

## Study of Heavy Metal in two Species of Marine Fishes in the Coastal Waters of Lattakia City

Dr. Hazem Krawi\*  
Dr. Hussam Eddin Laika\*\*  
Yamam mouhammd\*\*\*

(Received 28 / 11 / 2022. Accepted 16 / 2 /2023)

### □ ABSTRACT □

This research focused on determining the concentrations of lead (pb) and cadmium (cd) in two types of marine fish (mullet and exotic fish) and in the coastal waters of Lattakia city at the locations of almadinat alriyadia and alkurnish aljanubiuthe southern Corniche, in addition to taking measurements of the hydrochemical factors of marine water (temperature, salinity, pH). Where the concentrations of the studied elements were determined using the atomic absorption spectrometer (Varian 220. Absorption) using flame and graphite techniques.

The results showed that there are temporal and spatial changes in the concentrations of the elements, as the highest value of the lead concentration (2.169mg/kg) was recorded in mullet fish at almadinat alriyadia Beach in the summer of 2021, and the lowest value was (1.398mg/kg) in the same location and type of fish in the winter of 2021. The highest value of cadmium concentration (0.197mg/kg) was recorded in mullet fish at almadinat alriyadia Beach in the summer, and the lowest value (0.113mg/kg) in Ghriba fish in alkurnish aljanubiu beach in the winter. The results showed an increase in the concentrations of lead and cadmium in the marine water in the studied locations in summer compared to winter, accompanied by changes in the hydrochemical factors of the studied marine water (temperature, salinity, pH).

**Keywords:** heavy metals, coastal waters (Lattakia), lead, cadmium, mullet, ghariba fish.

---

\* Associate professor –High Institute of Marine Research- Tishreen University- Lattakia- Syria.

\*\* Associate professor –High Institute of Marine Research- Tishreen University- Lattakia- Syria.

\*\*\* Master Student –High Institute of Marine Research- Tishreen University- Lattakia- Syria.

## دراسة بعض العناصر المعدنية الثقيلة في نوعين من الأسماك البحرية في المياه الشاطئية لمدينة اللاذقية

د. حازم كراوي\*

د. حسام الدين لايقه\*\*

يمام محمد\*\*\*

(تاريخ الإيداع 28 / 11 / 2022. قُبِلَ للنشر في 16 / 2 / 2023)

### □ ملخّص □

ركز هذا البحث على تحديد تراكيز عنصري الرصاص pb والكاديوم Cd في نوعين من الأسماك البحرية (سمك البوري وسمك الغريبة) وفي المياه الشاطئية لمدينة اللاذقية في موقعي المدينة الرياضية والكورنيش الجنوبي، هذا بالإضافة لأخذ قياسات للعوامل الهيدروكيميائية للمياه البحرية (درجة الحرارة، الملوحة، pH)، حيث تم تحديد تراكيز العناصر المدروسة باستخدام جهاز الامتصاص الذري (Spectrometer Varian220 . Absorption) بتقنيتي اللهب والغرافيت.

أظهرت النتائج وجود تغيرات زمانية ومكانية لتراكيز العناصر، حيث سُجِلت أعلى قيمة لتركيز عنصر الرصاص (2.169mg/kg) في سمك البوري في شاطئ المدينة الرياضية في صيف 2021، وأدنى قيمة له (1.398mg/kg) في نفس الموقع ونوع السمك في شتاء 2021. لوحظ تسجيل أعلى قيمة لتركيز عنصر الكاديوم (0.197mg/kg) في سمك البوري في شاطئ المدينة الرياضية في فصل الصيف، وأدنى قيمة له (0.113mg/kg) في سمك الغريبة في شاطئ الكورنيش الجنوبي في فصل الشتاء. أظهرت النتائج تزايد تراكيز عنصري الرصاص والكاديوم في المياه البحرية في المواقع المدروسة صيفاً مقارنةً مع الشتاء مترافقة مع تغيرات للعوامل الهيدروكيميائية للمياه البحرية المدروسة (درجة الحرارة ، الملوحة، pH).

**الكلمات المفتاحية:** العناصر المعدنية الثقيلة، المياه الشاطئية (اللاذقية)، الرصاص، الكاديوم، سمك البوري، سمك الغريبة.

\* استاذ مساعد - قسم الكيمياء البحرية - المعهد العالي للبحوث البحرية- جامعة تشرين - اللاذقية- سورية.  
\*\* استاذ مساعد - قسم الكيمياء البحرية - المعهد العالي للبحوث البحرية- جامعة تشرين - اللاذقية- سورية.  
\*\*\* طالبة ماجستير - قسم الكيمياء البحرية-المعهد العالي للبحوث البحرية- جامعة تشرين - اللاذقية- سورية.

**مقدمة:**

تزايد تلوث البيئات المائية في جميع أنحاء العالم بالملوثات البيئية العضوية واللاعضوية، حيث يعد التلوث البحري من أكثر المشاكل أهمية في وقتنا الحالي، تتلقى العديد من المناطق البحرية الشاطئية تدفقاً كبيراً للنفايات الصناعية والمنزلية مما يؤدي إلى تلوث خطير للمياه البحرية. يعود تلوث البيئات المائية لعوامل طبيعية (عمليات الحث والتعرية والعوامل الجوية الأخرى)، وعوامل ناتجة عن الأنشطة البشرية المختلفة (تصريف المخلفات الصناعية، مياه الصرف الصحي (المنزلي والصناعي) والتي تحتوي على العديد من الملوثات العضوية واللاعضوية ذات التأثير السلبي على صحة الانسان عن طريق انتقالها عبر السلسلة الغذائية (Ezemonye *et al.*, 2019 Muneer *et al.*, 2021; Kuton *et al.*, 2021; Taslima *et al.*, 2022; Rizk, *et al.*, 2022)

تعد المعادن الثقيلة أكثر الملوثات شيوعاً، وهي ملوثات شديدة الخطورة وتختلف عن الأنواع الأخرى من الملوثات بسميتها وعدم قابليتها للتحلل وزيادة مستويات تراكمها على طول السلسلة الغذائية-Imamura *et al.*, 2007;Castro-González and Méndez-Armenta, 2008; Rajeshkumar *et al.*, 2017; Gashkina *et al.*, 2020; Muhammad and Ahmad *et al.*, 2020; Liu *et al.*,2021; Pandiyan, *et al.*,2021; Xie *et al.*, 2020; Perelonia *et la.*, 2021).

يساهم الترسيب الجاف (سقوط الدقائق الغبارية المدمص عليها العناصر المعدنية الثقيلة تحت تأثير ثقلها) والرطب (سقوط الدقائق الغبارية بما تحمله من عناصر معدنية ثقيلة بفعل الأمطار) ، والنفايات الصناعية ، ومياه الصرف الصحي المنزلية والنشاطات لزراعية (أسمدة ومبيدات) وعمليات احتراق الوقود الأحفوري في وصول العناصر المعدنية الثقيلة إلى البيئة البحرية (Tesser *et al.*, 2021; Kuton *et la.*, 2021; Muhammad and Ahmad, 2022; Taslima *et la.*, 2022).

