



Date of research received 10/05/2025, Revise date 10/15/2025 and accepted date 11/03/2025

## Environmental Assessment Of Heavy Metal Concentrations In Frozen

### Imported Fish Tissues In Kufa City Markets

Dr. Hassan Allawi Abbood AL- Akraeww

Hasanain Mohammad Abdulhssein Aboshabbaa

#### Abstract:

Frozen fish has gained wide popularity among consumers in the city of Kufa due to its affordable price and the diversity of species available. The most common types on the market include silver pomfret (*Pampus argenteus*), common carp (*Cyprinus carpio*), catla (*Catla catla*), and pigeon fish (*Therapon jarbua*), in addition to boneless frozen fish fillets. These products reach Iraq, and subsequently the markets of Kufa, through imports from several countries such as China, India, Vietnam, Kuwait, and the United Arab Emirates, among others. Despite the economic advantages and variety of these species, many consumers remain unaware of the potential health risks they pose, since their tissues may accumulate heavy metals that could represent a serious threat to human health when consumed regularly.

The present study aims to investigate the accumulation of heavy metals in the edible muscle tissues of eleven of the most widely available imported frozen fish species in Kufa markets. These included: silver pomfret (Al-Sayyad and Al-Nahrain brands from Kuwait), silver pomfret (Al-Kifl and Al-Tayyib brands from China), Al-Fao pomfret (Al-Sayyad and Al-Nahrain brands from Vietnam), pigeon fish (Al-Khaleej brand from Vietnam), catla (Al-Sayyad brand from China), common carp (Myanmar–India), and frozen fish fillets (Al-Sayyad and Vermont brands from the UAE – Dubai).

The analysis focused on the concentrations of nine trace elements—Pb, Cd, Ni, Hg, Cu, Fe, Cr, Zn, and Al—because of their prevalence and recognized effects on human health when accumulated at elevated levels. To capture both temporal and spatial variations, samples were collected in two seasons: winter (5 January 2025) and summer (1 July 2025). One sample—Vermont frozen fillets (UAE – Dubai)—was not available in winter and therefore was not analyzed in that season.

The findings revealed that several imported frozen fish species, particularly those originating from East Asian countries such as Vietnam, China, and India, contained high concentrations of heavy metals—specifically lead, cadmium, nickel, and chromium—that, in many cases, exceeded internationally accepted safety limits. In contrast, the levels of mercury, copper, zinc, iron, and aluminum remained within permissible global standards.

**Keywords:** evaluation, environmental, heavy elements, of Fish.

## تقييم بيئي لتركيز العناصر الثقيلة في انسجة الأسماك المستوردة المجمدة في أسواق مدينة الكوفة

حسن علاوي عبد العکراوی<sup>١</sup>

حسنين محمد عبد الحسين ابو شعب<sup>٢</sup>

### الملخص

تجد الأسماك المجمدة أقبالاً واسعاً لدى السكان في مدينة الكوفة، وذلك لرخص ثمنها ولتنوعها، ومن أكثر الأنواع انتشاراً في الأسواق هي سمك الزبيدي والكارب والقطان وسمك الحمام وشرائح سمك مجده منزوعة العظم، وتجد هذه الأسماك طريقها إلى العراق بصورة عامة ومنه إلى أسواق مدينة الكوفة من دول مختلفة منها الصين والهند وفيتنام والكويت والإمارات العربية المتحدة، وغيرها من الدول الأخرى، وعلى الرغم من تنوع تلك الأنواع ورخص ثمنها يجهل الكثير من الناس مدى خطورة تلك الأنواع لاحتوائها على عناصر ثقيلة متراكمة في انسجتها قد تشكل تهديد على صحة متناوليها بصورة مستمرة، لذا جاءت هذه الدراسة والتي تهدف إلى تحليل تراكم العناصر الثقيلة في نسيج العضلات للأسماك الصالحة للأكل، من خلال دراسة وتحليل (١١) نوع من الأسماك المستوردة المجمدة الأكثر انتشاراً في أسواق مدينة الكوفة وهي ( زبيدي علامة الصياد و زبيدي علامة النهرین من انتاج الكويت، الكويت، زبيدي علامة الكفل و زبيدي علامة اسماك الطيب من انتاج دولة الصين، و سمك زبيدي الفاو علامة الصياد و زبيدي علامة اسماك النهرین و سمك حمام محمد علامة اسماك الخليج من انتاج فيتنام و سمك كطان علامة الصياد و سمك كارب من انتاج منيمار - الهند، وشرائح سمك محمد علامة الصياد و شرائح سمك محمد علامة vermont من انتاج دولة الإمارات العربية المتحدة - دبي ( F- Q ) ) إذ قام الباحث بدراسة وتحليل تراكيز كل من عنصر ( Pb, Cd, Ni, Hg, Cu, Fe ,Cr, Zn, Al ) في نسيج العضلات الصالحة للأكل لتلك الأنواع، لأن هذه العناصر هي الأكثر انتشاراً وتأثيراً في صحة الإنسان، اذا ما تراكمت بكميات كبيرة في الجسم، وذلك من خلال أخذ عينات من نسيج العضلات وتحليلها مختبرياً اذ حدد الباحث مدتین زمنیتين لأخذ العینات الاولی في شهر كانون الثاني، وتحديداً في ( ٢٠٢٥/١/٥ ) الذي يمثل الفصل الشتوي والثانیة خلال شهر تموز وتحديداً في ( ٢٠٢٥/٧/١ ) الذي يمثل الفصل الصيفي، وقد تم اختيار هذین الوقتین لغرض توضیح التباينات الزمانیة و المكانیة لتركيز العناصر الثقيلة في الأسماك، معتمداً في ذلك على موسم التحلیل ومكان الانتاج (دولة التصدير)، فيما عدا العينة من نوع (شرائح سمك محمد علامة vermont / دولة الإمارات العربية المتحدة - دبي) لم يتم تحلیلها مختبرياً خلال فصل الشتاء بسبب عدم ايجادها متوفرة في الأسواق خلال فترة جمع العینات للموسم الشتوي، تشير النتائج التي توصل لها البحث إلى أن عدداً كبيراً من أنواع الأسماك المجمدة المستوردة في أسواق مدينة الكوفة، ولا سيما تلك القادمة من دول شرق آسيا مثل (فيتنام، الصين، والهند)، تحتوي على تراكيز مرتفعة من العناصر الثقيلة بصورة خاصة (الرصاص، الكادميوم، النيكل، والكرום)، والتي تجاوزت في العديد من الحالات المعايير المسموح بها عالمياً. بينما بقيت التراكيز ضمن الحدود المسموح بها بالنسبة لعناصر (الزنبق، النحاس، الزنك، الحديد، والألمانيوم)، وقد توصل البحث إلى وجود مخاطر صحية قد يتعرض لها المستهلكين في حال تناولهم الأسماك المجمدة بصورة مستمرة لذا لا بد من تشديد الرقابة الصحية والغذائية على الأغذية المستوردة، إلى العراق بشكل عام و مدينة الكوفة بشكل خاص، فضلاً عن ضرورة إجراء تحاليل دورية لتركيز

<sup>1</sup> جامعة الكوفة - كلية الآداب / قسم الجغرافية  
<sup>2</sup> جامعة الكوفة - كلية الزراعة/ قسم علوم التربية والموارد المائية [hassana.alakrawi@uokufa.edu.iq](mailto:hassana.alakrawi@uokufa.edu.iq) [hasanainm.aboshabaa@uokufa.edu.iq](mailto:hasanainm.aboshabaa@uokufa.edu.iq)

العناصر الثقيلة، في نسيج الأسماك المستوردة المجمدة، ورفع مستوى الوعي لدى المستهلك حول مخاطر استهلاك الأسماك الملوثة، وتفعيل دور الجهات الرقابية في فحص المنتجات المستوردة قبل توزيعها في الأسواق المحلية.

**الكلمات المفتاحية:** التقييم البيئي، العناصر الثقيلة، في الأسماك.

#### المقدمة:-

تعد الأسماك ثروة اقتصادية ومصدراً غذائياً واسعاً الانتشار في العالم، فهي ثروة رخيصة الثمن و ذات قيمة غذائية عالية يحتاجها الجسم البشري فهي سهلة الهضم وتحتوي على سعرات حرارية عالية وأحماض دهنية مشبعة منخفضة على عكس اللحوم الحمراء، إلا أن تعدد مصادر التلوث على مستوى العالم، أدى إلى تدهور هذه الثروات الطبيعية الاقتصادية وأصبحت الأسماك ضارة بالصحة أكثر من أن تكون مفيدة، ويعود التلوث بالعناصر الثقيلة من أخطر أنواع التلوث بالمعادن، والتي تواجد بصورة شائعة وطبيعية في معظم الأنظمة المائية ولمستويات واطئة، لكن تركيزها قد يزداد بشكل خطير كنتيجة للعديد من النشاطات البشرية الصناعية، والمؤدية بالنتيجة إلى تراكم كميات كبيرة من هذه المعادن داخل أنسجة الكائنات الحية ومن ضمنها الأسماك كنتيجة لامتصاصها المباشر من الماء بواسطة نسيج الغلاصم وانتقالها بواسطة جهاز الدوران إلى أنسجة الجسم المختلفة أو قد تنتقل عبر السلسلة الغذائية من خلال تغذية الأسماك على النباتات المائية و الكائنات الحية الأخرى والتي تحتوي أصلاً على مستويات مختلفة من هذه العناصر الثقيلة داخل أجسامها و بالتالي تنتقل إلى الأسماك التي تقتات على هذه الأحياء ضمن السلسلة الغذائية المختلفة، فضلاً عن تراكم او زيادة تركيز المعادن الثقيلة عن طريق انتقال تلك العناصر من الوسط المائي الملوث بها إلى جسم السمكة بصورة مباشرة، ولهذا يعد تحديد مستوى التراكم من هذه العناصر ذو أهمية كونه يستخدم كمؤشر لتجنب استهلاك الأسماك الملوثة، نظراً لما يسببه مستوى التراكم العالي من أضرار على صحة الإنسان، ونتيجة لكون الأسماك من الأحياء المائية ذات التماس المباشر لملوثات المياه إذ سجلت قدرتها التراكمية للعديد من المعادن الثقيلة داخل أنسجتها إذ تمتص هذه العناصر وتجمعها داخل أنسجتها، وعدم قابليتها للتخلص تسبباً بأضراراً حادة ومزمنة للإنسان و لمختلف الأحياء التي تقتات على الأسماك. وتتجدد الأسماك المجمدة المستوردة إقبالاً لدى المستهلكين في أسواق مدينة الكوفة، وفقاً لما تم رصده من قبل الباحث ويعزى سبب ذلك الإقبال على تناول أنواع مستوردة من الأسماك المجمدة، بسبب رخص ثمنها مقارنة بالمحليه الطازجه، لكن خطر الإصابة بأمراض مزمنة قد يهدد حياتهم، لذا فقد جاءت هذه الدراسة لتقييم نوعية الأسماك ومدى صلاحيتها استخدامها للاستهلاك البشري، من خلال دراسة وتحليل تركيز بعض من العناصر الثقيلة المتراكمة في انسجة الأسماك المجمدة منها (الزنك والكروم والنikel والنحاس والالمنيوم) والتي تعد من العناصر الواسعة الانتشار في

الطبيعية فضلاً عن طبيعتها التراكمية، فضلاً عن عنصر ( الرصاص والكادميوم والزئبق)، ومن بين اكثر انواع الاسماك المتواجدة في اسواق مدينة الكوفة الرئيسية هي ذات المنشأ ( فيتنامي والصيني والهندي والكويتي والاماراتي والبحريني واليمني وغيرها...)، إذ تمكن اهمية البحث في الحفاظ على صحة وسلامة المستهلكين من خلال الكشف عن مستويات التلوث، تزويد الجهات الرقابية بمعلومات حديثة تسهم في ضبط جودة المنتجات الغذائية المستوردة، تعزيز الوعي المجتمعي حول مخاطر التلوث بالعناصر الثقيلة في الأغذية.

