



Kirkuk University Journal: Humanity Studies

مَجَلَّةُ جَامِعَةِ كَرْكُوكَ لِلدِّرَاسَاتِ الْإِنْسَانِيَّةِ



<https://kujhs.uokirkuk.edu.iq>

DOI: 10.32894/1992-1179.2025.165405.1279

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 لتراكيز العناصر الثقيلة في انسجة الاسماك المستوردة المجمدة في اسواق مدينة الكوفة

حسن علاوي عبود العكراوي^١

حسنين محمد عبد الحسين ابو شبع^٢

الملخص

تجد الاسماك المجمدة اقبالا واسعا لدى السكان في مدينة الكوفة، وذلك لرخص ثمنها و لتتوعها، ومن اكثر الانواع انتشاراً في الاسواق هي سمك الزبيدي والكارب و الكطان و سمك الحمام و شرائح سمك مجمدة منزوعة العظم، وتجد هذه الاسماك طريقها الى العراق بصورة عامة ومنه الى اسواق مدينة الكوفة من دول مختلفة منها الصين و الهند و فيتنام و الكويت والامارات العربية المتحدة، وغيرها من الدول الاخرى، وعلى الرغم من تنوع تلك الانواع ورخص ثمنها يجهل الكثير من الناس مدى خطورة تلك الانواع لاحتوائها على عناصر ثقيلة متراكمة في انسجتها قد تشكل تهديد على صحة متناولها بصورة مستمرة، لذا جاءت هذه الدراسة والتي تهدف الى تحليل تراكم العناصر الثقيلة في نسيج العضلات للأسماك الصالحة للأكل، من خلال دراسة وتحليل (١١) نوع من الاسماك المستوردة المجمدة الاكثر انتشاراً في اسواق مدينة الكوفة وهي (زبيدي علامة الصياد و زبيدي علامة النهرين من انتاج الكويت، زبيدي علامة الكفل و زبيدي علامة اسماك الطيب من انتاج دولة الصين، و سمك زبيدي الفاو علامة الصياد و زبيدي علامة اسماك النهرين و سمك حمام مجمد علامة اسماك الخليج من انتاج فيتنام و سمك كطان علامة الصياد و سمك كارب من انتاج منيمار - الهند، وشرائح سمك مجمد علامة الصياد و شرائح سمك مجمد علامة vermont من انتاج 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، لان 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 مدتين زمنيتين لأخذ العينات الاولى في شهر كانون الثاني، وتحديداً في (٢٠٢٥/١/٥) الذي يمثل الفصل الشتوي والثانية خلال شهر تموز وتحديداً في (٢٠٢٥/٧/١) الذي يمثل الفصل الصيفي، وقد تم اختيار هذين الوقتين لغرض توضيح التباينات الزمانية و المكانية لتراكيز العناصر الثقيلة في الاسماك، معتمداً في ذلك على موسم التحليل و مكان الانتاج (دولة التصدير)، فيما عدا العينة من نوع (شرائح سمك مجمد 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، 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، الكاديوم، النيكل، والكروم)، والتي تجاوزت في العديد من الحالات المعايير المسموح بها عالمياً. بينما بقيت التراكيز ضمن الحدود المسموح بها بالنسبة لعناصر (الزئبق، النحاس، الزنك، الحديد، والألمنيوم)، وقد توصل البحث الى وجود مخاطر صحية قد يتعرض لها المستهلكين في حال تناولهم الاسماك المجمدة بصورة مستمرة لذا لابد من تشديد الرقابة الصحية والغذائية على الأغذية المستوردة، الى العراق بشكل عام و مدينة الكوفة بشكل خاص، فضلاً عن ضرورة إجراء تحاليل دورية لتراكيز

¹ جامعة الكوفة - كلية الاداب / قسم الجغرافية hassana.alakrawi@uokufa.edu.iq

² جامعة الكوفة - كلية الزراعة/ قسم علوم التربة والموارد المائية hasanainm.aboshabaa@uokufa.edu.iq

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

الكلمات المفتاحية: التقييم البيئي، العناصر الثقيلة، في الاسماك.

المقدمة:-

تعد الأسماك ثروة اقتصادية ومصدراً غذائياً واسع 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، الا أن تعدد مصادر التلوث على مستوى العالم، ادت الى تدهور هذه الثروات الطبيعية الاقتصادية واصبحت الاسماك ضارة بالصحة اكثر من أن تكون مفيدة، ويعد 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 لامتناسها 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 الى جسم السمكة بصورة مباشرة، ولهذا يعد تحديد مستوى التراكم من هذه العناصر ذو اهمية كونه يستخدم كمؤشر لتجنب استهلاك الأسماك الملوثة، نظرا 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 للتحلل تسبب أضراراً حادة ومزمنة للإنسان و لمختلف الأحياء التي تقتات على الاسماك. وتجد الأسماك المجمدة المستوردة إقبالاً لدى المستهلكين في اسواق مدينة الكوفة، وفق لما تم رصده من قبل الباحث و يعزى سبب ذلك الإقبال على تناول أنواع مستوردة من الأسماك المجمدة، بسبب رخص ثمنها مقارنة بالمحلية الطازجة، لكن خطر الإصابة بأمراض مزمنة قد يهدد حياتهم، لذا فقد جاءت هذه الدراسة لتقييم نوعية الاسماك ومدى صلاحية استخدامها للاستهلاك البشري، من خلال دراسة وتحليل تراكيز بعض من العناصر الثقيلة المتراكمة في انسجة الاسماك المجمدة منها (الزنك والكروم والنيكل والنحاس والالمنيوم) والتي تعد من العناصر الواسعة الانتشار في

الطبيعية فضلاً عن طبيعتها التراكمية, فضلاً عن عنصر (الرصاص والكاديوم والزنك), ومن بين اكثر انواع الاسماك المتواجدة في اسواق مدينة الكوفة الرئيسة هي ذات المنشأ (فيتنامي والصيني والهندي والكويتي والاماراتي والبحريني و اليمني 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 اسواق 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 الاتية مشكلة للدراسة:- ما مدى احتواء الأسماك المجمدة المستوردة المباعة في أسواق 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 الاسماك؟

٢ - فرضية البحث:-

تحتوي الاسماك المستوردة المجمدة والمباعة في اسواق 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 تغليبها وتجميدها لفترات طويلة قد ينتج عنها تراكم عناصر ثقيلة في انسجتها ما يجعل معظم أنواع الاسماك غير صالحة للأكل وفقاً للتركيز للعناصر الثقيلة في انسجتها وتجاوزها الحدود المسموح بها عالمياً. اذ ان بعض انواع الاسماك قد تتجمع العناصر الثقيلة في انسجتها لتفوق الحد المسموح به, كما ان للتغيرات الموسمية لفصول السنة الاثر الكبير في تراكيز العناصر الثقيلة في انسجة الاسماك 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 الاسماك.

٣- هدف البحث:-

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

نوع من الاسماك الاكثر انتشاراً في الاسواق, تحليلها مختبرياً وبالتالي تقييم نتائج التحاليل مع المحددات العالمية لمعرفة ما مدى صلاحية الاسماك للاستهلاك البشري, لتقديم توصيات للجهات الرقابية وللمستهلكين بشأن سلامة الأسماك المجمدة المتوفرة في الأسواق المحلية.