تعد بعض المعادن أساسية وضرورية لنمو الكائنات الحية مثل النحاس *Cu*، الحديد *Fe* والزنك *Zn* ضمن تراكيز محددة وتصبح سامة عند ارتفاع تراكيزها عن هذا الحد، ومعادن غير أساسية أو سامة مثل الزرنيخ *As* و الرصاص *Pb* والكاديوم *Cd* حتى لو كانت تراكيزها منخفضة كونها لا تملك أي وظيفة حيوية للكائنات الحية (Alves *et al.*, 2018; Jadoon *et al.*, 2019; Muhammad *et al.*, 2019; Qian *et al.*, 2020; Foley *et al.*, 2022 تحتل الأسماك جزءاً كبيراً من النظام الغذائي للإنسان وتؤثر بشكل إيجابي على التغذية والأمن الغذائي العالمي (Reksten *et al.*, 2020; Milicevic *et al.*, 2022; Chan *et al.*, 2019) الفيتامينات، العناصر الأساسية، والأحماض الدهنية المتعددة غير المشبعة، والمواد المغذية الأخرى الضرورية لوظائف الجسم المختلفة (Bridges *et al.*, 2020; EFSA: European Food Safety Authority, 2014; Jinadasa *et al.*, 2021; Ikem and Garth, 2022 )

على الرغم من الفوائد الصحية لاستهلاك الأسماك، هناك قلق عام في جميع أنحاء العالم بشأن تعرض الإنسان للملوثات الكيميائية كالمعادن الثقيلة التي تنتقل له من قبل الأسماك (Burger and Gochfeld, 2005; Zhong *et al.*, 2018; Korkmaz *t al.*, 2019; Maury-Brachet *et al.*, 2019; Varol and Sünbül, 2020; Bridges *et al.*, 2020; Ikem and Garth, 2022 )

تعد الأسماك مؤشراً حيوياً مهماً لتلوث *HMs* في النظم البيئية المائية (Pragnya *et al.*, 2021) ، حيث أنها في الجزء العلوي من الهرم الغذائي ولديها القدرة على تراكم كميات كبيرة من *HMs* في أنسجتها (Tashi *et al.*, 2022; Rubalingeswari *et la.*, 2021) وقد تعتمد سميتها على درجة تعرض هذه الأسماك للملوثات والعمر والجنس

ونمط التغذية وعلى تركيز المعدن في الوسط ودورة التكاثر والعوامل البيئية (على سبيل المثال : الاختلافات في درجات الحرارة ، الملوحة ، تغيرات ال PH، إلخ) (Ikem *et al.*, 2022).  
تسبب المعادن الثقيلة مشاكل صحية خطيرة تشمل أمراض المعدة وفقدان الشهية وأمراض القلب وارتفاع ضغط الدم واضطرابات الكبد والسرطان والطفرات الوراثية واختلال وظائف الكلى وفي الحالات القصوى الموت (Jadoon *et al.*, 2019; Qian *et al.*, 2020; Taslima *et al.*, 2022; Sani, *et al.*, 2022; Mielcarek *et al.*, 2022) ازداد وعي الإنسان حول الأضرار المحتملة للمعادن الثقيلة (HMS: Heavy Metal Elements) المتراكمة في عضلات الأسماك والتي يمكن أن تنتقل إلى الإنسان عبر السلسلة الغذائية. (Muhammad *et al.*, 2011; Kaitantzian *et al.*, 2013; Odumo *et al.*, 2014; Gutiérrez *et al.*, 2016Dvorak *et al.*, 2020; Kolarova and Napior - kowski, 2021; Ikem and Garth *et al.*, 2022)

### أهمية البحث وأهدافه:

تناولت الأبحاث التي جرت على البيئة البحرية دراسة توزيع العناصر المعدنية في مختلف الأطوار البيئة البحرية (مياه - رسوبيات - أحياء) إلا أن الأبحاث التي تناولت دراسة تراكم هذه العناصر في الأسماك البحرية محدودة وجرت منذ فترة طويلة، ومن هنا تأتي أهمية هذا البحث في تسليط الضوء على تراكم العناصر المعدنية الثقيلة في نوعين من الأسماك البحرية (البوري والغريبة) ذات القيمة الاقتصادية ومدى تأثير ذلك على المستهلك النهائي وهو الإنسان من جهة، بالإضافة إلى تحديد جودة المناطق المدروسة ومدى تأثير الأنشطة البشرية المختلفة على ذلك من جهة أخرى.

### أهداف البحث:

- ✚ تحديد تراكيز عنصري الرصاص والكاديوم في نوعي من الأسماك البحرية (سمك البوري والغريبة).
- ✚ تحديد تراكيز عنصري الرصاص والكاديوم في المياه البحرية في موقعي المدينة الرياضية والكورنيش الجنوبي من شاطئ مدينة اللاذقية.
- ✚ تحديد العوامل الهيدروكيميائية للمياه (درجة الحرارة، الملوحة، pH) المؤثرة على تراكيز العناصر المعدنية المدروسة.

### طرائق البحث ومواده:

#### 1- موقع الدراسة:

أجريت هذه الدراسة في موقعي الكورنيش الجنوبي وشاطئ المدينة الرياضية من شاطئ مدينة اللاذقية الشكل (1) في صيف وشتاء 2021 المختلفة عن بعضها البعض بطبيعة التلوث ونوعية الأنشطة البشرية فيها. تم أخذ عينات الأسماك اللازمة لهذا البحث البوري والغريبة شكل(2) في صيف و شتاء 2021، هذا بالإضافة إلى أخذ قياسات للعوامل الهيدروكيميائية للمياه البحرية (درجة الحرارة، الملوحة، pH) في المواقع المدروسة باستخدام جهاز (VERNIER LABQUEST).



الكورنيش الجنوبي



المدينة الرياضية

الشكل (1): مواقع أخذ العينات اللازمة للبحث



سمك الغريبة



سمك البوري

الشكل (2): الأسماك البحرية المستخدمة في هذا البحث

### 2- المواد الكيميائية المستخدمة:

أمونيوم بيروليدين ثنائي ثيوكرامات (APDC)

كلوروفورم

حمض أزوت مركز (65%) عالي النقاوة (Merck)

محاليل قياسية للعناصر المعدنية المدروسة (Merck 1000mg/l)

### 3- الأجهزة المستخدمة:

جهاز الامتصاص الذري يعمل بتقنيتي اللهب والجرافيت Varian220 Atomic Absorption

Spectrometer (المعهد العالي للبحوث البحرية - جامعة تشرين)

ميزان تحليلي حساس  $0.001 \pm g$

فرن تجفيف (Bleu M)

جهاز حقلي لقياس الملوحة والحرارة والناقلية والحموضة (Vernier Labquest).

### 1- طريقة العمل:

#### 1-1- تحضير عينات المياه البحرية للتحليل:

تم أخذ (500ml) من المياه البحرية وضُبطت pH عند القيمة 4، ثم وضعت في قمع الاستخلاص وأضيف لها 8ml من محلول (1%) أمونيوم بيروليدين ثنائي ثيوكربامات و 25ml كلوروفورم وحرك القمع بشكل جيد لعدة دقائق، ثم تُرك حتى تمام انفصال الطورين العضوي والمائي. أخذ الطور العضوي المحتوي على العناصر المعدنية المستخلصة وجرى تبخير الكلوروفورم حتى الجفاف، ثم أضيف 2ml للعينة من حمض الأزوت المركز وسُخنت قليلاً لإعادة حل البقايا وأكمل الحجم بالماء ثنائي التقطير حتى 25ml (EPA. 1983).

