

دراسة تراكيز بعض العناصر المعدنية الثقيلة في سمك البراق *Dicentrarchus labrax* من الساحل السوري والمخاطر الصحية على الاستهلاك البشري

رائدة صلاح* (1) ومحمد حسن (1) وعلي سلطنة (2)

(1). قسم الإنتاج الحيواني، كلية الهندسة الزراعية، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.

(2). قسم علوم الأغذية، كلية الهندسة الزراعية، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.

(*المراسلة الباحثة: م. رائدة صلاح، البريد الإلكتروني: Selenamah20614@gmail.com)

تاريخ القبول: 2022/12/9

تاريخ الاستلام: 2022/08/4

الملخص

للأسماك أهمية كبيرة في تقييم صحة الأنظمة البيئية، وقد يشكل استهلاكها تهديداً لصحة الإنسان، نظراً لتراكم المعادن الثقيلة فيها حسب التراكيز المتراكمة فيها. هدفت هذه الدراسة إلى قياس تراكم المعادن الثقيلة (الزنك، النحاس، الرصاص، الكاديوم) في النسيج العضلي للنوع السمكي *Dicentrarchus labrax* في المياه البحرية السورية، حيث جمعت العينات من ست مناطق مختلفة خلال عامين متتاليين، من آذار 2019 إلى شباط 2021. قيمت المخاطر الصحية باستخدام المدخول اليومي (EDI) ومعامل الخطر الصحي (THQ). بينت الدراسة أن أعلى التراكيز كانت في المواقع القريبة من مصادر التلوث الصناعي والسياحة والأنشطة الزراعية، بينما تراكيز الزنك في النسيج العضلي ضمن المستويات المقبولة للاستهلاك البشري وتراوحت متوسطات التركيز بين 1.78 ± 7.073 ، 3.41 ± 14.291 ميكروغرام/غ وزن رطب، وبلغت معدلات تراكيز النحاس بين 0.093 ± 0.524 ، 0.076 ± 0.739 ميكروغرام / غ وزن رطب، في حين بلغت تراكيز الرصاص (0.0098 ± 0.259 ، 0.0936 ± 0.462 ميكروغرام/غ وزن رطب) بينما كان أقل تركيز للكاديوم (0.00145 ± 0.0112 ، 0.00137 ± 0.0159 ميكروغرام/غ وزن رطب). أشارت النتائج إلى أن جميع المعادن الثقيلة التي درست كانت ضمن المستويات الآمنة للاستهلاك البشري، وضمن الحدود المسموح بها من قبل منظمة الأغذية والزراعة العالمية ومنظمة الصحة العالمية (FAO/WHO). كانت متوسطات قيم EDI و THQ لكل من الكبار والأطفال أقل من المستويات الضارة والخطرة مما يشير إلى أن استهلاك *D. labrax* في الساحل السوري لن يؤدي إلى مخاطر صحية من المعادن الثقيلة الأربعة المدروسة. الكلمات المفتاحية: التراكم الحيوي، المعادن الثقيلة، *Dicentrarchus labrax*، الساحل السوري.

المقدمة:

توجد المعادن الثقيلة في الطبيعة، وهي ضرورية للحياة، ولكنها تشكل خطراً على صحة الإنسان، ويمكن أن تصبح سامة في حال تراكمها في أنسجة الكائنات الحية. تصنف بعض المعادن الثقيلة على أنها ملوثات كيميائية حتى لو وجدت بتركيز منخفضة، كالرصاص والكاديميوم (Cd، Pb)، بسبب سميتها العالية، وقدرتها على الانتقال لمسافات طويلة في الغلاف الجوي (Hall, 2002; Simon et al., 2011)، إضافة إلى عدم امتلاكها أية وظيفة بيولوجية مثبتة، وتزداد سميتها بزيادة تركيزها (Sfakianakis et al., 2015)، فقد يتسبب الرصاص في حدوث تأثيرات على النمو العصبي لدى الأطفال حتى عند تراكيزه المنخفضة، وعلى القلب والأوعية الدموية والكلية والجهاز الهضمي، كما يؤثر على النكاث (UNEP, 2008a). كما يعتبر الكادميوم أيضاً ساماً للإنسان، ويمكن أن يسبب التعرض له تهيجاً في الرئة وأمراض الكلى ولين العظام وربما سرطان الرئة والبروستات. ويعد الغذاء ودخان السجائر هما المصدران الرئيسيان للكاديميوم وفقاً لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP, 2008)، إذ يمثل الغذاء حوالي 90% من مصادر التلوث بالكاديميوم، خاصة من المحاصيل الزراعية (خاصة الأرز المروي)، ومن استهلاك المحار والكائنات البحرية الأخرى.

بينما تمتلك معادن ثقيلة أخرى وظائف بيولوجية مهمة مثل الزنك والنحاس (Abadi et al., 2014)، إذ يشارك الزنك في العديد من جوانب التمثيل الغذائي الخلوي (Classen et al., 2011)، ويلعب دوراً في وظيفة المناعة (Solomons, 1998)، التئام الجروح (McCarthy et al., 1992)، تخليق البروتين، تخليق الحمض النووي وانقسام الخلايا (Prasad, 1995)، كما أنه يدعم النمو الطبيعي والتطور أثناء الحمل والطفولة والمراهقة (FNB, 2004)، ويلعب توازن تركيز الزنك دوراً مهماً في الأداء الطبيعي للدماغ والجهاز العصبي المركزي (Bitanihirwe and Cunningham, 2009)، وعلى الرغم من أن الزنك عنصر غذائي أساسي لصحة جيدة، إلا أن زيادة تراكيزه عن الحد الموصى به قد يكون له تأثيرات ضارة (Milbury and Richer, 2008)، إذ يؤدي الامتصاص المفرط للزنك إلى تثبيط امتصاص النحاس والحديد (Fosmire, 1990)، وتشمل الآثار الضارة لتناول كميات كبيرة من الزنك الغثيان والقيء وفقدان الشهية وتشنجات البطن والإسهال والصداع (Sandstead, 1994). يلعب النحاس أيضاً دوراً مهماً في عملية التمثيل الغذائي، لأنه يسمح للعديد من الإنزيمات الأساسية بالعمل بشكل صحيح، وهو ضروري للحفاظ على صحة الجلد والأوعية الدموية والأنسجة الظهارية والضمامة في جميع أنحاء الجسم، كما يلعب دوراً في إنتاج الهيموغلوبين والميلانين ويحافظ على عمل الغدة الدرقية بشكل طبيعي (Harris, 2001). ويمكن أن يعمل كمضاد للأكسدة ومساعد للأكسدة، ويمكن أن يسبب الإفراط في تناوله الغثيان والقيء وآلام البطن والتشنجات والصداع والدوار والهزال والإسهال وطعم معدني في الفم (Araya et al., 2006)، كما ربط اكتئاب ما بعد الولادة أيضاً بمستويات عالية من النحاس (Crayton and Walsh, 2007)، يمكن أن يتسبب التعرض طويل الأمد لتراكيز عالية من النحاس في انخفاض نكاه المراهقين (Tamura and Turnlund, 2004).

