



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة ميسان
كلية العلوم
قسم علوم الحياة

**التراكم الحيوي للمعادن الثقيلة في كبد وعضلات ثلاثة أنواع من
الطيور في هور الحويزة/ جنوب العراق**

رسالة مقدمة

الى مجلس كلية العلوم / جامعة ميسان

وهي جزء من متطلبات نيل درجة الماجستير في علوم الحياة

تقدمت بها

سجى مهدي حسين

بكالوريوس علوم الحياة (2017)

بإشراف

أ.م.د. صالح حسن جازع

أ.م. صفاء صبري نجم

2023 م

1444 هـ

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

الَّذِينَ يَرَوْنَ إِلَى الطَّيْرِ مُسَخَّرَاتٍ فِي جَوِّ السَّمَاءِ مَا يُمْسِكُهُنَّ إِلَّا

اللَّهُ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ ﴿٧٩﴾ سُوْرَةُ النَّجْمِ

صدق الله العلي العظيم

توصية الأستاذ المشرف

اقر ان إتمام هذه الرسالة المقدمة من قبل الطالبة سجي مهدي حسين الموسومة (التراكم الحيوي للمعادن الثقيلة في كبد وعضلات ثلاثة أنواع من الطيور في هور الحويزة/جنوب العراق) جرت تحت إشرافنا في قسم علوم الحياة -كلية العلوم- جامعة ميسان كجزء من متطلبات نيل شهادة الماجستير في علوم الحياة.

التوقيع:

الاسم: أ.م. د. صالح حسن جازع

اللقب العلمي: أستاذ مساعد

التاريخ: / / 2023

التوقيع:

الاسم: أ.م. صفاء صبري نجم

اللقب العلمي: أستاذ مساعد

التاريخ: / / 2023

توصية رئيس القسم

بناءً على التوصية المقدمة من قبل الأساتذة المشرفين احيل هذه الرسالة الى لجنة المناقشة لدراستها وبيان الرأي فيها.

التوقيع:

الاسم: أ.م. د. ميثم عبد الكاظم دراغ

اللقب العلمي: أستاذ مساعد

التاريخ: / / 2023

الاهداء

الى... من قاد قلوب البشرية وعقولهم الى مرفأ الأمان، معلم البشرية الأول
محمد صلى الله عليه وآله وسلم.

الى... من ابصرت بها طريق حياتي.. واستمدت منها قوتي واعتزازي
بذاتي. الى الكفاح الذي لا يتوقف، الى الشامخة التي علمتني معنى
الإصرار وان لاشيء مستحيل في الحياة مع قوة الايمان والتخطيط السليم
الى ينبوع العطاء المتقاني مدى عمري. الى والدتي الغالية امد الله في
عمرها وجزاها الله عني خير الجزاء.

الى... من شرفني بحمل اسمه، والذي من بذل الغالي والنفيس في سبيل
وصولي لدرجة علمية عالية.

الى... زوجي الذي كان خير عون لي في مسيرتي.

الى... السند والعضد والساعد اخي واخواتي ازف لكم الاهداء حباً ورفعةً
وكرامةً.

الى... ابنتي العزيزة ضحى.

الى... كل هؤلاء اهدي هذه الدراسة، راجيتاً من الله ان تكون نافذة علم
وبطاقة معرفة. وان ينفعنا وينفع بنا.

الشكر والتقدير

اشكر الله رب العالمين الذي خلق وهدى وسدد الخطى فخرج هذا العمل بعونه وتوفيقه
نحمده حمداً كثيراً في المبتدى والمنتهى.

وبعد انطلاقةً من قوله تعالى: **وَمَنْ شَكَرَ فَإِنَّمَا يَشْكُرُ لِنَفْسِهِ** (النمل: 40)

ومن قوله صلى الله عليه وآله وسلم: **من لم يشكر الناس لم يشكر الله**. فأنتني أتقدم
بالشكر والعرفان لكل من مد يد العون والمساعدة. وفي مقدمتهم الأساتذة الأفاضل
المشرفين على رسالتي الأستاذ المساعد الدكتور صالح حسن جازع والأستاذ المساعد
صفاء صبري نجم لما قدموه من دعم ومساندة واءاء علمية لإنجاز هذا العمل. وكانت
لملاحظاتهم القيمة وتوجيهاتهم السديدة واخلاقهما الطيبة ومعاملتهم الكريمة الأثر الكبير
في وصول البحث الى هذه الصورة فلهما عظيم شكري وتقديري وجزاهما الله عني خير
الجزاء.

وكما اتقدم بالشكر والتقدير الى أ. م. د ضرغام صبيح كريم في كلية الزراعة /جامعة
ميسان وأ. د اسعد يحيى كلية الزراعة /جامعة البصرة لمساهمتهما وارشادهما في التحليل
الاحصائي لنتائج الدراسة الحالية وكما أقدم شكري وتقديري الى عمادة كلية العلوم
جامعة ميسان وجميع كادر قسم علوم الحياة في كلية العلوم وبالأخص الأستاذ المساعد
الدكتور رئيس قسم علوم الحياة ميثم عبد الكاظم دراغ وكما أتقدم بجزيل الشكر والعرفان
لكل من ساهم وساعد على إنجاز واتمام هذه الدراسة.

الخلاصة

تمت هذه الدراسة في هور الحويزة لتحديد التراكم الحيوي لتسعة معادن ثقيلة مثل الكاديوم، الرصاص، النيكل، النحاس، الكوبلت، الزنك، الكروم، الحديد، والمنغنيز في أنسجة الكبد والعضلات لثلاثة أنواع من الطيور وهي الحذافة الشتوي *Anas crecca* والبريش *Anas platyrhynchos* والهربان *Anas acuta* من كلا الجنسين (نكور وإناث) فضلاً عن تقدير تراكيز هذه المعادن وبعض العوامل البيئية كالحرارة والاس الهيدروجيني والتوصيلية الكهربائية والاملاح الذائبة الكلية في المياه لثلاثة مواقع مختلفة للمدة ما بين (خريف 2021 وشتاء 2022).

أظهرت النتائج أن قيم درجة حرارة الهواء تراوحت بين (20_23 م°) ودرجة حرارة الماء بين (15_20 م°)، والاس الهيدروجيني بين (7.1_8.2) في الموقع الأول والثاني، والتوصيلية الكهربائية بين (2.54 الى 3.73) dsm^{-1} في الموقع الأول والثالث في الخريف والشتاء على التوالي، والمواد الصلبة الكلية الذائبة بين (118_144) mg/L في الموقع الثالث والثاني خلال الشتاء والخريف على التوالي.

أظهرت نتائج التحليل الاحصائي عدم وجود فروقات معنوية بين المواقع بين درجة حرارة الهواء والماء والاس الهيدروجيني والاملاح الذائبة الكلية والتوصيلية الكهربائية وعدم وجود فروقات معنوية بين الفصول للتوصيلية الكهربائية ودرجة حرارة الهواء بينما هناك فروقات معنوية بين الفصول للاس الهيدروجيني والاملاح الذائبة الكلية ودرجة حرارة الماء تحت مستوى احتمال (0.05).

تراكيز الكاديوم في عينات المياه تراوحت بين 1.916 و 8.366 ppm في الشتاء والخريف على التوالي، والرصاص بين 0.248 و 0.310 ppm في الخريف والشتاء على التوالي، والنيكل بين 0.490 و 2.421 ppm، والنحاس بين 0.360 و 0.834 ppm في الشتاء والخريف على التوالي

، والكوبلت بين 0.022 و 1.452 في الخريف والشتاء على التوالي، والزنك بين 0.340 و 1.492، والكروم بين 0.020 و 5.479 في الشتاء والخريف على التوالي، والحديد بين 0.190 و 2.290 في الخريف والشتاء على التوالي، والمنغنيز بين 0.090 و 3.743 خلال الشتاء والخريف على التوالي، وتجاوز الكاديوم الحدود المسموح بها خلال الخريف. بينت نتائج التحليل الاحصائي عدم وجود فروقات معنوية بين المواقع لجميع العناصر بينما هناك فروقات معنوية بين الفصول لجميع العناصر ماعدا الرصاص والنيكل لم تسجل فروقات معنوية بين الفصول تحت مستوى احتمال (0.05).

وفي الطيور تراوحت قيم الكاديوم في كبد النوع *A. platyrhynchos* بين 1.003 و 8.139 في الاناث، والرصاص بين 0.076 و 0.922 في الاناث والذكور خلال الشتاء والخريف على التوالي، والنيكل بين 0.316 و 1.127 في الاناث والذكور، والنحاس بين 0.635 و 4.620، والكوبلت بين 0.436 و 1.506، والزنك بين 0.718 و 2.000 خلال الخريف والشتاء على التوالي، والكروم بين 0.021 و 3.581 خلال الشتاء والخريف على التوالي، والحديد بين 4.937 و 15.850 خلال الخريف والشتاء على التوالي، والمنغنيز بين 0.500 و 1.093 خلال الشتاء والخريف على التوالي.

اما في العضلات فتراوحت قيم الكاديوم بين 1.270 و 8.073 في الاناث خلال الشتاء والخريف على التوالي، والرصاص بين 0.199 و 0.230 في الاناث، والنيكل بين 0.013 و 0.986 في الاناث والذكور، والنحاس بين 0.788 و 1.580 في الاناث، والكوبلت بين 0.105 و 1.611 في الاناث خلال الخريف والشتاء على التوالي، والزنك بين 0.800 و 1.420 في الاناث، والكروم بين 0.021 و 3.581 في الاناث، والحديد بين

4.000 و 5.600 في الاناث، والمنغنيز بين 0.090 و 1.716 في الاناث خلال الشتاء والخريف على التوالي.

اما النوع *A. crecca* فتراوحت قيم الكاديوم في أنسجة الكبد بين 0.73 و 8.174 في الاناث خلال الشتاء والخريف، والرصاص بين 0.077 و 0.195 في الاناث خلال الخريف والشتاء، والنيكل بين 0.294 و 1.506 في الاناث والذكور، والنحاس بين 0.986 و 4.400 في الاناث، والكوبلت بين 0.046 و 1.372 في الذكور، والزنك بين 0.806 و 2.000 في الاناث خلال الشتاء والخريف على التوالي، والكروم بين 0.02 و 4.199 في الذكور والاناث خلال الخريف والشتاء على التوالي، والحديد بين 5.679 و 14.220 في الاناث خلال الشتاء والخريف على التوالي، والمنغنيز بين 0.17 و 1.519 في الذكور والاناث خلال الخريف والشتاء.

اما في العضلات فتراوحت قيم الكاديوم بين 1.671 و 7.905، والرصاص بين 0.075 و 0.202 في الاناث والذكور، والنيكل بين 0.953 و 1.609 في الذكور والاناث خلال الخريف والشتاء على التوالي، والنحاس بين 1.017 و 1.10 في الذكور، والكوبلت بين 0.05 و 1.422 في الذكور والاناث، والزنك بين 0.604 و 2.000 في الذكور خلال الشتاء والخريف على التوالي، والكروم بين 0.021 و 4.65 في الذكور والاناث خلال الخريف والشتاء على التوالي، والحديد بين 2.619 و 4.68 في الاناث والذكور خلال الشتاء والخريف، والمنغنيز بين 0.08 و 3.17 في الذكور والاناث خلال الخريف والشتاء على التوالي.

اما في النوع *A. acuta* فتراوحت قيم الكاديوم في أنسجة الكبد بين 1.221 و 8.073 في الذكور والاناث، والرصاص بين 0.077 و 0.350 في الذكور، والنيكل بين 0.75 و 1.770 في الاناث والذكور خلال الخريف والشتاء على التوالي، والنحاس بين 0.807

و2.030 في الذكور والاناث، والكوبلت بين 0.473 و1.457 في الاناث، والزنك بين ppm
0.402 و1.580 في الذكور والاناث خلال الشتاء والخريف على التوالي، والكروم بين ppm
0.022 و5.054 في الذكور والاناث خلال الخريف والشتاء على التوالي، والحديد بين ppm
1.544 و12.620 في الذكور والاناث خلال الشتاء والخريف على التوالي، والمنغنيز بين ppm
0.12 و2.47 في الاناث خلال الخريف والشتاء على التوالي.

اما في العضلات فتراوحت قيم الكادميوم بين 2.074 و9.187 في الذكور، والرصاص بين
0.140 و0.185 في الاناث، و النيكل بين 0.541 و1.919 في الذكور والاناث،
والنحاس بين 1.14 و1.292 في الاناث والذكور ، والكوبلت بين 0.157 و1.465
في الذكور خلال الخريف والشتاء على التوالي، والزنك بين 0.146 و1.41 في الذكور خلال
الشتاء والخريف على التوالي، والكروم بين 0.021 و5.304 في الذكور والاناث خلال
الخريف والشتاء على التوالي، والحديد بين 3.029 و5.630 في الذكور خلال الشتاء والخريف
على التوالي، والمنغنيز بين 0.09 و3.651 في الذكور والاناث خلال الخريف والشتاء.
بينت الدراسة أن الكادميوم والنيكل والنحاس والكروم والحديد والمنغنيز قد تجاوزت الحدود المسموح
بها والمحددة من قبل منظمة الأغذية والزراعة (FAO 2007).

أظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروقات معنوية بين الفصول لجميع العناصر ما عدا الرصاص
والكوبلت، بينما لم تكن هناك فروقات معنوية بين الاجناس، اما بين الأنواع فكانت هناك فروقات
معنوية في الكادميوم والنيكل والكروم والمنغنيز، اما بالنسبة للأنسجة فكانت هناك فروقات معنوية
في الكادميوم والنحاس والحديد تحت مستوى احتمال (0.05).

بينت الدراسة أن هذه الطيور تمتلك قابلية على مراكمة المعادن الثقيلة في أنسجتها ولهذا يمكن
استخدامها كدلائل حيوية للتلوث بالمعادن الثقيلة.

قائمة المحتويات

الصفحة	العنوان	التسلسل
	الفصل الأول المقدمة واستعراض المراجع	
1	المقدمة	1
4	الهدف من الدراسة	1.1
5	استعراض المراجع	1.2
5	التراكم الحيوي	1.2.1
6	التلوث	1.2.2
6	المعادن الثقيلة	1.2.3
7	الأهمية البيولوجية للمعادن الثقيلة	1.2.4
8	مصادر المعادن الثقيلة	1.2.5
8	المصادر الطبيعية	1.2.5.1
9	المصادر البشرية	1.2.5.2
17	تلوث المياه	1.2.6
21	الأهوار	1.2.7
22	هور الحويزة	1.2.8
23	الطيور	1.2.9
24	تأثير المعادن الثقيلة على الطيور	1.2.10
24	الدراسات السابقة	1.2.11
	الفصل الثاني _ المواد وطرائق العمل	
30	منطقة الدراسة	2.1
34	تنظيف الزجاجيات المخبرية	2.2
35	جمع العينات	2.3
36	بعض المؤشرات الفيزيائية والكيميائية	2.4
36	تحضير العينات	2.5
37	هضم العينات	2.6

38	تقدير المعادن الثقيلة	2.7
38	التحليل الاحصائي	2.8
	الفصل الثالث - النتائج	
40	المؤشرات الفيزيائية والكيميائية	3.1
40	درجة حرارة الماء والهواء	3.1.1
41	الاس الهيدروجيني	3.1.2
42	الاملاح الذائبة الكلية	3.1.3
43	التوصيلية الكهربائية	3.1.4
45	تركيز المعادن الثقيلة في الماء	3.2
45	الكاديوم	3.2.1
46	الرصاص	3.2.2
47	النيكل	3.2.3
49	النحاس	3.2.4
50	الكوبلت	3.2.5
51	الزنك	3.2.6
53	الكروم	3.2.7
54	الحديد	3.2.8
55	المنغنيز	3.2.9
57	تراكيز المعادن الثقيلة في انسجة الطيور	3.3
57	الكاديوم	3.3.1
60	الرصاص	3.3.2
62	النيكل	3.3.3
65	النحاس	3.3.4
67	الكوبلت	3.3.5
70	الزنك	3.3.6
72	الكروم	3.3.7
75	الحديد	3.3.8

77	المنغنيز	3.3.9
	الاستنتاجات والتوصيات	
82	الاستنتاجات	4.1
83	التوصيات	4.2
	المصادر	
85	المصادر العربية	5.1
87	المصادر الأجنبية	5.2

قائمة الجداول

الصفحة	عنوان الجدول	ت
31	خطوط الطول والعرض للمحطات الثلاثة (GPS)	1
33	الأجهزة والأدوات المستخدمة في التجارب المختبرية	2
34	المواد المستخدمة في العمل المختبري	3
44	التغيرات الفصلية والموقعية لقيم المؤشرات الفيزيائية والكيميائية	4
57	قيم تراكيز المعادن الثقيلة المسموح بها في مياه الشرب	5
60	التغيرات الفصلية والحدود المسموح بها لعنصر الكاديوم في أنسجة الطيور	6
62	التغيرات الفصلية والحدود المسموح بها لعنصر الرصاص في أنسجة الطيور	7
64	التغيرات الفصلية والحدود المسموح بها لعنصر النيكل في أنسجة الطيور	8
67	التغيرات الفصلية والحدود المسموح بها لعنصر النحاس في أنسجة الطيور	9
69	التغيرات الفصلية والحدود المسموح بها لعنصر الكوبلت في أنسجة الطيور	10
72	التغيرات الفصلية والحدود المسموح بها لعنصر الزنك في أنسجة الطيور	11
74	التغيرات الفصلية والحدود المسموح بها لعنصر الكروم في أنسجة الطيور	12
77	التغيرات الفصلية والحدود المسموح بها لعنصر الحديد في أنسجة الطيور	13
80	التغيرات الفصلية والحدود المسموح بها لعنصر المنغنيز في أنسجة الطيور	14

قائمة الاشكال

الصفحة	عنوان الشكال	ت
32	خارطة توضح منطقة الدراسة	1
46	التغيرات الفصلية والموقعية لتراكيز عنصر الكاديوم في الماء	2
47	التغيرات الفصلية والموقعية لتراكيز عنصر الرصاص في الماء	3
48	التغيرات الفصلية والموقعية لتراكيز عنصر النيكل في الماء	4
50	التغيرات الفصلية والموقعية لتراكيز عنصر النحاس في الماء	5
51	التغيرات الفصلية والموقعية لتراكيز عنصر الكوبلت في الماء	6
52	التغيرات الفصلية والموقعية لتراكيز عنصر الزنك في الماء	7
54	التغيرات الفصلية والموقعية لتراكيز عنصر الكروم في الماء	8
55	التغيرات الفصلية والموقعية لتراكيز عنصر الحديد في الماء	9
56	التغيرات الفصلية والموقعية لتراكيز عنصر المنغنيز في الماء	10

قائمة الملاحق

الصفحة	العنوان	الملحق
120	الفروقات المعنوية الفصلية والموقعية لدرجة حرارة الهواء	1-a
120	الفروقات المعنوية الفصلية والموقعية لدرجة حرارة الماء	1-b
120	الفروقات المعنوية الفصلية والموقعية للاس الهيدروجيني	2
120	الفروقات المعنوية الفصلية والموقعية لقيم TDS في عينات المياه	3

120	الفروقات المعنوية الفصلية والموقعية للتوصيلية الكهربائية في عينات المياه	4
121	الفروقات المعنوية الموقعية لتراكيز العناصر الثقيلة في عينات المياه بين المواقع	5-a
122	الفروقات المعنوية الفصلية لتراكيز العناصر الثقيلة في عينات المياه بين الفصول	5-b
123	الفروقات المعنوية للكاميوم بين الأنواع المختلفة	6-a
123	الفروقات المعنوية للكاميوم بين الذكور والاناث	6-b
123	الفروقات المعنوية للكاميوم بين أنسجة الكبد والعضلات	6-c
123	الفروقات المعنوية للكاميوم بين الخريف والشتاء	6-d
124	الفروقات المعنوية للرصاص في الأنواع المختلفة	7-a
124	الفروقات المعنوية للرصاص بين الذكور والاناث	7-b
124	الفروقات المعنوية للرصاص بين أنسجة الكبد والعضلات	7-c
124	الفروقات المعنوية للرصاص بين الخريف والشتاء	7-d
125	الفروقات المعنوية للنكل بين الأنواع المختلفة	8-a
125	الفروقات المعنوية للنكل بين الذكور والاناث	8-b
125	الفروقات المعنوية للنكل بين أنسجة الكبد والعضلات	8-c
125	الفروقات المعنوية للنكل بين الخريف والشتاء	8-d
126	الفروقات المعنوية للنحاس بين الأنواع المختلفة	9-a
126	الفروقات المعنوية للنحاس بين الذكور والاناث	9-b
126	الفروقات المعنوية للنحاس بين أنسجة الكبد والعضلات	9-c
126	الفروقات المعنوية للنحاس بين الخريف والشتاء	9-d
127	الفروقات المعنوية للكوبلت بين الأنواع المختلفة	10-a
127	الفروقات المعنوية للكوبلت بين الذكور والاناث	10-b
127	الفروقات المعنوية للكوبلت بين أنسجة الكبد والعضلات	10-c
127	الفروقات المعنوية للكوبلت بين الخريف والشتاء	10-d
128	الفروقات المعنوية للزنك بين الأنواع المختلفة	11-a
128	الفروقات المعنوية للزنك بين الذكور والاناث	11-b
128	الفروقات المعنوية للزنك بين أنسجة الكبد والعضلات	11-c
128	الفروقات المعنوية للزنك بين الخريف والشتاء	11-d

129	الفروقات المعنوية للكروم بين الأنواع المختلفة	12-a
129	الفروقات المعنوية للكروم بين الذكور والاناث	12-b
129	الفروقات المعنوية للكروم بين أنسجة الكبد والعضلات	12-c
129	الفروقات المعنوية للكروم بين الخريف والشتاء	12-d
130	الفروقات المعنوية للحديد بين الأنواع المختلفة	13-a
130	الفروقات المعنوية للحديد بين الذكور والاناث	13-b
130	الفروقات المعنوية للحديد بين أنسجة الكبد والعضلات	13-c
130	الفروقات المعنوية للحديد بين الخريف والشتاء	13-d
131	الفروقات المعنوية للمغنيز بين الأنواع المختلفة	14-a
131	الفروقات المعنوية للمغنيز بين الذكور والاناث	14-b
131	الفروقات المعنوية للمغنيز في الطيور بين أنسجة الكبد والعضلات	14-c
131	الفروقات المعنوية للمغنيز بين الخريف والشتاء	14-d

قائمة المختصرات

الاختصار	الاسم الكامل	التسلسل
WHO	World Health Organization	1
FAO	Food and Agriculture Organization	2
IQS	Iraqi drinking water standard	3

الفصل الأول

المقدمة واستعراض المراجع

Introduction and Literatures
Review

1. المقدمة Introduction

يشير مصطلح التلوث الكيميائي الى زيادة تراكيز المواد الملوثة عن الحدود المسموح بها والمحددة من قبل المنظمات المحلية والعالمية في الأنظمة البيئية التي من المحتمل أن تحدث اضراراً مباشرة وغير مباشرة على الصحة أو البيئة (Stavrianou,2007; Akhtar *et al.*,2021) وأن التلوث بالمعادن الثقيلة مشكلة عالمية مستمرة خاصة في المناطق الصناعية حيث تقوم المصادر المختلفة بتصريف كميات كبيرة للعناصر الثقيلة كالنيكل والزنك والحديد والنحاس والمنغنيز والكاديوم والرصاص والكوبالت والكروم والزرنيق في التربة والمياه والهواء (Bilos *et al.*,2001;Chen and Chen ,2001) لتقليل ملوثات المياه الناتجة من الأنشطة البشرية المختلفة مثل تصريف مياه الصرف الصحي والمنزلي والصناعي والزراعي التي تساهم في تغيير نوعية المياه في الأنهار والبحيرات والمستنقعات والأهوار يجب اجراء المزيد من المعالجات لهذه المصادر لتقليل كمية هذه الملوثات التي تصل الى الأنظمة البيئية (Azab,2012) ويعد الكشف عن المعادن الثقيلة في مياه الأهوار من المتطلبات الأساسية للمحافظة على هذه المواطن البيئية الضرورية لإدامة الحياة لكون المياه هي احد المتطلبات الأساسية لبقاء الكائنات الحية و تتمتع الأهوار الجنوبية (الحويزة والحمار والوسطى) بموقع مميز وتحتل مساحة واسعة لذا فإنها تعد موطناً بيئياً مميزاً وفريداً للعديد من الكائنات الحية (Wu *et al.*,2014;Hasab *et al.*,2020) تستوطن الأهوار العديد من الطيور الساحلية لكونها توفر مواقع مهمة ومناسبة للتغذية والتكاثر لكون الأهوار مناطق بيئية ذات إنتاجية عالية وتمتاز بوجود شبكات غذائية معقدة نتيجة للتنوع الاحيائي العالي فيها تمر المعادن الثقيلة بسلسلة من العمليات بما في ذلك التراكم والتضخم الحيوي بعد الدخول في السلسلة الغذائية لذلك من الصعب جداً إزالة المعادن الثقيلة من الكائنات الحية (Abrantes *et al.*,2015; Kumar *et al.*,2019) يعد التلوث بالمعادن الثقيلة من القضايا العالمية التي تهدد حياة الانسان بشكل كبير جداً

وقد أدى التطور الصناعي والزراعي الى زيادة هذه الملوثات في البيئة لتصل الى السلاسل الغذائية (Khan *et al.*,2015).

المعادن الثقيلة مكونات طبيعية لقشرة الأرض ولكن الأنشطة البشرية العشوائية قد غيرت بشكل كبير الدورات الجيوكيميائية والتوازن الكيميائي الحيوي مما أدى الى زيادتها عن النسب الطبيعية ويمكن أن يتسبب التعرض المزمن للمعادن الثقيلة مثل الكاديوم والنحاس والرصاص والنيكل والزنك في آثار صحية خطيرة على الانسان والكائنات الحية الأخرى (Singh *et al.*,2011).

استعملت الطيور لأول مرة للمراقبة البيئية في أوائل الستينيات لان الطيور أكثر حساسية وتميل الى الاستجابة للتغيرات البيئية حيث استعملت كمؤشرات بيولوجية لرصد الملوثات البيئية خاصة المعادن الثقيلة نتيجة لإنتشارها الواسع في النظم البيئية وحساسيتها للسموم وتقع في مستويات غذائية اعلى في السلسلة الغذائية (Mochizuki *et al.*,2002;Guitart *et al.*,2010) تقدير المعادن الثقيلة بالأنواع المدروسة يسهم في توفير قاعدة بيانات تكشف تأثير المنطقة بهذه الملوثات (Jayakumar and Muralidharan,2011) تدخل المعادن الثقيلة الى الكائنات الحية عن طريق الاستنشاق المباشر والابتلاع والامتصاص الجلدي وتؤثر على جهاز المناعة للطيور وتعزز السلوك العدواني وتقلل من القدرة على التكاثر والتغيرات في الأنماط السلوكية (Xi and Wu,2021)ومن ثم تحدث تأثيرات ضارة على الانسان من خلال حدوث العديد من الأورام السرطانية وتلف الكلى واضطراب الغدد الصماء وتأثيرات مناعية وعصبية بسبب تفاعل أيونات المعادن مع البروتينات الخلوية والانزيمات وأنظمة الاغشية الخلوية (Edelstein and) Ben_Hur,2018;Mahurpawar,2015 ومن ثم تتراكم حيويًا في أنسجة الكائنات الحية بتركيز أعلى من بيئتها وينتج هذا التراكم الحيوي من حدوث العديد من التفاعلات المعقدة مثل الامتصاص والافراز والتمثيل الغذائي (Pandey and Madhuri, 2014) والتراكم الحيوي هو قدرة المادة على

التراكم في انسجة الكائنات الحية أما من خلال استهلاك الطعام او التعرض المباشر لها ولذلك غالبا ما ينقسم التراكم الحيوي الى التضخم الحيوي Biomagnification هو زيادة تركيز الملوثات كلما تقدمنا بالسلسلة الغذائية عن طريق انتقال المعادن الثقيلة من الكائنات الحية في المستويات الغذائية الدنيا الى المستويات العليا في السلسلة الغذائية (Akan *et al.*,2009) والتركيز الحيوي Bioconcentration هو زيادة تركيز الملوثات في انسجة الاحياء عن تركيزها في الوسط البيئي (EOSCA,2000) يعد التراكم الحيوي من العوامل المهمة في الدراسات البيئية لكونه أحد المعايير المستعملة في تحديد المخاطر وتقييمها وهو من العناصر الأساسية في آلية تنظيم تركيز العناصر في الكائن الحي والتراكم الحيوي لا يؤدي دائما الى تضخم إذا كان الكائن الحي قادراً على تمثيل هذه الملوثات والتخلص منها عبر وسائل الإخراج والافراز المختلفة (ICMM,2007; Milošković and Simić,2023) فضلاً عن التراكم الحيوي هو عملية طبيعية وأساسية لنمو الكائنات الحية وجميع الحيوانات بما في ذلك البشر حيث تتراكم بيولوجيا العديد من العناصر الغذائية الحيوية يومياً مثل الفيتامينات A,D,K والمعادن والدهون الأساسية والاحماض الامينية فهي النتيجة الصافية لتفاعل إمتصاص وتخزين وإزالة المواد الكيميائية (Sirichotiwong,2006; Mannzhi *et al.*,2021).

1.1 الهدف من الدراسة The aim of study

نظراً لقلّة الدراسات البيئية الخاصة بتقدير تراكيز المعادن الثقيلة في أنسجة بعض أنواع الطيور في هور الحويزة جنوب العراق التي تعد مصدراً غذائياً مهماً لسكان المنطقة أجريت هذه الدراسة التي تهدف الى ما يلي:

1. تقدير تراكيز تسعة معادن ثقيلة في المياه وأنسجة الكبد والعضلات في ثلاثة أنواع من الطيور في هور الحويزة.
2. تحديد التغيرات الزمانية والمكانية للمعادن الثقيلة المدروسة في المياه.
3. تحديد التغيرات الفصلية في تراكيز هذه المعادن بين الأنواع المختلفة وبين الذكور والاناث لكل نوع وبين الانسجة المدروسة لتحديد مقدار التراكم الحيوي.
4. تحديد مدى صلاحيتها للاستهلاك البشري من خلال مقارنتها مع الحدود المسموح بها محلياً وعالمياً.
5. دراسة بعض العوامل البيئية المهمة في عينات المياه.

1.2 استعراض المراجع Literatures Review

1.2.1 التراكم الحيوي Bioaccumulation

استعملت كلمة التراكم Accumulation للعناصر الثقيلة في الأنسجة بمعانٍ مختلفة من الباحثين فحسب رأي (Van Hook, 1974) يحدث التراكم عندما يكون معدل تركيز المعدن في أنسجة الحيوان أعلى مما هو في البيئة خلال فترة زمنية محددة أو يحدث عندما تظهر زيادة في مستوى المعادن في الأنسجة متناسبة مع تراكيزها في البيئة وخلال فترة زمنية محددة أيضاً، وقد لوحظ بأن هذه التعاريف لا زالت غير كافية لشرح المصطلح لأن المستوى الفسلجي الطبيعي للمعادن المختلفة داخل الكائن الحي ما زال غير معروف (Waring *et al.*, 2006; Hejna *et al.*, 2018).

أطلق الباحثون مصطلح معامل التركيز Concentration Factor للتعبير عن حاصل قسمة معدل تركيز المعدن في أنسجة الكائن الحي إلى معدل تركيز نفس المعدن في البيئة، وهي طريقة بسيطة لتقدير تركيز المعادن في الأنسجة وعلاقتها مع تراكيزها في البيئة وكلما تجاوز عامل التركيز (1.0) دل على حصول تراكم كبير للمعدن في الأنسجة أعلى مما هو موجود في البيئة لكن عامل التركيز يميل إلى الانخفاض مع إزدياد تراكيز المعادن في البيئة (Frangipane *et al.*, 2005; Birch, 2023).

التراكم الحيوي والتضخم الحيوي يستعملان في تقييم المخاطر البيئية لتحديد مدى انتقال الملوثات داخل السلاسل الغذائية (Boethling and Mackay, 2000). ويشيران إلى وجود المواد الكيميائية المذابة (Tilgner *et al.*, 2021). وهناك تعريف آخر للتراكم الحيوي وهو الامتصاص الصافي للملوثات من البيئة بجميع الطرق الممكنة مثل التلامس والابتلاع والتنفس من أي مصدر مثل الماء والهواء والغذاء (Gerber, 2009; Maher *et al.*, 2016). وبعبارة أخرى يحدث التراكم الحيوي

عندما يكون امتصاص مادة ملوثة أكبر من قدرة الكائن الحي على التخلص من هذه المادة (Miller *et al.*, 2020) قد يؤدي التراكم الحيوي للملوثات إلى تضخم حيوي لهذه الملوثات عند المستويات الغذائية الأعلى (Kelly *et al.*, 2007) ومن ثم يمكن تعريف التضخم الحيوي عبر شبكة الغذاء على أنه زيادة في تركيز مادة ملوثة في كائن حي واحد مقارنة بالتركيز في غذائه على افتراض أن جميع الملوثات في المستويات الغذائية الأعلى هو نتيجة مباشرة لاستهلاك الفريسة في المستويات الغذائية المنخفضة أي من خلال الغذاء (Gerber, 2009; Maher *et al.*, 2016).

1.2.2 التلوث Pollution

يُعرّف التلوث بأنه أي تغيير مفاجئ أو تدريجي في الخصائص الفيزيائية والكيميائية والحيوية في البيئة ومكوناتها (Irabii, 2001). أو دخول مادة ما بطريقة مباشرة أو غير مباشرة إلى البيئة من الإنسان التي لها تأثير ضار على صحة الإنسان والكائنات الحية الأخرى وعلى نوعية المياه والهواء (Sonone *et al.*, 2020). أو وجود تراكيز مرتفعة من مادة ما أعلى من تراكيزها في البيئة أو الكائنات الحية المختلفة ولها تأثيرات ضارة على البيئة والكائنات الحية (Clark, 1998; Sandeep *et al.*, 2019) ومن أهم تلك الملوثات هي المعادن الثقيلة.

1.2.3 المعادن الثقيلة Heavy metals

يشير مصطلح المعادن الثقيلة إلى أي عنصر فلزي ذو كثافة أعلى من 5 غم/سم³ (Yan *et al.*, 2021; Liu *et al.*, 2019). كما أنها لا تتحلل ولا تتحول ولا تتأثر بأشعة الشمس عند وجودها في البيئة لكنها تتحد لتكون مركبات متنوعة ومعقدة ويصعب إزالتها من البيئة بالعمليات الطبيعية (Agbozu *et al.*, 2007). وتتميز بعدم قدرة الجسم على إخراجها وهي غالباً ما تتداخل مع العمليات الطبيعية في الجسم مسببة تأثيرات سامة تؤدي إلى الأضرار بصحة الكائنات الحية

(Mkadmi *et al.*,2018) وتمتاز بانها شديدة الثبات ولها القدرة على التراكم والتضخم الحيوي في الشبكات الغذائية واعتماداً على تراكيزها قد تكون سامة للإنسان والاحياء الأخرى (Wei and Zhang, 2011). بعض المعادن الثقيلة لها أهمية حيوية كعناصر نزره ولكن التأثيرات الحيوية السامة للعديد منها في الفعاليات البايوكيميائية للإنسان هي مصدر قلق كبير حيث عند ترسبها في المياه تؤدي الى تلوث المياه والتربة وعند تناول الماء والغذاء الملوث يحدث التسمم لأنها تتحد مع الجزيئات الحيوية في الجسم مثل البروتينات والانزيمات وتشكل مركبات حيوية سامة مستقرة ومن ثم تحدث إعاقة للتفاعلات الحيوية مما يؤدي الى التأثير على العديد من الوظائف الفسيولوجية للكائن الحي (Duruibe,2007; Ali *et al.*,2019).

