



الأكاديمية الليبية – مصراتة
مدرسة العلوم الأساسية
قسم علوم الحياة
شعبة علم الحيوان

تأثير بعض العناصر الثقيلة على الخصائص الحيوية لبعض
أنواع الأسماك في شاطئ مدينة مصراتة، ليبيا.

Effect of heavy metals on the physiological parameters of some fish species in cost of Misurata, Libya.

رسالة مقدمة استكمالاً لمتطلبات الحصول على درجة الماجستير في علوم الحياة

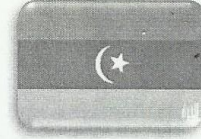
إعداد

حليمة علي حديد

إشراف

د. البشير أحمد الجطلاوي

الفصل الدراسي ربيع 2017م



قرار لجنة المناقشة للطالبة


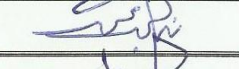

حليمة علي مختار حديد

للحصول على درجة الإجازة العالية (الماجستير) في قسم (علوم الحياة)

قامت اللجنة المشكلة بقرار السيد/ رئيس الأكاديمية الليبية/ فرع مصراتة رقم (148) الصادر بتاريخ 2017/03/29م بمناقشة الرسالة المقدمة من الطالبة/ حليمة علي مختار حديد لنيل درجة الإجازة العالية (الماجستير) في قسم (علوم الحياة) شعبة (علم الحيوان) وعنوانها:

تأثير بعض العناصر الثقيلة على الخصائص الحيوية لبعض أنواع الأسماك في شاطئ مدينة مصراتة، ليبيا

وبعد مناقشة الرسالة علنياً على تمام الساعة (01:00 ظهراً) يوم الخميس الموافق 2017/04/20م بقاعة المناقشات بالأكاديمية وتقويم مستوى الرسالة العلمي والمنهج الذي اتبعته الطالبة في بحثها قررت اللجنة ما يلي: قبول الرسالة ومنح الطالبة: حليمة علي مختار حديد درجة الإجازة العالية (الماجستير) في قسم (علوم الحياة).

أعضاء اللجنة المناقشة	الصفة	التوقيع
السيد/ د. البشير احمد الجطلاوي	مشرفاً ومقرراً	
السيد/ د. إسماعيل محمد الهماي	عضواً	
السيد/ د. عادل محمد مليطان	عضواً	

يعتد به

د. عبد العالي بشير بن صالح

عميد مدرسة العلوم الأساسية بالأكاديمية

التوقيع:

التاريخ: 03 / 05 / 2017 م



د. عادل محمد الاجطل

رئيس قسم علوم الحياة بالأكاديمية

التوقيع:

التاريخ: 03 / 05 / 2017 م

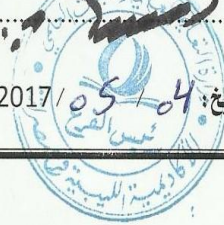


د. محمد الهادي اشتوي

رئيس الأكاديمية الليبية / فرع مصراتة

التوقيع:

التاريخ: 04 / 05 / 2017 م



إقرار الأمانة العلمية

أنا الطالبة: **حليمة علي مختار حديد**، المسجلة بالأكاديمية الليبية / فرع مصراتة بقسم علوم الحياة تحت رقم قيد (31359020)، أقر بأنني التزمت بكل إخلاص بالأمانة العلمية المتعارف عليها لإنجاز رسالتي المعنونة بـ (تأثير بعض العناصر الثقيلة على الخصائص الحيوية لبعض أنواع الأسماك في شاطئ مدينة مصراتة، ليبيا)، لنيل الدرجة العلمية (الماجستير)، وأني لم أقم بالنقل أو الترجمة من أية أبحاث أو كتب أو وسائل علمية تم نشرها داخل ليبيا أو خارجها إلا بالطريقة القانونية واتباع الأساليب العلمية في عملية النقل أو الترجمة وإسناد الأعمال لأصحابها، كما أنني أقر بعدم قيامي بنسخ هذا البحث من غيري وتكراره عنواناً ومضموناً.

وعلى ذلك فإنني أتحمل كامل المسؤولية القانونية المترتبة على مخالفتي لذلك إن حدثت هذه المخالفة حالياً أو مستقبلاً بما في ذلك سحب الدرجة العلمية الممنوحة لي.

والله على ما أقول شهيد

الاسم: حليمة علي مختار حديد.

التوقيع:

التاريخ:

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

(وَهُوَ الَّذِي سَخَّرَ الْبَحْرَ لِتَأْكُلُوا مِنْهُ لَحْمًا طَرِيًّا وَتَسْتَخْرِجُوا

مِنْهُ حِلْيَةً تَلْبَسُونَهَا وَتَرَى الْفُلْكَ مَوَاحِرَ فِيهِ وَلِتَبْتَغُوا مِنْ فَضْلِهِ

وَلَعَلَّكُمْ تَشْكُرُونَ)

صدق الله العظيم

الآية 14 من سورة النحل

إلى جميع أفراد عائلتي الكريمة

الشكر والتقدير

Acknowledgement

من لا يشكر الناس لا يشكر الله، لا بد من كلمة شكر وعرافان أتقدم بها إلى كل من مد لي يد العون وساعدني في إعداد هذا البحث، أتقدم بجزيل الشكر والعرافان إلى د. البشير أحمد الجطلاوي الذي أكرمني بإشرافه على هذه الرسالة للحصول على درجة الماجستير وعلى ما خصني به من وقت وجهد ومتابعة دقيقة لمراحل البحث. ود. إسماعيل محمد الهمالي على الدعم والتوجيهات السديدة فجزاه الله عنا خير الجزاء، ود. نصر الدين رجب رحومة على التوجيهات والمتابعة وزوجي السيد محمد إسماعيل البرقلي على ما قدمه من مساعدات وتشجيع وتوفير الظروف المناسبة للبحث والدراسة، والسيد عادل ميلاد القابسي على المساعدة في تحليل عينات المعادن، والسيد محمد سعد العماري على جمع العينات في الوقت المناسب والسيد ايهاب محمد البيرة والاساتذ جمال محمد المستيري والاساتذ يوسف عبدالله بن عبد المولى على مساعدتي في توفير بعض متطلبات الجزء العملي. أتقدم بالشكر والعرافان كذلك إلى إدارة مدرسة مصراتة الثانوية (بنات) وعلى رأسها الأستاذة زينب امحمد التهامي والأستاذة سمية سالم سعيد لما قدموه من مساعدة في توفير المواد التي تخدم الجزء العملي، والأستاذ عمران أحمد أبوشحمة والأخوة والأخوات بمختبر مصراتة المركزي على حسن المعاملة والدقة في التعامل وإظهار النتائج الخاصة بالأنزيمات، ود. إسماعيل حسين فتاتيت على المراجعة اللغوية، وأتوجه أيضا بالشكر إلى الأكاديمية الليبية وخاصة قسم علوم الحياة ، على إتاحتها فرصة مواصلة الدراسة وكل من قدم يد العون والمساعدة والتشجيع لإنجاز هذه الدراسة. (تم إنجاز الجزء العملي من هذه الدراسة في معمل قسم الأحياء، بكلية التربية بجامعة مصراتة