#### ١ - مشكلة البحث:-

نظراً للاعتماد المتزايد على استهلاك الأسماك المجمدة المستوردة في اسوق العراق بشكل عام ومدينة الكوفة بشكل خاص، فقد تثار تساؤلات حول مدى صلاحيتها وخلوها من الملوثات، وخاصة العناصر الثقيلة السامة، لذا فان الباحث يطرح التساؤلات الآتية مشكلة للدراسة:- ما مدى احتواء الأسماك المجمدة المستوردة المباعة في اسوق مدينة الكوفة على تراكيز من العناصر الثقيلة؟ ما هو نوع السمك الذي يحتوي على أعلى نسبة من العنصر الثقيلة بين جميع الانواع؟ هل تؤثر التغيرات الموسمية على التركيز العناصر الثقيلة في الأسماك؟

#### ٢ - فرضية البحث:-

تحتوي الأسماك المستوردة المجمدة والمباعة في اسوق مدينة الكوفة على معظم العناصر الثقيلة إذ توجد تراكيز مرتفعة من العناصر الثقيلة في بعض أنواع الأسماك المجمدة المستوردة تفوق الحدود الآمنة المسموح بها. لكون معظم تلك الانواع ومنها فيتنامي والصيني والبرازيلي والكويتي والبحريني والاماراتي قد تنمو في بيئات مائية ملوثة بالعناصر الثقيلة، فضلاً عن تعليبيها وتجميدها لفترات طويلة قد ينتج عنها تراكم عناصر ثقيلة في انسجتها ما يجعل معظم أنواع الأسماك غير صالحة للأكل وفقاً للتراكيز للعناصر الثقيلة في انسجتها وتجاوزها الحدود المسموح بها عالمياً. اذ ان بعض انواع الأسماك قد تجتمع العناصر الثقيلة في انسجتها لتتفوق الحد المسموح به، كما ان للتغيرات الموسمية لفصول السنة الاثر الكبير في تراكيز العناصر الثقيلة في انسجة الأسماك المجمدة ولاسيما خلال فصلي الصيف والشتاء، إذ كلما ارتفعت درجة الحرارة زادت من نسبة تراكيز العناصر الثقيلة والعكس كل ما انخفضت درجة الحرارة قلت تراكيز العناصر الثقيلة في انسجت الأسماك.

#### ٣ - هدف البحث:-

يهدف الباحث الى الكشف عن انواع من الأسماك المستوردة المجمدة من بلدان مختلفة ومعرفة خصائصها النوعية من خلال تقدير تراكيز بعض العناصر الثقيلة في انسجت اعضائها الصالحة للأكل ولاسيما نسيج (العضلات) ، وذلك من خلال سحب عينات من نماذج بعض الأسماك المجمدة وهي (١١)

نوع من الأسماك الأكثر انتشاراً في الأسواق، تحليلها مختبرياً وبالتالي تقييم نتائج التحاليل مع المحددات العالمية لمعرفة ما مدى صلاحية الأسماك للاستهلاك البشري، لتقديم توصيات للجهات الرقابية والمستهلكين بشأن سلامة الأسماك المجمدة المتوفرة في الأسواق المحلية.

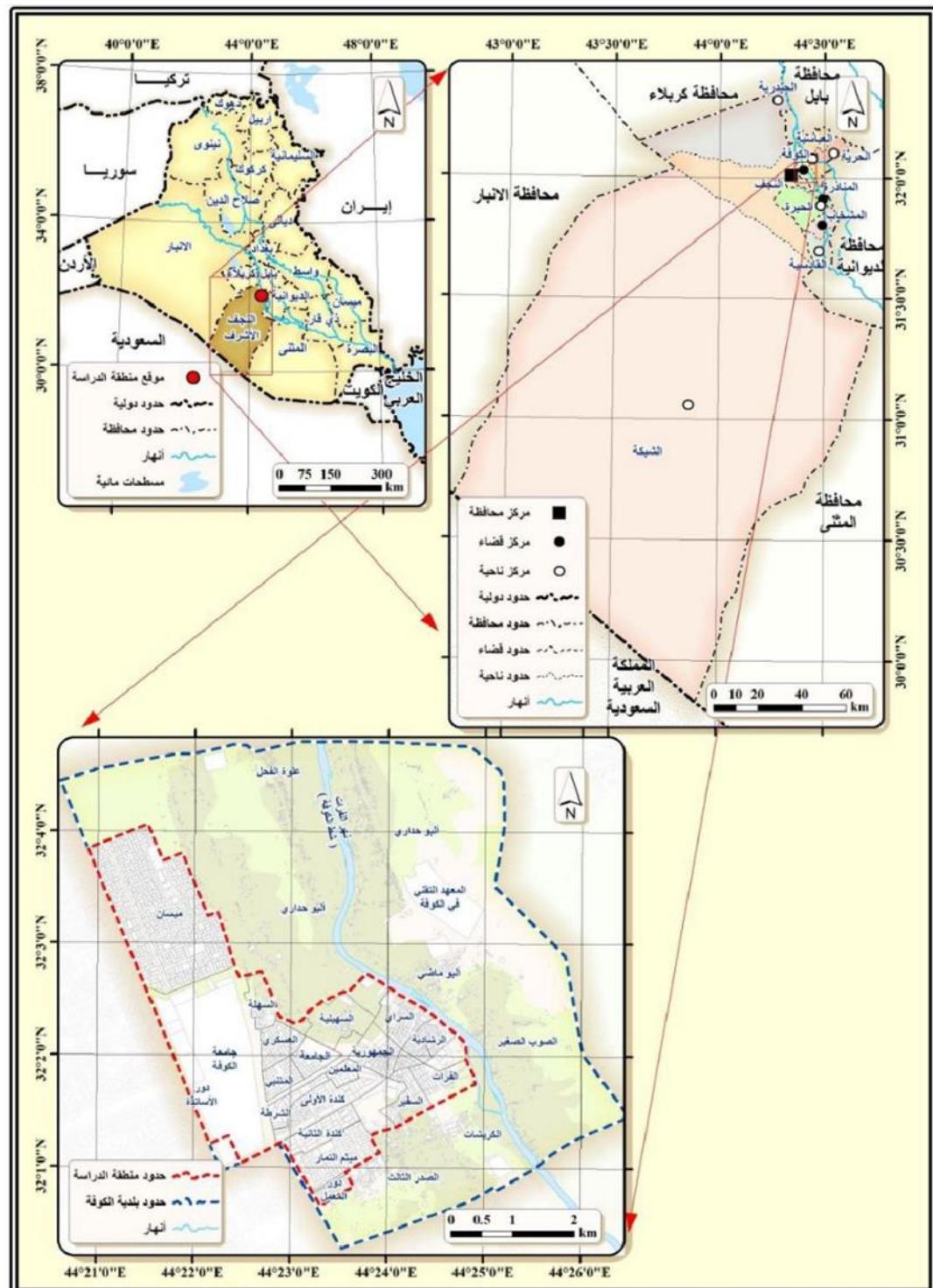
٤ - منهج البحث :-

اعتمد الباحث في دراسته على المنهج الوصفي و المنهج التحليلي الكمي لوصف الظاهرة المدروسة والتعریف بها، فضلاً عن تحليل نتائج بيانات التحاليل المختبرية التي قام بها الباحث ومقارنتها مع المحددات العالمية، لمعرفة مدى صلاحية الأسماك المجمدة للأكل البشري، فضلاً عن استخدام اساليب الدراسة الميدانية لجمع عينات الدراسة ومن الأسواق الرئيسية في مدينة الكوفة، فضلاً عن استخدام اسلوب الملاحظة البصرية لتشخيص الانواع المدروسة وامكانية تواجدها في السوق واسلوب والمقابلة الشخصية مع بعض المستهلكين من السكان و البايعة.

٥ - حدود البحث:-

تتمثل الحدود المكانية للبحث بتحليل تركيز العناصر الثقيلة في انسجة الأسماك المستوردة المجمدة في اسوق مدينة الكوفة، وهي مركز القضاء لقضاء الكوفة في محافظة النجف الاشرف. تبلغ مساحتها (١٢٩) كم ٢ (الشديدي, ٢٠٢١ : ٢١٣)، إذ تقع مدينة الكوفة في الجزء الجنوبي من العراق، اذ تقع فلكياً بين خط طول ( ٢٠° E ٥٥ ) - ( ٤٤° E ٥١ ) و دائرة عرض ( ٣٢° N ٩٨ ) - ( ٤٧° N ٥٧ )، وهي بهذا تقع في الجانب الشرقي من مركز قضاء محافظة النجف الاشرف وعلى الجانب الغربي من شط الكوفة احد فروع نهر الفرات المهمة في المدينة، تظم مدينة الكوفة (١٩) حي سكني ضمن الحدود البلدية للمدينة، الخريطة (١)، أما الحدود الزمانية وهي المدة الزمنية المعتمد عليها بالبيانات التي استخدمتها الدراسة، في حين تمثلت الحدود الموضوعية بدراسة التقييم البيئي لتركيز بعض العناصر الثقيلة في انسجة الأسماك المجمدة المستوردة في اسوق مدينة الكوفة، وتقييم مدى صلاحيتها للاستهلاك البشري من خلال مقارنتها مع المحددات العالمية.

الخريطة (١) الموقع الجغرافي لمدينة الكوفة من العراق ومحافظة النجف الاشرف للعام ٢٠٢٤



المصدر:- محمد رزاق عبد الكاظم الحدراوي، التحليل المكاني الاستعمالات الأرض التجارية في مدينة الكوفة - دراسة في جغرافية المدن، رسالة ماجستير، جامعة الكوفة، كلية الآداب، ٢٠٢٤، ص.٧.

بالاعتماد على :

- ١ - جمهورية العراق، وزارة الموارد المائية، الهيئة العامة للمساحة، خريطة العراق الادارية، مقياس ١ / ٢٠١٢، ١٠٠٠٠٠.

- ٢ - جمهورية العراق، وزارة الموارد المائية، الهيئة العامة للمساحة، خريطة محافظة النجف الاشرف الادارية، مقاييس ٢٠١٢، ٥٠٠٠٠ / ١.
- ٣ - مديرية التخطيط العمراني، قسم التخطيط، المخطط الاساس المحدث لمدينة الكوفة، ٢٠١٧.

٦ - المواد وطرق العمل:-

تم قياس تراكيز العناصر الثقيلة في أنسجة الأسماك المدرosaة باستخدام طريقة الوزن الرطب المعتمدة من قبل (AOAC International, 2005: th11) وذلك عن طريق فصل الأجزاء الصالحة للأكل من العضلات ويتم حفظها في علب بلاستيكية معقمة بعد غسلها بالماء المقطر لإزالة الشوائب الخارجية عنها، مع كتابة البيانات الخاصة بكل سمكة مع ترقيم العلب، وحفظها مبردة لحين الاستخدام، بعدها تم هرس العينة في وعاء خزفي لتكون متجانسة، قبل عملية الهضم، بعدها تم هضم كل عينة بشكل منفصل، إذ تم وضع العينة في وعاء زجاجي مقاوم للحرارة، وتم إضافة (٥) مل من حمض النتريك ( $\text{HNO}_3$ ) المركز مع إضافة كمية صغيرة من حمض فوق الكلور ( $\text{HClO}_4$ ) لتسريع عملية التحلل، ثم تم تسخين العينة على صفيحة ساخنة بدرجة حرارة ١٥٠ درجة مئوية حتى يتوقف تصاعد الأبخرة، مع الحذر الشديد من الأبخرة المتطايرة من عملية التسخين، بعدها تم ترشيح المستخلص باستخدام ورق ترشيح ((Filter paper)) نظيف للتخلص من الشوائب الزائدة إن وجدت، وبعدها تم نقل محلول الناتج وإضافة (٥٠) مل ماء مقطر، وبعدها تم تقدير تراكيز العناصر الثقيلة في العينات باستخدام جهاز الامتصاص الذري (Atomic absorption spectroscopy)) وفقاً للطول الموجي لكل عنصر، وعبر عن النتائج بوحدة ميكروغرام/غرام وزن رطب (mg/g wet weight)، تم اختيار تلك الانواع بأوزان وتاريخ انتاج متقارب للحصول على نتائج مختبرية دقيقة، إذ تراوح وزن كل منها بين (٠.٩ - ١.٤) كيلوغرام.

