

تقييم تلوث نهر الرملة بالعناصر الثقيلة بقياس تراكيزها في مياهه وعند الرخوي

*Theodoxus fluviatilis*إقبال أحمد فاضل¹ وسمر محمد صالح¹¹ قسم الحياة الحيوانية، كلية العلوم، جامعة اللاذقية، سورية.(*للمراسلة: د. إقبال فاضل، البريد الإلكتروني ekbalahmadfadel@latakia-univ.edu.sy الهاتف: 0944327942)

تاريخ القبول: 2027 / 07 / 12

تاريخ الاستلام: 2026/01 / 31

الملخص

تم في هذا البحث قياس تركيز العناصر الثقيلة (الكاديوم، الرصاص، الحديد، النيكل) في مياه نهر الرملة وعند الرخوي *Theodoxus fluviatilis* لذلك قمنا بدراسة ثلاث مجموعات عمرية من هذا النوع خلال الفترة من آذار 2023 وحتى شباط 2024. أظهرت النتائج أن متوسط تراكيز الكاديوم والرصاص والنيكل أعلى عند الأحياء من الماء وهذا بسبب تراكمها في الأنسجة الحية، وكانت قيم الحديد متقاربة بين الأحياء والماء وذلك بسبب استخدام الحديد في العمليات الحيوية. وتبين وجود فروق جوهريّة بين المجموعات العمرية لمتوسطات قيم الكاديوم والرصاص، وعدم وجود أية فروق بين المجموعات العمرية فيما يخص النيكل والحديد. وتبين وجود تغيرات فصلية في تراكيز العناصر الثقيلة، إذ كان تركيز الرصاص والنيكل أعلى عند الأحياء من الماء في فصول الربيع والصيف والخريف وكانت القيم متقاربة شتاءً، وكانت تراكيز الكاديوم متقاربة في جميع الفصول، أمّا تركيز الحديد فكان أعلى عند الأحياء من الماء في فصل الربيع والخريف (فترات التكاثر)، وأقل عند الأحياء من الماء في فصلي الشتاء والصيف.

الكلمات المفتاحية: رخويات، *Theodoxus fluviatilis*، عناصر ثقيلة، نهر الرملة.

المقدمة:

يعد التلوث البيئي من أهم المشاكل التي تواجه الإنسان في العصر الحديث حيث الازدياد المتنوع والكبير للأنشطة البشرية (صناعية، حروب، زلازل...)، وما ينجم عنها من نفايات عالية الخطورة على البيئة بشكل عام، وعلى صحة الإنسان بشكل خاص. تعد العناصر الثقيلة من بين أكثر الملوثات خطورة على النظم البيئية وذلك بسبب قدرتها على التراكم في أنسجتها الحية لتصبح سامة وغير قابلة للتحلل الحيوي، مع التنويه إلى قدرة المعادن الثقيلة على تشكيل مركبات معدنية - عضوية سامة جداً تتراكم في مختلف المستويات من خلال السلسلة الغذائية ويمكن أن تسبب مشاكل صحية للبشر

(Sudharsan, et al., 2012 ؛ El-Serehy, et al., 2012)

يتميز نهر الرملة بأنه موئلاً لأنواع كثيرة من الكائنات الحية الحيوانية والنباتية غير أن بعض أنواعها لم تحظ بعد بالاهتمام المطلوب، ولم يكن هناك أية دراسة على شعبة الرخويات في نهر الرملة باستثناء دراسة (حمكو، 2023) التصنيفية والبيئية لرخويات نهر الرملة، وقد أدت التأثيرات البشرية والتغيرات المناخية، والكوارث الطبيعية إلى تدهور البيئة المائية بشكل عام وفي الأوساط المائية العذبة ومنها نهر الرملة بشكل خاص سيما بعد فتح مياه الصرف الصحي على هذا النهر.

تعد شعبة الرخويات إحدى أهم شعب الحيوانات اللافقارية في المملكة الحيوانية وذلك من نواحٍ متعددة علمية وصحية واقتصادية وبيئية وجيولوجية. فممثلاتها الحالية تلعب دوراً في الأنظمة البيئية المختلفة، وفي تراكيبها الحيوية نظراً لدخولها في كثير من

السلاسل الغذائية وشبكاتها، كما تستخدم بعض أنواعها كمؤشرات بيئية وخاصة في مجال التلوث العضوي والتلوث بالعناصر الثقيلة، كما أنها تشكل جزءاً كبيراً من الكتلة الحيوية لبعض الأوساط.

تشكل الرخويات مكوناً أساسياً في السلسلة الغذائية، إذ تشكل مصدراً غذائياً هاماً للحيوانات المائية وأهمها الأسماك وصولاً إلى المستهلك النهائي وهو الإنسان، لذلك كانت دراستها محط اهتمام كبير في جميع أنحاء العالم.

تناولت هذه الدراسات النواحي التصنيفية والبيولوجية، وأحياناً النواحي البيئية، وفي الآونة الأخيرة تم التوجه نحو تقييم التلوث بالعناصر الثقيلة من خلال دراستها في أوساط المياه المالحة، وفي الرسوبيات والأسماك وبالتالي وجدنا أن هناك نقصاً في تقدير العناصر الثقيلة في الرخويات وفي المياه العذبة من تأتي أهمية هذا البحث.

تُعرف العناصر الثقيلة بأنها العناصر الكيميائية المعدنية ذات الكثافة العالية (أعلى من 5 غ/سم³)، وتنقسم إلى نوعين: سمية وهي التي تشكل ضرراً بالغاً على الإنسان حتى بتركيزها المنخفضة جداً كالرصاص والزنك والكاديوم والزرنيخ وأساسية أي الضرورية للتمثيل الغذائي في الجسم البشري إلا أن تراكيزها المرتفعة تشكل خطورة على الإنسان كالحديد والزنك والمنغنيز والنحاس.