1.2.4 الأهمية البيولوجية للمعادن الثقيلة Biological importance of heavy metals

المعادن الثقيلة لها أهمية كبيرة في العمليات الحياتية حيث أن معظم الفعاليات الإنزيمية لا تتم إلا بوجودها وتنقسم على مجموعتين الأولى تدعى المعادن الثقيلة الأساسية Essential heavy metals لها أهمية بالغة في تكوين جسم الكائن الحي وتنظيم عمله فهي تعمل كعوامل مساعدة في النظام الإنزيمي ويعد وجودها ضرورياً ونقصها يؤثر سلباً على جسم الكائن الحي وتشمل النحاس Cu والكروم Cr والكوبلت Co والحديد Fe والمنغنيز Mn والنيكل Ni والارصين Zn والسليكون Si يحتاجها جسم الكائن الحي للقيام بوظائفه الايضية المختلفة بتراكيز محدودة (Al-Edreesi *et al.*,2002). المجموعة الثانية فتدعى بالمعادن الثقيلة غير الأساسية Non-essential heavy metals لا يحتاجها الجسم في الوظائف الحيوية للكائن الحي وتكون سامة بأي تركيز و منها الرصاص Pb والكاميوم Cd والزنبق Hg والفضة Ag (Dan Azumi and Bichi, 2010). أن بعض العناصر الثقيلة مهمة جداً للأنظمة الإنزيمية في الكائنات الحية حيث يدخل بعضها بصورة أساسية ضمن التركيب الكيميائي لإنزيمات معينة تعرف

بـ Metalloenzymes أو تعد موضع نشاط الإنزيم أو عوامل مساعدة Co-Factors في فعاليات الإنزيمات (Islam *et al.*, 2023) لقد بين بعض الباحثين أهمية المعادن الثقيلة للكائنات الحية فالنحاس يرتبط مع البروتين مكونا الصبغة التنفسية Haemocyanin (Cunningham *et al.*, 2020) والحديد يرتبط مع الهيم Haem مكوناً Haemoglobin ويلعب دوراً مهماً في نقل الأوكسجين والتمثيل الغذائي والايض التأكسدي (Yiannikourides and Latunde_Dada, 2019).

1. 2.5 مصادر المعادن الثقيلة Sources of heavy metals

المصادر الرئيسية للتلوث بالمعادن الثقيلة تشمل:

1.2.5.1 المصادر الطبيعية Natural sources

تشمل المعادن الثقيلة الناتجة عن تعرية التربة وتجوية الصخور والغبار والنشاط البركاني وحرارة الغابات وترسب المواد العضوية والهباء الجوي والعمليات الجيوكيميائية داخل البيئات الأرضية والمائية (Balabanova *et al.*, 2021). وتهيمن العمليات الهيدرولوجية على المعادن الثقيلة في البيئات الطبيعية وتمتاز المعادن الثقيلة بانها ذات ذوبانية منخفضة بسبب تأثير عمليات الأكسدة والاختزال والاس الهيدروجيني (pH) ويرتبط توزيعها أو إنتشارها بالتآكل والنقل والترسيب في الأنظمة المائية (Negahban *et al.*, 2021).

تطلق العمليات الجيولوجية ومنها عمليات التعرية العناصر الثقيلة إلى البيئة المائية بصورة طبيعية وتصل هذه العناصر من المصدر الطبيعي الأصل وهي الصخور والترسبات إلى البيئة المائية وهذه العناصر المنطلقة قد تكون ذائبة في مياه الأمطار المنجرفة على سطح الأرض أو عالقة في الهواء اذ تنتقل بوساطة الرياح من مكان لآخر (Papagiannis *et al.*, 2004). وتعد الأمطار الحامضية

مصدراً آخر من مصادر التلوث اذ تكون محملة بمختلف الملوثات ومنها المعادن الثقيلة كما تتمكن هذه الأمطار من إذابة مكونات التربة المعدنية وتحرير العناصر النزرة إلى المياه بالإضافة إلى التجوية الكيميائية والفيزيائية للصخور النارية والمتحولة والرسوبية فضلا عن تحلل المخلفات النباتية والحيوانية وترسب الجسيمات المحمولة في الهواء والناجمة من النشاط البركاني مع الامطار (Butu and Iguisi,2013).

1.2.5.2 المصادر البشرية Anthropogenic sources

تحتوي مياه الصرف الصحي المنزلية السائلة على المعادن الثقيلة الناتجة عن تآكل أنابيب المياه والمنتجات الاستهلاكية والنفايات السائلة الصناعية ونفايات الحمأة (Bradl,2005).

عمليات الإنتاج والفعاليات البشرية التي تدخل إلى التربة والمياه السطحية خلال الترسيب الجوي والجريان السطحي والتصريف المباشر للملوثات كما أن الوقود الأحفوري يلوث الغلاف الجوي بالجسيمات المعدنية التي تستقر في النهاية على سطح الأرض عند سقوط الامطار وفي الوقت الحاضر نلاحظ أن المصادر البشرية تتجاوز المصادر الطبيعية (Negahban *et al.*,2021).

كما تساهم عوادم المركبات وتآكل الإطارات ومحطات توليد الطاقة والمصانع الكيميائية واحترق الفحم والصناعات المعدنية بأطلاق هذه الملوثات (Du *et al.*,2015). ومن المصادر الاخرى للمعادن الثقيلة في البيئة تأتي من التعدين والصهر والفضلات الناتجة من عمليات التعدين التي تحتوي على مستويات عالية من المعادن مثل الحديد والمنغنيز والزنك والنحاس والنيكل والكوبلت (Da Silva *et al.*,2016;Jiang *et al.*,2017). وتعد الأنشطة الزراعية أحد المصادر الرئيسية لتلوث المياه بالمعادن الثقيلة (Han *et al.*,2020;Yang *et al.*,2021). وتدخل المعادن الثقيلة

الى طبقة المياه الجوفية من مبيدات الآفات والاسمدة وروث الماشية مما يسبب تهديد مباشر لصحة الانسان (Li *et al.*,2018;Li *et al.*,2020). فضلاً عن دخولها الى التربة من خلال عمليتي الترشيح والتناضح (Dehghani *et al.*,2022).

تساهم الفضلات الطبية في تلوث المياه بالمعادن الثقيلة التي تؤدي الى تأثير سلبي على الصحة العامة والتنوع البيولوجي (Maitera *et al.*,2010;Osibanjo *et al.*,2011). فضلاً عن فضلات المصانع مثل بعض بقايا الورق والأصبغ والدباغة والمنسوجات التي تسبب تغير لون الماء (Kenneth and William,2012). وكذلك المنتجات النفطية أيضاً لأنها تحتوي على تراكيز من بعض المعادن مثل النيكل والكوبلت وغيرها (Sultana *et al.*,2013).

1.2.3.1 الرصاص Lead

من العناصر غير الأساسية ولا يحتاجه جسم الانسان ويسبب له اضراراً صحية إذا تعرض له وتؤدي الزيادة في كمية عنصر الرصاص المتناولة إلى تجمعه في الدم والأنسجة الرخوة والعظام ولا يستطيع الجسم التخلص منه بسهولة لذلك يؤثر في الجهاز العصبي والكليتين والأعضاء المكونة لخلايا الدم كما أن التعرض المزمن للرصاص يسبب مجموعة واسعة من المشاكل الصحية منها التشنجات والغيوبة والفشل الكلوي وضعف النمو العقلي عند الأطفال وتلف الأعصاب واضطراب حاسة اللمس وتعد الأجنة أكثر حساسية له (الطويل، 1999). عادة ما ينتج عن هذا الضرر مشاكل في السلوك والتعلم ومشاكل في الذاكرة والتركيز وارتفاع ضغط الدم ومشاكل في السمع و الصداع و تباطؤ النمو ومشاكل الإنجاب لدى الرجال والنساء ومشاكل في الجهاز الهضمي وآلام في العضلات والمفاصل ويعد الرصاص التهديد الصحي الأول للأطفال ويمكن أن تستمر آثار التسمم بالرصاص مدى الحياة ولا يقتصر الأمر على التسمم بل يؤدي إلى إعاقة نمو الطفل وإتلاف الجهاز العصبي وإعاقات التعلم

ولكنه يؤثر على سلوك الأطفال ايضاً (Kumar *et al.*, 2013). ويؤثر على المخ والمخيخ والقشرة الدماغية ويمكن أن يؤدي الى الاضطرابات العصبية وإصابة الاعصاب في الدماغ وربما مرض الزهايمر أو مرض باركنسون (Sanders *et al.*,2009).

يوجد على شكل مسحوق في الدهانات أو الغازات المنبعثة من المنتجات البترولية المحتوية على الرصاص وهو عنصر خطير وضار حتى في الكميات القليلة ويدخل الرصاص الى جسم الإنسان بشكل رئيسي عن طريق الماء والغذاء حيث يوجد الرصاص عالقاً مع ذرات الغبار في الهواء المنبعثة من المصانع الحاوية على الرصاص أو الغازات المنبعثة من عوادم السيارات مثل البنزين الحاوي على الرصاص ويوجد بكميات ضئيلة في العديد من الأطعمة لاسيما الأسماك التي تتعرض بشدة للتلوث الصناعي و قد تحتوي بعض المنازل القديمة على أنابيب مياه من الرصاص والتي يمكن أن تلوث مياه الشرب (Velusamy *et al.*,2021).

1. 2.3.2 الكروم Chrome

الكروم من العناصر الأساسية للإنسان اذ يحفز عمل بعض الإنزيمات وله علاقة بتمثيل الحديد كما تبين أن نقصان الكروم يسبب تلف الأوعية الدموية والجهاز العصبي (Zwieretło *et al.*,2020). وأن التعرض للمستويات العالية للكروم السداسي أو مركباته عن طريق التنفس قد يسبب تأثيرات مهيجة للجهاز التنفسي وتقرحات في الأنف و الأمعاء الدقيقة و جهاز الدوران والدم والمعدة والكلية والكبد و فقر الدم وتلف الجهاز التناسلي الذكري والحيوانات المنوية والاستجابات التحسسية مثل تورم شديد واحمرار الجلد فضلاً عن تسببه بالأورام السرطانية والتأثيرات العصبية التي تؤدي الى الموت احياناً والتعرض المزمن للكروم يسبب العديد من الآثار الضارة مثل التسمم و الربو والفشل الكلوي (Hessel *et al.*,2021;Hossini *et al.*,2022; Mohanty *et al.*,2023)

1. 2.3.3 النيكل Nickel

يعد النيكل عاملاً مساعداً لبعض الأنزيمات مثل Urease ويتداخل مع أيض الحامض الأميني Methionine وفيتامين B₁₂ ونقص هذا العنصر يؤدي إلى إختزال في النمو ومشاكل في القدرة على التكاثر (Marmioli and Maestri,2008). وهو معدن أساسي للعديد من الكائنات الحية الدقيقة والحيوانات والنباتات وله دور مهم في عمليات الأيض في الأحياء المجهرية المثبتة للنتروجين إذ انه ضروري لعمل انزيم Nitrogenase كما ان له دور في عملية تكوين البذور في النبات (Wetzel,2001). يوجد النيكل في الهواء والماء والغذاء وأن دخوله عن طريق الفم هي الاخطر حيث يحدث له امتصاص عن طريق الجهاز الهضمي ومن ثم يصل الى أنسجة الجسم وتظهر أعراض سمية النيكل إذا كانت نسبته قليلة جداً أو عالية جداً (Budi *et al.*,2022)

1.2.3.4 الزنك Zinc

الزنك عنصر أساسي في التمثيل الغذائي والمسارات البيوكيميائية وله دور مهم كعامل مضاد للأكسدة وهو ضروري لوظيفة الهرمونات بما في ذلك هرمونات البنكرياس (الأنسولين والغلوكاكون) والهرمونات الجنسية والنمو ويدخل في تركيب 300 إنزيم تشارك في عملية التمثيل الغذائي للبروتين والكربوهيدرات والأحماض النووية وأظهرت الدراسات السابقة العديد من الآثار المفيدة للزنك على وظائف فسيولوجية ومناعية مختلفة إذا اخذ كعنصر تكميلي في الوجبات الغذائية بما في ذلك تخفيف الإجهاد الحراري (Abd El-Hack *et al.*,2017).

وله دور في أداء بعض الوظائف البيولوجية مثل نمو الجنين قبل وبعد الولادة ونقصه في الأطفال يسبب تأخر في النمو وتأخر النضوج الجنسي وضعف المناعة والاصابة بالعدوى والإسهال ويحدث نقص الزنك بشكل عام بسبب الاستهلاك الغذائي غير الكافي وأحياناً يمكن أن يرتبط بسوء الامتصاص والتهاب الجلد والأمعاء وتلف الكبد وفشل الكلى وتلف الخلايا المنجلية والسكري والأورام

الخبثية والأمراض المزمنة الأخرى فضلاً عن الاكتئاب وتساقط الشعر والتهاب العين والجلد وانخفاض الشهية (Dutta and Sarma,2015) يؤدي تناول كمية كبيرة من الزنك لعدة أشهر إلى الإصابة بفقير الدم وتلف البنكرياس وتقليل مستويات البروتين الدهني عالي الكثافة High Density Lipid ويكون الزنك في حالة الأكسدة وبتراكيزات منخفضة نسبياً ساماً للكائنات الحية المائية وأن أكبر تركيز للزنك المذاب يكون في المحاليل ذات الأس الهيدروجيني المنخفض ويعد الزنك ملوثاً بيئياً شائعاً جداً ويوجد مرتبطاً بالرصاص والكاديوم (Gonzalez_Macias *et al.*,2014).المصادر الرئيسية للزنك في البيئة المائية هي مياه الصرف المنزلية ومحطات توليد الطاقة التي تعمل بحرق الفحم وعمليات تصنيع المعادن التي تلوث الغلاف الجوي (Denton *et al.*, 2001).

1.2.3.5 الحديد Iron

الحديد من العناصر الأكثر وفرة ويشكل 35% من كتلة الأرض ويلعب دوراً مهماً في العمليات البيولوجية في جميع الكائنات الحية تقريباً وتكمن أهميته في الحفاظ على عمليات التمثيل الغذائي الأساسية لبقاء ووظيفة الكائنات الحية بالإضافة الى تكوين كريات الدم الحمر ويُعطي الحديد الأولوية لخلايا الدم الحمراء على جميع أجهزة الأعضاء الأخرى بما في ذلك الدماغ في الجنين النامي والطفل الصغير لدعم تخليق الهيموغلوبين (Zamora *et al.*,2016;Petry *et al.*,2016;Georgieff, 2017).

نقص الحديد يؤثر على النساء الحوامل والأطفال (Georgieff *et al.*, 2019) لذلك يكون تعويض هذا العنصر ضرورياً لتحسين نمو الأعضاء ووظائفها بما في ذلك وظيفة المناعة ونمو الدماغ (Georgieff, 2017;Dewey and Oaks, 2017).

حيث يحتاج الجسم الحديد من أجل التطور السليم للأعضاء ويلعب دوراً كبيراً في التمثيل الغذائي يتمثل بدوره الفسيولوجي في تسهيل العمليات الأنزيمية الضرورية بما في ذلك تلك الضرورية

لإيصال الأكسجين وتوليد أدينوسين ثلاثي الفوسفات (ATP) الخلوي فإن نقص الحديد يؤدي الى اختلال وظائف الأعضاء وفقر الدم ومن ثم يضعف طاقة المايٲوكونديريا والخلية (Beard,2001;Bastian *et al.*,2016).

وللحديد دوراً رئيسياً في منع سوء التغذية والتقرم المبكر (Bhutta *et al.*,2013) نظراً لأن الحديد يلعب دوراً مهماً في العديد من المسارات البيوكيميائية فإن نقصه له آثار سلبية على العديد من الأنظمة الفسيولوجية بما في ذلك الجهاز الهضمي والجهاز العصبي المركزي وأجهزة المناعة والهيكل العظمي والأجهزة التناسلية (Wieser *et al.*,2013).

1.2.3.6 الكوبلت Cobalt

يوجد في التركيب الحيوي لفيتامين B12 (Banerjee and Bhattacharya ,2021) ويعد ضروريا لعملية التمثيل الغذائي لجميع الكائنات الحية وخاصة الانسان (Huang *et al.*,2021) الكميات الكبيرة من عنصر الكوبلت تصبح خطيرة بسبب سميتها وتؤثر على الصحة مسببة الإسهال وأنخفاض ضغط الدم وتهيج الرئة والتأثير على العظام وتلف القلب والغدة الدرقية والكبد (Ahmadpour *et al.*,2009; Musapatika *et al.*,2012).

ويمكن أن يؤدي إلى آثار صحية خطيرة على الحيوانات والبشر مثل التهاب الجلد والشلل وتهيج الرئة ويؤدي التعرض المزمن الى الإصابة بالسرطان (He *et al.*,2011;Behl *et al.*,2015).

المصادر الرئيسية للكوبالت هي الأنشطة الصناعية مثل التعدين والمعادن والطلاء الكهربائي وإنتاج بطاريات أيونات الليثيوم (Schmidt *et al.*,2016). ويوجد الكوبالت في مياه الصرف الصحي من محطات الطاقة النووية والعديد من الصناعات الأخرى مثل الدهانات والأصباغ والإلكترونيات (Lingamdinne *et al.*,2016).

1.2.3.7 النحاس Copper

النحاس هو معدن أساسي يعمل كعامل مساعد محفز لأكثر من 20 إنزيمياً لا سيما تلك التي تشارك في التنفس الخلوي وإنتاج الطاقة والتخليق الحيوي والنقل العصبي وايض الحديد ونسخ الجينات (Itoh *et al.*,2009; Jomova *et al.*,2022).

وتحتاج الكائنات الحية النحاس بكميات ضئيلة في بعض العمليات الحيوية ويعد من المغذيات الضرورية للأحياء إلا أن زيادة تركيزه فوق حد معين يؤدي إلى حدوث أضرار ويصبح ساماً إذا وصلت نسبته إلى 20 ملغم/ كغم من الوزن الجاف (العمر، 2000) كما أشار Storelli وآخرون (2007) إلى أن النحاس على الرغم من كونه من المعادن الأساسية قد تنتج عنه آثار سامة مثل تليف والتهاب الكبد عندما تستهلك بكميات مفرطة في الأطعمة، التعرض طويل الامد يتسبب في آثار صحية ضارة من خلال الاستنشاق الذي يؤدي إلى حدوث سمية عالية في الجهاز العصبي المركزي والجهاز الهضمي (Block and Caldero,2009).

1.2.3.8 الكاديوم Cadmium

يعد الكاديوم من العناصر غير الأساسية وتراكمه في الأنسجة المختلفة ربما يسبب أضراراً في الكائنات الحية المكونة للسلاسل الغذائية (Kosma *et al.*,2004). اشار Benoff وآخرون (2000) أن الكاديوم يمكن أن يسبب أمراض الرئة المزمنة وتأثيرات حادة في الجهاز التنفسي، تظهر التأثيرات الرئيسية للتسمم بالكاديوم في الرئتين والكلى والعظام اما الآثار الحادة للاستنشاق هي التهاب الشعب الهوائية وتسمم الدم في الكبد ويؤدي الاستنشاق المزمن لمركبات الكاديوم على شكل أبخرة أو غبار إلى حدوث انتفاخ رئوي حيث تنتفخ الأكياس الهوائية الصغيرة في الرئتين وتؤدي في النهاية إلى تدمير الرئة (Ansari *et al.*,2004).

يصنف الكاديوم ومركباته حالياً من قبل International Agency for Research on Cancer على أنه مادة مسرطنة من المجموعة الأولى للإنسان إذ ارتبط التعرض البشري المهني بسرطان الرئة (IARC,2010) يؤدي التعرض للكاديوم أثناء الحمل إلى انخفاض وزن الجنين والولادة المبكرة (Henson and Chedrese,2004).

أن سبب الزيادة المستمرة في حدوث الأمراض القلبية الوعائية ترجع إلى زيادة انتشار التعرض لعوامل الخطر المعروفة بما في ذلك الكاديوم (Byrne *et al.*, 2009; Zhao *et al.*,2017) وأشارت الدراسات الوبائية الحديثة إلى وجود علاقة طردية بين التعرض لعنصر الكاديوم وحدث مرض السكري وحدته (Davies,2022) والأضرار العصبية والاعتلال العضلي وزيادة خطر الإصابة بمرض السكري (Zhao *et al.*,2017).

الكاديوم من الشوائب الشائعة مثل الأكاسيد المعقدة والكبريتيدات والكربونات في خامات الزنك والرصاص والنحاس وغالباً ما يتم عزلها أثناء إنتاج الزنك وتحتوي بعض خامات الزنك المركزة وخامات الزنك الكبريتيكية على ما يصل إلى 1.4% من الكاديوم (Vysakh *et al.*,2014;Rahim *et al.*,2017) يصل الكاديوم إلى مجرى الدم عن طريق تناول الطعام أو الماء أو استنشاق الهواء الملوث بالكاديوم، ويدخل في العديد من العمليات الصناعية مثل الطلاءات الواقية (الطلاء الكهربائي) للمعادن مثل الحديد وتحضير بطاريات Cd-Ni وقضبان التحكم والدرع داخل المفاعلات النووية (IARC,2010).

1.2.3.9 المنغنيز Manganese

المنغنيز هو معدن أساسي متوفر بيئياً ومطلوب للعديد من العمليات البيوكيميائية التي لا غنى عنها في جميع أنحاء جسم الإنسان وبدونه فإن وظيفة المناعة في الجسم البشري والتنظيم الكيميائي الحيوي لاستهلاك الطاقة والنمو والتخثر وآليات إزالة النواتج الثانوية من الإجهاد التأكسدي سوف تتضاءل

بشكل كبير (Evans and Masullo, 2020; Gomes and Silva, 2021) ويؤدي التعرض المزمن للمغنيز عن طريق الاستنشاق الى التأثير سلباً على الرئتين والجهاز العصبي والتناسلي فضلاً عن أجهزة الأعضاء الأخرى اما الآثار السامة الرئيسية التي يمكن أن تعزى إلى هذا المعدن هي الآثار الجانبية التي تشبه إلى حد كبير أعراض متلازمة باركنسون التي تسبب تغيير في نشاط إنزيم الدوبامين العصبي وتشمل الآثار الأخرى السمية القلبية والكبدية وزيادة معدل الوفيات عند الرضع (Evans and Masullo, 2020; Mitra *et al.*, 2022).

ويوجد في الصخور والتربة والماء والغذاء وهكذا فإن كل البشر يتعرضون للمغنيز وهو مكون طبيعي من مكونات جسم الإنسان ويتم إطلاق المغنيز في الهواء بشكل أساسي كمواد جسيمية ويعتمد انتقال جسيمات المغنيز على حجمها وكثافتها وعلى سرعة الرياح واتجاهها وبعض مركبات المغنيز قابلة للذوبان في الماء بسهولة لذلك يمكن أن يحدث التعرض الكبير أيضاً عن طريق مياه الشرب الملوثة (Erdogan, 2009) مثل مياه الآبار الملوثة وكذلك من خلال العمل في اللحام والصحراء والتعدين حيث يُمتص هذا المعدن بسهولة من خلال القناة المعوية اما المصادر الغذائية للمغنيز تأتي من النباتات فضلاً عن المكملات الغذائية مثل الفيتامينات أو المنتجات الغذائية وغالباً ما تحتوي مياه الشرب على كميات ضئيلة من المغنيز وكذلك حليب الأم الذي يمنع نقص المغنيز خلال فترة نمو الرضع (Evans and Masullo, 2020).

1.2.6 تلوث المياه Water pollution

هو التغيرات التي تطرأ على الخصائص الكيميائية والفيزيائية والبيولوجية للمياه بسبب تدخل الانسان بصورة مباشرة او غير مباشرة مما يؤدي الى اضطراب أو حالة عدم توازن للنظام البيئي المائي ويؤثر بطريقة سلبية على الكائنات الحية وصولاً الى الانسان من خلال السلاسل الغذائية (Talabi and Kayode, 2019) تتمتع الأنظمة البيئية المائية الصحية بتنوع حياتي متوازن

ومستقر ولكن يؤدي التلوث الى تدمير هذا التوازن بسبب انخفاض اعداد مجموعة من الأنواع وسيادة أنواع اخرى (Zhao *et al.*,2022). دخول الملوثات الى المياه يؤدي الى تدهور جودة المياه وتلوثها وهذا يشكل خطورة كبيرة على صحة الانسان ويدعو الى الحاجة لمتابعة التحاليل الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للمياه وتحديد مدى صلاحيتها للاستعمالات المختلفة (Talabi and Kaycole,2019).

وهناك العديد من العوامل البيئية كالملوحة ودرجة الأس الهيدروجيني ودرجة الحرارة والمغذيات وكمية الأوكسجين التي تؤثر في التراكم الحيوي للعناصر من خلال تأثيرها على التداخل بين العناصر وجدان الخلية وعلى المعدلات الأيضية للخلايا (Al-Naggar *et al.*,2018).

الفحوصات الكيميائية والفيزيائية والبيولوجية مهمة في تحديد مدى صلاحية المياه للاستخدامات البشرية إذ تتغير جودة مياه الأنهار والبحيرات مع تغير الفصول والمواقع الجغرافية حتى في حالة عدم وجود تلوث وتوفر إرشادات جودة المياه ومعلومات علمية أساسية حول معايير جودة المياه وتراكيز المواد السامة ذات الصلة بيئياً لحماية المياه من مخاطر التلوث وان العوامل الفيزيائية والكيميائية مثل درجة الحرارة والاس الهيدروجيني والملوحة والأوكسجين المذاب وثنائي أكسيد الكربون والمواد الصلبة العالقة والذائبة والمغذيات وغيرها بالإضافة الى التلوث بالمعادن الثقيلة هي المحددة لبقاء الكائنات المائية من النباتات والحيوانات (Chitmanat and Traichaiyaporn,2010).

1.2.6.1 درجة الحرارة Temperature

تلعب دوراً مهماً في التأثير على نوعية مياه الجداول والأنهار والأهوار ولا تؤثر فقط على الطبيعة الفيزيائية للمياه عن طريق تغيير اللزوجة والكثافة والشد السطحي ولكن أيضاً معدل وأنواع التفاعلات الكيميائية التي تحدث في الداخل وبما أن لها علاقة مباشرة بالأوكسجين المذاب أي زيادة في درجة الحرارة سوف ينتج عنه انخفاض في تركيز الاوكسجين المذاب (Dallas and Day,2004) يمكن

أن تؤثر التغيرات في درجات الحرارة أيضاً على توقيت دورات الحياة وتطور مراحل الحياة الجنينية المختلفة و العلاقة بين المفترس والفريسة و الانتخاب الطبيعي ووفرة الطحالب والنباتات (King *et al.*,2003) تزداد سمية بعض الملوثات الكيميائية مثل المعادن الثقيلة والمبيدات بسبب ارتفاع درجة الحرارة وهو خطر إضافي على الكائنات الحية في الماء فضلاً عن زيادة حساسية الكائنات الحية للمواد السامة (USEPA, 2003a) يرتبط معدل التمثيل الغذائي للكائنات الحية المائية بدرجة حرارة الماء ففي المياه الدافئة تزداد معدلات التنفس مما يؤدي إلى زيادة استهلاك الأوكسجين ومعدلات النمو مما يؤدي إلى زيادة تحلل المواد العضوية وعكورة المياه, كما ان درجة حرارة الماء تعد أهم متغير بيئي يؤثر على الأنشطة الأيضية والنمو والتغذية والتكاثر والتوزيع وطبيعة هجرة الكائنات المائية (Suski *et al.*,2006) كما أنها تؤثر على قابلية ذوبان الغازات في الماء حيث تقل قابلية ذوبان الغازات مع زيادة درجة الحرارة (Ramanathan *et al.*, 2005).

1.2.6.2 الاس الهيدروجيني (pH)

يؤثر الاس الهيدروجيني على النظم البيئية المائية عن طريق التأثير على المواد الكيميائية ومن ثم زيادة السمية المحتملة للعديد من المعادن الثقيلة الموجودة في الماء مما يؤدي إلى حدوث تغييرات في نوعية المياه وفي نهاية المطاف زيادة الإجهاد على الكائنات المائية (Dallas and Day, 2004) يعد الاس الهيدروجيني احد الخصائص البيئية الحيوية المهمة التي تؤثر على البقاء والتمثيل الغذائي ووظائف الأعضاء ونمو الكائنات الحية المائية (Ramanathan *et al.*,2005) ويتأثر الاس الهيدروجيني بحموضة رواسب القاع والأنشطة الحيوية وقد ينتج عن ارتفاع الاس الهيدروجيني ارتفاع معدل التمثيل الضوئي عن طريق ازدهار العوالق النباتية ويكون الأس الهيدروجيني الأقل من 4 ضاراً بالحياة المائية (Edokpayi, 2005; Abowei,2010).

1.2.6.3 Total Dissolved Salts (TDS) الاملاح الذائبة الكلية

أحد الاختبارات الرئيسية لنوعية المياه وهو الكمية الإجمالية للمواد المذابة فيه حيث يقيس كمية جميع المواد الصلبة الذائبة في الماء وهذه المواد الصلبة عبارة عن معادن وأملاح ولكن يمكن أن تشمل المواد العضوية وهي جزء من المواد الصلبة في الماء الذي يمكن أن يمر من خلال أوراق ترشيح قطر فتحاتها 0.45 مايكرون (King *et al.*, 2003).

تعد ملوحة الأهور مؤشراً حيوياً على مدى جودة النظام البيئي المائي لذلك فإن مراقبة الملوحة والتنبؤ بها مهمة في تقييم البيئة المائية في مناطق الاهور العراقية حيث أن قيم الملوحة في التربة لها تأثير على النباتات والكائنات الحية الدقيقة والحيوانات الاخرى (Pour and Hashim, 2015).

تحدد الملوحة توزيع الكائنات الحية في البيئات المائية حيث عند ارتفاع نسبة الملوحة سوف تقلل من قابلية ذوبان الاوكسجين وتتنخفض أكثر مع ارتفاع درجة الحرارة وتكون قابلية ذوبان الأوكسجين في المياه المالحة اقل مما هي عليه في المياه العذبة وهي مهمة في الإنتاج الأولي والكتلة الحيوية للهائمات (Edokpayi, 2005).

1.2.6.4 التوصيلية الكهربائية (EC) Electrical Conductivity

هي مقياس لكمية الأملاح الذائبة في حجم معين من المحلول حيث أن الماء المالح يوصل الكهرباء بسهولة أكبر من الماء النقي لذا فإن التوصيلية هي قدرة عينة من الماء على توصيل التيار الكهربائي لذلك يتم استعمالها بشكل روتيني لقياس الملوحة عادةً ما تكون أنواع الأملاح المسببة للتوصيل هي كلوريدات وكبريتات وكربونات ونترات الصوديوم والمغنيسيوم والكالسيوم والبوتاسيوم (USEPA, 2000).

تؤثر المواد الصلبة الكلية العالقة والمذابة في الماء على التمثيل الغذائي للكائنات المائية وتزداد مع زيادة هطول الأمطار وتؤثر على الأكسجين المذاب وثاني أكسيد الكربون وكلما زادت نسبتها زادت

التوصيلية. ان هطول الأمطار عامل مهم في البيئة المائية إذ ينقل المواد الموجودة في الهواء الى الماء مثل الغبار والغازات الطبيعية مثل ثاني أكسيد الكربون والأوكسجين والنتروجين والمواد الكيميائية وعند سقوطها على الأرض سوف تصل الى الماء عن طريق الجريان السطحي (Mishra *et al.*,2021).

1.2.7 الأهوار Marshes

تقع الأهوار في جنوب العراق وتمتاز بأهمية بيئية كبيرة كونها تمثل موائل للتنوع البيولوجي فضلا عن أهميتها الاقتصادية والترفيهية والثقافية (Ochsenschlager,2004). فهي المحطة الرئيسية للطيور المهاجرة بين سيبيريا وأفريقيا (Richardson and Hussain,2006). تعد الأهوار العراقية من أرقى الأراضي الرطبة الطبيعية وأكثر النظم البيئية اتساعاً في آسيا (Evans, 2002). في الفترة الأخيرة فقدت هذه الاهوار حوالي 85% من مياهها نتيجة أعمال الصرف وبناء السدود (UNEP, 2002). إذ توفر الغطاء النباتي والدعم لأجزاء السلسلة الغذائية في كافة المستويات الغذائية وتحافظ على التنوع الحيوي ومن الناحية الاقتصادية فمن الممكن استثمار حواف الأهوار في زراعة المحاصيل الاقتصادية كزراعة الشلب كما تلعب الأهوار دوراً مهماً في تنقية المياه من المركبات السامة التي تصدر من المدن والمصانع بسبب وجود الغطاء النباتي الكثيف وكميات كبيرة من القصب *Phragmites australis* والبردي *Typha domengensis* التي تستعمل في البناء وإنتاج الورق (Bedair *et al.*, 2006). وتمتلك عدة مميزات منها وجود المياه الراكدة لبعض الوقت خلال موسم النمو ونباتات متكيفة مع التربة المشبعة أو تتحملها وتعد الأهوار فريدة من نوعها بسبب هيدرولوجيتها (Cronk and Fennessy, 2016) تُغرق الأهوار أو تشبع بالمياه السطحية أو الجوفية بشكل متكرر بما يكفي لدعم الغطاء النباتي المتكيف للعيش في التربة المشبعة بالماء (USEPA, 2015) وهي مناطق انتقالية بين الأنظمة الأرضية والمائية حيث تكون المياه الجوفية

عادةً بالقرب من سطح الأرض أو فوقه، ولها ثلاث خصائص رئيسية وهي التربة المائية أي الرواسب والتربة المشبعة بالمياه الضحلة سواء على السطح أو في منطقة الجذور والغطاء النباتي المتكيف مع البيئات الرطبة وقد يتواجد في جميع فصول السنة (UNEP, 2001; Guo *et al.*,2023) تكون الأهوار مغمورة بشكل مستمر وتتميز بالنباتات البارزة ذات السيقان الناعمة التي تكيفت مع ظروف التربة المشبعة بالمياه (Rader *et al.*,2001). وان أكبر الأراضي الرطبة داخل هذا النظام البيئي المعقد هي هور الحمار ومنطقة الأهوار الوسطى وأهوار الحويزة والأهوار المرتبطة بها (Rushdi *et al.*, 2006; Alqahtani *et al.*,2023).

1.2.8 هور الحويزة Al_Haweza marshes

يعد من الأهوار الرئيسية في جنوب العراق ويمتد شرقاً من نهر دجلة إلى إيران وله تأثير كبير على النظام البيئي حيث توفر المياه السطحية والأراضي الزراعية المحيطة بها بيئة ملائمة وموطناً لأنواع عديدة من الكائنات الحية ولكن في الفترة الأخيرة عانت الأهوار من ارتفاع مستويات الملوحة مما أدى الى تدهور كبير في نوعية مياهها (Rushdi *et al.*, 2006 ;Hasab *et al.*,2020). وتتغذى أهوار الحويزة من فرعين رئيسيين من نهر دجلة هما المشرح والكلاء (UNEP, 2001). الجزء القريب من الحدود العراقية الإيرانية ظل رطباً إلا أنها تقلصت بشكل كبير مقارنة بحجمها الأصلي وتحتل الحويزة مساحة تتراوح بين 650 و 1500 كم²، إذ بلغ الطول الإجمالي للهور حوالي 80 كم ومتوسط عرضه 30 كم (Evans, 2001).تمتاز أهوار الحويزة بتنوع هائل كما أنها المصدر الرئيسي للنظم المائية الطبيعية في الشرق الأوسط وتتكون الاهوار من مياه مفتوحة دائمية وموسمية فضلاً عن القصب والبردي والسهول الطينية والسهول التي تغمرها المياه موسمياً ويوفر الموارد للمجتمعات البشرية المحلية والموئل المهمة للطيور المهاجرة (UNEP, 2001; mohammed) (Irzoqy *et al.*,2022).

