دراسات مقارنة الخصائص الكيميائية و محتوى الجسم من العناصر الثقيلة (الكادميوم والرصاص) لأسماك القاروص (*Dicentrarhus labrax* L) البرية و المستزرعة

*وفاء مصطفى علي *عبدالباسط حسين إبراهيم **فايزة عمر محارب ***كريمة المبروك مؤمن

المستخلص: تعتبر المزارع السمكية بديلاً عن المصائد السمكية لتلبية احتياجات الإنسان من الأسماك و المنتجات البحرية الغذائية. ومع ذلك، فإن هذه المزارع تتأثر بالأنشطة البشرية المكثفة التي يمكن أن تؤثر على جودة الأسماك او المنتج. الهدف من هذه الدراسة هو مقارنة التركيب الكيميائي لأسماك قاروص *Dicentrarhuslabrax* L البحر الأبيض المتوسط البري والمزروع وتحديد مدى ومستوى تلوثها بالعناصر الثقيلة مثل الكادميوم والرصاص.

أظهرت النتائج ان مستوى الرطوبة في الأسماك البرية 78.7±0.8 على معنويا مقارنة بالأسماك المستزرعة 72.6 ±1.01 بينما كان محتوى الدهن 0.8± 4.6 و البروتين 1.01±18.3 أعلى معنويا في الاسماك المستزرعة مقارنة بالأسماك البرية 0.10±0.53 و 0.27± 17.59على التوالي.

تم تسجيل أعلى تراكم للمعادن الثقيلة الكادميوم والرصاص 0.00±0.035 و 0.00±0.45 على التوالي في أسماك القاروص المستزرع مقارنة بمحتوى الأسماك البحرية من الكادميوم والرصاص 0.00±0.02 و0.00± 0.083 على التوالي. خلصت هذه الدراسة انه الرغم أن الأسماك المستزرعة ذات تركيز اعلى من الدهون والبروتين و لكنها ليست آمنة للاستهلاك الآدمي بسبب وجود الرصاص والكادميوم أعلى من مستوى الحدود المسموح بها.

الكلمات الافتتاحية: المحتوى الكيميائي الكيميائية، العناصر الثقيلة، السماك القاروص البحرية والمستزرعة.

1. المقدمة:

يساهم قطاع الاستزراع المائي خلال العشرين سنة الماضية في تغذية الإنسان بتوفير أسماك ذات جودة غذائية عالية وبأسعار منخفضة، بالإضافة لحماية المخزون الطبيعي لبعض أنواع الأسماك من الانقراض بسبب الصيد الجائر والاستغلال غير الأمثل. علاوة على ذلك، فإن الأسماك المستزرعة تلبي الطلب المتزايد على مساحيق الأسماك (FAO, 2018). على أي حال، تواجه المزارع السمكية تحديًات كبيرّة في منتجاتها من الأسماك والاحياء المائية الأخرى من حيث جودتها وصلاحيتها للاستهلاك وخلوها من الملوثات ومدى تشابهه تركيبها الكيميائي مقارنة بالأسماك البحرية لنفس النوع المستزرع (Nettleton and 1992 Exler). تختلف الأسماك البرية والمزروعة من حيث العناصر الغذائية والكيميائية على اعتبار ان النظام الغذائي المستخدم في تغذية الأسماك المستزرعة هو أحد العوامل الرئيسية التي تؤثر على هذه الخصائص(Lie, 2001; Rasmussen, 2001)يتم تقييم "جودة" الأسماك باستخدام معايير مختلفة: نسبة الانتاج، ومحتواها من الدهون والبروتين وخلوها من الامراض والمسببات المرضية و بعض الخصائص المظهرية الأخرى مثل الملمس، واللون. يختلف تكوين الدهون والأحماض الدهنية للأسماك اعتمادًا على مجموعة متنوعة من العوامل بما في ذلك الأنواع، والعمر، وأصل المياه العذبة أو البحرية، والنظام الغذائي، وما إذا كانت مستزرعة أو برية (Jankowska et al., 2003). يمثل النظام الغذائي العامل المحدد الرئيسي الذي يؤثر على تكوين الدهون والبروتينات والأحماض الدهنية، وبهذا تمتلك صناعة تربية الأحياء المائية طريقة لتعديل صورة العناصر الغذائية للأسماك بشكل مفيد. وفقًا