تأتي لعناصر الثقيلة من مصدرين أساسيين هما المصدر الطبيعي المتمثل في حث الصخور تحت تأثير العوامل الخارجية الطبيعية كالسيول والأمطار والرياح والزلازل والبراكين والكائنات الحية، والمصدر الصناعي المتمثل بالأنشطة البشرية ومخلفاتها التي تحوي أسمدة ومبيدات حشرية، إضافة إلى الصناعات المختلفة في المصافي النفطية والمعامل والمناجم والمقالع والمحطات الكهربائية وعوادم وسائل النقل والأسلحة المختلفة.

اهتمت الدراسة بقياس تراكيز أربع عناصر ثقيلة هي الكاديوم والرصاص والحديد والنيكل وذلك في الماء وفي جسم الرخوي *Theodoxus fluviatilis* بدءاً من آذار 2023 وحتى شباط 2024.

- الكاديوم: ينتج التلوث بالكاديوم عن البراكين وحرائق الغابات واحتراق الفحم الحجري وبعض الصناعات كصناعة البطاريات والبلاستيك ومواد الطلاء والأسمدة الفوسفاتية والتعدين والصناعات النفطية إضافة إلى حرق النفايات وانبعاث عوادم وسائل النقل، وكذلك التدخين (Wang et al., 2019).

- الرصاص: ينجم التلوث بالرصاص عن البراكين وبعض الصناعات كصناعة البطاريات والسبائك المعدنية ومواد الطلاء واحتراق الفحم الحجري والوقود والنفايات ومجاري الصرف الصحي (Wang et al., 2019).

- الحديد: وينتج التلوث بالحديد عن احتراق الوقود الأحفوري وانبعاثات الصناعات المعدنية وعمليات الصهر (Zhang et al., 2019).

- النيكل: ينتج التلوث بالنيكل بشكل أساسي عن صناعات طلاء المعادن واحتراق الوقود الأحفوري والنفايات ومحطات توليد الطاقة إضافة إلى مياه الصرف وكذلك التدخين (Savolainen, 1996).

يعيش النوع *Theodoxus fluviatilis* في الأوساط المائية العذبة الجارية والدائمة بشكل خاص (الينابيع، الأنهار، السواقي والجداول)، وكذلك في أوساط المياه الراكدة الدائمة كالبحيرات وينتشر هذا النوع عالمياً، فهو منتشر من أنهار وسواقي المغرب العربي إلى جنوب شرق آسيا وفي إفريقيا وأمريكا الشمالية والوسطى. كما يوجد في جنوب أوروبا، وكذلك في آسيا وأفغانستان وإيران وحوض البحر الأسود وبحر قزوين وأنهار القوقاز والدون وفي روسيا وسواقي شبه الجزيرة البيرينية وحوض نهر غليومند (Dasternac, 1988)، وفي القطر العربي السوري في نهر بردى (غضبان، 1989)، وفي نبع عين دارة والباسوطة (ناشد، 1992)، وفي بحيرة السن (فاضل، 1996)، وفي شلالات ميدانكي ونهر عفرين قرب مدينة حلب ونبع القلعة والسوق وعين طيبوط في منطقة حارم وفي نهر العاصي عند منطقة جسر الشغور وفي بحيرة الأسد في مدينة الثورة (ناشد، 1999)، وفي نهر الحصين

وفي نهر وبحيرة السن وفي نهر بانياس ونبع الفوار ونهر القش فاضل (2003) وفي حوض نهر الكبير الشمالي (رجب، 2016)، وفي حوض المضيق (حسن، 2021)، وفي حوض الرميطة (حمكو، 2023).

لقد أجريت عدة دراسات في القطر العربي السوري على تلوث المياه السطحية والجوفية نذكر منها: (عليا وآخرون، 2012؛ أسعد وآخرون 2014)، والتي تناولت التلوث بالرصاص والزنك والنحاس والحديد، كما تناولت بعض الدراسات تلوث الهواء في محيط معمل إسمنت طرطوس بالرصاص والنيكل والمنغنيز والزنك والحديد والنحاس، وفي مدينة اللاذقية بالرصاص والكاديوم والزنك والحديد والنحاس، وفي ريف جبلة المجاور للمقالع بالرصاص والنيكل (مخول وآخرون، 2019؛ غندور ولايقة، 2015؛ شاطر وآخرون، 2017) بالإضافة إلى بعض الدراسات التي تناولت تلوث التربة المحيطة بمعمل إسمنت طرطوس بالرصاص والكاديوم والنيكل والزنك والحديد والنحاس (كبيبو وآخرون، 2009). كما كانت هناك دراسات على عناصر السلسلة الغذائية بدءاً بالعوالق النباتية، ثم العوالق الحيوانية مروراً بالقاعيات الحيوانية البحرية وانتهاءً بالأسماك والتي بينت مدى انتشار العناصر الثقيلة كالرصاص والزنك والكاديوم والكروم والزرنيخ والزنك والنحاس والمنغنيز والكوبالت في الشواطئ السورية (محمد، 2007؛ صقر وآخرون، 2008؛ حسن، 2010؛ نور الدين وآخرون، 2012؛ ماميش، 2013؛ النسر وعبد الله 2019؛ علي وآخرون 2021)، لكن لم يكن هناك أية دراسة على رخويات الماء العذب، وهذه كانت نقطة الانطلاق لوضع اللبنة الأولى لدراسة التلوث في الأوساط المائية العذبة ومحاولة استخدام بعض الأنواع الرخوية الحية كمؤشرات حيوية.

أهمية البحث:

تتبع أهمية هذا البحث من كونه يتناول تركيز العناصر الثقيلة في مياه ورخويات نهر الرميطة، إذ تعد الدراسة الأولى للعناصر الثقيلة على رخويات الماء العذب في المنطقة الساحلية السورية، سيما وأنها تزامنت مع زلزال 6 شباط 2023 في الأراضي السورية والتركية.

أهداف البحث:

التعرف على الرخوي *Theodoxus fluviatilis* الموجود في مياه نهر الرميطة.

تقدير تركيز الكاديوم والرصاص والحديد والنيكل في مياه نهر الرميطة وفي جسم هذا الرخوي بطني القدم *Theodoxus fluviatilis*.

دراسة التغيرات الزمانية لتراكيز العناصر الثقيلة المدروسة.

العلاقة بين تراكيز العناصر الثقيلة وعمر الرخوي.