تحدث سمية المعادن الثقيلة إما عند نقص التمثيل الغذائي أو عند التراكيز العالية لها (Sivaperumal et al., 2007)، لذلك يمكن أن يسبب نقص المعدن الأساسي ضرراً بصحة الكائن الحي، وبالمثل يمكن أن تؤدي التراكيز العالية أيضاً إلى تأثيرات سلبية قد تكون مساوية أو أسوأ من تلك التي تسببها المعادن غير الأساسية (Kennedy, 2011)، ويؤدي التعرض طويل الأمد لها إلى تراكمها في أنسجة الكائن الحي عن طريق الغذاء والماء والرواسب (Yilmaz et al., 2007).

(Zhao et al., 2012), وتتراكم في السلسلة الغذائية، لعدم قدرتها على التحلل بشكل طبيعي في البيئة (Has-Schön et al., 2006)، وقد تصل إلى درجة السمية للإنسان (Gonzalez and Armenta, 2008; Al-awdat and Mohammed, 2002; Al-Yousuf et al., 2000).

يعد التلوث بالمعادن الثقيلة في البيئة المائية مصدر قلق كبير في جميع أنحاء العالم، وله أهمية بيئية كبيرة، فهي تتراكم عند دخولها المياه البحرية والرواسب (Santschi et al., 1984; Ashraf, 1992; Mahfoud et al., 2003; Cohen et al., 2001; Förstner and Wittmann, 1983) والبشرية (Bauvais et al., 2015) مثل الهطولات المطرية المحملة بالملوثات من الهواء، وتصريف النفايات السائلة الصناعية أو الصرف الصحي والصرف الزراعي، ومياه الصرف المنزلي والوقود من قوارب الصيد (Garcia et al., 2006; Demirak et al., 2015)، والأسمدة (Chaisemartin, 1983).

تقع الأسماك في نهاية السلسلة الغذائية المائية، وبالتالي فهي تعتبر أهم وسائل المراقبة الحيوية في النظم البيئية المائية لتقدير مستويات المعادن الثقيلة (Rashed, 2001; Authman, 2008). تمتلك الأسماك القدرة على امتصاص وتركيز المعادن مباشرة من المياه المحيطة بها (عن طريق الغلاصم أو الجلد) أو بشكل غير مباشر عن طريق تناول الكائنات الحية الأخرى مثل الأسماك الصغيرة واللافقاريات والنباتات المائية. ويمكن أن تسبب التراكيز العالية والتراكم الحيوي للمعادن الثقيلة تأثيرات سامة للخلايا والطفرة الجينية عند أنواع الأسماك، لذلك يمكن أن يشكل استهلاك الأسماك التي تحتوي على تراكيز عالية من المعادن الثقيلة خطراً صحياً شديداً.

تعد تراكيز هذه المعادن الثقيلة في المياه وفترة التعرض لها من العوامل الرئيسية في تراكمها، إضافة إلى عوامل بيئية أخرى، مثل درجة حرارة الماء وتركيز الأكسجين ودرجة الحموضة والملوحة والاحتياجات البيئية والتمثيل الغذائي والعمر والجنس والحالة التغذوية والخصوبة (Phillips, 1980; Mustafa and Guluzar, 2003)، وموسم الصيد (Kime et al., 1996; Onen et al., 2015).

تمت خلال السنوات الأخيرة دراسة تراكيز بعض المعادن الثقيلة في البيئات المائية، وتراكمها في الأسماك والكائنات الحية الأخرى في المياه البحرية السورية (محمد، 2007; Hammoud, 2009; صارم وآخرون، 2015; عاقل وآخرون، 2017).

تتعرض المياه الساحلية السورية للتلوث بسبب الأنشطة الصناعية والزراعية، ويعتبر سمك البراق *Dicentrarchus labrax* من الأسماك التي يتم استهلاكها بشكل واسع في سوريا، بسبب قيمتها الغذائية، وهو من أنواع الأسماك القاعية التي تعيش في المياه الساحلية، وتتغذى على الأسماك الصغيرة واللافقاريات التي لديها القدرة على تراكم المعادن الثقيلة، لذلك يمكن أن يشكل التلوث خطراً على صحة الإنسان عند تجاوزه حد معين، خاصة أن استهلاك الأسماك في سوريا لا يخضع لرقابة صحية حقيقية.

هدفت هذه الدراسة إلى تحديد تراكيز المعادن الثقيلة (الزنك، النحاس، الرصاص، الكاديوم) في النسيج العضلي للنوع السمكي *D. labrax* من المياه البحرية السورية (شرق البحر الأبيض المتوسط)، إلى جانب بعض مؤشرات المخاطر الصحية (EDI و THQ).

مواد وطرائق البحث:

منطقة الدراسة:

تقع سوريا على طول 202 كم من الساحل الشرقي للبحر الأبيض المتوسط، تمتد من الحدود التركية إلى لبنان. اختيرت مواقع أخذ العينات لهذه الدراسة بناءً على قربها من مصادر التلوث المعروفة مثل النفايات الصناعية السائلة ومياه الصرف الصحي التي يتم تصريفها في مياه الساحل السوري (الشكل 1 ، الجدول 1).

الجدول (1): مواقع أخذ العينات.

رمز الموقع	اسم الموقع	وصف الموقع	إحداثيات الموقع
St.(1)	مصب نهر جوبر	قريب نسبياً من مصادر التلوث الصناعي ، 800 متر من مصفاة بانياس ، 500 متر من شركة نقل النفط ، 5.7 كيلومتر من محطة حرارية ، بجانب المنشأة السياحية (شاليهات) والأنشطة الزراعية البشرية (البيوت المحمية ، والحقول على طول مجرى النهر وبالقرب من المصب)	35°21'66 «N, 35°95'02» E
St.(1)'	مقابل مصب نهر جوبر	على بعد 500 م من مصب نهر جوبر	35°21'53 «N, 35°94'54» E
St.(2)	مصب نهر بانياس	منطقة صرف صحي، بالقرب من الكراج (120 م) وميناء الصيد (180 م) وعلى بعد 2.6 كم من المحطة الحرارية و 3.2 كم من مصفاة بانياس	35°18'53 «N, 35°94'51» E
St.(2)'	مقابل مصب نهر بانياس	على بعد 500م من شاطئ مصب نهر بانياس	35°19'05 «N, 35°94'05» E
St.(3)	الباصية	منطقة سياحية مهمة في الساحل السوري جنوب مدينة بانياس، بعيدة نسبياً عن الأنشطة البشرية المسببة لتلوث المياه بالمعادن (الثقيلة) (تبعد 2 كم عن محطة كهرباء بانياس)	35°15'54 «N, 35°92'51» E
St.(3)'	مقابل شاطئ الباصية	على بعد 500 م عن شاطئ منطقة الباصية.	35°15'53 «N, 35°92'02» E



الشكل (1): خريطة مواقع الدراسة على ساحل بانياس

الاعتيان:

جمعت 48 عينة عشوائية من *D. labrax* من المواقع الستة المذكورة أعلاه (10-12 فرداً في كل عينة)، وسجل الطول الكلي (TL) لأقرب سم، ووزن الجسم (TBW) لأقرب 0.1 غ، تراوح TL بين 24 - 41 سم و TBW بين 510 - 1050 غ.