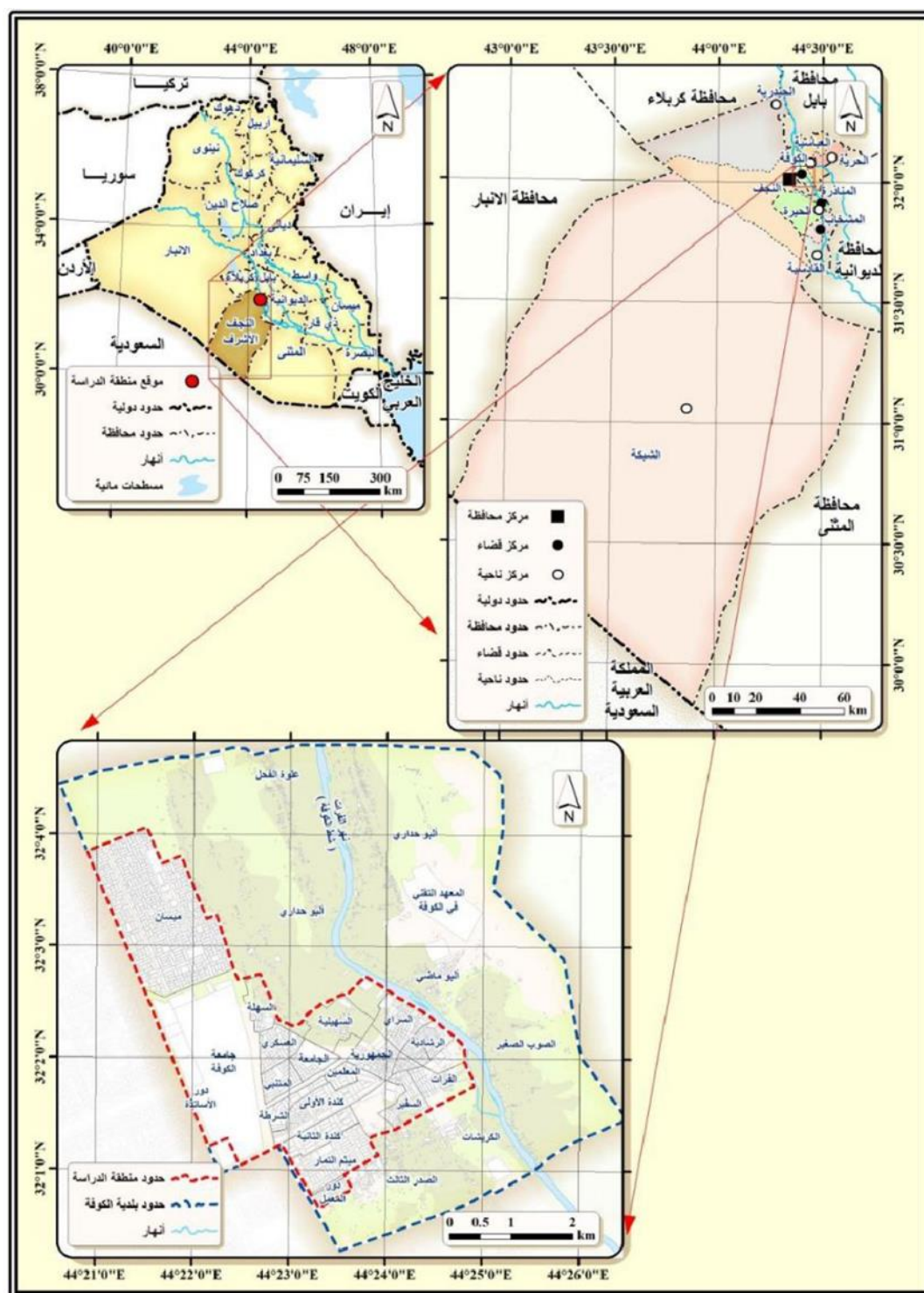
٤ - منهج البحث :-

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

٥ - حدود البحث:-

تتمثل الحدود المكانية للبحث بتحليل تراكيز العناصر الثقيلة في انسجة الاسماك المستوردة المجمدة في اسواق 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 الجنوب من العراق, اذ تقع فلكياً بين خطي طول (20° 50' E - 24° 51' E) و دائرتي عرض (34° 98' N - 32°) - (47° 57' N) 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 لتراكيز بعض العناصر الثقيلة في انسجة الاسماك المجمدة المستوردة في اسواق 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 للاستعمالات الارض 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 / ١٠٠٠٠٠٠, ٢٠١٢.

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

٣ - مديرية التخطيط العمراني, قسم التخطيط, المخطط الاساس المحدث لمدينة الكوفة, ٢٠١٧.

٦ - المواد وطرق العمل:-

تم قياس تراكيز العناصر الثقيلة في أنسجة الاسماك المدروسة باستخدام طريقة الوزن الرطب المعتمدة من قبل (AOAC), (AOAC, 2005: th ١٨) وذلك عن طريق فصل الاجزاء 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 اضافة (٥) مل من حمض النتريك (HNO_3) المركز مع إضافة كمية صغيرة من حمض فوق الكلور (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 الابخرة المتطايرة من عملية التسخين, بعدها تم ترشيح المستخلص باستخدام ورق ترشيح ((Filter paper نظيف للتخلص من الشوائب الزائدة ان وجدت, وبعدها تم نقل المحلول 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 المدروسة :-

من بين اهم الانواع المدروسة 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 النهرى و سمك حمام مجمد علامة اسماك الخليج من انتاج فيتنام, وسمك كارب و سمك كطان علامة الصياد من انتاج منيمار الهند, وشرائح سمك مجمد علامة الصياد و شرائح سمك مجمد علامة vermont من انتاج دولة الامارات العربية المتحدة - دبي) تم اختيار هذه الانواع اعتماداً على انتشارها و كثرة تواجدها في الاسواق إذ تتوفر معظم هذه الانواع

بصورة دائمة في اسواق محافظة النجف الاشرف بشكل عام واسواق مدينة الكوفة بشكل خاص, يتم استيرادها من دول انتاجها, وهي في الغالب يتم تربيتها في مزارع خاصة بتربية 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 (٩٢.٣) 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:*) إذ يتم اطعام هذه الاسماك من عليقة في الغالب تحتوي على مواد كيميائية بهدف زيادة النمو والانتاج بصورة خاصة في المزارع التي تربي 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 الاوان الاخيرة اخذت تغذية الاسماك المستزرعة تشهد تحولاً استراتيجياً من خلال تنوع مصادر التغذية الابروتينية للاسماك 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 و الفيتامينات والمعادن البديلة والتي يتم استخلاصها من الميكروبات والحشرات و الطحالب الدقيقة (*SOFIA: https:*) بالمقابل فقد حذر التقرير الصادر عن اللجنة الفرعية المختصة بتربية الأحياء المائية، لجنة مصايد الأسماك الصادر عن منظمة الفاو، و بحسب 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 وزيت السمك الذي يعد المصدر التقليدي للبروتين والطاقة السمكية، قد يمثل خطراً لنقل الملوثات البحرية وبصورة خاصة الديوكسينات و عنصر الزئبق، فضلاً عن العليقة 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 المكملات التي تضاف الى العليقة السمكية لتحسين النمو والمناعة سيما الفيتامينات و المعادن والمضادات الحيوية و البروبيوتيك و مضادات الاكسدة، و الافراط في

استخدامها أو سوء نوعياتها قد يترك بقايا في انسجة الاسماك مما يؤثر سلباً على منتجات الاسماك, كما نبه التقرير إلى احتمالية التلوث أثناء تصنيع أو تخزين الأعلاف، و الاثار البيئية الناتجة عن بقايا الأعلاف غير المستهلكة في الانظمة المائية لتربية الاسماك (FAO,2003: 7-11) ومع ذلك تبقى مشكلة تلوث الاسماك المستزرعة بالعناصر الثقيلة تحدياً بارزاً، إذ من الممكن ان تحتوي بعض الاسماك و الكائنات البحرية بالخصوص التي تستخدم في مسحوق وزيت السمك المستخلصين من مصايد اسماك ملوثة أو بعض المحاصيل الزراعية المزروعة في بيئات ملوثة بالعناصر الثقيلة، والتي يمكن ان تنتقل لتتراكم في انسجة الاسماك 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 الاسماك 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 لتراكيز العناصر الثقيلة في أنسجة عضلات الاسماك المدروس:-

قام الباحث بدراسة وتحليل (١١) نوع من الاسماك المستوردة المجمدة الاكثر انتشاراً في اسواق مدينة الكوفة وهي (زبيدي علامة الصياد / الكويت (F- A), زبيدي علامة النهرين / الكويت (F- B), زبيدي علامة الكفل / الصين (F- C), زبيدي علامة اسماك الطيب / الصين (F- D), سمك زبيدي الفاو علامة الصياد /فيتنام (F- E), زبيدي علامة اسماك النهرين/ فيتنام, (F- F) سمك حمام مجمد علامة اسماك الخليج / فيتنام (F- G), كطان علامة الصياد / الهند (F- H) , كارب / منيمار الهند (F- O), وشرائح سمك مجمد علامة الصياد / دولة الامارات العربية المتحدة - دبي (F- P) , شرائح سمك مجمد 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, لان 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 مدتين زمنيتين 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 الزمانية و المكانية لتراكيز العناصر الثقيلة في الاسماك, معتمداً في ذلك على موسم التحليل و مكان الانتاج (دولة التصدير), فيما عدا العينة من نوع (شرائح سمك مجمد 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 لعينات الاسماك المجمدة المستوردة المدروسة في اسواق مدينة الكوفة خلال فصل الشتاء / شهر كانون