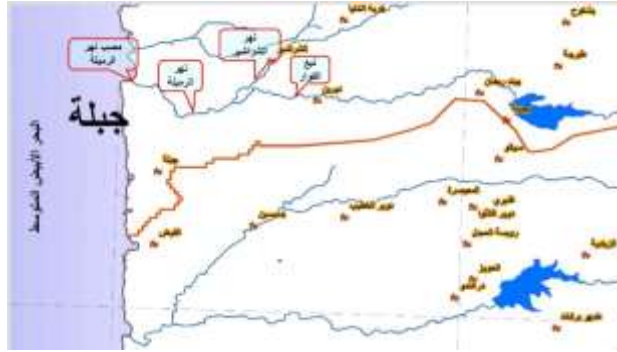
العلاقة بين تراكيز العناصر الثقيلة في الماء وفي جسم الرخوي *Theodoxus fluviatilis*.

مواد وطرائق البحث:

- موقع الدراسة:

يقع نهر الرميطة في منطقة جبلة التابعة لمحافظة اللاذقية الشكل (1)، وهو من الأنهار الدائمة الجريان ويتشكل من النقاء نهر الشراشير بنهر شقرا (مسيلات مطرية وصرف زراعي إضافة إلى فائض قنوات الري ومياه الصرف الصحي لقرية الشراشير والقرى المجاورة لها)، يرفد النهر عدة ينابيع أهمها تجمع ينابيع الفوار ونبع عين زرقاء ونبع الشيخ حسن ونبع بيت القليع، يجعله ذلك نهراً دائم الجريان، إذ يستمر في مدينة جبلة ماراً بالمتعلق باتجاه محطة وقود الوداد ليصب في البحر المتوسط.

أخذت العينات من مكان النقاء نهري الرميطة وشقرا حيث بلغ طول المنطقة التي تم جمع العينات منها 7 أمتار وعرض مترين، وقد تميزت هذه المنطقة بانتشار نبات القصب والخروع والحرور على الضفاف، إضافة لغناها بالطحالب وأهمها *Chara sp.*



الشكل (1): موقع الدراسة في المنطقة الساحلية السورية

- جمع العينات:

جمعت الرخويات من منطقة الدراسة بالطريقة الكيفية نظراً لغنى الأوساط بالنباتات المائية وللعق الكبير لمياهها وذلك بوساطة شبكة خاصة مؤلفة من ساعد خشبي (1.5 م طولاً) يحمل في نهايته حلقة معدنية (25 سم قطراً) يربط بها جيب من النايلون ذي ثقب صغيرة (0.2 ملم) بغية الحصول على الأفراد الفتية، حيث تم أخذ العينات من عدة نقاط من الوسط المائي، ثم حملت إلى المختبر لعزل مختلف أنواع الرخويات. كما جُمعت بعض العينات وخاصة الكبيرة منها بوساطة اليد أو الملقط وتم غسل الأحجار والمستندات المختلفة للحصول على الرخويات المثبتة عليها.

• حفظ العينات

حفظت العينات المخصصة للدراسات البيئية بحالتها الجافة في قوارير سُجل عليها النوع ومكان الجمع وتاريخه وعدد الأفراد وتم قياس أطوال القواقع وعرضها (أصغر من 3) ملم بوساطة مكبرة ذات عدسة ميكرومترية وتم استخدام جهاز Pied a coulisse للعينات (أكبر من 3 ملم) أما العينات المخصصة لدراسة تركيز العناصر الثقيلة فيها فقد وزنت مباشرة بعد الجمع وعولجت بحمض الآزوت المركز 65% لتهضمها.

• تصنيف العينات

لقد تم تصنيف الأنواع بالاعتماد على صفات القوقعة والمبرد والرداء وأحياناً على تشريح الجهاز التناسلي وشكل المنتجات التناسلية (Adam, 1960؛ Brown, 1980؛ Yacine, kassab M, et. al. 1994.)

• طرائق الدراسة البيئية

- التكرار النسبي الكلي (TRF) Relative FrequencyTotal وهو النسبة المئوية لأفراد نوع ما بالنسبة للعدد الكلي من أفراد الأنواع كلها في جميع العينات ويعطى بالعلاقة: $F = n/N$ ويضرب الناتج بـ 100 حيث F التكرار النسبي الكلي، n عدد أفراد النوع في جميع العينات، N العدد الكلي لأفراد جميع الأنواع في جميع العينات.

- الثبات (C) Constance هو النسبة المئوية لعدد العينات التي ظهر فيها النوع بالنسبة للعدد الكلي للعينات الكلي ويعطى معامل الثبات بالعلاقة: $C = P1/P$ حيث C الثبات، P1 عدد العينات التي ظهر فيها النوع، P العدد الكلي للعينات ويضرب الناتج بـ 100.

وحسب قيمة الثبات يمكن تمييز الفئات التالية (Dajoz, 1975)

أنواع عالية الثبات: عندما يوجد النوع في أكثر من 75% من عدد العينات الكلي.

أنواع ثابتة: عندما يوجد النوع في 50 - 75% من عدد العينات الكلي.

أنواع مساعدة عندما يوجد النوع في 25 - 50 % من عدد العينات الكلي.
أنواع عرضية عندما يوجد النوع في أقل من 25% من عدد العينات الكلي.

طرائق الدراسة الكيميائية:

لقد تم تحديد تراكيز العناصر الثقيلة باستخدام جهاز امتصاص الطيف الذري نوع Varian 220 الشكل (2)، وذلك وفق التقانات الخاصة بكل عنصر وفقاً للجدول المرفق الجدول (1) حيث يتم ترشيح عينة الماء ومن ثم نقوم بتحضيرها بحمض النتريك (HNO_3) لمنع ترسيب العناصر ثم تُحلل مباشرة باستخدام الجهاز، أما تحليل العناصر الثقيلة في الأنسجة الحية التي تعد وسطاً معقداً غنياً بالمواد العضوية (بروتينات، دهون)، لذلك لا يمكن تحليلها مباشرة، إذ تتطلب مرحلة هضم كيميائي مسبق تشمل على هضم رطب باستخدام حمض النتريك (HNO_3) أو الهضم باستخدام الميكروويف وذلك لتحرير العناصر الثقيلة من النسيج الحيوي، وبعد الهضم يُحلل المحلول الناتج باستخدام الجهاز بنفس الطريقة المستخدمة للماء وقد تم استخدام الهضم الرطب في هذا البحث.