* محاضر مساعد، انتاج الأسماك، قسم علوم بحرية، كلية الموارد الطبيعية وعلوم البيئة، جامعة عمر المختار، طبرق، ليبيا
wafa.mustafa@tu.edu.ly
* أستاذ تغذية الأسماك المساعد، قسم علوم بحرية، كلية الموارد الطبيعية وعلوم البيئة، جامعة عمر المختار، طبرق، ليبيا
** أستاذ الميكروبيولوجي المساعد، قسم الاحياء، كلية العلوم، جامعة عمر المختار، طبرق، ليبيا
*** محاضر، بيولوجي الأسماك، قسم علوم البيئة، كلية الموارد الطبيعية وعلوم البيئة، جامعة عمر المختار، البيضاء، ليبيا

لجمعية القلب الأمريكية، فقد ثبت أن الأحماض الدهنية n-3 تساعد في الوقاية من أمراض القلب عن طريق تقليل مخاطر عدم انتظام ضربات القلب والتخثر وخفض مستويات الدهون الثلاثية في البلازما وضغط الدم، بالإضافة الى أن استهلاك 200-400 جرام/يوم من الأسماك الدهنية يقلل أيضًا من الربو وتصلب الشرايين والتهاب المفاصل ونمو الأورام وأمراض أخرى(American Heart Association, 2002).

تعتبر العناصر الثقيلة من اكثر الملوثات التي تضر بالبيئة البحرية وتسبب خللا في التوازن البيئي غير قابلة للتحلل البيولوجي مع تأثيرات سامة طويلة الأمد، والتي تنتقل وتتراكم داخل اجسام الكائنات البحرية من البيئة المائية او البحرية إلى الأحياء المائية بواسطة طرق ومسارات مختلفة (حديد، حليمة علي، 2017)، تتراكم العناصر الثقيلة في انسجة الى الأسماك بشكل مباشر عبر السلسلة الغذائية بواسطة الغذاء الملوث بالعناصر الثقيلة او بشكل غير مباشر بواسطة الخياشيم (Gibson ،1994)، كما أن للأسماك القدرة على تجميع العناصر الثقيلة بتراكيز أعلى مما في الماء بسبب تغذيتها على الطحالب والكائنات الحية او الغذاء الصناعي المقدم لها (Olaifa et al., 2004).

يعتبر الرصاص والكاديميوم من أكثر المعادن سمية لما لهما من تأثيرات لها تأثيرات صحية ضارة ومن اهم الامراض التي يسببها تراكم الرصاص هي امراض الجهاز العصبي وبشكل خاص الشلل بسبب ترسبه بصورة فوسفات الرصاص والذي يسبب منع نقل الإشارات العصبية (Afshan et al., 2014) وكذلك ترسبه في العظام ويسبب الكثير من الاضرار للكلى والكبد ويؤثر على القلب ويزيد من معدل ارتفاع في ضغط الدم (السراج وآخرون، 2013). يعتبر الكادميوم هو عنصر ذو سمية عالية حيث يعمل على تثبيط الجهاز المناعي والخصوبة وكذلك يؤدي الى هشاشه العظام ويعمل كذلك على و تغيير التركيب المجمع للانزيم (Cheng and Gobas, 2007) وفي حالة ترسبه بشكل كبير يؤدي الى الإصابة بالسرطان Afshan.et al., (2014

سمك القاروص (*Dicentrarchus labrax* L.) هي من الأسماك البحرية اكلات اللحوم وفي البيئة الطبيعية، تتغذى على الفرائس الغنية بالدهون وتعتبر مناسبة للاستزراع المائي بسبب تكيفها السريع وإمكانية تفريخها صناعيا .Haque et al) (2020. كما أنها تعتبر أسماك ذات قيمة تجارية عالية في دول البحر الأبيض المتوسط ولقد زاد الإنتاج العالمي منها في السنوات الأخيرة بسبب الإفراط في صيدها وزيادة عدد السكان (Saglik et al., 2003). أثار إنتاج أسماك القاروص المستزرعة مخاوف بشأن جودتها الغذائية وبشكل خاص محتواها من البروتين والدهون والتركيبات المعدنية وخلوها من الملوثات مقارنةً بالأسماك التي يتم اصطيادها من البراري (Alasalvar et al., 2002) لذلك تهدف هذه الدراسة الى مقارنة محتويات الجسم و مدى خلوه من الملوثات مثل بعض العناصر الثقيلة كالكادميوم والرصاص في أسماك القاروص البري والمستزرع.