حفظت العينات في صندوق من الثلج ونقلت إلى المختبر، غسلت بالماء المقطر، وجففت على ورق ترشيح حفظت عند درجة حرارة (-18 م°) لحين إجراء التحاليل المطلوبة.

تحديد تراكيز بعض العناصر المعدنية الثقيلة في النسيج العضلي للنوع السمكي *D. labrax*:

اختيرت الأنسجة العضلية كونها الجزء الصالح للأكل في السمك وبالتالي الجزء المسؤول عن انتقال المعادن الثقيلة إلى الإنسان عند تناولها، استعملت طريقة التهضيم الرطب في تحليل المعادن الثقيلة (Hanson, 1973)، أخذ 2 غ من النسيج العضلي للأسماك، نقلت العينات إلى أنابيب اختبار وأضيف لها 5 مل من حمض الآزوت HNO_3 عالي النقاوة وتركت لمدة (24-48) ساعة في درجة حرارة الغرفة، ثم وضعت أنابيب الاختبار في حمام مائي عند درجة حرارة 70 م° (بعد سد فوهات الأنابيب جزئياً) على صفيحة التسخين مع التحريك المستمر (لتسريع عملية التهضيم) بغية تشكل محلول رائق عند إتمام عملية التهضيم، تركت أنابيب الاختبار في درجة حرارة الغرفة حتى تبرد، رشح المحلول على ورق ترشيح ونقلت المكونات النهائية إلى بالون معايرة نظيف سعة 25 مل، وأكمل الحجم إلى 25 مل بالماء ثنائي التقطير. حضر الشاهد (Blank) بنفس الشروط التي خضعت لها العينات المهضمة (نفس كواشف الهضم ونسب الحمض ولكن بدون عينة الأسماك)، و حدد تركيز المعادن المدروسة بواسطة مقياس الطيف الضوئي للامتصاص الذري (Shimadzo-AA6300) قبل عينات الأسماك.

أجريت جميع التجارب في ثلاث مكررات، وقدرت القيم المتوسطة (Islam et al., 2014)، وغسلت جميع معدات المختبر المستخدمة بصابون خالٍ من الفوسفات، وغسلت مرتين بالماء المقطر عالي النقاوة وتركت في حمض الآزوت الممدد (10%) لمدة 24 ساعة لمنع التلوث.

تقييم المخاطر الصحية

اعتمد في هذه الدراسة كلاً من المدخول اليومي (Estimated Daily Intake) للمعادن الثقيلة ومعامل الخطر الصحي (Target hazardous quotient) لفحص المخاطر الصحية المرتبطة باستهلاك الأسماك التي تعيش في الساحل السوري. أجريت قياسات المخاطر الصحية بشكل مستقل لكل من الكبار والأطفال، فمن المعروف أن الأطفال أكثر حساسية للتلوث من الكبار (Zhao et al., 2012; Wang et al., 2012).

يعتبر معامل الخطر الصحي THQ مؤشر للمخاطر الصحية غير المسرطنة الناتجة عن تعرض السكان للملوثات (Chien et al., 2002; Yi et al., 2017; Zhang et al., 2017)، تشير قيمة إجمالي المخاطر الصحية ($1 >$ THQT) إلى مخاطر صحية - غير مسرطنة - من الآثار التراكمية للمعادن الثقيلة عند السكان المعرضين لهذه الملوثات (Yi et al., 2017).

قدر المدخول اليومي للمعادن باستخدام المعادلة (1) (Onsanit et al., 2010) ..

$$\text{المدخل اليومي (EDI)} = \text{تركيز المعدن (ميكروغرام/غ وزن رطب)} \times \text{معدل الاستهلاك (غ/اليوم)} \quad (1)$$

وزن الجسم (كغ)

افتراض أن أوزان الجسم للأطفال والكبار (33.5 كغ) و (68.5 كغ) على التوالي، اعتمد حساب معدل الاستهلاك على الإنتاج السنوي للأسماك وعدد السكان خلال فترة الدراسة، وقدر بـ (2.19 غ / يوم) و (1.22 غ / يوم) للأطفال والكبار. المدخول المسموح به من الزنك، النحاس، الكاديوم والرصاص هو 300-1000، 50-500، 1 و 3.57 ميكروغرام/كغ/يوم، على التوالي، المعادلة (2) (JECFA, 2009).

$$\text{معامل الخطر الصحي (THQ)} = (\text{EF} \times \text{ED} \times \text{FIR} \times \text{C}) / (\text{RfD} \times \text{WAB} \times \text{TA}) \times 10^{-3} \quad (2)$$

تمثل EF: معدل التعرض للمعدن الثقيل في اليوم / السنة (exposure frequency)

ED: مدة التعرض (70 سنة و 6 سنوات للكبار والأطفال على التوالي) (exposure duration)

FIR: معدل تناول الطعام (93 غ / يوم و 50 غ / يوم للكبار والأطفال) (Food ingestion rate)

C: هو التركيز المقاس للمعدن (ميكروغرام/غ).

RfD: التركيز المرجعي الموصى به لكل معدن ثقيل (ميكروغرام / غ). (reference dose)

WAB: متوسط وزن الجسم بال كغ (average body weight)

TA: متوسط وقت التعرض لتأثير المواد غير المسببة للسرطان (365 يوم/سنة average time). (X ED)

لا توجد مخاطر واضحة إذا كان THQ الناتج أقل من 1 (USEPA, 2011).

التحليل الإحصائي

استخدم في التحليل الإحصائي برنامج SPSS 16، واختبار ANOVA واختبار Duncan متعدد المدى لقياس الفروق المعنوية بين تراكيز المعادن الثقيلة، وقدرت الأهمية الإحصائية عند مستوى ثقة 95٪.