وصف الانواع المدرosaة :-

من بين اهم الانواع المدرosaة واكثرها تواجد في اسواق مدينة الكوفة وهي سمك زبيدي علامة الصياد و زبيدي علامة النهرين من انتاج دولة الكويت، و سمك زبيدي علامة الكفل وسمك زبيدي علامة اسماك الطيب انتاج الصين، و سمك زبيدي الفاو علامة الصياد، و سمك زبيدي علامة اسماك النهري و سمك حمام محمد علامة اسماك الخليج من انتاج فيتنام، وسمك كارب و سمك كطان علامة الصياد من انتاج منيمار الهند، وشراح سمك محمد علامة الصياد و شراح سمك محمد علامة vermont من انتاج دولة الامارات العربية المتحدة - دبي) تم اختيار هذه الانواع اعتماداً على انتشارها و كثرة تواجدها في الاسواق إذ تتتوفر معظم هذه الانواع

بصورة دائمة في اسوق محافظة النجف الاشرف بشكل عام واسوق مدينة الكوفة بشكل خاص، يتم استيرادها من دول انتاجها، وهي في الغالب يتم تربيتها في مزارع خاصة بتربيه الاسماك تعود ملكيتها لشركات تربية الاسماك وتصديرها في تلك البلدان. ووفقاً لتقرير صادر عن منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (FAO) اذ اشار التقرير الى ان إنتاج مصايد الأسماك وتربية الأحياء المائية في العالم وصل إلى مستوى قياسي جديد، إذ تجاوز إنتاج مصايد الأسماك وتربية الأحياء المائية إنتاج مصايد الأسماك الطبيعية لأول مرة، اذا بلغ الإنتاج العالمي من تربية الأحياء المائية للعام ٢٠٢٢ (١٣٠.٩) مليون طن، في حين بلغ الإنتاج العالمي من مصايد الأسماك الطبيعية (٩٢٠.٣) مليون طن، كما ان هذا التقرير يوضح بشكل صريح أن غالبية الأسماك المصدرة من آسيا (وخاصة الصين، الهند، فيتنام) مصدرها الاستزراع السمكي. إذ ان الصين تأتي في المرتبة الاولى من إذ كمية الانتاج للعام ٢٠٢٢ بنسبة (٣٦٪)، تليها الهند بنسبة (٨٪)، و من ثم إندونيسيا بنسبة (٧٪) واخيراً فيتنام بنسبة (٥٪)، واكد التقرير الى ان أغلب انتاج تلك الدول هو لغرض التصدير الى دول العالم (SOFIA: <https://www.fao.org/sofia/>) إذ يتم اطعام هذه الاسماك من علية في الغالب تحتوي على مواد كيميائية بهدف زيادة النمو والانتاج بصورة خاصة في المزارع التي تربى فيها الاسماك بكثافة عالية. وهذا ما اشار اليه التقرير نفسه، الى ان الأعلاف المستخدمة في تغذية الاسماك المستزرعة، تعتمد بالدرجة الاولى على مسحوق و زيت السمك، ولكن في الاوائل الاخيرة اخذت تغذية الاسماك المستزرعة تشهد تحولاً استراتيجياً من خلال تنوع مصادر التغذية البروتينية للأسماك وتقليل الاعتماد على مسحوق زيت السمك بالدرجة الاولى، اذ اخذت مصادر تغذية الاسماك تعتمد على المصادر النباتية، كمصادر رئيسية في تغذية الاسماك المستزرعة، وبصورة خاصة، فول الصويا والذرة، فضلاً عن استخدام البروتينات والفيتامينات والمعادن البديلة والتي يتم استخلاصها من الميكروبات والحشرات و الطحالب الدقيقة (SOFIA: <https://www.fao.org/sofia/>) بالمقابل فقد حذر التقرير الصادر عن اللجنة الفرعية المختصة بتربيه الأحياء المائية، لجنة مصايد الأسماك الصادر عن منظمة الفاو، وبحسب ما ورد في التقرير فقد حذر من مخاطر عدة مرتبطة باستخدام المواد الغذائية في تغذية الأسماك المستزرعة، هو ان المواد الغذائية المستخدمة في تغذية الاسماك المستزرعة سيما مسحوق و زيت السمك الذي يعد المصدر التقليدي للبروتين والطاقة السمكية، قد يمثل خطراً لنقل الملوثات البحرية وبصورة خاصة الديوكسينات و عنصر الرزباق، فضلاً عن العلية النباتية التي تستخدم كبديل رئيسي لتغذية الاسماك سيما فول الصويا و القمح و الذرة و الزيوت النباتية و النخالة قد تحتوي على ملوثات كيميائية أو عناصر ثقيلة إذا جاءت من بيئات ملوثة بها، فضلاً عن المكمّلات التي تضاف الى العلية السمكية لتحسين النمو والمناعة سيما الفيتامينات و المعادن والمضادات الحيوية و البروبتيك و مضادات الاكسدة، و الافراط في

استخدامها أو سوء نوعياتها قد يترك بقايا في انسجة الأسماك مما يؤثر سلباً على منتجات الأسماك، كما نبه التقرير إلى احتمالية التلوث أثناء تصنيع أو تخزين الأعلاف، و الآثار البيئية الناتجة عن بقايا الأعلاف غير المستهلكة في الانظمة المائية لتربيه الأسماك (FAO, 2003: 7-11) ومع ذلك تبقى مشكلة تلوث الأسماك المستزرعة بالعناصر الثقيلة تحدياً بارزاً، إذ من الممكن ان تحتوي بعض الأسماك و الكائنات البحرية بالخصوص التي تستخدم في مسحوق وزيت السمك المستخلصين من مصايد سمك ملوثة أو بعض المحاصيل الزراعية المزروعة في بيئات ملوثة بالعناصر الثقيلة، والتي يمكن ان تنتقل لتركيز في انسجة الأسماك المستزرعة بعد ان تقد لها تلك المواد كعلف، و بعد اصطيادها وحفظها مجمدة في برادات قبل تصديرها للعراق والدول الاخرى، وهذه العملية قد تستغرق اشهر قبل وصولها الى المستهلك، وهذه ما يجعل نوعيات تلك الأسماك غير جيدة للاستهلاك البشري، فضلاً عن ان مناطق تربيتها او اصطيادها قد تكون ملوثة بالمخلفات البشرية و مخلفات النفط والصرف الصحي والمخلفات الصناعية مما قد يتسبب في زيادة تراكيز بعض العناصر الثقيلة في انسجتها.

التقييم البيئي لتركيز العناصر الثقيلة في أنسجة عضلات الأسماك المدروس:-

قام الباحث بدراسة وتحليل (١١) نوع من الأسماك المستوردة المجمدة الاكثر انتشاراً في اسوق مدينة الكوفة وهي ( زبيدي علامة الصياد / الكويت F- A ), زبيدي علامة النهرین / الكويت ( F- B ), زبيدي علامة الكفل / الصين ( F- C ), زبيدي علامة سمك الطيب / الصين ( F- D ), سمك زبيدي الفاو علامة الصياد / فيتنام ( F- E ), زبيدي علامة سمك النهرین / فيتنام, ( F- F ) سمك حمام محمد علامة سمك الخليج / فيتنام ( G ), كطان علامة الصياد / الهند ( H ) ، كارب / منيمار الهند ( F- O ), وشرائح سمك محمد علامة الصياد / دولة الامارات العربية المتحدة - دبي ( F- P ) ، شرائح سمك محمد علامة vermont / دولة الامارات العربية المتحدة - دبي ( F- Q ) إذ قام الباحث بدراسة وتحليل تراكيز كل من عنصر ( Pb, Cd, Ni, Hg, Cu, Fe ,Cr, Zn, Al ) في نسيج العضلات الصالحة للأكل لتلك الانواع، لأن هذه العناصر هي الاكثر انتشاراً وتأثيراً في صحة الانسان، اذا ما تراكمت بكميات كبيرة في الجسم، وذلك من خلال أخذ عينات من نسيج العضلات و تحليلها مختبرياً اذ حدد الباحث مدتین زمنیتين لأخذ العينات الاولى في شهر تموز وتحديداً في ( ٢٠٢٤/٧/١ ) الذي يمثل الفصل الصيفي، والثاني في ( ٢٠٢٥/١/١٧ ) الذي يمثل الفصل الشتوي وقد تم اختيار هذين الوقتين لغرض توضيح التباينات الزمنية و المكانية لتركيز العناصر الثقيلة في الأسماك، معتمداً في ذلك على موسم التحليل و مكان الانتاج (دولة التصدير)، فيما عدا العينة من نوع (شرائح سمك محمد علامة vermont / دولة الامارات العربية المتحدة - دبي) لم يتم تحليلها

مختبرياً خلال فصل الشتاء بسبب عدم ايجادها متوفرة في الاسواق خلال فترة جمع العينات للموسم الشتوي.  
وكما مبين في الجدول (١) و (٢).

الجدول (١) تراكيز العناصر الثقيلة في انسجة العضلات لعيادات الاسمك المجمدة المستوردة المدرسوة في اسوق مدينة الكوفة خلال فصل الشتاء / شهر كانون الثاني، بوحدة ميكروغرام/غرام وزن رطب (μg/g wet weight)

العنصر AL	الالمنيوم Fe الحديد	الزنك Zn	النحاس Cu	الزئبق Hg	الكروم Cr	النيكل Ni	الكادميوم Cd	الرصاص Pb	الاختصار F-	تاريخ الصيد تاريخ التعبئة تاريخ الانتهاء	نوع السمكة / انتاج	
0.599	5.005	0.955	0.630	0.615	0.450	1.987	0.402	0.995	F- A	٢٦/٧/٢٠٢٤ ٢٧/٧/٢٠٢٤ ٢٦/٤/٢٠٢٥	زبيدي علامة الصياد / الكونية	
0.575	4.710	0.865	0.820	0.750	0.390	1.545	0.500	1.000	F- B	١٦/٨/٢٠٢٤ ١٧/٨/٢٠٢٤ ١٦/٥/٢٠٢٥	زبيدي علامة النهرین / الكونية	
0.502	6.017	2.161	1.222	0.635	0.480	1.851	0.520	0.975	F- C	٢٧/٨/٢٠٢٤ ٢٨/٨/٢٠٢٤ ٢٧/٥/٢٠٢٥	زبيدي علامة الكل / الصين	
0.602	5.770	2.330	2.258	0.730	0.510	2.002	0.612	1.855	F- D	٢٦/٧/٢٠٢٤ ٢٥/٧/٢٠٢٤ ٢٦/٥/٢٠٢٥	زبيدي علامة اسماك الطيب / الصين	
1.012	8.000	2.710	3.005	0.700	0.612	2.111	0.580	2.005	F- E	٢٧/٩/٢٠٢٤ ٢٨/٩/٢٠٢٤ ٢٧/٦/٢٠٢٥	سمك زبيدي الفاو علامة الصياد / فيتنام	
0.801	6.452	2.870	2.995	0.650	0.600	2.000	0.800	2.750	F- F	٢٥/٦/٢٠٢٤ ٢٥/٦/٢٠٢٤ ٢٥/٤/٢٠٢٥	زبيدي علامة اسماك النهرین / فيتنام	
1.102	7.790	3.150	2.890	0.635	0.701	1.710	0.640	2.100	F- G	٢٦/٧/٢٠٢٤ ٢٧/٧/٢٠٢٤ ٢٦/٥/٢٠٢٥	حام محمد علامة اسماك الخليج / فيتنام	
0.966	6.456	2.018	2.605	0.780	0.560	2.004	0.512	2.001	F- H	١٥/٩/٢٠٢٤ ١٦/٩/٢٠٢٤ ١٥/٦/٢٠٢٥	قطان علامة الصياد / الهند	
0.910	8.940	3.010	3.750	0.812	0.701	2.800	0.560	2.205	F- O	٢٥/٩/٢٠٢٤ ٢٦/٩/٢٠٢٤ ٢٥/٦/٢٠٢٥	كارب / منيمار الهند	
0.497	3.000	0.932	0.800	0.498	0.280	0.990	0.210	0.450	F- P	١٠/١٠/٢٠٢٤* ٩/١٠/٢٠٢٦**	وشراح سمك محمد علامة الصياد / دولة الامارات العربية المتحدة - دبي	
0.490	1.007	1.00	0.409	0.455	0.133	0.875	0.095	0.435	F- Q	٢٤/١٢/٢٠٢٤* ٢٢/١٢/٢٠٢٦**	شراح سمك محمد علامة vermont / دولة الامارات العربية المتحدة - دبي	

## مجلة جامعة كركوك للدراسات الإنسانية المجلد (٢٠) العدد الثاني - الجزء الثاني - كانون الاول ٢٠٢٥

المصدر: اجريت التحاليل المختبرية في مختبر علوم الاغذية والزراعة، كلية الزراعة، جامعة الكوفة، ٥/١/٢٠٢٥