1.2.9 الطيور Birds

تعد الطيور أكثر المكونات الاحيائية الأساسية في النظام البيئي وتوجد بأنواع واحجام مختلفة تتراوح من الطيور الطنانة الى النعام وكل نوع له عاداته وشكله الفريد وتنتشر في أماكن مختلفة معظمها يتواجد بأعداد هائلة بينما البعض الآخر يتكون من أفراد قليلة ويقوم بعضها بهجرات سنوية بينما البعض الآخر مستقراً في مساحة محدودة (Allinson and Vovk,2018). وتتواجد الطيور المائية في الأراضي الرطبة ذات المياه الضحلة والبيئات الساحلية والمسطحات الطينية ومصبات الأنهار اذ تشكل الشواطئ بيئات رئيسية لتغذية الطيور وتعد الطيور من أفضل الدلائل الحيوية التي تدل على صحة النظام البيئي ومدى جودة الموائل الغذائية (Whelan *et al.*,2008; Baker,2022). استعملت الطيور كثيراً كدلائل حيوية للمعادن الثقيلة ولكن هناك عيب واحد في الأنواع المهاجرة يزيد من صعوبة تحديد مصدر التلوث (Burger and Gochfeld, 2004). تعد هجرة الطيور رحلة دورية فهي تعود في النهاية الى مكان المغادرة الأصلي وغالباً تكون هجرة سنوية وترتبط بالمواسم وهذه الهجرة تكون أكثر وضوحاً بالطيور لأن لديها وسائل فعالة لقطع مسافات طويلة (Shackelford *et al.*,2005). لهذا استعملت الطيور بنجاح في تحديد مستويات التلوث بالمعادن الثقيلة في النظم البيئية المختلفة (Kuwaie *et al.*, 2012). وتم استعمال الطيور على أنها انواع جيدة للرصد الحيوي للملوثات منذ عام 1993 في العديد من المناطق في العالم خاصة الطيور البحرية (Burger and Gochfeld 2004; Kuwaie *et al.*, 2012). أجريت العديد من الدراسات لتجمعات الطيور في النظم البيئية المختلفة لتقييم مستويات التنوع الاحيائي للطيور وفي مناطق متنوعة من العالم فضلاً عن العوامل البيئية التي تؤثر في توزيع ووفرة الطيور المائية (Delany and Scott,2006; Zhang *et al.*,2023). ومن أهم المؤثرات التي تلعب دوراً مهماً في هذه

العملية هي الانشطة البشرية وتأثيراتها على بيئة هذه الاحياء فضلاً عن العوامل الطبيعية الاخرى (Berthold,2001).

1.2.10 تأثير المعادن الثقيلة على الطيور Impact of heavy metal upon birds

لا يؤدي التلوث في الأهور فقط إلى تدهور نوعية المياه وإنما يؤثر سلباً على النباتات المائية والحيوانات بشكل مباشر أو غير مباشر كما يسبب انخفاض اعداد أنواع الطيور بسبب تأثير هذه الملوثات على صحة الطيور فهي تسبب انخفاض الخصوبة وزيادة القابلية للإصابة بالأمراض فضلاً عن التغيرات السلوكية (Dauwe *et al.*,2004; Saravanan *et al.*,2021) فالمعادن الثقيلة كالكاديوم والزنك والسيلينيوم تؤثر على الطيور عن طريق تقليل نموها أو وزنها (Bize *et al.*,2002; Vizuite *et al.*,2022).

يساهم التلوث بالمعادن الثقيلة بتسمم الطيور واضطرابات في الجهاز العصبي والغدد الصماء وضعف المناعة والاضطرابات الفسيولوجية (Eeva and Lehtikoinen, 2015; Bauerova *et al.*, 2017) وتؤدي المستويات العالية من الزنك إلى عدم القدرة على تنظيم حركة العضلات وبالتالي ضعف في الأجنحة والساقين مما يؤدي هذا إلى صعوبة الوقوف والمشي وال طيران (Misztal *et al.*, 2011; Sanchez_Virosta *et al.*, 2015). ويؤدي التعرض طويل الامد للرصاص والكاديوم الى شلل الأجنحة والساقين والعمى وربما يؤدي الى الموت وكما يتسبب في تلف العظام وتأثيرات صحية كبيرة للطيور البرية (Sadeghi *et al.*, 2019).

1.2.11 الدراسات السابقة Previous studies

درس Lebedeva (1997) التراكم الحيوي للمعادن الثقيلة كالكروم والرصاص والزنك والنيكل والنحاس والمنغنيز لـ 24 نوعاً من الطيور في جنوب غرب روسيا وأوضحت الدراسة وجود تغيرات في تراكم الرصاص في عظام الطيور البرية والمائية وكذلك تم إثبات تراكم الزنك في عظام

الطيور التي تنتمي إلى مستويات غذائية مختلفة ووجود علاقة خطية بين تركيز الرصاص في عظام الطيور ووزن الجسم وان الهيكل العظمي هو المستودع الرئيسي لهذه العناصر، تراكم الرصاص في العظام يعتمد على العمر والجنس على عكس بعض المعادن مثل المنغنيز والنحاس والكوبالت والنيكل والكروم إذ كانت نسبتها اقل وأن مستويات الرصاص في الهياكل العظمية للطيور البالغة التي تعيش في موائل غير ملوثة نسبياً كانت ضمن الحدود المسموح بها (Staricenko *et al.*, 1993).

قام Burger and Gochfeld (2004) بتقدير الزئبق في الطيور البحرية حيث وجد أكثر من 90% من الزئبق الكلي في الكبد والكلى والعضلات وريش الطيور، حيث يعتبر الريش من المؤشرات الجيدة للتلوث المعدني وأشار Wei and Zhang (2011) الى وجود علاقة ارتباط بين تراكيز الرصاص في الريش وتلك الموجودة في الأنسجة الداخلية بما في ذلك الدم وتم استخدام بيض الطيور المائية كمؤشر للكشف عن تراكيز المعادن الثقيلة لأنه من السهل الحصول عليها ويمكن حفظها لفترة أطول مقارنة بالأنسجة الرخوة. درس Kertesz وآخرون (2006) تأثيرات الكروم والرصاص والكاديوم على التطور الجنيني وفقس البيوض وأظهرت النتائج وجود تأثيرات مختلفة للكروم والرصاص والكاديوم على التطور الجنيني والفقس، قدر Kalisińska and Salicki (2010) مستويات الرصاص والكاديوم في العضلات والكبد والكلى في الطيور من بحيرات بولندا وقد لاحظوا وجود اختلافات كبيرة بالنسبة لتراكيز الكاديوم في جميع الأنسجة وكانت تراكيز الرصاص متشابهة في العضلات والكبد والكلى اما تراكيز الكاديوم فكانت مختلفة بشكل كبير وأظهرت هذه الدراسة تجاوز هذه المعادن الحدود المسموح بها في المواد الغذائية حسب وثيقة الاتحاد الأوروبي (رقم 2006/1881).

قام Hargreaves وآخرون (2011) بتحديد مستويات بعض العناصر الثقيلة في الأنسجة والغذاء والبيئة باستخدام الطيور الساحلية في القطب الشمالي وتم تسجيل أعلى مستوى للمعادن الثقيلة في أنسجة الطيور البحرية آكلة اللحوم وتم العثور على تركيز أقل من الزئبق في الطيور الياقة مقارنة بالطيور البالغة ووجد مخزون في الأنسجة الداخلية مثل الكلى والكبد، ويمكن إفراره في الريش والبيض. استخدم Medani وآخرون (2015) الطيور البرية كمؤشر حيوي للتلوث بالمعادن الثقيلة في بحيرة كوارون في مصر وبينت الدراسة أن الطيور البرية مؤشرات حيوية مهمة للتلوث في النظم البيئية المائية وتم تحديد مستويات المعادن الثقيلة في أعضاء مختلفة من الطيور البرية وأظهرت النتائج أن مستويات المعادن الثقيلة ارتفعت في نوعين من الطيور المدروسة وأن أعلى مستوى سجل في الكبد وأدنى مستوى في الريش بينما أدنى مستوى لهذه المعادن سجل في العضلات في الطيور الأخرى. درس Janaydeh وآخرون (2016) مستويات بعض المعادن الثقيلة كالنحاس والزنك والنيكل والحديد والرصاص في القلب والرئة والدماغ والكبد والكلى وأنسجة العضلات وريش غراب المنزل *Corvus splendens* في إحدى جزر ماليزيا وتم جمع عينات غراب المنزل وتم تحديد تركيز المعادن الثقيلة في الأنسجة وأظهرت النتائج وجود معادن ثقيلة في جميع أنسجة غراب المنزل التي تم تحليلها وكانت تراكيز الحديد هي الأعلى تليها تراكيز الزنك والنحاس والرصاص والنيكل التي تراكمت في الريش والكلى بينما تراكمت تراكيز عالية من المعادن الثقيلة الأساسية في الكبد كما تم الكشف عن اختلافات معنوية في تراكيز الرصاص بين عينات الطيور البالغة من الذكور والإناث كما أظهرت النتائج وجود علاقة ارتباط معنوية موجبة بين تركيز معدن الرصاص في الريش والأنسجة الداخلية ويعكس تراكم المعادن الثقيلة السامة في الريش عمليات التخزين والتخلص في حين أن تراكم المعادن الثقيلة في الكلى يمكن أن يكون نتيجة للتعرض المزمن لها من البيئة.

درس Plessl وآخرون (2017) المعادن الثقيلة في طيور *Anas platyrhynchos* شرق النمسا وتم تحليل عينات العضلات والكبد لفحص محتواها من الكروم والنحاس والزنك والكاديوم والزرنيق والرصاص وأظهرت النتائج أن أعلى التراكيز سجلت في الكبد مقارنة بالعضلات.

قام Zarrintab and Mirzaei (2018) بدراسة التراكم الحيوي لخمس معادن ثقيلة لتقييم مخاطر التعرض للمعادن الثقيلة عن طريق الفم وتوزيعها في الانسجة في طائر العقعق في إيران وأشارت النتائج الى أن المعادن الثقيلة تراكمت على النحو التالي الكبد والكلى والعضلات وكان الزنك والنحاس أعلى في أنسجة العينات التي جمعت من الموقع الزراعي اما الرصاص والكاديوم كان أعلى في الكبد في الموقع الصناعي وكان مستوى الكاديوم في كبد الذكور أعلى بكثير من الإناث وكان مستوى الكاديوم والرصاص والنيكل في الكبد والعضلات والكلى على التوالي أعلى بشكل ملحوظ في البالغين وكذلك اختلاف طريقة البحث عن الغذاء بين الجنسين بالإضافة الى انها اقل في الإناث بسبب ترسب الملوثات في البيض مقارنة بالذكور يمكن أن يفسر من خلال الاختلافات الجنسية بالإضافة الى عمر الطائر كلما زاد عمره يمكن ان يؤدي إلى زيادة تراكم الملوثات.

أوضح Chan وآخرون (2018) في دراستهم لتقييم التراكم الحيوي للمعادن الثقيلة في الطيور أن التعرض للمعادن الثقيلة الموجودة في البيئة بسبب الأنشطة الطبيعية أو البشرية يؤثر بشكل سلبي على صحة الإنسان والتنوع الحيوي واعتبروا أنواع الطيور المحددة في هذه الدراسة مؤشرات بيولوجية

للتلوث البيئي بالمعادن الثقيلة تم تحليل عينات لنوعين من الطيور *Amaurornis phoenicurus* و *Gallinula chloropus* لسبعة معادن ثقيلة هي الكاديوم والكروم والنحاس والزنك والرصاص والنيكل والزرنيخ في انسجة القلب والكبد والكلى العظام والريش وكانت مستويات الزنك و النحاس في العظام والريش أعلى من تلك الموجودة في التربة أوضحت النتائج أن الزنك و الكروم في الأعضاء

الداخلية للطيور و في التربة يختلفان اختلافاً كبيراً حيث استنتجوا أن المعادن الثقيلة في التربة تنتقل من خلال التراكم الحيوي.

ذكر Plaza وآخرون (2018) في دراستهم أن التلوث بالرصاص مشكلة عالمية تؤثر على صحة العديد من أنواع الطيور ويمكن أن تسبب فقدان التنوع البيولوجي في أمريكا الجنوبية وهناك القليل من المعلومات حول هذه المشكلة والأنواع المتضررة وكان الهدف من دراستهم هو تجميع المعلومات الموجودة حول التلوث بالرصاص في أنواع الطيور في أمريكا الجنوبية.

وأشار Albayrak and Pekgoz (2021) في دراستهما عن الكشف على آثار التراكم الحيوي للمعادن الثقيلة في طيور عصفير المنزل على وجود ارتباطات معنوية موجبة أو سالبة بين بعض المعادن الثقيلة وبعض الصفات المظهرية للطيور وكان الزنك والنحاس في العضلات والكبد أكثر المعادن تواجداً في هذه الطيور.

بين Kar and Patra (2021) أن التراكم الحيوي والتأثيرات السمية للكادميوم في الطيور الداجنة ينتج عن التعرض المزمن للكادميوم في الأنسجة المختلفة لا سيما في الكبد والكلى والدماغ والبنكرياس والأمعاء والأعضاء التناسلية مما يزيد من الإجهاد التأكسدي على المستويات الخلوية وتؤدي إلى اختلال وظيفي في الجزيئات الخلوية المهمة بيولوجياً مما يؤدي إلى حدوث حالات مختلفة من التغيرات النسيجية المرضية في هذه الأعضاء والتغيرات الكيميائية الحيوية في الدم ومن ثم ضعف أداء الإنتاج في الطيور الداجنة.

الفصل الثاني

المواد وطرائق العمل

Materials and methods

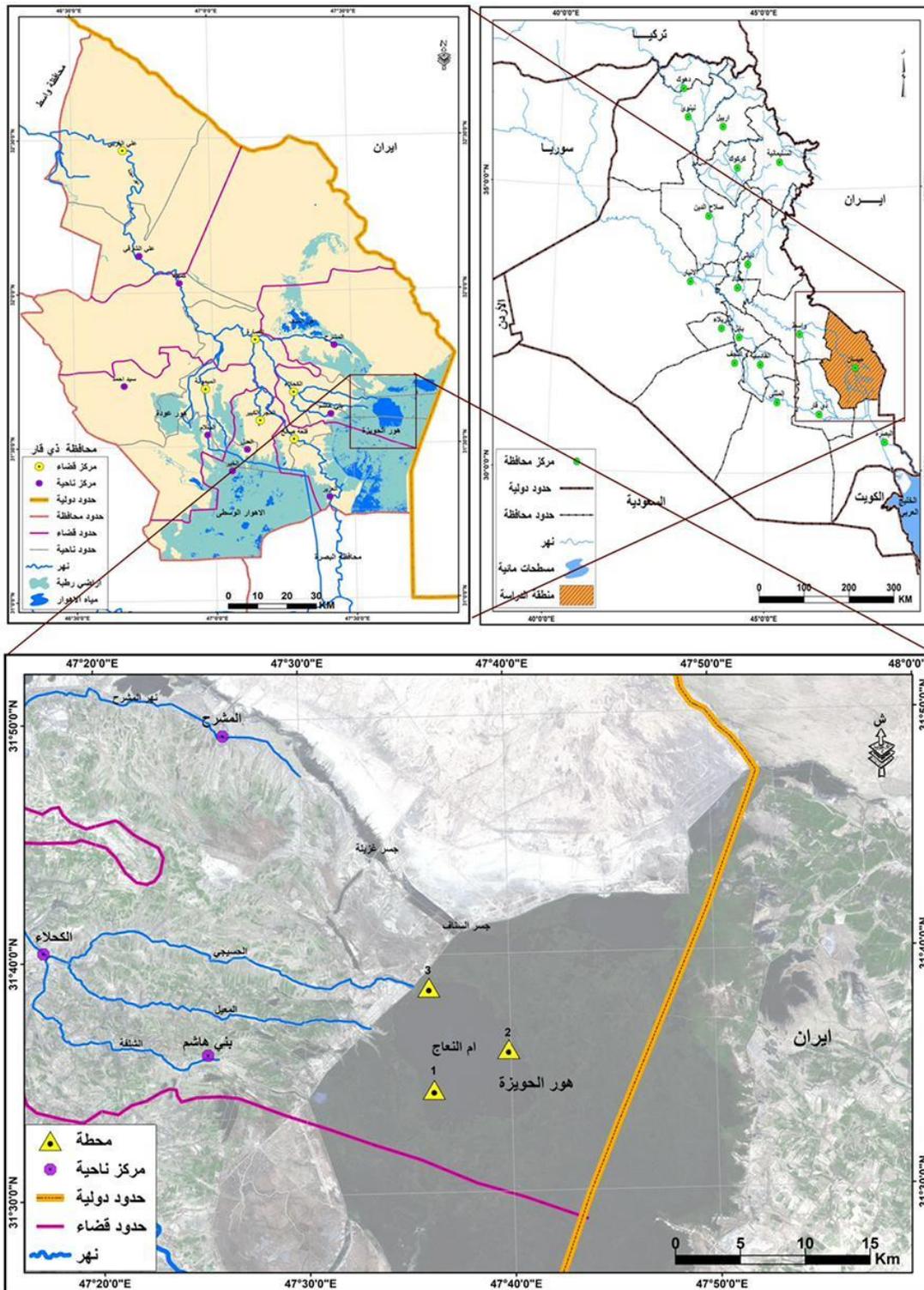
2.1 منطقة الدراسة study area

تقع أهوار الحويزة على الجانب الشرقي لنهر دجلة وتمتد بين ناحية السويب في قضاء القرنة شمالاً إلى ناحية العزيز في محافظة ميسان إلى قرى البيضة والسوادة والترابة وهو هور مشترك بين العراق وإيران وتتمثل مصادر تغذية هذا الهور بنهري المشرح والكحلاء وهما النهران الرئيسان اللذان يغذيان هور الحويزة وتتفرع منهما عدة انهر فرعية تسير بنفس الاتجاه بسبب الانحدار الطبيعي للأرض نتيجة الوضع الطبوغرافي للمنطقة هذا من الجانب العراقي أما من الجانب الإيراني فيعد نهر الكرخة المغذي الرئيسي من الجهة الثانية بينما يتم تصريف مياه هذه الاهوار عبر منفذين رئيسيين هما نهر السويب الذي يصب في شط العرب جنوب مدينة القرنة وقناة الكسارة التي تصرف مياه الهور الى نهر دجلة لقد تغيرت بيئة هذه الأهوار نتيجة انخفاض تصريف الجداول المغذية من الجانب الإيراني بسبب بناء السدود أو تحويل معظم مجاريها إلى داخل إيران وانخفاض تصريف الجداول المتفرعة من نهر دجلة بسبب انخفاض مناسيب نهر دجلة لكثرة السدود المقامة عليه خارج وداخل العراق والتي بلغت 42 سداً فضلاً عن عمليات التجفيف مما أدى لقلّة المياه في هذه المناطق مؤدياً لظهور نباتات البيئات الجافة وشبه الجافة وسيادة ظروف الترب المالحة حيث تنمو بعض النباتات كالطحمة والطرفة وغيرها (Partow, 2001; Boloorani *et al.*, 2021). تعد بحيرات شمال الحويزة من البحيرات العميقة والتي يصل عمقها إلى ستة أمتار (mohammed Irzoqy *et al.*, 2022) توفر أهوار الحويزة مناطق واسعة لهجرة وتفريخ طيور الماء والطيور المهاجرة شتاءً (UNEP, 2001; Idan and Jazza, 2022). وتشكل المساحات الواسعة من القصب والبردي والنباتات المائية الأخرى مناطق لرعي قطعان الابقار والجاموس فضلاً عن تربية اسراب الطيور المائية (Partow, 2001). يعد هور الحويزة أكبر الأهوار ويمتد من شمال شرق مدينة العمارة إلى شمال شرق البصرة ومن الأراضي الإيرانية حتى نهر دجلة غرباً وتقدر مساحته

في موسم الفيضان بحوالي (2500-3000) كيلو متر مربع وتقلص كثيراً خلال موسم شحة المياه بحيث تصبح أقل من نصف ما عليه خلال موسم زيادة المياه ويمتد لمسافة 100 كم طولاً وبمعدل يزيد عن 40 كم اتساعاً ويعد خزاناً طبيعياً لمياه الفيضان لمجرى نهر دجلة الأدنى إذ يمكنه استيعاب ما يزيد على (7) مليارات من الامتار المكعبة بمنسوب حوالي (2-4) متر فوق مستوى سطح البحر (Nomas,2005). تم اختيار ثلاث مواقع لغرض جمع العينات والمبينة إحداثياتها في الجدول (1).

جدول (1) خطوط الطول والعرض للمواقع الثلاثة (GPS)

المواقع	خطوط الطول	خطوط العرض
1	47°33'15.2"E	31°37'00.7"N
2	47°34'43.1"E	31°35'46.5"N
3	47°36'50.6"E	31°38'47.3"N



شكل (1) خارطة توضح منطقة الدراسة

جدول (2) الأجهزة والأدوات المستخدمة في التجارب المختبرية

الموديل/المنشأ	اسم الجهاز	ت
----	علبة تشرح	1
France / Molinex	طاحونة كهربائية	2
German / Binder	Drying oven فرن حراري	3
China	Mortar and Pestle هاون خزفي	4
England	منخل قطر فتحاته (0.3mm)	5
----	زجاجيات متنوعة	6
Daiki	Stirring water bath, KBLEE2010 حمام مائي	7
Medi lab	Hot plate صفيحة تسخين	8
Scifinetech	Fume Hood	9
China/Satorius	Electrical conductivity جهاز التوصيلية الكهربائية	10
KERN	ABT220-5DM ميزان حساس	11
Canadian /Aurora	جهاز طيف الامتصاص الذري اللهب Flame atomic absorption spectroscopy, A1 1200	12
pH meter, pH 7110	pH-meter جهاز قياس الالاس الهيدروجيني	13
Hettich	Centrifuge meter, D78532	14
Germany / GFR	جهاز تقطير	15
India / Indiamort	Thermometer محرار قياس درجة الحرارة	16
Taiwan / Etrex	GPS جهاز تحديد الموقع	17
Romania / HANNA	جهاز قياس الاملاح الكلية الذائبة TDS Bench meter HI2300	18

جدول (3) المواد المستخدمة في العمل المختبري

المواد المستخدمة (Ahmed,2021)	ت
حامض البيروكلوريك $HClO_4$	1
حامض النتريك المركز HNO_3	2
حامض الهيدروكلوريك HCl	3
كبريتات الكوبالت $CoSO_4 \cdot 7H_2O$ (0.4769 gm)	4
كبريتات النيكل $NiSO_4 \cdot 6H_2O$ (0.4476 gm)	5
كبريتات النحاس $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ (0.3927 gm)	6
كبريتات الكاديوم $CdSO_4 \cdot 3H_2O$ (0.2281 gm)	7
نترات الرصاص $Pb(NO_3)_2$ (0.1598 gm)	8
كلوريد الكروم $CrCl_3 \cdot H_2O$ (0.5122 gm)	9
ثاني أكسيد المنغنيز MnO_2 (0.1582 gm)	10
كبريتات الحديدوز $FeSO_4$ (0.2720 gm)	11
كبريتات الزنك $ZnSO_4$ (0.2469 gm)	12

2.2 تنظيف الزجاجيات المختبرية Lab. glassware cleaning

نظفت الأدوات الزجاجية المستخدمة كالآتي:

1. غسلت جميع الزجاجيات المستخدمة في التجارب جيداً بماء الحنفية ومسحوق التنظيف وشطففت

جيداً بالماء لعدة مرات.

2. وضعت الأدوات في حوض يحتوي على حامض النتريك المخفف بتركيز (5%) لمدة لا تقل عن

24 ساعة.

3. ثم شطفت بالماء المقطر الخالي من الايونات وجففت بواسطة الفرن (Oven).

2.3 جمع العينات Collection of Samples

2.3.1 عينات المياه Water samples

جمعت عينات المياه من المحطات الثلاثة المبينة في الشكل (1) والجدول (1) من أهوار الحويزة خلال خريف 2021 وشتاء 2022 وبعمق 50 cm تقريباً تحت السطح ووضعت العينات في قناني بلاستيكية مصنوعة من البولي ايثيلين سعة 5 L لتقدير المعادن الثقيلة فيها حيث تم إضافة بضع قطرات من حامض النتريك المركز أي ما يعادل 2 ml لكل لتر من بعض العينات وذلك كعامل مثبت لحفظ العناصر في الماء لقياس المعادن الثقيلة فيه والبعض الاخر لم يضاف له أي حوامض وذلك لقياس بعض المؤشرات الفيزيائية والكيميائية ونقلت الى المختبر لأجراء التحاليل اللازمة عليها.

2.3.2 عينات الطيور Birds samples

جمعت عينات الطيور من منطقة الدراسة حيث تم اصطيادها بواسطة شبكة صيد (دوشة) ثم وضعت في صندوق يحتوي على الثلج المجروش لحين وصولها الى المختبر وتم اختيار ثلاثة أنواع من الطيور المهاجرة وهي الحذف الشتوي *Anas crecca* والبريش *Anas platyrhynchos* والهربان *Anas acuta* من كلا الجنسين (ذكور واناث) وصنفت حسب (salim et al.,2009).

Kingdom: Animalia

Phylum: Chordata

Class: Aves

Order: Anseriformes

Family: Anatide

Genus: *Anas*

Species: *A. Platyrhynchos*

Species: *A. crecca*

Species: *A. acuta*

2.4 بعض المؤشرات الفيزيائية والكيميائية والمواد وطرق العمل parameters

2.4.1 درجة حرارة الهواء والماء Water and air temperature

تم قياس درجة حرارة الهواء والماء في مواقع اخذ العينات وباستعمال المحرار الاعتيادي المدرج من صفر الى مئة درجة مئوية.

2.4.2 الاس الهيدروجيني pH

تم قياس الاس الهيدروجيني للماء باستعمال جهاز pH_meter (model pH7110) انتاج شركة Germany بعد معايرته بالمحاليل القياسية (4,7,9).

2.4.3 التوصيلية الكهربائية Electrical Conductivity

تم قياس التوصيلية الكهربائية باستعمال جهاز .Electrical conductivity meter, Satorius\China

2.4.4 الاملاح الذائبة الكلية Total Dissolved Salts

قيست الاملاح الذائبة الكلية بواسطة جهاز HANNA \ Bench meter HI2300 شركة TDS \ HANNA \ Romania

2.5 تحضير العينات Sample preparation

2.5.1 عينات المياه Water samples

بعد وصول عينات المياه الى المختبر تم ترشيحها بواسطة جهاز الترشيح باستعمال ورقة ترشيح Qualitative filter paper وجمع الراشح في قنينة حجمية سعة (50ml) وتم تعليمها.

2.5.2 عينات الطيور Birds samples

تم أستئصال أنسجة الكبد وعضلات منطقة الصدر ثم جففت تحت باستخدام الفرن الحراري وطحنت باستخدام الطاحونة الكهربائية ثم جففت مرة أخرى في فرن حراري Drying oven في المختبر ثم طحنت في هاون خزفي ونخلت بمنخل قطر فتحاته (0.3mm) ثم وضعت في علبة مصنوعة من البولي أثلين.

2.6 هضم العينات Digestion of samples

2.6.1 هضم عينات المياه Digestion of water samples:

هضمت عينة المياه بالكامل بالاعتماد على الطريقة المتبعة من قبل (APHA (1998) وكما يلي:
1. وضعت 50 ml من عينة المياه في بيكر زجاجي سعة 100 ml واضيف 5 ml من حامض النتريك المركز.

2. وضع البيكر الزجاجي على الصفيحة الساخنة Hot Plate وقبل الغليان تبعد قليلا ثم تعاد العينة إلى الصفيحة الساخنة وتبقى عليها إلى أن جفت تماماً وتكون ملح أبيض.

3. إذا أصبح اللون أسود يضاف 2 ml من حامض النتريك المركز ويعاد التسخين مع إضافة 5 ml من الماء الخالي من الايونات إلى أن يتم الهضم.

4. اذيب الملح الأبيض بقطرات قليلة من حامض الهيدروكلوريك المخفف (0.5N) ونقلت إلى قنينة حجمية سعة 25 ml ثم أكمل بالماء الخالي من الأيونات لحد العلامة.

2.6.2 هضم عينات الطيور Digestion of bird samples

اعتمدت الطريقة المذكورة في (ROPME (1982) لهضم عينات الطيور لتحديد تراكيز العناصر الثقيلة فيها وكما يلي:

1. وزن 0.5 g من عينة الطيور المجففة والمطحونة وهضمت في 3 ml من مزيج حامض البيروكلوريك $HClO_4$ وحامض النتريك HNO_3 المركزين بنسبة (1:1)
2. رجت البيكرات جيداً ثم تركت لمدة 12 – 16 ساعة لإتمام عملية الهضم الابتدائي بعد وضعها في خزان تفرغ الهواء Fume Hood.
4. وضعت البيكرات في حمام مائي بدرجة 70° م لمدة 30 دقيقة، ومن ثم نقلت إلى صفيحة التسخين لإتمام عملية الهضم حتى يصبح المزيج رائقاً.
5. جمع الراشح وأكمل الحجم لحد العلامة بالماء المقطر الخالي من الايونات ثم حفظت العينات في قناني بلاستيكية محكمة الغلق.

2.7 تقدير المعادن الثقيلة Determination of heavy metals

تم تقدير تراكيز العناصر الثقيلة (رصاص، كاديوم، منغنيز، نحاس، نيكل، كوبلت، كروم، حديد، زنك) بواسطة جهاز طيف الامتصاص اللهب الذري Flame Atomic Absorption Spectrometer (AI 1200 Aurora) بالأطوال الموجية (217, 288.8, 279.5, 324.7, 232, 240.7, 248.3, 357.9, 213.9) على التوالي، وتم إعداد المحاليل القياسية عن طريق التخفيف المتسلسل لمحلول الستوك للمواد المبينة في الجدول (3) حسب الطريقة المستخدمة من قبل (Ahmed,2021) لقياس المعادن الثقيلة المذكورة اعلاه.

2.8 التحليل الاحصائي Statistical analysis

أعتمد البرنامج المتخصص بالنظام الإحصائي (SPSS) في تحليل نتائج الدراسة الحالية إحصائياً واختبرت الفروق المعنوية بين المتوسطات باستخدام اختبار أقل فرق معنوي (LSD) Least Significant Difference test عند مستوى معنوي (0.05) (الراوي وخلف الله، 1980).

الفصل الثالث

النتائج والمناقشة

Results and discussion

3.1 المؤشرات الفيزيائية والكيميائية physical and chemical parameter

3.1.1 درجة حرارة الماء والهواء Water and air temperature

يوضح الجدول (4) قيم درجات الحرارة في الماء والهواء خلال فصلي الخريف والشتاء حيث كانت درجة حرارة الهواء اعلى في فصل الخريف 23 م° اما في الشتاء فكانت 20 م° وكذلك بالنسبة لدرجة حرارة الماء فقد كانت اعلى في فصل الخريف 20 م° اما في الشتاء فكانت اقل 15 م° , تعزى التغيرات الموسمية في درجات الحرارة الى الاختلاف في ساعات النهار بين الخريف والشتاء وشدة سطوع الشمس حيث ترتفع درجة الحرارة خلال الأشهر الحارة وتتنخفض في الأشهر الباردة (حسين واخرون, 2008) لذلك يعتمد التغير في درجة الحرارة على الموسم (Ahipathi and Puttaiah, 2006), وأن درجة حرارة الماء تتغير تبعاً للاختلاف في درجة حرارة الهواء ويتفق مع (السعدي, 2013). بينما الاختلافات الموقعية في درجات الحرارة في الماء يعزى الى الاختلاف في مستوى العمق المائي فضلاً عن امتلاك الماء سعة حرارية عالية وكذلك تأثر درجة حرارة الماء بسرعة الجريان التي تعمل على تجانس الحرارة في عمود الماء بينما في الهواء فيعزى الى الاختلاف في وقت اخذ القياسات (Hassan *et al.*, 2001; Wanders *et al.*, 2019). وكانت هذه النتائج متوافقة مع (لازم، 2013).

أظهرت نتائج التحليل الاحصائي لدرجة الحرارة المبينة في الملحق (1-a,b) عدم وجود فروقات معنوية بين المواقع والفصول لدرجة حرارة الهواء، وكذلك درجة حرارة الماء لم تسجل أي فروقات معنوية بين المواقع بينما هناك فروقات معنوية بين الفصول تحت مستوى احتمال ($P < 0.05$).

3.1.2 الاس الهيدروجيني (pH)

أظهرت قيم الاس الهيدروجيني المبينة في الجدول (4) تبايناً موسمياً خلال مدة الدراسة إذ سجلت أعلى القيم خلال الشتاء 8.020 و 8.140 و 8.220 في الموقع الثالث والأول والثاني على التوالي، بينما سجلت أدناها خلال الخريف 7.140 و 7.310 و 7.380 في الموقع الأول والثاني والثالث على التوالي، ربما تعزى القيم المرتفعة ذات الاتجاه القاعدي الى طبيعة رواسب الالهوار العراقية الكلسية (Abdullah,2017). أو بسبب وفرة ايونات البيكاربونات والكاربونات وازالة CO₂ من مياه النهر بسبب عملية البناء الضوئي التي تقوم بها النباتات المائية حيث تستهلكه كمصدر للكربون اللاعضوي (Jazza,2015;Toma,2011). انخفاض الاس الهيدروجيني ربما نتيجة لرمي الفضلات المنزلية مباشرة الى المياه بدون معالجة مسبقة مما أدى الى زيادة CO₂ (المالكي,2002). أن ارتفاع الاس الهيدروجيني خلال الاشهر الباردة بسبب انخفاض عملية التحلل الميكروبي للمواد العضوية بينما انخفاضه النسبي خلال الاشهر الحارة يعزى الى النشاط الانزيمي للإحياء المجهرية التي تعمل على أكسدة المواد العضوية وتميل المياه تدريجياً باتجاه التعادل أو الحامضية الخفيفة في حالة كون التلوث محدوداً (Jازع,2009;AL-Saad *et al.*,2008). ويعزى السبب الرئيسي للقاعدية الخفيفة إلى كون هذه العملية محكومة بالتوازن ما بين تركيز HCO₃ و CO₂ و CO₃ ووجود النباتات المائية وهذا يؤدي إلى تكوين البيكاربونات والتي تزيد من قاعدية الوسط المائي بينما تقوم النباتات المائية في سحب CO₂ الزائد (سليمان واخرون، 2009). وهذا يتفق مع ما أشار اليه Wetzel, (2001) أن قيم الاس الهيدروجيني يتم التحكم فيها من خلال تركيز ايون الهيدروجين الناتج من تأين حامض الكربونيك الناتج من تحلل البيكاربونات (Richardson and Hussein,2006; Al-Gousous *et al.*,2019) وبشكل عام الحدود المثلى لقيم pH الملائمة للحياة المائية تتراوح ما بين 6.5_8.2 ويعد الاس الهيدروجيني للنظام المائي مؤشراً هاماً على جودة

المياه ومدى التلوث في الأنظمة المائية حيث أن انخفاض قيمه الى أقل من 2.8 يسرع من عملية تحرر العناصر الثقيلة من الرواسب وتآكل أنابيب المياه والاجزاء المعدنية في محطات التنقية أما زيادة قيمه باتجاه القاعدية تؤدي إلى التقليل من فعالية الكلور نحو البكتريا الملوثة للمياه (Kumar *et al.*, 2011).

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي للأس الهيدروجيني المبينة في الملحق (2) عدم وجود فروقات معنوية بين المواقع بينما هناك فروقات معنوية بين الفصول تحت مستوى احتمال ($P < 0.05$).

3.1.3 الاملاح الذائبة الكلية (TDS) Total Dissolved Salts

قيم الاملاح الكلية الذائبة خلال فصلي الخريف والشتاء المبينة في الجدول (4) كانت اعلاها خلال الخريف (ppm) 133 و142 و144 في الموقع الثالث والأول والثاني على التوالي ويعزى ذلك الى انخفاض مستويات المياه بسبب التبخر مما يؤدي الى زيادة تركيز الاملاح الذائبة (Adamus *et al.*, 2001), فضلاً عن الأنشطة البشرية الأخرى مثل الفضلات المنزلية والصناعية والزراعية التي تصل الى مجرى النهر عن طريق مياه المجاري السائلة (Maji *et al.*, 2020). بينما انخفضت خلال الشتاء (ppm) 118 و126 و128 في الموقع الثالث والأول والثاني على التوالي، ويعزى الانخفاض الى زيادة هطول الأمطار وارتفاع منسوب المياه خلال فصل الشتاء حيث أن ذلك يخفف من تركيز الأملاح الصلبة الذائبة (Adam *et al.*, 2007; Tahir *et al.*, 2008). أن زيادة الملوحة لها دور في تقليل سمية المعادن الثقيلة تجاه الأحياء المائية ويعزى ذلك الى تكوين معقدات مع أيونات الكلور التي تجعل العنصر غير متاح حيوياً وتعمل على ترسيبه فتزيد من تراكيزها في الرواسب (لازم, 2019).

حسب نتائج التحليل الإحصائي للأملاح الذائبة الكلية المبينة في الملحق (3) عدم وجود فروقات معنوية بين المواقع بينما هناك فروقات معنوية بين الفصول لقيم TDS تحت مستوى احتمال $(P<0.05)$.