الثاني، بوحدة ميكروغرام/ غرام وزن رطب ($\mu\text{g/g wet weight}$)

نوع السمكة / انتاج	تاريخ الصيد تاريخ التعبئة تاريخ الانتهاء	الاختصار	الرصاص Pb	الكاديوم Cd	النيكل Ni	الكروم Cr	الزئبق Hg	النحاس Cu	الزنك Zn	الحديد Fe	الالمنيوم AL
زبيدي علامة الصياد / الكويت	٢٦/٧/٢٠٢٤ ٢٧/٧/٢٠٢٤ ٢٦/٤/٢٠٢٥	F- A	0.995	0.٤٠٢	1.987	٠.٤٥٠	0.٦15	0.630	0.955	5.005	0.599
زبيدي علامة النهرين / الكويت	١٦/٨/٢٠٢٤ ١٧/٨/٢٠٢٤ ١٦/٥/٢٠٢٥	F- B	1.000	0.500	1.545	٠.٣٩٠	0.٧50	0.820	0.865	4.710	0. 575
زبيدي علامة الكفل / الصين	٢٧/٨/٢٠٢٤ ٢٨/٨/٢٠٢٤ ٢٧/٥/٢٠٢٥	F- C	0.975	0.520	1.851	٠.٤٨٠	0.٦35	1.222	2.161	6.017	0.502
زبيدي علامة اسماك الطيب / الصين	٢٦/٧/٢٠٢٤ ٢٥/٧/٢٠٢٤ ٢٦/٥/٢٠٢٥	F- D	1.855	0.612	2.002	٠.٥١٠	0.٧30	2.258	2.330	5.770	0.602
سمك زبيدي الفاو علامة الصياد /فيتنام	٢٧/٩/٢٠٢٤ ٢٨/٩/٢٠٢٤ ٢٧/٦/٢٠٢٥	F- E	2.005	0.580	2.111	٠.٦١٢	0.700	3.005	2.710	8.000	1.012
زبيدي علامة اسماك النهرين/ فيتنام	٢٥/٦/٢٠٢٤ ٢٥/٦/٢٠٢٤ ٢٥/٤/٢٠٢٥	F- F	2.750	0.800	٢.٠٠٠	٠.٦٠٠	0.٦٥٠	2.995	2.870	6.452	0.801
حمام مجمد علامة اسماك الخليج / فيتنام	٢٦/٧/٢٠٢٤ ٢٧/٧/٢٠٢٤ ٢٦/٥/٢٠٢٥	F- G	2.100	0.640	١.٧١٠	٠.٧٠١	0.٦٣٥	2.890	3.150	7.790	1.102
كطان علامة الصياد / الهند	١٥/٩/٢٠٢٤ ١٦/٩/٢٠٢٤ ١٥/٦/٢٠٢٥	F- H	2.001	0.512	٢.٠٠٤	٠.٥٦٠	0.780	2.605	2.018	6.456	0.966
كارب / منيما الهند	٢٥/٩/٢٠٢٤ ٢٦/٩/٢٠٢٤ ٢٥/٦/٢٠٢٥	F- O	2.205	0.560	٢.٨٥٠	٠.٧٠١	0.812	3.750	3.010	8.940	0.910
وشرائع سمك مجمد علامة الصياد / دولة الامارات العربية المتحدة - دبي	١٠/١٠/٢٠٢٤* ٩/١٠/٢٠٢٦**	F- P	0.450	0.210	٠.٩٩٥	٠.٢٨٠	0.498	0.800	٠.٩٣٢	3.000	0.497
شرائع سمك مجمد علامة vermont / دولة الامارات العربية المتحدة - دبي	٢٤/١٢/٢٠٢٤* ٢٢/١٢/٢٠٢٦**	F- Q	0.435	0.095	0.875	0.133	0.455	0.409	1.00	1.007	0.490

مجلة جامعة كركوك للدراسات الانسانية 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 المدروسة في اسواق مدينة الكوفة خلال فصل الصيف / شهر تموز, بوحدة ميكروغرام/ غرام وزن رطب (µg/g wet weight)

ت	نوع السمكة / انتاج	تاريخ الصيد تاريخ التعبئة تاريخ الانتهاء	الاختصار	الرصاص Pb	الكاديوم Cd	النيكل Ni	الكروم Cr	الزئبق Hg	النحاس Cu	الزنك Zn	الحديد Fe	الالمنيوم AL
	زبيدي علامة الصياد / الكويت	٢٦/٣/٢٠٢٥ ٢٧/٣/٢٠٢٥ ٢٦/١٢/٢٠٢٥	F- A	0.910	0.368	١.٦١	٠.٣٥٠	0.486	0.442	٠.٥٧٤	3.145	0.٣٢٠
	زبيدي علامة النهرين / الكويت	٦/٢/٢٠٢٥ ٧/٢/٢٠٢٥ ٦/١١/٢٠٢٥	F- B	0.808	0.300	١.٠٤	٠.٣٢٠	0.460	0.450	٠.٤٩٩	2.520	0.٣٥٠
	زبيدي علامة الكفل / الصين	٢٩/٤/٢٠٢٥ ١/٤/٢٠٢٥ ١/١/٢٠٢٦	F- C	0.750	0.491	١.٥٥	٠.٤٠٠	0.470	0.818	١.٠٥	3.220	0.٤٧٠
	زبيدي علامة اسماك الطيب / الصين	٢٧/٢/٢٠٢٥ ٢٨/٢/٢٠٢٥ ٢٧/١١/٢٠٢٥	F- D	0.909	0.455	١.٢١	٠.٣٨٥	0.401	0.715	١.٢٢	3.050	0.٥١٢
	سمك زبيدي الفاو علامة الصياد / فيتنام	٢٥/٤/٢٠٢٥ ٢٦/٤/٢٠٢٤ ٢٥/١/٢٠٢٦	F- E	0.900	0.465	١.٠٨	٠.٤٤٥	0.550	1.201	١.٠٥	5.230	٠.٩50
	زبيدي علامة اسماك النهرين / فيتنام	٢٤/٣/٢٠٢٥ ٢٥/٣/٢٠٢٥ ٢٤/١١/٢٠٢٥	F- F	1.94	0.480	١.٧١	٠.٥١٥	0.522	1.200	١.٤٠	4.130	0.٦٠٥
	حمام مجمد علامة اسماك الخليج / فيتنام	٢٢/٥/٢٠٢٤ ٢٣/٥/٢٠٢٤ ٢٢/٢/٢٠٢٦	F- G	1.40	0.495	١.٠٢	٠.٥٢٢	0.504	1.165	١.٤٨	4.205	٠.٨٣٤
	كطان علامة الصياد / الهند	٢٧/٢/٢٠٢٥ ٢٨/٢/٢٠٢٥ ٢٧/١١/٢٠٢٥	F- H	1.45	0.355	١.٢٢	٠.٤٠٥	0.600	1.100	١.٥٨	3.010	0.٧١٤
	كارب / منيمار الهند	٢٦/٢/٢٠٢٥ ٢٧/٢/٢٠٢٥ ٢٦/١١/٢٠٢٥	F- O	1.65	0.405	٢.١١	٠.٥١٠	0.605	1.250	١.٧١	5.110	0.٧٠٥
	وشرائح سمك مجمد علامة الصياد / دولة الامارات العربية المتحدة - دبي	١٢/٤/٢٠٢٥* ١١/٤/٢٠٢٧**	F- P	0.320	0.045	٠.٦٨٠	٠.٢٤٥	0.376	0.316	٠.٧٠٥	2.510	٠.٢٥٠
	شرائح سمك مجمد علامة vermont / الامارات العربية المتحدة - دبي	-----	F- Q	تعذر على الباحث ايجاد عينة من نفس النوع متوفرة في الاسواق خلال فترة جمع عينات الموسم الصيفي.								