\* تاريخ الانتاج \*\* تاريخ النفاذ فقط، لا يوجد تاريخ صيد مدون

الجدول (٢) تراكيز العناصر الثقيلة في انسجة العضلات لعينات الاسماك المجمدة المستوردة من مدينة الكوفة خلال فصل الصيف / شهر تموز، بوحدة ميكروغرام/ غرام وزن (ug/g wet weight) رطب

العنصر AL	الالمنيوم Fe	الحديد Zn	الزنك Cu	النحاس Hg	الزinc Cr	الكروم Ni	النيكل Cd	الcadmium Pb	الرصاص Pb	الاختصار F-	تاريخ الصيد تاريخ التعبئة تاريخ الانتهاء	نوع السمكة / انتاج	ت
٠.٣٢٠	3.145	٠.٥٧٤	0.442	0.486	٠.٣٥٠	١.٦١	0.368	0.910	F- A	٢٦/٣/٢٠٢٥ ٢٧/٣/٢٠٢٥ ٢٦/١٢/٢٠٢٥	زبيدي علامة الصياد / الكويت		
٠٣٥٠	2.520	٠.٤٩٩	0.450	0.460	٠.٣٢٠	١.٠٤	0.300	0.808	F- B	٦/٢/٢٠٢٥ ٧/٢/٢٠٢٥ ٦/١١/٢٠٢٥	زبيدي علامة النهرین / الكويت		
٠.٤٧٠	3.220	١.٠٥	0.818	0.470	٠.٤٠٠	١.٥٥	0.491	0.750	F- C	٢٩/٤/٢٠٢٥ ١/٤/٢٠٢٥ ١/١/٢٠٢٦	زبيدي علامة الكفل / الصين		
٠.٥١٢	3.050	١.٢٢	0.715	0.401	٠.٣٨٥	١.٢١	0.455	0.909	F- D	٢٧/٢/٢٠٢٥ ٢٨/٢/٢٠٢٥ ٢٧/١١/٢٠٢٥	زبيدي علامة اسماك الطيب / الصين		
٠.٩٥٠	5.230	١.٠٥	1.201	0.550	٠.٤٤٥	١.٠٨	0.465	0.900	F- E	٢٥/٤/٢٠٢٥ ٢٦/٤/٢٠٢٤ ٢٥/١/٢٠٢٦	سمك زبيدي الفاو علامة الصياد / فيتنام		
٠.٦٠٥	4.130	١.٤٠	1.200	0.522	٠.٥١٥	١.٧١	0.480	1.94	F- F	٢٤/٣/٢٠٢٥ ٢٥/٣/٢٠٢٥ ٢٤/١١/٢٠٢٥	زبيدي علامة اسماك النهرین / فيتنام		
٠.٨٣٤	4.205	١.٤٨	1.165	0.504	٠.٥٢٢	١.٠٢	0.495	1.40	F- G	٢٢/٥/٢٠٢٤ ٢٣/٥/٢٠٢٤ ٢٢/٢/٢٠٢٦	حمام محمد علامة اسماك الخليج / فيتنام		
٠.٧١٤	3.010	١.٥٨	1.100	0.600	٠.٤٠٥	١.٢٢	0.355	1.45	F- H	٢٧/٢/٢٠٢٥ ٢٨/٢/٢٠٢٥ ٢٧/١١/٢٠٢٥	قطان علامة الصياد / الهند		
٠.٧٠٠	5.110	١.٧١	1.250	0.605	٠.٥١٠	٢.١١	0.405	1.65	F- O	٢٦/٢/٢٠٢٥ ٢٧/٢/٢٠٢٥ ٢٦/١١/٢٠٢٥	كارب / منمار الهند		
٠.٢٥٠	2.510	٠.٧٠٥	0.316	0.376	٠.٢٤٥	٠.٦٨٠	0.045	0.320	F- P	١٢/٤/٢٠٢٥* ١١/٤/٢٠٢٧**	شرائح سمك محمد علامة الصياد / دولة الامارات العربية المتحدة - دبي		
تعذر على الباحث ايجاد عينة من نفس النوع متوفرة في الاسواق خلال فترة جمع عينات الموسم الصيفي.										F- Q	-----	شرائح سمك محمد علامة vermont / الامارات العربية المتحدة - دبي	

اجريت التحاليل المختبرية في مختبر علوم الاغذية والزراعة، كلية الزراعة جامعة الكوفة، ١٧/٧/٢٠٢٥

\* تاريخ الانتاج \*\* تاريخ النفاذ فقط، لا يوجد تاريخ صيد مدون.

و من خلال الآتي يمكن ان نبين تراكيز العناصر الثقيلة في عينات الاسماك المدروسة:-

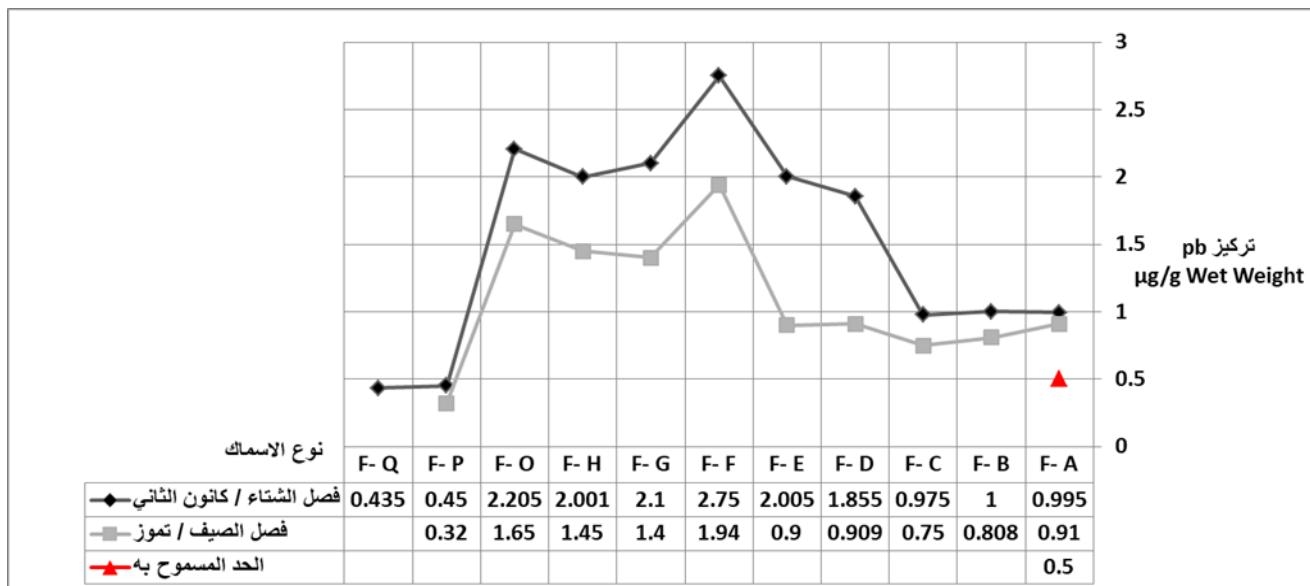
١ - تراكيز الرصاص (Lead) : - يظهر من الجدول (١) و (٢) والشكل (١) ان هناك تباين مكاني وزماني في تراكيز عنصر الرصاص في انسجة العضلات الصالحة للأكل في انواع الاسماك المجمدة المدروسة، إذ نلاحظ ارتفاع قيم التراكيز خلال فصل الشتاء و تنخفض خلال فصل الصيف، و هذا يعود الى ان معظم الانواع المدروسة التي قد تم تحليلها خلال فصل الشتاء وهي ما تم اصطيادها خلال الاشهر الحارة من السنة، في الدول التي انتجتها، وهذا يدل على ان بيئه الاسماك في تلك البلدان خلال اشهر الصيف ترتفع فيها تراكيز العناصر الثقيلة مقارنة بفصل الشتاء، إذ نلاحظ ان الاسماك التي قد تم تحليلها خلال فصل الصيف قد تم اصطيادها خلال الاشهر الباردة من السنة، وهذه يمكن ملاحظة من خلال تاريخ الصيد والتعبئة، لذلك يجب الالذ بنظر الاعتبار تاريخ الصيد والتعبئة عند الاقبال على شراء تلك الانواع من الاسماك، كما مبين في الجدول (١) و (٢)، اما التباينات المكانية وفقاً لبلد التصدير نلاحظ ان سمك زبيدي علامة اسماك النهرین من انتاج دولة فيتنام (F- F) قد سجل اعلى التراكيز لعنصر الرصاص خلال فصل الشتاء إذ بلغ (٢٠٧٥٠) ميكروغرام/ غرام وزن رطب ( $\mu\text{g/g}$  wet weight) اما اقل التراكيز فقد ظهرت في شرائح سمك محمد علامة vermont من انتاج دولة الامارات العربية المتحدة - دبي (F- Q) اذ بلغت خلال الفصل نفسه (٠٠٤٣٥) ميكروغرام/ غرام وزن رطب ( $\mu\text{g/g}$  wet weight) الجدول (١)، اما خلال فصل الصيف والذي انخفضت فيه التراكيز نلاحظ من الجدول (٢) والشكل (١) أن اعلى التراكيز قد سجلت في النوع (F- F) اذ بلغ (١٠٩٤) ميكروغرام/ غرام وزن رطب ( $\mu\text{g/g}$  wet weight) في حين سجل النوع (F- P) اقل قيمة التراكيز اذ بلغ (٠٠٣٢٠) ميكروغرام/ غرام وزن رطب ( $\mu\text{g/g}$  wet weight) خلال الفصل نفسه، في حين سجلت باقي الانواع قيم تراكيز متباعدة تقع بين القيم السابقة، و من خلال مقارنة قيم التراكيز في الجدول (١) و (٢) و الشكل (١) مع المحددات العالمية وفقاً لمعايير الاتحاد الاوربي (EC) الذي يتراوح بين (٠٠٣ - ٠٠٥) ميكروغرام/ غرام وزن رطب ( $\mu\text{g/g}$  wet weight) الجدول (٣) نلاحظ عدم صلاحية معظم الانواع المدروسة للأكل خلال الموسمين، لتجاوزها الحدود المسموح بها وفقاً للمعيار، فيما عدا النوع (P- F) و (Q- F) خلال فصل الشتاء اذ بلغت قيمة التراكيز فيها (٠٠٤٥٠) و (٠٠٤٣٥) ميكروغرام/ غرام وزن رطب ( $\mu\text{g/g}$  wet weight)، و النوع (P- F) خلال فصل الصيف بقيمة تراكيز بلغت (٠٠٣٢٠) ميكروغرام/ غرام وزن رطب ( $\mu\text{g/g}$  wet weight)، وهذا يعود الى أن هذه الانواع قد تتعرض الى عمليات تنظيف و غسل جيدة قبل عملية التعبئة والتصدير مما قد ينتج عنه أزالت بعض من تراكيز العناصر الثقيلة وبالتالي الانخفاض في تراكيز العناصر فيها.

الجدول (٣) الحدود المسموح بها لتركيز العناصر الثقيلة في انسجة الأسماك الصالحة للأكل بوحدة ميكروغرام/ غرام وزن رطب ( $\mu\text{g/g}$  wet weight)

العنصر	الحدود المسموح بها	المرجع	ت
الرصاص	٠.٣ - ٠.٥	European Commission (EC) No 1881/2006	١
النيكل	٠.٥ - ١.٠	FAO/WHO, 2001	٢
الكادميوم	٠.٠١ - ٠.٠٥	European Commission (EC) No 1881/2006	٣
الزنك	٥٠٠	FAO/WHO, 1983	٤
الكروم	٠.٥	WHO, 1996	٥
النحاس	٣٠٠	FAO/WHO, 1989	٦
الرتبق	٠.٥ - ١.٠	FAO/WHO, 2003	٧
الحديد	١٠٠	FAO/WHO, 1983	٨
الالمنيوم	١٠ (تقدير مؤقت)	WHO, 2010	٩

- 1- FAO/WHO. (2003). Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Evaluation of certain food additives and contaminants.
- 2- European Commission. (2006). Commission Regulation (EC) No 1881/2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs.
- 3- FAO/WHO (1989). Evaluation of certain food additives and the contaminants mercury, lead and cadmium;. WHO Technical Report Series No. 505.
- 4- WHO. (1996). Trace elements in human nutrition and health. World Health Organization.
- 5- FAO/WHO. (2001). Human vitamin and mineral requirements. Report of a joint FAO/WHO expert consultation.
- 6- WHO. (2010). Aluminium in Drinking-water: Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality.