#### 1-2- تحضير عينات السمك:

جُففت عضلات الأسماك عند الدرجة (105°C) حتى ثبات الوزن لتحديد نسبة الرطوبة، ثم أخذ (1g) وزن جاف ووُضعت في أنبوب التهضيم وأضيف لها (10ml) من مزيج حمض كلور الماء وحمض الأزوت بنسبة (1:3)، بعد ذلك تُركت العينة لمدة ساعة في جو المختبر ثم سُخنت لمدة (3h) على حمام مائي وبعد انتهاء عملية التهضيم تُركت العينة حتى تبرد ثم رُشحت وأكمل الحجم بالماء ثنائي التقطير حتى (50ml) (IAEA,2006).

#### 1-3- تحديد تراكيز عنصري الرصاص والكاديوم:

تم تحليل العينات باستخدام جهاز الامتصاص الذري نوع (Varian 220) الذي يعمل وفق تقانتي طيف اللهب والفرن الغرافيتي، حيث تم استخدام تقانة اللهب لتحديد تراكيز عنصري الرصاص والكاديوم في العينات السمكية وفق الشروط المبينة في الجدول (1)، بينما استخدمت تقانة الفرن الغرافيتي لتحديد تراكيز العناصر المعدنية المدروسة في العينات المائية كون التراكيز أقل وفق الشروط الحرارية المعتمدة لعملية التحليل على تقانة الغرافيت (الجدول 2).



الشكل (3) جهاز الامتصاص الذري نوع Varian 220

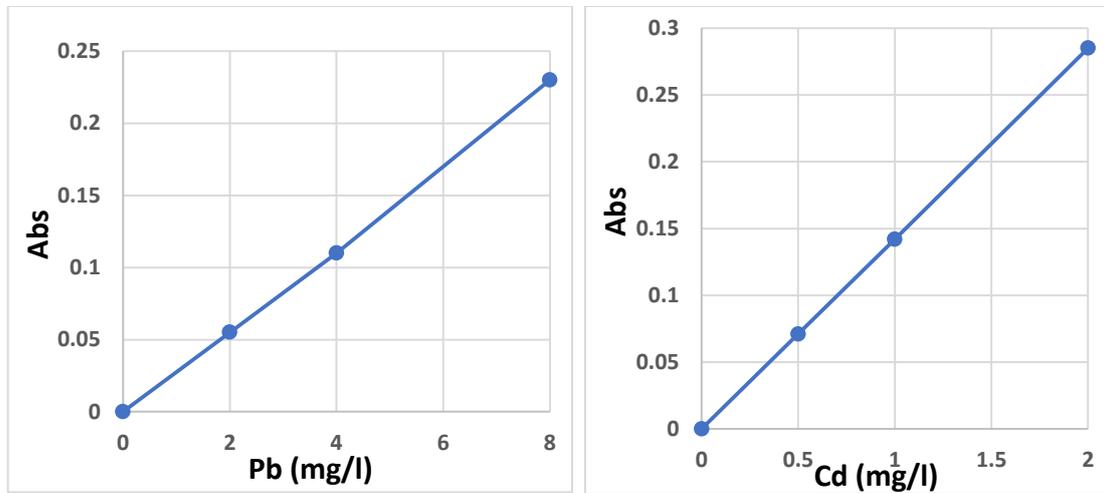
الجدول (1) الشروط الآلية المعتمدة لتحديد تراكيز العناصر المعدنية الثقيلة على جهاز الامتصاص الذري بتقانة اللهب (Flame. AAS)

العنصر	نوع المصباح	طول الموجة (nm)	شدة تيار المصباح (mA)	فتحة الشق (nm)	نوع اللهب
Pb	HCL	217	10	0.2	هواء-استيلين
Cd	HCL	228.8	4	0.5	هواء-استيلين

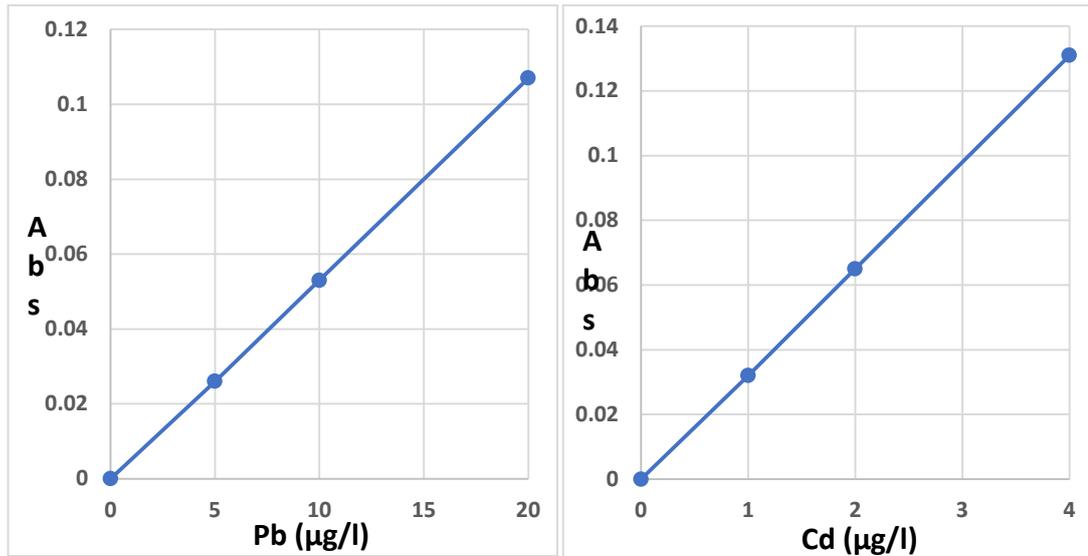
الجدول (2): الشروط الحرارية المعتمدة لعملية التحليل على تقانة الغرافيت

العنصر	المرحلة	درجة الحرارة (C°)	زمن التسخين (S)	سرعة تدفق الغاز (L/min)
Pb	تجفيف	120	10	3
	ترميد	800	5	3
	تحليل	2400	2	0
	تنظيف	2400	2	3
Cd	تجفيف	120	10	3
	ترميد	250	5	3
	تحليل	1800	2	0
	تنظيف	1800	2	3

تم معايرة عمل الجهاز بالاعتماد على المنحنيات العيارية للعناصر المدروسة، حيث يبين الشكل (4) المنحنيات العيارية على جهاز الامتصاص الذري بتقانة اللهب (Flame- AAS)، والشكل (5) المنحنيات العيارية على جهاز الامتصاص الذري بتقانة الغرافيت (Graphic- AAS)



الشكل (4): المنحنيات العيارية على جهاز الامتصاص الذري بتقانة اللهب (Flame. AAS)