جدول المحتويات

ب.....	الآية
ج.....	الإهداء
د.....	الشكر والتقدير Acknowledgement
ز.....	الخلاصة
1.....	المقدمة Introduction
13.....	الدراسات السابقة Literature Review
17.....	أهداف الدراسة Objectives
18.....	المواد وطرق البحث Material and Methods
18.....	منطقة الدراسة Study area
18.....	وصف الأنواع Species description
21.....	جمع العينات Specimens collection
22.....	تجهيز العينات Specimens preparation
25.....	تقدير العناصر الثقيلة في نسيج الكبد Estimation of heavy metals in the liver tissue
26.....	تقدير العناصر الثقيلة في عينات الماء Estimation of heavy metals in water samples
26.....	تقدير الخصائص الحيوية والمتمثلة في نشاط الإنزيمات The concentration of enzymes
28.....	التحليل الإحصائي Statistical analysis
29.....	النتائج Results
29.....	تركيز المعادن الثقيلة في مياه البحر Concentration of heavy metals in sea water
30.....	تركيز المعادن الثقيلة في الأنواع المدروسة Concentration of heavy metals in the studied species
33.....	نشاط الإنزيمات في الأنواع المدروسة The concentration of enzymes in the species studied
36.....	العلاقة بين المعادن الثقيلة والإنزيمات The relationship between heavy metals and enzymes

36.....	<i>E. alletteratus</i>	العلاقة بين المعادن ونشاط الانزيمات في اسماك الرزام
36.....	<i>E. Marginatus</i>	العلاقة بين المعادن ونشاط الانزيمات في اسماك الفروج
37.....	<i>P. pagrus</i>	العلاقة بين المعادن ونشاط الانزيمات في اسماك الباقرو
37.....	<i>D. sargus</i>	العلاقة بين المعادن ونشاط الانزيمات في اسماك الشرقان
45.....	Discussion	المناقشة
53.....	Future perspectives	وجهة نظر مستقبلية
55	Summary	الخلاصة باللغة الانجليزية
57.....	References	المراجع
57.....		المراجع العربية:
60.....		المراجع الاجنبية:
72.....	Appendixes	الملاحق

الخلاصة

تم في هذه الدراسة تقدير 5 عناصر ثقيلة هي: الحديد (Fe) والرصاص (Pb) والنحاس (Cu) والكاديوم (Cd) والزنك (Zn)، في النسيج الكبدي لأربع أنواع من الأسماك ذات القيمة الاقتصادية والتي تستهلك بكثرة في المجتمع الليبي وهي: الرزام *Euthynnus alletteratus* والباقرو *Pagrus pagrus* والفروج و *Epinephelus marginatus* والشرقان *Diplodus sargus*، وتم كذلك تقدير تركيز إنزيمات؛ Alkaline Phosphate (ALP) و (ALT) Alanine Amino Transferase و Aspartate Amino Transferase (AST) و Lactate Dehydrogenase (LDH) في نسيج كبد الأنواع المدروسة، في سنتين متتاليتين؛ نوفمبر 2015 وسبتمبر 2016. وكذلك تم تقدير العناصر الثقيلة؛ الحديد (Fe) والرصاص (Pb) والنحاس (Cu) والكاديوم (Cd) والزنك (Zn)، في مياه البحر التي تم صيد الأسماك منها، وكان نمط اتجاه تركيز المعادن الثقيلة السائد في مياه البيئة التي تعيش فيها الأنواع المدروسة هو؛ تركيز الرصاص < تركيز الحديد < تركيز الزنك < تركيز الكاديوم < تركيز النحاس، وكان تركيز كل من الحديد والنحاس والزنك دون الحد المسموح به بينما كان تركيز كل من الرصاص والكاديوم أعلى من الحد المسموح به في مياه البحر. لا توجد فروق معنوية بين تراكيز كل معدن من المعادن في كل نوع من أنواع الأسماك المدروسة في سنتي الدراسة، وكان نمط اتجاه التركيز السائد في جميع الأنواع المدروسة هو؛ تركيز الحديد < تركيز الزنك < تركيز الرصاص < تركيز النحاس < تركيز الكاديوم، بالنسبة لتركيز الحديد: الفروج (15.46 µg/g) < الباقرو (13.94) < الشرقان (8.30) < الرزام (5.66)، والرصاص: الباقرو (1.12 µg/g) < الشرقان (1.1) < الفروج (1.02) < الرزام (0.68)، النحاس: الفروج (0.58 µg/g) < الرزام (0.57)، الباقرو (0.56) < الشرقان (0.54) < الكاديوم الباقرو (0.24 µg/g) < الرزام (0.14) < الشرقان (0.12) <

الفروج (0.1)، الزنك الشرقان (4.92 µg/g) < الفروج (4.62) < الرزام (3.96) < الباقرو (3.12).

نمط تركيز الأنزيمات في أسماك الرزام والباقرو والشرقان هو؛ $ALP < AST < ALT$
 $LDH <$ بينما في أسماك الفروج كان $ALP < AST < LDH < ALT$ ، بالنسبة لتركيز
الأنزيم ALP الباقرو (535.02 u/l) < الرزام (478.47) < الشرقان (227.94) < الفروج
(82.84)، ALT الباقرو (3119.5 u/l) < الفروج (2262.96) < الرزام (2064.6) < الشرقان
(754.07)، AST الفروج (1913.5 u/l) < الباقرو (1292.4) < الرزام (598.42) < الشرقان
(536.3)، LDH الفروج (1411 u/l) < الباقرو (290.33) < الشرقان (215.63) < الرزام
(52.13).

هناك علاقة ارتباط طردية وأخرى عكسية بين تركيز المعادن الثقيلة وتركيز الإنزيمات في
النسيج الكبدي في أنواع الأسماك المدروسة، تختلف قوة الارتباط باختلاف المعدن الثقيل والإنزيم
ونوع الأسماك، تتراوح قوة ارتباط العلاقات الموجبة بين 0.01 إلى 0.71، بينما في العلاقات
السالبة بين - 0.04 إلى - 0.58. معظم قوة علاقات الارتباط غير معنوية إلا أن بعضها له
دلالة معنوية. هناك علاقات ارتباط موجبة وأخرى سالبة كلاهما له دلالة معنوية، وتتراوح قيمة P
(P-value) في العلاقات المعنوية بين 0.002 إلى 0.05 . وربما يرجع قلة وجود علاقات
الارتباط القوية بين تركيز المعادن الثقيلة وتركيز الأنزيمات في كبد الأنواع المدروسة إلى مقدرة
النسيج الكبدي في التخلص من بعض المعادن.