الشكل (١) تركيز الرصاص في نسيج عضلات الأسماك المجمد المستوردة في أسواق مدينة الكوفة



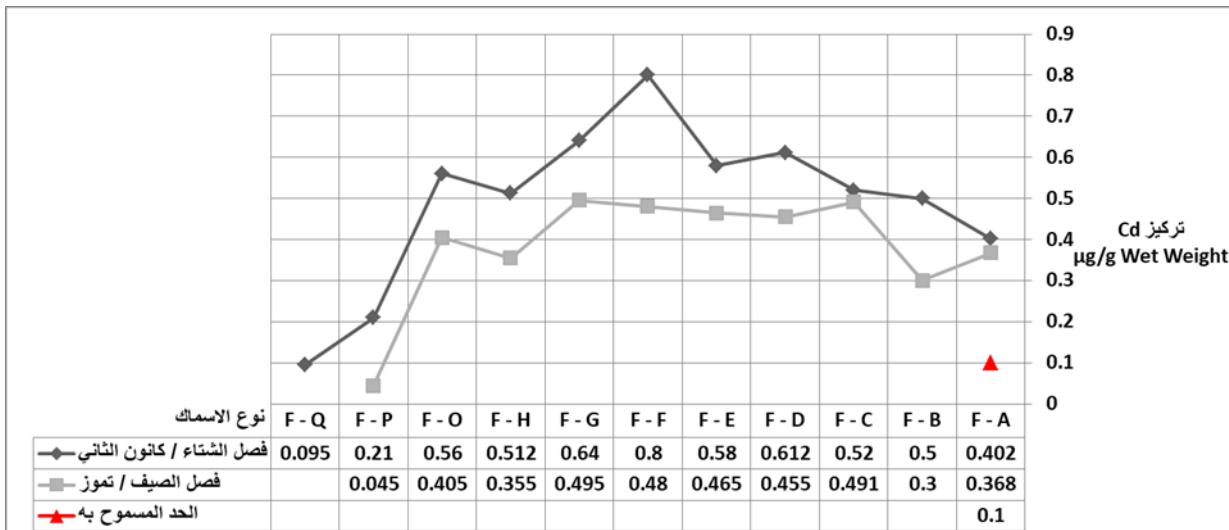
المصدر:- بالاعتماد على بيانات الجدول (١) و (٢) و (٣).

## - الكادميوم (Cadmium)

نلاحظ من الجدول (١) و (٢) ان هناك تباين مكاني وزمني في قيم تراكيز العناصر الثقيلة في انسجة العضلات الانواع الامثلية المدروسة، إذ تتزايد كمية الترکیز خلال فصل الشتاء وتقل خلال فصل الصيف وفقاً لموسم التحليل المختبري، اما التباينات المكانی وفقاً لبلد التصدير، نلاحظ ان النوع - (F) من انتاج دول فييتام سجل اعلى قيم التراکیز خلال فصل الشتاء، بلغت (٠٠٨٠٠) ميكروغرام/ غرام وزن رطب (µg/g wet weight)، في حين بالمرتبة الثانية من إذ كمية الترکیز النوع (G - F) من انتاج فييتام والمترتبة الثالثة النوع (D - F) من انتاج الصين بقيم تراکیز بلغت (٠٠٦٤٠) و (٠٠٦١٢) ميكروغرام/ غرام وزن رطب (µg/g wet weight)، لكل منهم على التوالي، اما اقل ترکیز خلال فصل الشتاء ظهر في النوع (Q - F) بقيمة ترکیز بلغت (٠٠٩٥) ميكروغرام/ غرام وزن رطب (µg/g wet weight)، اما خلال فصل الصيف إذ انخفضت التراکیز فيه بشكل عام، إذ سجل اعلى ترکیز في النوع (G - F) بقيمة ترکیز بلغت (٠٠٤٩٥) ميكروغرام/ غرام وزن رطب (µg/g wet weight)، في حين سجل اقل ترکیز خلال هذه الفصل في النوع (P - F) بقيمة ترکیز بلغت (٠٠٤٥) ميكروغرام/ غرام وزن رطب (µg/g wet weight)، لكون هذه النوع هو عبارة عن شرائج سمك مقطع منزوع الجلد و الاحساء و منظف بصورة جيدة، لذلك يتم ازالت بعض من تراکیز العناصر الثقيلة مع عملية الغسل والتنظيف الجيد، مما سجل اقل التراکیز في انسجتها خلال الموسمين مقارنة بباقي الانواع المدروسة، ومن خلال مقارنة نتائج التحاليل المختبرية في الجدول (١) و (٢) و (٣) مع معيار (EC) الذي يتراوح بين (٠٠٥ - ٠٠١) ميكروغرام/ غرام وزن رطب (µg/g wet weight)

الجدول (٣) نلاحظ عدم صلاحية الانواع المدروسة للأكل الارتفاع قيم التراكيز فيها، فيما عدا النوع weight) (F - P) خلال فصل الشتاء والنوع (F - Q) خلال فصل الصيف، لعدم تجاوزهم الحدود المسموح.

الشكل (٢) تراكيز الكادميوم في نسيج عضلات الاسماك المجمدة المستوردة في اسواق مدينة الكوفة

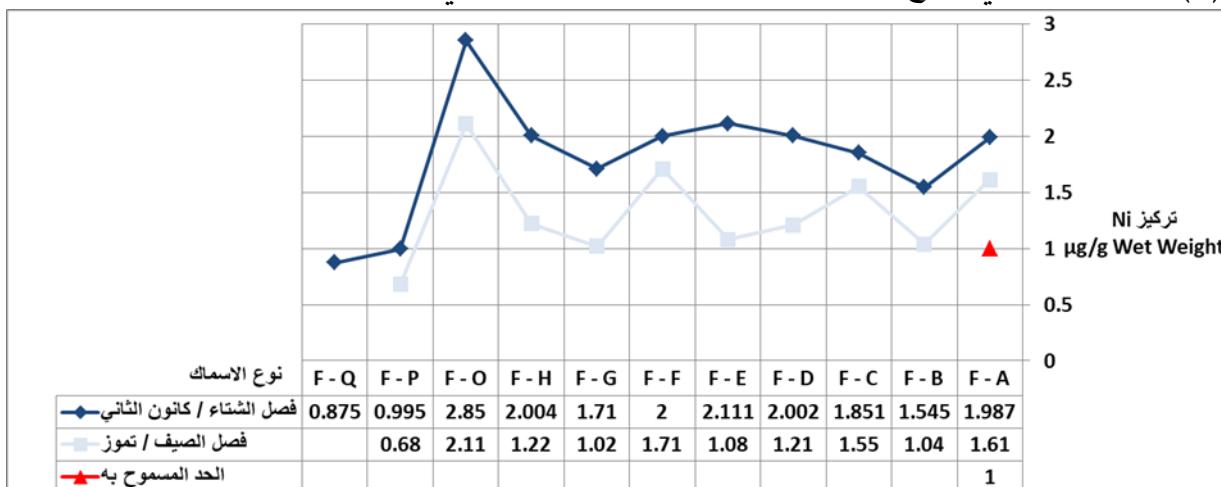


المصدر:- بالاعتماد على بيانات الجدول (١) و (٢) و (٣).

٣ - النيكل (Nickel) :- يظهر من الجدول (١) و (٢) والشكل (٣) ان تراكيز عنصر النيكل في انسجة الاسماك المجمدة المدروسة قد ارتفع خلال فصل الشتاء، إذ سجل اعلى ترکیز في النوع (F - O) من انتاج الهند اذ بلغ (٢٠.٨٥٠) ميكروغرام/ غرام وزن رطب ( $\mu\text{g/g}$  wet weight)، في حين سجل اقل ترکیز خلال الموسم نفسه في النوع (F - Q) من انتاج الامارات العربية المتحدة، بقيمة ترکیز بلغت (٠٠.٨٧٥) ميكروغرام/ غرام وزن رطب ( $\mu\text{g/g}$  wet weight)، اما باقی الانواع سجل قيم تراكيز تتراوح بين قيم التراكيز السابقة، اما خلال فصل الصيف والذي انخفضت فيه التراكيز مقارنة بفصل الشتاء، إذ سجل اعلى ترکیز في النوع (F - O) بلغ (٢٠.١١) ميكروغرام/ غرام وزن رطب ( $\mu\text{g/g}$  wet weight)، اما اقل ترکیز خلال الفصل نفسه سجل في النوع (F - P) بتركيز بلغ (٠٠.٦٨٠) ميكروغرام/ غرام وزن رطب ( $\mu\text{g/g}$  wet weight)، ومن خلال مقارنة نتائج التحاليل المختبرية للانواع المدروسة من إذ قيم تراكيز النيكل في انسجة الاسماك مع المحددات العالمية وفقاً لمعايير منظمة الصحة العالمية (WHO) و معيار منظمة الاغذية والزراعة الامريكية (FAO) والذي يتراوح بين (٠٠.٥ - ١٠٠) ميكروغرام/ غرام وزن رطب ( $\mu\text{g/g}$  wet weight) لكل منهم، الجدول (٣) نلاحظ عدم صلاحية النوع (F - O) للأكل خلال موسم الشتاء، اما خلال فصل الشتاء، بينما نلاحظ صلاحية النوع (F - P, F - Q) للأكل خلال موسم الشتاء، اما خلال

فصل الصيف نلاحظ صلاحية جميع الانواع المدروسة للأكل لعدم تجاوزها الحدود المسموح بها لتركيز النيكل.

الشكل (٣) تركيز النيكل في نسيج عضلات الاسماك المجمدة المستوردة في اسواق مدينة الكوفة

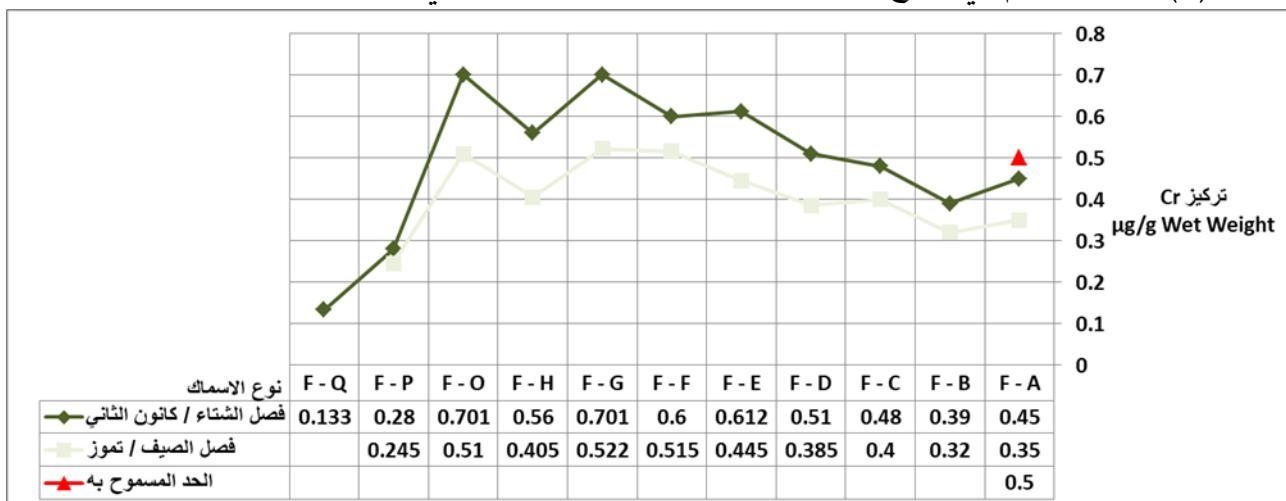


المصدر:- بالاعتماد على بيانات الجدول (١) و (٢) و (٣).