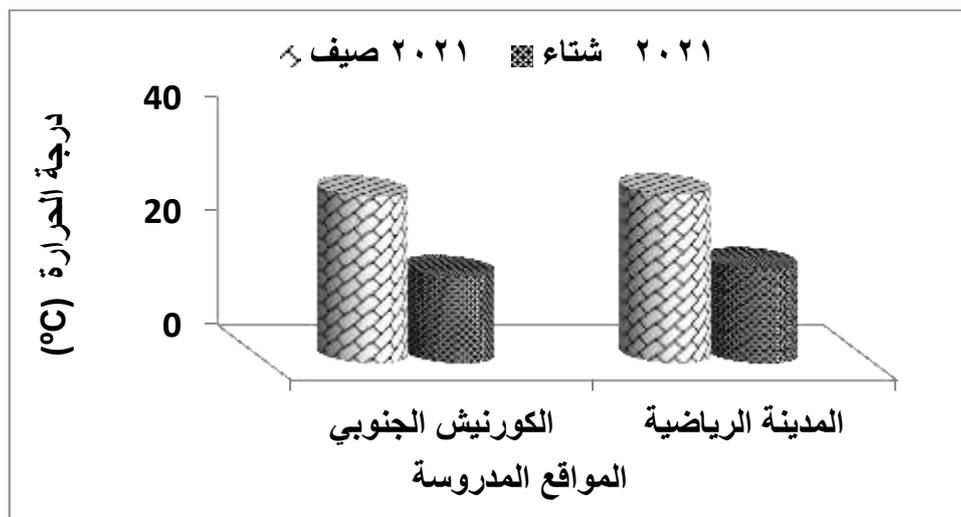
الشكل (5) المنحنيات العيارية على جهاز الامتصاص الذري بتقانة الغرافيت (Graphic- AAS)

### النتائج والمناقشة:

المواصفات الهيدروكيميائية:

#### 1- درجة حرارة المياه البحرية :

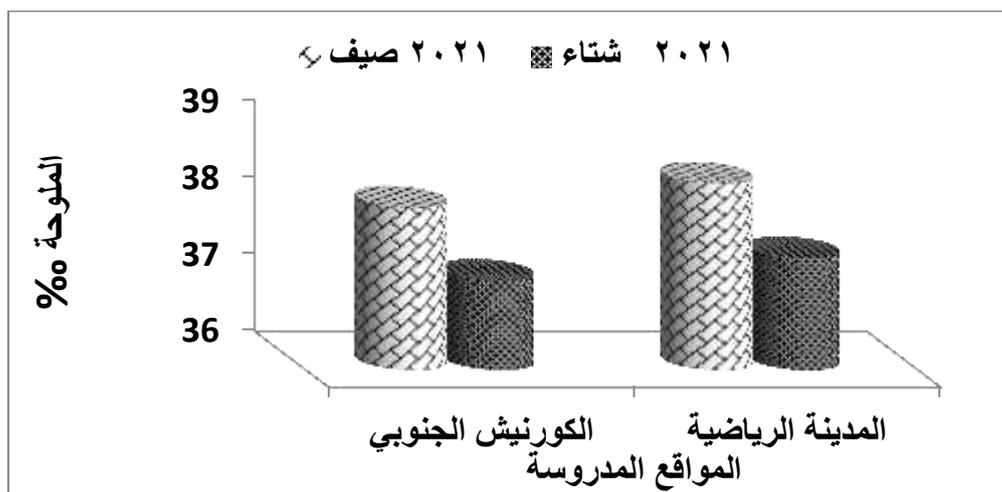
أظهرت النتائج وجود تغيرات زمانية ومكانية لدرجة حرارة المياه البحرية في صيف وشتاء 2021، حيث لوحظ ارتفاع درجة الحرارة في مواقع الدراسة في فصل الصيف مقارنة مع شتاء 2021، قد تُعزى التغيرات الفصلية إلى مدى اختلاف معدلات الهطولات المطرية، وازدياد تبخر المياه البحرية مع ارتفاع درجة الحرارة في فصل الصيف واختلاف عمق العمود المائي ( Rajeshkumar *et al.*, 2017; Picado *et al.*, 2020 ) (جولاق، 2013).



الشكل (6) درجة حرارة المياه البحرية (°C)

## 2- ملوحة المياه البحرية:

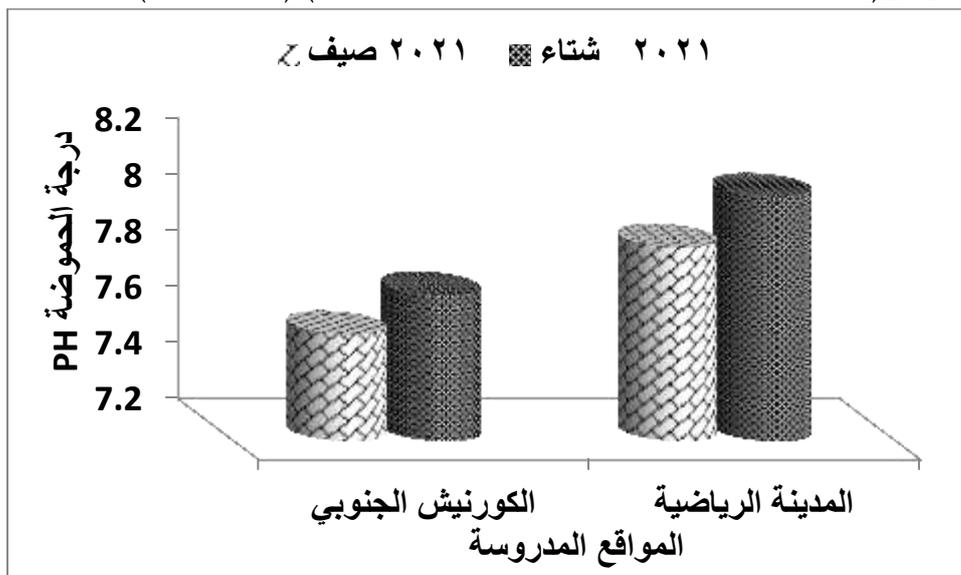
لوحظ ارتفاع واضح في ملوحة المياه البحرية في مواقع الدراسة في فصل الصيف مقارنةً مع فصل الشتاء كما هو مبين في الشكل (4)، يمكن أن يعزى ذلك إلى كمية الإشعاعات الشمسية، بالتالي اختلاف معدلات درجات الحرارة وبالتالي تغير معدلات تبخر المياه، سرعة الرياح، حركة الكتل المائية ومعدلات الهطولات المطرية الفصلية. (سلهب، 2018؛ جولاق، 2013) (Rajeshkumar *et al.*, 2017; Lei *et al.*, 2019; Jameson *et al.*, 2019)