المقدمة

Introduction

البحر المتوسط من أهم بحار العالم نظرا لموقعه الجغرافي، فهو يقع بين ثلاث قارات (أفريقيا وأسيا وأوروبا)، وتطل عليه 18 دولة؛ وتبلغ مساحته 2.96 مليون كم² ويبلغ متوسط عمقه 1500 م وأقصى عمق له 4846 م، في شمال خليج سرت (العزايي، 1992). يمتاز البحر المتوسط بسواحل تعد بيئة بحرية جيدة لحضانة يرقات الأسماك؛ وذلك بسبب عدم وجود التيارات المائية القوية التي تؤثر على اليرقات وتنقلها بعيدا إلى مناطق يصعب العيش فيها؛ ولهذا السبب تقصده العديد من الأسماك في مواسم تكاثرها لوضع بيضها (العمامي، 1988). ليبيا من ضمن الدول المطلة على البحر المتوسط وتتمتع بشاطئ يصل طوله إلى 1800 كم تقريبا، أدى طول الشاطئ إلى ظهور تنوع في الثروة السمكية حيث تقدر أنواع الأسماك في البحر المتوسط بحوالي 664 نوعاً ممثلة في 156 فصيلة، لذا يعد البحر المتوسط عالي التنوع الحيوي للأسماك حيث يحتوي على ما يشكل أكثر من 4% من أسماك البحار في العالم (بن عبدالله وآخرون، 2005؛ Keskin et al., 2011)، يقطن منها على الساحل الليبي حوالي 400 نوع تنتمي إلى 103 فصيلة (بن عبدالله، وآخرون، 2005)، ومصراتة مدينة ساحلية مطلة على الساحل الجنوبي للبحر المتوسط، ويحدها البحر المتوسط من جهتي الشمال والشرق، ويبلغ مجموع طول ساحلها 130 كم، تقع بين دائرتي عرض 33° 31' و 23° 32' شمالاً، وبين خطي طول 36° 14' و 22° 15' شرقاً (الشركسي وأبومدينة، 2010).

الأسماك أحد أكبر وأهم المجموعات الفقارية التي تقطن البيئة المائية، وتقع في قمة المستهلكات في السلسلة الغذائية في النظام البيئي المائي (Dallinger et al., 1987). تعد الأسماك من المصادر المهمة للبروتين الحيواني في العديد من دول العالم لكونها عالية القيمة

الغذائية، فضلاً عن إحتوائها على بعض المعادن كالحديد والزنك والكالسيوم والفسفور التي تدخل في بناء جسم الإنسان (Ali et al., 2011; Mohamad et al., 2012; Toth Jr and Brown, 1997). كما أن هذه الكائنات المائية ذات محتوى عالٍ من الأحماض الدهنية الأساسية غير المشبعة (الأحماض الدهنية طويلة السلسلة والتي لا يستطيع الجسم تخليقها Essential fatty acids ((EFAs)، كالحامض الدهني Eicosapentaenoic acid (EPA) و Docosahexaenoic acid (DHA). لذا يوصى باستعمالها كغذاء، للوقاية من أمراض الجهاز الوعائي الدوري (Daviglus et al., 1997; Domingo Cardiovascular diseases et al., 2007; Siscovick et al., 1995)، فضلاً عن دور بروتينات الأسماك في تنظيم مستوى الجلوكوز في الدم (Patterson and Ranjitha, 2009).

للأسماك قابلية على تجميع العناصر الثقيلة بتراكيز أعلى مما في الماء وتربة القاع (Substrate) بسبب تغذيتها على الطحالب والأحياء الصغيرة فضلاً عن المواد العضوية الموجودة في البيئة المائية (Olaifa et al., 2004; Park and Presley, 1997). وتراكم أو زيادة تركيز المعادن في انسجتها يحدث جراء انتقال هذه المعادن من الوسط المائي إليها مباشرة أو عبر السلسلة الغذائية (Gibson, 1994). حيث تدخل إلى جسم السمكة من خلال الخياشيم أو المسار الهضمي عبر الغذاء أو من خلال سطح الجسم (Beijer and Jernelov, 1986; Romeo et al., 1999). ويتأثر تراكم هذه العناصر في أجسام الأسماك بعوامل مختلفة أهمها مستوى التلوث في الماء المحيط بها فضلاً عن العمر والحالة الفسيولوجية للسمكة (Van den Broek et al., 2002).

التراكم الحيوي Bioaccumulation للمعادن الثقيلة يتباين بين الأنواع والأعمار والجنس والأعضاء في الكائن الحي، إلا أن النسيج الهدف (Target tissue) لهذه المعادن هو العضو

الأكثر نشاطا في عمليات الأيض كالكلبد والكلىة والخياشيم، بينما النسيج العضلي يعد أقلها من حيث نشاط العمليات الأيضية (Ekpo et al., 2013; Shivakumar et al., 2014)، وارتباط المعادن الثقيلة مع البروتينات والانزيمات والأحماض الأمينية يسبب خلا في وظائف هذه الأعضاء (Filipović and Raspør, 2003).

إن تركيب السلاسل الغذائية في النظام المائي أكثر تعقيداً مقارنةً بنظم اليابسة، حيث إن كتلة صغيرة في البيئة المائية ممكن أن تحدث تغيرات ملحوظة مما يجعله أكثر حساسية لتأثير التلوث (Förstner and Wittmann, 2012). وعليه تعد الأسماك مقياساً جيداً للتلوث لذا استخدمت كأدلة حياتية لتلوث البيئة المائية بالعناصر الثقيلة في العديد من الدراسات، (خلف وآخرون، 1986; التميمي وآخرون، 1999; الطائي، 1999; Farkas et al., 2000; Schulz and ; 1999; Martins-Junior, 2001; Van den Broek et al., 2002).

الزيادة السكانية في المدن المطلة على البحر المتوسط أدت إلى زيادة المخلفات الصناعية والبشرية المطروحة في مياه البحر والتي تعد من أكبر الملوثات (Adedeji et al., 2009; Sen et al., 2011)، وتكمن خطورة هذه الملوثات في انتقالها عبر السلسلة الغذائية المائية حيث إنها غير قابلة للتحلل وتسبب أضرارا حادة ومزمنة لمختلف الأحياء المائية (Ahmad and Afzal, 2001)، وقد تصل في نهاية المطاف إلى تراكيز أعلى مئات المرات من التي تقاس في المياه والرسوبيات والمواد المغذية (Goodwin et al., 2003; Labonne et al., 2001; Osman et al., 2007)، وبالتالي إمكانية انتقالها إلى الإنسان عند تناوله للحوم الأسماك التي تعرضت لتراكيز جراء معيشتها في بيئتها الطبيعية؛ بسبب قابليتها التراكمية حتى ولو كانت بتراكيز قليلة ومعدلات منخفضة (Van den Broek et al., 2002).

المعادن الثقيلة هي العناصر المعدنية التي لديها كثافة عالية نسبياً وهي مواد سامة ولو كانت بتراكيز منخفضة في أجسام الكائنات الحية. تصل إلى أجسامنا عن طريق الغذاء والماء والهواء وهي خطيرة، لأنها تميل إلى التراكم في جسم الكائن الحي (الزيادة في التركيز بمرور الوقت) (Tiimub and Afua, 2013).

تعد بعض المعادن الثقيلة أساسية، مثل الحديد والنحاس والزنك؛ لدورها المهم في النظام الحيوي، بينما البعض الآخر غير أساسي، وتعد سامة عندما تصل إلى الجسم؛ كما أن المعادن الأساسية تصبح ذات تأثير سام عندما يزداد تركيزها عن الحد الأعلى والمسموح به (الهملالي وآخرون، 2014؛ Ranau et al., 1999).