٤ - الكروم (Chromium) :- تبين من الجدول (١) و (٢) و (٣) ان هناك تباين مكاني و زمني في قيم تركيز عنصر (Cr) في نسيج عضلات الاسماك المجمدة، إذ نلاحظ ان قيم التركيز تتزايد خلال فصل الشتاء في شهر كانون الثاني وتقل خلال فصل الصيف في شهر تموز، اذ سجل اعلى تركيز خلال فصل الشتاء في النوع (F - O) (F - G) اذ بلغ (٠.٧٠١) ميكروغرام/ غرام وزن رطب ( $\mu\text{g/g wet weight}$ ) لكل منهم، اما اقل تركيز خلال الموسم نفسه سجل في النوع (Q - F) اذ بلغ (٠.١٣٣) ميكروغرام/ غرام وزن رطب ( $\mu\text{g/g wet weight}$ ), ومن خلال مقارنة نتائج التحليل المختبري في الجدول (١) و (٢) و (٣) مع معيار منظمة الصحة العالمية (WHO) البالغ (٠.٥) ميكروغرام/ غرام وزن رطب ( $\mu\text{g/g wet weight}$ )، الجدول (٣) نلاحظ عدم صلاحية الانواع (F - D , F - E , F - F, F - G, F - H, F - O) (wet weight) بقيم تركيز تراوحت بين (٠.٥١٠ - ٠.٧١٠) ميكروغرام/ غرام وزن رطب ( $\mu\text{g/g wet weight}$ ) ما الانواع (F - A, F - B, F - C, F - P, F - Q) صالح للأكل خلال فصل الشتاء اذ لم تتجاوز الحد المسموح به، بقيم تركيز تراوحت بين (٠.٤٨٠ - ٠.١٣٣) ميكروغرام/ غرام وزن رطب ( $\mu\text{g/g wet weight}$ ) ، اما خلال فصل الصيف إذ انخفضت قيم التركيز بشكل عام مقارنة بفصل الشتاء، نلاحظ ان اعلى قيم التركيز سجلت في النوع (G - F) بقيمة تركيز بلغت (٠.٥٢٠) ميكروغرام/ غرام وزن رطب ( $\mu\text{g/g wet weight}$ ) اما اقل قيمة تركيز ظهرت في النوع (P - F) بقيمة تركيز بلغت (٠.٢٤٥)

ميکروغرام / غرام وزن رطب ( $\mu\text{g/g wet weight}$ ), ومن خلال مقارنة النتائج مع معيار (WHO) نلاحظ صلاحية الاسماك للأكل خلال هذا الموسم سيما الانواع ( F –A, F – B, F – C, F – D, F – E, – F- ) اذ لم تتجاوز الحدود المسموح بها بقييم تراكيز تراوحت بين ( ٠.٤٤٥ – ٠.٢٤٥ ) ميكروغرام / (H, F – P) في حين نلاحظ عدم صلاحية النوع (F – F) و (F – G) و (O) خلال الفصل نفسه, لتجاوزها الحدود المسموح بها بقييم تراكيز بلغت ( ٠.٥١٥ ) ( ٠.٥٢٢ ) و ( ٠.٥١٠ ) ميكروغرام / غرام وزن رطب ( $\mu\text{g/g wet weight}$ ) لكل منهم على التوالي.

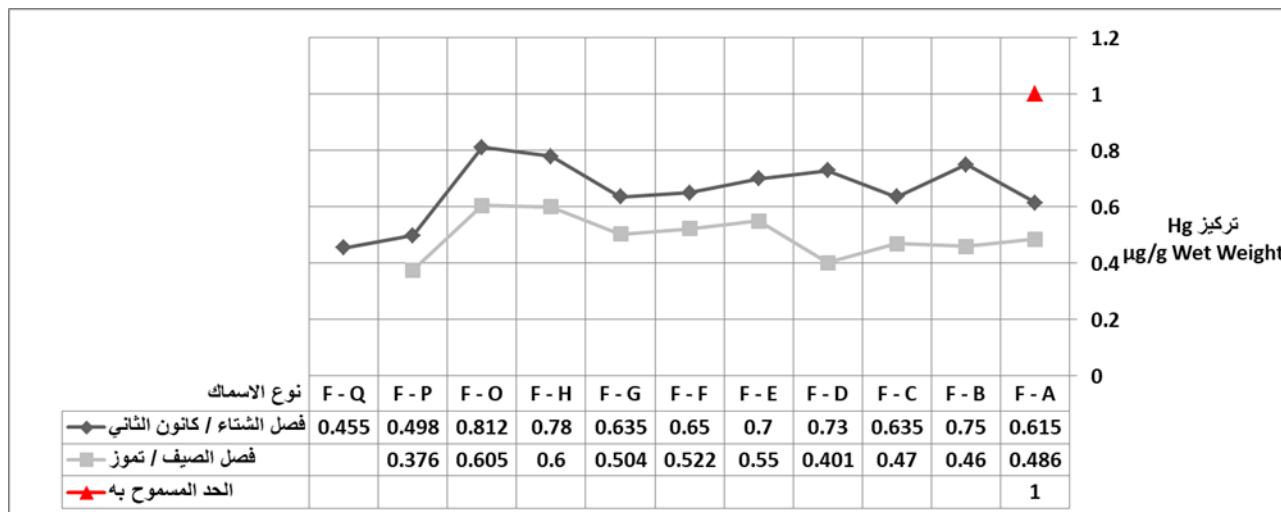
الشكل (٤) تراكيز الكروم في نسيج عضلات الاسماك المجمد المستوردة في اسواق مدينة الكوفة



المصدر: - بالاعتماد على بيانات الجدول (١) و (٢) و (٣).

٥ - الزئبق (Mercury) :- يظهر من خلال نتائج التحاليل المختبرية ان هناك تباين مكاني وزماني في قيم تراكيز عنصر الزئبق في نسيج الأسماك المجمدة، إذ يظهر من الجدول (١) و الشكل (٥) أن أعلى قيم التراكيز قد سجل خلال فصل الشتاء في جميع الانواع المدروسة، إذ تراوحت بين ( ٠.٤٤٥ – ٠.٨١٢ ) ميكروغرام / غرام وزن رطب ( $\mu\text{g/g wet weight}$ ), اما خلال فصل الصيف فنلاحظ من الجدول (٢) انخفاض في قيم التراكيز مقارنة بفصل الشتاء في جميع الانواع المدروسة، اذ تراوحت بين ( ٠.٣٧٦ – ٠.٦٠٥ ) ميكروغرام / غرام وزن رطب ( $\mu\text{g/g wet weight}$ ) ومن خلال مقارنة نتائج التحاليل المختبرية في الجدول (١) و (٢) والشكل (٥) مع المحددات العالمية لمنظمة (WHO) و (FAO) الذي يتراوح بين ( ٠.٥ – ١.٠ ) ميكروغرام / غرام وزن رطب ( $\mu\text{g/g wet weight}$ ) لكل منهم الجدول (٣) نلاحظ صلاحية الاسماك للأكل وفقاً لقيم تراكيز الزئبق في نسيج العضلات اذ لم تتجاوز الحدود المسموح بها ولموسمين.

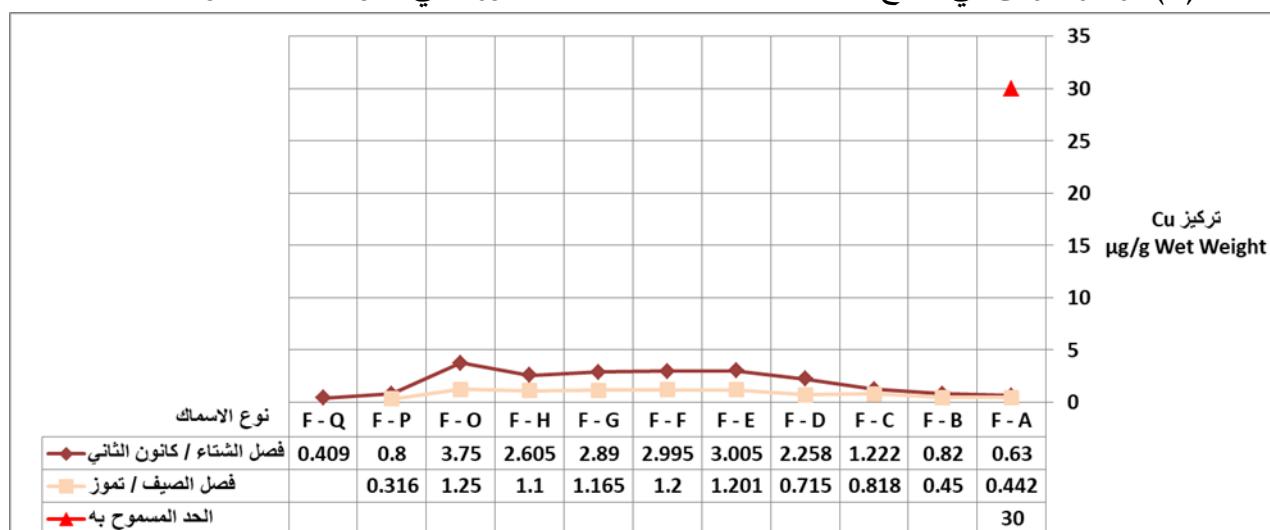
الشكل (٥) تراكيز الزئبق في نسيج عضلات الاسماك المجمد المستوردة في اسواق مدينة الكوفة



المصدر:- بالاعتماد على بيانات الجدول (١) و (٢) و (٣).

٦ - النحاس (Copper) :- يتبيّن من خلال نتائج التحاليل المختبرية لنسيج عضلات الأسماك المجمدة ان هناك تباين زماني و مكاني في قيم تراكيز عنصر (Cu) إذ تتزايد قيم التراكيز خلال فصل الشتاء و تقل خلال فصل الصيف، اذ نلاحظ من الجدول (١) ان قيم التراكيز خلال فصل الشتاء قد ترددت بين (٠.٤٠٩ - ٣.٧٥٠) ميكروغرام/ غرام وزن رطب ( $\mu\text{g/g wet weight}$ ) وهي بهذا صالحة للأكل وفقاً لمعايير منظمة (WHO) و منظمة (FAO) اذ لم تتجاوز الحد المسموح به و البالغ (٣٠٠) ميكروغرام/ غرام وزن رطب ( $\mu\text{g/g wet weight}$ )، اما خلال فصل الصيف فقد انخفضت قيم التراكيز بشكل عام مقارنة بفصل الشتاء، إذ تراوحت قيم التراكيز بين (٠.٣١٦ - ١.٢٥٠) ميكروغرام/ غرام وزن رطب ( $\mu\text{g/g wet weight}$ ) وهي بهذا لم تتجاوز الحدود المسموح بها خلال فصل الصيف، لذلك تعد الانواع صالحة للأكل حسب تراكيز النحاس في انسجتها ولموسمين.

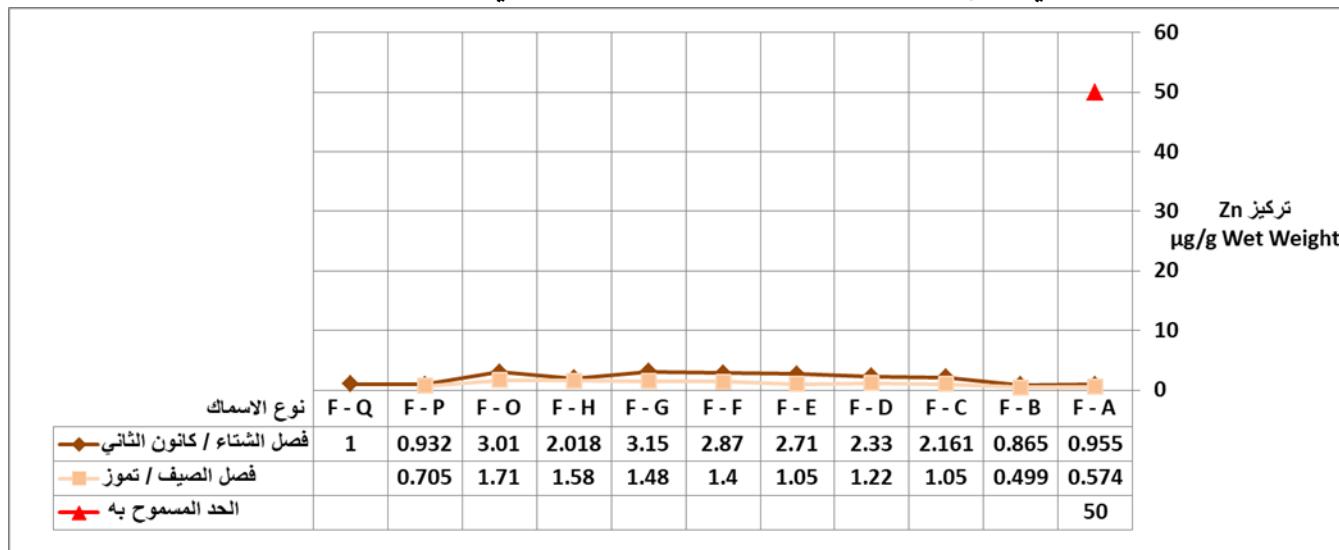
الشكل (٦) تراكيز الزئبق في نسيج عضلات الأسماك المجمد المستوردة في اسواق مدينة الكوفة



المصدر:- بالاعتماد على بيانات الجدول (١) و (٢) و (٣).