النتائج والمناقشة:

تحديد تراكيز بعض المعادن الثقيلة في العينات السمكية:

قيست تراكيز أربعة معادن ثقيلة (Cd، Pb، Cu، Zn) في النسيج العضلي للنوع السمكي *D. labrax*. أظهرت النتائج ارتفاع تراكيز الزنك في جميع المواقع المدروسة، يليها النحاس ثم الرصاص ثم الكاديوم، إلا أن التراكيز المرتفعة لكل من الزنك والنحاس مقارنة مع الكاديوم والرصاص لا تدعو للقلق، وذلك لأن استهلاك كميات كبيرة من الزنك مثلاً قد يؤمن بعض الحماية ضد التأثيرات السامة الناتجة عن التعرض المستمر للكاديوم من البيئة المحيطة (UNEP, 1997)، إضافة إلى أن النحاس هو أحد المعادن الأساسية التي تحتاجها الكائنات الحية ضمن حدود معينة. وقد تناقصت هذه التراكيز عموماً في العينات المصطادة من المواقع التي تبعد عن الشاطئ 500م بالمقارنة مع العينات الشاطئية، كما ازداد المعدل السنوي لتراكيز جميع هذه العناصر في العينات السمكية في العام الثاني من الدراسة عنه في العام الأو

الجدول (2): تراكيز بعض المعادن الثقيلة في النسيج العضلي لسماك البراق (ميكروغرام/غ وزن رطب):

		St.(1)	St.(2)	St.(3)	St.(1)'	St.(2)'	St.(3)'	الحدود الموصى بها
Zn	Ave. 1	13.929	13.317	9.132	7.453	6.963	7.597	40
	Ave. 2	14.652	15.007	17.784	7.7862	7.184	9.124	
	To Ave. ±SD	14.291 ±3.41 _a	14.162 ±4.40 ^a	13.458 ±5.87 ^a	7.619 ±2.10 ^a	7.073 ±1.78 ^a	8.360 ±2.74 ^a	
Cu	Ave. 1	0.724	0.624	0.633	0.505	0.501	0.568	30
	Ave. 2	0.754	0.735	0.666	0.569	0.549	0.544	
	To Ave. ±SD	0.739 ±0.076 ^a	0.680 ±0.083 ^a	0.650 ±0.134 ^a	0.537 ±0.060 ^a	0.524 ±0.093 ^a	0.556 ±0.034 ^a	
Pb	Ave. 1	0.457	0.433	0.391	0.285	0.257	0.262	0.5
	Ave. 2	0.467	0.441	0.456	0.285	0.261	0.282	
	To Ave. ±SD	0.462 ±0.0936 _a	0.437 ±0.0603 ^a	0.423 ±0.055 ^a	0.285 ±0.026 ^b	0.259 ±0.0098 ^a	0.272 ±0.0164 ^{ab}	
Cd	Ave. 1	0.0158	0.0124	0.0107	0.0121	0.0115	0.0106	0.5
	Ave. 2	0.0159	0.0149	0.0133	0.0123	0.011	0.0120	
	To Ave. ±SD	0.0159 ±0.00137 ^b	0.0136 ±0.00276 ^a	0.0120 ±0.00185 ^a	0.0122 ±0.000692 ^a	0.0112 ±0.00145 ^a	0.0113 ±0.00146 ^a	

Ave.1: المتوسط من آذار 2019 حتى شباط 2020، Ave.2: المتوسط من آذار 2020 حتى شباط 2021.
 Ave To: المتوسط الإجمالي خلال فترة الدراسة من آذار 2019 حتى شباط 2021، SD: الانحراف المعياري
 Max أعلى قيمة، Min أدنى قيمة، تظهر الأحرف a ، b مستويات الفروق المعنوية بين المواقع.

لوحظ أن جميع تراكيز المعادن الثقيلة المدروسة أقل من الحدود الموصى بها من منظمة الأغذية والزراعة ومنظمة الصحة العالمية (FAO/WHO, 2011). لا تمثل مستويات المعادن الثقيلة في النسيج العضلي بالضرورة مستوياتها في الكائن الحي بأكمله أو في بيئته، حيث أن تراكيزها متغيرة في الأنسجة المختلفة، وقد يكون ذلك بسبب التمثيل الغذائي وطبيعة غذاء الأسماك.

الزنك (Zn)

تبين النتائج في الجدول (2) ارتفاع متوسطات تراكيز الزنك في العينات المأخوذة من الموقع (1) St.، تليها تلك من الموقع (2) St. وأخيراً الموقع (3) St.، دون أية فروقات معنوية ($p > 0.05$). بمقارنة المعدل السنوي لتراكيز هذا العنصر في النسيج العضلي للأسماك التي تم اعتيائها خلال عامي الدراسة، كانت هذه المعدلات (9.1325 و 13.3175 و 13.92925 ميكروغرام/غ و وزن رطب) في عام 2019 و (14.65275 و 15.0075 و 17.7845 ميكروغرام/غ و وزن رطب) في عام 2020 في (1) St. و (2) St. و (3) St. على التوالي. في حين أن الترتيب كان (3) St.، (1) St.، (2) St. للمواقع البعيدة 500 م عن الشاطئ، وأيضاً بدون أي فروق معنوية ($p > 0.05$)، ولكن لوحظ وجود فروق معنوية ($P < 0.05$) عند مقارنة كل موقع شاطئي بالموقع المقابل له البعيد عن الشاطئ 500 م، لبعدها عن التعرض المباشر لمصادر التلوث بالمقارنة مع المواقع الشاطئية.

النحاس (Cu)

بينت النتائج أن تراكيز النحاس في النسيج العضلي للنوع السمكي *D. labrax* مقارنة بين عينات المواقع الشاطئية (جدول 2)، وتراوحت بين (0.601-0.835، 0.572-0.799، 0.481-0.897) ميكروغرام/غ و وزن رطب في (1) St.، (2) St.، و (3) St. على التوالي، دون وجود فروق معنوية ($p > 0.05$). انخفضت التراكيز في عينات المواقع البعيدة عن الشاطئ، وتراوحت بين (0.438-0.599، 0.401-0.652، 0.514-0.612) ميكروغرام/غ و وزن رطب في (1) St.، (2) St.، (3) St. على التوالي، مع عدم وجود فروق معنوية فيما بينها ($p > 0.05$)، ولوحظ وجود فروق معنوية بين (1) St.، (1) St. وبين (2) St.، (2) St.، ($p < 0.05$)، ولكن لم تكن هناك أية فروقات معنوية بين (3) St. و (3) St. ($p = 0.113 > 0.05$) وربما يفسر ذلك ببعدها عن مصادر التلوث الصناعي مقارنة مع الموقعين الشاطئيين الآخرين.

تعتبر أملاح النحاس قابلة للذوبان بشكل عام، وبالتالي فإن القيم العالية للنحاس في النسيج العضلي للنوع السمكي *D. labrax* لا تعود إلى أملاح النحاس، وإنما إلى الخاصية التراكمية لعنصر النحاس نفسه في أنسجة الأسماك (Obasohan, 2007)، وبالتالي يتركز بسهولة داخل السلسلة الغذائية (Turkekul et al., 2004).