3.1.4 التوصيلية الكهربائية (EC) Electrical Conductivity

أظهرت نتائج الدراسة الحالية المبينة في الجدول (4) أن قيم التوصيلية الكهربائية سجلت ارتفاعاً خلال الشتاء خلال الشتاء (dsm^{-1}) 2.42 و 3.62 و 3.73 في المحطات الأولى والثانية والثالثة على التوالي، بينما في الخريف كانت (dsm^{-1}) 2.54 و 2.63 و 2.93 في المحطات الأولى والثالثة والثانية على التوالي، وتكون أنواع الأملاح أو الأيونات المسببة للتوصيل هي الكلوريدات والكبريتات والكربونات والصوديوم والمغنيسيوم والكالسيوم والبوتاسيوم. (Heydarieh *et al.*,2021) ويعزى ارتفاع قيم التوصيلية الى زيادة الفضلات المنزلية والصناعية التي ترمى من دون معالجة فضلاً عن مياه البزل من الأراضي الزراعية التي تزيد نسبة الأملاح في المياه (Potapova and Charles,2003; Mejía *et al.*,2022). أما انخفاض قيم التوصيلية ربما قد يعزى الى سقوط الامطار المفاجئة مما يؤدي الى ارتفاع منسوب المياه وبالتالي تخفيف تركيز الاملاح (Chaudhry and Sidhu,2022).

نتائج التحليل الإحصائي لقيم التوصيلية الكهربائية المبينة في الملحق (4) تظهر عدم وجود فروقات معنوية بين المواقع والفصول تحت مستوى احتمال (0.05) .

جدول (4) التغيرات الفصلية والموقعية لقيم المؤشرات الفيزيائية والكيميائية

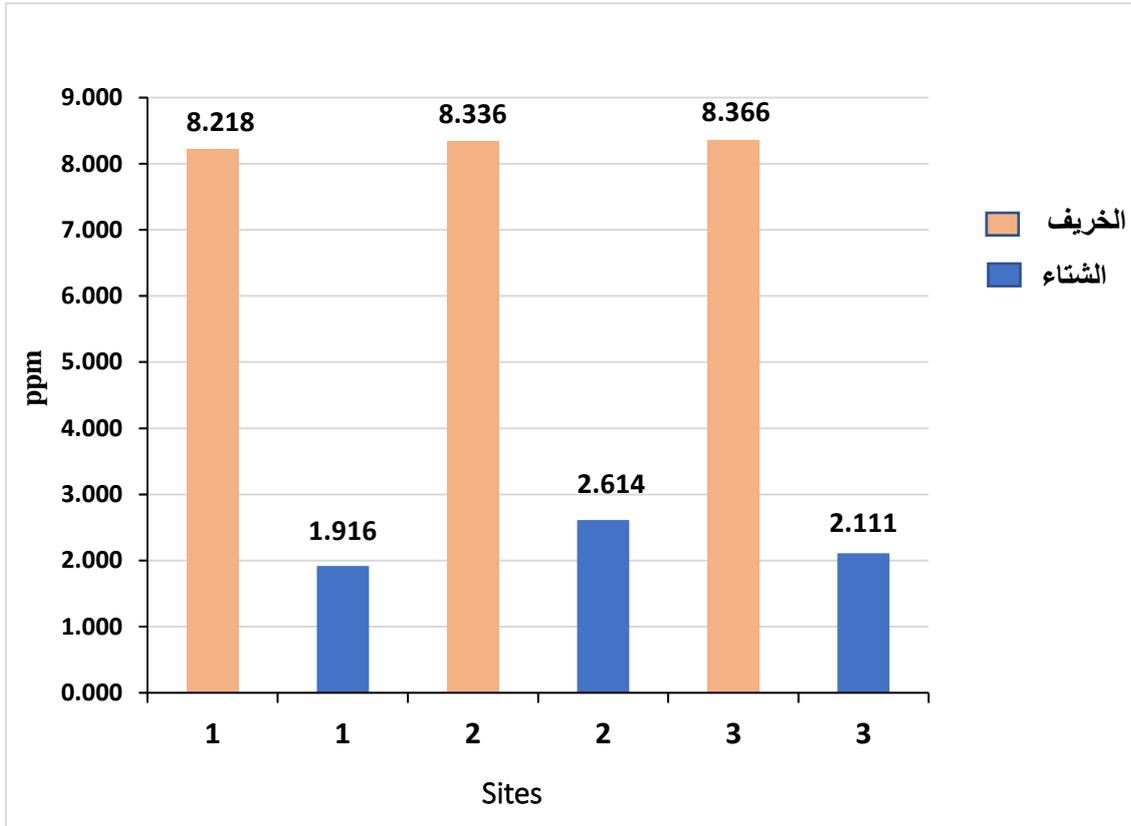
EC (dsm^{-1})	Water temp (C^0)	Air temp (C^0)	TDS (ppm)	PH	المواقع	الفصول
2.54	20	23	142	7.140	1	خريف
2.93	19	20	144	7.310	2	
2.63	20	23	133	7.380	3	
2.42	15	21	126	8.140	1	شتاء
3.62	16	22	128	8.220	2	
3.73	15	20	118	8.020	3	

3.2 تركيز المعادن الثقيلة في الماء Concentration of heavy metals in water

3.2.1 الكاديوم Cadmium

الشكل (2) يبين التغيرات الفصلية والموقعية لتراكيز عنصر الكاديوم في المياه سجلت اعلى القيم خلال الخريف (ppm) 8.218 و 8.336 و 8.366 في الموقع الأول والثاني والثالث على التوالي وهذا الارتفاع ربما يعود إلى سقوط الامطار المفاجئة المحملة بالطين والغرين والمواد العضوية التي تؤدي إلى غسل التربة وما يتبعها من تصريف عالي للأنهار ومن ثم انتقال الملوثات ومن ضمنها الكاديوم الى المياه (Begum *et al.*,2009; Rashmi *et al.*,2022). فضلا عن الأنشطة البشرية التي تطرح من المخلفات الصناعية والزراعية الى مياه الانهار وارتفاع درجة الحرارة خلال الخريف تؤدي الى زيادة تركيز الكاديوم (Al-Sabah,2007; Jarallah and Al-Husseini,2021). أما القيم الدنيا فسجلت خلال الشتاء (ppm) 1.916 و 2.111 و 2.614 في الموقع الأول والثالث والثاني على التوالي ولم تتجاوز الحدود المسموح بها ويعود السبب الى ميل هذه العناصر الى التراكم الحيوي في النباتات المائية أو الاحياء المائية او ميلها الى الامدصاص مع الرواسب أو تكوين معقدات كيميائية مع المواد العضوية (Orata and Sifuna,2023). كما يعزى انخفاض تركيز الكاديوم في الشتاء الى ارتفاع منسوب المياه مما يؤدي الى تخفيف الملوثات (Al-Sabah,2007; Jarallah and Al-Husseini,2021). تجاوزت تراكيز الكاديوم الحدود المسموح بها خلال الخريف حسب إرشادات (2001) IQS لمياه الشرب (5 ppm) المبينة في الجدول (5).

نتائج التحليل الاحصائي المبينة في الملحق (5-a,b) تظهر عدم وجود فروقات معنوية بين المواقع الثلاث بينما هناك فروقات معنوية بين الفصول تحت مستوى احتمال ($P < 0.05$).



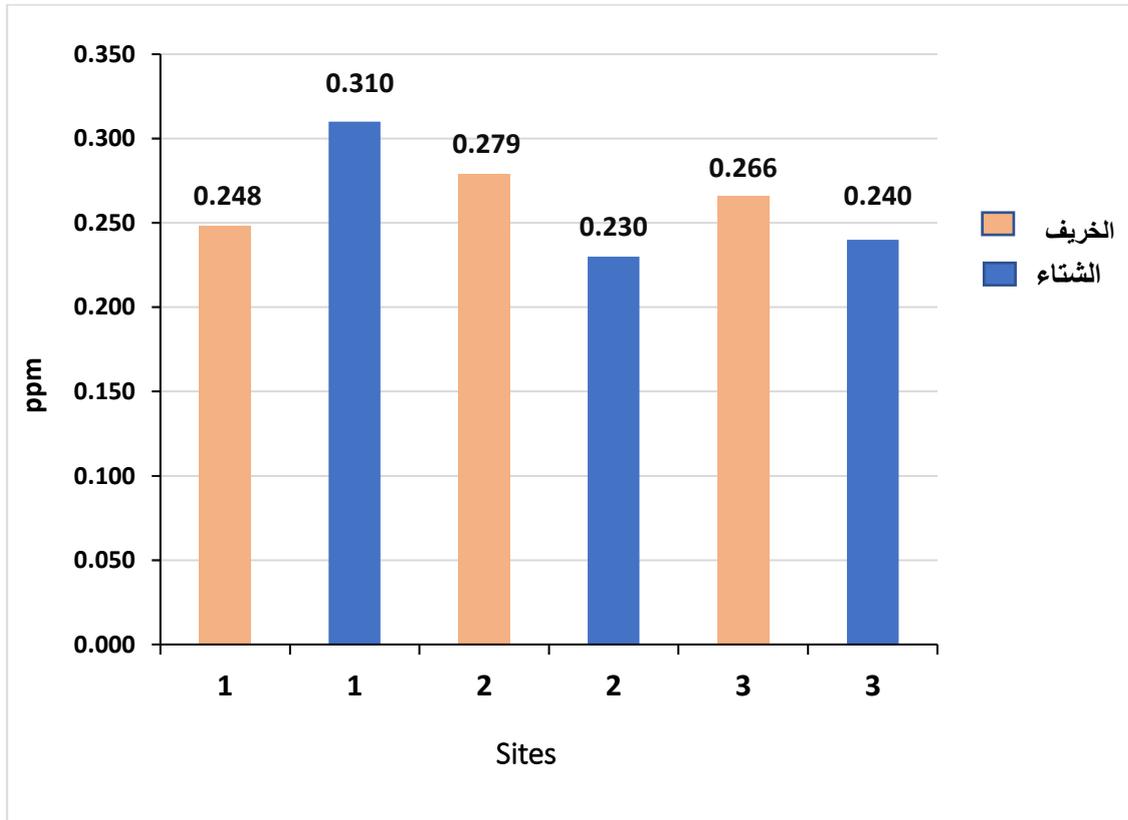
شكل (2) التغيرات الفصلية والموقعية لتراكيز عنصر الكاديوم في الماء

3.2.2 الرصاص Lead

يوضح الشكل (3) التغيرات الفصلية والموقعية لتراكيز عنصر الرصاص في المياه حيث سجلت أعلى القيم (ppm) 0.230 و 0.240 و 0.310 في الموقع الثاني والثالث والأول على التوالي خلال الشتاء، بينما القيم الدنيا (ppm) 0.248 و 0.266 و 0.279 في الموقع الأول والثالث والثاني على التوالي خلال الخريف، وأن السبب في قلة الرصاص يعزى إلى انخفاض معدل النشاطات بالقرب من محطات الدراسة مما يؤدي إلى قلة الإضافات التي تسبب زيادة في تركيزه في البيئة المائية (Siregar et al., 2020). وأوضح السعدي (2006) أن انخفاض قيم تركيز الرصاص هو بسبب قلة الملوثات الصناعية فضلاً عن وجود كثافات نباتية عالية في منطقة الأهوار مما يؤدي إلى تراكم الرصاص في أنسجة النباتات والرواسب القاعية مما يقلل من تركيزه ولم يتجاوز الرصاص

الحدود المسموح بها والمحددة من قبل (2001) IQS لمياه الشرب (10ppm) الموضحة في الجدول (5).

نتائج التحليل الاحصائي المبينة في الملحق (5-a,b) أظهرت عدم وجود فروقات معنوية بين المواقع الثلاث والفصول تحت مستوى احتمال (0.05).



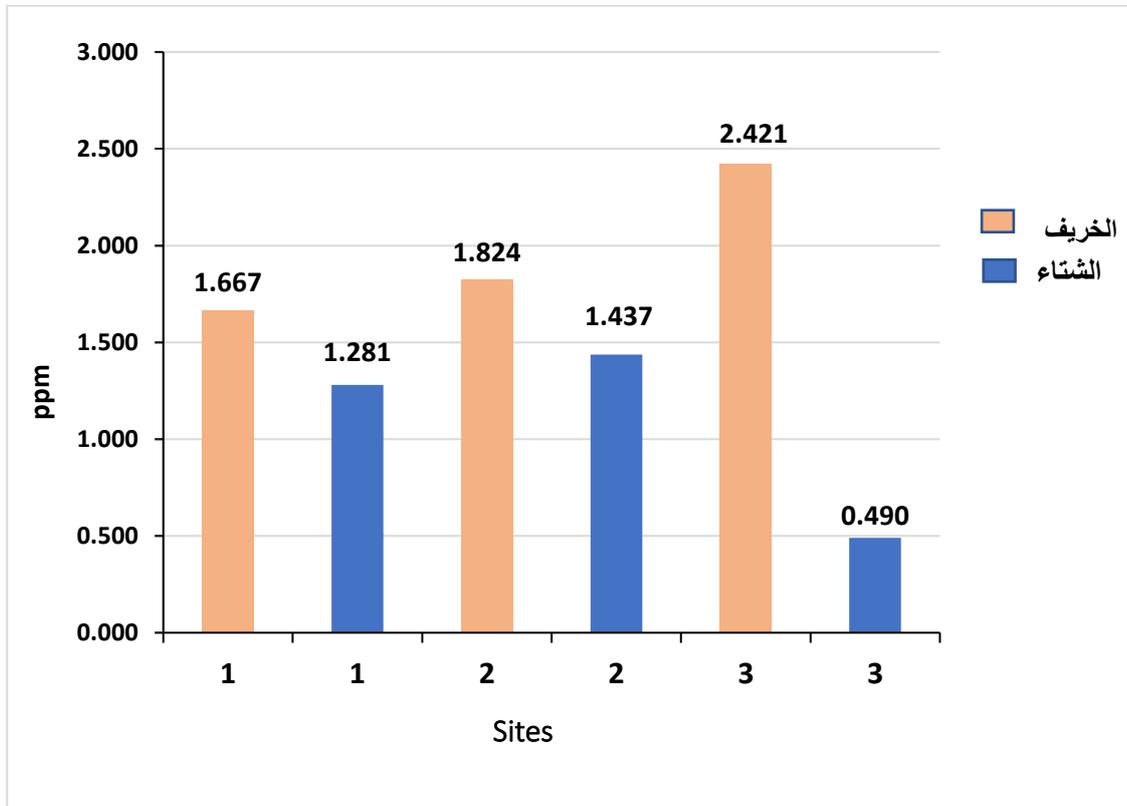
شكل (3) التغييرات الفصلية والموقعية لتراكيز عنصر الرصاص في الماء

3.2.3 نيكيل (Nickel)

التغييرات الفصلية والموقعية لتراكيز عنصر النيكل في عينات المياه موضحة في الشكل (4) حيث سجلت أعلى القيم (ppm) 1.667 و 1.824 و 2.421 في الموقع الأول والثاني والثالث على التوالي خلال الخريف، بينما القيم الدنيا (ppm) 0.490 و 1.281 و 1.437 في الموقع الثالث والأول والثاني على التوالي خلال الشتاء وتعد مياه الصرف الصحي والفضلات المنزلية والزراعية التي تدخل النهر إحدى طرق انتقال النيكل إلى الماء وزيادة تركيزه خلال الخريف (Soleimani *et al.*, 2023).

(Asim and Nageswara Rao,2021), اما في الشتاء فيقل التلوث بسبب هطول الامطار مما يؤدي الى تقليل تركيز النيكل بسبب عامل التخفيف (Fatemeh *et al.*,2012). كما أن لنوعية المياه وخصائصه الفيزيائية والكيميائية دوراً مهماً في تغيير تركيز عنصر النيكل بين الطور الذائب والعالق إذ ان الانخفاض والارتفاع في درجات الحرارة وما تسببه من تبخير للمياه وزيادة نسبة الملوحة وقلة العمق وتغير قيم اللزوجة والتوصيلية وغيرها كلها عوامل تؤثر في تراكيز النيكل في الماء (Gbaruko and Friday,2007). ولم يتجاوز النيكل الحدود المسموح بها والمحددة من قبل (IQS 2001) لمياه الشرب (20ppm) المبينة في الجدول (5).

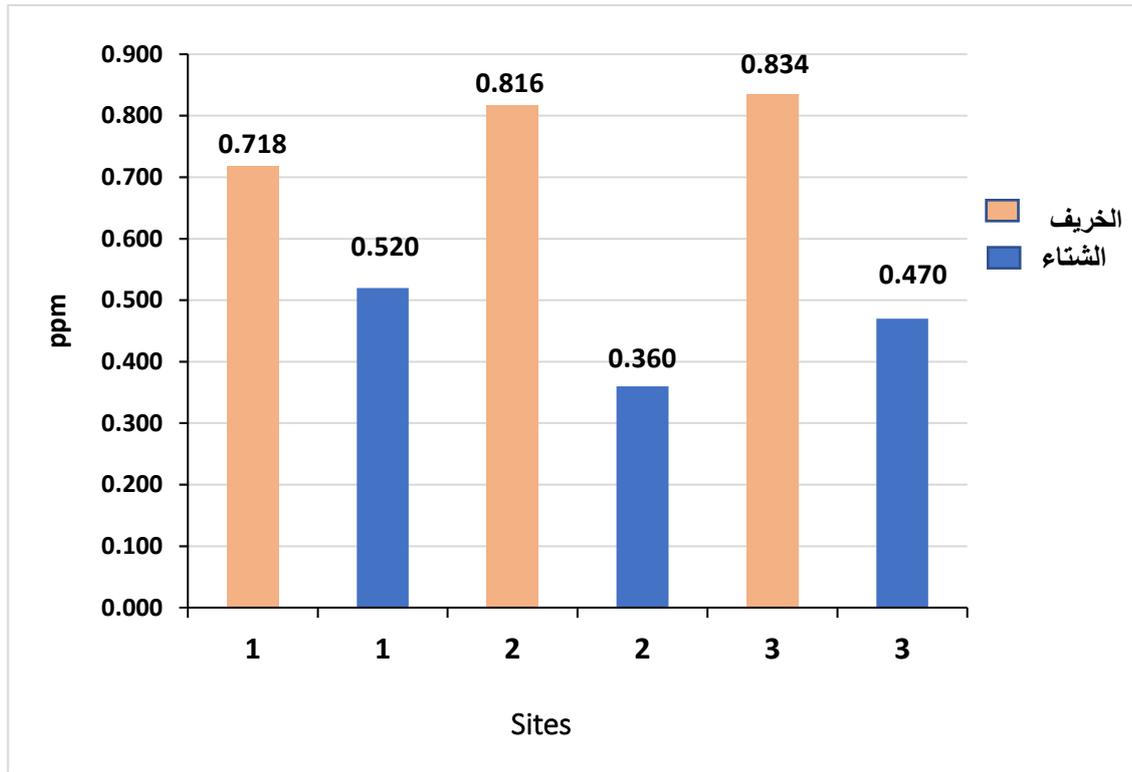
يبين الملحق (5-a,b) عدم وجود فروقات معنوية بين المواقع والفصول تحت مستوى احتمال (0.05).



الشكل (4) التغييرات الفصلية والموقعية لتراكيز عنصر النيكل في الماء

3.2.4 النحاس Copper

سجلت تراكيز عنصر النحاس المبينة في الشكل (5) قيماً مرتفعة خلال الخريف (ppm) 0.718 و 0.816 و 0.834 في الموقع الأول والثاني والثالث على التوالي، اما في الشتاء فكانت القيم أقل (ppm) 0.360 و 0.470 و 0.520 في الموقع الثاني والثالث والاول على التوالي، وان ارتفاع تركيز النحاس يمكن أن يكون مرتبطاً باستعمال الأسمدة والمبيدات الحشرية في شبكة الري اثناء الزراعة مثل كبريتات النحاس لمكافحة الآفات الضارة (Merian *et al.*, 2004; Abdel-Sattar and Hammad, 2022). وهناك دراسات عديدة اشارت الى دور الطحالب وكثافتها ونوع العنصر الثقيل وطبيعة العلاقة بينه وبين هذه الطحالب وطريقة سحبه من الماء أو إمدصاصه منها (Althweni *et al.*, 2016)الذين أشاروا إلى أن شدة السمية وسحب العناصر الثقيلة من المياه الملوثة وزيادة التراكم تعتمد على زيادة عدد الخلايا الطحلبية ونوعية العنصر الثقيل المستهدف بالإزالة من خلال تجاربه على طحلب *Senedesmus Obliquus* الذي استعمله في إزالة عنصر النحاس والحديد والكروم والكاميوم، ولم يتجاوز عنصر النحاس الحدود المسموح بها في المياه حسب (2010) WHO (2000ppm) كما موضح في الجدول (5). الملحق (5-a,b) يبين عدم وجود فروقات معنوية بين المواقع المدروسة بينما هناك فروقات معنوية بين الفصول تحت مستوى احتمال ($P < 0.05$).

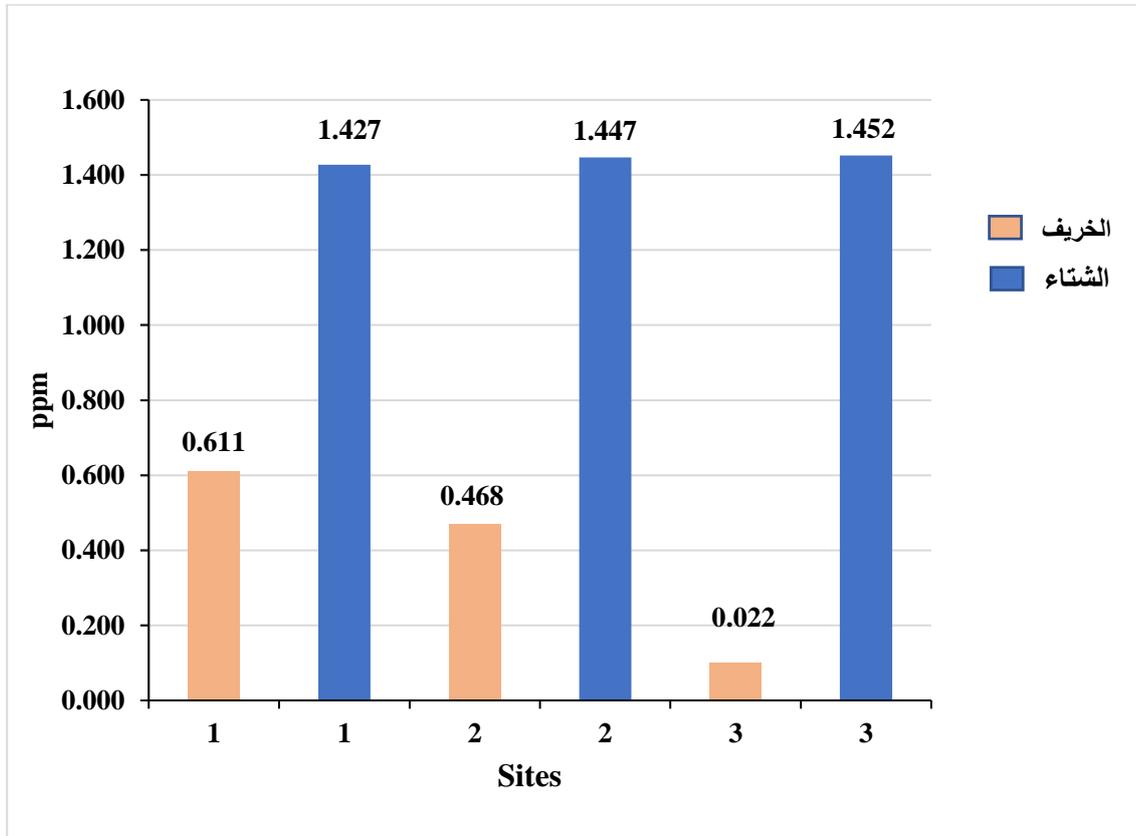


الشكل (5) التغييرات الفصلية والموقعية لتراكيز عنصر النحاس في الماء

3.2.5 الكوبلت Cobalt

يبين الشكل (6) التغييرات الفصلية والموقعية لتركيز عنصر الكوبلت في عينات المياه حيث سجلت أعلى قيمة في الشتاء (ppm) 1.427 و 1.447 و 1.452 في الموقع الأول والثاني والثالث على التوالي، أما في الخريف فكانت القيم قليلة (ppm) 0.022 و 0.468 و 0.611 في الموقع الثاني والثالث والأول على التوالي، أن قابلية ذوبان المعادن في المياه تتأثر بدرجة حموضة الماء وكذلك عملية الأكسدة والاختزال ويتم إذابة العديد من المعادن عند درجة حموضة منخفضة لذلك تتغير قابلية ذوبان المعادن مع أي تغيير في الرقم الهيدروجيني وكان الأس الهيدروجيني في فصل الخريف منخفض كما موضح في الجدول (4) ربما يعزى انخفاض تركيز الكوبلت في الخريف إلى هذا السبب (Odum, 2016). وسجل تركيز عنصر الكوبلت ارتفاعاً خلال الشتاء بسبب كون هذه العنصر أكثر جاهزية للتحرر من الرواسب في الماء خلال هذا الموسم لأن الرواسب لها دور مهم

في إعادة الملوثات الى النظم المائية (حسن, 2007). ولم يتجاوز عنصر الكوبلت الحدود المسموح بها والمحددة من قبل IQS (2001) لمياه الشرب (50ppm) المبينة في الجدول (5). أظهرت نتائج التحليل الاحصائي الموضحة في الملحق (5-a,b) عدم وجود فروقات معنوية بين المواقع بينما هناك فروقات معنوية بين الفصول تحت مستوى احتمال ($P < 0.05$).



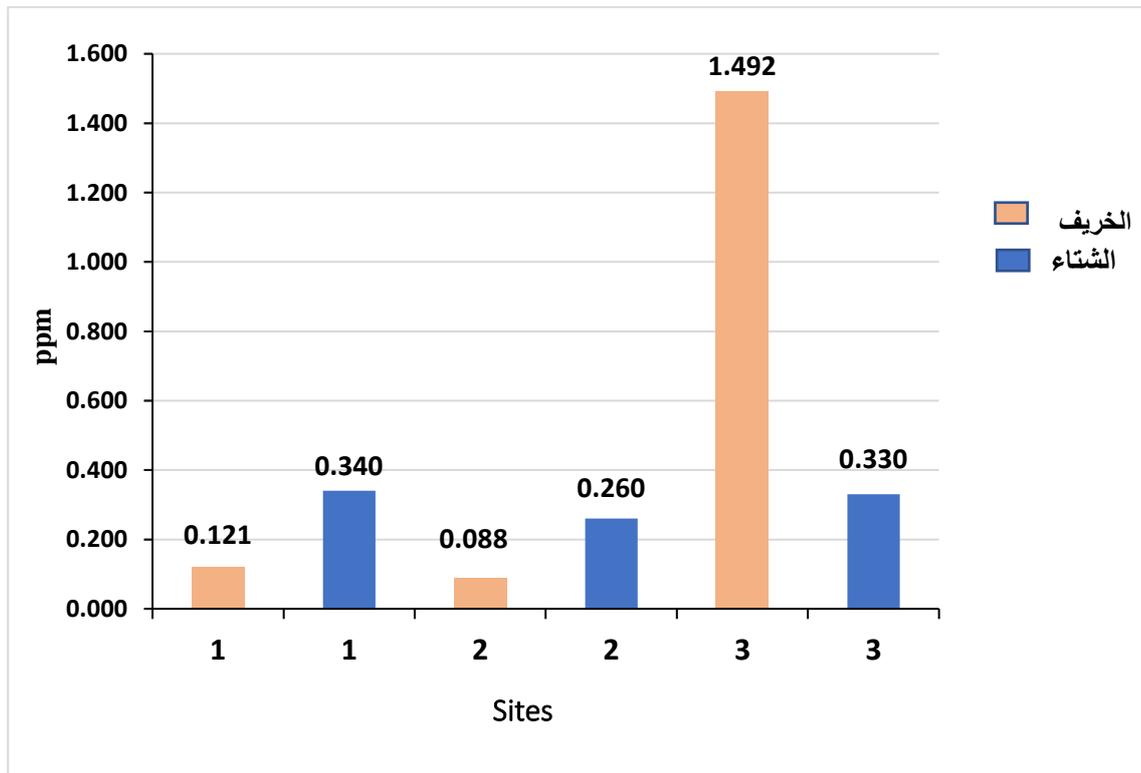
الشكل (6) التغيرات الفصلية والموقعية لتراكيز عنصر الكوبلت في الماء

3.2.6 الزنك Zinc

الشكل (7) يبين التغيرات الفصلية والموقعية لتراكيز عنصر الزنك في عينات المياه حيث سجلت اعلى القيم (ppm) 0.088 و 0.121 و 1.492 في المواقع الثاني والأول والثالث على التوالي خلال الخريف بينما في الشتاء تروحت القيم بين (ppm) 0.340 و 0.330 و 0.260 في الموقع الأولى والثاني والثالث على التوالي, قد يكون سبب ارتفاع تركيز الزنك الى زيادة تصريف مياه الصرف

الصحي والفضلات المنزلية والزراعية على طول النهر أما الاختلافات الموقعية ربما بسبب الأنشطة البشرية القريبة من مكان جمع العينات (WHO, 2006). في حين قد يعزى انخفاض تراكيز الزنك الى عامل التخفيف بسبب هطول الأمطار (Fosua et al.,2023). ولم يتجاوز عنصر الزنك الحدود المسموح بها والمحددة من قبل (IQS (2001) لمياه الشرب (3000ppm) المبينة في الجدول (5).

بينت نتائج التحليل الاحصائي الموضحة في الملحق (5-a,b) عدم وجود فروقات معنوية بين المواقع والفصول ماعدا الموقع الثالث خلال الخريف توجد فروق معنوية تحت مستوى احتمال (P<0.05).

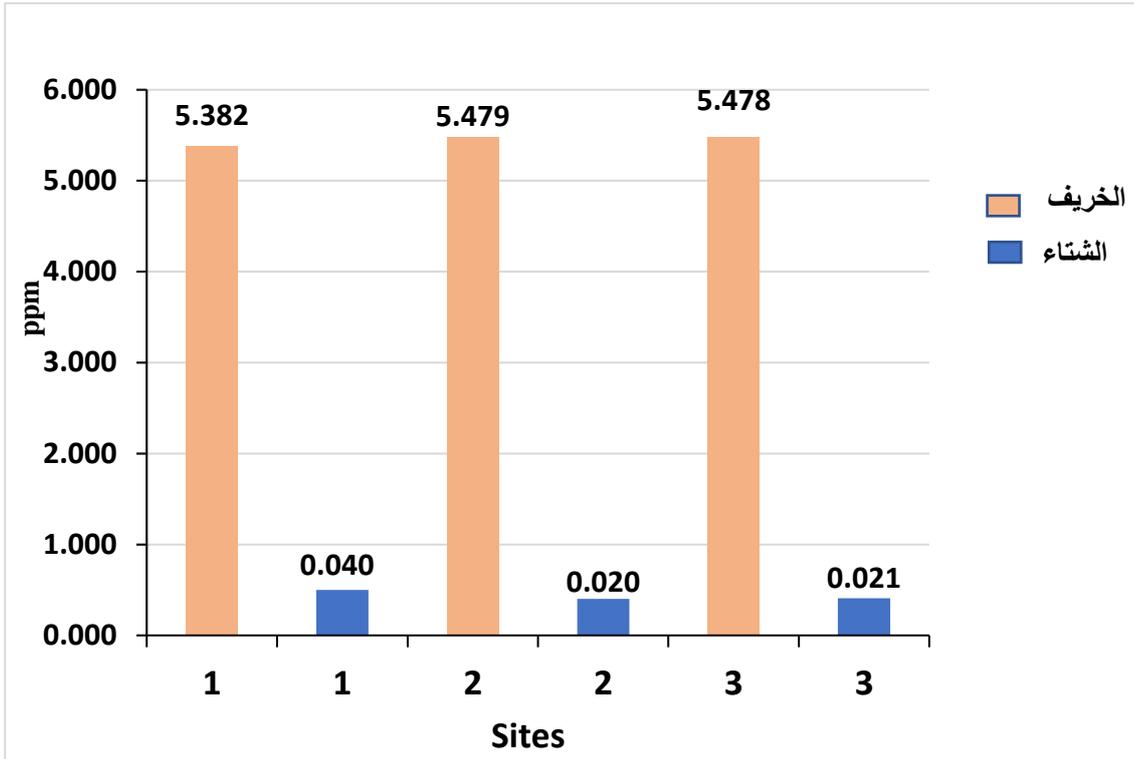


الشكل (7) التغييرات الفصلية والموقعية لتراكيز عنصر الزنك في الماء

3.2.7 الكروم Chromium

التغيرات الفصلية والموقعية لتركيز عنصر الكروم في عينات المياه موضحة في الشكل (8) حيث سجلت القيم العليا خلال الخريف (ppm) 5.382 و 5.478 و 5.479 في الموقع الاول والثالث والثاني على التوالي, بينما في الشتاء قليلة جداً تكاد تكون غير محسوسة (ppm) 0.020 و 0.021 و 0.040 في الموقع الأول والثالث والثاني على التوالي, وقد يعزى ارتفاع تركيز الكروم في فصل الخريف ربما الى تصريف مياه الصرف المنزلي الى مجرى النهر وهذا ما أشار اليه (Shah *et al.*, 2005) تنتشر المعادن الثقيلة في المياه ويحدث لها إدمصاص على سطوح المواد العالقة والرواسب القاعية مما يتسبب في تقليل تركيزها حيث تتأثر بالخصائص الفيزيائية والكيميائية والكتلة الحيوية داخل الجسم المائي مما يغير من تركيز هذه المعادن ودورانها وانتقالها بين طبقات الماء ربما هذا يفسر سبب قلة تركيز الكروم في فصل الشتاء (Griscom *et al.*, 2000; Hoang *et al.*, 2022) ولم يتجاوز الكروم الحدود المسموح بها والمحددة من قبل (IQS 2001) لمياه الشرب (50ppm) الموضحة في الجدول (5).

أوضحت نتائج التحليل الاحصائي المبينة في الملحق (5-a,b) عدم وجود فروقات معنوية بين المواقع بينما هناك فروقات معنوية بين الفصول تحت مستوى احتمال ($P < 0.05$).

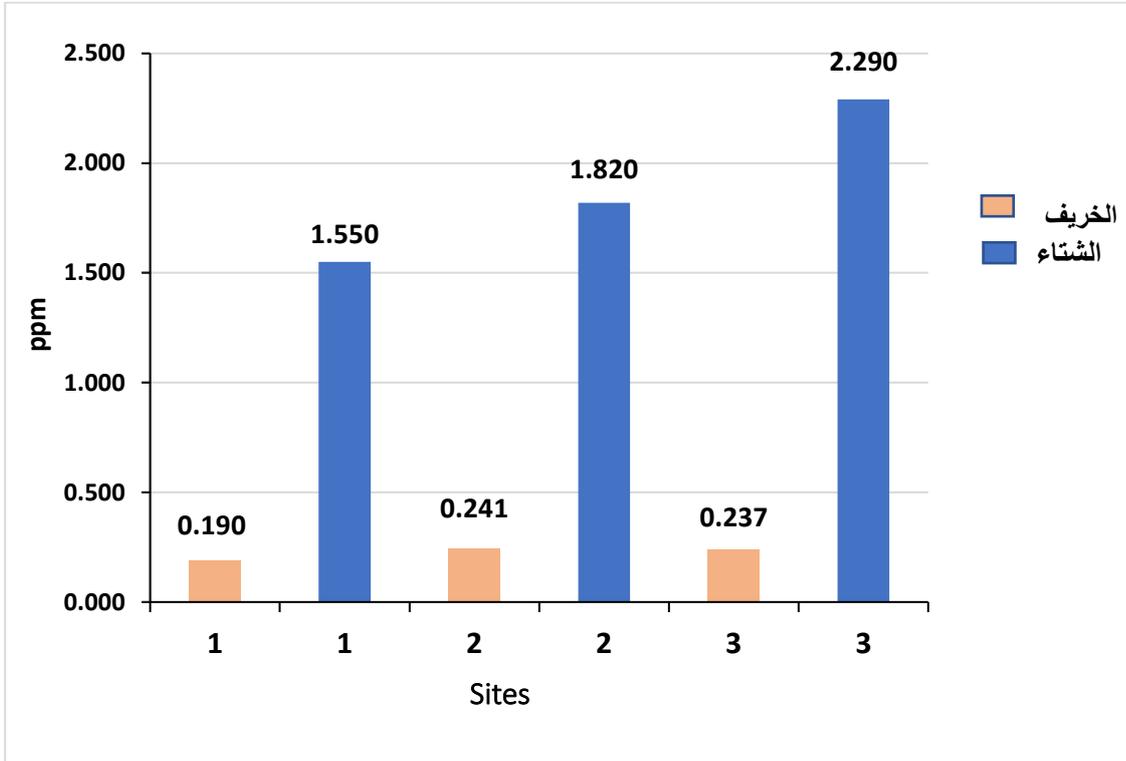


الشكل (8) التغييرات الفصلية والموقعية لتراكيز عنصر الكروم في الماء

3.2.8 الحديد Iron

التغييرات الفصلية والموقعية لتركيز عنصر الحديد في عينات المياه الموضحة في الشكل (9) يبين أن القيم سجلت خلال الشتاء (ppm) 1.550 و 1.820 و 2.290 في الموقع الأول والثاني والثالث على التوالي، بينما القيم الدنيا سجلت خلال الصيف (ppm) 0.190 و 0.237 و 0.241 في الموقع الأول والثالث والثاني على التوالي، وهذا له علاقة مباشرة بكمية الأمطار الساقطة خلال فصل الشتاء التي تسبب تآكل التربة وانجرافها الى الأنهار والمسطحات المائية مما يسبب ارتفاع تركيزه (Fatemeh *et al.*, 2012). أما الانخفاض فربما يعزى الى إدمصاص هذا العنصر او بسبب التصاقه بالسطح المتأين لجزيئات الطين او ترسيبه على هيئة أكاسيد معدنية (Sheldon *et al.*, 2003; Premarathna *et al.*, 2019) ولم يتجاوز الحديد الحدود المسموح بها والمحددة من قبل (2001) IQS لمياه الشرب (300ppm) المبينة في الجدول (5). يوضح الملحق (5-a,b)

عدم وجود فروقات معنوية بين المواقع بينما هناك فروقات معنوية بين الفصول تحت مستوى احتمال $(P < 0.05)$.