الجدول (1): تقانة قياس العناصر الثقيلة

تقانة الفرن الغرافيتي					
العنصر	طول الموجة	نوع المصباح	عرض الشق	تيار اللبنة	الغاز الحامل
الكاديوم (Cd)	228.8	HCl	0.5	4	أرغون
الرصاص (Pb)	217	HCl	0.2	10	أرغون
النيكل (Ni)	232	HCl	0.2	4	أرغون
العنصر	طول الموجة	نوع المصباح	عرض الشق	تيار اللبنة	نوع اللهب
الحديد (Fe)	248.3	HCl	0.2		هواء/أسيثيلين



الشكل (2): صورة تظهر جهاز امتصاص الطيف الذري نوع Varian 220

النتائج والمناقشة:

1. نتائج الدراسة التصنيفية النوع (*Theodoxus fluviatilis*: L, 1758)

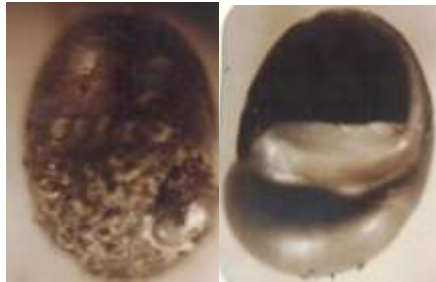
يعيش هذا الرخوي في المياه العذبة النقية على الصخور وجذوع الأشجار المغمورة في الماء، وعلى جذوع نبات قصب الماء وغالباً مانجده ملتصقاً على الصخور بالقرب من سطح الماء (Dasternac, 1988).

- القوقعة:

تبدي العينات التي تم جمعها من هذا النوع شكلاً بيضوياً، نصف كروي، يتسطح باتجاه الفتحة وتكون عديمة السرة، سطحها أملساً ذو تزيينات عديدة ومتنوعة، وقد تحتوي على بقع صفراء مائلة للبياض أو مشوبة باللون الأسود المائل للأخضر وخطوطاً قاتمة

مائلة للاصفرار، ولقد حسبنا نسبة كربونات الكالسيوم في القوقعة بطريقة معالجتها بحمض كلور الماء N/100 وكانت تساوي 92.5% من وزن القوقعة بالكامل.

تتألف القوقعة من 2-3 لفات تكون اللفة الأولى صغيرة جداً، أما اللفة الأخيرة فتكون كبيرة جداً، يفصل بين هذه اللفات دروز قليلة العمق، القمة منفرجة ومفلطحة الشكل (3)، فتحة القوقعة يمينية وكبيرة وتأخذ شكل نصف دائرة، تغطي هذه الفتحة بغطاء كلسي نصف دائري ذات لون أصفر، يزين سطحه الخارجي بخطوط رفيعة ويحمل نتوءاً خنجرياً على سطحه الداخلي إذ تبلغ أبعاد الغطاء بالمتوسط 2.2/1 ملم الشكل (4).



وجه ظهري

وجهه بطني

الشكل (3): قوقعة النوع *Theodoxus fluviatilis*الشكل (4): غطاء قوقعة النوع *Theodoxus fluviatilis*

ييدي الرداء بقعاً سوداء اللون تكون أكثر وضوحاً على الحافة العليا للرداء والجهة اليسرى منه، ولهذه البقع أهمية تصنيفية، إضافة للمبرد من النمط *Rhipidoglossa* الشكل (5) والذي يبدو على شكل شريط ملتف يتألف من عدد كبير من الصفوف العرضانية، إذ يوجد في كل صف سناً مركزياً صغيراً وأربعة أسنان جانبية (السنان الخارجيان قويان جداً وكبيران) بالإضافة إلى عدد كبير من الأسنان الهامشية (pen.....)، لقد حصلنا على المبرد بوضع الحيوان في محلول ماءات البوتاسيوم 10% وبالغليان لمدة 3/ دقائق حيث يتحرر المبرد ويطفو على سطح السائل، أما بالنسبة لبيوض هذا النوع فتتوضع ضمن كبسولات (محافظ) كلسية صلبة، ذات لون مصفر ملتصقة على الصخور وعلى قواقع الرخويات، ولها شكلاً كروياً، وتتألف الكبسولات الكلسية من مصراعين سفلي يشكل قاعدة الكبسولة إذ تلتصق بوساطته على المستندات الصلبة، وعلوي يشكل غطاء الكبسولة الشكل (6)، ويتراوح عدد البيوض في الكبسولة الواحدة من 2-7 بيضات ملقحة، يتابع جنين واحد فقط لا غير نموه في حين تلعب البيوض الأخرى دور مغذي للجنين (ناشد 1992)، ولها شكلاً كروياً.

الشكل (5): المبرد عند النوع *Theodoxus fluviatilis*الشكل (6): بيوض النوع *Theodoxus fluviatilis*

لقد تم جمع 1120 فرداً للنوع *T. fluviatilis* من هذه المحطة وقد بلغ طول أكبر فرد تم جمعه 12.5 وعرضه 6.2 مم وكان عدد الرخويات الكلي التي تم جمعها على مدار العام 7248.

2. نتائج الدراسة البيئية:

لقد كانت قيمة التكرار النسبي لهذا النوع ضمن المحطة المدروسة 15.45 % وكانت درجة الثبات 100% إذ كان عدد العينات 12 وظهر هذا النوع في جميع العينات وبالتالي فإن هذا النوع عالي الثبات وذو تكافؤ بيئي مرتفع.

3. نتائج الدراسة الكيميائية:

تم إجراء الدراسة على ثلاث مجموعات عمرية على النحو التالي:

مجموعة الأفراد الفتية: وهذه تضم الأفراد من طول 0.5 - 4 مم ضمناً.