أظهرت نتائج الدراسة قيماً أعلى من نتائج الدراسات على نفس النوع في البحر الأحمر، (0.29 ميكروغرام / غ) (Emara et al., 1993)، ولكنها مقارنة لتلك المسجلة في النوع *Dicentrarchus punctatus* (0.7 ميكروغرام/غ) (Seam, 2001)، ويعود ذلك إلى اختلاف الظروف البيئية في المناطق المدروسة ومصادر التلوث ومستوياتها، بالإضافة إلى الحالة الصحية والفيزيولوجية لأنواع الأسماك.

الرصاص (Pb)

تراوحت تراكيز الرصاص، والذي لا يملك أية وظيفة حيوية، في النسيج العضلي للعينات السمكية في هذه الدراسة بين (0.359 - 0.619 و 0.245 - 0.332 ميكروغرام/غ وزن رطب) في المواقع الشاطئية والمواقع البعيدة 500م عن الشاطئ على التوالي، بدون أي فروق معنوية بين المواقع الشاطئية، وكذلك بين المواقع البعيدة 500م عن الشاطئ ($p > 0.05$) (الجدول 3). وكان متوسط تراكيز الرصاص خلال فترة الدراسة مرتفعاً في الموقع (1).St.، حيث سجل أعلى تركيز 0.619 ميكروغرام/غ وزن رطب، بسبب الأنشطة البشرية في المنشآت الصناعية القريبة، ووجدت فروقات معنوية بين كل موقع شاطئي والموقع المقابل له (البعيد عن الشاطئ 500م) ($p < 0.05$).

كانت تراكيز الرصاص المسجلة في هذه الدراسة أقل من تلك المسجلة لنفس النوع في البحر الأحمر (Emara et al., 1993) حيث كانت القيمة 0.67 ميكروغرام / غ. وأقل من تلك المسجلة لأنواع سمكية أخرى من نفس الجنس *Dicentrarchus punctatus* (Seam, 2001) حيث كانت التراكيز 0.8 ميكروغرام / غ.

الكاديوم (Cd)

سجلت قيمة قصوى قدرها (0.0159 ميكروغرام / غ وزن رطب) في الموقع (1).St.، وكان معدل التركيز السنوي للكاديوم (0.0159 - 0.0136 - 0.0120 ميكروغرام/غ وزن رطب) في (1).St.، (2).St.، (3).St. على التوالي، مع وجود فروق معنوية بين (1).St. وباقي المواقع ($p < 0.05$)، وكانت التراكيز بشكل عام متقاربة في المواقع البعيدة 500م عن الشاطئ، حيث كان متوسط تراكيزها (0.0113-0.0112-0.0122) ميكروغرام/غ وزن رطب في المواقع (1).St.، (2).St.، (3).St. على التوالي، بدون أي فروق معنوية ($p > 0.05$). يمكن أن تشير هذه النتائج إلى أن الملوثات التي تصل إلى هذه المواقع قد تكون من نفس مصادر التلوث. ووجدت فروق معنوية بين (1).St. و(1).St. وبين (2).St. و(2).St.، أما بين الموقعين (3).St. و(3).St. فلم يكن هناك فروق معنوية. كانت تراكيز الكاديوم في هذه الدراسة أقل من تلك المسجلة في النوع *Dicentrarchus punctatus* في البحر الأحمر (0.1 ميكروغرام/غ وزن رطب) (Seam, 2001)، وهذا يؤكد قدرة الأنواع السمكية الانتقائية المختلفة على مراكمة المعادن الثقيلة، بالإضافة إلى الاختلاف في الحالة الصحية والفسولوجية لعينات الأسماك المدروسة، والعديد من العوامل الأخرى كعمليات التمثيل الغذائي والعمر والوزن والحالة الصحية وتوافر الغذاء، وكذلك درجة تلوث المياه والملوحة ودرجة الحرارة، والاختلاف في مصادر التلوث تبعاً لمواقع الدراسة.

سجل أعلى مستوى للمعادن الثقيلة الأربعة في الموقع (1).St. كما هو موضح في الجدول (2)، نتيجة طرح مياه الصرف الصحي من شاليهات المصفاة مباشرة في البحر بالقرب من مصب النهر، إضافة إلى مصادر التلوث الزراعية التي تحملها السيول والفيضانات إلى مجرى النهر لتصل منها إلى البحر، فضلاً عن عدم فاعلية أنظمة تنقية مياه الصرف الصناعي في شركة مصفاة بانياس، حيث يتم إلقاء الملوثات الصناعية في النهر دون معالجة كافية، يليه الموقع (2).St. بالقرب من كراج النقل وميناء الصيد ومخرج الصرف الصحي الذي يطرح المياه العادمة المنزلية والصناعية والزراعية في البحر دون معالجة مسبقة. وسجلت أدنى التراكيز في الموقع (3).St. البعيد نسبياً عن الأنشطة الصناعية، ولكن كانت التراكيز مقاربة

لما هي عليه في الموقعين الآخرين، وذلك بسبب الأنشطة البشرية الواضحة الناتجة عن تسرب مياه الصرف الصحي والشاليهات الصيفية وغيرها من الملوثات.

تقييم المخاطر الصحية

المدخول اليومي من العناصر المعدنية الثقيلة EDI:

قدر المدخول اليومي للمعادن الثقيلة في جسم الإنسان وفقاً لمتوسط تركيز المعادن في الأسماك والكمية المستهلكة. يوضح الجدول (3) مقارنة المدخول اليومي المقدر (ميكروغرام / كغ / يوم) من المعادن الثقيلة من النوع السمكي *D. labrax* مع الحدود اليومية الموصى بها من قبل لجنة الخبراء المشتركة بين منظمة الأغذية والزراعة ومنظمة الصحة العالمية بشأن الإضافات الغذائية (JECFA).

