

## Determination of some heavy metals in Dusky spinefoot, *Siganus luridus*, in the marine water of Baniyas (Tartous – Syria)

Dr. Mohamad Hassan\*  
Dr. Ali Sultaneh\*\*  
Dr. Gias Abbas\*\*\*  
Raeda Salah\*\*\*\*

(Received 10 / 4 / 2022. Accepted 18 / 8 / 2022 )

### □ ABSTRACT □

Contamination of fish with heavy metals is an important indicator of the environmental pollution, and the possibility of pollutants transfer along the food chain, up to humans.

This research aimed to determining the concentration of four heavy metals (Zn, Cu, Pb, and Cd) in the muscles (consumable parts) of *Siganus luridus*, and got a known about its Chemical composition. Sampling from the coastal water of Baniyas city, for two consecutive years, from March 2019 till February 2021.

Metals were analyzed using Atomic Absorption Spectroscopy, according to the electrothermal and flame techniques.

The results showed a higher concentrations of heavy metals in the muscles of *Siganus luridus* in the outlet area of Jobar River than in the other two sites, followed by the Baniyas River outlet area, and then by Al-Basiya area. The average concentration rates in the studied sites during the study period ranged between (3.482-6.120 µg/g wet weight) for zinc, (0.366-0.552 µg/g wet weight) for copper, and (0.0159-0.0249 µg/g wet weight) while cadmium had the least concentration (0.005-0.008 µg/g wet weight). However, all of these concentrations were under the Maximum Permissible limits imposed by the world Food and Agriculture Organization, and therefore they do not cause any threat to human health. It was classified as a low-fat fish according to its chemical composition, with an average fat content of 3.28%, where the protein, moisture and minerals percentages were ( 16.46%- 77.85%- 1.58%) respectively.

**Key words:** *Siganus luridus*, metallic elements , Zn, Cu, Pb, Cd, Syrian marine waters.

---

\* professor, Fish Systematic, Department of Animal Production, , Faculty of Agriculture, Tishreen University. Email:[mohamad30169@gmail.com](mailto:mohamad30169@gmail.com)

\*\* Lecturer, Food engineering, Department of Food Sciences, Faculty of Agriculture, Tishreen University.

\*\*\* Associate Professor , technical engineering, Department of Food technology, Faculty of technical Engineering, Tartous university,

\*\*\*\* Agricultural engineer, PhD student, Department of Animal Production, , Faculty of Agriculture, Tishreen University. Email:[Selenamah20614@gmail.com](mailto:Selenamah20614@gmail.com)

## تحديد تراكيز نزر بعض العناصر المعدنية الثقيلة والتركيب الكيميائي عند سمك الغريبة الصخري *Siganus luridus* المصاد من المياه البحرية لمنطقة بانياس (طرطوس - سوريا)

د.محمد حسن\*

د.علي سلطنة\*\*

د.غياث عباس\*\*\*

رائدة صلاح\*\*\*\*

(تاريخ الإبداع 10 / 4 / 2022. قبل للنشر في 18 / 8 / 2022)

### □ ملخص □

يعد تلوث الأسماك بالعناصر المعدنية الثقيلة مؤشراً هاماً على مدى تلوث البيئة التي تعيش فيها، وإمكانية انتقالها ضمن السلسلة الغذائية وصولاً إلى الإنسان. يهدف هذا البحث إلى تحديد تراكيز أربعة عناصر معدنية ثقيلة (Zn, Cu, Pb, Cd) في الجزء العضلي (المأكول) لسمك الغريبة الصخري *Siganus luridus*، والتعرف على التركيب الكيميائي له، وجمعت العينات السمكية من ثلاثة مواقع على شاطئ مدينة بانياس لمدة عامين متتاليين (آذار 2019 حتى شباط 2021)، وحللت باستخدام مطيافية الامتصاص الذري، وفق تقانتي التذرية الكهروحرارية والتذرية باللمب.

بيّنت نتائج الدراسة ارتفاع تراكيز العناصر المعدنية الثقيلة في عضلات سمك الغريبة الصخري في منطقة مصرف نهر جوبر عنها في الموقعين الآخرين، يليه منطقة مصب نهر بانياس، ومن ثم منطقة الباصية، حيث تراوحت المعدلات الوسطية لتراكيز هذه العناصر في كافة المواقع المدروسة خلال فترة الدراسة (3.482-6.120 ميكروغرام / غرام وزن رطب) لعنصر الزنك، يليه عنصر النحاس (0.366-0.552 ميكروغرام / غرام وزن رطب)، ومن ثم الرصاص (0.0159-0.0249 ميكروغرام / غرام وزن رطب)، في حين كان عنصر الكاديوم أقلها تركيزاً (0.005-0.008 ميكروغرام / غرام وزن رطب)، وكانت تراكيز جميع العناصر المدروسة ضمن الحدود المسموح بها من قبل منظمة الأغذية والزراعة العالمية، ولذلك فهي لا تشكل خطراً على صحة الإنسان المستهلك النهائي لها، وصنف هذا النوع تبعاً لتركيبه الكيميائي من الأسماك منخفضة الدهون إذ حقق متوسط نسبة دهن (3.28) %، وكانت نسبة كل من البروتين والرطوبة والمواد المعدنية (16.46% - 77.85% - 1.58%) على التوالي.

**الكلمات المفتاحية:** الغريبة الصخرية، عناصر ثقيلة، الزنك، النحاس، الرصاص، الكاديوم، المياه البحرية السورية.

\* أستاذ - تصنيف أسماك - قسم الإنتاج الحيواني - كلية الهندسة الزراعية - جامعة تشرين. اللاذقية، سورية mohamad30169@gmail.com

\*\* مدرس - هندسة غذائية - قسم علوم الأغذية - كلية الهندسة الزراعية - جامعة تشرين. اللاذقية، سورية

\*\*\* أستاذ مساعد - هندسة تقنيّة - قسم تقانة الأغذية - كلية الهندسة التقنيّة - جامعة طرطوس. سورية

\*\*\*\* مهندسة زراعية - طالبة دكتوراه - قسم الإنتاج الحيواني - كلية الهندسة الزراعية - جامعة تشرين. اللاذقية، سورية

Selenamah20614@gmail.com

## مقدمة

تعد الأسماك من المصادر الغذائية المهمة (FAO, 2005)، إضافة لأهميتها العلاجية والاقتصادية، فهي سهلة الهضم ومصدر هام للبروتينات التي تحتوي على جميع الأحماض الأمينية الأساسية الضرورية للإنسان (Olomu, 1995)، أما دهون الأسماك فتتميز باحتوائها على نسبة مرتفعة من الأحماض الدهنية الأساسية غير المشبعة، فضلاً عن العناصر المعدنية كالفوسفور، والفيتامينات (لاسيما أ، د) اللازمة لنموه وقيام الجسم بوظائفه الطبيعية المختلفة (Khreit & Alkhalaf, 2013).

وعلى الرغم من أهميتها، فالأسماك هي مكان لنقل العديد من الملوثات ضمن السلسلة الغذائية، وإيصالها إلى الإنسان كمستهلك نهائي في هذه السلسلة. وتحظى دراسة تأثير الملوثات ومن بينها العناصر المعدنية الثقيلة على الكائنات الحية عموماً، وعلى الأسماك خصوصاً (Al-Busaidi, 2011)، على اهتمام متزايد في العديد من دول العالم، وعلى المستوى المحلي (Hammoud and Salama, 2016)، وخاصة بعد

ازدياد النشاطات الصناعية، بسبب التلوث البيئي والسمية لبعضها (Pb, Cd) حتى ولو وجدت بتراكيز منخفضة. (Hall, 2002; Simon *et al.*, 2011) في حين أن وجود عناصر أخرى (Zn, Cu) ويتراكيز معينة يعد ضروري لنمو الكائنات الحية، غير أن التعرض المستمر لمثل هذه التراكيز ولفترة طويلة يؤدي إلى تراكمها في الأنسجة الحية عن طريق الجلد مباشرة أو عن طريق الغذاء أو عبر شرب ماء البحر (Yilmaz *et al.*, 2007; Zhao *et al.*, 2012)، مما يتسبب بتراكيز مرتفعة أعلى من التراكيز

اللازمة لنموها الطبيعي، وانتقالها عبر السلسلة الغذائية، حيث قد تصل إلى درجة السمية للإنسان (Gonzalez and Armenta, 2008; Alawdat and Mohammed, 2002). بينت منظمة

الصحة العالمية (WHO) قدرة بعض العناصر المعدنية الثقيلة على التراكم في أعضاء جسم الإنسان المختلفة (الكاديوم (Cd) والزرنيق (Hg) والرصاص (Pb) (Rahimi *et al.*, 2010)، وتعمل الكائنات الحية التي تعيش في البيئة المائية كمؤشرات حيوية تعطي إنذاراً بزيادة مستويات التلوث.