2. المواد و طرق البحث:

2.1 موقع الدراسة:

أجريت هذه الدراسة في مختبر تغذية الأسماك بكلية الموارد الطبيعية و علوم البيئة "جامعة عمر المختار". تم فحص اكثر من 30 عينة من أسماك القاروص الطازجة و المصطادة محليا و 30 عينة من اسماك القاروص المستزرعة والمتوفر في الأسواق المحلية.

أسماك القاروص المستزرعة تم تربيتها بنظام الاستزراع المكثف باستخدام الاقفاص العائمة وتم تغذيتها على علائق متزنة كما هو موضح بالجدول 1.

جدول (1) : تكوين النظام الغذائي المستخدم في تغذية أسماك القاروص المستزرعة.

المكونات	المحتوى (٪)
مسحوق السمك	60
مسحوق وجبة القمح	19.9
مالتوديكسترين	5
زيت فول الصويا	4
زيت السمك	10.1
مخلوط الفيتامينات و الاملاح	1

وتراوحت الخواص الكيميائية لمياه الاستزراع كالاتي (درجة الحرارة:27-21 م°؛ الملوحة: 35 ‰؛ الرقم الهيدروجيني:8.1). بينما كانت الخواص الكيميائية لمياه أسماك القاروص البرية المصادة كالاتي (درجة الحرارة: 25 م°؛ الملوحة: 35 ‰؛ الرقم الهيدروجيني: 7.9).

2.2 جمع و اعداد العينات:

تم جمع عينات الأسماك المصطادة من الأسواق المحلية في مدينة البيضاء، ووضعت الطازجة منها في أكياس من البولي ايثلين وتم تسجيل تاريخ اخذ العينات على الاكياس المستخدمة وترقيمها، ثم وضعت في صناديق بها ثلج مجروش ومن ثم نقلت الى مختبر تغذية الأسماك بكلية الموارد الطبيعية وعلوم البيئة. أما فيما يخص عينات القاروص المستزرعة والمجمدة فقد تم وضعها في صناديق مبردة لغرض اذابة التجميد بعد نقلها الى المعمل في أكياس البولي ايثلين.

2. 3 القيمة الغذائية للأسماك المدروسة:

تم تحديد القيمة الغذائية للأسماك المصطادة و المستزرعة بالطرق التي تم وصفها بواسطة (AOAC 1997). وتم تقدير القيمة الغذائية للعينات وفقا للطرق الاتية:

3.2.1 المادة الجافة:

تم وزن البوتقات الخزفية النظيفة الجافة (ن1) من ثم إضافة 2 جم من العينة إلى بوتقة خزفية مسبقة الوزن (ن2) وتجفيفها بالفرن عند 105 درجة مئوية لمدة 24 ساعة. بعد ذلك تبريد البواتق في مجفف ثم وزنها من جديد (ن3) تم حساب محتوى الرطوبة ومحتويات المادة الجافة على النحو التالي:

$$\text{الرطوبة}(\%) = \frac{\text{ن}_1 - \text{ن}_3}{\text{ن}_1 - \text{ن}_2} \times 100$$

المادة الجافة (%)= 100 – الرطوبة

3.2.2 الرماد الخام:

بعد قياس الرطوبة ، يتم حرق البوتقات الخزافية عند 600 درجة مئوية في الفرن لمدة 4 ساعات. بمجرد تبريدها في المجفف، يتم إعادة وزن البوتقات (ن4)و بالتالي يتم تقدير محتوى الرماد على النحو التالي:

$$\text{الرماد}(\%) = \frac{\text{ن}_1 - \text{ن}_4}{\text{ن}_1 - \text{ن}_2} \times 100$$

3.2.3 البروتين الخام:

تم تحديد البروتين الخام بطريقة كالداهل Kjeldahl باستخدام جهاز كالداهل لتقدير البروتين البروتين. وذلك بوضع ما يقرب من 200 مليغرام من العينة في قوارير حجمية سعة 100 مل. وإضافة قرص محفز و 6 مل من حمض الكبريتيك المركز65% و من ثم يتم تسخين الدوارق عند 410 درجة مئوية باستخدام وحدة الهضم لمدة ساعة واحدة. بمجرد أن يبرد ، يتم المعايرة بواسطة جهاز كالداهل.