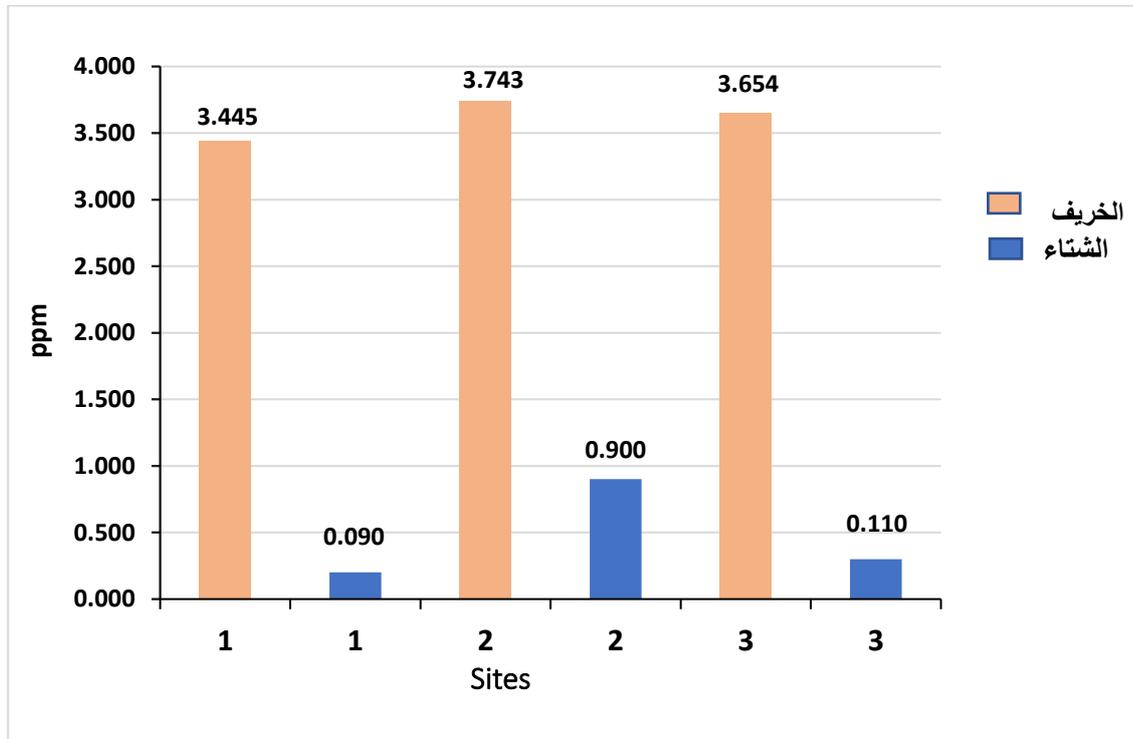
الشكل (9) التغييرات الفصلية والموقعية لتراكيز عنصر الحديد في الماء

3.2.9 المنغنيز Manganese

يوضح الشكل (11) التغييرات الفصلية والموقعية في عينات المياه لتراكيز عنصر المنغنيز حيث سجلت أعلى القيم خلال الخريف (ppm) 3.445 و 3.654 و 3.743 في الموقع الأول والثالث والثاني على التوالي، بينما أدنى القيم خلال الشتاء (ppm) 0.090 و 0.110 و 0.900 في الموقع الأول والثالث والثاني على التوالي، ربما يعزى سبب ارتفاع عنصر المنغنيز خلال الخريف إلى التبخر وزيادة المواد العضوية بعد موت الكثير من الكائنات الحية وانخفاض الإنتاجية فضلاً عن نقص الأوكسجين مما يؤدي إلى عرقلة امتصاصه (Park *et al.*, 2008; Kibret *et al.*, 2023) وأن وجود التباين في تركيز عنصر المنغنيز خلال فصلي الدراسة في المواقع الثلاثة قد يعزى إلى

التغيرات في خصائص الماء ومحتوياته من المركبات العضوية وغير العضوية والملوثات بسبب عامل التخفيف للمياه خلال الشتاء والفعاليات الحيوية والاختلافات في مدة الإضاءة ونشاط الاحياء المجهرية والطحالب والنباتات المائية والقشريات والمحاريات والرخويات وغيرها من الاحياء التي تسحب كميات مختلفة من العنصر لتنشيط الفعاليات الايضية والانزيمية أو لبناء القشرة الخارجية والاعلفة الجسمية حسب نوع الكائن المائي مما يؤدي الى تقليل تركيزه (السعدي, 2013). ولم يتجاوز عنصر المنغنيز الحدود المسموح بها (500ppm) حسب منظمة الصحة العالمية (WHO 2010) كما موضح في الجدول (5).

أظهرت نتائج التحليل الاحصائي المبينة في الملحق (5-a,b) عدم وجود فروقات معنوية بين المواقع بينما هناك فروقات معنوية بين الفصول تحت مستوى احتمال ($P < 0.05$).



الشكل (11) التغيرات الفصلية والموقعية لتراكيز عنصر المنغنيز في الماء

جدول (5) قيم تراكيز المعادن الثقيلة المسموح بها في مياه الشرب

اسم العنصر	WHO (2010) ppm	IQS (2001) ppm
Cd	---	5
Co	---	50
Cu	2000	---
Cr	---	50
Zn	---	3000
Fe	---	300
Ni	---	20
Mg	50	---
Mn	500	---
Pb	---	10

3.3 تراكيز المعادن الثقيلة في أنسجة الطيور

bird tissues

3.3.1 الكاديوم Cadmium

الجدول (6) يوضح تراكيز عنصر الكاديوم في أنسجة الأنواع المدروسة ففي *Anas platyrhynchos* سجلت أعلى القيم في أنسجة الكبد خلال الخريف (ppm) 7.579 و 8.139 في الذكور والاناث على التوالي، بينما أدناها كانت خلال الشتاء (ppm) 1.003 و 1.567 في الاناث والذكور على التوالي، وفي العضلات سجلت أعلى القيم خلال الخريف (ppm) 8.008 و 8.073 في الذكور والاناث على التوالي اما القيم الدنيا خلال الشتاء تراوحت بين (ppm) 1.270 و 1.661 في الاناث والذكور على التوالي. بينما في النوع *A. crecca* فسجلت أعلى القيم في أنسجة الكبد

خلال الخريف (ppm) 7.782 و 8.174 في الاناث والذكور على التوالي، بينما ادناها في الشتاء (ppm) 0.73 و 1.44 في الذكور والاناث على التوالي، بينما في العضلات فسجلت أعلى القيم خلال الخريف (ppm) 7.869 و 7.905 على التوالي وفي الشتاء كانت القيم اقل ومتقاربة (ppm) 1.671 و 1.939 في الاناث والذكور على التوالي. اما في النوع *A. acuta* سجلت اعلى القيم في أنسجة الكبد خلال الخريف (ppm) 7.917 و 8.073، بينما القيم الدنيا في الشتاء (ppm) 1.221 و 2.276 في الذكور والاناث على التوالي، اما العضلات سجلت اعلى القيم خلال الخريف (ppm) 8.267 و 9.187 في الاناث والذكور على التوالي، بينما ادناها في الشتاء (ppm) 2.074 و 2.321 في الذكور والاناث على التوالي.

يعزى التغيرات في تراكيز عنصر الكاديوم بين الأنواع المختلفة الى اختلاف العادات الغذائية بين أنواع الطيور اعتماداً على استراتيجيات البحث عن الطعام وهو أحد المسارات الرئيسية لدخول المعادن الثقيلة الى جسم الطيور فضلاً عن الماء والاستهلاك المباشر للتربة الملوثة بالكاديوم وهي سبب رئيسي لزيادة التلوث في أجسامها حتى لو كانت مستويات الملوثات في النباتات أو فرائسها قليلة (Beyer *et al.*, 1998; Douterelo *et al.*, 2004). أحياناً تتغذى على الأراضي الزراعية الملوثة بالأمدة الكيماوية والمبيدات مما يؤدي إلى زيادة تعرض الطيور للمعادن الثقيلة (Degrnes, 2008; Alloway, 2012). وان تراكم الملوثات في الأعضاء الداخلية لأجسام الطيور تتأثر بشكل كبير بمستوى التلوث في الطعام والماء وبما أن الكبد له دور في إزالة السموم لهذا فهو يعكس التراكم الأحيائي طويل الامد (Burger and Gochfeld, 2016). بينما العضلات هي مواقع الترسيب والتراكم وليست مواقع لأزالة السموم (Sun *et al.*, 2019). يتم امتصاص المعادن في الجسم ومن ثم تدخل الدورة الدموية ويتفاعل بعضها مع الدهون والبعض الآخر يذوب وينتقل الى خلايا أخرى وتتأثر المعادن الموجودة بالأنسجة المختلفة بطبيعة التغذية والوزن والحجم والجنس

والتفاعل مع العناصر الغذائية أو المغذيات الدقيقة (Burger *et al.*, 2003; Peakall and Burger, 2003) وتزيد هجرة الطيور من تراكم المعادن الثقيلة مثل الكاديوم حيث تلتهق الملوثات اثناء رحلتها (Durkalec *et al.*, 2022). ويحدث تنافس المعادن الثقيلة عند تعرض الكائن الحي إلى أكثر من ملوث والعنصر الذي يكون تكافؤه أعلى من الآخر يكون اشد في التنافس على الارتباط (حسن, 2005). أما انخفاض تراكيز الكاديوم ربما يعزى الى عملية إزالة السموم في الطيور من خلال عملية الايض الغذائي (لازم, 2019; الحياي, 2001). الكاديوم عنصر شديد السمية حتى في التراكيز القليلة حيث يؤدي الى الاصابة بالسرطان وكذلك الطفرات الوراثية في جينات الكائنات الحية (Khushwaha, 2016). وتجاوزت تراكيز الكاديوم القيمة المسموح بها والمحددة من قبل (2007) FAO (0.2ppm) المبينة في الجدول (6).

أظهرت نتائج التحليل الاحصائي المبينة في الملحق (6-a,b,c,d) ان النوع *A. acuta* أظهر اختلافا معنويا مع النوعين الآخرين وسجلت فروقات معنوية بين الفصول والأنسجة بينما لم تظهر فروقات معنوية بين الذكور والاناث تحت مستوى احتمال (0.05).

جدول (6) التغيرات الفصلية والحدود المسموح بها لعنصر الكاديوم في أنسجة الطيور

الجنس	نوع النسيج	الخريف (ppm)	الشتاء (ppm)
ذكر	كبد	7.579	1.567
	عضلات	8.008	1.661
انثى	كبد	8.139	1.003
	عضلات	8.073	1.27
ذكر	كبد	8.174	0.73
	عضلات	7.869	1.671
انثى	كبد	7.782	1.44
	عضلات	7.905	1.939
ذكر	كبد	7.917	1.221
	عضلات	9.187	2.074
انثى	كبد	8.073	2.276
	عضلات	8.267	2.321
		0.2	
		FAO, (2007)	

3.3.2 الرصاص Lead

يبين الجدول (7) تراكيز الرصاص في الأنواع المدروسة ففي *A. platyrhynchos* سجلت أعلى القيم في أنسجة الكبد خلال الخريف (ppm) 0.113 و 0.922، بينما أدناها خلال الشتاء (ppm) 0.076 و 0.077 في الإناث والذكور على التوالي، بينما في العضلات تراوحت القيم خلال الشتاء بين (ppm) 0.075 و 0.230 في عضلات الذكور والإناث على التوالي، أما في الخريف تراوحت بين (ppm) 0.199 و 0.20 في عضلات الإناث والذكور على التوالي.

بينما في النوع *A. crecca* سجلت أعلى القيم في أنسجة الكبد خلال الخريف (ppm) 0.095 و 0.195 في الذكور والاناث على التوالي، وفي الشتاء تراوحت القيم بين (ppm) 0.077 و 0.150 في الاناث والذكور على التوالي، وفي العضلات سجلت أعلى القيم خلال الخريف (ppm) 0.075 و 0.202، بينما القيم الدنيا كانت خلال الشتاء وتراوحت بين (ppm) 0.075 و 0.076 في الاناث والذكور على التوالي على التوالي.

في النوع *A. acuta* كانت القيم متقاربة وقليلة جداً سجلت اعلاها في أنسجة الكبد خلال الخريف (ppm) 0.002 و 0.350 في الاناث والذكور على التوالي، بينما في الشتاء تراوحت بين (ppm) 0.077 و 0.15 في الذكور والاناث على التوالي، وفي العضلات تراوحت بين (ppm) 0.035 و 0.185 خلال الخريف في الذكور والاناث على التوالي، وتراوحت بين (ppm) 0.140 و 0.160 خلال الشتاء في الاناث والذكور على التوالي.

من المعروف أن الرصاص معدن سام والهيكلي العظمي هو المستودع الرئيسي لهذا العنصر (Starichenko *et al.*, 1993) وهذا ربما يفسر سبب قلة تركيزه في الكبد والعضلات لكلا الجنسين خلال فصلي الخريف والشتاء لان القيم كانت قليلة جداً ومتقاربة في الأنواع الثلاثة أي ربما يعزى الى ترسبه في الهيكل العظمي للطيور حيث عند مقارنة تراكيز الرصاص في العظام والكبد والريش تبين أن الرصاص يتراكم بشكل كبير في الهيكل العظمي مقارنة مع الانسجة الأخرى للطيور (Burger *et al.*, 1992; Rutkowska *et al.*, 2019) ويعد الابتلاع العرضي للتربة الملوثة بالرصاص والابتلاع المتعمد للحبيبات الصلبة من المصادر المهمة لانتقال الرصاص الى الطيور حيث تحتاجها لأنها تتغذى على المواد النباتية الصلبة لكي يساعد في طحن جزيئات الطعام الأكبر حجماً لجعلها قابلة للهضم (Best and Stafford, 2002; Hussain and Kecili, 2019) الرصاص عنصر سام حتى بالتراكيز القليلة و يتسبب في الضعف الجنسي وتقليل أوزان الطيور

(Kler *et al.*,2014) ولم يتجاوز الرصاص القيمة المسموح بها والمحددة من قبل (FAO (2007) (5ppm) في الجدول (7).

نتائج التحليل الاحصائي المبينة في الملحق (7-a,b,c,d) للرصاص تبين عدم وجود فروقات معنوية بين الأنواع والاجناس والانسجة والفصول تحت مستوى احتمال ($P < 0.5$)

جدول (7) التغيرات الفصلية والحدود المسموح بها لعنصر الرصاص في أنسجة الطيور

الجنس	نوع النسيج	الخريف (ppm)	الشتاء (ppm)
ذكر	كبد	0.922	0.077
	عضلات	0.2	0.075
انثى	كبد	0.113	0.076
	عضلات	0.199	0.23
ذكر	كبد	0.095	0.15
	عضلات	0.202	0.076
انثى	كبد	0.195	0.077
	عضلات	0.075	0.075
ذكر	كبد	0.35	0.077
	عضلات	0.035	0.16
انثى	كبد	0.002	0.15
	عضلات	0.185	0.14
FAO, (2007)		5	

3.3.3 نيكلة النيكل

تراوحت تراكيز عنصر النيكل في أنسجة النوع *A. platyrhynchos* المبينة في الجدول (8) بين (ppm) 0.711 و 1.127 خلال الشتاء، وبين (ppm) 0.316 و 0.055 خلال الخريف في كبد

الاناث والذكور على التوالي، بينما في العضلات تراوحت القيم بين (ppm) 0.717 و 0.986 خلال الخريف، وبين (ppm) 0.013 و 0.162 خلال الشتاء في الاناث والذكور على التوالي. بينما في النوع *A. crecca* تراوحت القيم بين (ppm) 0.446 و 1.506 خلال الشتاء تراوحت بين (ppm) 0.294 و 0.892 في كبد الاناث والذكور على التوالي، بينما العضلات فتراوحت القيم بين (ppm) 0.537 و 1.609 خلال الخريف، أما في الشتاء فتراوحت القيم بين (ppm) 0.953 و 1.51 في الذكور والاناث على التوالي.

بينما في النوع *A. acuta* تراوحت تراكيز عنصر النيكل في العضلات بين (ppm) 1.731 و 1.919 خلال الخريف، وبين (ppm) 0.541 و 1.676 خلال الشتاء في الذكور والاناث على التوالي، بينما في أنسجة الكبد تراوحت بين (ppm) 1.737 و 1.770 خلال الخريف، وبين (ppm) 0.75 و 0.557 خلال الشتاء في كبد الاناث والذكور على التوالي.

تعزى هذه الاختلافات في تراكيز النيكل في أنسجة الطيور الى مقدار ما يتم تناوله من عنصر النيكل في الماء والغذاء الملوثين وكذلك الى مقدار فترة التعرض وطريقة التعرض (CET, 1993; Suljević et al.,2023) ولقد بين (Dauwe et al. (2004 أن تراكيز عنصر النيكل في الطيور تكون اقل في الانسجة الرخوة كالكبد والعضلات ويزداد تركيزه في العظام كما ان عامل العمر مهم جداً حيث وجد ان عنصر النيكل يتراكم أكثر في انسجة الطيور البالغة مقارنة مع الصغار, وقد ذكر Al-Salman وآخرون (2013) أن عنصر النيكل يوجد بعدة اشكال في البيئة المائية (الذائب والعالق) ومن ثم سوف يتمكن من الانتقال بين طبقات المياه ليصل الى المستويات المختلفة في السلاسل الغذائية ومن ضمنها الطيور ليتراكم في انسجتها مما يشكل خطراً على المستهلكات الأخرى بما فيها الانسان، النيكل عنصر سام ويؤدي التعرض للتراكيز العالية الى تلف الحمض النووي والقيء والربو وتشوهات الاجنة (Pannu and Kler,2018) وقد بينت نتائج هذه الدراسة ارتفاع تراكيز

عنصر النيكل في أنسجة الطيور المدروسة والمحددة من قبل (FAO,2007) (0.2ppm) المبينة في الجدول (8).

نتائج التحليل الاحصائي المبينة في الملحق (8-a,b,c,d) أظهرت وجود فروقات معنوية بين الأنواع الثلاثة من الطيور وكذلك بين الفصول في حين لم يلاحظ وجود فروقات معنوية بين الذكور والاناث وبين أنسجة الكبد والعضلات لقيم النيكل تحت مستوى احتمال (0.05).

جدول (8) التغيرات الفصلية والحدود المسموح بها لعنصر النيكل في أنسجة الطيور

الجنس	نوع النسيج	الخريف (ppm)	الشتاء (ppm)
ذكر	كبد	0.316	1.127
	عضلات	0.986	0.162
انثى	كبد	0.055	0.711
	عضلات	0.717	0.013
ذكر	كبد	0.446	0.294
	عضلات	0.537	1.51
انثى	كبد	1.506	0.892
	عضلات	1.609	0.953
ذكر	كبد	1.77	0.75
	عضلات	1.731	0.541
انثى	كبد	1.737	0.557
	عضلات	1.919	1.676
		0.2	FAO, (2007)

3.3.4 النحاس Copper

أظهرت نتائج الدراسة الحالية ان تراكيز عنصر النحاس المبينة في الجدول (9) في أنسجة الكبد للنوع *A. platyrhynchos* تراوحت بين (ppm) 3.900 و 4.620 خلال الشتاء في الاناث والذكور على التوالي، وبين (ppm) 0.635 و 0.840 خلال الخريف في الذكور والاناث على التوالي، بينما في أنسجة العضلات تراوحت بين (ppm) 1.060 و 1.580 خلال الشتاء وبين (ppm) 0.788 و 0.966 خلال الخريف في الاناث والذكور على التوالي.

في النوع *A. crecca* سجلت القيم العليا في أنسجة الكبد خلال فصل الشتاء التي تراوحت بين (ppm) 2.120 و 4.400 في الذكور والاناث على التوالي، بينما القيم الدنيا سجلت خلال الخريف وقد تراوحت بين (ppm) 0.986 و 1.366 في الاناث والذكور على التوالي، وفي العضلات تراوحت بين (ppm) 1.10 و 1.15 خلال الشتاء في الاناث والذكور على التوالي، وبين (ppm) 1.017 و 0.643 في الذكور والاناث على التوالي. وفي النوع *A. acuta* تراوحت تراكيز عنصر النحاس في أنسجة الكبد خلال الشتاء بين (ppm) 1.67 و 2.030 وفي الخريف بين (ppm) 0.807 و 1.816 في الذكور والاناث على التوالي، وفي العضلات تراوحت بين (ppm) 1.166 و 1.292 خلال الخريف، وبين (ppm) 1.14 و 1.27 خلال الشتاء في الاناث والذكور على التوالي.

عندما يطرح النحاس الى البيئة المائية لا يبقى بشكل ذائب وانما يميل إلى الارتباط أو التراكم في النباتات المائية والرواسب والكائنات الحية الأخرى مثل الطيور (Edward *et al.*, 2013) وأن تجمع المعادن الثقيلة مثل النحاس في الكبد أعلى من العضلات وذلك لقابليته العالية على التراكم في نسيج الكبد الذي ينسب لموقعه المميز داخل نظام الدورة الدموية حيث يمكنه من استقبال معظم المعادن الممتصة والمنقلة عن طريق الدم فضلاً عن دوره في تصنيع بروتينات Metalothionine والمهمة في ربط المعادن معها تمهيداً لنقلها إلى أماكن طرحها خارج الجسم (Hamza- Chaffai *et al.*,

ويعزى اختلاف القيم خلال فصلي الدراسة الى أن الرواسب القاعية تعيد نشر التلوث إلى بقية طبقات الجسم المائي بسبب التغيرات التي تحصل داخل الماء نتيجة الاختلاف في التوزيع الحراري الذي يحصل نتيجة اختلاف الفصول أو بسبب حركة ونشاط الحيوانات المائية أو بفعل قوة التيارات المائية وبالتالي تتعرض الطيور الى مستويات مختلفة من النحاس خلال فصلي الخريف والشتاء (لازم, 2019; Fukue *et al.*, 2006).

النحاس عنصر مهم في العديد من العمليات الفسيولوجية لكن التعرض للتركيز العالية تلحق الأضرار بالغد الصماء والجهاز الهضمي والتنفسي والتناسلي فضلاً عن التسبب بالسرطان (Abdullah *et al.*, 2015) وتجاوز النحاس الحدود المسموح بها والمحددة من قبل (FAO, 2007) (0.2ppm) المبينة في الجدول (9).

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي لعنصر النحاس عدم وجود فروقات معنوية بين الأنواع والأجناس بينما هناك فروقات معنوية بين الأنسجة والفصول تحت مستوى احتمال (0.05) كما في الملحق (9-a,b,d,c).

جدول (9) التغيرات الفصلية والحدود المسموح بها لعنصر النحاس في أنسجة الطيور

الجنس	نوع النسيج	الخريف (ppm)	الشتاء (ppm)
ذكر	كبد	0.635	4.62
	عضلات	0.966	1.58
انثى	كبد	0.84	3.9
	عضلات	0.788	1.06
ذكر	كبد	1.366	2.12
	عضلات	0.643	1.15
انثى	كبد	0.986	4.4
	عضلات	1.017	1.1
ذكر	كبد	0.807	1.67
	عضلات	1.292	1.27
انثى	كبد	1.816	2.03
	عضلات	1.166	1.14
		0.2	
		FAO, (2007)	

3.3.5 الكوبلت Cobalt

الجدول (10) يوضح تراكيز عنصر الكوبلت في أنسجة النوع *A. platyrhynchos* سجلت أعلى القيم خلال الشتاء (ppm) 1.518 و 1.611 في عضلات الذكور والاناث على التوالي، بينما أدنى القيم سجلت في الخريف اذ تراوحت بين (ppm) 0.105 و 0.173 في الاناث والذكور على التوالي، أما في الكبد تراوحت القيم بين (ppm) 1.482 و 1.506 خلال الشتاء في الذكور والاناث على التوالي، وبين (ppm) 0.436 و 0.717 خلال الخريف في الاناث والذكور على التوالي.

بينما النوع *A. crecca* سجل أعلى القيم في العضلات (ppm) 1.401 و 1.422 خلال الشتاء، وبين (ppm) 0.05 و 0.347 خلال الخريف في الذكور والاناث على التوالي، وفي الكبد تراوحت بين (ppm) 1.346 و 1.372 خلال الشتاء، وبين (ppm) 0.046 و 0.428 خلال الخريف في الذكور والاناث على التوالي. اما النوع *A. acuta* تراوحت تراكيز عنصر الكوبلت في العضلات بين (ppm) 1.386 و 1.465 خلال الشتاء وبين (ppm) 0.157 و 0.231 خلال الخريف في الذكور والاناث على التوالي، بينما في الكبد تراوحت بين (ppm) 1.309 و 1.457 خلال الشتاء في الذكور والاناث على التوالي، وبين (ppm) 0.473 و 0.487 خلال الخريف في الاناث والذكور على التوالي.

يؤثر نوع جنس الطيور على قابلية تراكم وتخليص الجسم من الكوبلت وعلى الرغم من أن معظم طرق الإخراج متشابهة لكل من الذكور والاناث لكن يمكن للاناث تخليص أجسامها من الملوثات في بيضها وأجنحتها وقد تؤدي هذه المسارات الإضافية التي تمتلكها الاناث الى تخليص أجسامها من الكوبلت إلى مستويات أقل (Burger,2007; Vizuite *et al.*,2019) حيث يفرز في قشرة البيض وهذا يقلل من عبأ التلوث على الاناث وحدث فروقات في تراكيز الكوبلت (Burger and Gochfeld,2004) وأظهرت نتائج هذه الدراسة ان مستوى الكوبلت في كلا الجنسين متقارب وذلك لأن معدل الامتصاص نفسه بسبب التشابه في النظام الغذائي بين الجنسين على الرغم من أن النظام الغذائي هو المصدر الأساسي للتعرض للملوثات ومع ذلك فإن معدل التراكم الحيوي خاص جداً بالأنواع (Burger and Gochfeld,2000; Squadrone *et al.*, 2016) بصورة عامة ان طبيعة تربة رواسب هور الحويزة عبارة عن مزيج من الغرين والرمل والطين تؤثر على امتزاز المعادن على سطح الرواسب إذ أن تركيزها يزداد مع صغر حجم حبيبات الرواسب بسبب المساحة السطحية الواسعة التي تسمح بامتزاز أكبر لعنصر الكوبلت على سطوحها مما يقلل من تركيزه

في الماء ومن ثم يقلل من فرصة تعرض الطيور له هذا ربما يفسر قلة تركيزه خلال الخريف (Bentivegna *et al.*, 2004) يعد الكوبلت عنصراً مهماً في العديد من الانزيمات والانزيمات المساعدة ويدخل في تركيب فيتامين B₁₂. إلا أن التراكيز العالية منه ضارة وتسبب اثار صحية عديدة مثل الالتهاب الرئوي والحساسية الشديدة (Leysens *et al.*, 2017) ولم يتجاوز الكوبلت الحدود المسموح بها والمحددة من قبل (FAO (2007) (2ppm) كما موضح في الجدول (10).

نتائج التحليل الاحصائي لتراكيز عنصر الكوبلت لم تظهر أن هناك فروقات معنوية بين الأنواع والاجناس والانسجة والفصول تحت مستوى احتمال (0.05) كما في الملحق (10-a,b,c,d).

جدول (10) التغيرات الفصلية والحدود المسموح بها لعنصر الكوبلت في أنسجة الطيور

الجنس	نوع النسيج	الخريف (ppm)	الشتاء (ppm)
ذكر	كبد	0.717	1.482
	عضلات	0.173	1.518
انثى	كبد	0.436	1.506
	عضلات	0.105	1.611
ذكر	كبد	0.046	1.346
	عضلات	0.05	1.401
انثى	كبد	0.428	1.372
	عضلات	0.347	1.422
ذكر	كبد	0.487	1.309
	عضلات	0.157	1.386
انثى	كبد	0.473	1.457
	عضلات	0.231	1.465
FAO, (2007)		2	

3.3.6 Zinc

الجدول (11) يوضح تراكيز عنصر الزنك في أنسجة النوع *A. platyrhynchos* سجلت أعلى القيم خلال الشتاء (ppm) 1.630 و 2.000، بينما أدناها خلال الخريف (ppm) 0.718 و 0.892 في كبد الذكور والاناث على التوالي، وفي العضلات كانت أعلى القيم خلال الخريف (ppm) 1.411 و 1.420 في الذكور والاناث على التوالي، وفي الشتاء كانت بين (ppm) 0.800 و 1.360 في الاناث والذكور على التوالي. بينما في النوع *A. crecca* سجلت أعلى القيم في أنسجة الكبد خلال الشتاء (ppm) 1.310 و 2.000 في الذكور والاناث على التوالي، وفي الخريف كانت (ppm) 0.806 و 1.628 في الاناث والذكور على التوالي، بينما في العضلات تراوحت القيم بين (ppm) 0.93 و 1.000 خلال الشتاء في الاناث والذكور على التوالي، وبين (ppm) 0.604 و 0.939 خلال الخريف في الذكور والاناث على التوالي.

اما في النوع *A. acuta* فسجلت أعلى القيم في أنسجة الكبد خلال الشتاء (ppm) 1.36 و 1.580، بينما أدناها في الخريف (ppm) 0.402 و 1.281 في الذكور والاناث على التوالي، اما في أنسجة العضلات أعلى القيم سجلت خلال الشتاء (ppm) 1.10 و 1.41، وفي الخريف سجلت أدناها (ppm) 0.146 و 1.04 في الاناث والذكور على التوالي.

الزنك عنصر أساسي مطلوب لتكوين الريش والطيور معروفة في جميع هذا المعدن بشكل عام بكميات كبيرة في الريش (Deng et al.2007) لذلك ربما يعزى سبب قلة تركيز الزنك في أنسجة الأنواع الثلاثة الى تراكمه في العظام والريش وقشرة البيض (Stout and Trust, 2002;) (Pandiyani et al.,2020) وتمتلك الطيور اختلافات سلوكية وفلسجية تتمثل بالتخزين المؤقت الذي يجعل الطيور أقل كفاءة كمراقبات حيوية مقارنة بالحيوانات الاخرى حيث أن الطيور قادرة على تنظيم تراكيز المعادن ومن ضمنها الزنك في انسجتها حيث ترتبط مع الدهون ومن ثم قد لا تعكس الطيور

بسهولة التلوث البيئي فضلاً عن الاختلافات الموجودة في الطيور المائية مثل الجنس والعمر (Burger,2007) وتلعب نوعية تربة هور الحويزة ومكوناتها دوراً مهماً في تكوين معقدات العناصر لأن التربة الناعمة تحتوي على نسبة عالية من الطين والغرين لها القدرة على تجميع كمية كبيرة من العناصر مثل الزنك والمركبات المختلفة بدرجة أكبر من التربة الخشنة وذلك لأحتوائها على مواقع نشطة على الأسطح مما يقلل من فرصة تعرض الطيور للملوثات في المياه وهذا ربما يفسر سبب اختلاف القيم وانخفاضها خلال فصلي الدراسة (Bradl,2004; Jawad,2021) الزنك عنصر أساسي يشارك في العديد من الفعاليات الحيوية في الجسم الا ان التراكيز العالية تسبب التسمم الكلوي (Kaur and Dhanju,2013) ولم يتجاوز الزنك الحدود المسموح بها والمحددة من قبل (2007) FAO (2 ppm) المبينة في الجدول (11).

يوضح الملحق (11-a,b,c,d) ان قيم التحليل الاحصائي للزنك في الطيور لم تسجل فروقات معنوية بين الأنواع والاجناس والانسجة بينما سجلت فروقات معنوية بين الفصول تحت مستوى احتمال ($P<0.05$).

جدول (11) التغيرات الفصلية والحدود المسموح بها لعنصر الزنك في أنسجة الطيور

الجنس	نوع النسيج	الخريف (ppm)	الشتاء (ppm)
ذكر	كبد	0.718	1.63
	عضلات	1.411	1.36
انثى	كبد	0.892	2.00
	عضلات	1.42	0.8
ذكر	كبد	1.628	1.31
	عضلات	0.604	1.00
انثى	كبد	0.806	2.00
	عضلات	0.939	0.93
ذكر	كبد	0.402	1.36
	عضلات	1.04	1.41
انثى	كبد	1.281	1.58
	عضلات	0.146	1.10
2		FAO, (2007)	

3.3.7 الكروم Chromium

تراكيز عنصر الكروم في أنسجة النوع *A. platyrhynchos* مبينة في الجدول (12) حيث سجلت أعلى التراكيز في الخريف (ppm) 3.253 و 3.581 في عضلات الذكور والاناث على التوالي، بينما خلال الشتاء تراوحت بين (ppm) 0.021 و 0.04 في الاناث والذكور على التوالي، أما في أنسجة الكبد فكانت اعلى التراكيز خلال الخريف (ppm) 2.439 و 2.906 في الذكور والاناث على التوالي، وفي الشتاء كانت التراكيز اقل ومقاربة (ppm) 0.41 و 0.42 في الاناث والذكور على التوالي. بينما في النوع *A. crecca* سجلت اعلى التراكيز خلال الخريف (ppm) 4.388 و 4.65،

اما في الشتاء فكانت القيم متماثلة (ppm) 0.021 في عضلات الذكور والاناث على التوالي، وفي أنسجة الكبد كانت اعلى التراكيز خلال الخريف (ppm) و3.907 و4.199، بينما في الشتاء فتفاوتت القيم بين (ppm) 0.02 و0.04 في الذكور والاناث على التوالي.

وفي النوع *A. acuta* سجلت اعلى القيم خلال الخريف (ppm) 5.171 و5.304، اما في الشتاء فكانت القيم متماثلة (ppm) 0.021 في عضلات الذكور والاناث على التوالي، بينما في أنسجة الكبد فكانت اعلى التراكيز خلال الخريف (ppm) 4.844 و5.054، اما القيم الدنيا كانت خلال الشتاء (ppm) 0.022 و0.023 في الذكور والاناث على التوالي.