تعد دراسة تراكيز نزر العناصر المعدنية الثقيلة في الأسماك من المواضيع الهامة، كونها تعكس التغيرات الحاصلة على هذه العناصر في الوسط البحري من مياه ورسوبيات وكائنات حية بحرية (Gibson,

1991, NOAA, 1994)، وتعطي فكرة عن مصادر هذه الملوثات مثل: مياه الصرف الصحي، الأراضي

الزراعية، مخلفات المصانع وما تحمله المجاري المائية، حيث تتراكم العناصر عند دخولها الوسط المائي وفي الرسوبيات البحرية (Mahfoud *et al.*, 2003; Cohen *et al.*, 2001)، وعند تناول الكائنات

البحرية رسوبية كانت أم فتاتية التغذية، غذائها على هيئة محاليل أو من خلال بلع الجزيئات الغذائية الغنية بهذه المعادن (Luoma and Fisher, 1997)، تتراكم هذه الملوثات ضمن أنسجتها المختلفة

(O' Connor, 1998)، وتعتمد درجة التراكم على نشاطها الاستقلابي ونموها وتركيبها الحيوي وحالتها

الغذائية والتكاثرية (Mustafa and Guluzar, 2003)، وبالتالي تعكس الأسماك صورة عن البيئة

المحيطة، لذلك يمكن استخدامها في دراسة ومراقبة التلوث الحيوي في البيئة البحرية (FAO, 1983).

## أهمية البحث وأهدافه :

تعود أهمية هذا البحث إلى كونه يعنى بواقع التلوث في شاطئ بانياس عموماً، والتلوث بالعناصر المعدنية الثقيلة في مواقع الصيد القريبة من بعض المنشآت الصناعية والخدمية والسياحية خصوصاً. وقد اختير لهذه الدراسة نوع الغريبة الصخرية *S. luridus*، ذي الاستهلاك الواسع على المستوى المحلي لأهميته الغذائية ورخص ثمنه نسبياً؛ إذ تعيش أفراد هذا النوع في المنطقة الشاطئية ويتغذى على الطحالب التي لها قدرة على تركيز العناصر المعدنية الثقيلة، وبالتالي فإن تلوثه يشكل خطراً على صحة الإنسان المستهلك النهائي له، خاصة أن عمليات صيده وتسويقه تتم دون وجود رقابة صحية فعلية. لذلك وللتعرف على حالته الصحية والبيئية والتأكد بأنه صالح للاستهلاك البشري فقد هدف البحث هذا إلى:

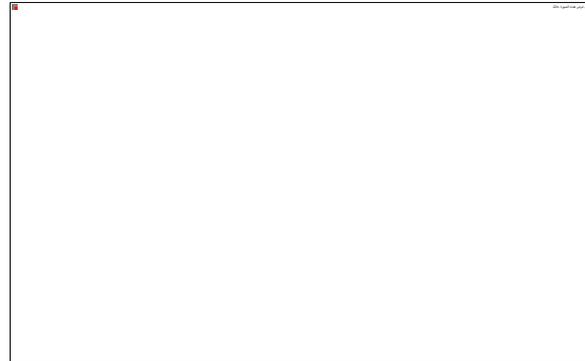
- التعرف على التركيب الكيميائي للسماك المدروس.
- تحديد تراكيز نزر بعض العناصر المعدنية الثقيلة في النسيج العضلي (المخصص للاستهلاك البشري) منه، ومعرفة ما إذا كانت هذه التراكيز ضمن الحدود المسموح بها دولياً.
- تحديد العلاقة بين تراكيز هذه العناصر وبعض المؤشرات الهامة مثل أماكن اعتيان العينات وطبيعة مصادر التلوث.

## طرائق البحث ومواده:

### 1-النوع المدروس:

أجريت الدراسة على سمك الغريبة الصخري (*Siganus luridus* (Rüppell, 1829)

الاسم الشائع له : Dusky spinefoot ، ويتبع لفصيلة *Siganidae*



الشكل(1): فرد من الغريبة الصخري *S. luridus*

بطول 17 سم، اصطياد بتاريخ 2019/8/19

وهو من الأسماك العظمية، أقصى طول معروف له هو 30 سم ولكن عادة يتراوح بين 10-22 سم، لديه شكل بيضوي وجسم مضغوط أفقي وعديم الحراشف، كما أن لونه متغير حسب توزعها الجغرافي، أشعة الزعانف سامة ومؤلمة جداً ولكنها ليست قاتلة، يستخدمها للدفاع عن نفسه ضد المفترسات، يمكن أن يتنافس على الطعام والمكان مع الأسماك العاشبة المحلية، وبالتالي يؤدي إلى تقليل أو القضاء على الطحالب في منطقة ما، وانخفاض كبير في التنوع البيولوجي (fishbase, 1994). يعد هذا النوع من الأسماك المهاجرة من البحر الأحمر والمحيط الهندي، والتي استقرت في البحر المتوسط، حيث وصلت عام 1955 لأول مرة إلى البحر المتوسط عبر قناة السويس (Bin-Tuvia, 1964)، وظهرت بصورة واضحة في شرق البحر المتوسط في أوائل القرن العشرين (Golani et al., 2002).

يعيش في المياه الساحلية الضحلة، بالقرب من القاع الرملي والصخري وعلى قيعان الشعاب المرجانية والصخرية بوجود الرواسب والنباتات، وفي القيعان قليلة العمق 2- 40 م (Göthel, 1992) وفي المناطق شبه الاستوائية، محب للحرارة، يتغذى على الأعشاب البحرية والطحالب القاعية، ويبقى بالقرب من سطح الماء (Woodland, 1990) وغالباً ما تعيش الأسماك البالغة منفردة أو في مجموعات صغيرة (3-4) أفراد، وينكاث في فصلي الربيع والصيف عند ارتفاع درجة حرارة مياه البحر إلى (24-29) م، ويمتد موسم وضع البيض بين شهري نيسان وآب (Golani *et al.*, 2002)، إذ تبقى اليرقات قرب السطح، وتبدأ بالتغذية على العوالق النباتية والحيوانية بعد 3 أيام من الفقس.

## 2-الاعتيان:

نُفذت الدراسة الحالية في المياه البحرية لمنطقة بانياس في محافظة طرطوس؛ إذ جمعت العينات المدروسة بصورة فصلية وذلك بدءاً من شهر آذار 2019 وحتى شهر شباط 2021، بوساطة شباك الصيد وقوارب الصيد والغطس، وذلك من ستة مواقع هي:



الشكل (2): صورة فضائية لمواقع الدراسة

**الموقع A:** مصرف نهر جوبر: تكثر فيه مصادر التلوث الصناعية، يبعد حوالي 800 م عن مصفاة بانياس، وحوالي 500 م عن شركة نقل النفط، ويبعد مسافة 5.7 كم عن المحطة الحرارية، ويقع بجانب منشأة سياحية (شاليهات مصفاة بانياس) إضافة إلى مصادر التلوث بالأنشطة البشرية الزراعية، إذ تتوزع على طول مجرى النهر وقرب المصب بيوت بلاستيكية وأراضي زراعية.

**الموقع A1:** يقع على بعد 500 م من الشاطئ المقابل لمصرف نهر جوبر.

**الموقع B:** مصب نهر بانياس: منطقة تكثر فيها الأنشطة البشرية بسبب قربه من مصب الصرف الصحي وكراج بانياس (120م) وميناء الصيد (180م)، والمحطة الحرارية (~2.6 كم)، ومصفاة بانياس (~3.2 كم).

**الموقع B1:** يقع على بعد 500 م من الشاطئ المقابل لمصب نهر بانياس.  
**الموقع C:** منطقة الباصية: وهي منطقة سياحية هامة تقع جنوب مدينة بانياس، بعيدة نسبياً عن الأنشطة البشرية التي تسبب تلوث المياه بالعناصر المعدنية الثقيلة (تبعد عن المحطة الحرارية حوالي 2 كم).  
**الموقع C1:** يقع على بعد 500 م من الشاطئ المقابل لمنطقة الباصية.

يعد كلا النهرين من الأنهار القصيرة، يمران بمدينة بانياس، ويغذي كل منهما نبع يبدأ من جبال الساحل السوري.  
**3-الأعمال الحقلية:**

جمعت العينات السمكية لمدة سنتين بدءاً من شهر آذار عام 2019 وحتى شهر شباط عام 2021، من الساحل السوري لمدينة بانياس، وبمعدل فصلي، وأخذت القياسات المورفولوجية لها، ومن ثم حفظت في صندوق من الثلج، ونقلت إلى المختبر، وحفظت في الثلاجة عند درجة حرارة -18م° لحين تهضمها.