تتسبب المعادن الثقيلة في توليد أنواع الأكسجين التفاعلي (Reactive Oxygen Species, ROS)، والجذور الحرة (Free Radicals) التي لها آثاراً ضارة على الكائنات، وتعمل مضادات الأكسدة (Antioxidant Enzyme) على تخليص الجسم من سمية المعادن (Tripathi and Gaur, 2004). مثل انزيم (Aspartate aminotransaminase, AST) و (Alanine Transaminase, ALT) و (Superoxide Dismutase, SOD) و (Gluthathione S-Transferase, GST)، واعتماداً على نوع النسيج أو العضو الهدف؛ قد تحدث زيادة في نشاط الانزيمات للتقليل من الآثار الضارة للمعادن (Han et al., 2013; Saliu and Bawa-Allah, 2012; Singh et al., 2012; Crupkin and Menone, 2013). كما أشارت العديد من الدراسات إلى أن المعادن السامة كالرصاص والكاديوم والزرنيق لها قابلية عالية للارتباط بمجموعة السلفاهيدريل (Sulfhydryl Groups, SH) وهي المجموعة الوظيفية للحمض الأميني السيستين، وبالتالي تتم إعاقة عمل العديد من مضادات الأكسدة مثل أنزيمات (Catalase (CAT) و (Glutathione peroxidase (GPx)

و(SOD) Superoxide dismutase (Chiba et al., 1996; Hsu, 1981; Ito et al., 1985; McGowan and Donaldson, 1986; Vallee and Ulmer, 1972).

وبشكل عام، فإن الإجهاد التأكسدي (Oxidative stress) هو حالة عدم التوازن بين المواد المؤكسدة Oxidants (الجزور الحرة)، والمواد المضادة للتأكسد (Antioxidants) التي تعتبر مسؤولة عن آلية الدفاع الخلوي في الكائنات الحية نحو إنتاج المزيد من العوامل المضادة للأكسدة الذي يسبب تلف الحمض النووي (Deoxyribo Nucleic Acid, DNA) والبروتينات والدهون في الكائنات الحية (Crupkin and Menone, 2013; Flora et al., 2008). تتسبب المعادن في تغيير الدهون والبروتينات في أغشية الخلايا وعندها تحدث إعاقة في عمليات النقل الخلوي عبر الغشاء ولا تؤدي وظائفها بالشكل المطلوب (Knowles and Donaldson, 1990; Lawton and Donaldson, 1991). إضافة إلى ذلك فإنها تؤثر على معدلات النمو والوظائف الفسيولوجية والتكاثر في الأسماك (Amundsen et al., 1997).

عنصر الحديد له دور أساسي في نقل الأكسجين وله دور أيضا في عملية الأيض وهو ينظم عمل العديد من الإنزيمات (Pocock and Richards, 2009)، وعند وجوده بكميات عالية فإنه يثبط عمل الأنزيمات مما يتسبب في حدوث خلل في الوظائف الفسيولوجية للأسماك، ويؤثر على كمية الأكسجين الموجودة في الماء، ويعتبر التركيز العالي للحديد أحد أسباب موت الأسماك في أمريكا (Duffus, 1980).

الرصاص عنصر سام يدخل الأنظمة البيئية المائية من خلال مياه الصرف الصحي والصناعي ومجري النفايات، وارتفاع مستويات الرصاص يحدث تغيرات في المخ والأعصاب في الأسماك والأحياء المائية الأخرى (Kalay et al., 1999; McCoy et al., 1995; Weis and Weis, 1989)، فهو يؤدي إلى تهتك بالأعضاء ويسبب ضرر بالكلية والكبد والمخ والأعصاب

بالإضافة إلى الاضطرابات السلوكية ويؤثر على القلب ويسبب ارتفاع ضغط الدم وهو أحد مسببات فقر الدم ومشاكل الذاكرة في الإنسان ويؤدي إلى عجز في التعلم وانخفاض مستوى الذكاء في الأطفال (Afshan et al., 2014). الرصاص يثبط العديد من الإنزيمات (Suhaimi et al., 2005)، ويسبب خللاً في خلايا الكبد مع هبوط في قابليتها في التخلص من المواد الضارة (Blazovics et al., 2002). الرصاص أيضاً ملوث خطير يحث على تكوين بيروكسيد الدهون (lipid peroxidation) في الأنسجة (Ostrea et al., 1985)، ويسبب أضراراً في الجهاز التنفسي للأسماك (Devi and Banerjee, 2007; Jalali et al., 2002).

النحاس عنصر أساسي للكائنات الحية، يساعد في عمليات التمثيل الغذائي الخلوي وهو عامل مساعد لكثير من تفاعلات الأكسدة والإختزال التي تحدث داخل الخلايا، ويدخل في تركيب العديد من الإنزيمات مثل إنزيم السيتوكروم أكسيداز (Firat et al., 2011) Cytochrome Oxidase، ويؤثر على عملها في أيض الجلوكوز وتخليق الهيموجلوبين والنسيج الضام والدهون الفوسفورية (Phospholipid) (Çelik and Oehlenschläger, 2005)، والتراكيز العالية للنحاس تؤدي إلى تلف الدماغ (Duffus, 1980).

الكادميوم عنصر غير أساسي ذو سمية عالية، يسبب مخاطر على الصحة العامة (Sastry and Gupta, 1979). يدخل البيئات المائية عن طريق المخلفات الصناعية والمنزلية والزراعية الحاوية على الأسمدة (Afshan, et al, 2014)، حيث أن كمية بسيطة منه ($25\mu\text{g} / \text{Kg}$) تحدث أعراض الصداع والغثيان (Cheng and Gobas, 2007). يتوزع الكادميوم في جميع أنحاء الجسم بعد انتقاله إلى الدم، حيث يتحد مع الألبومين، وينتقل إلى الكبد، ويخلق الكادميوم المنتقل إلى الكبد بروتين الميتالوثيونين؛ وهو بروتين منخفض الوزن الجزيئي

يرتبط بالمعدن ويحتوي على نسبة عالية من الحمض الأميني السيستين (Cysteine)، المعروف بقدرته على الإتحاد مع الكادميوم لغناه بجذور السلفاهيدريل (SH)، تعتبر وظيفة الميتالوثيونين دفاعية، فهو يؤدي دوراً مهماً في إزالة سمية الكادميوم، إذ يتحد مع الكادميوم ويشكل معقد كادميوم - ثيونين إلى أن يصل إلى درجة التشبع، فيتحرر معقد الميتالوثيونين الكادميوم من الكبد، وتظهر الآثار السمية غالباً عندما تصبح كمية الميتالوثيونين الموجودة في الكبد غير كافية لترتبط بالكادميوم الممتص (منظمة العمل العربية، 2010). فيتم إرسال البروتينات المعقدة إلى الكلى ليحدث أضراراً في عمليات التنقية وزيادة إفراز البروتينات وإحداث التلف في الكلى، كما أنه يؤثر على الجهاز المناعي والخصوبة ويؤدي إلى تلف الحمض النووي والإصابة بالسرطان (Afshan et al., 2014).

الزنك أيضاً من المعادن الأساسية وله دور مهم للقيام بالوظائف الحيوية (Adeyeye, 1996)، وهو مكون أساسي لحوالي 100 إنزيم (عليان وآخرون، 1994)، ويعمل على خفض الكادميوم لكونه يزيد من معدلات تكوين بروتين الميتالوثيونين (Metallothionein) المتخصص بالارتباط بالمعادن خاصة الكادميوم. والتراكيز العالية للزنك تؤدي إلى حدوث التسمم بهذا المعدن (Duffus, 1980)؛ كذلك له تأثيرات ضارة على الأسماك ومنها تأثيره على النمو والتنفس وفسولوجيا القلب وعدم التوازن وخلل في أنسجة الخياشيم مما يؤدي إلى نقص التهوية (Hypoxia) واضطرابات التوازن الحمضي القاعدي (Kori-Siakpere and Ubogu, 2008; Murugan et al., 2008).