مجموعة الأفراد المتوسطة: وهذه تضم الأفراد من طول 4.1 - 8.5 مم ضمناً.

مجموعة الأفراد الكبيرة: وهذه تضم الأفراد من طول 8.6 - 12.5 مم ضمناً.

وكانت النتائج مقدرة (mg/kg) بالنسبة للرخويات، و (mg/l) بالنسبة للعينات المائية الجد

الجدول (2): نتائج قياسات التراكيز الفصلية للعناصر الثقيلة

		المجموعة الكبيرة (mg/kg)		المجموعة المتوسطة (mg/kg)		المجموعة الفتية (mg/kg)		الماء (mg/l)					
		كانون 1	كانون 2	تشرين 1	تشرين 2	أيلول	أب	تموز	حزيران	إيار	نيسان	أذار	
فصل الشتاء	Cd	2.59	2.57	2.54	2.55	2.53	2.53	2.52	2.50	2.3	2.2	2.1	
	Pb	6.38	6.41	6.41	6.4	6.3	6.40	6.39	6.2	5.5	5.3	5	
	Fe	278.58	280	277.2	279.9	277.9	279.8	279.1	277.8	269	262	260.1	
	Ni	21.14	22.38	20.95	22	21.11	21.65	21.88	20.19	19.2	19	18.8	
فصل الربيع	Cd	3.18	3.24	2.3	3.1	3	2.18	2.91	2.9	2.9	2.9	2.8	
	Pb	7.36	7.34	7.22	7.1	7.19	7	6.89	6.36	6.3	5.9	5.6	
	Fe	218.31	212	213.9	211.7	217.4	213.9	210.7	216.3	255.1	256	258	
	Ni	33.67	33.58	39.1	33.11	32.95	38.22	33.58	32.67	23	22.6	22.4	
فصل الصيف	Cd	2.88	2.79	2.65	2.44	2.44	2.58	2.35	2	2.7	2.3	2	
	Pb	7.35	7.51	7.54	7.32	7.35	7.50	7.23	7.12	7.1	6.9	6.8	
	Fe	254.37	251	234.1	250.1	254.37	233.1	249.1	251.3	262	261.5	261	

19.55	27.28	24.13	19.55	26.27	23.16	19.52	26.25	22.13	21.3	20.9	20.1	Ni	فصل الشتاء
2.46	2.47	2.52	2.45	2.41	2.45	2.39	2.32	2.21	2.2	2	1.9	Cd	
6.19	6.22	6.18	6.16	6.11	6.12	6.13	6	5.9	6.4	6	5.9	Pb	
238.27	235.04	231.17	237.8	234.8	230.8	236.5	234.4	230.1	221.9	221	220	Fe	
21.14	17.98	18.77	21	17.91	18	20.18	17.90	17.89	19	18.2	18.2	Ni	

كان متوسط تراكيز كل من الكاديوم Cd والرصاص Pb والنيكل Ni أعلى عند الأحياء من متوسط التراكيز في الماء، بينما متوسط تركيز الحديد Fe في الماء كان أعلى مما هو عند الأحياء الجدول (3)، وذلك لأن الحديد يدخل في العمليات الحيوية فهو يستهلك بشكل كبير على عكس العناصر الأخرى التي تتراكم في الأنسجة الحية

الجدول (3): الفروق في تراكيز العناصر الثقيلة عند الأحياء وفي الماء

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Cd	عند الأحياء	36	2.58	0.28	0.05
	في الماء	12	2.36	0.37	0.10
Pb	عند الأحياء	36	6.74	0.56	0.090
	في الماء	12	6.06	0.66	0.19
Fe	عند الأحياء	36	243.36	23.98	3.99
	في الماء	12	250.63	18.23	5.26
Ni	عند الأحياء	36	24.65	6.72	1.12
	في الماء	12	20.23	1.76	0.51

ولاختبار فيما إذا كانت هذه الفروقات جوهريّة قمنا بإجراء اختبار ستودنت للعينات المستقلة عند مستوى الدلالة 0.05، وتبين وجود فروق جوهريّة ($P\text{-Value} < 0.05$) في تركيز كل من الكاديوم Cd والرصاص Pb والنيكل Ni بين الأحياء والماء وكان التركيز في الماء أعلى مما هو عند الأحياء. ولا يوجد فروق جوهريّة في تركيز الحديد Fe بين الأحياء والماء وهذا ما يدل على تقارب قيم التراكيز عند الأحياء وفي الماء، وهذا يتطابق مع نتائج الجدول (2).

كما تم إجراء تحليل تباين أحادي ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسطات التراكيز حسب المجموعات، وتبين وجود فروق بين المجموعات (الفئة، المتوسطة، الكبيرة) حسب قيم متوسطات تراكيز الكاديوم Cd والرصاص Pb حيث بلغت $P\text{-Value}$ قيمة 0.021 و 0.008 على التوالي، كما لم يوجد فروق بين المجموعات (الفئة، المتوسطة، الكبيرة) حسب قيم المتوسطات لها لكل من الحديد Fe والنيكل Ni.

لمعرفة مصدر هذه الفروقات قمنا بإجراء اختبار أقل فرق معنوي Least Significant Differences LSD الجدول (4).

حيث يظهر الجدول (4) فيما يخص الكاديوم Cd: بأن الفرق أحدث بين المجموعة الفتية والمجموعة الكبيرة، وتراكيز الماء والمجموعة الكبيرة، بينما المجموعة المتوسطة لم يوجد اختلافات جوهريّة مع باقي المجموعات وتبين أن المجموعة الكبيرة ذات تركيز أعلى للكاديوم من باقي المجموعات كون العمر والوزن يلعب دوراً أساسياً في تراكم تركيز هذا العنصر، وأن التركيز في الماء هي أقل المجموعات من ناحية تركيز الكاديوم وهذا يؤكد أن الكاديوم يتراكم في الأنسجة الحية مع مرور الزمن.