### 3-4 الأعمال المخبرية:

#### 3-4-1 تقدير التركيب الكيميائي لسماك الغريبة الصخري:

أجريت التحاليل الكيميائية لتقدير نسبة كل من (الرطوبة، البروتين، الدهن، الرماد) كنسبة مئوية من العينة (AOAC, 1990) وفق الآتي:

**a. تقدير الرطوبة:** حففت العينات في الفرن عند درجة حرارة (105) م حتى ثبات الوزن، ثم بردت العينات وتم تقدير الرطوبة من خلال حساب الفرق بين الوزن قبل التجفيف وبعده، وعبر عنها كنسبة مئوية من العينة (غ رطوبة/100 غ مادة خام).

**b. تقدير البروتين:** استخدمت طريقة Kjeldhal كداهل، وعبر عن الناتج كنسبة مئوية (غ بروتين/100 غ مادة خام).

**c. تقدير الدهن:** تم استخلاص الدهون باستخدام جهاز سوكلت (Soxhlet) الآلي، بواسطة مزيج من المذيبات العضوية من الإيثر البترولي وثنائي إيثيل الإيثر، بنسبة (1:2) وعلى ثلاث مراحل (الاستخلاص، التنظيف، التجفيف) حتى تمام الاستخلاص، وتم التعبير عن الناتج كنسبة مئوية (غ دهن/100 غ مادة جافة).

**d. تقدير الأملاح المعدنية (الرماد):** رمدت العينات عند درجة حرارة (550-600) م حتى تقحم العينة، ومن ثم ظهر اللون الأبيض ليدل على نهاية الترميد. بردت العينات بعد ذلك وتم تقدير الرماد من خلال حساب الفرق في وزن العينة قبل الترميد وبعده، وعبر عن الناتج كنسبة مئوية للرماد في العينة (غ رماد/100 غ مادة خام)

#### 3-4-2 تحديد تراكيز نزر العناصر المعدنية الثقيلة في عضلات الأسماك :

- غسلت السمكة بالماء المقطر، ثم وضعت على سطح بلاستيكي نظيف ومغسول أيضاً بالماء المقطر.
- أخذت عينات بوزن 2 غ ووزن رطب من الجزء العضلي وبواقع ثلاث مكررات (من المنطقة بين المنتصف والذيل وأخرى قريبة من العمود الفقري) باستخدام سكين وملقط بلاستيكي نظيف، وتم وضعها في أنبوب اختبار نظيف، وهضمت لاحقاً كالتالي:

1. أضيف لها 5 مل من حمض الآزوت HNO<sub>3</sub> عالي النقاوة، أغلقت الأنابيب بإحكام وتركت لمدة (24-48) ساعة في درجة حرارة الغرفة.

2. وضعت أنابيب الاختبار في حمام مائي عند درجة حرارة 70 م (بعد سد فوهات الأنابيب جزئياً) على صفيحة التسخين Hotplate مع التحريك المستمر (لتسريع عملية التهضم) بغية تشكل محلول رائق عند إتمام عملية التهضم.

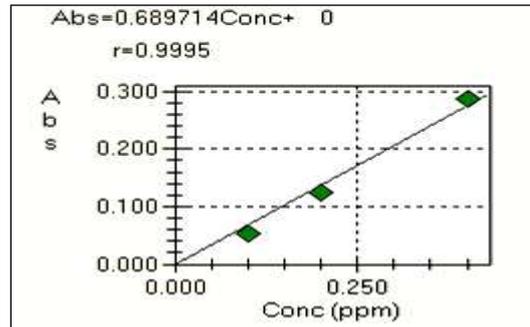
3. تترك أنابيب الاختبار مدة (24) ساعة في درجة حرارة الغرفة حتى تبرد.
4. نقلت المكونات النهائية إلى بالون معايرة نظيف سعة 25 مل، وأكمل الحجم إلى 25 مل بالماء ثنائي التقطير.
5. حفظت العينات ضمن عبوات معقمة من البولي ايثيلين استخدمت للمرة الأولى في الدرجة -4 م° لحين إجراء عملية التحليل باستخدام جهاز طيف الامتصاص الذري Atomic absorption (AAS) spectrometer موديل (Shimadzu AA -6300) .
6. حضر الشاهد (Blank) بنفس الشروط التي خضعت لها العينات المهضمة، وذلك بأخذ 5 مل من حمض الآزوت وطبقت الخطوات السابقة نفسها من التسخين والتهضيم والإكمال إلى الحجم النهائي.
7. حضرت سلسلة محاليل عيارية بتركيز مختلفة وفق طريقة الاستخلاص نفسها للعينات، وذلك حرصاً على إجراء القياسات في ظروف وشروط مشابهة.
8. تم تحديد تراكيز العنصرين (Zn, Cu) باستخدام تقانة التذرية باللهب، أما نزر العنصرين (Cd, Pb) فقد حددت بتقانة التذرية الكهروحرارية بمعدل 3 مكررات لكل عنصر، مقدرة بال ميكروغرام/غرام من الوزن الرطب. نعتت جميع الأدوات بحمض الآزوت المخفف (10%) لفترة كافية لضمان عدم احتوائها على عناصر معدنية ثقيلة مدمصة عليها من الداخل، وغسلت جيداً بالماء ثنائي التقطير قبل استخدامها.

### 3-4-3 تحضير المحاليل العيارية:

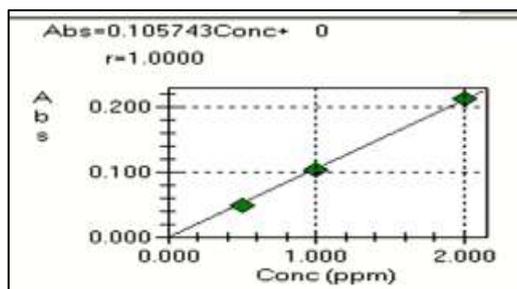
تم تحضير سلسلة المحاليل العيارية للعناصر المعدنية الثقيلة المدروسة بما يتناسب مع التقانة التحليلية المستخدمة. درست المحاليل العيارية للزنك ضمن مجال التراكيز ppm (0.1, 0.2, 0.4) ، وللنحاس ضمن مجال التراكيز ppm (0.5, 1, 2) بتقنية التذرية باللهب، كما هوي مبين في الشكلين (3,4) وفق الشروط الآلية والحرارية المحددة في الجدول (7).

كما درست المحاليل العيارية الكادميوم ضمن مجال التراكيز ppb (0.5, 1, 2) ، وللرصاص بتركيز (5, 10, 20) ppb بتقنية التذرية الكهروحرارية (الفرن الغرافيتي)، لأن التراكيز منخفضة جداً من رتبة ppb ولا يتحسس لها اللهب، الشكلين (5,6)، وفق الشروط الآلية والحرارية المحددة في الجدولين (8,9).

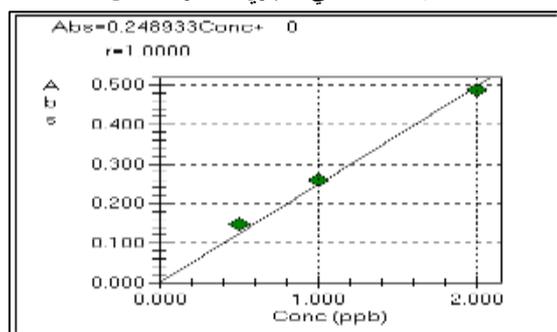
تم اختبار دقة التحاليل عن طريق عينة مقارنة الـ reference وهي عينة محضرة بتركيز محدد، بحيث يتم قياس تراكيز العناصر المعدنية الثقيلة فيها قياساً دورياً بعد كل ثلاث عينات.