حظيت المعادن الثقيلة باهتمام كبيرٍ مقارنةً بالمواد الكيميائية السامة الأخرى بسبب تأثيراتها السلبية على أشكال الحياة المائية (Dirilgen, 2001)، لأنها تمتص بسهولة من قبل الكائنات الحية وأيوناتها ذات سمية عالية تسبب ضرراً على الأجهزة ومستوى الدم في الأسماك (Akahori

et al., 1999; Karan et al., 1998) حيث تكوّن معقدات مع البروتينات والإنزيمات والأحماض النووية مسببة خللا في وظائفها (Adami et al., 2002; Filipović and Raspor, 2003; Rasmussen and Andersen, 2000).

يعد الكبد أحد الغدد الهامة في الجسم والتي لها أهمية كبيرة؛ حيث يقوم بوظائف متعددة منها طرح الفضلات خارج الجسم عن طريق الجلد والجهاز البولي عبر الدم وكذلك تكوين أملاح الصفراء والتي تساعد على هضم الدهون وتخزين الجليكوجين والفيتامينات (الناجي والصفدي، Maton et al., 1993; 2005). كما يقوم الكبد بدور كبير في عملية التمثيل الغذائي حيث يعد المكان الرئيسي لأيض الكربوهيدرات والدهون والبروتينات (Vikramjit, 2012)، ونتيجة لهذا الدور المهم تم تقسيم الوظائف التي يقوم بها الكبد إلى: وظيفة أيضية (Metabolic functions) حيث تقوم الخلايا بتحويل الكربوهيدرات إلى جلوكوز الذي يستخدم للحصول على الطاقة (Adenosine triphosphate, ATP) في دورة الفسفرة التأكسدية (Oxidative phosphorylation) والسكر الفائض عن حاجة الجسم يتم تخزينه في الكبد في شكل جليكوجين (Glycogen) أو في شكل أكثر استقرارا يسمى بالدهون الثلاثية (Triglycerides)، وبالتالي يعمل على تنظيم مستوى السكر في الدم. يقوم الكبد بتكسير الدهون وتحويلها إلى كوليسترول كما ان له دور مهم في توزيع الدهون داخل الجسم، كما أن لخلايا الكبد دور في تخليق العديد من البروتينات المهمة في الجسم مثل الألبومين (Albumin) والجلوبيولين (Globulins) وعوامل التجلط: I، II، V، VII، IX، X (Dorcas & Solomon, 2014). يقوم الكبد بتحطيم كريات الدم الحمراء المنتهية وتحويلها إلى جلوبيولين وهو الجزء البروتيني من الهيموغلوبين، والذي يتكسر إلى أحماض أمينية حيث يتم إعادة استخدامها في الجسم. والهيم وهو الجزء غير البروتيني من الهيموغلوبين الذي بدوره يتحول إلى بيليروبين غير ذائب بالماء (Unconjugated Bilirubin) ،

يتحد بالألبومين وينتقل عبر الدم إلى الكبد وبمجرد وصوله الكبد يتحرر عنه الألبومين ويتحد البيلوروبين غير المباشر مع حمض الغلوكورونيك (Glucuronic Acid) ويتحول إلى بيلوروبين مباشر (Conjgated Bilirubin) أو البيلوروبين الذائب بالماء ويصب في الصفراء (Robert et al, 2011).

للکبد أيضا وظيفة افرازية (Secretary Functions) حيث انه مسؤول عن تكوين الصفراء وإفرازها في القنوات الصفراوية ويتم تخزينها داخل كيس المرارة والذي بدوره ينقلها إلى القناة الصفراوية المشتركة ومنها إلى الامعاء حيث تسهم في هضم الدهون (Roberts, 1989; Vasudevan et al., 2013)، تحتوي الصفراء علي الكولسترول والدهون الفوسفورية والبيلوروبين الناتج عن تكسير هييموجلوبيين كريات الدم الحمراء وأملاح الصفراء التي تذيب الدهون أثناء الهضم.

يقوم الكبد بإزالة السموم من الجسم (Detoxification functions) حيث يلعب دوراً مهماً في إزالة السمية بعمليات الأكسدة وتحويل المواد الضارة إلى مواد تذوب في الماء ليسهل طرحها مع البول، ويعمل أنزيم السيتوكروم P450 الذي تفرزه خلايا الكبد على أيض الأدوية والتخلص من سميتها، كذلك على المستوى الداخلي فإنه يعمل على التخلص من الأمونيا الناتجة من أيض الأحماض الأمينية داخل خلايا الجسم وتحويلها إلى يوريا تفرز مع البول (Rosalki and McIntyre, 1999). للكبد وظيفة تخزينية (Storage functions) حيث يخزن سكر الجلوكوز في شكل جلايكوجين والفيتامينات K, A, D, E, B12 (Postic et al., 2004)، والمعادن كالنحاس والحديد.

ويقوم الكبد بإنتاج وتكوين إنزيمات ضرورية لعملية التمثيل الغذائي ومكافحة الجذور الحرة الناتجة عن الأيض والتي تعد ضارة بجسم الكائن الحي، والتغيرات المرضية الناتجة في الكبد لعدة

أسباب من أهمها تركيز المعادن السامة، وتنعكس في صورة تغيرات في نشاط الإنزيمات التي تنتجها الكبد. تعرف الإنزيمات على أنها مواد عضوية متخصصة للغاية تستخدم كعوامل لتنظيم كافة العمليات الحيوية التي تتم في الجسم (هيكمان وآخرون، 1995)؛ هذه الجزيئات الحيوية تتحكم في عملية التمثيل الغذائي للكائنات الحية وبالتالي اختلاف طيف في الأنشطة الإنزيمية من شأنه أن يؤثر على الكائن الحي عن طريق الإخلال بعملية الأيض (Balasubramanian and Kumar, 2013).

ومن أهم هذه الإنزيمات: Aspartate Amino Transferase (AST)، ويسمى أيضاً Glutamate Oxaloacetate Transaminase (GOT) (Abedi et al., 2013)، ينتمي إلى إنزيمات البلازما غير الوظيفية والتي عادة ما تكون داخل خلايا الكبد والقلب والعضلات والكلية والخياشيم والأعضاء الأخرى (Rajamanickam, 2008)؛ ويتحرر من الخلايا في حالة تلفها (Yasutake and Wales, 1983)؛ وبالتالي يعد الإنزيم الأكثر تحديدا لمشاكل الكبد والمستويات العالية منه تلاحظ عند الإصابة بالتهابات الكبد (Harold, and Harper, 1971).