الشكل (7) ملوحة المياه البحرية %

## 3- قيم pH المياه البحرية:

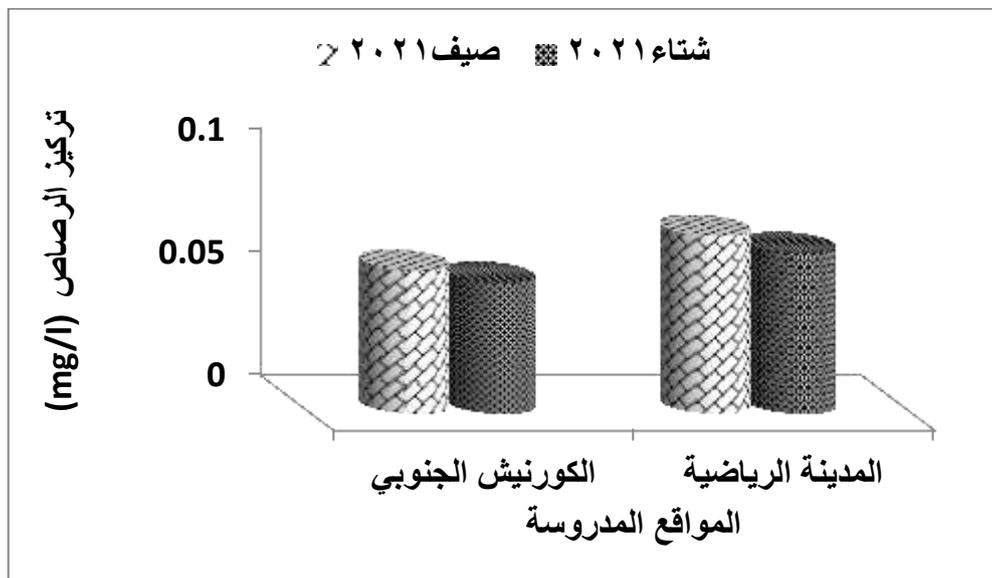
أظهرت النتائج ارتفاع قيم pH المياه البحرية في موقع المدينة الرياضية مقارنةً مع الكورنيش الجنوبي كما هو مبين في الشكل (8)، ويمكن أن يعزى ذلك إلى عمليات اختلاف سرعة الكتل المائية في شاطئ المدينة الرياضية مقارنةً مع الكورنيش الجنوبي، هذا بالإضافة لتأثر الموقع الأخر بمياه الصرف الصحي، كل ذلك أثر على اختلاف قيم pH المياه البحرية في الموقعين (Rajeshkumar *et al.*, 2017; Chen *et al.*, 2020) (سلهب، 2018).



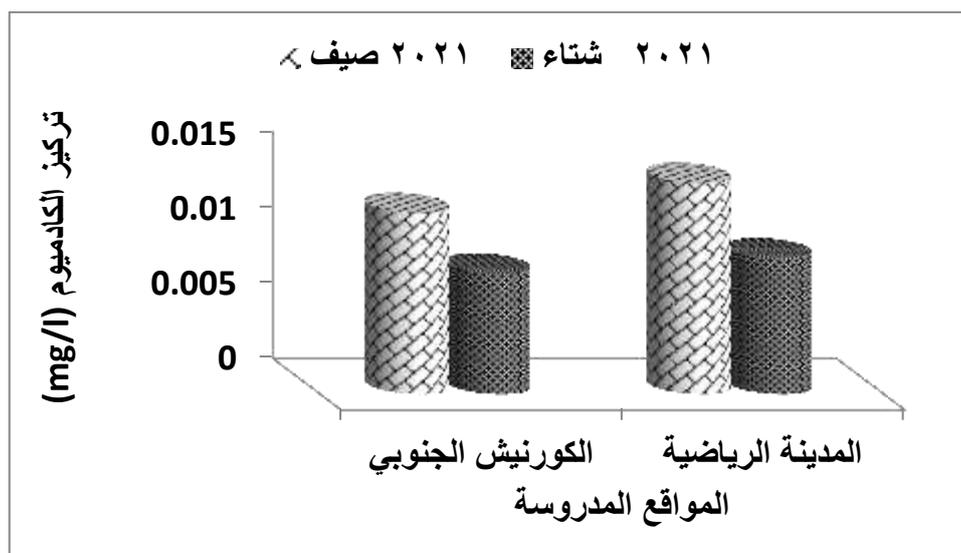
الشكل (8) قيم pH المياه البحرية في المواقع المدروسة

#### 4- تراكيز عنصر الرصاص والكاديوم في المياه البحرية:

أظهرت النتائج تغيرات واضحة في تراكيز عنصري الرصاص والكاديوم في المياه البحرية خلال فصلي الدراسة كما هو مبين في الشكلين (9 & 10)، لوحظ ارتفاع في تراكيز الرصاص والكاديوم في فصل الصيف مقارنةً مع فصل الشتاء، حيث سُجلت أعلى قيم لتراكيزهما في شاطئ المدينة الرياضية في فصل الصيف. حيث يتواجد الرصاص بشكل شارد في الوسط المائي عند قيم pH (7-9)، وله قدرة على الارتباط بشاردة الكربون أكثر من الكاديوم. لوحظ ارتفاع تراكيز الرصاص والكاديوم صيفاً مقارنةً مع شتاء 2021 وذلك مترافقةً مع ارتفاع نسبة ملوحة المياه البحرية، وارتفاع قيم pH الوسط ودرجة الحرارة في موقع شاطئ المدينة الرياضية مقارنةً مع الكورنيش الجنوبي وذلك نتيجة الاختلافات الجغرافية وعمق العمود المائي وسرعة حركة التيارات البحرية بينهما.



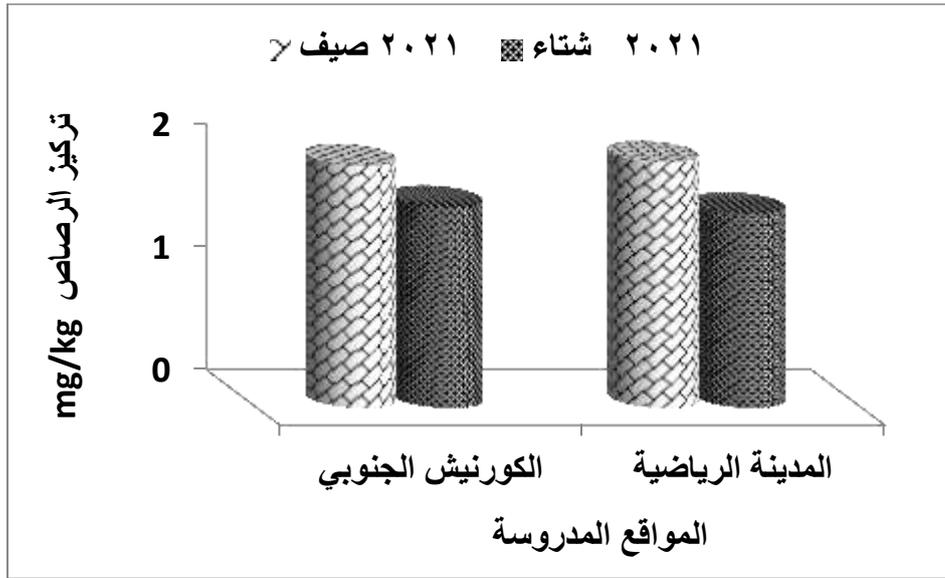
الشكل (9) تراكيز عنصر الرصاص في المياه البحرية