بينما أظهر الرصاص Pb وفقاً للجدول السابق بأن الفرق أحدث بين تراكيز الماء وجميع المجموعات الأخرى، حيث انه لم يوجد فروق جوهريّة بين المجموعات العمرية، وتبين أن المجموعة الكبيرة ذات تركيز أعلى للرصاص من باقي المجموعات، وأن تراكيز الماء هي أقل المجموعات من ناحية تركيز الرصاص مما يؤكد قدرة الأنسجة الحية على مراكمة الرصاص.

يظهر الجدول (5) بأن الفرق بين قيم متوسط تراكيز الكاديوم كانت متقاربة في الفصول عند كل من الأحياء والماء وهذا ما تسبب بعدم وجود فروق في القيم. ووجود فرق في معظم الفصول في متوسط تراكيز الرصاص إذ كان التركيز عند الأحياء أعلى مما هو عليه في الماء في فصل الصيف والخريف والربيع، بينما تقاربت التراكيز في فصل الشتاء وذلك بسبب انخفاض التراكيز في الماء

نتيجة وفرة المياه. أما بالنسبة لمتوسط تراكيز الحديد فقد كانت التغيرات الفصلية واضحة، حيث كان التركيز عند الأحياء أعلى مما هو عليه في الماء في فصل الربيع والخريف، بينما كان التركيز عند الأحياء أقل مما هو عليه في الماء في فصل الصيف والشتاء وهذا يتوافق مع ذروتي التكاثر الربيعية والخريفية لهذا النوع (فاضل، 2003; حمكو 2023). وكذلك الحال في متوسط تراكيز النيكل، وكانت الفروقات واضحة في معظم الفصول حيث كان التركيز عند الأحياء أعلى مما هو عليه في الماء في فصل الصيف والخريف والربيع، بينما تقاربت التراكيز عند الأحياء وفي الماء في فصل الشتاء.

الجدول (4): الفروقات بين تراكيز العناصر الثقيلة بين الماء والمجموعات العمرية المختلفة (اختبار LSD)

المجموعة العمرية	الفرق في المتوسطات	القيمة الاحتمالية	الدلالة الإحصائية
Cd	المجموعة الفتية - المجموعة المتوسطة	-0.12	غير دال إحصائياً
	المجموعة الفتية - المجموعة الكبيرة	-0.28*	دال إحصائياً
	المجموعة الفتية - الماء	0.09	غير دال إحصائياً
	المجموعة المتوسطة - المجموعة الفتية	0.12	غير دال إحصائياً
	المجموعة المتوسطة - المجموعة الكبيرة	-0.15	غير دال إحصائياً
	المجموعة المتوسطة - الماء	0.21	غير دال إحصائياً
	المجموعة الكبيرة - المجموعة الفتية	0.28*	دال إحصائياً
	المجموعة الكبيرة - المجموعة المتوسطة	0.15	غير دال إحصائياً
	المجموعة الكبيرة - الماء	0.37*	دال إحصائياً
	الماء - المجموعة الفتية	-0.09	غير دال إحصائياً
	الماء - المجموعة المتوسطة	-0.21	غير دال إحصائياً
	الماء - المجموعة الكبيرة	-0.37*	دال إحصائياً
Pb	المجموعة الفتية - المجموعة المتوسطة	-0.18	غير دال إحصائياً
	المجموعة الفتية - المجموعة الكبيرة	-0.27	غير دال إحصائياً
	المجموعة الفتية - الماء	0.54*	دال إحصائياً
	المجموعة المتوسطة - المجموعة الفتية	0.18	غير دال إحصائياً
	المجموعة المتوسطة - المجموعة الكبيرة	-0.09	غير دال إحصائياً
	المجموعة المتوسطة - الماء	0.71*	دال إحصائياً
	المجموعة الكبيرة - المجموعة الفتية	0.27	غير دال إحصائياً
	المجموعة الكبيرة - المجموعة المتوسطة	0.09	غير دال إحصائياً
	المجموعة الكبيرة - الماء	0.80*	دال إحصائياً
	الماء - المجموعة الفتية	-0.53*	دال إحصائياً
	الماء - المجموعة المتوسطة	-0.71*	دال إحصائياً
	الماء - المجموعة الكبيرة	-0.80*	دال إحصائياً

الجدول (5): التغيرات الفصلية في تراكيز كل من الكاديوم والرصاص والحديد والنيكل بين الماء والرخويات

التغيرات	الفصل	Cd		Pb		Fe		Ni	
		Mean	Sd	Mean	Sd	Mean	Sd	Mean	Sd
عند الأحياء	الصيف	2.85	0.37	7.09	0.32	214.67	2.58	35.20	2.96
	الخريف	2.52	0.26	7.38	0.15	245.89	8.98	23.09	3.11
	الشتاء	2.41	0.09	6.11	0.10	234.34	3.04	18.97	1.40
	الربيع	2.54	0.03	6.37	0.07	278.55	1.34	21.33	0.702
	Total	2.58	0.28	6.74	0.56	243.36	23.98	24.65	6.72
في الماء	الصيف	2.87	0.06	5.93	0.35	256.37	1.48	22.67	0.31
	الخريف	2.33	0.35	6.93	0.15	261.50	0.50	20.77	0.61
	الشتاء	2.03	0.15	6.10	0.26	220.97	0.95	18.47	0.46
	الربيع	2.20	0.10	5.27	0.25	263.70	4.69	19.00	0.20

1.76	20.22	18.23	250.63	0.66	6.06	0.37	2.36	Total
------	-------	-------	--------	------	------	------	------	-------

قمنا بدراسة العلاقة بين تراكيز مختلف العناصر الجدول (6)، حيث لوحظ وجود علاقة ارتباط طردية ضعيفة ($R=0.339$) وذات دلالة إحصائية بين تراكيز عنصري الكاديوم والحديد، وكانت كذلك علاقة الارتباط طردية متوسطة وذات دلالة إحصائية بين تراكيز الكاديوم والنيكل ($R=0.512$) كما وجد علاقة ارتباط طردية ضعيفة وذات دلالة إحصائية بين الكاديوم والرصاص ($R=0.339$) وعلاقة ارتباط عكسية ضعيفة وذات دلالة إحصائية بين الحديد والرصاص ($R=0.288$) وذلك بسبب اختلاف مصادر التلوث لكل عنصر من هذه العناصر، وعلاقة ارتباط طردية متوسطة ذات دلالة إحصائية بين الرصاص والنيكل ($R=0.534$) وهذا أمر طبيعي فالنيكل عنصر سام والحديد عنصر مغذي. كما وُجد علاقة ارتباط عكسية ضعيفة بين الحديد والرصاص بقوة ($R=0.288$)، وعلاقة ارتباط عكسية متوسطة بين الحديد والنيكل ($R=0.494$) وهذا يعود إلى مصادر هذه العناصر.