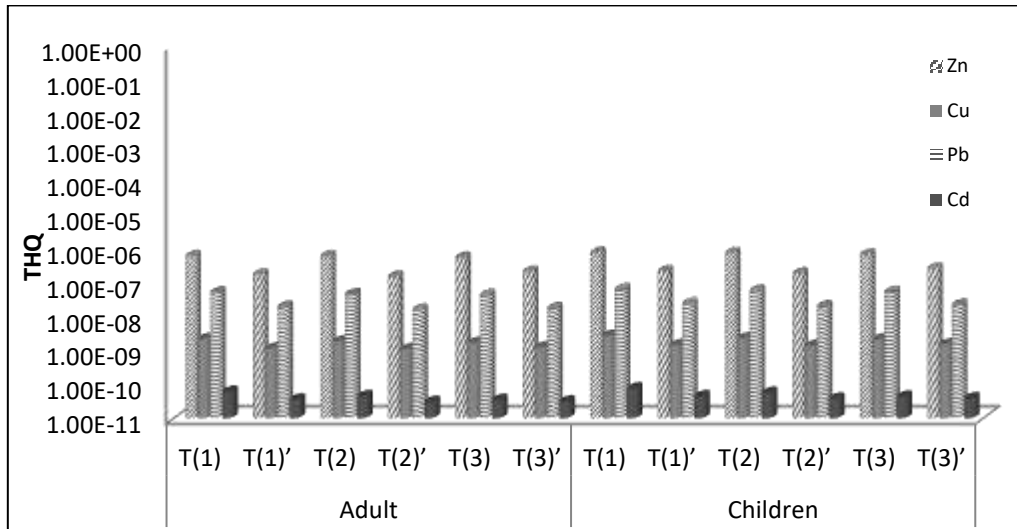
تم تسجيل أعلى تركيز للمدخل اليومي من المعادن الثقيلة الأربعة المدروسة في الموقع (1) St. وأدنى تركيز في الموقع (2) St. وكان الحد الأقصى من EDI للزنك 0.46 ميكروغرام / كغ / يوم للكبار و 0.52 ميكروغرام / كغ / يوم للأطفال، بينما كان أقل مدخول (0.23 و 0.26) ميكروغرام / كغ / يوم على التوالي للكبار والأطفال. كان الحد الأقصى والأدنى للمدخل اليومي من النحاس (0.017 و 0.024) ميكروغرام / كغ / يوم على التوالي للكبار ، بينما كان (0.027 و 0.019) ميكروغرام / كغ / يوم على التوالي للأطفال. والحد الأقصى للمدخل اليومي من الرصاص (0.015 و 0.017) ميكروغرام / كغ / يوم على التوالي للكبار والأطفال، بينما كانت القيمة الدنيا 0.009 ميكروغرام / كغ / يوم لكل منهما. سجل أعلى مدخول يومي من الكاديوم 0.00051 ميكروغرام / كغ / يوم، والأدنى 0.00036 ميكروغرام / كغ / يوم للكبار، وقدرت أعلى جرعة يومية منه للصغار بـ 0.00058 ميكروغرام / كغ / يوم وأقلها 0.00041 ميكروغرام / كغ / يوم. كانت جميع قيم المدخول اليومي أقل من الحدود القياسية الموصى بها (JECFA, 2009).

الجدول (3): المدخول اليومي (ميكروغرام / كغ / يوم) من المعادن الثقيلة من سمك البراق *D. labrax*

المستهلك	الموقع	Zn	Cu	Pb	Cd
الكبار	St.(1)	0.46	0.024	0.015	0.00051
	St.(1)'	0.24	0.017	0.009	0.00039
	St.(2)	0.45	0.022	0.014	0.00044
	St.(2)'	0.23	0.017	0.008	0.00036
	St.(3)	0.43	0.021	0.014	0.00038
	St.(3)'	0.27	0.018	0.009	0.00036
الأطفال	St.(1)	0.52	0.027	0.017	0.00058
	St.(1)'	0.28	0.020	0.010	0.00044
	St.(2)	0.52	0.025	0.016	0.00050
	St.(2)'	0.26	0.019	0.009	0.00041
	St.(3)	0.49	0.024	0.015	0.00044
	St.(3)'	0.30	0.020	0.010	0.00041
الحد الموصى به (ميكروغرام / كغ / يوم)		300-1000	50-500	3.57	1

معامل الخطر الصحي:

تظهر النتائج أنه لم يكن هناك قيم THQ أكبر من 1 عن طريق استهلاك هذا النوع من الأسماك، مما يشير إلى عدم وجود مخاطر صحية مرتبطة بالتعرض للمعادن الثقيلة في الوقت الحالي (الشكل 2). تأخذ قيم THQ للمعادن الثقيلة عند استهلاك النوع السمكي *D. labrax* الترتيب التالي $Zn > Pb > Cu > Cd$ في كل من الكبار والأطفال .



الشكل (2): تغيرات معامل الخطر الصحي للكبار والأطفال من سمك البراق *D. labrax*

كانت قيم THQ الإجمالية والفردية للمعادن الثقيلة الأربعة لدى الكبار ($TTHQ = 1.29 \times 10^{-7}$) أقل منها عند الأطفال ($TTHQ = 1.03 \times 10^{-7}$)، مما يشير إلى أن الأطفال قد يعانون من مخاطر صحية أعلى (Zhao et al., 2012)، شكل الزنك والرصاص من بين المعادن الثقيلة الأربعة التي تمت دراستها أخطاراً صحية أعلى نسبياً، خاصة بالنسبة للأطفال. بشكل عام، كان متوسط قيم EDI و THQ لكل من الكبار والأطفال أقل من المستويات الضارة مما يشير إلى أن استهلاك *D. labrax* في الساحل السوري لن يؤدي إلى مخاطر صحية من المعادن الثقيلة الأربعة المدروسة.

الاستنتاجات والتوصيات

أوضحت الدراسة أن مستويات المعادن الثقيلة الأربعة المدروسة كانت ضمن الحدود المقبولة في جميع العينات، كما لوحظ ارتفاع تراكيز كل من عنصر التوتياء والنحاس في جميع المواقع المدروسة، ولكنها كانت أقل من الحدود الموصى بها من منظمة الأغذية والزراعة ومنظمة الصحة العالمية، وضمن المستويات المقبولة للاستهلاك البشري. كما كشفت قيم كل من EDI و THQ أن سمك البراق *D. labrax* لا يشكل تهديداً لصحة المستهلكين.

لذا ومن أجل العمل على ضمان وصول منتج سمكي سليم صحياً للمستهلك، نوصي بإجراء مراقبة مستمرة للملوثات متضمنة العناصر المعدنية الثقيلة وخصوصاً في مواقع الصيد، وإيلاء المزيد من الاهتمام باستخدام الأسماك كمؤشرات بيولوجية للتلوث في برامج المراقبة البيئية الحيوية في سوريا، نظراً لقدرتها على تراكم المعادن الثقيلة. ومن الضروري أيضاً ضمان التخلص الآمن من مياه الصرف الصناعي والمنزلي لحماية البيئة البحرية السورية من التلوث.