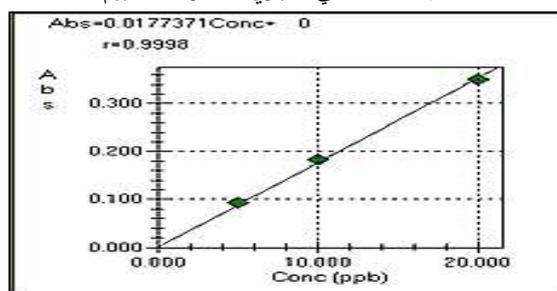
الشكل 3: المنحنى العياري لعنصر الزنك



الشكل 4: المنحني العياري لعنصر النحاس



الشكل 5: المنحني العياري لعنصر الكاديوم



الشكل 6: المنحني العياري لعنصر الرصاص

جدول (7) : الشروط الآلية وحدود الكشف المستخدمة في تقنية التذرية بالذهب للزنك والنحاس:

العنصر المدروس	نوع المصباح	طول الموجة nm	عرض الشق nm	شدة تيار المصباح mA	الزمن التكاملي للإشارة sec	نوع الذهب
Zn	HCL	213.9	1	5	2	إستلين + هواء
Cu	HCL	324.8	0.7	10	2	إستلين + هواء

جدول (8) : الشروط الآلية وحدود الكشف المستخدمة في تقنية التذرية الكهروحرارية للرصاص والكاديوم:

العنصر المدروس	نوع المصباح	طول الموجة nm	عرض الشق nm	شدة تيار المصباح mA	الزمن التكاملي للإشارة sec	الغاز الحامل	أنبوب الغرافيت
Pb	HCL	283.3	1.0	10	2	أرغون	Normal
Cd	HCL	228.8	1.0	8	2	أرغون	Normal

جدول (9) : الشروط الحرارية المستخدمة في تقنية التذرية الكهروحرارية (ETA - AAS) للخصائص والكادميوم:

العنصر المدروس	المرحلة	درجة الحرارة (°C)	سرعة التسخين (°C/s)	زمن التسخين (sec)	سرعة تدفق الغاز (l/min)
Pb	التجفيف	150	0.10	20	0.10
		250	0.10	10	0.10
	الترميد	500	1	10	1
		500	1	10	1
		500	1	10	1
	التذير	2200	0	2	Stop - Flow
	التنظيف	2400	1	2	1
Cd	التجفيف	150	0.10	20	0.10
		250	0.10	10	0.10
	الترميد	300	1	10	1
		300	1	10	1
		300	1	10	1
	التذير	1800	0	2	Stop - Flow
	التنظيف	2400	1	2	1

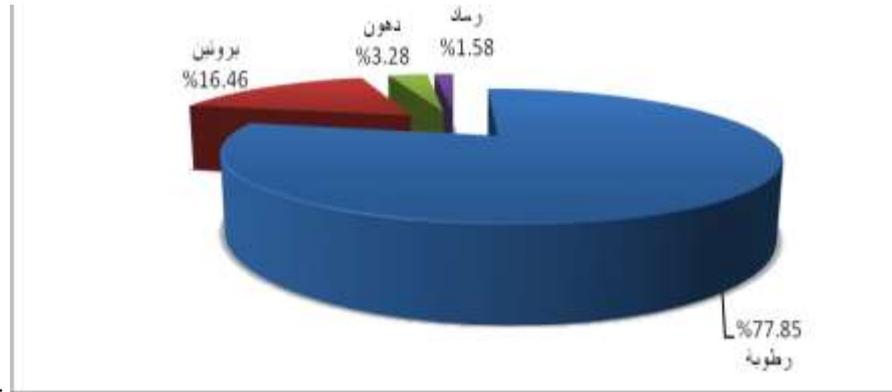
**التحليل الإحصائي:**

حللت النتائج احصائياً باستخدام اختبار test-ANOVA. واستخدم اختبار دانكن المتعدد المدى لمعرفة فيما اذا كان هناك فرق معنوي بين التراكيز، وقدرت الأهمية الاحصائية عند مستوى ثقة 95%، كما استخدم معامل الارتباط بيرسون SPSS لتحديد قوة العلاقة بين العناصر المدروسة في جميع المواقع.

**النتائج والمناقشة:****التركيبة الكيميائي لسمك الغريبة الصخري:**

بينت نتائج التحليل الكيميائي أن متوسط نسبة البروتين في الغريبة الصخري *S. luridus* كانت حوالي 16.46%، وهي نسبة جيدة، في حين كان متوسط نسبة الأملاح المعدنية حوالي 1.58%، ومتوسط الرطوبة 77.85%، وبالتالي يُعد من الأسماك منخفضة الدهون (نسبة الدهن 3.28%). ويمكن أن يعزى ذلك إلى طبيعة تغذيته على الأعشاب البحرية والطحالب القاعية، حيث وجد الباحثان (Khreit and Alkhalaf, 2013) أن نسبة الدهون في سمك البراق المصطاد من مدينة بانياس وهو سمك مفترس 10.16%، ونسبة الرطوبة 71.57%، في حين كانت نسبة البروتين 21.42%. لُحظ أن مجموع النسبة المئوية للرطوبة والدهن في الجزء المأكول منه يصل إلى 81.13%، وهذا يتوافق مع ما أشار إليه (Bud et al., 2008). ويوجد علاقة عكسية بين النسبة المئوية للرطوبة والنسبة المئوية للدهن، والتي تتفق مع نتائج الباحثين (Jason, 2006) الذين أشاروا إلى أن الزيادة في النسبة المئوية للدهن في الأسماك غالباً ما يرافقه انخفاض في النسبة المئوية للرطوبة، والعكس صحيح.

ومن الجدير بالذكر أن هذا النوع يعيش في المياه الساحلية الضحلة، بالقرب من القاع الرملي والصخري وعلى قيعان الشعاب المرجانية والصخرية بوجود الرواسب والنباتات (Göthel, H., 1992)، والتي تلعب دوراً هاماً في طبيعة التركيب الكيميائي له؛ إذ تختلف الأسماك في تركيبها الكيميائي تبعاً لنوعية الغذاء المتوافر لها والأعماق والمواقع التي تعيش فيها والعمر والجنس والوزن والظروف البيئية التي تعيش فيها (Bud et al., 2008; Macovei et al., 2009; Usturoi et al., 2009)



الشكل (3) التركيب الكيميائي لسماك *S. luridus* خلال فترة الدراسة.

تراكيز نزر العناصر المعدنية الثقيلة في العينات السمكية المدروسة: بينت نتائج الدراسة ارتفاع تراكيز الزنك في عضلات سمك *S. luridus* طوال فترة الدراسة، وفي جميع المواقع المدروسة بالمقارنة مع بقية العناصر، يليه العناصر Cu، Pb، Cd على التوالي، إلا أن التراكيز المرتفعة لكل من الزنك والنحاس مقارنةً 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 كون عنصر النحاس ينتمي إلى العناصر المغذية والتي يحتاج إليها الجسم. وقد تناقصت هذه التراكيز عموماً في العينات المصادرة من المواقع التي تبعد عن الشاطئ 500م بالمقارنة مع العينات الشاطئية، كما زاد المعدل السنوي لتراكيز جميع هذه العناصر في العينات السمكية في العام الثاني من الدراسة عنه في العام الأول. هذا يدل على قدرة هذا النوع على مراكمتها جميعاً وبمعدلات متفاوتة على مدار العام، وعلى استمرار تعرضها لمصادر التلوث خلال عامي الدراسة، كما لوحظ ارتفاع مستوى العناصر المعدنية الثقيلة في منطقة مصرف نهر جوبر، ويعزى ذلك إلى طرح مياه الصرف الصحي لشاليهات المصفاة مباشرة في البحر قرب المصب، إضافة إلى مصادر التلوث الزراعية التي تحملها السيول والأمطار إلى مجرى النهر لتصل منها إلى البحر، فضلاً عن عدم فعالية أنظمة تنقية مياه الصرف الصناعي في مصفاة بانياس، حيث تقذف بملوثاتها الصناعية في النهر دون معالجة كافية (Khallouf, 2013)، يليه مصب نهر بانياس القريب من كراجات النقل وميناء الصيد، إضافة إلى قرب مصب مياه الصرف الصحي، الذي يطرح المياه العادمة المنزلية والصناعية والزراعية في البحر بدون معالجة مسبقة، وسجلت أقل التراكيز في منطقة الباصية البعيدة نسبياً عن الأنشطة البشرية الصناعية، يعزى ذلك إلى نشاط بشري واضح، ناجم عن مصبات الصرف الصحي التي تخدم شاليهات الاصطياف الموجودة في المنطقة، وما تحمله من ملوثات أخرى تتدفق إلى هذا الموقع.

وقد كانت جميع هذه التراكيز ضمن الحدود المسموح بها المدونة من قبل المنظمات العالمية والموضحة في الجدول (1)، علماً أن مستويات العناصر المعدنية الثقيلة في العضلات لا يمثل بالضرورة مستوياتها في الكائن الحي بأكمله أو في محيطه المائي؛ إذ أن تراكيز العناصر في الأنسجة المختلفة يبقى متبايناً، وقد يعود ذلك إلى عملية الأيض ومصادر تغذية الأسماك (Rauf et al., 2009).