٧ - الزنك (Zinc) :- يظهر من الجدول (١) و (٢) و الشكل (٧) ان قيم تراكيز عنصر الزنك في نسيج عضلات الاسماك المجمد قد تباين زمانياً و مكانياً، إذ ازدادت كمية التراكيز خلال فصل الشتاء، وقلت خلال فصل الصيف، بقيم تراكيز متباعدة وفقاً للنوع وبلد التصدير، إذ نلاحظ ان اعلى قيمة تراكيز سجلت خلال فصل الشتاء في النوع (G - F) بلغت (٣.١٥٠) ميكروغرام/ غرام وزن رطب ( $\mu\text{g/g wet weight}$ ) في حين اقل كمية تراكيز ظهرت في النوع (P - F) بلغت (٠.٩٣٢) ميكروغرام/ غرام وزن رطب ( $\mu\text{g/g wet weight}$ ), اما خلال فصل الصيف نلاحظ من الجدول (٢) ان اعلى كمية تراكيز قد ظهرت في النوع (F - O) اذ بلغت (١.٧١) ميكروغرام/ غرام وزن رطب ( $\mu\text{g/g wet weight}$ ) في حين ان اقل كمية تراكيز ظهرت في النوع (A - F) بقمة تراكيز بلغت (٠.٥٧٤) ميكروغرام/ غرام وزن رطب ( $\mu\text{g/g wet weight}$ ), ومن خلال مقارنة نتائج التحاليل مع المحددات العالمية لمعايير منظمة الـ (WHO) و معيار الـ (FAO) البالغ (٥٠٠) ميكروغرام/ غرام وزن رطب ( $\mu\text{g/g wet weight}$ ) لكل منهم، الجدول (٣) نلاحظ صلاحية كل الانواع المدروسة للأكل ولموسمين لعد تجاوزها الحدود المسموح بها.

الشكل (٧) تراكيز الزنك في نسيج عضلات الاسماك المجمد المستوردة في اسواق مدينة الكوفة

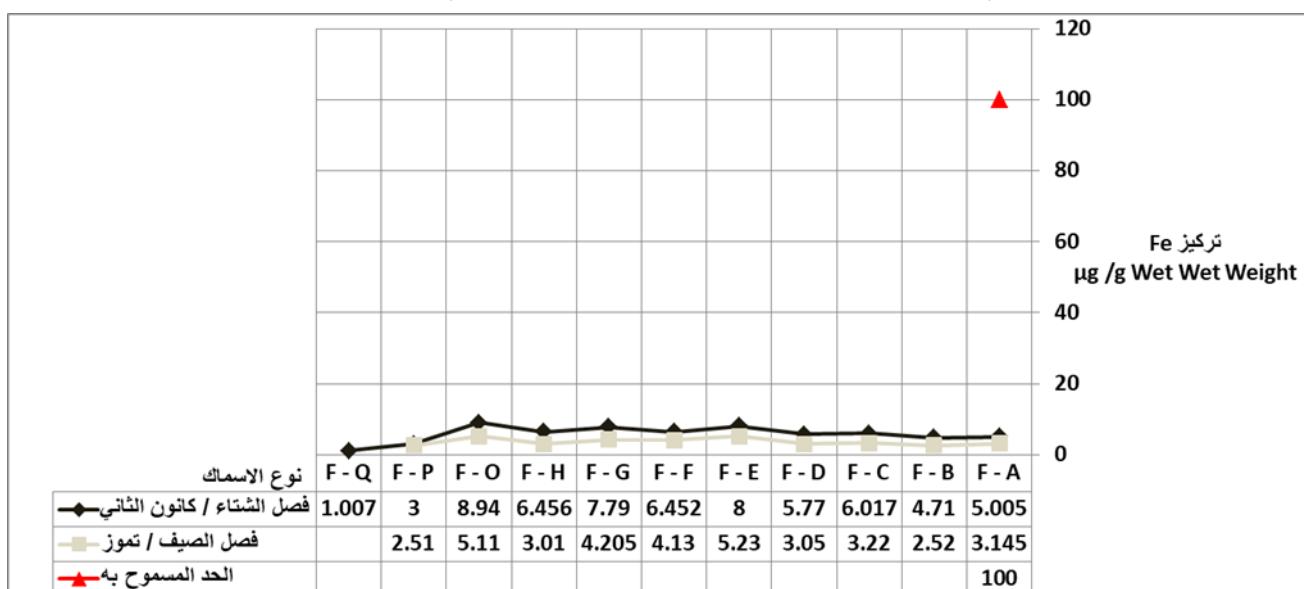


المصدر:- بالاعتماد على بيانات الجدول (١) و (٢) و (٣).

٨ - الحديد (Iron) :- يتبيّن من خلا نتائج التحاليل المختبرية التي قام بها لنسيج عضلات الاسماك المجمدة، ان هناك تباين زمانياً و مكاني، إذ تتزايد كمية التراكيز خلال فصل الشتاء و تقل خلال فصل الصيف، وهذا التباين يختلف من نوع الى اخر وفقاً لبلد التصدير و نوع السمكة، إذ نلاحظ من الجدول (١) و (٨) ان اعلى قيم التراكيز خلال فصل الشتاء سجلت في النوع (O - F) اذ بلغت (٨.٩٤٠)

ميکروغرام / غرام وزن رطب ( $\mu\text{g/g}$  wet weight), في حين ان اقل التراكيز ظهرت في النوع (F - Q) اذ بلغت (١٠٠٧) ميكروغرام / غرام وزن رطب ( $\mu\text{g/g}$  wet weight), اما خلال فصل الصيف نلاحظ من الجدول (٢) و الشكل (٨) ان اعلى قيم التراكيز ظهرت في النوع (F - O) غذ بلغت (٥١١٠) ميكروغرام / غرام وزن رطب ( $\mu\text{g/g}$  wet weight), في حين ان اقل كمية تركيز قد ظهرت في النوع (F - P) بقيمة ترکیز بلغت (٢٠٥١٠) ميكروغرام / غرام وزن رطب ( $\mu\text{g/g}$  wet weight), ومن خلال مقارنة نتائج التحاليل المختبرية في الجدول (١) (٢) مع المحددات العالمية مع المحددات العالمية لمعايير منظمة الـ (WHO) ومعيار الـ (FAO) البالغ (١٠٠) ميكروغرام / غرام وزن رطب ( $\mu\text{g/g}$  wet weight) لكل منهم، الجدول (٣) نلاحظ صلاحية كل الانواع المدروسة للأكل ولموسمين لعدم تجاوزها الحد المسموح بها.

الشكل (٨) تراكيز الحديد في نسيج عضلات الأسماك المجمدة المستوردة في اسواق مدينة الكوفة

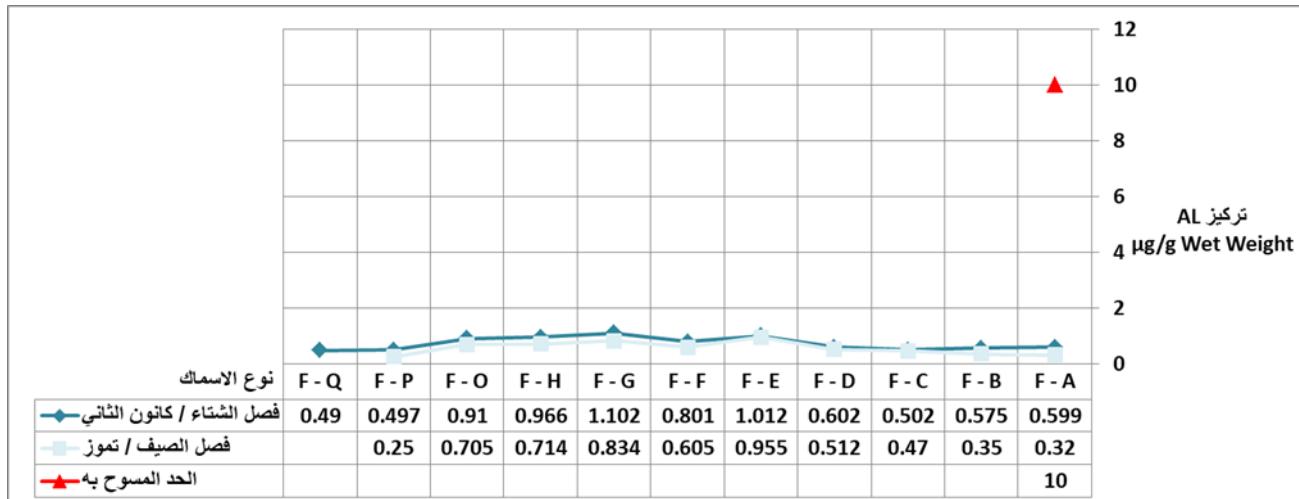


المصدر:- بالاعتماد على بيانات الجدول (١) و (٢) و (٣).

٩ - الالمنيوم (Aluminum) :- يتبيّن من خلال نتائج التحاليل المختبرية لنسيج عضلات الأسماك المجمدة ان هناك تباين زماني و مكاني في قيم تراكيز عنصر (AL) إذ تتزايد قيم التراكيز خلال فصل الشتاء و تقل خلال فصل الصيف، اذ نلاحظ من الجدول (١) و الشكل (٩) ان قيم التراكيز خلال فصل الشتاء قد تراوحت بين (٠٠٤٩٠) في النوع (F - Q) و (١٠٢) في النوع (F - G) في النوع (F - Q) ميكروغرام / غرام وزن رطب ( $\mu\text{g/g}$  wet weight)، وهي بهذا صالحة للأكل وفقاً لمعايير منظمة (WHO) اذ لم تتجاوز الحد المسموح به وبالبالغ (١٠) ميكروغرام / غرام وزن رطب ( $\mu\text{g/g}$  wet weight) الجدول (٣)، اما خلال فصل الصيف فقد انخفضت قيم التراكيز بشكل عام مقارنة بفصل الشتاء، إذ تراوحت قيم التراكيز بين (٠٠٢٥٠) في النوع (F - Q) و (٠٠٣١٤٥) في النوع (F - A).

(P) في النوع (E - F) ميكروغرام / غرام وزن رطب ( $\mu\text{g/g}$  wet weight), وهي بهذا لم تتجاوز الحدود المسموح بها خلال فصل الصيف، لذلك تعد الانواع صالحة للأكل حسب تراكيز (AL) في انسجتها ولموسمين.

الشكل (٩) تراكيز الالمنيوم في نسيج عضلات الاسماك المجمدة المستوردة في اسواق مدينة الكوفة



المصدر:- بالاعتماد على بيانات الجدول (١) و (٢) و (٣).

الاستنتاجات:-

توصل البحث الى اهم النتائج التي تتعلق بتراكيز العناصر الثقيلة في انسجة العضلات الصالحة للأكل في عدد من الأسماك المجمدة المستوردة والمباعة في اسواق مدينة الكوفة، وذلك خلال موسمي الشتاء والصيف. وقد تم تحليل تراكيز تسعة عناصر ثقيلة هي: الرصاص، الكادميوم، النيكل، الكروم، الزئبق، النحاس، الزنك، الحديد، والألمنيوم، ومقارنتها بالمعايير العالمية (WHO/FAO/EC) لمعرفة مدى صلاحية الأسماك للاستهلاك البشري، وأظهرت النتائج ما يلي:

١ - يظهر من خلال نتائج التحاليل المختبرية لعينات الأسماك المدروسة ان قيم التراكيز قد سجلت اعلى مستوياتها خلال فصل الشتاء، ويعزى سبب ذلك الى ان جميع انواع الاسماك التي قد تم تحليلها خلال هذه الموسم قد تم اصطيادها خلال الاشهر الحارة من السنة، مما قد تسبب في زيادة تراكيز العناصر الثقيلة في انسجتها بسبب ارتفاع درجات الحرارة وزيادة النشاط الحيوي للأسماك، فضلاً زيادة نسب تراكيز الملوثات في المياه بسبب زيادة كميات التبخر من المياه، في حين قلت قيم التراكيز خلال فصل الصيف، ويعود ذلك الى ان معظم انواع الأسماك التي تم تحليلها قد تم اصطيادها خلال الاشهر الباردة من السنة، بسبب انخفاض درجات الحرارة وبالتالي قلة النشاط الحيوي للأسماك، فضلاً عن انخفاض في كمية التبخر وبالتالي قلة تراكيز الملوثات في المياه.