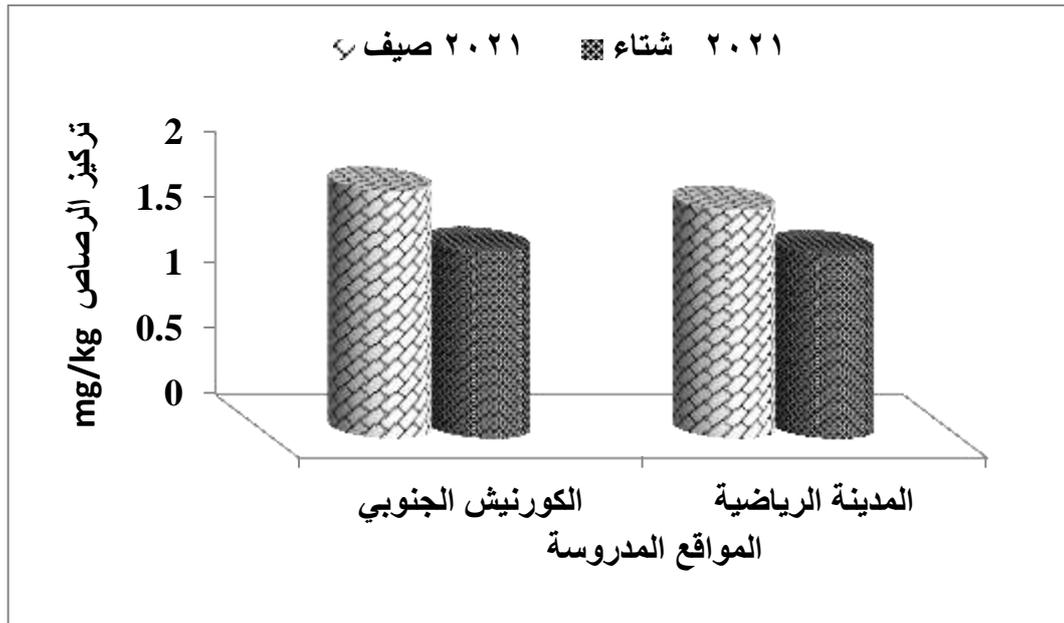
الشكل (10) يوضح تراكيز عنصر الكاديوم في المياه البحرية

## 5- تراكيز عنصر الرصاص في عضلات الأسماك:

بيّنت النتائج تغير تراكيز عنصر الرصاص في أنواع الأسماك المدروسة خلال فصلي الدراسة، حيث سُجّلت أعلى قيمة لتراكيز عنصر الرصاص في سمك البوري في شاطئ المدينة الرياضية في فصل الصيف، وأدنى قيمة له سمك البوري في شاطئ المدينة الرياضية في فصل الشتاء كما هو مبين في الشكلين (11 & 12).  
 لوحظ ارتفاع التراكيز صيفاً مقارنة مع فصل الشتاء مترافقة مع درجة حرارة المياه (الشكل 6)، وملوحة المياه (الشكل 7) وانخفاض قيم pH (الشكل 8) ومع ارتفاع تراكيز الرصاص في المياه البحرية (الشكل 9)، كل ذلك ساهم في زيادة تراكم الرصاص في نوعي الأسماك وهذا ما أكدته العديد من الدراسات (Younis, et al., 2021; Pragnya, et al., 2021; Yang, et al., 2021).  
 أظهرت النتائج ارتفاع تراكيز عنصر الرصاص في عينات سمك البوري مقارنة مع سمك الغريبة، وفي فصل الصيف مقارنة مع فصل الشتاء، هذا بالإضافة إلى ارتفاع التراكيز في موقع المدينة الرياضية مقارنة مع الكورنيش الجنوبي. ساهم تغير نمط تغذية كل من نوعي الأسماك المدروسة والطبيعة الجغرافية ونوع الأنشطة البشرية تغير الخواص الهيدروكيميائية للمياه البحرية في اختلاف التراكيز وهذا متفق مع العديد من الدراسات العالمية (Kindie et al., 2020) (محمد، 2001).