جدول (1): الحدود القصوى لتراكيز بعض العناصر المعدنية الثقيلة المسموح بها في عضلات الأسماك (ppm. wet weight):

المرجع	Cu	Zn	Pb	Cd
(FAO**, 1983)	30	30	0.5	0.05
(FAO/WHO, 1989)	30	40	0.5	0.5
EC*, 2005	-	-	0.2	0.05
(FAO/WHO, 2003)	30	99.4	1.5	0.2
(FAO/WHO, 2010)	30	30	0.5	0.05

\* European Community المواصفات الاوربية

\*\* Food and Agriculture Organization منظمة الأغذية والزراعة العالمية

\*\*\* World Health Organization منظمة الصحة العالمية

-الزنك:

بينت نتائج التحاليل (الجدول 2) وجود تباين في قيم هذا العنصر بين المواقع المدروسة، كما اتضح ارتفاع متوسطات تراكيز عنصر الزنك في العينات المصادرة من منطقة مصرف نهر جوير حيث تنتشر الأراضي الزراعية والبيوت البلاستيكية على طول مجرى النهر وفي المناطق القريبة من المصب، وبالتالي فإنها عرضة للتلوث بالمبيدات والأسمدة الزراعية، مقارنة مع العينات السمكية من الموقعين B و C، حيث بلغت أعلى قيمة لها (11.603 ميكروغرام/غرام وزن رطب) في فصل الخريف في الموقع A.

جدول (2): تراكيز عنصر الزنك في عضلات سمك *S. luridus* ( $\mu\text{g/g wet weight}$ ):

على بعد 500 م عن الشاطئ			الشاطئ			موقع الدراسة
الموقع C1	الموقع B1	الموقع A1	الموقع C	الموقع B	الموقع A	الفترة الزمنية
2.377	2.055	4.45	3.475	6.028	8.221	22 آذار - 21 أيار / 2019
3.964	4.936	3.322	5.991	4.302	3.645	22 حزيران - 21 آب / 2019
2.552	3.67	3.175	3.234	3.845	4.354	22 أيلول - 21 ك / 2019
2.909	3.001	3.067	3.981	8.025	3.664	22 ك <sub>2</sub> / 2019 - 21 شباط / 2020
2.9505	3.4155	3.5035	4.17025	5.55	4.971	Ave.1
2.315	5.088	4.97	3.096	3.302	6.651	22 آذار - 21 أيار / 2020
4.042	3.164	3.12	4.363	5.155	4.739	22 حزيران - 21 آب / 2020
2.072	4.066	7.187	3.168	10.106	11.603	22 أيلول - 21 ك <sub>1</sub> / 2020
7.632	4.219	5.391	8.005	6.354	6.086	22 ك <sub>2</sub> / 2020 - 21 شباط / 2021
4.01525	4.13425	5.167	4.658	6.22925	7.26975	Ave.2
7.632	5.088	7.187	8.005	10.106	11.603	Max.
2.072	2.055	3.067	3.096	3.302	3.645	Min.
3.482	3.774	4.335	4.414	5.889	6.120375	Ave.
1.833	1.020	1.469	1.737	2.283	2.724075	SD
3.482±1.8 33	3.774±1.0 20	4.335±1.4 69	4.414±1.7 37	5.889±2.2 83	6.120±2.724	Ave.± SD

Min أدنى قيمة.

Max أعلى قيمة

Ave المتوسط

SD الانحراف المعياري

بمقارنة المعدل السنوي لتراكيز هذا العنصر في النسيج العضلي للأسماك التي تم احتياؤها خلال عامي الدراسة، تبين زيادة المعدل السنوي لهذه التراكيز في عينات العام 2020 مقارنة مع العام الذي سبقه، حيث تراوحت معدلات هذه التراكيز بين (4.170-5.55-4.971 ميكروغرام/غ وزن رطب) عام 2019 و (4.658-6.229-7.269 ميكروغرام/غ وزن رطب) عام 2020 في المواقع A-B-C على التوالي، ولم تكن الفروق معنوية في تراكيز هذا العنصر بين المناطق الثلاث ( $P>0.05$ ). أما في الأماكن البعيدة عن الشاطئ فقد أخذت الترتيب A1-B1-C1 ولم تكن هناك فروق معنوية بين هذه المواقع. كانت جميع النتائج ضمن الحدود القصوى المسموح بها لهذا العنصر في الأسماك من قبل منظمة الأغذية والزراعة العالمية ومنظمة الصحة العالمية (FAO/WHO, 2010) كما هو موضح في الجدول (1)، وأقل بقليل من معدل تركيزه في عضلات النوع نفسه في البحر الأحمر (7.95 ميكروغرام/غ وزن رطب) (EI-Moselhy and El-Metwally, 2014)، وأعلى منها في النتائج التي حصل عليها (khaled, 2004) وهي (3.20 ميكروغرام/غ وزن رطب).

#### النحاس:

أظهرت نتائج الدراسة الموضحة في الجدول (3) أن تراكيز عنصر النحاس بين عينات المواقع الشاطئية تراوحت بين (0.425-0.854) و (0.375-0.604) و (0.334-0.569) ميكروغرام/غرام وزن رطب في المواقع A و B و C على التوالي، ولم تكن الفروق معنوية بين المواقع الثلاثة ( $P>0.05$ ). وتناقصت هذه التراكيز في عينات المواقع البعيدة عن الشاطئ حيث تراوحت بين (0.321-0.444) و (0.328-0.489) و (0.279-0.501) ميكروغرام/غرام وزن رطب في المواقع A1 و B1 و C1 على التوالي، ولكن لم تكن هناك أية فروقات معنوية بين هذه المواقع الثلاثة ( $P>0.05$ ). تعد أملاح النحاس عموماً أملاح ذوابة، وبالتالي فإن القيم المرتفعة للنحاس في أنسجة الأسماك المدروسة لا تعود إلى أملاح النحاس، وإنما إلى عنصر النحاس نفسه التراكمي في أنسجة الأسماك (Obasohan, 2007)، إذ يتركز فيها بسهولة عبر السلسلة الغذائية (Turkekul et al., 2004).

جدول (3): تراكيز عنصر النحاس في عضلات سمك *S. luridus* ( $\mu\text{g/g wet weight}$ ):

على بعد 500 م عن الشاطئ			الشاطئ			موقع الدراسة الفترة الزمنية
الموقع C1	الموقع B1	الموقع A1	الموقع C	الموقع B	الموقع A	
0.351	0.464	0.395	0.536	0.518	0.442	22 آذار-21 أيار/2019
0.501	0.489	0.418	0.415	0.569	0.586	22 حزيران-21 آب/2019
0.279	0.367	0.321	0.334	0.533	0.471	22 أيلول-21 كانون الأول/2019
0.306	0.406	0.377	0.468	0.482	0.425	22 كانون الثاني-21 شباط/2020
0.35925	0.4315	0.37775	0.43825	0.5255	0.481	Ave.1
0.406	0.329	0.369	0.518	0.595	0.536	22 آذار-21 أيار/2020
0.425	0.407	0.366	0.569	0.604	0.609	22 حزيران-21 آب/2020
0.319	0.356	0.437	0.385	0.419	0.854	22 أيلول-21 كانون الأول/2020
0.348	0.328	0.444	0.437	0.375	0.497	22 كانون الثاني-21 شباط/2021
0.3745	0.355	0.404	0.47725	0.49825	0.624	Ave.2
0.501	0.489	0.444	0.569	0.604	0.854	Max.
0.279	0.328	0.321	0.334	0.375	0.425	Min.
0.366	0.393	0.390	0.457	0.511	0.552	Ave.
0.072	0.059	0.041	0.080	0.082	0.138	SD
0.366±0.07 2	0.393±0.05 9	0.390±0.04 1	0.457±0.08 0	0.511±0.08 2	0.552±0.13 8	Ave.± SD

وبمقارنة هذه النتائج مع تلك التي تم الحصول عليها في دراسة للنوع نفسه في موطنه الأصلي في البحر الأحمر، تبين أن معدل تركيز عنصر النحاس في عضلات النوع نفسه أقل منها في نتائجننا (0.29 ميكروغرام/غرام) (Emara et al., 1993)، في حين وجد (khaled, 2004) أنها بلغت (1.804-1.372) ميكروغرام / غرام وزن رطب وفق ماهو وارد في جدول (6)، وقد يعزى ذلك لاختلاف الظروف البيئية لكلا الموقعين و تباين مصادر التلوث ودرجتها.