اجريت التحاليل المختبرية في مختبر علوم الاغذية والزراعة, كلية الزراعة جامعة الكوفة, ١/٧/٢٠٢٥

* 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 بيئة 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 الاخذ 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 اسمك النهرين من انتاج دولة فينتام (F- F) قد سجل اعلى التراكيز لعنصر الرصاص خلال فصل الشتاء إذ بلغ (٢.٧٥٠) ميكروغرام/ غرام وزن رطب ($\mu\text{g/g wet weight}$) اما اقل التراكيز فقد ظهرت في شرائح سمك مجمد علامة vermont من انتاج دولة الامارات العربية المتحدة - دبي (F- Q) اذ بلغت خلال الفصل نفسه (٠.٤٣٥) 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) إذ بلغ (١.٩٤) ميكروغرام/ غرام وزن رطب ($\mu\text{g/g wet weight}$) في حين سجل النوع (F- P) اقل قيم التراكيز إذ بلغ (٠.٣٢٠) ميكروغرام/ غرام وزن رطب ($\mu\text{g/g wet weight}$) خلال الفصل نفسه، في حين سجلت باقي الانواع قيم تراكيز متباينة تقع بين القيم السابقة، و من خلال مقارنة قيم التراكيز في الجدول (١) و (٢) والشكل (١) مع المحددات العالمية وفقاً لمعيار الاتحاد الاوربي (EC) الذي يتراوح بين (٠.٣ - ٠.٥) 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 (F- P) و (F- Q) خلال فصل الشتاء اذ بلغت قيم التراكيز فيها (٠.٤٥٠) و (٠.٤٣٥) ميكروغرام/ غرام وزن رطب ($\mu\text{g/g wet weight}$)، و النوع (F- P) خلال فصل الصيف بقيمة تركيز بلغت (٠.٣٢٠) 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 أزلت بعض من تراكيز العناصر الثقيلة وبالتالي الانخفاض في تراكيز العناصر فيها.

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

ت	العنصر	الحدود المسموح بها	المرجع
١	الرصاص	٠.٣ - ٠.٥	European Commission (EC) No 1881/2006
٢	النيكل	٠.٥ - ١.٠	FAO/WHO, 2001
٣	الكاديوم	٠.٠٥ - ٠.١	European Commission (EC) No 1881/2006
٤	الزنك	٥٠.٠	FAO/WHO, 1983
٥	الكروم	٠.٥	WHO, 1996
٦	النحاس	٣٠.٠	FAO/WHO, 1989
٧	الزئبق	٠.٥ - ١.٠	FAO/WHO, 2003
٨	الحديد	١٠٠	FAO/WHO, 1983
٩	الالمنيوم	١٠ (تقدير مؤقت)	WHO, 2010

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.

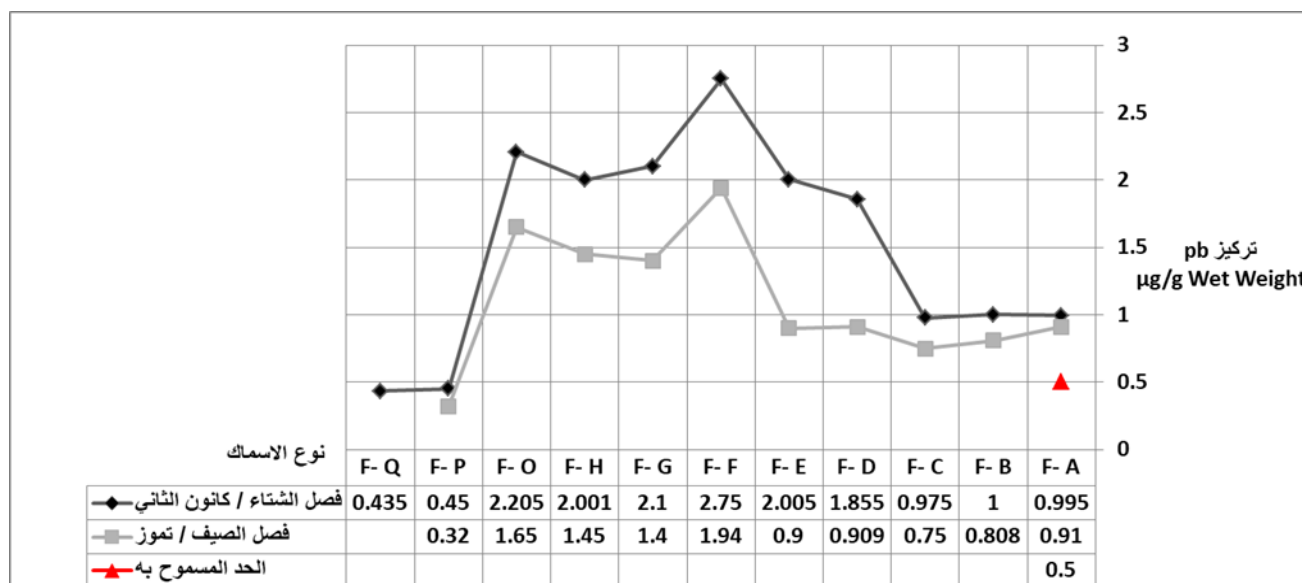
3- FAO/WHO (1989). Evaluation of certain food additives and the contaminants mercury, lead and cadmium;. WHO Technical Report Series No. 505.

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) تراكيز الرصاص في نسيج عضلات الاسماك المجمد المستوردة في اسواق مدينة الكوفة



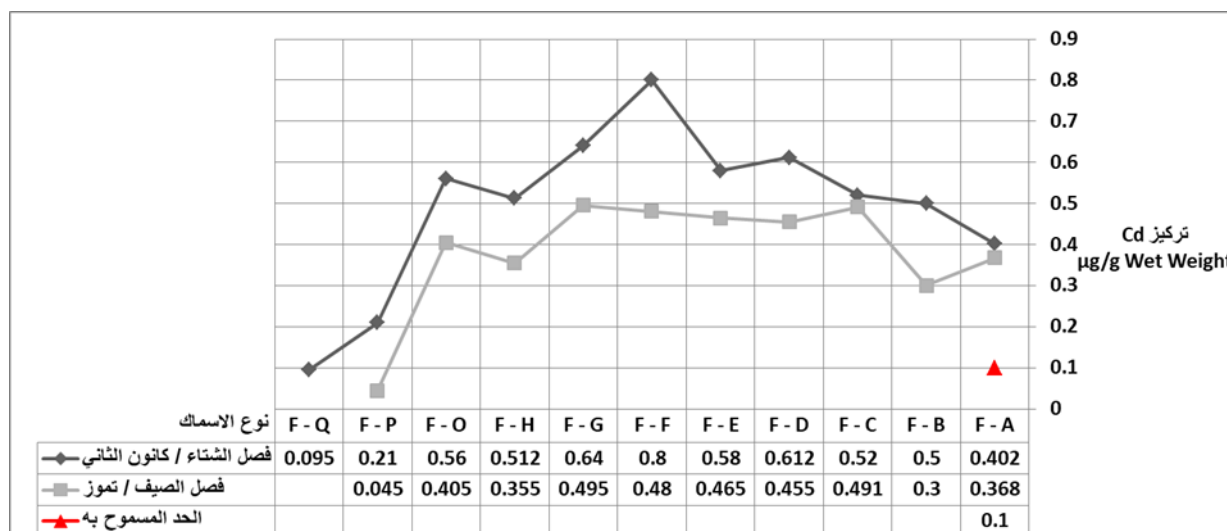
المصدر:- بالاعتماد على بيانات الجدول (١) و (٢) و (٣).