3.2.4 الدهن الخام:

تم قياس الدهون الخام باستخدام جهاز Soxhlet بوضع ما يقرب من 2 جم من العينة (ن1) في بواتق السليلوز. بعد ذلك يتم وزن اكواب التجميع المجففة النظيفة (ن2) ووضع 80 مل من بتروليوم الايثر في اكواب التجميع. و من ثم وضع بواتق السليلوز والاكواب في محلل الدهون لمدة 55 دقيقة. بعد الاستخلاص، تستخرج الاكواب وتجفف بالفرن عند 120درجة مئوية لمدة ساعتين ليتبخر الأثير. بعد تبريد الاكواب في مجفف يتم إعادة وزنها(ن3) و يتم تقدير مستخلص الأثير على النحو التالي.

$$\text{المستخلص الاثيري}(\%) = 100\ X\ \frac{\text{ن2} - \text{ن3}}{\text{ن1}}$$

4.2 تقدير العناصر الثقيلة:

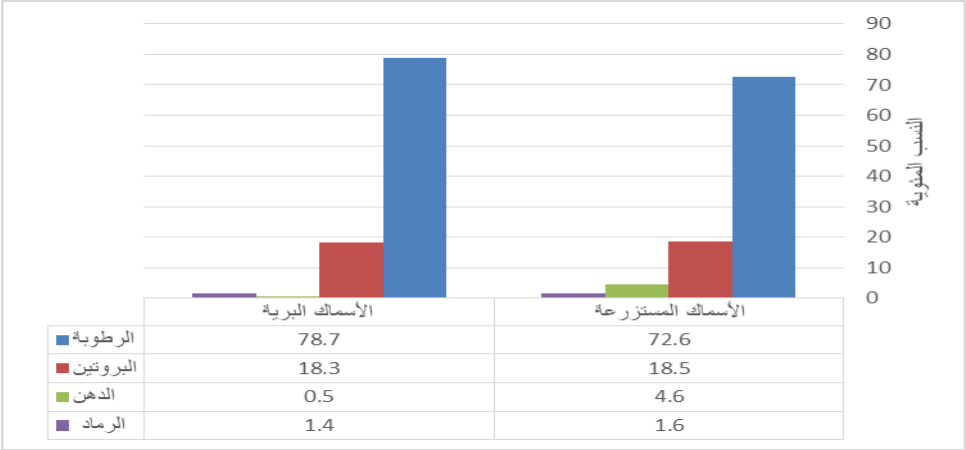
تم تقدير العناصر الثقيلة (الكادميوم والرصاص) كما وصفها Tiimub and Afua, 2013بواسطة هضم حوالي 0.5 جم من العينة المراد اختبارها في كاس سعة 250مل ثم أضيف إليه 10 مل من محلول الهضم المتكون من حامض النتريك المركز وحامض الكبريتيك المركز وحامض البركلوريك المركز بنسبة (1:1:1) ثم قيست الامتصاصية لكل عينة بواسطة جهاز طيف الانبعاث الذري Atomic Absorption spectrophotometer

5.2 التحليل الاحصائي:

لمقارنة التركيب الكيميائي للأسماك البرية والمستزرعة ومحتواها من المعادن الثقيلة (الكادميوم والرصاص)تم استخدام اختبار t.test وحللت النتائج احصائيا باستخدام اختبار دنكن المتعدد المدى لمعرفة فيم اذا كان هناك فروقات معنوية بين الأسماك المختبرة عند مستوى احتمالية($P \leq 0.05$) كل هذه الاختبارات أجريت بواسطة SPSS .19v .