أظهرت الدراسة الحالية أن الطيور تتعرض لمستويات مختلفة من الكروم أثناء هجرتها بين مناطق تكاثرها حيث كانت مستويات الكروم مرتفعة وهذا ربما يشير إلى أن بعض أنواع الطيور تقضي معظم الوقت في فصول هجرتها في مناطق ملوثة بالمعادن الثقيلة (Cooper *et al.*, 2017) ولم نلاحظ وجود اختلافات بين الجنسين بالنسبة لتراكيز الكروم على الرغم من أن المعروف عن الإناث انها تفرز المعادن الثقيلة في البيض خلال موسم التكاثر (Rimmer *et al.*, 2005; Bera *et al.*, 2022) وان ترسب المعادن الثقيلة في قشرة البيض كان مثيراً للجدل من قبل (Burger, 2007)، الذي وجد أن إناث الطيور بشكل عام تظهر مستويات أعلى من المعادن الثقيلة حيث تم التعرف على عادات مختلفة في البحث عن الغذاء بين الجنسين (Holmes, 1986; Vizuite *et al.*, 2019) ولكن في الطيور من المحتمل أن كلا الجنسين يحافظان على نفس المستوى الغذائي حتى مع الأنظمة الغذائية المختلفة (Halkin and Linville, 1999) وربما يعزى انخفاض القيم خلال الشتاء الى عامل التخفيف بعد هطول الامطار مما يقلل من تراكيز الكروم في الماء وبالتالي يقل عبأ التلوث على الطيور (Olu *et al.*, 2019) الكروم عنصر أساسي تحتاجه الكائنات الحية لإداء وظائفها الحيوية الا ان التراكيز العالية تكون سامة حيث تؤثر على التطور الجنيني

المبكر (Kertesz and Fancsi,2003) ان تراكيز عنصر الكروم قد تجاوزت الحدود المسموح بها في انسجة الطيور المدروسة خاصة في فصل الخريف والمحددة من قبل (FAO (2007) (0.1ppm) والمبينة في الجدول (12).

نتائج التحليل الاحصائي للكروم المبينة في الملحق (12-a,b,c,d) أظهرت عدم وجود فروقات معنوية بين الاجناس والانسجة بينما هناك فروقات معنوية بين الأنواع والفصول تحت مستوى احتمال (P<0.05).

جدول (12) التغيرات الفصلية والحدود المسموح بها لعنصر الكروم في أنسجة الطيور

الجنس	نوع النسيج	الخريف(ppm)	الشتاء(ppm)
ذكر	كبد	2.439	0.42
	عضلات	3.253	0.04
انثى	كبد	2.906	0.41
	عضلات	3.581	0.021
ذكر	كبد	3.907	0.02
	عضلات	4.388	0.021
انثى	كبد	4.199	0.04
	عضلات	4.65	0.021
ذكر	كبد	4.844	0.022
	عضلات	5.171	0.021
انثى	كبد	5.054	0.023
	عضلات	5.304	0.021
		0.1	FAO, (2007)

Iron الحديد 3.3.8

أظهرت نتائج الدراسة الحالية المبينة في الجدول (13) ان تراكيز عنصر الحديد في أنسجة النوع *A. platyrhynchos* سجلت أعلى القيم خلال الشتاء (ppm) 15.380 و 15.850 في كبد الذكور والاناث على التوالي، بينما أدناها خلال الخريف (ppm) 4.937 و 7.943 في الاناث والذكور على التوالي، وفي العضلات تراوحت القيم بين (ppm) 4.958 و 5.600 خلال الخريف في الذكور والاناث على التوالي، وبين (ppm) 4.000 و 5.54 خلال الشتاء في الاناث والذكور على التوالي. بينما في النوع *A. crecca* سجلت أعلى القيم في أنسجة الكبد خلال الشتاء (ppm) 7.12 و 14.220 في الذكور والاناث على التوالي، وبين (ppm) 5.679 و 6.323 خلال الخريف في الاناث والذكور على التوالي، وفي العضلات تراوحت القيم بين (ppm) 4.39 و 4.68 خلال الشتاء، وبين (ppm) 2.619 و 4.267 خلال الخريف في الذكور والاناث على التوالي. وفي النوع *A. acuta* سجلت اعلى القيم في أنسجة الكبد خلال الشتاء (ppm) 11.950 و 12.620، وتراوحت بين (ppm) 1.544 و 9.146 خلال الخريف في الذكور والاناث على التوالي، بينما في العضلات سجلت اعلى التراكيز خلال الشتاء (ppm) 5.250 و 5.630 في الاناث والذكور على التوالي وفي الخريف تراوحت القيم بين (ppm) 3.029 و 3.0937 في الذكور والاناث على التوالي.

ان ارتفاع تركيز الحديد يعزى الى كونه أكثر العناصر توافراً في القشرة الأرضية اما السبب في انخفاض تركيزه فربما يعود الى ميل هذا العنصر للتراكم في اجسام الهائمات والنباتات والاحياء المائية الاخرى بالإضافة الى عملية الامتزاز مع الرواسب مما يقلل من فرص التعرض له من قبل الطيور (أكبر والخزعلي، 2012; Al-Saad, 2000) وربما يعزى سبب ارتفاعه في الكبد الى أنه العضو الرئيسي لتراكم المعادن الثقيلة ومن ضمنها الحديد وهذا بسبب آليات تنظيمية محددة في هذا النسيج (Okati and Rezaee, 2013) ان فعالية الأحياء المجهرية التي تقوم بتكسير المعادن

الثقيلة نقل عندما تنخفض درجات الحرارة وبالتالي تزداد تراكيز المعادن مثل الحديد خلال الشتاء وبالتالي تعرض الطيور للحديد يكون اكبر خلال الفصول الباردة هذا ربما يفسر سبب ارتفاع القيم خلال الشتاء (Al- saad *et al.*, 2011) الحديد عنصر مهم يدخل في تركيب الهيموغلوبين وتؤدي زيادة الحديد او نقصانه الى تأثيرات فسيولوجية ضارة خاصة على الكبد لأنه الموقع الرئيسي لتخزين الحديد ويؤدي الى الاصابة بضعف الوظيفة الادراكية والحركية والعاطفية ويؤثر على نمو الدماغ وتكوين النخاع (Lozoff *et al.*, 2006) أن تراكيز عنصر الحديد قد تجاوزت الحدود المسموح بها في انسجة الطيور المدروسة خاصة خلال الشتاء والمحددة من قبل (FAO (2007) (5ppm) والمبينة في الجدول (13).

أظهرت نتائج التحليل الاحصائي للحديد في الطيور المدروسة عدم وجود فروقات معنوية بين الأنواع والاجناس بينما هناك فروقات معنوية بين الانسجة والفصول تحت مستوى احتمال ($P < 0.05$) كما في الملحق (13-a,b,c,d).

جدول (13) التغيرات الفصلية والحدود المسموح بها لعنصر الحديد في أنسجة الطيور

الجنس	نوع النسيج	الخريف (ppm)	الشتاء (ppm)
ذكر	كبد	7.943	15.38
	عضلات	4.958	5.54
انثى	كبد	4.937	15.85
	عضلات	5.6	4
ذكر	كبد	6.323	7.12
	عضلات	2.619	4.39
انثى	كبد	5.679	14.22
	عضلات	4.267	4.68
ذكر	كبد	1.544	11.95
	عضلات	3.029	5.63
انثى	كبد	9.146	12.62
	عضلات	3.937	5.25
5		FAO, (2007)	

3.3.9 المنغنيز Manganese

يبين الجدول (14) تراكيز عنصر المنغنيز في أنسجة الأنواع المدروسة ففي *A. platyrhynchos* سجلت أعلى القيم في أنسجة العضلات خلال الخريف (ppm) 1.349 و 1.716 في الذكور والاناث على التوالي، بينما خلال الشتاء تراوحت بين (ppm) 0.090 و 0.140 في الاناث والذكور على التوالي، اما في الكبد فكانت أعلى التراكيز خلال الخريف (ppm) 0.995 و 1.093 في الذكور والاناث على التوالي، وفي الشتاء كانت (ppm) 0.500 و 0.580 في الاناث والذكور على التوالي.

بينما النوع *A. crecca* سجلت اعلى القيم في العضلات خلال الخريف (ppm) 2.83 و 3.17، اما في الشتاء فكانت القيم متماثلة (ppm) 0.08 في الذكور والاناث على التوالي، اما في الكبد فكانت اعلى القيم خلال الخريف (ppm) 1.724 و 1.519، بينما في الشتاء تراوحت بين (ppm) 0.17 و 0.31 وفي الذكور والاناث على التوالي.

اما النوع *A. acuta* سجل اعلى التراكيز في انسجة العضلات خلال الخريف (ppm) 2.981 و 3.651، بينما ادناها خلال الشتاء (ppm) 0.09 و 0.10 في الذكور والاناث على التوالي، وفي الكبد كانت اعلى التراكيز خلال الخريف (ppm) 2.371 و 2.47 في الذكور والاناث على التوالي، اما في الشتاء فتراوحت القيم بين (ppm) 0.12 و 0.16 وفي الاناث والذكور على التوالي.

يعزى تراكم عنصر المنغنيز في أنسجة هذه الطيور الى ميل العناصر الأساسية مثل المنغنيز الى الترسيب الداخلي له في انسجة الجسم المختلفة كونها من المعادن الضرورية للنمو الطبيعي والتمثيل الغذائي (Naccari *et al.*, 2009) وان دخول المنغنيز إلى البيئة المائية يتغير بمرور الوقت ومقدار ما تستلمه المياه من مخلفات غير معالجة هو سبب رئيسي في ارتفاع تركيزه وهناك العديد من العمليات الكيموحيوية التي تسيطر على انتقال وجاهزية هذا العنصر في البيئة المائية منها عمليات الأمتزاز على سطوح الرواسب والنباتات وعمليات الإذابة وتكوين المعقدات مع المركبات العضوية وعمليات الامتصاص الحيوي وهكذا تنتقل المعادن الثقيلة الى بقية أجزاء السلسلة الغذائية ومن ضمنها الطيور (Kraemer and Hering, 2004; Abdalnabi, 2016; Morsy *et al.*, 2020) تعيش الطيور وتتغذى وتتكاثر على طول حافة المياه في الالهوار ومصبات الأنهار والبرك وتعتمد على هذه الموائل لاختيار العش وتربية الصغار (Bancroft *et al.*, 2002) لذلك يعد الغطاء النباتي مهم بالنسبة لطيور المائية الخواصة آكلة الأعشاب حيث يوفر لها الغذاء مثل البذور والأوراق والدرنات والجذور ويعتمد تأثير الغطاء النباتي على الموسم (Ma *et al.*, 2010) وتمتص النباتات

المعادن مثل المنغنيز من التربة وتجمعها في خلاياها (الخزاعي والتميمي، 2014) وتزداد الفعاليات الايضية للنبات مع ارتفاع درجات الحرارة وبذلك يزداد الامتصاص الحيوي لعنصر المنغنيز من البيئة المائية وينتقل ثم يتراكم داخل أنسجة النبات حيث يعتمد التراكم والسمية للمعادن الثقيلة على الوضع العام للبيئة وبالتالي تنتقل الى الطيور أثناء تغذيتها على النباتات الملوثة وهذا يفسر التفاوت والاختلافات في القيم المسجلة خلال فصلي الدراسة (mohammed Irzoqy *et al.*, 2022) المنغنيز عنصر أساسي وإن نقصانه او زيادته تسبب اثاراً ضارة مثل فرط نشاط او قصور الغدة الدرقية وكذلك يؤدي الى تغيرات كيميائية حيوية في الخلايا بالإضافة الى ضعف المناعة (Ahmed and Abdrabo, 2016; Islam *et al.*, 2019) وتجاوزت قيم المنغنيز الحدود المسموح والمحددة عالمياً من قبل (FAO (2007) خاصة خلال فصل الخريف كما موضح في الجدول (14).

قيم التحليل الاحصائي للمنغنيز بينت عدم وجود فروقات معنوية بين الاجناس والانسجة بينما هناك فروقات معنوية بين الأنواع والفصول تحت مستوى احتمال ($P < 0.05$) كما في الملحق (-15) (a,b,c,d).

جدول (14) التغيرات الفصلية والحدود المسموح بها لعنصر المنغنيز في أنسجة الطيور

الجنس	نوع النسيج	الخريف (ppm)	الشتاء (ppm)
ذكر	كبد	0.995	0.58
	عضلات	1.349	0.14
انثى	كبد	1.093	0.5
	عضلات	1.716	0.09
ذكر	كبد	1.519	0.17
	عضلات	2.83	0.08
انثى	كبد	1.724	0.31
	عضلات	3.17	0.08
ذكر	كبد	2.47	0.12
	عضلات	2.981	0.09
انثى	كبد	2.371	0.16
	عضلات	3.651	0.1
0.2		FAO, (2007)	

الاستنتاجات والتوصيات

Conclusions and Recommendations

4.1 الاستنتاجات Conclusions

1. وجود تغيرات فصلية في قيم العوامل البيئية في المياه حيث كانت قيم الاس الهيدروجيني مرتفعة خلال الشتاء بينما الاملاح الذائبة الكلية كانت مرتفعة خلال الخريف اما قيم التوصيلية الكهربائية فكانت متقاربة خلال فصلي الدراسة.
2. وجود تغيرات فصلية في تراكيز المعادن الثقيلة المدروسة في المياه حيث كانت قيم الكاديوم والنيكل والنحاس والزنك والكروم والمنغنيز مرتفعة خلال الخريف اما الكوبلت والحديد فكانت مرتفعة خلال الشتاء بينما في الرصاص كانت القيم متقاربة خلال فصلي الدراسة.
3. هناك تغيرات فصلية للمعادن الثقيلة المدروسة في أنسجة الأنواع الثلاثة وفي كلا الجنسين حيث كانت قيم الكاديوم والكروم والمنغنيز مرتفعة خلال الخريف بينما قيم النحاس والكوبلت والزنك والحديد كانت مرتفعة خلال الشتاء.
4. تجاوز الكاديوم والنيكل والنحاس والكروم والحديد والمنغنيز في أنسجة الطيور المدروسة القيم المسموح بها والمحددة من قبل منظمة الأغذية والزراعة والتي تؤدي الى حدوث تأثيرات ضارة على صحة الانسان لان تناول هذه الأغذية يزيد من تراكمها في أنسجة الانسان.
5. قدرة هذه الأنواع على مراكمة المعادن الثقيلة في انسجتها خاصة نسيج الكبد وسجل الحديد اعلى قيمة في الكبد خلال الشتاء في الذكور والاناث.
6. هناك فروقات معنوية في تراكيز الكاديوم والنيكل والكروم والمنغنيز بين الأنواع الثلاثة وبين نسيجي الكبد والعضلات في الكاديوم والنحاس والحديد.
7. هناك فروقات معنوية واضحة بين الفصول لجميع العناصر المدروسة في الطيور فيما عدا عنصر الكوبلت والرصاص لم تظهر أي فروقات معنوية بين الفصول.

4.2 التوصيات Recommendations

1. دراسة التراكم الحيوي للمعادن الثقيلة في أنواع أخرى من الطيور وفي أنسجة أخرى من هذه الأنواع في الاهوار العراقية.
2. دراسة قابلية الاحياء الاخرى كالأسمك والحشرات والنباتات والاحياء المائية وغيرها على مراكمة المعادن الثقيلة في اهور الحويزة.
3. دراسة التغيرات الوراثية والنسجية الناتجة عن التلوث بهذه العناصر في الطيور والانواع الأخرى من الاحياء المائية.
4. تقدير تراكيز المبيدات والهيدروكربونات النفطية والملوثات العضوية والاشعاعية في الطيور والاحياء الاخرى في الاهوار.
5. تحديد تراكيز هذه المعادن في عينات الدم من السكان المحليين لغرض تقييم مقدار التلوث بهذه المعادن.
6. منع دخول الملوثات بكافة أنواعها الصناعية والزراعية والمنزلية ومعالجتها قبل ان تطرح الى الأنهار ومنها الى اهور العراق الجنوبية، فضلاً عن نشر الوعي البيئي بين صفوف المواطنين بأهمية الحفاظ على التنوع الاحيائي بالأهوار من خلال وسائل الاعلام المختلفة.

المصادر

References

1.5 المصادر العربية:

اكبر، منال محمد، الخزعلي، أزهر محمد (2012). تقدير تركيز بعض العناصر الثقيلة في مياه ورواسب نهر الغراف- ذي قار. مجلة علوم ذي قار، 3 (3).

الراوي، خاشع محمود، خلف الله، عبد العزيز محمد (1980). تصميم وتحليل التجارب الزراعية، دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل، العراق، 480 ص.

جازع، صالح حسن (2009). دراسة بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبكتريولوجية لمياه نهر الكحلاء- محافظة ميسان / العراق، كلية العلوم-جامعة البصرة.

حسن، بلقيس كاظم (2005). تأثير التراكيز تحت المميتة للكاديوم على غلاصم وكبد كارب الكراسين (*Carassius carassius* (L.)) رسالة ماجستير. كلية الزراعة - جامعة البصرة، 89 ص.

حسن، وصال فخري (2007). دراسة جيوكيميائية وهيدروكيميائية لرواسب مجرى شط العرب والمياه الملامسة لها، أطروحة دكتوراه. كلية العلوم - جامعة البصرة، 163 ص.

حسين، صادق علي؛ الصابونجي، أزهار علي وفهد، كامل كاظم (2008). الاختلافات البيئية لنهر الفرات في مدينة الناصرية مجلة جامعة ذي قار 1(4):13_20.

الحيالي، عذراء خليل حسين (2001). "دراسة التأثير السمي لمعدني الرصاص والكاديوم في نمو الطحلب *Microcystis aeruginosa kuetz*" رسالة ماجستير - جامعة بابل.

الخزاعي، دنيا خير الله؛ التميمي، هيفاء جاسم (2014). دور الاستصلاح الحيوي في ازالة عنصر الكاديوم والرصاص من التربة المسمدة بالفسفور والمخلفات العضوية المرورية بمصادر مياه مختلفة. مجلة ابحاث البصرة "العلميات"، 3(40).

السعدي، حسين علي (2006). البيئة المائية، داراليازوردي العلمية للنشر والتوزيع، عمان الاردن، 308 صفحة .

السعدي، احمد جوده نصار (2013). التنوع الأحيائي للنواعم وبعض العوامل البيئية المؤثرة عليه في نهر الفرات وسط العراق. رسالة ماجستير. كلية العلوم. جامعة بابل.

سليمان، مصطفى، السلطان، ابراهيم مهدي، والسعدي، محمد علي (2009). تقييم بعض الخواص الفيزيوكيميائية والحيوية لمياه بحيرات مشروع حميرة الزراعي - ليبيا، المؤتمر الدولي الاول للتنوع الحيوي، 26-28 تشرين الثاني، جامعة سبها - ليبيا.

الطويل، محمد نبيل (1999). البيئة والتلوث: محلياً وعالمياً، ط1، دار النفائس للطباعة والنشر والتوزيع، بيروت - لبنان.

العمر، مثنى عبد الرزاق (2000). التلوث البيئي، ط1، دار وائل للنشر، عمان -الأردن.

لازم، إسراء إبراهيم (2013). تركيز بعض العناصر النزرة في ماء ورواسب وإناث نوعين من الاسماك في نهر الفرات قرب مركز مدينة الناصرية - جنوبي العراق. رسالة ماجستير، كلية العلوم. جامعة ذي قار.

لازم، إسراء إبراهيم (2019). تقييم التلوث بالمركبات الهيدروكربونية والعناصر الثقيلة في مياه ورواسب ونوعين من النباتات المائية في هور الحويزة في محافظة ميسان-جنوبي العراق. كلية التربية للعلوم الصرفة - جامعة ذي قار، أطروحة دكتوراه، علوم الحياة / تلوث بيئي.

المالكي، نعيم شند حمادي (2002). مسح بيئي لقناة حمدان إحدى الأفرع الرئيسية لنهر شط العرب. رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة البصرة. 40 ص.

References المصادر الأجنبية 2.5

- Abd El-Hack, M. E., Alagawany, M., Arif, M., Chaudhry, M. T., Emam, M., and Patra, A. (2017).** Organic or inorganic zinc in poultry nutrition: a review. *World's Poultry Science Journal*, 73(4), 904-915.
- Abdel-Sattar, M., and Hammad, S. E. (2022).** Eco-friendly management of citrus nematode (*Tylenchulus semipenetrans*) using ozone, copper sulphate and calcium sulphate and its impact on productivity of lemon trees. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 63(6), 779-792.
- Abdullah, M., Fasola, M., Muhammad, A., Malik, S. A., Bostan, N., Bokhari, H., ... and Eqani, S. A. M. A. S. (2015).** Avian feathers as a non-destructive bio-monitoring tool of trace metals signatures: a case study from severely contaminated areas. *Chemosphere*, 119, 553-561.
- Abdullah, S. A. (2017).** Diversity of fishes in the lower reaches of Tigris River, north east of Basrah province, Southern Iraq. *Basrah Journal of Agricultural Sciences*, 30(1), 85-96.
- Abdulnabi, Z. A. (2016).** Assessment of some toxic element's levels in Iraqi marine water. *Mesopot. J. Mar. Sci*, 31(1), 85-94.
- Abowei, J. F. N. (2010).** Salinity, dissolved oxygen, pH and surface water temperature conditions in nkoro river, niger delta, nigeria. *Advance journal of food science and technology*, 2(1), 36-40.
- Abrantes, K. G., Barnett, A., Baker, R., and Sheaves, M. (2015).** Habitat-specific food webs and trophic interactions supporting coastal-dependent fishery species: an Australian case study. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 25, 337-363.
- Adam, R. S., Al-Shawi, I. J. M., and Al-Imarah, F. J. M. (2007).** Distribution of some chemical elements in the marsh lands of Southern Iraq after rehabilitation. *Marsh Bulletin*, 2(1), 11-17.
- Adamus, P. R. (2001).** Indicators for monitoring biological integrity of inland, freshwater wetlands: A survey of North American technical literature (1990-2000).

- Agbozu, I. E., Ekweozor, I. K. E., and Opuene, K. (2007).** Survey of heavy metals in the catfish *Synodontis clarias*. *International Journal of Environmental Science & Technology*, 4(1), 93-97.
- Ahipathy, M. V., and Puttaiah, E. T. (2006).** Ecological characteristics of vrishabhavathy River in Bangalore (India). *Environmental geology*, 49(8), 1217-1222.
- Ahmadpour, A., Tahmasbi, M., Bastami, T. R., and Besharati, J. A. (2009).** Rapid removal of cobalt ion from aqueous solutions by almond green hull. *Journal of Hazardous Materials*, 166(2-3), 925-930.
- Ahmed A. Mohammed,(2021).** " Removing of some heavy metals from cutting rock and crude oil samples by using nano graphene oxide", missan university, collage of science,
- Ahmed, R. O., and Abdrabo, A. A. (2016).** Levels of serum zinc and manganese among Sudanese patients with thyroid dysfunction. *J Med Biol Sci Res*, 2(2), 33-35.
- Akan, J. C., Abdulrahman, F. I., Sodipo, O. A.,and Akandu, P. I. (2009).** bioaccumulation of some heavy metals of six fresh water fishes caught from lake chad in doron buhari, maiduguri, borno state, nigeria. *Journal of Applied Sciences in Environmental Sanitation*, 4(2).
- Akhtar, N., Syakir Ishak, M. I., Bhawani, S. A., and Umar, K. (2021).** Various natural and anthropogenic factors responsible for water quality degradation: A review. *Water*, 13(19), 2660.
- Al Naggari, Y., Khalil, M. S., and Ghorab, M. A. (2018).** Environmental pollution by heavy metals in the aquatic ecosystems of Egypt. *Open Acc. J. Toxicol*, 3, 555603.
- Albayrak, T., and Pekgöz, A. K. (2021).** Heavy metal effects on bird morphometry: A case study on the house sparrow *Passer domesticus*. *Chemosphere*, 276, 130056.
- Al-Edreesi, M. A., Abdel-Monem, M. A., Al-Saad, H. T., and Heba, H. M. (2002).** Heavy metal contents of some Molluscs and Crustaceans along

Al-Hodeidah Red Sea coast of Yemen. *Bull. Nat. Inst. of Oceanogr. and Fish., ARE*, 28, 319-331.

Al-Gousous, J., Ruan, H., Blechar, J. A., Sun, K. X., Salehi, N., Langguth, P., ... and Amidon, G. L. (2019). Mechanistic analysis and experimental verification of bicarbonate-controlled enteric coat dissolution: Potential in vivo implications. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*, 139, 47-58.

Ali, H., Khan, E., and Ilahi, I. (2019). Environmental chemistry and ecotoxicology of hazardous heavy metals: environmental persistence, toxicity, and bioaccumulation. *Journal of chemistry*,

Allinson, T. and Vovk, E. (2018). The state of the world's birds. BirdLife International, Cambridge CB2 3QZ, UK. 41pp.

Alloway, B. J. (2012). Heavy metals in soils: trace metals and metalloids in soils and their bioavailability (Vol. 22). Springer Science & Business Media.

Alqahtani, F., Abotaleb, M., Subhi, A. A., El-Kenawy, E. S. M., Abdelhamid, A. A., Alakkari, K., ... and Kadi, A. (2023). A hybrid deep learning model for rainfall in the wetlands of southern Iraq. *Modeling Earth Systems and Environment*, 1-18

Al-Saad, A. A., Farid, W. A., and Al-Adhub, A. Y. (2011). Distribution and seasonal variations of n-alkanes in some species of molluscs from Shatt Al-Arab river. *Mesopotamian Journal of Marine Sciences*, 26(2), 182-196.

Al-Saad, H. T. (2000). Oil spill in Arabian oil refinery-case study (Notes). *Marina Mesopotamica*, 15(2), 453-458.

Al-Saad, H. T. AL-Hello ‘M.; Kareem, S. and DouAbul, A.(2008). Water Quality of Iraqi Southern Marshes. *Mar. Meso*, 22(1), 10-28.

Al-Sabah, B J, (2007). A study of the physiochemical behavior of metallic elements polluting the waters and sediments of the Shatt al-Arab, PhD thesis, Faculty of Agriculture / University of Basra.

Al-Salman, I., Truesdale, V., and Elzwayie, A. A. (2013). Catfish (*Clarias Lazera*) as Bio-Indicator to Estimate the Levels of Heavy Metals in Lentic

Aquatic Ecosystem in Sebha Man-Made Lake-South Libya. *International Journal for Sciences and Technology*, 143(1731), 1-14.

Althweni, M. N., Mohammed, J. H., Awad, M. H., and Ganee, T. S. (2016). Compared the Efficiency of Two Methods (Chemical and Biological) for Removal (Cadmium, Copper and Zinc) from Contaminated Water. *Engineering and Technology Journal*, 34(4).

Ansari, T. M., Marr, I. L., and Tariq, N. (2004). Heavy metals in marine pollution perspective-a mini review. *Journal of Applied Sciences*, 4(1), 1-20.

APHA. American Public Health Association, American (1998). Standard methods for the examination of water and waste water, 19th. Ed, Water Works Association and Water Environment Federation, Washington, DC.

Asim, M., and Nageswara Rao, K. (2021). Assessment of heavy metal pollution in Yamuna River, Delhi-NCR, using heavy metal pollution index and GIS. *Environmental Monitoring and Assessment*, 193(2), 103.

Azab, A. M. (2012). Integrating GIS, remote sensing and mathematical modelling for surface water quality management in irrigated watersheds.

Baker, C. (2022). Costa Rica. Edizioni WhiteStar.

Balabanova, B., Lazarova, M., Boev, B., Barbu-Tudoran, L., and Suci, M. (2021). Proposing Chemometric Tool for Efficacy Surface Dust Deposition Tracking in Moss Tissue Cross Bioindication Process of Metals in Environment. Contaminant Levels and Ecological Effects: Understanding and Predicting with Chemometric Methods, 131-169

Bancroft, G. T., Gawlik, D. E., and Rutchey, K. (2002). Distribution of wading birds relative to vegetation and water depths in the northern Everglades of Florida, USA. *Waterbirds*, 25(3), 265-277.

Banerjee, P., and Bhattacharya, P. (2021). Investigating Cobalt in Soil-plant-animal-human system: Dynamics, Impact and Management. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 21(3), 2339-2354.

Bastian, T. W., von Hohenberg, W. C., Mickelson, D. J., Lanier, L. M., and Georgieff, M. K. (2016). Iron deficiency impairs developing

hippocampal neuron gene expression, energy metabolism, and dendrite complexity. *Developmental neuroscience*, 38(4), 264-276.

Bauerová, P., Vinklerová, J., Hraníček, J., Čorba, V., Vojtek, L., Svobodová, J., and Vinkler, M. (2017). Associations of urban environmental pollution with health-related physiological traits in a free-living bird species. *Science of the Total Environment*, 601, 1556-1565.

Beard, J. L. (2001). Iron biology in immune function, muscle metabolism and neuronal functioning. *The Journal of nutrition*, 131(2), 568S-580S.

Bedair, H. M., Al-Saad, H. T., and Salman, N. A. (2006). Iraq's southern marshes something special to be conserved; A Case Study. *Marsh Bulletin*, 2(1), 99-126.

Begum, A., Ramaiah, M., Khan, I., and Veena, K. (2009). Heavy metal pollution and chemical profile of Cauvery River water. *E-journal of Chemistry*, 6(1), 47-52.

Behl, M., Stout, M. D., Herbert, R. A., Dill, J. A., Baker, G. L., Hayden, B. K., ... and Hooth, M. J. (2015). Comparative toxicity and carcinogenicity of soluble and insoluble cobalt compounds. *Toxicology*, 333, 195-205.

Benoff, S., Jacob, A., and Hurley, I. R. (2000). Male infertility and environmental exposure to lead and cadmium. *Human Reproduction Update*, 6(2), 107-121.

Bentivegna, C. S., Alfano, J. E., Bugel, S. M., and Czechowicz, K. (2004). Influence of sediment characteristics on heavy metal toxicity in an urban marsh. *Urban Habitats*, 2(1), 91-111.

Bera, T., Kumar, S. V., Devi, M. S., Kumar, V., Behera, B. K., and Das, B. K. (2022). Effect of heavy metals in fish reproduction: A review. *Journal of Environmental Biology*, 43(5), 631-642.

Berthold, P. (2001). *Bird migration: a general survey*. Oxford University Press on Demand.

- Best, L. B., and Stafford, T. R. (2002).** Influence of daily grit consumption rate and diet on gizzard grit counts. *The Journal of wildlife management*, 381-391.
- Beyer, W. N., Day, D., Morton, A., and Pachepsky, Y. (1998).** Relation of lead exposure to sediment ingestion in mute swans on the Chesapeake Bay, USA. *Environmental Toxicology and Chemistry: An International Journal*, 17(11), 2298-2301.
- Bhutta, Z. A., Das, J. K., Rizvi, A., Gaffey, M. F., Walker, N., Horton, S., ... Maternal and Child Nutrition Study Group. (2013).** Evidence-based interventions for improvement of maternal and child nutrition: what can be done and at what cost?. *The lancet*, 382(9890), 452-477.
- Bilos, C., Colombo, J. C., Skorupka, C. N., and Presa, M. R. (2001).** Sources, distribution and variability of airborne trace metals in La Plata City area, Argentina. *Environmental pollution*, 111(1), 149-158.
- Birch, G. F. (2023).** A review and critical assessment of sedimentary metal indices used in determining the magnitude of anthropogenic change in coastal environments. *Science of The Total Environment*, 854, 158129
- Bize, P., Roulin, A., and Richner, H. (2002).** Covariation between egg size and rearing condition determines offspring quality: an experiment with the alpine swift. *Oecologia*, 132(2), 231-234.
- Block, M. L., and Calderón-Garcidueñas, L. (2009).** Air pollution: mechanisms of neuroinflammation and CNS disease. *Trends in neurosciences*, 32(9), 506-516.
- Boethling, R. S., and Mackay, D. (2000).** Property estimation methods for chemicals. *Environmental and health science*, 189.
- Bolorani, A. D., Papi, R., Soleimani, M., Karami, L., Amiri, F., and Samany, N. N. (2021).** Water bodies changes in Tigris and Euphrates basin has impacted dust storms phenomena. *Aeolian Research*, 50, 100698.
- Bradl, H. (Ed.). (2005).** Heavy metals in the environment: *origin, interaction and remediation*. Elsevier.

- Bradl, H. B. (2004).** Adsorption of heavy metal ions on soils and soils constituents. *Journal of colloid and interface science*, 277(1), 1-18.
- Budi, H. S., Catalan Opulencia, M. J., Afra, A., Abdelbasset, W. K., Abdullaev, D., Majdi, A., ... and Mohammadi, M. J. (2022).** Source, toxicity and carcinogenic health risk assessment of heavy metals. *Reviews on Environmental Health*, (0). ...
- Burger, J. (2007).** A framework and methods for incorporating gender-related issues in wildlife risk assessment: gender-related differences in metal levels and other contaminants as a case study. *Environmental Research*, 104(1), 153-162.
- Burger, J., and Gochfeld, M. (2000).** Metal levels in feathers of 12 species of seabirds from Midway Atoll in the northern Pacific Ocean. *Science of the Total Environment*, 257(1), 37-52.
- Burger, J., and Gochfeld, M. (2004).** Marine birds as sentinels of environmental pollution. *EcoHealth*, 1(3), 263-274.
- Burger, J., and Gochfeld, M. (2004).** Metal levels in eggs of common terns (*Sterna hirundo*) in New Jersey: temporal trends from 1971 to 2002. *Environmental Research*, 94(3), 336-343.
- Burger, J., and Gochfeld, M. (2016).** Habitat, population dynamics, and metal levels in colonial waterbirds: a food chain approach. CRC Press.
- Burger, J., Diaz-Barriga, F., Marafante, E., Pounds, J., and Robson, M. (2003).** Methodologies to examine the importance of host factors in bioavailability of metals. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 56(1), 20-31.
- Burger, J., Reilly, S. M., and Gochfeld, M. (1992).** Comparison of lead levels in bone, feathers, and liver of herring gull chicks (*Larus argentatus*). *Pharmacology Biochemistry and Behavior*, 41(2), 289-293.
- Butu, A. W., and Iguisi, E. O. (2013).** Concentration of heavy metals in sediment of river Kubanni, Zaria, Nigeria. *Compr J Environ Earth Sci*, 2(1), 10-17.

Byrne, C., Divekar, S. D., Storchan, G. B., Parodi, D. A., and Martin, M. B. (2009). Cadmium—a metallo hormone?. *Toxicology and applied pharmacology*, 238(3), 266-271.

CET, (1993). Central for Environmental Toxicology, Deformities and associated sub lethal effect in fish exposed to sewage-borne contamination literature review. Published Environment Protection Authority, 799 Pacific Highway EPA93\72. 1-41.

Chan, C. Y., Lin, Y. P., Petway, J. R., and Lin, T. E. (2018, April). Evaluation of heavy metal accumulation in birds using opportunistic samples. In *EGU General Assembly Conference Abstracts* (p. 7333).

Chaudhry, S., and Sidhu, G. P. S. (2022). Climate change regulated abiotic stress mechanisms in plants: A comprehensive review. *Plant Cell Reports*, 41(1), 1-31.

Chen, Y. C., and Chen, M. H. (2001). Heavy metal concentrations in nine species of fishes caught in coastal waters off Ann-Ping, swtaiwan. *Journal of Food and Drug Analysis*, 9(2).

Chitmanat, C., and Traichaiyaporn, S. (2010). Spatial and temporal variations of physical-chemical water quality and some heavy metals in water, sediments and fish of the mae kuang river, northern thailand. *International Journal of Agriculture and Biology*, 12(6), 816-820.

Clark, R.B. (1998). Marine pollution. 4th ed , Clarendon press, Oxford, cited in (Thanapalasingam, V. (2005) Pollution Status of the Sungai Skudai River system through heavy metals ,MSc thesis , Univ. of Tech. Malaysia, 180p).

Cooper, Z., Bringolf, R., Cooper, R., Loftis, K., Bryan, A. L., and Martin, J. A. (2017). Heavy metal bioaccumulation in two passerines with differing migration strategies. *Science of the Total Environment*, 592, 25-32.

Cronk, J. K., and Fennessy, M. S. (2016). *Wetland plants: biology and ecology*. CRC press.