٢ - الكاديوم (Cadmium) :-

نلاحظ من الجدول (١) و (٢) و الشكل (٢) ان هناك تباين مكاني وزماني في قيم تراكيز العناصر الثقيلة في انسجة العضلات الانواع الاسماك المدروسة، إذ تتزايد كمية التركيز خلال فصل الشتاء وتقل خلال فصل الصيف وفقاً لموسم التحليل المختبري، اما التباينات المكانية وفقاً لبلد التصدير، نلاحظ ان النوع (F - G) من انتاج دول فيتنام سجل اعلى قيم التراكيز خلال فصل الشتاء، بلغت (٠.٨٠٠) ميكروغرام/ غرام وزن رطب، (µg/g wet weight) في حين بالمرتبة الثانية من إذ كمية التركيز النوع (F - G) من انتاج فيتنام والمرتبة الثالثة النوع (F- D) من انتاج الصين بقيم تراكيز بلغت (٠.٦٤٠) و (٠.٦١٢) ميكروغرام/ غرام وزن رطب، (µg/g wet weight) لكل منهم على التوالي، اما اقل تركيز خلال فصل الشتاء ظهر في النوع (F - Q) بقيمة تركيز بلغت (٠.٠٩٥) ميكروغرام/ غرام وزن رطب، (µg/g wet weight) اما خلال فصل الصيف إذ انخفضت التراكيز فيه بشكل عام، إذ سجل اعلى تركيز في النوع (F - G) بقيمة تركيز بلغت (٠.٤٩٥) ميكروغرام/ غرام وزن رطب، (µg/g wet weight) في حين سجل اقل تركيز خلال هذه الفصل في النوع (F - P) بقيمة تركيز بلغت (٠.٠٤٥) ميكروغرام/ غرام وزن رطب، (µg/g wet weight) لكون هذه النوع هو عبارة عن شرائح سمك مقطع منزوع الجلد و الاحشاء و منظم بصورة جيدة، لذلك يتم ازالة بعض من تراكيز العناصر الثقيلة مع عملية الغسل والتنظيف الجيد، مما سجل اقل التراكيز في انسجتها خلال الموسمين مقارنة بباقي الانواع المدروسة، ومن خلال مقارنة نتائج التحاليل المختبرية في الجدول (١) و (٢) و الشكل (٢) مع معيار (EC) الذي يتراوح بين (٠.٠٥ - ٠.١) ميكروغرام/ غرام وزن رطب (µg/g wet weight).

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

الشكل (٢) تراكيز الكاديوم في نسيج عضلات الاسماك المجمد المستوردة في اسواق مدينة الكوفة

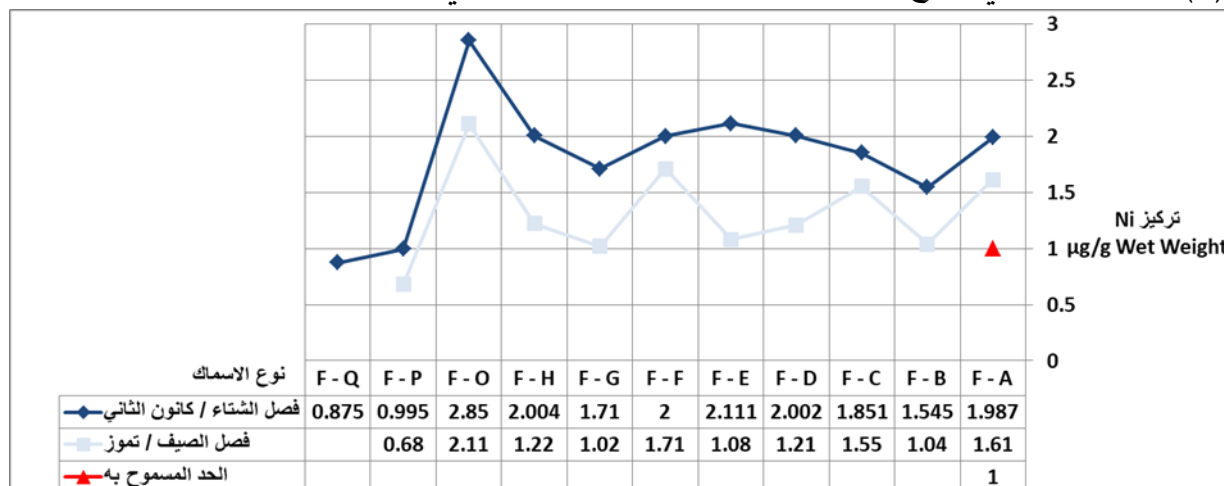


المصدر:- بالاعتماد على بيانات الجدول (١) و (٢) و (٣).

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 تركيز في النوع (F - O) من انتاج الهند اذ بلغ (٢.٨٥٠) ميكروغرام/ غرام وزن رطب (µg/g wet weight), في حين سجل اقل تركيز خلال الموسم نفسه في النوع (F - Q) من انتاج الامارات العربية المتحدة, بقيمة تركيز بلغت (٠.٨٧٥) ميكروغرام/ غرام وزن رطب (µg/g wet weight), اما باقي الانواع سجل قيم تراكيز تتراوح بين قيم التراكيز السابقة, اما خلال فصل الصيف والذي انخفضت فيه التراكيز مقارنة بفصل الشتاء, إذ سجل اعلى تركيز في النوع (F - O) بلغ (٢.١١) ميكروغرام/ غرام وزن رطب (µg/g wet weight), اما اقل تركيز خلال الفصل نفسه سجل في النوع (F - P) بتركيز بلغ (٠.٦٨٠) ميكروغرام/ غرام وزن رطب (µg/g wet weight), ومن خلال مقارنة نتائج التحاليل المختبرية للأنواع المدروسة من إذ قيم تراكيز النيكل في انسجة الاسماك مع المحددات العالمية وفقاً لمعيار منظمة الصحة العالمية (WHO) و معيار منظمة الاغذية والزراعة الامريكية (FAO) والذي يتراوح بين (٠.٥ - ١.٠) ميكروغرام/ غرام وزن رطب (µg/g wet weight) 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 (F - P, F - Q) للأكل خلال موسم الشتاء, اما خلال

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

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

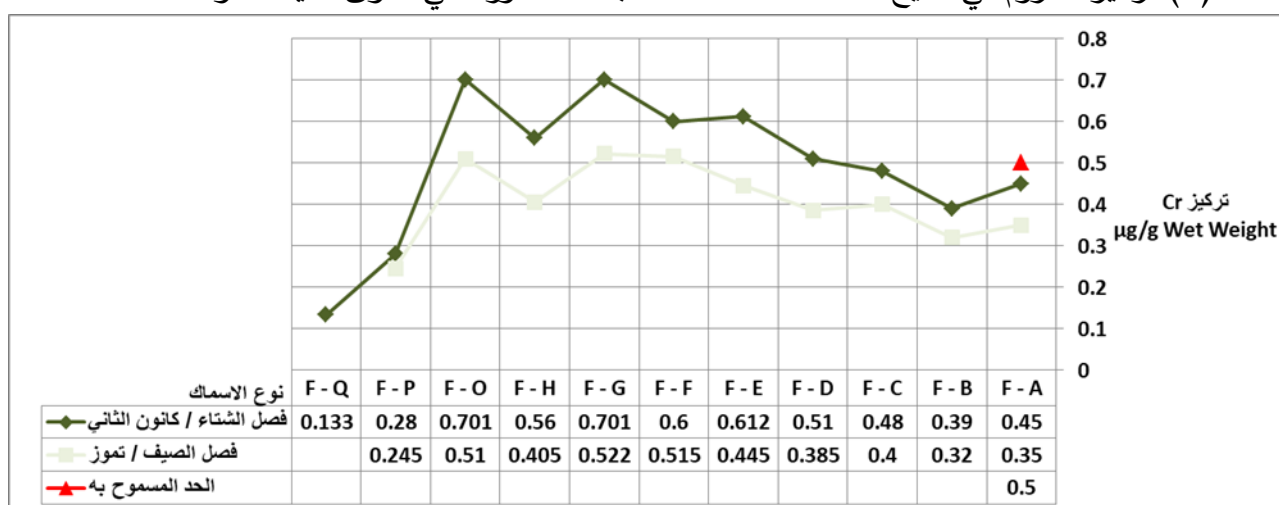


المصدر :- بالاعتماد على بيانات الجدول (١) و (٢) و (٣).