3. النتائج و المناقشة:

من خلال البيانات المعروضة في الشكل رقم 1 الذي يبين متوسط نسب الرطوبة في جسم الاسماك المختبرة حيث كانت أعلى معنويا ($P<0.01$) في اسماك القاروص البرية (0.8±78.7) مقارنة بالأسماك المستزرعة (1.01±72.6). وتبين النتائج في الشكل 1 أن معدل البروتين لم يتأثر معنويا ($P>0.05$) وحيث سجلت الأسماك المستزرعة نسبة (18.3 ±1.01) والأسماك البرية (0.4±18.5). في حين تأثر معنويا معدل محتوى الدهن الكلي في الجسم حيث كان أعلى معنويا ($P<0.01$) في الاسماك المستزرعة (0. 8±4.6) مقارنة بالأسماك البرية (0.1±0.5) كما في الشكل رقم1. من جهة أخرى لم يلاحظ أي فروقات معنوية للمحتوى للرماد بين اسماك القاروص المستزرعة والبرية حيث كانت متوسطاتها (0. 2±1.6 و 0.1±1.4 على التوالي) كما هو مبين بالشكل رقم 1.



شكل (1) يبين قيم متوسطات التحليلات الكيميائية لسمكة القاروص المستزرعة و البرية

من خلال البيانات المتحصل عليها نلاحظ ان اسماك القاروص المستزرعة محتوى اجسامها من الدهن اعلى معنويا من اجسام أسماك القاروص البحرية ولم تختلف محتواها من البروتين معنويا. هذه النتائج تتفق جزئيا مع عدة دراسات سابقة مماثلة فقد اكد Nabil Smichiوآخرون (2017) من خلال التحليل التقريبي لتركيب الجسم لأسماك القاروص المستزرعة بانها غنية في محتواها من البروتين 0.60±28.6 والدهن الخام 21.98 ±0.51 مقارنة بمحتوى الاسماك البرية من البروتين و الدهن على التوالي 25.35 ±0.01 و 13.1 ±0.15 على التوالي. كذلك أظهرت شرائح سمك القاروص المستزرعة من كالاماسباليونان مستوى مرتفع معنويا بالدهن 7.31 ±1.59 من الشرائح البرية 1.68 ±1.9(Lenas et al. 2010). والسبب الرئيسي لارتفاع محتوى اسماك القاروص المستزرعة بالدهن والبروتين يرجع الى تأثير تغذيتها خلال فترة التربية على علائق غنية بمحتواها من البروتين والدهن مما أدى الى ترسبها في العضلات عند البلوغ (Ramírez et al. 2013). بالإضافة الى ان اختلاف تركيب الجسم قد يكون مرتبط بعوامل أخرى مختلفة مثل الموسم والموقع والنظام الغذائي والعمر (Bandarra et al.1997).

يعتبر الرصاص و الكادميوم من اكثر العناصر الثقيلة الملوثة للبيئة المائية، وتعد دراسة محتوى الأسماك من العناصر الثقيلة من اهم المؤشرات والتي من خلالها يتم معرفة كمية ما يصل منها الى جسم الانسان كونه مستهلك رئيسي للأسماك سواء البرية او المستزرعة (المرشدي، 2014).

تبين النتائج المتحصل عليها في الجدول رقم (2) ان تركيز الرصاص والكادميوم في جسم أسماك القاروص المستزرعة (0.07±0.39 و 0.01± 0.03 على التوالي) أعلى معنويا ($P<0.01$) مقارنة باسماك القاروص البرية (0.01±0.08 و 0.01±0.02 على التوالي). تتوافق هذه النتيجة مع نتائج العديد من الدراسات حول تلوث أنواع من الأسماك البرية والمستزرعة بالمعادن الثقيلة (Canli and Atli 2003 ؛ Amundsenet al. 2007 ؛ Authmanet al. 2013).

الجدول (2): تقدير العناصر الثقيلة (الكادميوم و الرصاص) في عينات الأسماك المدروسة

العناصر الثقيلة المختبرة	الاسماك المستزرعة	الأسماك البرية
الكادميوم	$0.01 \pm {}^{a}0.03$	$0.00 \pm {}^{b}0.02$
الرصاص	$0.07 \pm {}^{a}0.39$	$0.01 \pm {}^{b}0.08$

تشير الأحرف المرتفعة المختلفة داخل نفس الصف إلى وجود اختلافات معنوية عند مستوى ($P<0.05$).