الجدول (6): معاملات الارتباط بين مستويات التراكيز

	Cd	Pb	Fe	Ni
Cd	1			
Pb	0.399**	1		
Fe	-0.163-	-0.288-*	1	
Ni	0.512**	0.534**	-0.494-**	1
**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).				
*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).				

الاستنتاجات:

1. تبين أن النوع *Theodoxus fluviatilis* عالي الثبات إذ بلغت درجة ثباته 100%، وبتكرار نسبي 15.45%، كان فصل الصيف هو الأعلى تركيزاً وفصل الشتاء هو الأدنى بالنسبة للكاديوم والرصاص والنيكل.
2. لا يوجد فروق بين المجموعات العمرية (الفتية، المتوسطة، الكبيرة) حسب قيم المتوسطات لها لكل من الرصاص والحديد والنيكل.
3. يوجد فروق في المتوسطات للمجموعات العمرية لكل عنصر على حده.
4. يوجد تباين بين المجموعات العمرية فيما يخص الكاديوم.
5. فصل الربيع هو الأعلى تركيزاً بالنسبة للحديد والصيف هو الأدنى تركيزاً.
6. يمكن اعتبار النوع *Theodoxus fluviatilis* مؤشراً حيوياً للتنبؤ بالتلوث بالعناصر المعدنية الثقيلة.

المقترحات:

1. الاستمرار في مثل هذه الدراسات لتشمل مجموعات حيوانية مائية وبرية.
2. تقييم تلوث الأوساط المائية وعلاقته بتراكيز العناصر الثقيلة في الأنسجة الحية.
3. محاولة استخدام بعض أنواع الرخويات المائية العذبة الأخرى كمؤشرات حيوية.

المراجع:

- أسعد محمد، غياث عباس، إسماعيل ميلان. (2014). تحديد نزر بعض العناصر الثقيلة في مياه الجريان المطري على شاطئ محافظة طرطوس. مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية - سلسلة العلوم الأساسية. المجلد (36) العدد (2) 2014. ص. 113-131.

- النسر أمينة، سوزان عبد الله، (2019). تركيز بعض العناصر الثقيلة عند نوعي الطحالب السمراء (Sargassum closeup, Cystoseira amentacea,) في المياه الشاطئية لمدينة اللاذقية
- حسن ديمة، (2021) دراسة بيئية وتصنيفية لرخويات الماء العذب في حوض المضيق (محافظة اللاذقية). جامعة تشرين سورية. (130 ص).
- حمكو ثناء، (2023). دراسة بيئية وتصنيفية لبعض اللاقاريات المائية العذبة في حوض الرميطة (جبل - اللاذقية - سوريا) رسالة أعدت لنيل درجة الماجستير في علم الحياة الحيوانية. جامعة تشرين سورية. (136 ص).
- رجب إيفاء، (2016). مساهمة في الدراسة التصنيفية والبيئية لرخويات المجرى السفلي لنهر وبعضاً من روافده. رسالة أعدت لنيل درجة الماجستير في علم الحياة الحيوانية. جامعة تشرين سورية. (132 ص).
- شاطر زهير، وائل نيسافي، إبراهيم صالح لانا، (2017). الرصد الحيوي لتلوث الهواء ببعض المعادن الثقيلة المحمولة بغبار المقالع باستخدام أوراق صنوبر البروتي *Pinus brutia Ten* كمؤشر حيوي، حالة موقع تحريج كفرديبل - جبل. مجلة بحوث جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية سلسلة العلوم البيولوجية. المجلد (39) العدد (1) 2017. ص. 121 - 133.
- صقر فائز، المصري محمد، صالح محمد (2008) تركيز العناصر النزرة في بعض أنواع القاعيات الحيوانية في شاطئ المحطة الحرارية في بانياس. مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية - سلسلة العلوم البيولوجية. المجلد (30) العدد (5) 2008. ص. 81 - 98.
- علياء تميم، إبراهيم نيسافي، ناصر رماز. (2012) دراسة تأثير الأنشطة البشرية والزراعية على بعض مؤشرات جودة مياه الشرب حالة دراسة: منطقة قسمين. مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية - سلسلة العلوم البيولوجية. المجلد (34) العدد (6) 2012. ص. 203 - 220.
- علي محمود، خليل كامل، حسن لبنى. (2021). دراسة التراكم الحيوي لبعض العناصر الثقيلة Co, Ni, Zn في الشببة المنقولة *Parmelinapastillifera (Harm) Hale* في مناطق مختلفة من مدينة اللاذقية. مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية - سلسلة العلوم البيولوجية. المجلد (43) العدد (5) 2021. ص. 253 - 270.
- غندور وفاء، لايقة حسام. (2015) دراسة نزر بعض العناصر المعدنية الثقيلة في أوراق وساق نبات القصب *Avundodonax L.* المنتشرة في مدينة اللاذقية باستخدام مطيافية الامتصاص الذري. مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية - سلسلة العلوم البيولوجية. المجلد (37) العدد (5) 2015. ص. 27 - 43.
- غضبان إيمان، 1989 البنية الرخوية لنهر بردى رسالة أعدت لنيل درجة الماجستير في علم الحياة الحيوانية جامعة دمشق سوريا (121 ص).
- فاضل إقبال. (1996). دراسة بيئية وتصنيفية للرخويات بطنيات القدم في مياه بحيرة السن. رسالة أعدت لنيل درجة الماجستير في علم البيئة المائية. جامعة تشرين سورية. (157 ص).
- فاضل إقبال. (2003). دراسة بيئية وتصنيفية لرخويات الماء العذب في بعض الأوساط المائية في منطقة الساحل السوري (معطيات حول بعض مكونات الفونا المرافقة) أطوحة أعدت لنيل درجة الدكتوراه في علم البيئة المائية جامعة تشرين - سورية (350 ص).