٤ - الكروم (Chromium) :- تبين من الجدول (١) و (٢) و الشكل (٤) ان هناك تباين مكاني وزماني في قيم تراكيز عنصر (Cr) في نسيج عضلات الاسماك المجمدة, إذ نلاحظ ان قيم التراكيز 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 (µg/g wet weight) لكل منهم, اما اقل تركيز خلال الموسم نفسه سجل في النوع (F - Q) اذ بلغ (٠.١٣٣) ميكروغرام/ غرام وزن رطب (µg/g wet weight), ومن خلال مقارنة نتائج التحليل المختبري في الجدول (١) و (٢) و الشكل (٤) مع معيار منظمة الصحة العالمية (WHO) البالغ (٠.٥) ميكروغرام/ غرام وزن رطب (µg/g wet weight), الجدول (٣) نلاحظ عدم صلاحية الانواع (F - D , F - E , F - F, F - G, F - H, F - O) بقيم تراكيز تراوحت بين (٠.٥١٠ - ١.٧١٠) ميكروغرام/ غرام وزن رطب (µg/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 تراكيز تراوحت بين (٠.١٣٣ - ٠.٤٨٠) ميكروغرام/ غرام وزن رطب (µg/g wet weight), اما خلال فصل الصيف إذ انخفضت قيم التراكيز بشكل عام مقارنة بفصل الشتاء, نلاحظ ان اعلى قيم التراكيز سجلت في النوع (F - G) بقيمة تركيز بلغت (٠.٥٢٠) ميكروغرام/ غرام وزن رطب (µg/g wet weight) اما اقل قيمة تركيز ظهرت في النوع (F - P) بقيمة تركيز بلغت (٠.٢٤٥)

ميكروغرام/ 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-) (H, F - P) اذ لم تتجاوز الحدود المسموح بها بقيم تراكيز تراوحت بين (٠.٢٤٥ - ٠.٤٤٥) ميكروغرام/ غرام وزن رطب ($\mu\text{g/g wet weight}$) في حين نلاحظ عدم صلاحية النوع (F - F) و (F - G) و (F -) خلال الفصل نفسه, لتجاوزها الحدود المسموح بها بقيم تراكيز بلغت (٠.٥١٥) (٠.٥٢٢) و (٠.٥١٠) ميكروغرام/ غرام وزن رطب ($\mu\text{g/g wet weight}$) لكل منهم على التوالي.

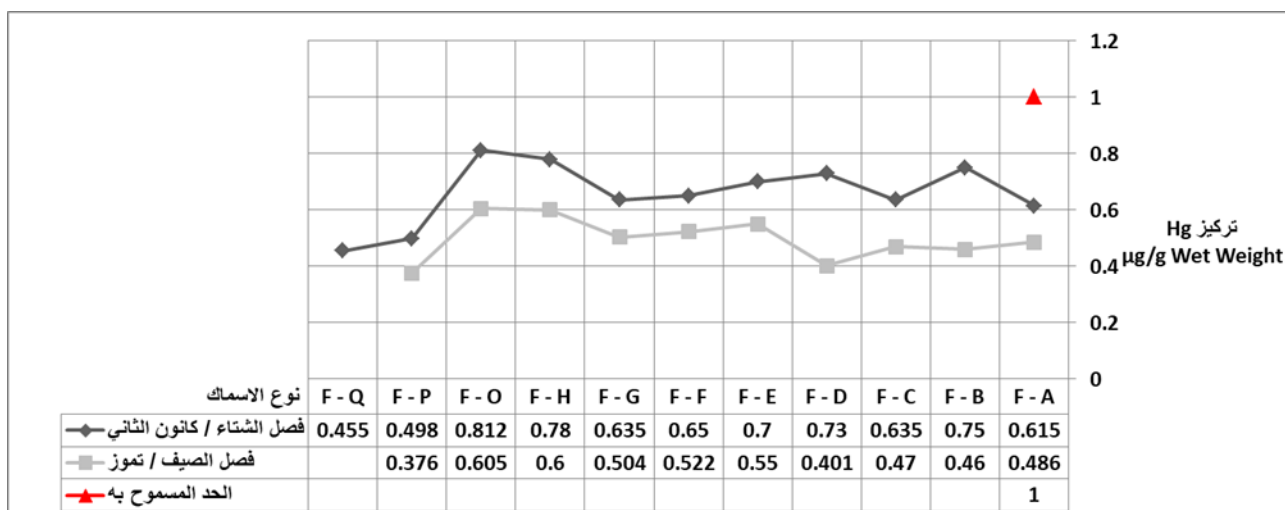
الشكل (٤) تراكيز الكروم في نسيج عضلات الاسماك المجمدة المستوردة في اسواق مدينة الكوفة



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.

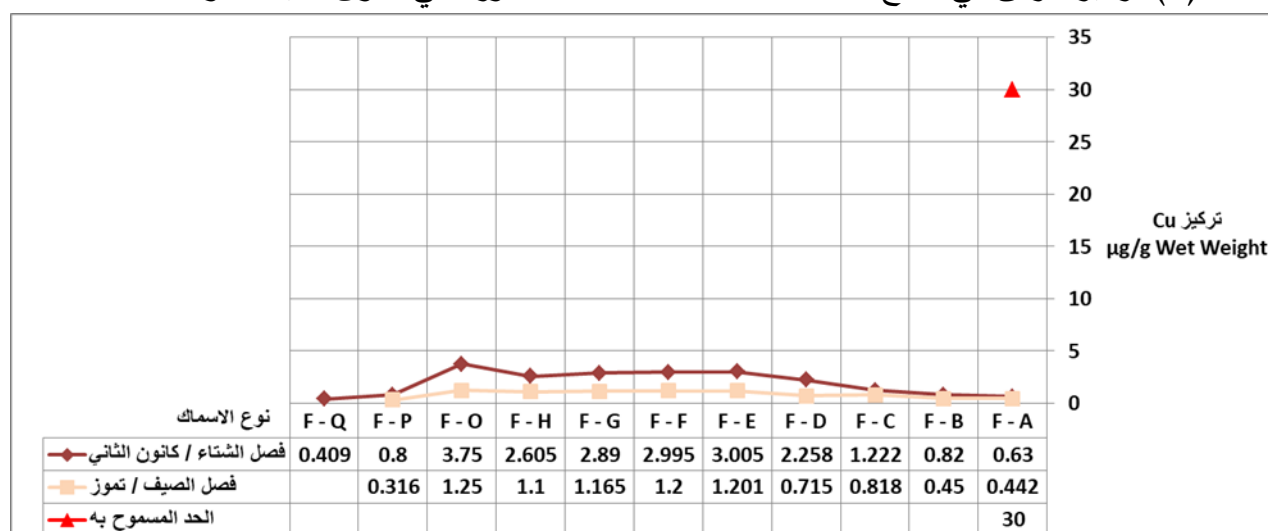
الشكل (٥) تراكيز الزئبق في نسيج عضلات الاسماك المجمدة المستوردة في اسواق مدينة الكوفة



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

٦ - النحاس (Copper) :- يتبين من خلال نتائج التحاليل المختبرية لنسيج عضلات الأسماك المجمدة ان هناك تباين زمني 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 تروحت بين (٠.٤٠٩ - ٣.٧٥٠) ميكروغرام/ غرام وزن رطب ($\mu\text{g/g wet weight}$) وهي بهذا صالحة للأكل وفقاً لمعيار منظمة (WHO) و منظمة (FAO) اذ لم تتجاوز الحد المسموح به و البالغ (٣٠٠٠) 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 (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.

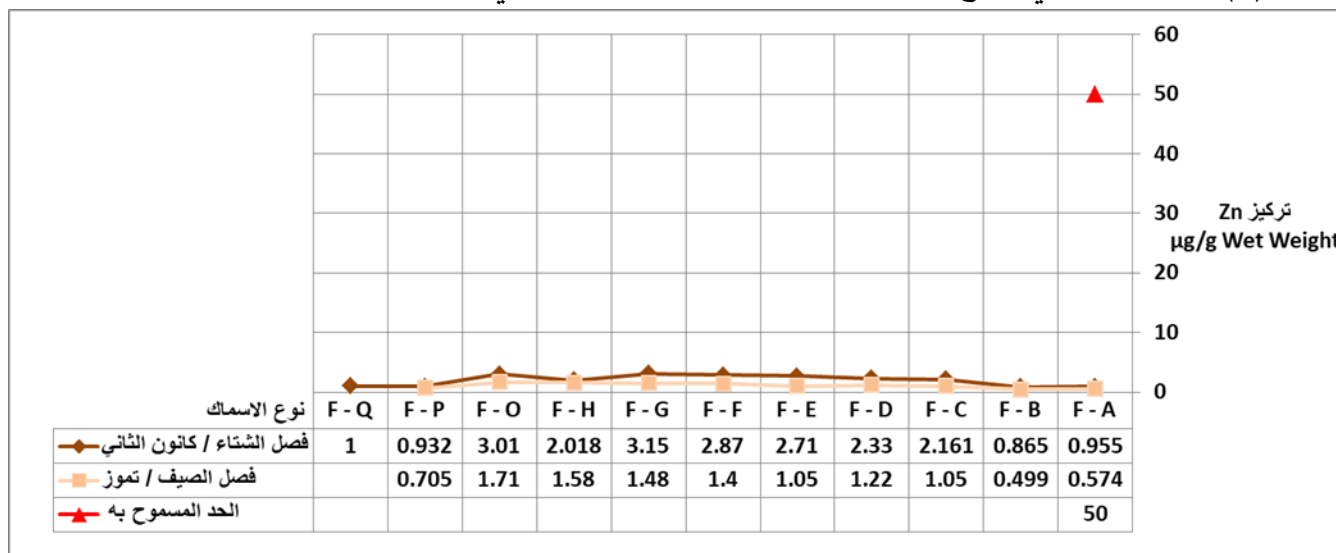
الشكل (٦) تراكيز الزئبق في نسيج عضلات الاسماك المجمد المستوردة في اسواق مدينة الكوفة