المراجع :

- عاقل, حنين; قره علي, أحمد ولحج, مرهف. تحديد بعض العناصر المعدنية الثقيلة النذرة في أسماك الغبس *Boopsboops* في المياه الشاطئية لمدينة اللاذقية. مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية, سلسلة العلوم البيولوجية 39. 1 (2017).
- صارم, منتجب; حمود, فيينا ويوسف, نور الدين. تحديد تراكيز العناصر الثقيلة Zn,Cu,Cd, Pb ضمن أجزاء أسماك النوع بوري شيلان *Liza aurata* المصطادة من الجزء الجنوبي من الساحل السوري. مجلة جامعة حلب للعلوم الأساسية, 104. 3 (2015):74-99.
- محمد, عصام. دراسة تلوث بعض مناطق مياه الشاطئ السوري وبعض الكائنات الحية البحرية ببعض العناصر المعدنية الثقيلة, مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية -سلسلة العلوم الأساسية 4.24 (2007): 61-76.
- Abadi DRV, Dobaradaran S, Nabipour I, Lamani X, Ravanipour M, (2014). *Comparative investigation of heavy metal, trace, and macro element contents in commercially valuable fish species harvested off from the Persian Gulf*. Environ Sci Pollut Res, 2014.
- Akel, H., Kara, A., Ahmed, L. M. *Determine of some of heavy metal in Boops boops in the coastal water of Lattakia*. Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. 39, No. 1, 2017.
- Al-awdat, k. and mohammed,B., 2002. *A study of Heavy elements in environment, and their effect on humans, atom world* . Journal of the Syrian Atomic Energy Authority, No (81) Sep.-Oct.
- Al-Yousuf MH, El-Shahawi MS, Al-Ghais SM (2000) *Trace metals in liver, skin and muscle of Lethrinus lentjan fish species in relation to body length and sex*. Sci Total Environ 256: 87-94.
- Araya M, Pizarro F, Olivares M, Arredondo M, Gonzalez M et al. (2006) *Understanding copper homeostasis in humans and copper effects on health*. Biol Res 39: 183-187.
- Ashraf M., Tariq J., Jaffer M., *Trace metals in fish, sediment and water from the south-west coast of the Arabian sea, Pakistan*. Toxicol. Environ. Chem., Vol.34, 1992, 99-104.
- Authman MMN (2008) *Oreochromis niloticus as a biomonitor of heavy metal pollution with emphasis on potential risk and relation to some biological aspects*. Global Vet., 2(3): 104-109.
- Bauvais C, Zirah S, Piette L, Chaspoul F, Coulon ID (2015) *Sponging up metals: Bacteria associated with the marine sponge Spongia officinalis*. Mar. Environ. Res., 104: 20-30.
- Bitanihirwe BK, Cunningham MG (2009) *Zinc: The brain 's dark horse*. Synapse 63: 1029.
- Chaisemartin, C.: 1983, 'Natural adaptation to fertilizers containing heavy metals of healthy and contaminated populations of *Austropotamobius pailipes* (LE)', Hydrobiology 17, 229-240.
- Chien, L.C.; Hung, T.C.; Choang, K.Y.; Yeh, C.Y.; Meng, P.J.; Shieh, M.J.; Ha, B.C. Daily intake of TBT, Cu, Zn, Cd and As for fishermen in Taiwan. Sci. Tot. Env., 285(1-3): 2002, 177-185.
- Cohen,T., Que Hee, S.S., Ambrose, F.R. *Trace metals in fish and invertebrates of three California coastal Wetlands*. Mar. Pollut., 42, No.3, 2001, 224-232.

- Classen HG, Gröber U, Löw D, Schmidt J, Stracke H (2011) *Zinc deficiency: Symptoms, causes, diagnosis and therapy*. Med Monatsschr Pharm 34: 87-95.
- Crayton JW, Walsh WJ, (2007). *Elevated serum copper levels in women with a history of post-partum depression*. Journal of Trace Elements in Medicine and Biology 21: 17-21.
- Demirak A, Yilmaz F, Levent Tuna A, Ozdemir N. Heavy metals in water, sediment and tissues of *Leuciscus cephalus* from a Tream in southweTern Turkey. Chemosphere 63 (2006): 1451-1458.
- FAO/WHO, 2011. *Evaluation of certain food additives and the contaminants mercury, lead and cadmium*. (JECFA). International programme on chemical safety Seventy-third report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives WHO technical report series no. 960.
- FNB. Food and Nutrition Board, Institute of Medicine (2004) *Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc*. Washington, DC: National Academy Press.
- Förstner, U., Wittmann, G .T. W. *Metal pollution in the Aquatic environment*. 2nd ed. Berlin: Springer, 1983, p. 486
- Fosmire GJ (1990) *Zinc toxicity*. American Journal of Clinical Nutrition 51: 225.
- Gonzalez MI.; Armenta M., 2008. *Heavy metals: implications associated to fish consumption*. Sciencedirect, Environ Toxi Pharma, 26:263e71.
- Garcia JC, Martinez DST, Alves OL, Leonardo AFG, Barbieri E (2015) *Ecotoxicological effects of carbofuran and oxidized multiwalled carbon nanotubes on the freshwater fish Nile tilapia: Nanotubes enhance pesticide ecotoxicity*. Ecotoxicol. Environ. Saf., 111: 131-137.
- Hall, J, L, 2002. *Cellular mechanisms for heavy metal toxification and tolerance*. J Exp. Bot,53, 2002, 1–11.
- Hammoud, V., 2009. *Compared study to the concentration of some heavy metal elements in the Species (Sparus aurata.L) local and imported*. Tishreen University, 2009.
- Hanson,N. M. (Ed.). (1973). *Official, Standardized and Recommended Methods of Analysis*, 2nd edn., The Society for analytical chemistry, London.
- Harris ED (2001). *Copper homeostasis: the role of cellular transporters*. Nutr Rev 59: 281-285.
- Has-Schön E, Bogut I, Strelec I (2006) *Heavy metal profile in five fish species included in human diet, domiciled in the end flow of River Neretva*. Arch Environ Contam Toxicol 50: 545-551.
- Islam, M.S.; Ahmed, M. K.; Raknuzzaman, M.; Habibullah-Al-Mamun, M.; Masunaga, S., (2014). *Metal Speciation in Sediment and Their Bioaccumulation in Fish Species of Three Urban Rivers in Bangladesh*. Arch. Environ. Contam. Toxicol., 68(1): 92–106 (15 pages).
- JECFA., (2009). Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Joint Food and Agriculture Organization/World Health, Organization *Expert Committee on Food Additives*, Summary and Conclusions of the 61st Meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives.
- Kennedy CJ (2011) *The toxicology of metals in fishes*. Academic Press, San Diego, California, USA.