يوجد أيضا إنزيم آخر يفرز من الكبد يعرف بالإنزيم الناقل لمجموعة الامين Alanine Amino Transferase (ALT) أو Glutamate Pyruvate Transaminase (GPT) (Abedi et al., 2013). هو إنزيم الأيض (Rajamanickam, 2008)، والمصدر الرئيسي له هو الكبد، بالرغم من وجوده في أنسجة أخرى من الجسم؛ حيث إن الكميات الكبيرة منه تصنع في الكبد (Roberts, 1989)، ويلعب دورا مهماً في أيض الكربوهيدرات والأحماض الأمينية في أنسجة الأسماك والكائنات الأخرى (Atroschi et al., 2000)، وبالتالي يقاس نشاطه لتشخيص العديد من إصابات الكبد وأمراضها الحادة والمزمنة (Huang et al., 2006; Rajamanickam, 2008). ويوجد أيضا إنزيم آخر في الكبد يسمى Alkaline Phosphatase (ALP)، يوجد في

أنسجة مختلفة من الجسم وخصوصاً أغشية الخلايا حيث يحفز التحلل المائي للأسترات أحادية الفوسفات (Monophosphate Esters)، وهذا الإنزيم واسع الانتشار في الجسم يوجد في الكبد والكلية والأمعاء والمشيمة ويساعد في عمليات تكلس العظام، ويساعد خلايا الأمعاء في امتصاص الدهون ونقل الفسفور اللاعضوي (Abedi et al., 2013; Rajamanickam, 2008). ويرتفع عند الإصابة بالأمراض الكبدية الحادة والمزمنة مثل التهاب الكبد الفيروسي والانسدادات، وخلل الكلى وأمراض العظام (Huang et al., 2006)، ويزداد نشاطه عند التعرض لتراكيز عالية من المعادن الثقيلة، كنوع من التخفيف نتيجة لسمية المعادن (Rajamanickam, 2008).

إنزيم Lactate Dehydrogenase (LDH)، (إنزيم نازع اللاكتات) يُعد من الأمثلة على نظائر الإنزيمات، حيث يملك خمسة نظائر يتركز كل نظير منها في نسيج مُعين؛ يحفز LDH تحويل اللاكتات إلى بيروفات في الشروط اللاهوائية لإنتاج الجلوكوز مصدر الطاقة الرئيسي خلال الإجهاد الناجم عن تعرض الأسماك لتراكيز عالية من المعادن (الثقيلة) (Rajamanickam, 2008)، وارتفاعه يدل على أمراض مختلفة مثل احتشاء عضلة القلب وحدوث الجلطة والتهاب الرئة وكذلك أمراض الكبد والعضلات، كما أن نشاطه مرتبط بالنشاط الأيضي لخلية الكائن الحي (Valarmathi and Azariah, 2003).

يتم إطلاق إنزيم (AST) و (ALT) و (ALP) و (LDH) في حالة اضطرابات الكبد الحادة والمزمنة، حيث إن هذه الأنزيمات هي المؤشرات الحيوية للضرر الكبدي الحاد وبالتالي يمكن أن تكون بمثابة أداة تشخيصية لتقييم تنخر خلايا الكبد (Coppo et al., 2001)، ترجع أهمية الإنزيمات لما لها من أهمية في التمثيل الغذائي وكذلك تعكس الحالة الصحية للكبد ونتيجة لتراكم المعادن السامة أدى إلى تغير في مستوى الإنزيمات التي تفرزها الكبد، على سبيل المثال إنزيم

LDH يتحرر من خلايا الكبد بعد تلف الخلايا وفشلها في العمل بسبب التسمم بالمبيدات الحشرية والفوسفات العضوي (Agrahari et al., 2007).

والعديد من الدراسات أظهرت أن المعادن الثقيلة والمبيدات تسبب زيادة أو نقص في مستويات البروتين في الدم والإنزيمات اعتمادا على المادة السامة ونوع السمك ونوعية المياه وفترة التعرض (Jee et al., 2005; Monteiro et al., 2005; Vaglio and Landriscina, 1999).

الدراسات السابقة

Literature Review

أثبتت العديد من الدراسات أن الكبد هو النسيج الأعلى تراكمًا بالمعادن من أي نسيج آخر؛ لأن الكبد يزيل السموم ويرسبها قبل توزيعه في الجسم (Crafford and Avenant-Oldewage, 2011; Karayakar et al., 2010; Yousafzai et al., 2009).

دراسة أجراها (Canli and Atli (2003) على 6 أنواع من الأسماك التي جمعت من شمال شرق البحر المتوسط (*Sparus auratus*, *Atherina hepsetus*, *Mugil cephalus*, *Trigla cuculus*, *Sardina pilchardus*, *Scomberesox saurus*) لتحديد تراكيز معادن Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn في الكبد والعضلات والخياشيم، وقد سجل أعلى تركيز للمعادن في نسيج الكبد، ماعدا خياشيم النوع *Scomberesox saurus*، الذي كان فيه تركيز الحديد الأعلى بين الأنواع المدروسة.

أجرى (Ibrahim and Mahmoud (2005) دراسة على أسماك *Tilapia zillii* و *Clarias gariepinus* و *Mugil cephalus* من نهر النيل لدراسة تراكم معادن Fe, Mn, Zn, Cu, Pb, Cd وتأثيرها على نشاط إنزيمي GOT و GPT في الكبد، ووجد أن زيادة التراكم أدت إلى زيادة في نشاط GOT و GPT.

دراسة أخرى أجراها فيلونغ (2007) على أسماك البوري بودماغ *Mugil cephalus*، التي تم تجميعها من بحيرة 23 يوليو في مدينة بنغازي الليبية؛ للكشف عن تركيز بعض المعادن (الحديد، النحاس، الزنك) في بعض أعضاء النوع السابق من السمك والنتيجة كانت بترتيب المعادن $Cu < Zn < Fe$ ، ووجد أن التركيز الأعلى لهذه المعادن كان في الكبد مقارنة مع الأعضاء الأخرى (الخياشيم، الكلى، العضلات).

أجرى (2008) Metwally and Fouad دراسة على ثلاثة أنواع من الأسماك (*Sarpa*)
جمعت من الشاطئ البحري لمدينة الخمس لتحديد تركيز Cd, Zn, Pb, Cu، وكانت النتيجة أن هناك زيادة ملحوظة في تركيز المعادن الثقيلة في عضلات وأنسجة الكبد للأسماك، وكانت الزيادة مرتبطة بزيادة تركيز المعادن في الماء ماعدا معدن Cd الذي كان منخفضا في الكبد والعضلات. أثناء تعريض أسماك (*Cyprinus Carpio*) إلى جرعات تحت مميتة من الكاديوم والرصاص والنيكل والكروم، لمعرفة تأثيرها على إنزيمات (AST) و (ALT) و (ALP) و (LDH) في الكبد، حيث أظهرت النتائج زيادة في نشاط الإنزيمات السابقة (Rajamanickam, 2008)، أجرى (Khalifa et al., 2010) دراسة على 6 أنواع سمكية من الساحل الليبي، وهي

Trachurus و *Balistes capriscus*، و *Pagellus erythrinus*، و *Sardinella aurita* و *trachurus*، و *Synodus saurus*، و *Dactylopterus volitans*.
لمعرفة تركيز: Cu, Fe, Pb, Cd, Co، في أنسجة مختلفة لأنواع السابقة، وكانت النتيجة أن تراكيز Co و Cd و Pd أكثر من الحد المسموح به دولياً، في جميع الأنواع المدروسة .