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 التركيز خلال فصل الشتاء، وقلت خلال فصل الصيف، بقيم تراكيز متباينة وفقاً للنوع وبلد التصدير، إذ نلاحظ ان اعلى قيمة تركيز سجلت خلا فصل الشتاء في النوع (F - G) بلغت (٣.١٥٠) ميكروغرام/ غرام وزن رطب ($\mu\text{g/g wet weight}$) في حين اقل كمية تركيز ظهرت في النوع (F - P) بلغت (٠.٩٣٢) ميكروغرام/ غرام وزن رطب ($\mu\text{g/g wet weight}$)، الجدول (١) اما خلال فصل الصيف نلاحظ من الجدول (٢) ان اعلى كمية تركيز 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 تركيز ظهرت في النوع (F - A) بقيمة تركيز بلغت (٠.٥٧٤) ميكروغرام/ غرام وزن رطب ($\mu\text{g/g wet weight}$)، ومن خلال مقارنة نتائج التحاليل مع المحددات العالمية لمعيار منظمة الـ(WHO) و معيار الـ(FAO) البالغ (٥٠٠٠) 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

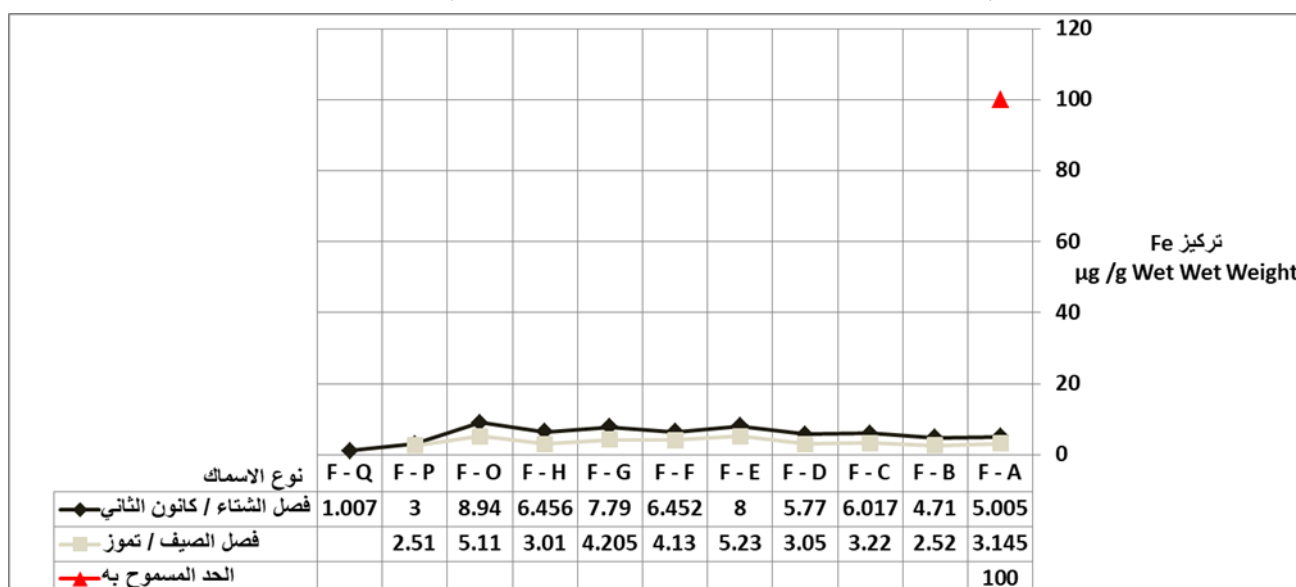


المصدر:- بالاعتماد على بيانات الجدول (١) و (٢) و (٣).

٨ - الحديد (Iron) :- يتبين 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 الشكل (٨) ان اعلى قيم التراكيز خلال فصل الشتاء سجلت في النوع (F - O) اذ بلغت (٨.٩٤٠)

ميكروغرام/ غرام وزن رطب ($\mu\text{g/g wet weight}$), في حين ان اقل التراكيز ظهرت في النوع (F - Q) اذ بلغت (١٠٠٠٧) 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 (٥٠١١٠) ميكروغرام/ غرام وزن رطب ($\mu\text{g/g wet weight}$), في حين ان اقل كمية تركيز قد ظهرت في النوع (F - P) بقيمة تركيز 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 لمعيار منظمة الـ (WHO) و معيار 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 الحدود المسموح بها.

الشكل (٨) تراكيز الحديد في نسيج عضلات الاسماك المجمد المستوردة في اسواق مدينة الكوفة

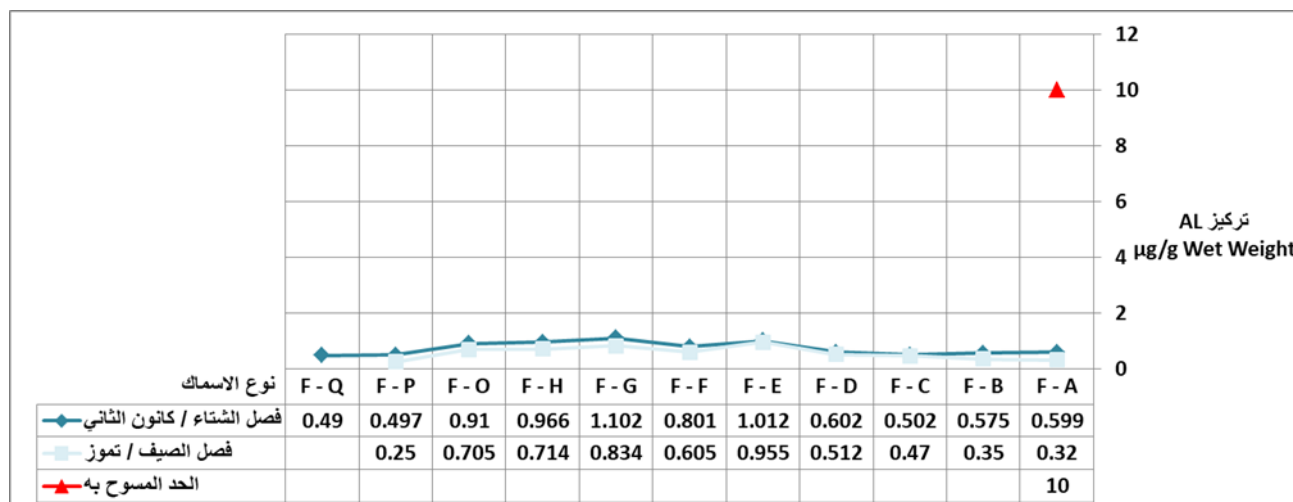


المصدر:- بالاعتماد على بيانات الجدول (١) و (٢) و (٣).

