Abayneh, T. (2015).** Review on evaluation of safety of fish and fish products. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 3(2): 111-117.
- Teng, Y., Ni, S., Xianguo, T., Chengjiang, Z. and Yuxiao, M. (2002).** Geochemical baseline and trace metal pollution of soil in Panzhihua mining area. *Chinese. J. Geochem.*, 21(3): 274-281.
- Tijsseling, L.T., Dehaine, Q., Rollinson, G.K. and Glass, H.J. (2019).** Flotation of mixed oxide sulphide copper-cobalt minerals using xanthate, dithiophosphate, thiocarbamate and blended collectors. *Minerals Engineering*, 138: 246-256.
- Tuzen, M. (2009).** Toxic and essential trace elemental contents in fish species from the Black Sea, Turkey. *Food and Chemical Toxicology*, 47(8): 1785-1790.
- Tuzen, M. and Soylak, M. (2007).** Determination of trace metals in canned fish marketed in Turkey. *Food Chemistry*, 101(4): 1378-1382.
- Tuzen, M. and Soylak, M. (2007b).** Evaluation of trace element contents in canned foods marketed from Turkey. *Food Chemistry*, 102(4): 1089-1095.

- Ukoha, P.O., Ekere, N.R., Udeogu, U.V. and Agbazue, V.E. (2014).** Potential health risk assessment of heavy metals (Cd, Cu and Fe) concentrations in some imported frozen fish species consumed in Nigeria. *Int. J. Chem. Sci.*, 12(2): 366-374.
- UNEP/GEF/Kalmar Högskola, Invemar (2006).** Global International Water Assessment (GIWA), Caribbean Sea/ Colombia & Venezuela, Central America & Mexico GIWA Regional Assessment 3b, 3c, Kalmar Sweden.
- Uysal, K. (2011).** Heavy metal in edible portions (muscle and skin) and other organs (gill, liver and intestine) of selected freshwater fish species. *International Journal of Food Properties*, 14(2): 280-286.
- Uysal, K., Emre, Y. and Kose, E. (2008).** The determination of heavy metal accumulation ratios in muscle, skin and gills of some migratory fish species by inductively coupled plasma-optical emission spectrometry (ICP-OES) in Beymelek Lagoon (Antalya/Turkey). *Microchemical Journal*, 90(1): 67-70.
- Vardhan, K.H., Kumar, P.S. and Panda, R.C. (2019).** A review on heavy metal pollution, toxicity and remedial measures: Current trends and future perspectives. *Journal of Molecular Liquids*, 290, 111197. <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2019.111197>
- Viarengo, A. (1985).** Biochemical effects of trace metals. *Mar. Pollut. Bull.*, 16(4): 153-158.
- Wani, A., Ara, A. and Usmani, J.A. (2015).** Lead toxicity: A review. *Interdiscip Toxicol.* 8(2): 55-64.
- WHO (World Health Organization) (2020).** Iodine in drinking-water (No. WHO/HEP/ECH/WSH/2020.5). World Health Organization, 17p.
- Xiaolu, Y., Miao, L., Jingqiu, Z., Jinting, G. and Wen, W. (2018).** How human activities affect heavy metal contamination of soil and sediment in a long-term reclaimed area of the Liaohe River Delta, North China. *Sustainability* 10, 338.
- Xu, Y. and Wang, W.X. (2002).** Exposure and potential food chain transfer factor of Cd, Se and Zn in marine fish *Lutjanus argentimaculatus*. *Marine Ecology Progress Series*, 238: 173-186.
- Yalsuyi, A.M., Hedayati, A., Vajargah, M.F. and Mousavi-Sabet, H. (2017).** Examining the toxicity of Cadmium chloride in common Carp (*Cyprinus carpio*) and Goldfish (*Carassius auratus*). *Journal of Environmental Treatment Techniques*, 5(2): 83-86.
- Yesser, A.T., Al-Tae, M.A.J. and Al-Abdul-Nebi, S.A.S. (2013).** Determination of some toxic trace elements of fresh, frozen and canned fish species. *Basrah Journal of Veterinary Research*, 12(2): 139-148.
- Yockey, L.J., Varela, L., Rakib, T., Khoury-Hanold, W., Fink, S.L., Stutz, B., Szigeti-Buck, K., Van den Pol, A., Lindenbach, B.D., Horvath, T.L. and Iwasaki, A. (2016).** Vaginal exposure to Zika