- Cunningham, M., Laino, A., Romero, S., and Fernando Garcia, C. (2020).** Arachnid Hemocyanins. Vertebrate and Invertebrate Respiratory Proteins, Lipoproteins and other Body Fluid Proteins, 219-231.
- Cygan-Szczegieliński, D. (2021).** The levels of mineral elements and toxic metals in the longissimus lumborum muscle, hair and selected organs of red deer (*Cervus elaphus* L.) in Poland. *Animals*, 11(5), 1231.
- Da Silva, F. B. V., do Nascimento, C. W. A., Araújo, P. R. M., da Silva, L. H. V., and da Silva, R. F. (2016).** Assessing heavy metal sources in sugarcane Brazilian soils: an approach using multivariate analysis. *Environmental monitoring and assessment*, 188(8), 1-12.
- Dallas, H. F., and Day, J. A. (2004).** The effect of water quality variables on aquatic ecosystems: a review. Pretoria: Water Research Commission.
- Dan'Azumi, S., and Bichi, M. H. (2010).** Industrial pollution and heavy metals profile of Challawa River in Kano, Nigeria. *Journal of Applied Sciences in Environmental Sanitation*, 5(1), 23-29.
- Dauwe, T., Janssens, E., Kempenaers, B., and Eens, M. (2004).** The effect of heavy metal exposure on egg size, eggshell thickness and the number of spermatozoa in blue tit *Parus caeruleus* eggs. *Environmental Pollution*, 129(1), 125-129.
- Davies, T. C. (2022).** The position of geochemical variables as causal co-factors of diseases of unknown aetiology. *SN Applied Sciences*, 4(8), 1-38.
- Degernes, L. A. (2008).** Waterfowl toxicology: a review. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, 11(2), 283-300.
- Dehghani, M., Gharehchahi, E., Jafari, S., Moeini, Z., Derakhshan, Z., Ferrante, M., and Conti, G. O. (2022).** Health risk assessment of exposure to atrazine in the soil of Shiraz farmlands, Iran. *Environmental Research*, 204, 112090.
- Delany, S., Scott, D., and Helmink, A. T. F. (2006).** Waterbird population estimates. Wetlands International.

- Deng, H., Zhang, Z., Chang, C., and Wang, Y. (2007).** Trace metal concentration in great tit (*Parus major*) and greenfinch (*Carduelis sinica*) at the Western Mountains of Beijing, China. *Environmental Pollution*, 148(2), 620-626.
- Denton, G. R., Bearden, B. G., Concepcion, L. P., Siegrist, H. G., Vann, D. T., and Wood, H. R. (2001).** Contaminant assessment of surface sediments from Tanapag Lagoon, Saipan. *Water and Environmental Research Institute of the Western Pacific*, Technical Report, 93.
- Dewey, K. G., and Oaks, B. M. (2017).** U-shaped curve for risk associated with maternal hemoglobin, iron status, or iron supplementation. *The American journal of clinical nutrition*, 106(suppl_6), 1694S-1702S.
- Doutereho, I., Perona, E., and Mateo, P. (2004).** Use of cyanobacteria to assess water quality in running waters. *Environmental pollution*, 127(3), 377-384.
- Du, P., Xie, Y., Wang, S., Zhao, H., Zhang, Z., Wu, B., and Li, F. (2015).** Potential sources of and ecological risks from heavy metals in agricultural soils, Daye City, China. *Environmental Science and Pollution Research*, 22(5), 3498-3507.
- Durkalec, M. M., Nawrocka, A., Kitowski, I., Filipek, A., Sell, B., Kmiecik, M., and Jedziniak, P. (2022).** Lead, cadmium, and other trace elements in the liver of golden eagles and white-tailed eagles: recent data from Poland and a systematic review of previous studies. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-16.
- Duruibe, J. O., Ogwuegbu, M. O. C., and Ekwurugwu, J. N. (2007).** Heavy metal pollution and human biotoxic effects. *International Journal of physical sciences*, 2(5), 112-118.
- Dutta, D., and Sarma, H. P. (2015).** Copper (Cu), Zinc (Zn) and Cadmium (Cd) Contamination of Groundwater in Dikrong River Basin, Paumpare

District, Arunachal Pradesh, India. *IOSR J. Environ. Sci. Toxicol. and Food Technol*, 9(10), 20-23.

Edelstein, m.,and ben-hur, m. (2018). Heavy metals and metalloids: sources, risks and strategies to reduce their accumulation in horticultural crops. *Scientia horticulturae*, 234, 431-444.

Edokpayi, C. A. (2005). Variation of chemical constituents of a brackish water prawn habitat in southern Nigeria. *Acta Satech*, 2(1), 11-18.

Edward, J. B., Idowu, E. O., Oso, J. A., and Ibidapo, A. R. (2013). Determination of heavy metal concentration in fish samples, sediment and water from odo-ayo river in ado-ekiti, ekiti-state, Nigeria. *International Journal of Environmental Monitoring and Analysis*, 1(1), 27.

Eeva, T., and Lehtikoinen, E. (2015). Long-term recovery of clutch size and egg shell quality of the pied flycatcher (*Ficedula hypoleuca*) in a metal polluted area. *Environmental pollution*, 201, 26-33.

(EOSCA) European Oilfield Specialty Chemicals Association. (2000). Bioaccumulation Potential of Surfactants: A Review.

Erdogan, M. (2009). Monitoring and statistical assessment of heavy metal pollution in sediments along Izmir Bay using ICP-MS. Ph.D. Thesis. Graduate school of Engineering and Sciences of Izmer Institute of Technology. 116pp.

Evans, G. R., and Masullo, L. N. (2020). Manganese toxicity.

Evans, M. I. (2002). The ecosystem. Pages 201–219 in Nicholson E, Clark P, eds. *The Iraqi Marshlands: A Human and Environmental Study*. London: Politico's.

FAO, J. W. (2007). FAO Food Standard Programme Codex Alimentarius Commission 13TH session. Report of the Thirty-Eight Session of the Codex Com. on Food Hyg., Houston, United States of America, AliNorm.

- Fatemeh, N., Amirhesam, H., Masoud, M., Abdoreza, K., Nematollah, K., and Aliakbar, I. (2012).** Heavy metal distributions in water of the Aras River, Ardabil, Iran. *Journal of Water Resource and Protection*, 4(2).
- Fosua, B. A., Xie, H., Xiao, X., Anaman, R., Wang, X., Guo, Z., and Peng, C. (2023).** Release characteristics of heavy metals from electrolytic manganese residue under varying environmental factors. *Environmental Monitoring and Assessment*, 195(4), 498.
- Frangipane, G., Ghirardini, A. V., Collavini, F., Zaggia, L., Pesce, A., and Tagliapietra, D. (2005).** Heavy metals in Hediste diversicolor (polychaeta: nereididae) and salt marsh sediments from the lagoon of Venice (Italy). *Chemistry and Ecology*, 21(6), 441-454.
- Fukue, M., Sato, Y., Uehara, K., Kato, Y., and Furukawa, Y. (2006).** Contamination of sediments and proposed containment technique in a wood pool in Shimizu, Japan. *Astm Special Technical Publication*, 1482, 32.
- Gbaruko, B. C., and Friday, O. V. (2007).** Bioaccumulation of heavy metals in some fauna and flora. *International Journal of Environmental Science & Technology*, 4(2), 197-202.
- Georgieff, M. K. (2017).** Iron assessment to protect the developing brain. *The American journal of clinical nutrition*, 106(suppl_6), 1588S-1593S.
- Georgieff, M. K., Krebs, N. F., and Cusick, S. E. (2019).** The benefits and risks of iron supplementation in pregnancy and childhood. *Annual review of nutrition*, 39, 121.
- Gerber, K. (2009).** User's guide and technical documentation KABAM version 1.0 (Kow (based) Aquatic Bioaccumulation Model). Report of Environmental Fate and Effects Division Office of Pesticide Programs, US Environmental Protection Agency, Washington, DC.
- Gomes, C. S., and Silva, E. A. (2021).** Health Benefits and Risks of Minerals: Bioavailability, Bio-Essentiality, Toxicity, and Pathologies. In *Minerals latu sensu and Human Health: Benefits, Toxicity and Pathologies* (pp. 81-179). Cham: Springer International Publishing

- González-Macías, C., Sánchez-Reyna, G., Salazar-Coria, L., and Schifter, I. (2014).** Application of the positive matrix factorization approach to identify heavy metal sources in sediments. A case study on the Mexican Pacific Coast. *Environmental monitoring and assessment*, 186(1), 307-324.
- Griscom, S. B., Fisher, N. S., and Luoma, S. N. (2000).** Geochemical influences on assimilation of sediment-bound metals in clams and mussels. *Environmental Science and Technology*, 34(1), 91-99.
- Guitart, R., Sachana, M., Caloni, F., Croubels, S., Vandenbroucke, V. and Berny, P. (2010).** Animal poisoning in Europe. Part 3: wildlife. *The Veterinary Journal*, 183(3): 260-265.
- Guo, X., Fang, X., Zhu, Q., Jiang, S., Tian, J., Tian, Q., and Jin, J. (2023).** Estimation of Root-Zone Soil Moisture in Semi-Arid Areas Based on Remotely Sensed Data. *Remote Sensing*, 15(8), 2003.
- Halkin, S. L., and Linville, S. U. (1999).** Northern Cardinal (*Cardinalis cardinalis*). *The Birds of North America*, (440), 32.
- Hamza-Chaffai, A., Amiard-Triquet, C., and El Abed, A. (1997).** Metallothionein-like protein: is it an efficient biomarker of metal contamination? A case study based on fish from the Tunisian coast. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 33(1), 53-62.
- Han, Q. F., Zhao, S., Zhang, X. R., Wang, X. L., Song, C., and Wang, S. G. (2020).** Distribution, combined pollution and risk assessment of antibiotics in typical marine aquaculture farms surrounding the Yellow Sea, North China. *Environment International*, 138, 105551.
- Hargreaves, A. L., Whiteside, D. P., and Gilchrist, G. (2011).** Concentrations of 17 elements, including mercury, in the tissues, food and abiotic environment of Arctic shorebirds. *Science of the Total Environment*, 409(19), 3757-3770.
- Hasab, h. A., jawad, h. A., dibs, h., hussain, h. M.,and al-ansari, n. (2020).** Evaluation of water quality parameters in marshes zone southern of

iraq based on remote sensing and gis techniques. *Water, air, & soil pollution*, 231(4), 1-11.

Hassan, F. M., Al-Saadi, H. A., and Mohamed, A. A. (2001). On the ecological features of Razzazah lake, Iraq. *National J. Chem*, 4, 549-565.

He, M., Zhu, Y., Yang, Y., Han, B., and Zhang, Y. (2011). Adsorption of cobalt (II) ions from aqueous solutions by palygorskite. *Applied Clay Science*, 54(3-4), 292-296

Hejna, M., Gottardo, D., Baldi, A., Dell'Orto, V., Cheli, F., Zaninelli, M., and Rossi, L. (2018). Nutritional ecology of heavy metals. *Animal*, 12(10), 2156-2170

Henson, M. C., and Chedrese, P. J. (2004). Endocrine disruption by cadmium, a common environmental toxicant with paradoxical effects on reproduction. *Experimental biology and medicine*, 229(5), 383-392.

Hessel, E. V., Staal, Y. C., Piersma, A. H., den Braver-Sewradj, S. P., and Ezendam, J. (2021). Occupational exposure to hexavalent chromium. Part I. Hazard assessment of non-cancer health effects. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 126, 105048.

Heydarieh, A., Arabameri, M., Ebrahimi, A., Ashabi, A., Monjazebeh Marvdashti, L., Shokrollahi Yancheshmeh, B., and Abdolshahi, A. (2020). Determination of magnesium, calcium and sulphate ion impurities in commercial edible salt. *Journal of Chemical Health Risks*, 10(2), 93-102.

Hoang, A. T., Kumar, S., Lichtfouse, E., Cheng, C. K., Varma, R. S., Senthilkumar, N., ... and Nguyen, X. P. (2022). Remediation of heavy metal polluted waters using activated carbon from lignocellulosic biomass: An update of recent trends. *Chemosphere*, 134825.

Holmes, R. T. (1986). Foraging patterns of forest birds: male-female differences. *The Wilson Bulletin*, 196-213.

Hossini, H., Shafie, B., Niri, A. D., Nazari, M., Esfahlan, A. J., Ahmadpour, M., ... and Hoseinzadeh, E. (2022). A comprehensive review on human health effects of chromium: insights on induced toxicity. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(47), 70686-70705

- Huang, H., Wang, J., Zhang, J., Cai, J., Pi, J., and Xu, J. F. (2021).** Inspirations of cobalt oxide nanoparticle based anticancer therapeutics. *Pharmaceutics*, 13(10), 1599.
- Hussain, C. M., and Kecili, R. (2019).** Modern environmental analysis techniques for pollutants. Elsevier.
- IARC. (2010).** A review of human carcinogens. C: Metals, arsenic, dusts, and fibres. Lyon, International Agency for Research on Cancer (IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Vol. 100) [summary in Straif K *et al.* (2009). A review of human carcinogens—Part C: Metals, arsenic, dusts, and fibres. *The Lancet Oncol.* 10:453-454p.
- ICMM (International Council on Mining and Metals). (2007).** Metals Environmental Risk Assessment Guidance, London, UK.
- Idan, F. S., and Jazza, S. H. (2022).** Bioaccumulation of hydrocarbon compounds in the muscle of three aquatic birds in Um Alnaaj Marsh, Iraq. *International Journal of Aquatic Biology*, 10(3), 234-241.
- Irabii, D. S. (2001).** Mercury pollution by industrial waste in water and sediments from the south of Iraq. Ph.D thesis, University of Basrah, 3p.
- Iraqi drinking water standard. (2001).** Central Organization for Quality Control and Standardization, Council of Ministers, Republic of Iraq, IQS: 417.
- Islam, A., Hossain, M. M., Rahim, M. M., Hasan, M. M., Hassan, M. T., Begum, M., and Ahmed, Z. (2019).** Assessment of heavy metals concentration in water and Tengra fish (*Mystus vittatus*) of Surma River in Sylhet region of Bangladesh. *Arch. Agric. Environ. Sci*, 4, 151-156.
- Islam, M., Akash, S., Jony, M. H., Nowrin, F. T., Rahman, M., Rauf, A., and Thiruvengadam, M. (2023).** Exploring the potential function of trace elements in human health: a therapeutic perspective. *Molecular and Cellular Biochemistry*, 1-31
- Itoh, S., Ozumi, K., Kim, H. W., Nakagawa, O., McKinney, R. D., Folz, R. J., ... and Fukai, T. (2009).** Novel mechanism for regulation of

extracellular SOD transcription and activity by copper: role of antioxidant-1. *Free Radical Biology and Medicine*, 46(1), 95-104.

Janaydeh, M., Ismail, A., Zulkifli, S. Z., Bejo, M. H., Aziz, N. A. A., and Taneenah, A. (2016). The use of feather as an indicator for heavy metal contamination in house crow (*Corvus splendens*) in the Klang area, Selangor, Malaysia. *Environmental Science and Pollution Research*, 23(21), 22059-22071.

Jarallah, R. S., and Al Hussein, H. M. H. (2021, April). Pollution of Water with Lead and Cadmium by the Effect of Adding Cities Waste in Al-Diwaniyah River, Iraq. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 735(1).

Jawad, L. A. (2021). Preliminary Review of the Aquatic Biodiversity in Al-Kahla River, Missan Province, Iraq. Tigris and Euphrates Rivers: Their Environment from Headwaters to Mouth, 423-477.

Jayakumar, r., and muralidharan, s. (2011). Metal contamination in select species of birds in nilgiris district, tamil nadu, india. *Bulletin of environmental contamination and toxicology*, 87(2), 166-170.

Jazza, S. H. (2015). The Status of Hydrocarbon Compounds Pollution of Water, Sediments and Some Aquatic Biota in Al-Kahlaa River-Missan Province, Iraq. *College of Science, University of Basrah*, 137p.

Jiang, X., Xiong, Z., Liu, H., Liu, G., and Liu, W. (2017). Distribution, source identification, and ecological risk assessment of heavy metals in wetland soils of a river-reservoir system. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(1), 436-444.

Jomova, K., Makova, M., Alomar, S. Y., Alwasel, S. H., Nepovimova, E., Kuca, K., ... and Valko, M. (2022). Essential metals in health and disease. *Chemico-Biological Interactions*, 110173

Kalisińska, E., and Salicki, W. (2010). Lead and cadmium levels in muscle, liver and kidney of scaup *Aythya marila* from Szczecin Lagoon, Poland. *Pol J Environ Stud*, 19(6), 1213-22.

- Kar, I., and Patra, A. K. (2021).** Tissue bioaccumulation and toxicopathological effects of cadmium and its dietary amelioration in poultry-a review. *Biological Trace Element Research*, 199(10), 3846-3868.
- Kaur, N., and Dhanju, C. K. (2013).** Heavy metals concentration in excreta of free living wild birds as indicator of environmental contamination. *The Bioscan*, 8(3), 1089-93.
- Kelly, B. C., Ikonomou, M. G., Blair, J. D., Morin, A. E., and Gobas, F. A. (2007).** Food web specific biomagnification of persistent organic pollutants. *science*, 317(5835), 236-239.
- Kenneth, B.A.and William, G.A.(2012).** Determination of the pollution loads of Brewery X and the impacts of the pollutant on the Sisai River. *Journal of Public Health and Epidemiology*, 4(10), 316-319.
- Kertész, V., and Fáncsi, T. (2003).** Adverse effects of (surface water pollutants) Cd, Cr and Pb on the embryogenesis of the mallard. *Aquatic Toxicology*, 65(4), 425-433.
- Kertész, V., Bakonyi, G., and Farkas, B. (2006).** Water pollution by Cu and Pb can adversely affect mallard embryonic development. *Ecotoxicology and environmental safety*, 65(1), 67-73.
- Khan, A., Khan, S., Khan, M. A., Qamar, Z., and Waqas, M. (2015).** The uptake and bioaccumulation of heavy metals by food plants, their effects on plants nutrients, and associated health risk: a review. *Environmental science and pollution research*, 22(18), 13772-13799.
- Kibret, K., Abera, G., and Beyene, S. (2023).** Soils and Society. In *The Soils of Ethiopia* (pp. 257-281). Cham: Springer International Publishing.
- King, J.M., Scheepers, A.C.T., Fisher, R.C., Reinecke, M.K.and Smith, L.B. (2003).** River rehabilitation: A review, case studies & emerging principles WRC Report No 1161/1/03. Water Research Commission, Pretoria. 273 pp.

- Kler, T. K., Vashishat, N., and Kumar, M. (2014).** Heavy metal contamination in excreta of avian species from Ludhiana district of Punjab. *Int J Adv Res*, 2(7), 873-879.
- Kosma, D. K., Long, J. A., and Ebbs, S. D. (2004).** Cadmium bioaccumulation in yellow foxtail (*Setaria glauca* LP Beauv): Impact on seed head morphology. *American Journal of Undergraduate Research*, 3(1), 9-14.
- Kraemer, S. M., and Hering, J. G. (2004).** Biogeochemical controls on the mobility and bioavailability of metals in soils and groundwater-Preface. *Aquatic Sciences*, 66(1), 1-2.
- Kumar, R., Gupta, A. K., Chattree, A., and Tripathi, R. M. (2013).** A Review on the detection of heavy metals in water bodies, fish organs, sediment river beds. *International Journal of Current Research and Review*, 5(18), 41.
- Kumar, S., Prasad, S., Yadav, K. K., Shrivastava, M., Gupta, N., Nagar, S., ... and Malav, L. C. (2019).** Hazardous heavy metals contamination of vegetables and food chain: Role of sustainable remediation approaches-A review. *Environmental research*, 179, 108792
- Kumar, V., Arya, S., and Dhaka, A. (2011).** A study on physico-chemical characteristics of Yamuna River around Hamirpur (UP), bundelkhand region central India. *International Multidisciplinary Research Journal*, 1(5).
- Kushwaha, S. (2016).** Heavy metal concentrations in feathers of critically endangered long-billed vultures (*Gyps indicus*) in Bundelkhand region, India. *Int J Life Sci Scienti Res*, 2(4), 365-375.
- Kuwae, T., Miyoshi, E., Hosokawa, S., Ichimi, K., Hosoya, J., Amano, T., ... and Elnor, R. W. (2012).** Variable and complex food web structures revealed by exploring missing trophic links between birds and biofilm. *Ecology Letters*, 15(4), 347-356.
- Lebedeva, N. V. (1997).** Accumulation of heavy metals by birds in the southwest of Russia. *Russian Journal of Ecology*, 28(1), 41-46.

- Leyssens, L., Vinck, B., Van Der Straeten, C., Wuyts, F., and Maes, L. (2017).** Cobalt toxicity in humans—A review of the potential sources and systemic health effects. *Toxicology*, 387, 43-56.
- Li, Q., Yang, J., Fan, W., Zhou, D., Wang, X., Zhang, L., ... and Crittenden, J. C. (2018).** Different transport behaviors of *Bacillus subtilis* cells and spores in saturated porous media: Implications for contamination risks associated with bacterial sporulation in aquifer. *Colloids and surfaces B: Biointerfaces*, 162, 35-42.
- Lingamdinne, L. P., Koduru, J. R., Roh, H., Choi, Y. L., Chang, Y. Y., and Yang, J. K. (2016).** Adsorption removal of Co (II) from waste-water using graphene oxide. *Hydrometallurgy*, 165, 90-96.
- Liu, Y., Wang, P., Gojenko, B., Yu, J., Wei, L., Luo, D., and Xiao, T. (2021).** A review of water pollution arising from agriculture and mining activities in Central Asia: Facts, causes and effects. *Environmental Pollution*, 291, 118209.
- Lozoff, B., Beard, J., Connor, J., Felt, B., Georgieff, M., and Schallert, T. (2006).** Long-lasting neural and behavioral effects of iron deficiency in infancy. *Nutrition reviews*, 64(suppl_2), S34-S43.
- Ma, Z., Cai, Y., Li, B., and Chen, J. (2010).** Managing wetland habitats for waterbirds: an international perspective. *Wetlands*, 30(1), 15-27.
- Maher, B., Taylor, A., Batley, G., and Simpson, S. (2016).** Bioaccumulation. In *Sediment quality assessment: a practical guide* (pp. 123-156). CSIRO Publishing.
- Mahurpawar, M. (2015).** Effects of heavy metals on human health. *Int J Res Granthaalayah*, 530, 1-7.
- Maitera, O. N., Ogugbuaja, V. O., and Barminas, J. T. (2010).** An assessment of the organic pollution indicator levels of River Benue in Adamawa State, Nigeria. *Journal of Environmental Chemistry and Ecotoxicology*, 2(7), 110-116.

- Maji, S., Dwivedi, D. H., Singh, N., Kishor, S., and Gond, M. (2020).** Agricultural waste: Its impact on environment and management approaches. Emerging eco-friendly green technologies for wastewater treatment, 329-351.
- Mannzhi, M. P., Edokpayi, J. N., Durowoju, O. S., Gumbo, J., and Odiyo, J. O. (2021).** Assessment of selected trace metals in fish feeds, pond water and edible muscles of *Oreochromis mossambicus* and the evaluation of human health risk associated with its consumption in Vhembe district of Limpopo Province, South Africa. *Toxicology Reports*, 8, 705-717.
- Marmiroli, N., and Maestri, E. (2008).** Health implications of trace elements in the environment and the food chain. Trace elements as contaminants and nutrients: *consequences in ecosystems and human health*. Wiley, Hoboken, 23-53.
- Medani, G., Gamal Eldien, M., Mohamedien, L., and Hammad, M. (2015).** Wild Birds as Bioindicator For Heavy Metals Pollution in Lake Quaron Protected Area (Ramsar Site), Fayoum, Egypt. *Suez Canal Veterinary Medical Journal. SCVMJ*, 20(2), 139-154.
- Mejía, H. F. G., Toledo-Alarcón, J., Rodríguez, B., Cifuentes, J. R., Porré, F. O., Haeger, M. P. L., ... and García, A. (2022).** Direct recycling of discarded reverse osmosis membranes for domestic wastewater treatment with a focus on water reuse. *Chemical Engineering Research and Design*, 184, 473-487.
- Merian, E., Anke, M., Ihnat, M., and Stoeppler, M. (2004).** *Elements and their compounds in the environment: occurrence, analysis and biological relevance* (No. Ed. 2). Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.
- Miller, A. (2005).** Corridor Consultations: nutrition. *Patient Care*, 16(6).
- Miller, M. E., Hamann, M., and Kroon, F. J. (2020).** Bioaccumulation and biomagnification of microplastics in marine organisms: A review and meta-analysis of current data. *PLoS One*, 15(10), e0240792
- Milošković, A., and Simić, V. (2023).** Bioaccumulation of potentially toxic elements in fish species of Serbia: a review. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-23.

Mishra, A. P., Khali, H., Singh, S., Pande, C. B., Singh, R., and Chaurasia, S. K. (2021). An assessment of in-situ water quality parameters and its variation with Landsat 8 level 1 surface reflectance datasets. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, 1-23.

Misztal-Szkudlińska, M., Szefer, P., Konieczka, P., and Namieśnik, J. (2011). Biomagnification of mercury in trophic relation of Great Cormorant (*Phalacrocorax carbo*) and fish in the Vistula Lagoon, Poland. *Environmental Monitoring and Assessment*, 176(1), 439-449.

Mitra, S., Chakraborty, A. J., Tareq, A. M., Emran, T. B., Nainu, F., Khusro, A., ... and Simal-Gandara, J. (2022). Impact of heavy metals on the environment and human health: Novel therapeutic insights to counter the toxicity. *Journal of King Saud University-Science*, 101865

Mkadmi, Y., Benabbi, O., Fekhaoui, M., Benakkam, R., Bjjjou, W., Elazzouzi, M., and Chetouani, A. (2018). Study of the impact of heavy metals and physico-chemical parameters on the quality of the wells and waters of the Holcim area (Oriental region of Morocco). *J Mater Environ Sci*, 9(2), 672-679.

Mochizuki, M., hondo, R., and ueda, F. (2002). Simultaneous analysis for multiple heavy metals in contaminated biological samples. *Biological trace element research*, 87(1), 211-223.

mohammed Irzoqy, I. M., Ibrahim, L. F., and Al-Tufaily, H. M. A. (2022, March). Analysis of the environmental reality of the marshes and its sustainable development. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1002, No. 1, p. 012010). IOP Publishing.

mohammed Irzoqy, I. M., Ibrahim, L. F., and Al-Tufaily, H. M. A. (2022, March). Analysis of the environmental reality of the marshes and its sustainable development. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1002, No. 1, p. 012010). IOP Publishing.

mohammed Irzoqy, I. M., Ibrahim, L. F., and Al-Tufaily, H. M. A. (2022, March). Analysis of the environmental reality of the marshes and its sustainable development. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 1002(1).

- Mohanty, S., Benya, A., Hota, S., Kumar, M. S., and Singh, S. (2023).** Eco-toxicity of hexavalent chromium and its adverse impact on environment and human health in Sukinda Valley of India: A review on pollution and prevention strategies. *Environmental Chemistry and Ecotoxicology*
- Morsy, K. M., Mishra, A. K., and Galal, M. M. (2020).** Water quality assessment of the Nile Delta Lagoons. *Air, Soil and Water Research*, 13, 1178622120963072.
- Musapatika, E. T., Singh, R., Moodley, K., Nzila, C., Onyango, M. S., and Ochieng, A. (2012).** Cobalt removal from wastewater using pine sawdust. *African Journal of Biotechnology*, 11(39), 9407-9415.
- Naccari, C., Cristani, M., Cimino, F., Arcoraci, T., and Trombetta, D. (2009).** Common buzzards (*Buteo buteo*) bio-indicators of heavy metals pollution in Sicily (Italy). *Environment international*, 35(3), 594-598.
- Negahban, S., Mokarram, M., Pourghasemi, H. R., and Zhang, H. (2021).** Ecological risk potential assessment of heavy metal contaminated soils in Ophiolitic formations. *Environmental Research*, 192, 110305.
- Nomas, H. B. (2005).** The potential water supply for the rehabilitation in the southern marshes of Iraq. *Mesopotamian Journal of Marine Science*, 20(1).
- Ochsenschlager, E. L. (2004).** Iraq's Marsh Arabs in the Garden of Eden. UPenn Museum of Archaeology.
- Odum, H. T. (2016).** *Heavy metals in the environment: using wetlands for their removal*. CRC Press.
- Okati, N., and Rezaee, M. (2013).** Heavy metals concentrations in different tissues of Persian Jird (*Meriones persicus*) in Sistan region. *International Research Journal of Applied and Basic Science*, 5(10), 1272-1276.
- Olu, U., Ugbomeh, A. P., Bob-Manuel, K. N. O., and Ekweozor, I. K. E. (2019).** Levels of selected heavy metals in water and sediment of the Soku Oil Field area of the Niger Delta, Nigeria. *Journal of Aquatic Pollution and Toxicology*, 3(1), 1-9.
- Orata, F., and Sifuna, F. (2023).** Uptake, Bioaccumulation, Partitioning of Lead (Pb) and Cadmium (Cd) in Aquatic Organisms in Contaminated

Environments. Lead, Mercury and Cadmium in the Aquatic Environment: Worldwide Occurrence, Fate and Toxicity, 166.

Osibanjo, O., Daso, A. P., and Gbadebo, A. M. (2011). The impact of industries on surface water quality of River Ona and River Alaro in Oluyole Industrial Estate, Ibadan, Nigeria. *African Journal of Biotechnology*, 10(4), 696-702.

Pandey, G., and Madhuri, S. (2014). Heavy metals causing toxicity in animals and fishes. *Research Journal of Animal, Veterinary and Fishery Sciences*, 2(2), 17-23.

Pandiyan, J., Mahboob, S., Jagadheesan, R., Elumalai, K., Krishnappa, K., Al-Misned, F., ... & Govindarajan, M. (2020). A novel approach to assess the heavy metal content in the feathers of shorebirds: A perspective of environmental research. *Journal of King Saud University-Science*, 32(7), 3065-3071.

Pannu, K. K., and Kler, T. K. (2018). Heavy metal contamination in excreta of house sparrow (*Passer domesticus*) from rural areas of Ludhiana. *Magnesium*, 4516(355.805), 3615-3667.

Papagiannis, I., Kagalou, I., Leonardos, J., Petridis, D., and Kalfakakou, V. (2004). Copper and zinc in four freshwater fish species from Lake Pamvotis (Greece). *Environment international*, 30(3), 357-362.

Park, N., Kim, J. H., and Cho, J. (2008). Organic matter, anion, and metal wastewater treatment in Damyang surface-flow constructed wetlands in Korea. *ecological engineering*, 32(1), 68-71.

Partow, H. (2001). *The Mesopotamian marshlands: demise of an ecosystem.*

Peakall, D., and Burger, J. (2003). Methodologies for assessing exposure to metals: speciation, bioavailability of metals, and ecological host factors. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 56(1), 110-121.

Petry, N., Olofin, I., Hurrell, R. F., Boy, E., Wirth, J. P., Moursi, M., ... and Rohner, F. (2016). The proportion of anemia associated with iron deficiency in low, medium, and high human development index countries: a systematic analysis of national surveys. *Nutrients*, 8(11), 693.

- Plaza, P. I., Uhart, M., Caselli, A., Wiemeyer, G., and Lambertucci, S. A. (2018).** A review of lead contamination in South American birds: The need for more research and policy changes. *Perspectives in Ecology and Conservation*, 16(4), 201-207.
- Plessl, C., Jandrisits, P., Krachler, R., Keppler, B. K., and Jirsa, F. (2017).** Heavy metals in the mallard *Anas platyrhynchos* from eastern Austria. *Science of The Total Environment*, 580, 670-676.
- Potapova, M. and Charles, D. F. (2003).** Distribution of benthic protected areas: strategies for conservation. *Cons. Bio.*, 16: 30-41
- Pour, A. B., and Hashim, M. (2015).** Hydrothermal alteration mapping from Landsat-8 data, Sar Cheshmeh copper mining district, south-eastern Islamic Republic of Iran. *Journal of Taibah University for Science*, 9(2), 155-166.
- Premarathna, K. S. D., Rajapaksha, A. U., Sarkar, B., Kwon, E. E., Bhatnagar, A., Ok, Y. S., and Vithanage, M. (2019).** Biochar-based engineered composites for sorptive decontamination of water: A review. *Chemical Engineering Journal*, 372, 536-550.
- Rader, R. B., Batzer, D. P., Wissinger, S. A., and Wissinger, S. A. (Eds.). (2001).** *Bioassessment and management of North American freshwater wetlands*. John Wiley & Sons.
- Rahim, N. S., Lim, S. M., Mani, V., Abdul Majeed, A. B., and Ramasamy, K. (2017).** Enhanced memory in Wistar rats by virgin coconut oil is associated with increased antioxidative, cholinergic activities and reduced oxidative stress. *Pharmaceutical biology*, 55(1), 825-832.
- Ramanathan, N., P. Padmavathy, T. Francis, S. Athithian and N. Selvaranjitham, (2005).** Manual on polyculture of tiger shrimp and carps in freshwater. Tamil Nadu Veterinary and Animal Sciences University, Fisheries College and Research Institute, Thothukudi, pp: 1-161.
- Rashmi, I., Karthika, K. S., Roy, T., Shinoji, K. C., Kumawat, A., Kala, S., and Pal, R. (2022).** Soil Erosion and sediments: a source of

contamination and impact on agriculture productivity. In *Agrochemicals in Soil and Environment: Impacts and Remediation* (pp. 313-345). Singapore: Springer Nature Singapore.

Richardson, C. J., and Hussain, N. A. (2006). Restoring the Garden of Eden: an ecological assessment of the marshes of Iraq. *BioScience*, 56(6), 477-489.

Rimmer, C. C., McFarland, K. P., Evers, D. C., Miller, E. K., Aubry, Y., Busby, D., and Taylor, R. J. (2005). Mercury concentrations in Bicknell's thrush and other insectivorous passerines in montane forests of northeastern North America. *Ecotoxicology*, 14(1), 223-240.

ROPME (1982). Manual of Oceanographic Observation and Pollution Analyses Methods ROPME/ P.O Box 16388. Blzusafa, Kuwait.

Rushdi, A. I., DouAbul, A. A., Mohammed, S. S., and Simoneit, B. R. (2006). Compositions and sources of extractable organic matter in Mesopotamian marshland surface sediments of Iraq. I: aliphatic lipids. *Environmental Geology*, 50(6), 857-866.

Rutkowska, M., Bajger-Nowak, G., Kowalewska, D., Bzoma, S., Kalisińska, E., Namieśnik, J., and Konieczka, P. (2019). Methylmercury and total mercury content in soft tissues of two bird species wintering in the Baltic Sea near Gdansk, Poland. *Chemosphere*, 219, 140-147.

Sadeghi, M., Ghasempouri, S. M., and Bahramifar, N. (2019). Xenobiotic and essential metals biomonitoring by feathers: molting pattern and feather regrowth sequence in four dominant waterfowl. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 16(1), 125-134.

Salim, M. A., Abd, I. M., Abdulhassan, N. A., and Minjal, M. (2009). Key biodiversity survey of southern Iraq. *Nature*, 1-117.

Sánchez-Virosta, P., Espín, S., García-Fernández, A. J., and Eeva, T. (2015). A review on exposure and effects of arsenic in passerine birds. *Science of the Total Environment*, 512, 506-525.

Sandeep, G., Vijayalatha, K. R., and Anitha, T. (2019). Heavy metals and its impact in vegetable crops. *Int J Chem Stud*, 7(1), 1612-1621

- Sanders, T., Liu, Y., Buchner, V., and Tchounwou, P. B. (2009).** Neurotoxic effects and biomarkers of lead exposure: a review. *Reviews on environmental health*, 24(1), 15-46.
- Saravanan, A., Kumar, P. S., Jeevanantham, S., Karishma, S., Tajsabreen, B., Yaashikaa, P. R., and Reshma, B. (2021).** Effective water/wastewater treatment methodologies for toxic pollutants removal: Processes and applications towards sustainable development. *Chemosphere*, 280, 130595.
- Schmidt, T., Buchert, M., and Schebek, L. (2016).** Investigation of the primary production routes of nickel and cobalt products used for Li-ion batteries. *Resources, Conservation and Recycling*, 112, 107-122.
- Shackelford, C.E. ; Rozenburg, E.R. ; Hunter, W.C. and Lockwood, M.W.(2005).** Migration and the Migratory Birds of Texas: Who They Are and Where They Are Going. Texas Parks and Wildlife PWD BK W7000-511(11/05). Booklet, 34pp.
- Shah, B. A., Shah, A. V., and Ahire, N. D. (2005).** Characteristics of Purna River Water of Navsari and Removal of Trace Toxic Metals by Ion-Exchange Process Using Preconcentration Technique. *Pollution Research*, 24(2), 415.
- Sheldon, D., Hrubby, T., Johnson, P., Harper, K., McMillan, A., Stanley, S., and Stockdale, E. (2003).** Freshwater Wetlands in Washington State Volume 1: A Synthesis of the Science. Washington State Department of Ecology Publication.
- Singh, r., gautam, n., mishra, a.,and gupta, r. (2011).** Heavy metals and living systems: an overview. *Indian journal of pharmacology*, 43(3), 246.
- Siregar, A. S., Sulistyio, I., and Prayogo, N. A. (2020).** Heavy metal contamination in water, sediments and Planiliza subviridis tissue in the Donan River, Indonesia. *Journal of Water and Land Development*, (45).
- Sirichotiwong, Ch. (2006).** Accumulation and distribution of heavy metals in water, sediment and Snakeskin Gaurami fish (*Tricogaster pectoralis*

Regan) in fish raising pond at Amphawa district, Samut Songkhram Province , MSc thesis, Mahidol Univ. ,Thailand.