#### الخصائص:

يأتي الخصائص، والذي لا يمتلك أية وظيفة حيوية، في المرتبة الثالثة من حيث نسبة وجوده في عضلات العينات السمكية المدروسة، حيث كانت تراكيزه (0.0134-0.0304 ميكروغرام/غرام وزن رطب) في المواقع القريبة من الشاطئ، و(0.007-0.020) ميكروغرام/غرام وزن رطب) في المواقع البعيدة 500م عن الشاطئ كما هو موضح في الجدول (4). وكان متوسط تراكيز هذا العنصر لكامل فترة البحث مرتفعاً في الموقع A (0.0249 ميكروغرام/غرام وزن رطب) نتيجة النشاطات البشرية في المنشآت الصناعية القريبة، يليه المواقع B, C, A1, B1, C1 على التوالي بمتوسطات تراكيز بلغت (0.0231, 0.0224, 0.0159) ميكروغرام/غرام وزن رطب على التوالي دون أية فروقات معنوية ( $P>0.05$ ) بين المواقع الشاطئية، وكذلك بين المواقع A1,B1,C1، وهي ضمن الحدود القصوى المسموح بها (الجدول 1)، وأقل من نتائج Seam (2001) على النوع نفسه في مياه البحر الأحمر الموطن الأصلي له، حيث بلغ متوسط تركيز عنصر الخصائص في النسيج العضلي له (0.9 ميكروغرام/غ وزن رطب)، وذلك بسبب تغير طبيعة الموقع واختلاف نوع وشدة التلوث.

جدول (4): تراكيز عنصر الخصائص في عضلات سمك *S. luridus* ( $\mu\text{g/g wet weight}$ ):

على بعد 500 م عن الشاطئ			الشاطئ			موقع الدراسة الفترة الزمنية
الموقع C1	الموقع B1	الموقع A1	الموقع C	الموقع B	الموقع A	
0.0202	0.0129	0.0099	0.0296	0.0205	0.0188	22 آذار-21 أيار/2019
0.0175	0.0187	0.0201	0.0223	0.0202	0.0287	22 حزيران- 21 آب/2019
0.0079	0.0193	0.0185	0.0134	0.0304	0.0213	22 أيلول-21 ك/2019
0.0104	0.0146	0.0194	0.0145	0.0203	0.0282	22 ك/2019- 21 شباط/2020
0.014	0.01638	0.01698	0.01995	0.02285	0.02425	Ave.1
0.0143	0.0145	0.0177	0.0204	0.0218	0.0207	22 آذار-21 أيار/2020
0.0193	0.0169	0.0151	0.0258	0.0231	0.0259	22 حزيران- 21 آب/2020
0.0189	0.0171	0.0186	0.0266	0.0239	0.0291	22 أيلول-21 ك/2020
0.0187	0.0178	0.0199	0.0269	0.0246	0.0272	22 ك/2020- 21 شباط/2021
0.0178	0.016575	0.01783	0.024925	0.02335	0.025725	Ave.2
0.0202	0.0193	0.0296	0.0296	0.0304	0.0291	Max.
0.0079	0.0129	0.0134	0.0134	0.0202	0.0188	Min.
0.0159	0.0164	0.0174	0.0224	0.0231	0.0249	Ave.
0.0045	0.0022	0.0059	0.0059	0.0033	0.0040	SD
0.0159±0.0045	0.0164±0.0022	0.0174±0.0059	0.0224±0.0059	0.0231±0.0033	0.0249±0.0040	Ave.± SD

## الكاديميوم:

يُلاحظ من الجدول (5) انخفاض تراكيز هذا العنصر في النسيج العضلي للأسماك بالمقارنة مع بقية العناصر، وقد سجلت قيمة قصوى له 0.0091 ميكروغرام/غرام وزن رطب في فصل الشتاء للموقع A، وقد ارتفع معدل تركيزه في العينات المصادرة في العام 2020 مقارنة مع سابقه، حيث تراوحت بين (0.0082-0.0084) ميكروغرام/غرام وزن رطب في الموقع A، وهي أعلى من تراكيزه في الموقعين الآخرين: (0.0071-0.0073) ميكروغرام/غرام وزن رطب في الموقع B و (0.0073-0.0074) ميكروغرام/غرام وزن رطب في الموقع C، ولم يكن هناك فروق معنوية ( $P>0.05$ ) بين هذين الموقعين.

جدول (5): تراكيز عنصر الكاديميوم في عضلات سمك *S. luridus* ( $\mu\text{g/g wet weight}$ ):

على بعد 500 م عن الشاطئ			الشاطئ			موقع الدراسة الفترة الزمنية
الموقع C1	الموقع B1	الموقع A1	الموقع C	الموقع B	الموقع A	
0.0054	0.0056	0.0061	0.0073	0.0057	0.0081	22 آذار-21 أيار/2019
0.0062	0.0062	0.0062	0.0086	0.0071	0.0073	22 حزيران-21 آب/2019
0.0063	0.0066	0.0071	0.0068	0.0076	0.0085	22 أيلول-21 كانون الأول/2019
0.0048	0.0057	0.0062	0.0065	0.0083	0.0091	22 كانون الثاني-2019 21 شباط/2020
0.005675	0.006025	0.0064	0.0073	0.007175	0.00825	Ave.1
0.0051	0.0066	0.0058	0.0076	0.0063	0.0081	22 آذار-21 أيار/2020
0.0063	0.0055	0.0069	0.0076	0.0085	0.0079	22 حزيران-21 آب/2020
0.0068	0.0061	0.0065	0.0059	0.0072	0.0087	22 أيلول-21 كانون الأول/2020
0.0055	0.0059	0.0064	0.0086	0.0074	0.0089	22 كانون الثاني-2020 21 شباط/2021
0.005925	0.006025	0.0064	0.007425	0.00735	0.0084	Ave.2
0.0068	0.0066	0.0071	0.0086	0.0085	0.0091	Max.
0.0048	0.0055	0.0058	0.0059	0.0057	0.0073	Min.
0.0058	0.0060	0.0064	0.0073	0.0072	0.0083	Ave.
0.00069	0.00043	0.00043	0.00095	0.00094	0.00059	SD
0.0058±0.00069	0.0060±0.00043	0.0064±0.00043	0.0073±0.00095	0.0072±0.00094	0.0083±0.00059	Ave.± SD

وقد كانت التراكيز متقاربة عموماً بين المواقع البعيدة عن الشاطئ فيما بينها، حيث بلغت متوسطات التراكيز خلال فترة الدراسة (0.0058، 0.0060، 0.0064) ميكروغرام/غرام وزن رطب في المواقع A1, C1, B1 على التوالي، دون وجود فروق معنوية ( $P>0.05$ ) بين هذه المواقع، مما يشير إلى أنها تتعرض لمصادر تلوث ذات طبيعة متشابهة. يتبين بمقارنة النتائج التي تم الحصول عليها مع الحدود القصوى المسموح بها دولياً في الجدول (1) أن هذه القيم ضمن الحدود الطبيعية.

❖ قورنت النتائج مع نتائج بعض الدراسات التي أجريت على حوض المتوسط في الجدول (6) لأنواع سمكية متعددة، وقد لُحظ تباين واضح في هذه النتائج، وهذا يؤكد أن نوع السمكة له دور في التراكم الانتقائي للعناصر، إضافة إلى العديد من العوامل منها عمليات الأيض في الأسماك ودرجة تلوث الماء والغذاء المتوفر لها، فضلاً عن عوامل أخرى منها الملوحة ودرجة الحرارة (Rauf et al., 2009; Hammoud, 2005).

جدول (6): متوسط تراكيز العناصر (Cu, Zn, Pb, Cd) ضمن النسيج اللحمية لبعض أنواع الأسماك ضمن مناطق مختلفة من حوض المتوسط والبحر الأحمر (ميكروغرام/غرام):

المرجع	Cd	Pb	Cu	Zn	النوع المدروس	مكان الدراسة
Uysal, 1980	1.3-2.9	13-21.3	5.3-6.5	9.1-41.3	<i>Mugil sp.</i>	ساحل تركيا
	0.22	33.03	0.902	24.2	<i>Mugil spp.</i>	
Sarem et al., 2015	-0.003 0.091	-0.002 0.003	3.2-0.4	-3.2 12.3	<i>Chelon labrosus</i>	ساحل طرطوس
Hammoud and Salma, 2016	0.006	0.043	0.57	5.62	<i>Sparus aurata</i>	
	-0.006 0.021	-0.28 0.78	-0.462 0.619	-	<i>Mullus barbatus</i>	
Soliman, et al., 2021	0.162	0.315	0.11	6.587	<i>Siganus rivulatus</i>	
Mohamad, 2007	-0.15 0.17	-0.25 0.28	-0.106 0.112	-6.32 6.97	<i>Siganus rivulatus</i>	
	-0.12 0.16	-0.23 0.26	0.12-0.10	-4.91 7.34	<i>Siganus luridus</i>	
	-0.132 0.139	-0.27 0.29	0.09-0.06	-6.37 6.71	<i>Sardine sp.</i>	
	-0.086 0.089	-0.36 0.40	0.11-0.10	-18.08 28.44	<i>Mugil sp.</i>	
	0.12	0.347	0.066	23.08	<i>Mugil sp.</i>	
	0.136	0.223	0.07	6.783	<i>Sardine sp.</i>	
	0.127	0.217	0.10	6.11	<i>Siganus luridus</i>	
	0.15	0.233	0.12	6.257	<i>Siganus rivulatus</i>	
Akel et al., 2017	-	-3.30 11.19	-88.26 5630.02	-	<i>Boops boops</i>	ساحل اللاذقية
Mohamad, 2001	-0.12 0.14	0.24-0.2	0.11-0.1	-5.71 7.31	<i>Siganus luridus</i>	
	-0.13 0.16	-0.22 0.24	0.12-0.11	-5.81 6.51	<i>Siganus rivulatus</i>	
	-0.09 0.14	-0.28 0.39	-0.062 0.069	-19.7 28.83	<i>Mugil sp.</i>	
El-Moselhy and El-Metwally, 2014	0.05	0.44	0.35	3.20	<i>Siganus rivulatus</i>	البحر الأحمر
Khaled, 2004	0.25	0.73	1.59	7.95	<i>Siganus rivulatus</i>	
Seam, 2001	0.4	0.9	0.20	-	<i>Siganus rivulatus</i>	
Emara et al., 1993	-	0.67	0.29	-	<i>Siganus luridus</i>	
Abdallah, 2008	2.90	1.20	2.70	43.90	<i>Siganus rivulatus</i>	مصر ساحل المتوسط
الدراسة الحالية	-0.005 0.008	-0.016 0.025	0.55-0.36	-3.48 6.12	<i>S. luridus</i>	الدراسة الحالية