٩ - الالمنيوم (Aluminum): - يتبين من خلال نتائج التحاليل المختبرية لنسيج عضلات الأسماك المجمدة ان هناك تباين زمني 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 (٠.٤٩٠) في النوع (F - Q) و (١٠١٠٢) في النوع (F - G) ميكروغرام/ غرام وزن رطب ($\mu\text{g/g wet weight}$), وهي بهذا صالحة للأكل وفقاً لمعيار منظمة (WHO) اذ لم تتجاوز الحد المسموح به والبالغ (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 (٠.٢٥٠) في النوع (F -

(0.966) - (P) في النوع (F - E) 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 أنسجة العضلات الصالحة للأكل في عدد من الأسماك المجمدة المستوردة والمباعة في أسواق مدينة الكوفة، وذلك خلال موسمي الشتاء والصيف. وقد تم تحليل تراكيز تسعة عناصر ثقيلة هي: الرصاص، الكاديوم، النيكل، الكروم، الزئبق، النحاس، الزنك، الحديد، والالمنيوم، ومقارنتها بالمعايير العالمية (WHO/FAO/EC) لمعرفة مدى صلاحية الاسماك للاستهلاك البشري، وأظهرت النتائج ما يلي:

١ - يظهر من خلال نتائج التحاليل المختبرية لعينات الاسماك 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 عن 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 الاسماك 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 (زبيدي - فيتنام) سجلت أعلى تركيز بلغ (٢٠٧٥٠) ($\mu\text{g/g}$) , اما اقل التراكيز فقد ظهرت في شرائح سمك مجمد علامة vermont من انتاج دولة الامارات العربية المتحدة - دبي (F- Q) اذ بلغت (٠٠٤٣٥) ($\mu\text{g/g}$) , اما خلال فصل الصيف تبين أن أعلى التراكيز قد سجلت في النوع (F - F) إذ بلغ (١٠٩٤) ($\mu\text{g/g}$) في حين سجل النوع (F- P) اقل قيم التراكيز إذ بلغ (٠٠٣٢٠) ($\mu\text{g/g}$) و من خلال مقارنة قيم التراكيز مع المحددات العالمية وفقاً لمعيار الاتحاد الاوربي (EC) نلاحظ عدم صلاحية معظم الانواع المدروسة للأكل خلال الموسمين, لتجاوزها الحدود المسموح بها وفقاً للمعيار, فيما عدا النوع (F- P) و (F- Q) خلال فصل الشتاء اذ بلغت قيم التراكيز فيها (٠٠٤٥٠) و (٠٠٤٣٥) ($\mu\text{g/g}$) , والنوع (F- P) خلال فصل الصيف بقيمة تركيز بلغت (٠٠٣٢٠) ($\mu\text{g/g wet}$) (weight).

٣ - الكاديوم (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 (F - Q) بلغت (٠٠٠٩٥) ($\mu\text{g/g}$) , اما خلال فصل الصيف إذ انخفضت التراكيز فيه بشكل عام, سجل أعلى تركيز في النوع (F - G) بلغت (٠٠٤٩٥) ($\mu\text{g/g}$) , في حين سجل اقل تركيز في النوع (F - P) 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 (F - P) و (F - Q) خلال فصل الشتاء والنوع (F - P) 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 (٢٠٨٥٠) ($\mu\text{g/g}$) , في حين سجل اقل تركيز في النوع (F - Q) من انتاج الامارات العربية المتحدة, بقيمة تركيز بلغت (٠٠٨٧٥) ($\mu\text{g/g}$) , اما خلال فصل الصيف سجل أعلى تركيز في النوع (F- O) بلغ (٢٠١١) ($\mu\text{g/g}$) , اما اقل تركيز سجل في النوع (F - P) بتركيز بلغ (٠٠٦٨٠) ($\mu\text{g/g}$) , ومن خلال مقارنة نتائج التحاليل المختبرية للأنواع المدروسة مع المحددات العالمية وفقاً لمعيار منظمة الصحة والعالمية (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 (F - P, 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 (٠.٥) ($\mu\text{g/g}$) في عدة عينات منها: (F-D, F-E, F-F, F-G, F-), (F-O, H) اما في فصل الصيف، تراجع تراكيز الكروم بشكل عام، ولكن ظلت بعض العينات (مثل F-F, F-) غير صالحة للاستخدام البشري لتجاوزها الحد المسموح به.

٥. الزئبق (Hg):- نلاحظ من البحث انه لم تسجل أي تجاوزات للحدود المسموح بها والبالغة (٠.٥ - ١.٠ $\mu\text{g/g}$) في تراكيز الزئبق خلال موسمي الشتاء والصيف، إذ تراوحت بين (٠.٤٤٥ - ٠.٨١٢) ($\mu\text{g/g}$)، خلال فصل الشتاء اما خلال فصل الصيف فقد انخفضت بشكل عام مقارنة بفصل الشتاء في جميع الانواع المدروسة، إذ تراوحت بين (٠.٣٧٦ - ٠.٦٠٥) ($\mu\text{g/g}$) 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 تروحت بين (٠.٤٠٩ - ٣.٧٥٠) ($\mu\text{g/g}$)، اما خلال فصل الصيف فقد انخفضت قيم التراكيز بشكل عام مقارنة بفصل الشتاء، إذ تراوحت قيم التراكيز بين (٠.٣١٦ - ١.٢٥٠) ($\mu\text{g/g}$) اذن كل العينات المدروسة كانت صالحة للاستهلاك البشري من ناحية محتواها من النحاس، ولم تسجل أي قيم حرجة تجاوزت الحد المسموح به ، البالغ (٣٠٠٠) ($\mu\text{g/g wet weight}$).

٧. الزنك (Zn):- إذ نلاحظ ان أعلى قيمة تركيز سجلت خلا فصل الشتاء في النوع (F - G) بلغت (٣.١٥٠) ($\mu\text{g/g}$) في حين اقل كمية تركيز ظهرت في النوع (F - P) بلغت (٠.٩٣٢) ($\mu\text{g/g}$)، اما خلال فصل الصيف نلاحظ ان أعلى كمية تركيز قد ظهرت في النوع (F - O) اذ بلغت (١.٧١) ($\mu\text{g/g}$) في حين ان اقل كمية تركيز ظهرت في النوع (F - A) بقيمة تركيز بلغت (0.574) ($\mu\text{g/g}$)، 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 أعلى قيم التراكيز خلال فصل الشتاء في النوع (F - O) اذ بلغت (٨.٩٤٠) ($\mu\text{g/g}$)، في حين ان اقل التراكيز ظهرت في النوع (F - Q) اذ بلغت (١.٠٠٧) ($\mu\text{g/g}$)، اما خلال فصل الصيف فان أعلى التراكيز ظهرت في النوع (F - O) اذ بلغت (٥.١١٠) ($\mu\text{g/g}$)، في حين ان اقل التركيز قد ظهرت في النوع (F - P) بقيمة تركيز بلغت (٢.٥١٠) ($\mu\text{g/g}$)، وهي بهذا لم تتجاوز أي من العينات الحد المسموح به البالغ (١٠٠) ($\mu\text{g/g wet weight}$) ، مما يعني أنها صالحة للاستهلاك من ناحية تركيز الحديد ولموسمين.

٩. الألمنيوم (Al):- تبين ان التراكيز خلال فصل الشتاء قد تراوحت بين (٠.٤٩٠ - ١.١٠٢) ($\mu\text{g/g}$), اما خلال فصل الصيف فقد انخفضت قيم التراكيز بشكل عام مقارنة بفصل الشتاء, إذ تراوحت قيم التراكيز بين (٠.٢٥٠-٠.٩٦٦) ($\mu\text{g/g}$), وهي أقل بكثير من الحد المؤقت الذي حددته منظمة الصحة العالمية والبالغ (١٠) ($\mu\text{g/g}$), لذا فان جميع الأنواع المدروسة صالحة للأكل وفقا لقيم تراكيز الألمنيوم.

تؤكد هذه النتائج وجود مخاطر صحية حقيقية مرتبطة باستهلاك بعض أنواع الأسماك المجمدة المستوردة، وتبرز الحاجة إلى تقديم بعض الاقتراحات بهدف الحد او التقليل من استهلاك الاسماك 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 الاسماك المستوردة المجمدة, بصورة عامة, قبل دخولها العراق, من خلال تفعيل 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 والاقليمي للدراسات العليا, مجلة كلية التربية للبنات للعلوم الانسانية, العدد ٢٨, السنة ١٥.
- الحدراوي, 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 / ٢٠١٢, ١٠٠٠٠٠.
- جمهورية العراق, وزارة الموارد المائية, الهيئة العامة للمساحة, خريطة محافظة النجف الاشرف الادارية, مقياس ١ / ٢٠١٢, ٥٠٠٠٠.
- 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 الاسماك, اللجنة الفرعية المختصة بتربية الاحياء المائية, الدورة الثانية, تروندهايم, النرويج, ٢٠٠٣ / ٨ / 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 الاتي:- (SOFIA). The State of World Fisheries and Aquaculture

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