Soleimani, H., Mansouri, B., Kiani, A., Omer, A. K., Tazik, M., Ebrahimzadeh, G., and Sharafi, K. (2023). Ecological risk assessment and heavy metals accumulation in agriculture soils irrigated with treated wastewater effluent, river water, and well water combined with chemical fertilizers. *Heliyon*.

Sonone, S. S., Jadhav, S., Sankhla, M. S., and Kumar, R. (2020). Water contamination by heavy metals and their toxic effect on aquaculture and human health through food Chain. *Lett. Appl. NanoBioScience*, 10(2), 2148-2166

Squadrone, S., Abete, M. C., Brizio, P., Monaco, G., Colussi, S., Biolatti, C., ... and Favaro, L. (2016). Sex-and age-related variation in metal content of penguin feathers. *Ecotoxicology*, 25(2), 431-438.

Staričenko, V. I., Lûbaševskij, N. M., and Popov, B. V. (1993). *Individual'naâ izmenčivost'metabolizma osteotropnyh toksičeskih vešestv*. Nauka.

Stavrianou, w. (2007). The western australian contaminated sites act 2003: the applicability of risk assessment as a basis for the assessment and management of site contamination. *2019-01-03]. Western australian, www. Awu. Edu. Aupp. 1-92.*

Storelli, M. M., Barone, G., Garofalo, R., and Marcotrigiano, G. O. (2007). Metals and organochlorine compounds in eel (*Anguilla anguilla*) from the Lesina lagoon, Adriatic Sea (Italy). *Food Chemistry*, 100(4), 1337-1341.

Stout, J. H., and Trust, K. A. (2002). Elemental and organochlorine residues in bald eagles from Adak Island, Alaska. *Journal of wildlife diseases*, 38(3), 511-517.

Suljević, D., Fočak, M., Sulejmanović, J., Šehović, E., and Alijagic, A. (2023). Low-dose and repeated exposure to nickel leads to bioaccumulation and cellular and metabolic alterations in quails. *Environmental Pollution*, 322, 121174.

- Sultana, Z. ; Ali, Md. E.; Uddin, Md. S.;and Haque, Md. M.(2013).** Implementation of effluent treatment plants for waste water treatment.
- Sun, Y., Liu, Z., Fei, Z., Li, C., Chun, Y., and Zhang, A. (2019).** Synergistic effect and degradation mechanism on Fe-Ni/CNTs for removal of 2, 4-dichlorophenol in aqueous solution. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(9), 8768-8778.
- Suski, C. D., Killen, S. S., Kieffer, J. D., and Tufts, B. L. (2006).** The influence of environmental temperature and oxygen concentration on the recovery of largemouth bass from exercise: implications for live–release angling tournaments. *Journal of Fish Biology*, 68(1), 120-136.
- Tahir, M. A., Risen, A. K., and Hussain, N. A. (2008).** Monthly variations in the physical and chemical properties of the restored southern Iraqi marshes. *Marsh Bulletin*, 3(1), 81-94.
- Talabi, A. O., and Kayode, T. J. (2019).** Groundwater pollution and remediation. *J Water Resour Prot* 11: 1–19.
- Tilgner, A., Schaefer, T., Alexander, B., Barth, M., Collett Jr, J. L., Fahey, K. M., ... and McNeill, V. F. (2021).** Acidity and the multiphase chemistry of atmospheric aqueous particles and clouds. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 21(17), 13483-13536.
- Toma, J. J. (2011).** Limnological study in dokan lake, kurdistan region of Iraq. *Journal of Environmental Studies*, 6(1), 1-12.
- UNEP, H. (2001).** The mesopotamian marshlands: demise of an ecosystem. *Division of Early Warning and Assessment, United Nations Environment Program (UNEP) Nairobi, Kenya, 46.*
- UNEP, United Nations Environment Programme (2002).** Partow, H. The Mesopotamian Marshlands: Demise of an Ecosystem Division of Early Warning and Assessment United Nations Environment Programme Nairobi, Kenya. ISBN: 92-807- 2069-4.

US.EPA (2003a). Issue paper on the bioavailability and bioaccumulation of metals . Risk assessment forum 1200 Pansylvania Avenue, NW Washington ,DC 20460.

(US.EPA) United States Environmental Protection Agency (2000). Bioaccumulation Testing and Interpretation for The Purpose of Sediment Quality Assessment (Status and Needs). Office of Water (4305) Office of Solid Waste (5307W) EPA-823-R-00-001.

USEPA, U. (2015). Environmental Protection Agency. 2003. *Final NPDES general permit for new existing sources and new discharges in the offshore subcategory of the oil and gas extraction category for the western portion of the outer continental shelf of the Gulf of Mexico*, 1-117.

Van Hook, R. I. (1974). Cadmium, lead, and zinc distributions between earthworms and soils: potentials for biological accumulation. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 12(4), 509-512.

Velusamy, S., Roy, A., Sundaram, S., and Kumar Mallick, T. (2021). A review on heavy metal ions and containing dyes removal through graphene oxide-based adsorption strategies for textile wastewater treatment. *The Chemical Record*, 21(7), 1570-1610

Vizute, J., Hernández-Moreno, D., López-Beceiro, A., Fidalgo, L. E., Soler, F., Pérez-López, M., and Míguez-Santiyán, M. P. (2022). Heavy metals and metalloid levels in the tissues of yellow-legged gulls (*Larus michahellis*) from Spain: sex, age, and geographical location differences. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(36), 54292-54308.

Vizute, J., Pérez-López, M., Míguez-Santiyán, M. P., and Hernández-Moreno, D. (2019). Mercury (Hg), lead (Pb), cadmium (Cd), selenium (Se), and arsenic (As) in liver, kidney, and feathers of gulls: a review. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology* Volume 247, 85-146.

Vizute, J., Pérez-López, M., Míguez-Santiyán, M. P., and Hernández-Moreno, D. (2019). Mercury (Hg), lead (Pb), cadmium (Cd), selenium (Se), and arsenic (As) in liver, kidney, and feathers of gulls: a review. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology* Volume 247, 85-146.

Vysakh, A., Ratheesh, M., Rajmohanan, T. P., Pramod, C., Premlal, S., and Sibi, P. I. (2014). Polyphenolics isolated from virgin coconut oil inhibits

adjuvant induced arthritis in rats through antioxidant and anti-inflammatory action. *International immunopharmacology*, 20(1), 124-130.

Wanders, N., van Vliet, M. T., Wada, Y., Bierkens, M. F., and van Beek, L. P. (2019). High-resolution global water temperature modeling. *Water Resources Research*, 55(4), 2760-2778.

Waring, J. S., Maher, W. A., and Krikowa, F. (2006). Trace metal bioaccumulation in eight common coastal Australian polychaeta. *Journal of Environmental Monitoring*, 8(11), 1149-1157.

Wei Zhang, W., and zhang Ma, J. (2011). Waterbirds as bioindicators of wetland heavy metal pollution. *Procedia Environmental Sciences*, 10, 2769-2774.

Wetzel, R. G. (2001). *Limnology: lake and river ecosystems*. gulf professional publishing.

Whelan, C. J., Wenny, D. G., and Marquis, R. J. (2008). Ecosystem services provided by birds. *Annals of the New York academy of sciences*, 1134(1), 25-60.

WHO (World Health Organization) (2006). Guidelines for drinking-water quality. 3rd ed. first addendum, vol. 1. World Health Organization, Geneva: 515pp.

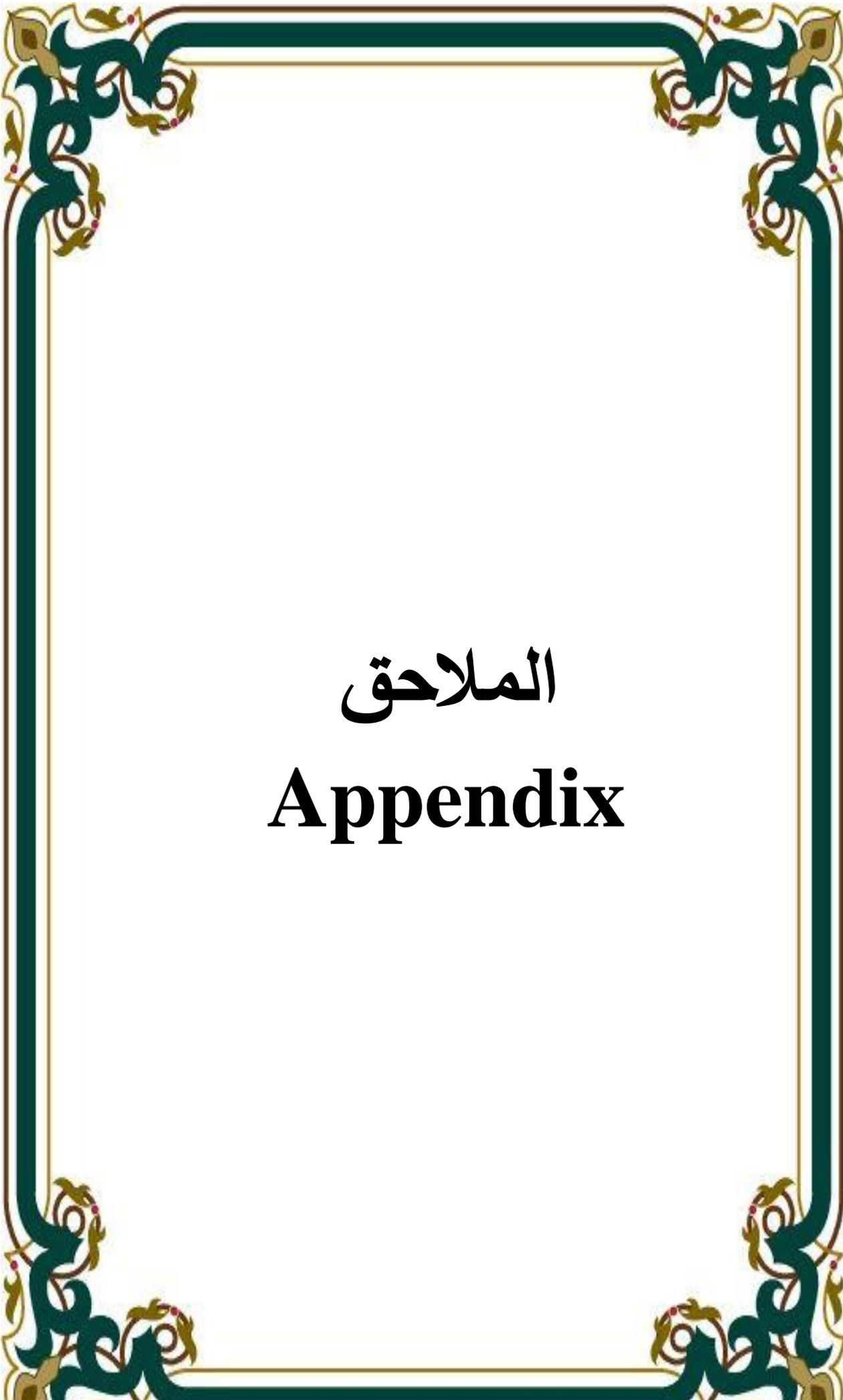
Wieser, S., Plessow, R., Eichler, K., Malek, O., Capanzana, M. V., Agdeppa, I., and Bruegger, U. (2013). Burden of micronutrient deficiencies by socio-economic strata in children aged 6 months to 5 years in the Philippines. *BMC Public Health*, 13(1), 1-15.

World Health Organization. (2010). Hardness in drinking-water: background document for development of WHO guidelines for drinking-water quality (No. WHO/HSE/WSH/10.01/10). World Health Organization.

Wu, w., mhaimed, a. S., al-shafie, w. M., ziadat, f., dhehibi, b., nangia, v., and de pauw, e. (2014). Mapping soil salinity changes using remote sensing in central iraq. *Geoderma regional*, 2, 21-31.

- Xi, T., and Wu, J. (2021).** A review on the mechanism between different factors and the occurrence of autism and ADHD. *Psychology Research and Behavior Management*, 393-403.
- Yan, X., Dong, W., An, Y., and Lu, W. (2019).** A Bayesian-based integrated approach for identifying groundwater contamination sources. *Journal of Hydrology*, 579, 124160.
- Yang, S., Feng, W., Wang, S., Chen, L., Zheng, X., Li, X., and Zhou, D. (2021).** Farmland heavy metals can migrate to deep soil at a regional scale: A case study on a wastewater-irrigated area in China. *Environmental Pollution*, 281, 116977.
- Yiannikourides, A., and Latunde-Dada, G. O. (2019).** A short review of iron metabolism and pathophysiology of iron disorders. *Medicines*, 6(3), 85.
- Zamora, T. G., Guiang, S. F., Widness, J. A., and Georgieff, M. K. (2016).** Iron is prioritized to red blood cells over the brain in phlebotomized anemic newborn lambs. *Pediatric research*, 79(6), 922-928.
- Zarrintab, M., and Mirzaei, R. (2018).** Tissue distribution and oral exposure risk assessment of heavy metals in an urban bird: magpie from Central Iran. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(17), 17118-17127.
- Zhang, W., Zhou, Y., Fang, X., Zhao, S., Wu, Y., Zhang, H., ... and Cui, P. (2023).** Effects of environmental factors on bird communities in different urbanization grades: An empirical study in Lishui, a mountainous area of eastern China. *Animals*, 13(5), 882.
- Zhao, J., Liu, C., Li, H., Liu, J., Jiang, T., Yan, D., ... and Dong, L. (2022).** Review on Ecological Response of Aquatic Plants to Balanced Harvesting. *Sustainability*, 14(19), 12451.
- Zhao, M. J., Wang, S. S., Jiang, Y., Wang, Y., Shen, H., Xu, P., ... and Xiao, H. (2017).** Hypolipidemic effect of XH601 on hamsters of Hyperlipidemia and its potential mechanism. *Lipids in health and disease*, 16(1), 1-12.

Żwierello, W., Styburski, D., Maruszewska, A., Piorun, K., Skórka-Majewicz, M., Czerwińska, M., ... and Gutowska, I. (2020). Bioelements in the treatment of burn injuries–The complex review of metabolism and supplementation (copper, selenium, zinc, iron, manganese, chromium and magnesium). *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 62, 126616.



الملاحق
Appendix

ملحق (1-a) الفروقات المعنوية الفصلية والموقعية لدرجة حرارة الهواء

المحطات	الخريف		الشتاء		متوسط المواقع	
	Mean	Std. Error	Mean	Std. Error	Mean	Std. Error
1	22.500	1.528	21.500	1.528	2.48	1.323
2	21.500	1.528	20.500	1.528	21.000	1.323
3	22.000	1.528	21.000	1.528	21.500	1.323
متوسط المواسم	22.00	1.080	21.00	1.080		
L s d 0.05	N s				N s	

ملحق (1-b) الفروقات المعنوية الفصلية والموقعية لدرجة حرارة الماء

المحطات	الخريف		الشتاء		متوسط المواقع	
	Mean	Std. Error	Mean	Std. Error	Mean	Std. Error
1	22.500	1.528	21.500	1.528	17.5	1.428
2	21.500	1.528	20.500	1.528	17.5	1.428
3	22.000	1.528	21.000	1.528	17.5	1.428
متوسط المواسم	a19.67	1.080	b15.33	1.080		
L s d 0.05	0.001				N.s	

ملحق (2) الفروقات المعنوية الفصلية والموقعية للاح الهيدروجيني

المحطات	الخريف		الشتاء		متوسط المواقع	
	Mean	Std. Error	Mean	Std. Error	Mean	Std. Error
1	7.215	0.108	8.065	0.108	7.64	0.094
2	7.340	0.108	8.190	0.108	7.77	0.094
3	7.275	0.108	8.125	0.108	7.70	0.094
متوسط المواسم	A 7.277	0.076	B 8.127	0.076		
F 0.05	0.001				N s	

ملحق (3) الفروقات المعنوية الفصلية والموقعية لقيم TDS في عينات المياه

المحطات	الخريف		الشتاء		متوسط المواقع	
	Mean	Std. Error	Mean	Std. Error	Mean	Std. Error
1	141.833	.333 0	126.167	0.333	134.0	0.289
2	143.833	0.333	128.167	0.333	136.0	0.289
3	133.333	0.333	117.667	0.333	125.5	0.289
متوسط المواسم	A 139.7	0.236	B 124.0	0.236		
F 0.05	0.026				.N.s	

ملحق (4) الفروقات المعنوية الفصلية والموقعية للتوصيلية الكهربائية في عينات المياه

المحطات	الخريف		الشتاء		متوسط المواقع	
	Mean	Std. Error	Mean	Std. Error	Mean	Std. Error
1	2.202	0.358	2.758	0.358	2.480	0.300
2	2.997	0.358	3.553	0.358	3.28	0.310
3	2.902	0.358	3.458	0.358	3.18	0.310
متوسط المواسم	2.70	0.253	3.26	0.253		
L s d 0.05	N s				N.s	

ملحق (5-a) الفروقات المعنوية الموقعية لتراكيز العناصر الثقيلة في عينات المياه بين المواقع

العنصر	Sites	Mean	SD
C d	1	A5.1	0.118
	2	A5.5	0.138
	3	A5.2	0.106
	SIG 0.05	0.996	
Co	1	A1.02	0.118
	2	A0.96	0.138
	3	A0.74	0.106
	SIG 0.05	0.932	
Cr	1	A2.7	0.118
	2	A2.7	0.138
	3	A2.7	0.106
	SIG 0.05	1.000	
Cu	1	0.62	0.118
	2	0.59	0.138
	3	0.65	0.106
	F 0.05	0.968	
Fe	1	0.87	0.118
	2	1.03	0.138
	3	1.26	0.106
	SIG 0.05	0.948	
Mn	1	A1.77	0.118
	2	A2.32	0.138
	3	A1.88	0.106
	SIG 0.05	0.969	
Ni	1	A 1.47	0.118
	2	A 1.63	0.138
	3	A 1.46	0.106
	SIG 0.05	0.973	
Pb	1	A 0.279	0.118
	2	A 0.255	0.138
	3	A 0.253	0.106
	SIG 0.05	0.719	
Zn	1	0.23	0.118
	2	0.17	0.138
	3	0.91	0.106
	SIG 0.05	0.369	

ملحق (5-b) الفروقات المعنوية الفصلية لتراكيز العناصر الثقيلة في عينات المياه بين الفصول

العنصر	الفصل	Mean	Std. Error
C d	الشتاء	B 2.21	0.097
	الخريف	A 8.31	0.097
	SIG 0.05	0.001	
Co	الشتاء	A 1.442	0.097
	الخريف	B 0.367	0.097
	SIG 0.05	0.004	
Cr	الشتاء	A 1.442	0.097
	الخريف	B 0.367	0.097
	SIG 0.05	0.004	
Cu	الشتاء	B 0.450	0.097
	الخريف	A 0.789	0.097
	SIG 0.05	0.005	
Fe	الشتاء	B 1.89	0.097
	الخريف	A 0.22	0.097
	SIG 0.05	0.002	
Mn	الشتاء	2.21	0.097
	الخريف	8.31	0.097
	SIG 0.05	0.001	
Ni	الشتاء	a 1.07	0.097
	الخريف	a 1.97	0.097
	SIG 0.05	0.073	
Pb	الشتاء	a 0.260	0.097
	الخريف	a 0.264	0.097
	SIG 0.05	0.879	
Zn	الشتاء	a 0.31	0.097
	الخريف	a 0.57	0.097
	SIG 0.05	0.609	

ملحق (6-a) الفروقات المعنوية للكادميوم بين الأنواع المختلفة

النوع	Mean	Std. Error
<i>A. crecca</i>	B 4.768	0.118
<i>A. acuta</i>	A 5.289	0.138
<i>A. platyrhynchos</i>	B 4.627	0.106
Sig	0.005	
F 0.05	7.372	

ملحق (6-b) الفروقات المعنوية للكادميوم بين الذكور والاناث

الجنس	Mean	Std. Error
انثى	A 4.874	0.096
ذكر	A 4.915	0.100
SIG	0.770	
F	0.088	

ملحق (6-c) الفروقات المعنوية للكادميوم بين أنسجة الكبد والعضلات

نوع النسيج	Mean	Std. Error
عضلات	A 5.076	.097
كبد	B 4.714	.097
SIG	0.016	
F 0,05	7.108	

ملحق (6-d) الفروقات المعنوية للكادميوم بين الخريف والشتاء

الفصل	Mean	Std. Error
الشتاء	B 1.653	0.097
الخريف	A 8.136	0.097
SIG	0.000	
F	2279.827	

ملحق (7-a) الفروقات المعنوية للخصائص في الأنواع المختلفة

النوع	Mean	Std. Error
<i>A. crecca</i>	A 0.151	0.064
<i>A. acuta</i>	A 0.108	0.075
<i>A. platyrhynchos</i>	A 0.208	0.057
SIG	0.570	
F	0.581	

ملحق (7-b) الفروقات المعنوية للخصائص بين الذكور والإناث

الجنس	Mean	Std. Error
انثى	A 0.126	0.052
ذكر	A 0.185	0.054
SIG	0.446	
F	0.606	

ملحق (7-c) الفروقات المعنوية للخصائص بين أنسجة الكبد والعضلات

نوع النسيج	Mean	Std. Error
عضلات	A 0.129	0.053
كبد	A 0.182	0.053
SIG	0.483	
F	0.514	

ملحق (7-d) الفروقات المعنوية للخصائص بين الخريف والشتاء

الفصل	Mean	Std. Error
الشتاء	A 0.105	0.053
الخريف	A 0.206	0.053
SIG	0.187	
F	1.884	

ملحق (8-a) الفروقات المعنوية للنيكل بين الأنواع المختلفة

النوع	Mean	Std. Error
<i>A. crecca</i>	B 1.070	.168
<i>A. acuta</i>	A 1.453	.197
<i>A. platyrhynchos</i>	C 0.524	.152
SIG	.005	
F	7.313	

ملحق (8-b) الفروقات المعنوية للنيكل بين الذكور والاناث

الجنس	Mean	Std. Error
انثى	A 1.029	0.137
ذكر	A 1.002	0.143
SIG	0.359	
F	0.887	

ملحق (8-c) الفروقات المعنوية للنيكل بين أنسجة الكبد والعضلات

نوع النسيج	Mean	Std. Error
عضلات	A 1.107	0.139
كبد	A 0.924	0.139
SIG	0.359	
F	0.887	

ملحق (8-d) الفروقات المعنوية للنيكل بين الخريف والشتاء

الفصل	Mean	Std. Error
الشتاء	B 0.843	0.139
الخريف	A 1.188	0.139
SIG	0.092	
F	3.164	

ملحق (9-a) الفروقات المعنوية للنحاس بين الأنواع المختلفة

النوع	Mean	Std. Error
<i>A. crecca</i>	A 1.487	.309
<i>A. acuta</i>	A 1.996	.362
<i>A. platyrhynchos</i>	A 1.449	.278
SIG	0.464	
F	0.802	

ملحق (9-b) الفروقات المعنوية للنحاس بين الذكور والاناث

الجنس	Mean	Std. Error
انثى	A 1.687	0.252
ذكر	A 1.601	0.264
SIG	0.817	.
F	0.055	

ملحق (9-c) الفروقات المعنوية للنحاس بين أنسجة الكبد والعضلات

نوع النسيج	Mean	Std. Error
عضلات	B 1.143	0.255
كبد	A 2.145	0.255
SIG	0.012	
F	7.894	

ملحق (9-d) الفروقات المعنوية للنحاس بين الخريف والشتاء

الفصل	Mean	Std. Error
الشتاء	A 2.216	0.255
الخريف	B 1.072	0.255
SIG	0.005	
F	10.286	

ملحق (10-a) الفروقات المعنوية للكوبلت بين الأنواع المختلفة

النوع	Mean	Std. Error
<i>A. crecca</i>	A 0.850	0.057
<i>A. acuta</i>	A 0.866	0.067
<i>A. platyrhynchos</i>	A 0.893	0.051
SIG	0.854	
F	0.160	

ملحق (10-b) الفروقات المعنوية للكوبلت بين الذكور والاناث

الجنس	Mean	Std. Error
انثى	A 0.904	0.046
ذكر	A 0.835	0.049
SIG	0.315	
F	1.070	

ملحق (10-c) الفروقات المعنوية للكوبلت بين أنسجة الكبد والعضلات

نوع النسيج	Mean	Std. Error
عضلات	A 0.820	0.047
كبد	A 0.919	0.047
SIG	A 0.148	
F	2.287	

ملحق (10-d) الفروقات المعنوية للكوبلت بين الخريف والشتاء

الفصل	Mean	Std. Error
الشتاء	A 1.437	0.047
الخريف	A 0.302	0.047
SIG	0.148	
F	2.287	

ملحق (11-a) الفروقات المعنوية للزنك بين الأنواع المختلفة

النوع	Mean	Std. Error
<i>A. crecca</i>	A1.056	.147
<i>A. acuta</i>	A1.126	.172
<i>A. platyrhynchos</i>	A1.256	.133
SIG	0.599	
F	0.527	

ملحق (11-b) الفروقات المعنوية للزنك بين الذكور والاناث

الجنس	Mean	Std. Error
انثى	A 1.158	0.120
ذكر	A 1.134	0.126
SIG	0.894	
F	0.018	

ملحق (11-c) الفروقات المعنوية للزنك بين أنسجة الكبد والعضلات

نوع النسيج	Mean	Std. Error
عضلات	A 1.002	0.121
كبد	A 1.290	0.121
SIG	0.108	
F	2.860	

ملحق (11-d) الفروقات المعنوية للزنك بين الخريف والشتاء

الفصل	Mean	Std. Error
الشتاء	A1.362	0.121
الخريف	B0.930	0.121
SIG	0.020	
F	6.492	

ملحق (12-a) الفروقات المعنوية للكروم بين الأنواع المختلفة

النوع	Mean	Std. Error
<i>A. crecca</i>	B 2.273	0.197
<i>A. acuta</i>	A 2.670	0.231
<i>A. platyrhynchos</i>	C 1.657	0.178
SIG	0.008	
F	6.392	

ملحق (12-b) الفروقات المعنوية للكروم بين الذكور والاناث

الجنس	Mean	Std. Error
انثى	A 2.186	0.161
ذكر	A 2.214	0.168
SIG	0.904	
F	0.015	

ملحق (12-c) الفروقات المعنوية للكروم بين أنسجة الكبد والعضلات

نوع النسيج	Mean	Std. Error
عضلات	A 2.292	0.163
كبد	A 2.108	0.163
SIG	0.430	
F	0.653	

ملحق (12-d) الفروقات المعنوية للكروم بين الخريف والشتاء

الفصل	Mean	Std. Error
الشتاء	B 0.174	0.163
الخريف	A 4.226	0.163
SIG	0.000	
F	316.568	

ملحق (13-a) الفروقات المعنوية للحديد بين الأنواع المختلفة

النوع	Mean	Std. Error
<i>A. crecca</i>	A 6.324	0.954
<i>A. acuta</i>	A 8.072	1.118
<i>A. platyrhynchos</i>	A 6.759	0.861
SIG	0.491	
F	0.739	

ملحق (13-b) الفروقات المعنوية للحديد بين الذكور والاناث

الجنس	Mean	Std. Error
انثى	A 7.516	0.779
ذكر	A 6.588	0.815
SIG	0.421	
F	0.677	

ملحق (13-c) الفروقات المعنوية للحديد بين أنسجة الكبد والعضلات

نوع النسيج	Mean	Std. Error
عضلات	B 4.601	0.788
كبد	A 9.502	0.788
SIG	0.000	
F	19.776	

ملحق (13-d) الفروقات المعنوية للحديد بين الخريف والشتاء

الفصل	Mean	Std. Error
الشتاء	A 8.995	0.788
الخريف	B 5.108	0.788
SIG	0.002	
F	12.441	

ملحق (15-a) الفروقات المعنوية للمغنيز بين الأنواع المختلفة

النوع	Mean	Std. Error
<i>A. crecca</i>	B 1.349	0.183
<i>A. acuta</i>	A 1.642	0.214
<i>A. platyrhynchos</i>	C 0.764	0.165
SIG	0.011	
F	5.833	

ملحق (15-b) الفروقات المعنوية للمغنيز بين الذكور والاناث

الجنس	Mean	Std. Error
انثى	A 1.247	0.149
ذكر	A 1.257	0.156
SIG	0.965	
F	0.002	

ملحق (15-c) الفروقات المعنوية للمغنيز في الطيور بين أنسجة الكبد والعضلات

نوع النسيج	Mean	Std. Error
عضلات	A 1.430	0.151
كبد	A 1.074	0.151
SIG	0.109	
F	2.843	

ملحق (15-d) الفروقات المعنوية للمغنيز بين الخريف والشتاء

الفصل	Mean	Std. Error
الشتاء	B 0.275	0.151
الخريف	A 2.229	0.151
SIG	0.000	
F	85.924	

Summary:

This study was carried out in Al-Hawizeh marsh to determine the bioaccumulation of nine heavy metals such as (cadmium, lead, nickel, copper, cobalt, zinc, chromium, iron, and manganese) in liver and muscle tissue of three bird species, *Anas crecca*, *Anas platyrhynchos* and *Anas acuta* of Both sexes (males and females), as well as estimating the concentrations of these metals and some environmental factors (air and water temperature, pH, electrical conductivity, and total dissolved salts) in water for three different sites during the period of month of study (autumn 2021 to winter 2022).

The results of the current study showed that the values of the air temperature ranged between (20-23 C°) and the water temperature ranged between (15_20 C°), the pH ranged between (7.1_8.2) in the first and second sites, and the electrical conductivity ranged between (2.54 to 3.73) dsm-1 in the first and third sites in autumn and winter, respectively, and the total dissolved salts between mg/L (118 _ 144) in the third and second sites during winter and autumn, respectively.

The results of the statistical analysis showed that there were no significant differences between the stations between air, water temperature, pH, total dissolved salts and electrical conductivity, and there were no significant differences between seasons for electrical conductivity and air temperature, while there were significant differences between seasons for pH, total dissolved salts and water temperature under the probability level (0.05).

The concentrations Cadmium in water samples ranged between 1.916 and 8.366 ppm in winter and autumn, respectively, lead between 0.248 and 0.310 ppm in autumn and winter, respectively, nickel between 0.490 and 2.421 ppm, and copper between 0.360 and 0.834 ppm in winter and autumn, respectively, cobalt between 0.022 and 1.452 ppm in autumn and winter

respectively, zinc between 0.340 and 1.492 ppm, chromium between 0.020 and 5.479 ppm in winter and autumn respectively, iron between 0.190 and 2.290 ppm in autumn and winter respectively, and manganese between 0.090 and 3.743 ppm during winter and autumn, respectively. The results of the statistical analysis showed that there were no significant differences between the sites for all elements, while there were significant differences between the seasons for all elements except for lead and nickel no significant differences were recorded between the seasons under the probability level (0.05).

In birds, the values of cadmium in the liver of *A. platyrhynchos* ranged between 1.003 and 8.139 ppm in females, lead between 0.076 and 0.922 ppm in females and males during winter and autumn, respectively, nickel between 0.316 and 1.127 ppm in females and males, and copper between 0.635 ppm. and 4.620, cobalt between 0.436 and 1.506 ppm, zinc between 0.718 and 2.000 ppm during autumn and winter, respectively, chromium between 0.021 and 3.581 ppm during winter and autumn, respectively, iron between 4.937 and 15.850 ppm during autumn and winter, respectively, and manganese between ppm 0.500 and 1.093 during winter and autumn, respectively.

In muscles, the values of cadmium ppm ranged between 1.270 and 8.073 in females during winter and autumn, respectively, lead between 0.199 and 0.230 ppm in females, nickel between 0.013 and 0.986 ppm in females and males, and copper between 0.788 and 1.580 ppm in females , cobalt between 0.105 and 1.611 ppm in females during autumn and winter respectively, zinc between 0.800 and 1.420 ppm in females, chromium between 0.021 and 3.581 ppm in females, iron between 4.000 and 5.600 ppm in females, and manganese between 0.090 ppm and 1.716 in females during winter and autumn, respectively.

As for *A. crecca*, the values of cadmium in liver tissues ranged between 0.73 and 8.174 ppm in females during winter and autumn, lead between 0.077 and 0.195 ppm in females in autumn and winter, nickel between 0.294 and 1.506 ppm in females and males, and copper between 0.986 and 4.400 ppm in females, cobalt between 0.046 and 1.372 ppm in males, zinc between 0.806 and 2.000 ppm in females during winter and autumn, respectively, chromium between 0.02 and 4.199 ppm in males and females during autumn and winter, respectively, and iron between 5.679 and 14.220 ppm in females during winter and autumn respectively, and manganese was between 0.17 and 1.519 ppm in males and females during autumn and winter.

In muscles, the values of cadmium ranged between 1.671 and 7.905 ppm, lead between 0.075 and 0.202 ppm for females and males, nickel between 0.953 and 1.609 ppm in males and females during the autumn and winter, respectively, and copper between 1.017 and 1.10 ppm in males, and cobalt between ppm. 0.05 and 1.422 in males and females, zinc between 0.604 and 2.000 ppm in males during winter and autumn, respectively, chromium between 0.021 and 4.65 ppm in males and females during autumn and winter, respectively, and iron between 2.619 and 4.68 ppm in females and males during Winter and autumn, and manganese between 0.08 and 3.17 ppm in males and females during autumn and winter, respectively.

As for *A. acuta*, the values of cadmium in liver tissues ranged between 1.221 and 8.073 ppm in males and females, lead between 0.077 and 0.350 ppm in males, nickel between 0.75 and 1.770 ppm in females and males during autumn and winter, respectively, and copper between ppm 0.807 and 2.030 in males and females, cobalt between ppm 0.473 and 1.457 in females, zinc between ppm 0.402 and 1.580 in males and females during winter and autumn, respectively, and chromium between ppm 0.022 and 5.054 in males and females during autumn and winter, respectively , and iron between 1.544 and 12.620 ppm in males and females during winter and autumn,

respectively, and manganese between 0.12 and 2.47 ppm in females during autumn and winter, respectively.

In muscles, the values of cadmium ranged between 2.074 and 9.187 ppm in males, lead between 0.140 and 0.185 ppm in females, nickel between 0.541 and 1.919 ppm in males and females, copper between 1.14 and 1.292 ppm in females and males, and cobalt between 0.157 and 1.465 ppm. in males during autumn and winter, respectively, and zinc between 0.146 and 1.41 ppm in males during winter and autumn, respectively, and chromium between 0.021 and 5.304 ppm in males and females during autumn and winter, respectively, and iron between 3.029 and 5.630 ppm in males during winter and autumn respectively, manganese was between 0.09 and 3.651 ppm in males and females during autumn and winter.

Our current study showed that cadmium, nickel, copper, chromium, iron and manganese exceeded the permissible limits described by the Food and Agriculture Organization (FAO,2007).

The results of the statistical analysis showed that there were significant differences between the seasons for all elements except for lead and cobalt, while there were no significant differences between gender, where in between species there were significant differences in cadmium, nickel, chromium and manganese, while in tissue, there were significant differences in cadmium, copper and iron under the level of probability (0.05).

The results showed that these birds have the ability to accumulate heavy metals in their tissues, and therefore they can be used as a bioindicators for heavy metal contamination.

**Ministry of Higher Education
and Scientific Research
University of Misan
College of Science
Department of Biology**



**Bio-accumulation of heavy metals in liver and muscles
of three species bird in Al-Hawizeh Marshes Southern
Iraq**

A Thesis

Submitted to the Council of the College of Science University of Misan as
Partial Fulfillment of the Requirement for Master Degree in Biology

By
Saja Mahdi Hussein
B.Sc. Biology (2017)

Supervisor
Assist. Prof. Dr. Salih Hassan Jazza
Assist. Prof. Safaa Sabri Najim

2023 A.D

1444 A.H