## علاقة الارتباط بين تراكيز العناصر المعدنية الثقيلة في العينات السمكية:

يُلاحظ من خلال دراسة معاملات الارتباط ما بين تراكيز العناصر المعدنية الثقيلة الأربعة المدروسة في العينات السمكية، التي جرى عتيناها من كافة المواقع خلال فترة الدراسة، وجود قيم ارتباط متباينة، تميزت بطابع إيجابي متوسط وضعيف إلى سلبي، مما يعني وجود مصادر تلوث متعددة ترد إلى هذه المواقع، باستثناء عنصر الزنك الذي أظهر علاقات ارتباط قوية ذات قيم إيجابية وسلبية مع عنصري الكاديوم والنحاس في المواقع A, B, A1, B1، إذ بلغت أعلى قيمة إيجابية لها (R=0.71) ما بين عنصري التوتياء والكاديوم في الموقع (B1)، وأعلى قيمة ارتباط سلبية (-0.71) ما بين عنصري الزنك والنحاس في الموقع (B)، حيث يشير الارتباط الإيجابي إلى أن كلا العنصرين يزدادان

معاً أو يتناقصاً معاً، في حين يشير الارتباط السلبي إلى أنه كلما زاد أحدهما انخفض الآخر، والعكس صحيح، ومما تجدر الإشارة إليه هو وجود علاقة ارتباط سلبية إلى إيجابية ضعيفة ومتوسطة عموماً ما بين عنصر الرصاص وبقية العناصر الأخرى في جميع المواقع.

جدول (7): قيم معاملات الارتباط بين العناصر الأربعة المدروسة في عضلات سمك *S. luridus* في الموقع A خلال فترة الدراسة:

Pb	Cd	Cu	Zn	
			-	Zn
		-	0.649	Cu
	-	-0.108	0.209	Cd
-	0.167	0.490	-0.059	Pb

جدول (8): قيم معاملات الارتباط بين العناصر الأربعة المدروسة في عضلات سمك *S. luridus* في الموقع B خلال فترة الدراسة:

Pb	Cd	Cu	Zn	
			-	Zn
		-	-0.710	Cu
	-	0.167	-0.592	Cd
-	-0.208	-0.169	-0.1698	Pb

جدول (9): قيم معاملات الارتباط بين العناصر الأربعة المدروسة في عضلات سمك *S. luridus* في الموقع C خلال فترة الدراسة:

Pb	Cd	Cu	Zn	
			-	Zn
		-	-0.069	Cu
	-	-0.123	0.187	Cd
-	-0.408	0.435	0.282	Pb

جدول (10): قيم معاملات الارتباط بين العناصر الأربعة المدروسة في عضلات سمك *S. luridus* في الموقع A1 خلال فترة الدراسة:

Pb	Cd	Cu	Zn	
			-	Zn
		-	0.650	Cu
	-	-0.385	-0.248	Cd
-	0.085	0.179	0.0465	Pb

جدول (11): قيم معاملات الارتباط بين العناصر الأربعة المدروسة في عضلات سمك *S. luridus* في الموقع B1 خلال فترة الدراسة:

Pb	Cd	Cu	Zn	
			-	Zn
		-	-0.351	Cu
	-	-0.399	0.710	Cd
-	0.396	-0.122	0.485	Pb

جدول (12): قيم معاملات الارتباط بين العناصر الأربعة المدروسة في عضلات سمك *S. luridus* في الموقع C1 خلال فترة الدراسة:

Pb	Cd	Cu	Zn	
			-	Zn
		-	0.186	Cu
	-	0.102	-0.091	Cd
-	0.242	0.481	0.302	Pb

## الاستنتاجات والتوصيات:

- ارتفاع تراكيز كل من عنصرى التوتياء والنحاس بالمقارنة مع عنصرى الكاديوم والرصاص في الجزء العضلي للعينات السمكية في جميع مواقع الدراسة.
- ارتفاع تراكيز جميع العناصر المعدنية الثقيلة في موقع مصب نهر جوبر، بسبب قربها من مصادر التلوث النفطي والصناعي والزراعي.
- وجود علاقة ارتباط إيجابية ضعيفة إلى متوسطة بين مختلف تراكيز العناصر المعدنية الثقيلة في عضلات الأسماك التي تم ائتيانها من جميع المواقع، ما يدل على تنوع مصادر التلوث.
- انخفاض تراكيز العناصر المدروسة في سمك *S. luridus* في شاطئ بانياس بالمقارنة مع الأنواع الأخرى في الساحل السوري، وما زالت جميعها ضمن الحدود الآمنة المحددة من قبل المنظمات العالمية.
- يمكن لتراكيز العناصر المعدنية الثقيلة في النسيج العضلي للأسماك أن تعكس مقدار التلوث الحاصل في البيئة المائية وتنوع مصادره، وبالتالي استخدامها كمؤشر حيوي للتلوث في برامج المراقبة البيئية. لذا ومن أجل العمل على ضمان وصول منتج سمكي سليم صحياً للمستهلك، نوصي بما يلي:
  - إجراء مراقبة مستمرة للملوثات متضمنة العناصر المعدنية الثقيلة وخصوصاً في مواقع الصيد.
  - متابعة الدراسة على أنواع سمكية أخرى، واستكمال إجراء التحاليل لتشمل العناصر المعدنية الثقيلة الأخرى.
  - إجراء اختبارات دورية لمحتوى الأسماك التي تم ائتيانها من العناصر المعدنية الثقيلة، لأن مصادر التلوث ليست ثابتة، ويهدف الوقوف بصورة دائمة على صلاحية الأسماك للاستهلاك البشري، وعلى الحالة الصحية للبيئة التي تعيش فيها.

## References:

- Abdallah M. *Trace element levels in some commercially valuable fish species from coastal waters of Mediterranean Sea, Egypt*. J Mar Syst ;73, 2008:114e22.
- 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, 2017, No. 1.
- Al-awdat, k. and mohammed, B. *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. 2002.
- Al-Busaidi M.; Yesudhason P.; Al-Mughairi S., Al-Rahbi W.; Al-Harthy K; Al-Mazrooeina., 2011. *Toxic metals in commercial marine fish in Oman with reference to national and international standards*. Science Direct, Chemosphere, 85(1):67e73.
- AOAC. *Officinal methods of analysis of the association of official Analytical Chemists*. International. Arlington, 15th edition.1990, Washington, DC.
- Bud, I., Ladosi D., Reka, St., Negrea, O. *Study concerning chemical composition of fish meat depending on the considered fish species*. Lucrări stiinNifice Zootehnie si Biotehнологii, Timisoara., 2, 2008, 201-206.
- 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.
- El-Moselhy Kh.M. and El-Metwally M.E.A. *Bioaccumulation of heavy metals in some tissues of fish in the Red Sea, Egypt*. Egyptian Journal of Basic and Applied Sciences. Volume 1, Issue 2, 2014, Pages 97-105.