تقع معظم مواقع الاستزراع السمكي بشكل عام في خلجان ضحلة نوعا ما وهي محاطة بشكل شبه كامل بالسواحل بحيث تكون أقفاص الأسماك محمية من الأمواج والتيارات القوية. هذه التضاريس شبه المغلقة تقلل من دوران المياه والتي يمكن أن تؤدي

إلى تفاقم مشاكل التلوث في العديد من مواقع تربية الأسماك. بالإضافة إلى ذلك أحيانا يتم تغذية الأسماك المستزرعة البحرية بأعلاف صناعية مساحيق الأسماك فيها منتجة من أسماك رمية ملوثة بالعناصر الثقيلة وبالتالي يمكن أن تؤدي كثافة التخزين العالية واستخدام منتجات الأسماك الملوثة كعلف إلى زيادة تحميل المغذيات بهذه الملوثات. فيما يتعلق بمحتوى الكادميوم، فأن مصدره الرئيسي في الأسماك المستزرعة هو الاعلاف وأن العلف هو أعلى مصدر للكادميوم المتراكم في الجهاز الهضمي (Afshan.et al., 2014).بينما يعد الرصاص في الواقع أحد أكثر المعادن انتشارًا في البيئة (المرشدي،2014)، ويبدو أن تراكم الرصاص في الأنسجة ليس من أصل غذائي الرصاص حيث يدخل الى الانظمة البيئية المائية من خلال مياه الصرف الصحي والصناعي ومجاري النفايات.

ختاما بينت هذه الدراسة الى وجود اختلافات مهمة في التركيب الكيميائي لأسماك القاروص البري والمستزرع والتي يمكن أن تتأثر بعدة عوامل من أهمها التغذية وأنظمة التغذية والظروف المعيشية. ومع ذلك ، فان المحتوى المرتفع من الكادميوم والرصاص الموجود في الأسماك المستزرعة بسبب الإدارة الغير سليمة للاستزراع السمكي تجعل هذه المنتجات غيرآمنة للاستهلاك الآدمي.

Summary : cultured fish are an alternative to fisheries to meet human needs for fish and food products . However , these cultured fishs are affected by intensive human activities that can affect the product .The objective (W1) of this study is to compare the chemical composition of wild and Aquaculture fish Mediterranean sea bass Dicentrarhus labrax L. Contamination with heavy elements such as cadmium and lead. The results showed that the moisture level in wild fish was 0.8±78.7 Significantly higher compared to cultured fish 1.01±72.6, while the fat content was 0.8+4.6 and protein 1.01 +18.3 significantly higher in cultured fish compared to wild fish . The highest accumulation of heavy metals cadmium and lead (0.00+0.035 and 0.00 +0.45, respectively . were recorded in cultured sea bass compared to marine fish content of cadmium and lead (0.00 + 0.02 and 0.00 + 0.083, respectively). Although the cultured fish has a higher concentration of fat and protein , it is not safe for human consumption due to the presence of lead and cadmium above the permissible limits.

Keywords : chemical content, heavy metals, of marine and farmed sea bass

4. المراجع:

4.1 المراجع العربية:

السراج،إيمان سامي. منى حسين جانكير. ساطع محمود الراوي. (**2014**). **دراسة التراكم الحيوي لبعض العناصر الثقيلة في نسج وأعضاء ثلاثة نواع من الأسماك المجمعة من نهر دجلة ضمن مدينة الموصل**،مجلة علوم الرافدين، المجلد 25 العدد 2

المرشدي، سارة زين عطاالله. (**2014**) . **دراسة تركيز الرصاص في الدم على تركيز الحديد وبعض القياسات الكيميائية دم عمال محطات الوقود في منطقة الرياض**. رسالة ماجستير. جامعة نايف العربية للعلوم المنية.

حديد حليمة علي. (**2017**). **تأثير بعض العناصر الثقيلة على الخصائص الحيوية لبعض أنواع الاسماك في شاطئ مدينة مصراتة، ليبيا**.

4.2 المراجع الاجنبية:

Afshan, S., Ali, S., Ameen, U. S., Farid, M., Bharwana, S. A., Hannan, F., and Ahmad, R. (2014). Effect of different heavy metal pollution on fish. Research Journal of Chemical and Environmental Sciences, 2(1), 74-79.

Alasalvar, K., Taylor, K.D.A., Zubcov, E., Shahidi, F., Alexis, M., 2002. Differentiation of cultured and wild sea bass (*Dicentrarchus labrax*): total lipid content fatty acid and trace mineral composition. Food Chem. 79, 145–150.

American Heart Association, 2002. Fish oil and omega-3 fatty acids.