- كبيو عيسى، هيفا سوسن، زيادة ميسون. (2009). دراسة محتوى التربة المحيطة بمعمل إسمنت طرطوس من بعض المعادن الثقيلة (Ni, Zn, Cu, Fe, Cd, Pb) مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية - سلسلة العلوم البيولوجية. المجلد (31) العدد (5) 2009. ص. 183-194.
- ماميش سامر. (2013) دراسة القناديل البحرية في المياه الشاطئية السورية ومحتواها من نزر العناصر الثقيلة والمشعة. رسالة أعدت لنيل درجة الماجستير في البيولوجيا البحرية - قسم البيولوجيا البحرية - المعهد العالي للبحوث البحرية - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية (145 ص).
- محمد عصام. (2007). دراسة تلوث بعض مناطق مياه الشاطئ السوري وبعض الكائنات الحية البحرية ببعض العناصر الثقيلة. مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية - سلسلة العلوم الأساسية. المجلد (29) العدد (4) 2007. ص. 61 - 76.
- مخول جرجس، عشي ميرنا، الشحنة محمد، خوري مارييل. (2019) دراسة تأثير غبار معمل إسمنت طرطوس في محتوى أوراق صنف الزيتون الخضير من بعض العناصر الثقيلة. مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية - سلسلة العلوم الأساسية. المجلد (41) العدد (1) 2019. ص. 41 - 54.
- ناشد فاديا، (1992). دراسة تصنيفية وبيئية للرخويات معديات الأرجل في بعض الأوساط المائية في منطقة حلب. رسالة قدمت لنيل درجة الماجستير في العلوم الطبيعية - جامعة حلب - سورية (188 ص).
- ناشد فاديا، (1999). دراسة تصنيفية لرخويات الماء العذب في بعض الأوساط في شمال سوريا باستخدام التقانات الحديثة. أطروحة قدمت لنيل درجة الدكتوراه في علم الحيوان - جامعة حلب - سورية (327 ص).
- نور الدين سيف، بكر محمد، عمار ازدهار، علي أحمد، عباس غياث، عبدو أسامة، عربية عزت. (2012) إنشاء شبكة إقليمية لرصد تراكيز العناصر الثقيلة من خلال مجمعات حيوية في الشاطئ الشرقي للبحر الأبيض المتوسط.
- ADAM W., (1960): Mollusques terrestres et dulcicoles. Faune de Belgique. Inst. Ray. Sci. Nat Belg. 1, 402 p.
- BROWN D. S (1980): Fresh Water of Africa and Their Medical Importance.
- Dajoz, R. (1975). Précéd, ecologie, Dunod.
- DASTERNAE R. C., (1988): Life of animals 2 ed., Moscow, 446 p.
- EL-SEREHY, H.A; ABOULELA, H; AL-MISHED,F;KAISER, M; AL RASHEID, KH.; EZZ EL-DIN,H. (2012) Heavy metals contamination of a Mediterranean Coastal Ecosystem, Eastern Nile Delta, Egypt. Turkish journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 12, 2012,751-760.
- SAVOLAINEN, H. J.R.O.E.H. (1996). Biochemical and clinical aspects of nickel toxicity. 11 (4) 164 - 174.
- SUDHARSAN, S.; SEEDevi, P.; RAMASAMY, P.; SUBHAPRADHA, N.; VAIRAMANI, S.; SHANMUGAM, A. (2012) Heavy metal accumulation in seaweeds and sea grasses along southeast coast of India. Journal of Chemical and pharmaceutical Research, 4 (9), 2012, 4240 - 4244.
- WANG, L.K., CHEN, J.P., HUNG, Y.-T& SHAMMAS, N.K (Eds). (2009). Heavy Metals in the Environment (1 st ed.), CRC Press.
- Yacin Kassab M., Mona M., H., and Eissa S., H., (1994). Contribution to the knowledge of fresh water molluscus in Gharbia province. Bull.fac.sci. Zagazig univ.16(1). p.356 - 371.

ZHANG TAO, Z.T., RUAN JUJUN, R.J., ZHANG BO, Z.B., LU SHAO YOU, S., GAO CHUAAN ZI, G, C., HUANG LIFEI, H.L., ... & QIU RONGLIANG, Q.R. (2019). Heavy metals in human urine foods and drinking water from an e- waste dismantling area: identification of exposure sources and metal – induced health risk.

Assessment of Al-Romaila River Pollution with Heavy Metals by Measuring their Concentrations in its Water and the Mollusk *Theodoxus fluviatilis*

Ekbal Fadel*¹ and Samar Saleh¹

¹ Department of Zoology, Faculty of Science, Latakia University, Syria.



(*Corresponding author: Dr. Samar Saleh, Email: ekbalahmadfadel@latakia-univ.edu.sy phone: +963 944327942)

Received: 31/01 / 2026

Accepted: 12/07 / 2026

Abstract

In this research, concentrations of heavy metals (Cadmium, Lead, Iron, and Nickel) were estimated in waters of Al- Romaila river and in the mollusk *Theodoxus fluviatilis*. Therefore, we studied three age stages of this species from March 2023 to February 2024. The results showed that concentrations average of Cadmium, Lead, and Nickel were higher in organisms than they were in water, and this is due to their accumulation in living tissues. However, concentrations of Iron were similar in both organisms and water and this is due to using Iron in biological processes. It was showed essential differences between age groups for averages of Cadmium and Lead while no differences were found between age groups for averages of Iron and Nickel. It was also mentioned seasonal differences in concentrations of heavy metals; concentrations of Lead and Nickel were higher in organisms than they were in water in spring, summer, and autumn. However, concentration of Iron was higher in organisms than it was in water inspring and autumn (breeding season), and less organisms than it was in water in winter and summers.

Keywords: Mollusks, *Theodoxus fluviatilis*, heavy metals, Al-Rumila river.