٢ - الرصاص (pb):- تبين ان العينة F-F (زيدي - فيتنام) سجلت أعلى تركيز بلغ (٢.٧٥٠  $\mu\text{g/g}$  )، اما اقل التراكيز فقد ظهرت في شرائح سمك محمد علامa vermont من انتاج دولة الامارات العربية المتحدة - دبي (Q-F) اذ بلغت (٠٠٤٣٥  $\mu\text{g/g}$  )، اما خلال فصل الصيف تبين أن أعلى التراكيز قد سجلت في النوع (F-F) إذ بلغ (١.٩٤  $\mu\text{g/g}$  ) في حين سجل النوع (P-F) اقل قيم التراكيز إذ بلغ (٠٠٣٢٠  $\mu\text{g/g}$  ) و من خلال مقارنة قيم التراكيز مع المحددات العالمية وفقاً لمعايير الاتحاد الأوروبي (EC) نلاحظ عدم صلاحية معظم الانواع المدروسة للأكل خلال الموسمين، لتجاوزها الحدود المسموح بها وفقاً للمعيار، فيما عدا النوع (P-F) و (Q-F) خلال فصل الشتاء اذ بلغت قيم التراكيز فيها (٠٠٤٥٠) و  $\mu\text{g/g}$  wet (٠٠٣٢٠)، والنوع (P-F) خلال فصل الصيف بقيمة تركيز بلغت (٠٠٤٣٥  $\mu\text{g/g}$  ) .(weight).

٣ - الكادميوم (Cd) :- سجل النوع (F-F) من انتاج دول فيتنام أعلى قيم التراكيز خلال فصل الشتاء، بلغت (٠٠٨٠٠  $\mu\text{g/g}$  )، اما اقل تركيز ظهر في النوع (Q-F) بلغت (٠٠٠٩٥  $\mu\text{g/g}$  )، اما خلال فصل الصيف إذ انخفضت التراكيز فيه بشكل عام، سجل أعلى تركيز في النوع (G-F) بلغت (٠٠٤٩٥  $\mu\text{g/g}$  )، في حين سجل اقل تركيز في النوع (P-F) بلغت (٠٠٠٤٥  $\mu\text{g/g}$  )، ومن خلال مقارنة نتائج التحاليل المختبرية مع معيار (EC) الذي يتراوح بين (٠٠٠٥ - ٠٠١) تبين عدم صلاحية الانواع المدروسة للأكل لارتفاع قيم التراكيز فيها، فيما عدا النوع (P-F) و (Q-F) خلال فصل الشتاء والنوع (P-F) خلال فصل الصيف، لعدم تجاوزهم الحدود المسموح بها.

٤ - النيكل (Ni) :- توصل البحث الى ان قيم تراكيز النيكل قد سجلت مستويات مرتفعة خلال فصل الشتاء، خصوصاً في العينة F-O بلغ (٢.٨٥٠  $\mu\text{g/g}$  )، في حين سجل اقل تركيز في النوع (Q-F) من انتاج الامارات العربية المتحدة، بقيمة تركيز بلغت (٠٠٨٧٥  $\mu\text{g/g}$  )، اما خلال فصل الصيف سجل أعلى تركيز في النوع (O-F) بلغ (٢.١١  $\mu\text{g/g}$  )، اما اقل تركيز سجل في النوع (P-F) بتراكيز بلغ (٠٠٦٨٠  $\mu\text{g/g}$  )، ومن خلال مقارنة نتائج التحاليل المختبرية للأنواع المدروسة مع المحددات العالمية وفقاً لمعايير منظمة الصحة العالمية (WHO) و معيار منظمة الاغذية والزراعة الامريكية (FAO) و والذي يتراوح بين (٠٠٥ - ١٠٠  $\mu\text{g/g}$  ) لكل منهم، الجدول (٣) نلاحظ عدم صلاحية النوع (F-A, F-B, F-C, F-D, F-E, F-F, F-G, F-H, F-O) خلال فصل الشتاء، بينما نلاحظ صلاحية النوع (P-F, F-Q) للأكل خلال موسم الشتاء، اما خلال فصل الصيف نلاحظ صلاحية جميع الانواع المدروسة للأكل لعدم تجاوزها الحدود المسموح بها لتراكيز النيكل.

٤- الكروم (Cr) :- بينت نتائج التحليل المختبرية، أن تراكيز الكروم كانت مرتفعة نسبياً فصل الشتاء، إذ تجاوزت الحد المسموح به و البالغ ( $0.05 \mu\text{g/g}$ ) في عدة عينات منها: (D, E, F-G, F-F, F-O, H) اما في فصل الصيف، تراجعت التراكيز بشكل عام، ولكن ظلت بعض العينات (مثل F, G, F-O) غير صالحة للاستخدام البشري لتجاوزها الحد المسموح به.

٥. الزئبق (Hg):- نلاحظ من البحث انه لم تسجل أي تجاوزات للحدود المسموح بها وبالبالغة ( $0.05 - 0.10 \mu\text{g/g}$ ) في تراكيز الزئبق خلال موسمي الشتاء والصيف، إذ تراوحت بين ( $0.0445 - 0.0812 \mu\text{g/g}$ ) خلال فصل الشتاء اما خلال فصل الصيف فقد انخفضت بشكل عام مقارنة بفصل الشتاء في جميع الانواع المدروسة، اذ تراوحت بين ( $0.0376 - 0.0605 \mu\text{g/g}$ ) تعكس هذه النتائج استقرار عنصر الزئبق ضمن مستويات آمنة في أنواع الأسماك المجمدة المتوفرة في السوق المحلي ولموسمين.

٦. النحاس (Cu):- تبين من خلال البحث، ان قيم التراكيز خلال فصل الشتاء قد ترددت بين ( $0.0409 - 0.0375 \mu\text{g/g}$ ), اما خلال فصل الصيف فقد انخفضت قيم التراكيز بشكل عام مقارنة بفصل الشتاء، إذ تراوحت قيم التراكيز بين ( $0.0316 - 0.01250 \mu\text{g/g}$ ) اذن كل العينات المدروسة كانت صالحة للاستهلاك البشري من ناحية محتواها من النحاس، ولم تسجل أي قيمة حرجة تجاوزت الحد المسموح به ، البالغ ( $0.00300 \mu\text{g/g wet weight}$ ).

٧. الزنك (Zn):- إذ نلاحظ ان اعلى قيمة تركيز سجلت خلا فصل الشتاء في النوع (F-G) بلغت ( $0.0932 \mu\text{g/g}$ ) في حين اقل كمية تركيز ظهرت في النوع (P-F) بلغت ( $0.0310 \mu\text{g/g}$ ), اما خلال فصل الصيف نلاحظ ان اعلى كمية تركيز قد ظهرت في النوع (O-F) اذ بلغت ( $0.1071 \mu\text{g/g}$ ) في حين ان اقل كمية تركيز ظهرت في النوع (A-F) بقيمة تركيز بلغت ( $0.0574 \mu\text{g/g}$ ), لذا فان جميع العينات المدروسة في موسمي الشتاء والصيف كانت ضمن المعايير العالمية، مما يدل على عدم وجود خطورة صحية من الزنك في هذه الأسماك، في الوقت الحالي.

٨. الحديد (Fe):- أظهرت العينات فروقاً زمنية ومكانية واضحة، إذ كانت التراكيز أعلى في الشتاء واقل في الصيف، سجلت اعلى قيمة التراكيز خلال فصل الشتاء في النوع (O-F) اذ بلغت ( $0.0894 \mu\text{g/g}$ ), في حين ان اقل التراكيز ظهرت في النوع (Q-F) اذ بلغت ( $0.01007 \mu\text{g/g}$ ), اما خلال فصل الصيف فان اعلى التراكيز ظهرت في النوع (O-F) اذ بلغت ( $0.05110 \mu\text{g/g}$ ), في حين ان اقل التركيز قد ظهرت في النوع (P-F) بقيمة تركيز بلغت ( $0.02051 \mu\text{g/g}$ ), وهي بهذا لم تتجاوز أي من العينات الحد المسموح به ، البالغ ( $0.0100 \mu\text{g/g wet weight}$ ), مما يعني أنها صالحة للاستهلاك من ناحية تركيز الحديد ولموسمين.

٩. الألمنيوم (Al):- تبين ان التراكيز خلال فصل الشتاء قد تراوحت بين (١٠٤٩٠ - ٠٠٤٩٠)  $\mu\text{g/g}$  ، اما خلال فصل الصيف فقد انخفضت قيم التراكيز بشكل عام مقارنة بفصل الشتاء، إذ تراوحت قيم التراكيز بين (٠٠٢٥٠ - ٠٠٩٦٦)  $\mu\text{g/g}$  ، وهي أقل بكثير من الحد المؤقت الذي حددهه منظمة الصحة العالمية والبالغ (١٠)  $\mu\text{g/g}$  ، لذا فان جميع الأنواع المدرسوة صالحة للأكل وفقاً لقيم تراكيز الألمنيوم.
- تؤكد هذه النتائج وجود مخاطر صحية حقيقة مرتبطة باستهلاك بعض أنواع الأسماك المجمدة المستوردة، وتبرز الحاجة إلى تقديم بعض الاقتراحات بهدف الحد او التقليل من استهلاك الأسماك المجمدة المستوردة و لاسيما الانواع التي ترتفع فيها نسب تراكيز العناصر الثقيلة منها:
- ١ - تشديد الرقابة الصحية والغذائية على الأغذية المستوردة، الى العراق بشكل عام و مدينة الكوفة بشكل خاص.
  - ٢ - ضرورة إجراء تحاليل دورية لتراكيز العناصر الثقيلة، في نسيج الأسماك المستوردة المجمدة، بصورة عامة، قبل دخولها العراق، من خلال تعزيز دور الجهات الرقابية في فحص المنتجات المستوردة قبل توزيعها في الأسواق المحلية.
  - ٣ - فضلاً عن رفع مستوى الوعي لدى المستهلك حول مخاطر استهلاك الأسماك الملوثة بالعناصر الثقيلة.

المصادر :-

الشديدي، حسين احمد، ناصر (٢٠٢١)، هبة عبد الحسين، التوسع الحضري والتنمية المكانية المستدامة لمدينة الكوفة، مركز التخطيط الحضري والإقليمي للدراسات العليا، مجلة كلية التربية للبنات للعلوم الإنسانية، العدد ٢٨ ، السنة ١٥ .

الحداوي، محمد رزاق عبد الكاظم، (٢٠٢٤) التحليل المكاني الاستعمالات الارض التجارية في مدينة الكوفة - دراسة في جغرافية المدن، رسالة ماجستير، جامعة الكوفة، كلية الآداب. جمهورية العراق، وزارة الموارد المائية، الهيئة العامة للمساحة، خريطة العراق الادارية، مقياس ١ / ١٠٠٠٠٠ . ٢٠١٢

جمهورية العراق، وزارة الموارد المائية، الهيئة العامة للمساحة، خريطة محافظة النجف الاشرف الادارية، مقياس ١ / ٥٠٠٠٠ . ٢٠١٢

مديرية التخطيط العمراني، قسم التخطيط، المخطط الاساس المحدث لمدينة الكوفة، ٢٠١٧ . منظمة الاغذية والزراعة للأمم المتحدة، (FAO) استراتيجيات لتحسين سلامة وجودة منتجات تربية الاحياء المائية، لجنة مصايد الاسماء، اللجنة الفرعية المختصة بتربية الاحياء المائية، الدورة الثانية، تروندهايم، النرويج، ٣ / ٨ / ٢٠٠٣ . ٧ - ١١ .

AOAC (Association of Official Analytical Chemists), 2005, Official Methods of Analysis of AOAC International, 18th Edition. Gaithersburg, MD, USA.

FAO/WHO. (2003). Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Evaluation of certain food additives and contaminants.

European Commission. (2006). Commission Regulation (EC) No 1881/2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs.

FAO/WHO (1989). Evaluation of certain food additives and the contaminants mercury, lead and cadmium;. WHO Technical Report Series No. 505.

WHO. (1996). Trace elements in human nutrition and health. World Health Organization.

FAO/WHO. (2001). Human vitamin and mineral requirements. Report of a joint FAO/WHO expert consultation.

WHO. (2010). Aluminium in Drinking-water: Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality.

منشور على الرابط الآتي:-

<https://www.fao.org/newsroom/detail/fao-report-global-fisheries-and-aquaculture-production-reaches-a-new-record-high/ar>