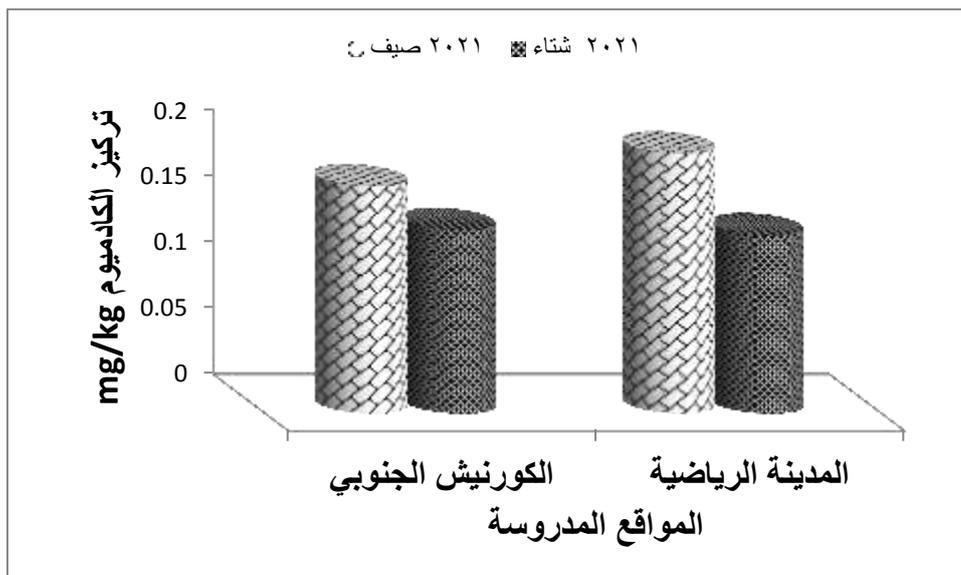
الشكل (11) تراكيز الرصاص في سمك البوري



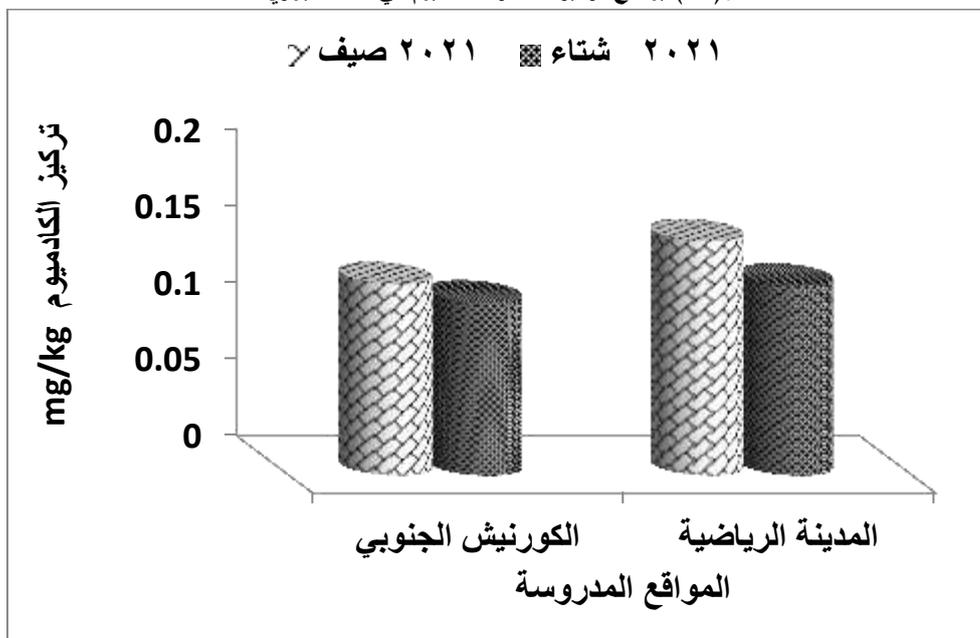
الشكل (12) تراكيز الرصاص في سمك الغربية

#### 6- تراكيز عنصر الكاديوم في عضلات الأسماك:

بيّنت النتائج تغير تراكيز عنصر الكاديوم في أنواع الأسماك المدروسة خلال فصلي الدراسة، حيث سُجّلت أعلى قيمة لتراكيز عنصر الكاديوم في سمك البوري في شاطئ المدينة الرياضية في فصل الصيف، وأدنى قيمة له في سمك الغربية في شاطئ الكورنيش الجنوبي في فصل الشتاء كما هو مبين في الشكلين (13 & 14). لوحظ ارتفاع التراكيز صيفاً مقارنة مع فصل الشتاء مترافقة مع درجة حرارة المياه (الشكل 6)، وملوحة المياه (الشكل 7) وانخفاض قيم الـ pH (الشكل 8) ومع ارتفاع تراكيز الكاديوم في المياه البحرية (الشكل 10)، كل ذلك ساهم في زيادة تراكم الكاديوم في نوعي الأسماك وهذا ما أكدته العديد من الدراسات (Younis, et al., 2021; Kuton et al., 2021) أثر نمط التغذية للأسماك المدروسة واختلاف العوامل الهيدروكيميائية للمياه البحرية في اختلاف التراكيز، حيث لوحظ ارتفاع التراكيز الكاديوم عند أسماك البوري مقارنة مع سمك الغربية، وفي موقع المدينة الرياضية مقارنة مع الكورنيش الجنوبي (Kindie et al., 2020) (محمد، 2001).



الشكل (13) يوضح تراكيز عنصر الكاديوم في سمك البوري



الشكل (14) تراكيز عنصر الكاديوم في سمك الغريبة

لوحظ وجود علاقة ارتباط قوية إلى قوية جداً بين العوامل الهيدروكيميائية وتراكيز عنصر الكاديوم، في حين كانت العلاقة ضعيفة إلى قوية بين درجة الحرارة والملوحة، وعكسية مع ال pH لتراكيز عنصر الرصاص، ويمكن أن يعزى ذلك إلى اختلاف الطبيعة الجغرافية ونوعية الأنشطة البشرية في المواقع المدروسة، وإلى حركية وأشكال تواجد هذين العنصرين في البيئة البحرية، علماً أن الكاديوم من العناصر سريعة الحركة والرصاص من العناصر بطيئة الحركة. لوحظ وجود علاقة ارتباط قوية بين تراكيز الرصاص والكاديوم مما يدل أنهم ناتجين عن مصدر تلوث واحد.

الجدول (3): علاقة الارتباط بين العوامل الهيدروكيميائية للمياه البحرية وتركيز العناصر المعدنية المدروسة.

	T	S	pH	تركيز الرصاص	تركيز الكاديوم
T	1				
S	0.971	1			
pH	-0.372	-0.148	1		
تركيز الرصاص	0.474	0.669	-0.134	1	
تركيز الكاديوم	0.957	0.995	0.6279	0.686	1

### الاستنتاجات والتوصيات:

#### الاستنتاجات:

أظهرت النتائج ارتفاع تراكيز عنصر الرصاص مقارنةً مع عنصر الكاديوم في المياه البحرية، وفي فصل الصيف مقارنةً مع فصل الشتاء.

لوحظ ارتفاع تراكيز عنصري الرصاص والكاديوم في عضلات سمك البوري مقارنةً مع سمك الغريبة.

بينت علاقات الارتباط بين العوامل الهيدروكيميائية للمياه وتركيز العناصر المدروسة وجود علاقة ارتباط قوية إلى قوية جداً مع عنصر الكاديوم مقارنةً مع عنصر الرصاص.

أثر كل من الطبيعة الجغرافية للمواقع المدروسة ونمط التغذية للأسماك المدروسة على ارتفاع التراكيز في موقع المدينة الرياضية في أسماك البوري مقارنةً مع الكورنيش الجنوبي.

#### التوصيات:

تحديد تراكيز العناصر المعدنية في أنواع مختلفة من الأسماك المنتشرة على الشاطئ السوري لما له من أثر سلبي على تراكم هذه العناصر في جسم الانسان عبر السلسلة الغذائية.

تحديد تراكيز بعض العناصر المعدنية الثقيلة في مراحل النمو المختلفة للأسماك لتحديد مقدار التراكم الحيوي.

### References:

1. Salhab; Lamaan, Hossam El-Din; Ghadeer, Samer. A contribution to the study of the main factors controlling the distribution of heavy metal elements in the coastal sediments of the city of Lattakia, Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research. Higher Institute for Marine Research, 2018.
2. Abbas, Asif.; Layka, Hossam El-Din.; Hariba, Yasmine. Determination of some trace heavy metal elements in types of seaweed on the beach of Baniyas city, Tishreen University Journal for Scientific Studies and Research. Higher Institute for Marine Research, Issue 2, Volume 38, 2016, 82-69.
3. Muhammad, Essam. Determination of Cd, As, Pb, Zn, Cr, Cu in the flesh tissues of some species of marine organisms in Lattakia city beach using atomic absorption spectroscopy (AAS). Tishreen University Journal for Scientific Studies and Research, Faculty of Science, Issue 10, Volume 23, 2001, 1-14.