أجريت دراسة في مدينة زليتن الليبية لتقدير مستوى بعض العناصر الثقيلة (Cu, Zn, Pb, Hg, Cd)، في كبد وخياشيم ومناسل وعضلات 6 أنواع من الاسماك، تم جمعها من الصيادين وهي: *Pagellus erythrinus* و *Lithognathus mormmyrus* و *Mullus barbatus* و *Sardinella aurita* و *Trachurus mediterraneus* و *Euthynnus alletteratus*، وأخذ تراكم المعادن في الأنسجة الترتيب التالي: Zn < Cu < Pb < Hg < Cd، كما أحتوى نسيج الكبد على أعلى تركيز لكل العناصر المقاسة (AL- kazaghly, 2011).

دراسة أخرى في مدينة درنة الليبية أجريت على أسماك البوري *Mugli cephalus* والبطاطا *Siganus rivulatus*، المجمعة من الشاطئ؛ وكان أعلى تركيز للمعادن المدروسة (النحاس،

الزنك، الرصاص، الكاديوم) في النسيج الكبدي، ما عدا الرصاص الذي كان تركيزه عالياً في خياشيم أسماك البوري (حمد، 2011). كما قام (Javed and Usmani 2013) بتقدير تراكيز معادن Fe, Ni, Cu, Zn, Cr, Co، في سمك *Mastacembelus armatus* وأوضحت النتائج أن الحديد هو الأعلى تراكماً في جميع الأعضاء المدروسة، والكبد الأعلى بالتراكم والعضو الأكثر تأثراً بالمعادن.

زيادة تراكيز الجرعات تحت المميتة من Cr و Cd و Pb أدت إلى زيادة كبيرة في نشاط إنزيمي ALT و AST في الكارب *Cyprinus carpio* (Abedi et al., 2013). أما بالنسبة لنتائج دراسة أجريت للمقارنة بين فعالية إنزيمات الكبد لأسماك القرموط الإفريقي Nile Catfish (*Clarias gariepinus*)، في منطقتي في نهر النيل وموقع الرحاوي للصرف الصحي فكانت الأسماك التي تقطن المنطقة الأخيرة تعاني من تغيرات في الكبد وزيادة في نشاط إنزيمي GOT و GPT، (Authman et al., 2013).

في الهند أجريت دراسة على سمك *Cirrhinus mrigala* بتعريضها لجرعات تحت مميتة من كلوريد الزئبق و خلاص الرصاص لمدة 30 يوماً، ومن خلال دراسة نشاط الكبد أظهرت النتائج زيادة كبيرة في نشاط إنزيمي GOT و GPT (Chavan and Muley, 2014). أجريت دراسة في البلقان غرب بلغاريا لتقييم المعادن (As, Cd, Cu, Ni, Pb, Zn) في عينات المياه السطحية والكبد لسمك *Scardinius erythrophthalmus L.*، في ثلاثة مواسم مختلفة (الربيع، الصيف، الخريف)، وأظهرت النتائج أن تركيز المعادن في الكبد أعلى من تركيزها في الماء كما أن معدن النحاس كان أعلى من الحد المسموح دولياً. ونشاط عالٍ لإنزيم LDH وارتفاع في إنزيمي ALT وAST، كما أن نشاط ALT كان أعلى في فصل الصيف (Georgieva et al., 2014).

أظهرت نتائج دراسة أجراها الهماي وآخرون (2014) في الساحل الشرقي لمدينة مصراتة، على عضلات نوعين من الأسماك البحرية *Diplodus vulgris* و *Dentex macrophthalmus* ان متوسط تركيز الرصاص كان أعلى من الحد المسموح به من قبل (FAO/WHO).

وفي دراسة أجراها (Ahmed et al., 2016) على الأسماك صفراء الزعانف *Acanthopagrus arabicus*، لتقدير تركيز Fe, Mn, Zn, Pb, Cd، في العضلات والكبد. كانت النتيجة أن العضلات أقل تركيزاً بالمعادن من نسيج الكبد وكان معدن Fe الأعلى تركيزاً بين المعادن الأخرى المدروسة.

أهداف الدراسة

Objectives

الهدف الرئيسي من هذه الدراسة هو بحث مدى تأثير المعادن الثقيلة على فعالية بعض إنزيمات الكبد في أربع أنواع من أسماك البحر المتوسط المتواجدة في شواطئ مدينة مصراتة. وهذا يتطلب إنجاز الآتي:

1- تقدير تركيز العناصر الثقيلة (الحديد Fe، والرصاص Pb، والنحاس Cu، والكاديوم

Cd، والزنك Zn) في مياه منطقة الدراسة.

2- تقدير تركيز العناصر الثقيلة السابقة في نسيج الكبد في لكل نوع من أنواع الأسماك

المدرسة (الرزام *Euthynnus alletteratus*، الفروج *Epinephelus*

marginatus، الباقرو *Pagrus pagrus*، الشرقان *Diplodus sargus*).

3- تقدير نشاط إنزيمات الكبد (ALP، ALT، AST، LDH)، في أنواع الاسماك

السابقة.

4- دراسة مدى ارتباط وتأثير المعادن المدرسة على تركيز إنزيمات الكبد المذكورة أعلاه

في أنواع الأسماك المدرسة.

المواد وطرق البحث

Material and Methods

منطقة الدراسة Study area

منطقة الدراسة تمثلت في المنطقة الواقعة بين خط طول $663^{\circ} 275'$ 15° شمالاً ودائرة عرض $394^{\circ} 396'$ 32° شرقاً، بميناء الصيد البحري بمنطقة قصر أحمد بمدينة مصراتة. (انظر الملحق)، وذلك على فترتين؛ في نهاية شهر نوفمبر 2015 ونهاية شهر سبتمبر 2016.

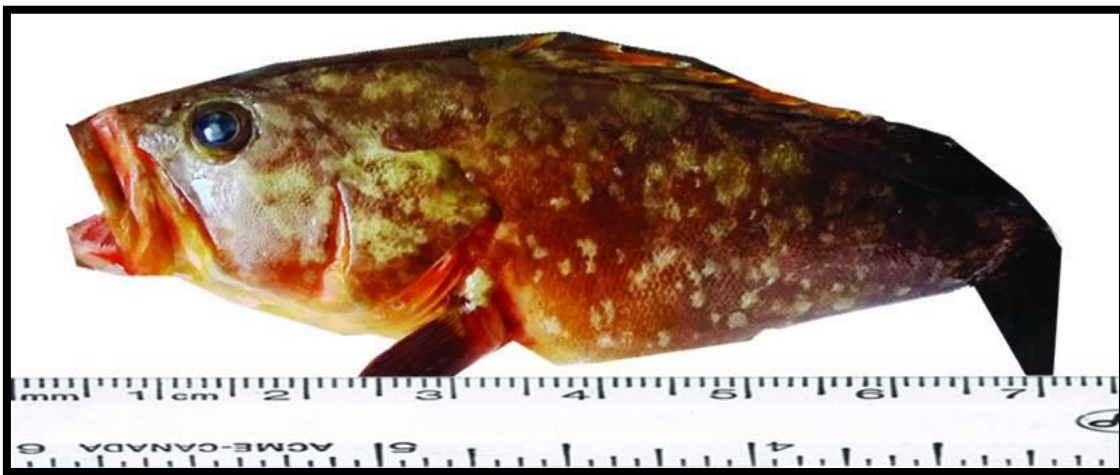
وصف الأنواع Species description

أجريت هذه الدراسة على أربع أنواع من الأسماك الاقتصادية بالمياه الليبية وهي: *Euthynnus alletteratus* (Rafinesque, 1810)، يعرف محلياً بالرزام وينتمي إلى فصيلة Scombridae، ويعد من أسماك الدرجة الثانية، ويتميز بجسم مغزلي غليظ وذو لون أزرق غامق على الظهر وفضي أبيض على الجانبين، له زعنفتان ظهريتان، والزعنفة الظهرية الخلفية أقصر بكثير من الزعنفة الأمامية، كما أن الزعنفة الصدرية قصيرة، وليس له مئانة هوائية، وتوجد مجموعة من البقع الغامقة ما بين الزعنفتين الصدرية والحوضية (شكل 1)، وله خطوط غامقة عشوائية على الظهر ما بين الخط الجانبي والذيل ومنتصف الزعنفة الظهرية الأمامية. معيشته سطحية ويهاجر بعيداً عن الشاطئ بحثاً عن الغذاء خلال فصلي الخريف والشتاء، ثم يعود ويقترّب من الشاطئ خلال فصل الربيع، يتكاثر خلال فصلي الصيف والخريف، ويتغذى على الأسماك الصغيرة والقشريات (قاسم وآخرون، 2009).