Retrieved March 18, 2003 from the World Wide

Available at http://www.americanheart.org.com[online Month, year

Amundsen, P.A., Staldvik, F.J., Lukin, A.A., Kashulin, N.A., Popova, O.A. and Reshetnikov, Y.S., 1997. Heavy metal contamination in freshwater fish from the border region between Norway and Russia. Science of the total environment, 201(3), pp.211-224.

AOAC 1997. Official Methods of Analysis of AOAC International, 16th /Ed. AOAC International, Arlington.

Authman, M.M., Ibrahim, S.A., El-Kasheif, M.A. and Gaber, H.S., 2013. Heavy metals pollution and their effects on gills and liver of the Nile catfish *Clarias gariepinus* inhabiting El-Rahawy drain, Egypt. Global Veterinaria, 10(2), pp.103-115.

Bandarra, N.M., Batista, I., Nunes, M.L., Empis, J.M., Christie, W.W., 1997. Seasonal changes in lipid composition of sardine (*Sardina pilchardus*). J. Food Sci. 62, 40–42.

calcarifer: Effects of egg stocking density on the fertilization, hatching and survival rate. Scientific African, 12.

Canli, M. and Atli, G., 2003. The relationships between heavy metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) levels and the size of six Mediterranean fish species. Environmental pollution, 121(1), pp.129-136.

Cheng, W.W. and Gobas, F.A., 2007. Assessment of human health risks of consumption of cadmium contaminated cultured oysters. Human and Ecological Risk Assessment, 13(2), pp.370-382.

Gibson, R.N., 1994. Impact of habitat quality and quantity on the recruitment of juvenile flatfishes. Netherlands Journal of Sea Research, 32(2), pp.191-206.

González, S., Flick, G.J., O'keefe, S.F., Duncan, S.E., McLean, E. and Craig, S.R., 2006. Composition of farmed and wild yellow perch (*Perca flavescens*). Journal of Food Composition and Analysis, 19(6-7), pp.720-726.

Haque, M.A., Hossain, M.I., Aftabuddin, S., Habib, A. and Siddique, M.A.M., 2021. First onboard fertilization of Asian seabass, Lates.

Lenas, D., Loghothetis, P., Kanlis, G., Nathanailides, C., 2010. Comparison of fatty acids in the brains of wild and reared sea bass *Dicentrarchus labrax* L. and sea bream *Sparus aurata* L., and living in the same natural environment. Int. Aquat. Res. 2, 135–141.

Lie, Ø., 2001. Flesh quality–the role of nutrition. Aquaculture Research, 32, pp.341-348.

Nettleton, J.A. and Exler, J., 1992. Nutrients in wild and farmed fish and shellfish. Journal of Food Science, *57*(2), pp.257-260.

Olaifa, F.E., Olaifa, A.K., Adelaja, A.A. and Owolabi, A.G., 2004. Heavy metal contamination of *Clarias gariepinus* from a lake and fish farm in Ibadan, Nigeria. African Journal of Biomedical Research, 7(3).

Rasmussen, R.S., 2001. Quality of farmed salmonids with emphasis on proximate composition, yield, and sensory characteristics. Aquaculture Research 32, 767–786.

Ramírez, B., Montero, D., Izquierdo, M., Haroun, R., 2013. Aquafeed imprint on bogue (*Boops boops*) populations and the value of fatty acids as indicators of aquaculture-ecosystem interactions: are we using them properly. Aquaculture 414, 294–302.

Saglik S, Alpasian M, Gezgin T, Cetinturk K, Tekinay A, Guven KC .2003. Fatty acids composition of wild and cultivated gilthead seabream (*Sparus aurata*) and sea bass (*Dicentrarchus labrax*). Eur. J. Lipid. Sci. Technol. 105: 104-107.

Smichi, N., Abdelmalek, B.E., Kharrat, N., Sila, A., Gargouri, Y. and Fendri, A., 2017. The effects of storage on quality and nutritional aspects of farmed and wild sea bass (Dicentrachus labrax) muscle: In vitro oils digestibility evaluation. *Fisheries Research, 188*, pp.74-83.

Tiimub, B. M., and Afua, M. A. D. (2013). Determination of selected heavy metals and iron concentration in two common fish species in Densu River at Weija District in grater Accra region of Ghana. American International Journal of Biology, 1(1), 45-55.