- Emara HI, El-Deek MS, Ahmed NS. *Comparative study on the levels of trace metals in some Mediterranean and Red Sea fishes*. Chem. and Ecology.1993; 8: 119\_127.
- EC (European Community). *Commission regulation*. No 78/2005 (pp. L16/43–L16/45) Official J Eur Union. 20.1.2005.
- FAO/WHO, 2003. Joint FAO/WHO Food Standards Programme. *codex Committee On Food Additives And Contaminants*.
- FAO, 2005. *Global aquaculture production pyramid by feeding habit and nutrient supply in 2003*.
- FAO/WHO, 2010. Joint FAO/WHO Food Standards Programme. *Codex Committee On Contaminants In Foods*. Working Document For Information And Use In Discussions Related To Contaminants And Toxins In The GSCTF.
- FAO, 1983. *Compilation of legal limits for hazardous substances in fish and fishery products*. Fishery Circular No, 464; p. 5-100.
- FAO/WHO,1989. *Evaluation of certain food additives and the contaminants mercury, lead and cadmium*. WHO Technical Report Series No. 505
- GIBSON R N. *Impact of habitat quality on the recruitment of juvenile flatfishes*. Netherlands Journal of Sea Research, 32, 1994, p.191-206
- Gonzalez MI.; Armenta M.. *Heavy metals: implications associated to fish consumption*. Science Direct, Environ Toxi Pharma, 2008, 26:263e71.
- Golani D, Orsi-Relini L, Massut E., Quignard JP. *CIESM Atlas of exotic species in the Mediterranean*, vol. 1: Fishes. Monaco: CIESM Publications, 2002, 256 pp. [Ed. by Briand F] <http://www.ciesm.org/online/atlas/intro.htm>
- Göthel, H. *Guide de la faune sous-marine: La Méditerranée. Invertébrés marins et poissons*. Eygen Ulmer GmbH & Co. 318,. 1992.
- Hall, J, L, 2002. *Cellular mechanisms for heavy metal toxification and tolerance*. J Exp. Bot,53, 2002, 1–11.
- Hammoud, V. *A Study of reproduction, growth, nutrition and pollution in D. Valgari & D.Sargus from Sparidae in the Syrian coast*. PhD thesis, . Tishreen University, Faculty of Science, 2005.
- Hammoud V. and Salama, L . *Compared study to the concentration of some heavy metal elements in the Species ( Sparus aurata.L) local and imported* .AL Baath university,(38) 2016.
- Jason , A.C. *Effects of fat content on diffusion of water in fish muscle*. J. Sci .food Agr., 16, 2006: 81 – 288.
- Khaled A. *Seasonal Concentrations of Some Heavy Metals in Muscle Tissues of Siganus rivulatus and Sargus sargus Fish from El-Mex Bay and Eastern Harbour, Alexandria, Egypt*. Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries. 8, 2004, 65-81.
- Khallouf, N., Abbas, G., Shaheen, H. *Assessing the efficiency of Desalting unit and Treatment Plant in removing some heavy Metals from the Effluent Refinery of Banyas Company*. Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (35), 2013, No. (2).
- Khreit, R. and Alkhalaf, W., 2013. *Chemical composition of flesh and fat extract of some marine and fresh water fishes from Syrian waters*. Jordan Journal of Agriculture Science, Vol (10), No (3), p (611-620), 2014.
- Luoma S N.; Fisher N S. *Uncertainties in assessing contaminant exposure from sediments*. In C G Ingersoll, T Dillon and G R Bio dinger (Eds.). Ecological risk assessment of contaminated sediments. Pacific Grove, Ca: SETAC Press, 1997, p.211–237.
- Macovei, V., Gîlcă, I., Păsărin, B. *Chemical composition of meat in two cyprinid species, Aquaculture, Aquarium*. Conservation and Legislation International Journal of the Bioflux Society, 2009, 293-298.

- Mahfoud H., Mohamad, I. Alaedin, F. *A Contribution To The Determination Of Trace Of Some Heavy Metallic Elements (Zn,Cu,Cr,Cd, Pb) In Tidal Sediments Of Banias City Using Atomic Absorption Spectrometry(AAS)*. Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research- Basic Science Series Vol (25) No (14) 2003, 139-164.
- Mohamad, I. *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, 2007. 61-76.
- Mohamad, I. *Determination of (Cd, As, Pb, Zn, Cr and Cu) in the flesh tissues of some kinds of marine beings at the shore of Lattakia city by AAS*. Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research-Basic Science Series Vol. 23, No. 10, 2001.
- Mustafa C. Guluzar A. *The relationships between heavy metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) levels and the size of six Mediterranean fish species*. Science Direct, Environ Pollut; 2003, 121:129e36.
- NOAA. National Oceanic and Atmospheric Administration. *Contaminant trends in the southern California Bight* . Inventory and Assessment. NOAA Technical Memorandum NOSORCA62, Seattle, Washington DC. ,1991.
- Obasohan E. *Heavy metals concentrations in the offal , gill, muscle and liver of a fresh water mudfish (Parachanna obscura) from ogba river , Benin city , Nigeria* . African Journal of Biotechnology, 6 (22) ,2007, 2620-2627.
- O' Connor, T. P. *Mussel watch result from 1986 to 1996* . Marine Pollution Bulletin , 37 (1-2), 1998, 14-19.
- Olomu, J.M. *Monogastric Animal Nutrition Jachem Publications, Benin City*. 1995. Pp. 165-200.
- Rahimi E., Hajisalehi M., Kazemeini H. R., Chakeri A., Khodabakhsh A., Derakhshesh M., Mirdamadi M., Ebadi A. G., ezvani A. S. and Kashkahi M. F. *Analysis and determination of mercury, cadmium and lead in canned tuna fish marketed in Iran*. African Journal of Biotechnology Vol. 9(31), 2010, 4938-4941.
- Rauf, A.; Javed, M. and Ubaidullah, M., *Heavy metal levels in three major carps (Catla, Labeo rohita and Cirrhina mrigala) from the river Ravi, Pakistan*. Vet. J. Vol. 29, (1): 24-26, 2009.
- Rüppell, W.P.E.S. *Reisen in Nubien, Kordofan und dem peträischen Arabien, vorzüglich in geographisch-statistischer Hinsicht: mit acht Kupfern und vier Karten*. Atlas zu der Reise im nördlichen Afrika. Zoologie; Fische des rothen Meeres. (1828-1830). Heinr. Ludw. Brönnner, Frankfurt. 1829, 141 p. (Portions of this work were published in 1828 and 1829).
- Sarem M., Hammoud V., and Yousef N. *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 (102), 2015.
- Seam. E. E.,. *Evaluation of heavy metals concentration in fish from Alexandria coast, Egypt*. The Egyptian Journal of hospital medicine. 2001, Vol. 4: 97-106.
- Simon, D. F., Davis, T. A., Tercier-Waeber, M. T., England, R., Wilkinson, K. J. *Institute evaluation of cadmium biomarkers in green algae*. Environ, Pollut, 159, 2011, p.2630-2636.
- Soliman Y., Saad A., Hammoud V., Capape CH., 2021. *Heavy Metal Concentrations in Tissues of Red Mullet, Mullus barbatus (Mullidae) from the Syrian Coast (Eastern Mediterranean Sea)* . Annals for Istrian and Mediterranean Studies Ser. hist. nat. · 31 · 2021 · 2. P.243-250.
- Tariq J., Jaffar M., Ashraf M., Moazzam M. *Heavy metal concentration in fish, shrimp, Seaweed, sediment, and water from the Arabian sea, Pakistan* . Marine Pollution Bulletin Vol. 26, No. 11, 1993, 644-647.

- Turkekul I., Elmastas M., Tuzen M. *Determination of iron, copper, manganese, zinc, lead, and cadmium in mushroom samples from Tokat, Turkey. Science Direct*, Vol. 84, Issue 3, February 2004, 389–392.
- UNEP (OCA) MED/G. *A regional site specific temporal Trend Monitoring Programme*. 1997, p.9.
- Usturoi M.G., Păsărin B., Boisteanu P., Fotea L. *Industrializarea pestelui*, Ed. I.I. de la Brad, Iasi, 2009, p. 8-18.
- Uysal, H. *Levels of trace elements in some food chain organisms from the Aegean coasts*. Ves Journées d'etudes sur les pollutions marines en méditerranée, Cagliari, 1980, p. 503-511.
- Woodland, D.J. *Revision of the fish family Siganidae with descriptions of two new species and comments on distribution and biology*. Indo-Pac. Fish. (19): , 1990, 136 p.  
[www.fishbase.se/summary/Siganus-luridus.html](http://www.fishbase.se/summary/Siganus-luridus.html).1994
- Yilmaz, F., Ozdemir N., Demirak A., Tuna AL. *Heavy metal levels in two fish species Leuciscus cephalus and Lepomis gibbosus*. Science Direct, Food Chemistry, 100: 2007, p.830-835.
- Zhao S., Feng C., Quan W., Chen X., Niu J., Shen Z. *Role of living environments in the accumulation characteristics of heavy metals in fishes and crabs in the Yangtze River Estuary, China*. Sciencedirect, Mar Pollut Bull, 2012, 64:1163e71.