- Kime DE, Ebrahimi M, Nysten K, Roelants I, Rurangwa E. (1996) *Use of computer assisted sperm analysis (CASA) for monitoring the effects of pollution on sperm quality of fish; application to the effects of heavy metals.* Aquat Toxicol 36: 223-237.
- Mahfoud H. , Issam M., Alaedin, F. *A Contribution To The Determination Of Trace Of Some Heavy Metallic Elements (Zn,Cu,Cr,Cd, Pb) In Tidal Sediments Of Baniyas City Using Atomic Absorption Spectrometry(AAS).* Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research- Basic Science Series Vol (25) No (14) 2003, 139-164.
- McCarthy TJ, Zeelie JJ, Krause DJ (1992) *The antimicrobial action of zinc ion/ antioxidant combinations.* Clinical Pharmacology & Therapeutics 17: 5.
- Milbury PE, Richer AC (2008) *Understanding the Antioxidant Controversy: Scrutinizing the “fountain of Youth”* . Greenwood Publishing Group 99.
- Mohamad, I. (2007). *A Study of the Pollution of Some Syrian Coast Zones and Some Marine Organisms by Some Trace Heavy Metals.* Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research- Basic Sciences Series Vol. 29 No 4,p. 61-76.
- Mustafa C. Guluzar A;, 2003. *The relationships between heavy metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) levels and the size of six Mediterranean fish species.* Sciencedirect, Environ Pollut; 121:129e36.
- Onen SA, Kucuksezgin F, Kocak F, Açık S (2015) *Assessment of heavy metal contamination in Hediste diversicolor (O.F. Müller, 1776), Mugil cephalus (Linnaeus, 1758), and surface sediments of Bafa Lake (Eastern Aegean).* Environ Sci Pollut Res, 2015.
- Onsanit, S.; Ke, C.; Wang, X.; Wang, K.; Wang, W. (2010). *Trace elements in two marine fish cultured in fish cages in Fujian province China.* Environ. Pollut., 158: 1334–1342.
- Phillips, D. J. H. *Quantitative aquatic biological indicators.* London: Applied Science Publishers Ltd., 1980, 190–231.
- Prasad AS (1995) *Zinc: an overview.* Nutrition 11: 93-99.
- Rashed MN (2001) *Monitoring of environmental heavy metals in fish from Nasser Lake.* Environ Int 27: 27-33.
- Sandstead HH (1994) *Understanding zinc: recent observations and interpretations.* J Lab Clin Med 124: 322-327.
- Santschi, P. H., Nixon, S., Pilson, M., Hunt, C. *Accumulation of sediments, trace metals (Pb, Cu) and hydrocarbons in Narragansett Bay, Rhode Island, ESt. Coast, Shelf* . Sciencedirect, 19, 1984, 427-449
- Sarem, M., Hammoud,V., and Yousef, N. (2015). *Determination of heavy metals Zn, Cu, Cd and Pb in tissues of fish species Chelon labrosus captured from the southern part of Syrian CoaSt.* Aleppo university. vol.102.
- Sfakianakis DG, Renieri E, Kentouri M, Tsatsakis AM (2015) *Effect of heavy metals on fish larvae deformities: A review.* Enviro. Res., 137: 246-255.
- Simon, D. F., Davis, T. A., Tercier-Waeber, M. T., England, R., Wilkinson, K. J. (2011). *Institute evaluation of cadmium biomarkers in green algae.* Environ, Pollut, 159, 2630-2636.
- Sivaperumal P, Sankar TV, Viswanathan Nair PG (2007) *Heavy metal concentrations in fish, shellfish and fish products from internal markets of India vis-a-vis international standards.* Food Chem 102: 612-620.

- Solomons NW (1998) *Mild human zinc deficiency produces an imbalance between cell-mediated and humoral immunity*. Nutr Rev 56: 27-28.
- Tamura T, Turnlund JR (2004) *Effect of long-term, high-copper intake on the concentrations of plasma homocysteine and B vitamins in young men*. Nutrition 20: 757-759.
- Turkekul, I., Elmastas, M., Tuzen, M. (2004). *Determination of iron, copper, manganese, zinc, lead, and cadmium in mushroom samples from Tokat, Turkey*. Sciencedirect, Vol. 84, Issue 3, 389–392.
- UNEP (OCA) MED/G, 1997. *A regional site specific temporal Trend Monitoring Programme*. p.9.
- USEPA. Regional screening level summary table. Velusamy, A.; Kumar, P.S.; Ram, A.; Chinnadurai, S., (2011). *Bioaccumulation of heavy metals in commercially important marine fishes from Mumbai Harbor, India*. Mar. Pollut. Bull., 81(1): 2011, 218–224.
- UNEP, (2008a). *Interim review of scientific information on lead, Taken*. 2008-05-18 from http://www.chem.unep.ch/Pb_and_Cd/SR/Files/2008/UNEP_Lead_review_Interim-mar102008.doc.
- UNEP, (2008b). *Interim review of scientific information on cadmium, Taken*. 2008-05-18 from http://www.chem.unep.ch/Pb_and_Cd.
- Yi, Y.; Tang, C.; Yi, T.; Yang, Z.; Zhang, S. *Health risk assessment of heavy metals in fish and accumulation patterns in food web in the upper Yangtze River, China*. Ecotoxicol. Environ., Saf. 145: 2017, 295– 302.
- Yilmaz, F., Ozdemir N., Demirak A., Tuna AL., 2007. *Heavy metal levels in two fish species Leuciscus cephalus and Lepomis gibbosus*. Sciencedirect, Food Chemistry, 100:830-835.
- Zhang, H.D.; Huang, B.; Dong, L.; Hu, W.; Akhtar, M.S.; Qu, M. 2017. *Accumulation, sources and health risks of trace metals in elevated geochemical background soils used for greenhouse vegetable production in southwestern China*. Ecotoxicol. Environ. Saf., 137: 233–239
- Zhao, S., Feng, C., Quan, W., Chen, X., Niu, J., Shen, Z., 2012. *Role of living environments in the accumulation characteristics of heavy metals in fishes and crabs in the Yangtze River Outlet, China*. Sciencedirect, Mar Pollut Bull, 64:1163e71.

Studying the Concentrations of Some Heavy Metal Elements in *Dicentrarchus labrax* from Syrian Coast and its Relative Risk for Human Consumption

Raeda Salah⁽¹⁾, Mohamad Hassan⁽¹⁾ and Ali Sultaneh⁽²⁾

(1). Department of Animal Production, Faculty of Agriculture, Tishreen University- Lattakia-Syria.

(2) . Department of Food Sciences, Faculty of Agriculture, Tishreen University- Lattakia-Syria.

(*Corresponding author: Raeda H. Salah.Email:Selenamah20614@gmail.com)

Received: 4/08/2022

Accepted: 9/12/2022

Abstract:

Fish are known to bioaccumulate heavy metals and hence when consumed could become a threat to human health. In this study. The accumulation of heavy metals (Zn, Cu, Pb, Cd) In Syrian *Dicentrarchus labrax* muscle, from the Syrian marine waters (Eastern Mediterranean) was assessed. Samples were collected from six different areas for two consecutive years, from March 2019 to February 2021. The health risk was assessed using estimated daily intake and target hazard quotient. Heavy metal levels were higher in the site relatively close to industrial pollution sources, tourism and agricultural activities. The concentration of Zn in the muscle was at reasonable levels for human consumption and ranged between 3.123-24.084 µg/g wet weight. Copper was found with an average ranging between 0.401-0.897 µg/g wet weight. The lead concentration was (0.245-0.619 µg/g wet weight), while Cadmium was the least concentrated (0.0081-0.0178 µg/g wet weight). These results indicated that all heavy metals studied were within the permissible safety levels for human consumption, and within the limits allowed by the World Food and Agriculture Organization (FAO).

Keywords: Bioaccumulation, Heavy metals, *Dicentrarchus labrax*, Syrian coast, Eastern Mediterranean.