4. IKEM, A.; GARTH, J. *Dietary exposure assessment of selected trace elements in eleven commercial fish species from the Missouri market*. Heliyon, VOL.8, 2022, 1-14.
5. KINDIE, M. ; ANDARGIE, M. ; HILLUF, W.; AMARE, M. *Assessment on level of selected heavy metals in Nile Tilapia and Barbus fish species and water samples from the Southern parts of Lake Tana, Ethiopia*. Scientific African, VOL.9, 2020, 1-11.
6. KUTON, M.; AYANDA, I.; UZOALU, I.; AKHIROMEN, D.; GEORGE, A.; AKINSANYA, B. *Studies on heavy metals and fish health indicators in Malapterurus electricus from Lekki Lagoon, Lagos, Nigeria*. Veterinary and Animal Science, VOL.12, 2021, 1-7.
7. MUHAMMAD, S.; AHMAD, K. *Heavy metal contamination in water and fish of the Hunza River and its tributaries in Gilgit–Baltistan: Evaluation of potential risks and provenance*. Environmental Technology & Innovation, VOL.20, 2020, 1-10.
8. MUNEEER, J.; ALOBAID, A.; ULLAH, R.; REHMAN, K.; ERINLE, K. *Appraisal of toxic metals in water, bottom sediments and fish of fresh water lake*. Journal of King Saud University – Science, VOL.34, 2022, 1-12.
9. PERELONIA, K. B.; BENITEZ, K. C.; BANICOD, R.J.; TADIFA, G.; CAMBIA, F.; MONTOJO, U. *Validation of an analytical method for the determination of cadmium, lead and mercury in fish and fishery resources by graphite furnace and Cold Vapor Atomic Absorption Spectrometry*. Food Control, VOL.130, 2021, 1-5.
10. PERELONIA, K.; BENITEZ, K.; BANICOD, R.; TADIFA, G.; CAMBIA, F.; MONTOJO, U. *Validation of an analytical method for the determination of cadmium, lead and mercury in fish and fishery resources by graphite furnace and Cold Vapor Atomic Absorption Spectrometry*. Food Control, VOL.130, 2021, 1-5.
11. TASLIMA, K.; AL-EMRAN, M.; RAHMAN, M.; HASAN, J.; FERDOUS, Z.; ROHANI, M.; SHAHJAHAN, M. *Impacts of heavy metals on early development, growth and reproduction of fish – A review*. Toxicology Reports, VOL.9, 2022, 1-11.
12. TESSER, T.; ROCHA, C.; CASTRO, D. *Metal contamination in omnivores, carnivores and detritivores fish along the Tramandaí River Basin, RS, Brazil*. Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management, VOL.16, 2021, 1-11.
13. Sani, A.; Idris, K.; Abdullahi, B.; Darma, A. *Bioaccumulation and health risks of some heavy metals in Oreochromis niloticus, sediment and water of Challawa river, Kano, Northwestern Nigeria*. Environmental Advances, VOL.7, 2022, 1-9.
14. Foley, M.; Askin, N.; Belanger, M.; Wittnich, C. *Anadromous fish as biomarkers for the combined impact of marine and freshwater heavy metal pollution*. Ecotoxicology and Environmental Safety, VOL.230, 2022, 1-7.
15. Pandiyan, J.; Mahboob, S. ; Govindarajan, M. ; Al-Ghanim, K.; Ahmed, Z. ; Al-Mulhm, N. ; Jagadheesan, R. ; Krishnappa, K. *An assessment of level of heavy metals pollution in the water, sediment and aquatic organisms: A perspective of tackling environmental threats for food security*. Saudi Journal of Biological Sciences, VOL.28, 2021, 1-8.
- Rizk, R.; Juzsakova, T.; Ali, M. ; Rawash, M.; Domokos, E. ; Hedfi, A. ; Almalki, M. ; Boufahja, F. ; Shafik, H. ; Rédey, Á. *Comprehensive environmental assessment of heavy metal contamination of surface water, sediments and Nile Tilapia in Lake Nasser, Egypt*. Journal of King Saud University – Science, VOL.34, 2022, 1-11.
16. Muhammad, S.; Ahmad, K. *Heavy metal contamination in water and fish of the Hunza River and its tributaries in Gilgit–Baltistan: Evaluation of potential risks and provenance*. Environmental Technology & Innovation, VOL.20, 2020, 1-9.

17. Younis, E.; Abdel-Warith, A.; Al-Asgah, N.; Elthebite, S.; Rahman, M. *Nutritional value and bioaccumulation of heavy metals in muscle tissues of five commercially important marine fish species from the Red Sea*. Saudi Journal of Biological Sciences, VOL.28, 2021, 1-7.
18. Ikem, A.; Garth, J. *Dietary exposure assessment of selected trace elements in eleven commercial fish species from the Missouri market*. Heliyon, VOL.8, 2022, 1-14.
19. Tashi, S.; Gurung, D.; Dorji, U.; Wangchuk, K. *Trace elements in fish species: Schizothorax richardsonii, Salmo trutta and Neolissochilus hexagonolepis in relation to sizes and tissues of Punatsang Chhu*. Environmental Chemistry and Ecotoxicology, VOL.4, 2022, 1-11.
20. Kindie, M.; Andargie, M.; Hilluf, W.; Amare, M. *Assessment on level of selected heavy metals in Nile Tilapia and Barbus fish species and water samples from the Southern parts of Lake Tana, Ethiopia*. Scientific African, VOL.9, 2020, 1-11.
21. Pragnya, M.; Ajay, B.; Kumar S.; Byragi Reddy, T. *Bioaccumulation of heavy metals in different trophic levels of aquatic ecosystems with fish as a bioindicator in Visakhapatnam, India*. Marine Pollution Bulletin, VOL.165, 2021,1-8.
22. Rajeshkumar, S.; Liu, Y.; Zhang, X.; Ravikumar , B.; Bai, G.; Li, X. *Studies on seasonal pollution of heavy metals in water, sediment, fish and oyster from the Meiliang Bay of Taihu Lake in China*. Chemosphere, VOL.17, 2017, 1-50.
23. Liu, R.; Jiang, W.; Li, F.; Pan, Y.; Wang, C.; Tian, H. *Occurrence, partition, and risk of seven heavy metals in sediments, seawater, and organisms from the eastern sea area of Shandong Peninsula, Yellow Sea, China. Occurrence, partition, and risk of seven heavy metals in sediments, seawater, and organisms from the eastern sea area of Shandong Peninsula Yellow Sea, China*. Journal of Environmental Management, VOL.279, 2021, 1-9.
24. Ezemonye, L.; Adebayo, P.; Enuneku, A.; Tongo, I.; Ogbomida, E. *Potential health risk consequences of heavy metal concentrations in surface water, shrimp (Macrobrachium macrobrachion) and fish (Brycinus longipinnis) from Benin River, Nigeria*. Toxicology Reports, VOL.6, 2019, 1-9.
25. Korkmaz, C .; Ay , Ö .; Ersoysal, Y.; Köroğlu, M.; Erdem, C. *Heavy metal levels in muscle tissues of some fish species caught from northeast Mediterranean: Evaluation of their effects on human health* . Journal of Food Composition and Analysis, VOL.81, 2019, 1-9.
26. Mielcarek, K.; Nowakowski, P.; Jakubik, A.; Gromkowska-Kępcza, K.; Soroczynska, J.; Zukowska , R .; Naliwajko, S.; Grabia, M.; Bielecka, J.; Zmudzinska, A.; Moskwa, J.; Karpinska, E.; Socha, K. *Arsenic, cadmium, lead and mercury content and health risk assessment of consuming freshwater fish with elements of chemometric analysis*. Food Chemistry, VOL.379, 2022, 1-11.
27. Rubalingeswari, N.; Thulasimala, D.; Giridharan , L .; Gopal, V.; Magesh, N.; Jayaprakash, M. *Bioaccumulation of heavy metals in water, sediment, and tissues of major fisheries from Adyar estuary, southeast coast of India: An ecotoxicological impact of a metropolitan city*. Marine Pollution Bulletin, VOL.163, 2021, 1-9.
28. Botwe, B. *Heavy metal concentrations in five fish species from the Gulf of Guinea and their human health implications*. Regional Studies in Marine Science, VOL.44, 2021, 1-9.
29. Basu, S.; Chanda, A.; Gogoi, P.; Bhattacharyya, S. *Organochlorine pesticides and heavy metals in the zooplankton, fishes, and shrimps of tropical shallow tidal creeks and the associated human health risk*. Marine Pollution Bulletin. VOL.165, 2021, 1-15.