-
- virus during pregnancy leads to fetal brain infection. *Cell.*, 166(5): 1247-1256.
- Zaidi, A., Wani, P.A. and Khan, M.S. (2012).** Toxicity of Heavy Metals to Legumes and Bioremediation. Springer; 261p. doi: 10.1007/978-3-7091-0730-0
- Zaynab, M., Al-Yahyai, R., Ameen, A., Sharif, Y., Ali, L., Fatima, M., Khan, K.A. and Li, S. (2022).** Health and environmental effects of heavy metals. *Journal of King Saud University-Science*, 34(1), 101653.
- Zhuang, S., Hong, H., Zhang, L. and Luo, Y. (2021).** Spoilage-related microbiota in fish and crustaceans during storage: Research progress and future trends. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 20(1): 252-288.
- Ziyaadini, M., Yousefiyanpour, Z., Ghasemzadeh, J. and Zahedi, M.M. (2017).** Biota-sediment accumulation factor and concentration of heavy metals (Hg, Cd, As, Ni, Pb and Cu) in sediments and tissues of *Chiton lamyi* (Mollusca: Polyplacophora: Chitonidae) in Chabahar Bay, Iran. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 16(4): 1123-1134.

SUMMARY.

Some of the economically important fish species collected from local markets At Basrah City during 2021 2022 Period were used in the current study and kept in refrigerated containers until arrived at the laboratory and laboratory analysis Were Carried out . The samples represented three types of Fresh Fish *O. ruber*, *P. subviridis* and *A. arabicus*. Three types of frozen fish *P.kluningeri* and *O. ruber* *A.arabicus* . (canned) The two types of Sardine fillet, oil-preserved tuna and water and salt preserved, to diagnosees the heavy elements contained therein and estimated their levels using the flammable atomic absorption device.

The concentrations of copper, lead, cadmium, zinc, nickel, iron, arsenic, cobalt and manganese elements in fresh *P.subviridis* fish were 3.464, N.D., 0.019, 0.127, 4.023, 3.396, N.D., 0.709 and 0.752. mg/kg dry weight, respectively. In fresh *O.ruber* fish recorder5 .774, N.D., 0.013, 0.127, 3.972, 5.968, 0.115, 0.354 and 0.501 mg/kg dry weight, respectively. and in fresh *A.arabicus* fish these elements recorded The above items were recorded in frozen fish at 4.619 and N. D.097, 0.108, 4.126, 3.756, 0.134, 0.506 and 0.752 mg/kg, respectively, dry weight in the muscles of *P.Kluninger*, while in *O.ruber* fish it was 3.464 and N. D, 0.341, 0.176, 4.023, 3.190, 0.091, 0.658 and 0.652 mg/kg dry weight, respectively. while the concentrations of the elements were in *A.arabicus* 4.619 and N. D, 0.341, 0.135, 4.023, 5.557, 0.089, 0.152, 0.551 mg/kg dry weighing, respectively.

The concentrations of heavy items studied in canned fish fillets for both water-preserved tuna and salt reached 5 .774, 0.016, 0.341, 0.108, 4.229, 2.418 and N. D, 0.405 and 0.100 dry weight, while these elements had registered their concentrations in the oil-preserved tuna fillets 5.774 and N. D, 0.341, 0.191, 4.384, 2.933 and N. D, 0.607 and 0.401 dry weight respectively, while the concentrations of elements in sardine fish segments were 3.464

and N. D, 0.347, 0.179, 4.384, 2.624, 0.014, 0.759 and N. D mg/kg Dry Weight, Respectively. Statistical analysis was conducted using the Conaco application to create correlations and overlaps between elements and tissues of the studied fish species while comparing the concentrations of heavy elements to the results of previous studies.

Ministry of Higher Education & Scientific Research

University of Basrah

College of Science- Department of Ecology



Determination of Certain Heavy Metals in Selected Fresh, Frozen and Canned fish

**A Research Submitted to the Council of the College of Science -
University of Basrah in partial fulfillment of the requirements for the
Degree of High Diploma of Science in Ecology**

BY

Murtedha Hameed Khafeef

B.Sc. in Ecology Department / University of Al-Muthana

(2014)

Supervised by

Prof. Dr. Abbas Adel Hantoush

August 2022

Muhram1444