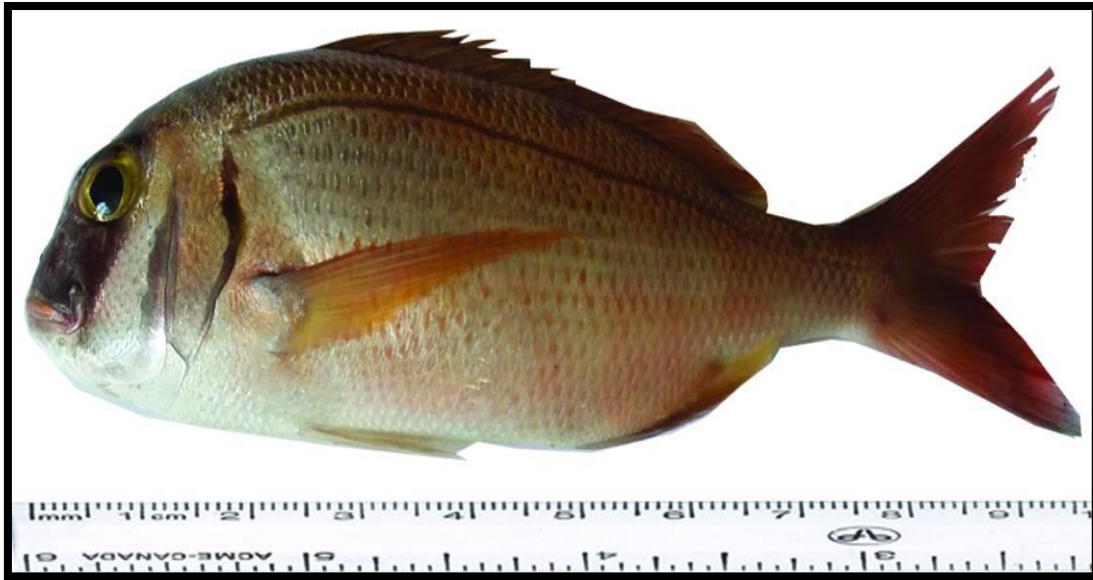
شكل 1: الشكل الخارجي لسمة الرزام *Euthynnus alletteratus*

وتناولت الدراسة الحالية سمك الفروج والاسم العلمي له *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834)، والتابع لفصيلة Serranidae، يمتاز بقشوره الرقيقة والجسم غليظ وزعنفته الذيلية دائرية، لونه أحمر بني مع وجود بقع باهتة عشوائية على كل الجسم والجزء السفلي أصفر ذهبي كما أن حواف الزعنفتين الذيلية والشرجية بيضاء (شكل 2). يعيش هذا النوع من الأسماك فوق القاع الصخري، ويتغذى على الأسماك والقشريات والرخويات وخاصة الأخطبوط، ويتكاثر خلال فصل الصيف، وهو خنثوي بأسبعية الأنوثة (قاسم وآخرون 2009).



شكل 2: الشكل الخارجي لسمة الفروج *Epinephelus marginatus*

أما النوع الثالث من أسماك الدراسة فهو سمك الباقرو *Pagrus* (Linnaeus,1758) وهو من أسماك الدرجة الأولى يعود إلى فصيلة Sparidae، والذي يتميز بجسم مستطيل ولون فضي وردي، والزعنفة الذيلية وردية غامقة ونهاية فصيها بيضاء، وبقية الزعانف وردية والرأس أغمق من مؤخرة العنق إلى فتحة الفم (شكل 3). يوجد قرب القاع الصخري المغطى بالأعشاب والطحالب، يتغذى على القشريات والرخويات والأسماك القاعية الصغيرة، يتكاثر خلال فصل الصيف (قاسم وآخرون 2009).



شكل 3: الشكل الخارجي لسمكة الباقرو *Pagrus pagrus*

كما تم دراسة سمك *Diplodus sargus* (Linnaeus,1758)، الذي يعرف محلياً بالشرقان أو القراقوز، من أسماك الدرجة الثانية، يعود إلى فصيلة Sparidae، ذو رأس صغير والجسم بيضوي مضغوط الجانبين، يمتاز لونه بالفضي الرصاصي وبه 9 خطوط رأسية غامقة على جانبي الجسم وبقعة سوداء غامقة بين الزعنفتين الظهرية والذيلية، كما أن الزعنفتين الظهرية والشرجية غامقتان والجزء الخلفي للزعنفة الذيلية اسود (شكل 4). أسماك الشرقان شاطئية توجد

على القاع الصخري المغطى بالطحالب، يتغذى على القواقع والقشريات والطحالب، ويتكاثر خلال فصل الربيع وهو خنثوي بأسبوعية الذكورة (قاسم وآخرون 2009).



شكل 4: الشكل الخارجي لسمكة الشركان *Diplodus sargus*

جمع العينات Specimens collection

تم جمع 24 سمكة ممثلة بأربعة أنواع (رزام *Euthynnus alletteratus*، باقرو *Pagrus pagrus*، فروج *Epinephelus marginatus*، شرقان *Diplodus sargus*)، بواقع 6 سمكات لكل نوع من المياه البحرية المقابلة لمدينة مصراتة، على فترتين، في شهر نوفمبر 2015، وشهر سبتمبر 2016. تم صيد عينات الرزام بواسطة الشباك، على عمق 60-65 متر بينما تم صيد الأنواع الثلاثة الأخرى بواسطة الشباك والسنار، وعلى عمق 35 متر، حيث تم رمي الشباك في الليلة السابقة ثم سحبها في اليوم التالي عند الساعة 12:30 ظهراً. وتم كذلك جمع عينات من الماء من المكان الذي جمعت منه العينات السمكية لغرض تقدير المعادن الثقيلة في الوسط الذي تعيش فيه العينات السمكية المدروسة.

تجهيز العينات Specimens preparation

تم احضار العينات إلى معمل كلية التربية بجامعة مصراتة، في حافظة يدوية مغطاة بالتلج للحفاظ على سلامة أنسجتها لحين وصولها إلى المعمل لأخذ القياسات المطلوبة، حيث تم أخذ الطول الكلي والقياسي (سم) وتسجيل الوزن (جم)، لكل سمكة (جدول 1، 2)، وبعد ذلك تم تشريح الأسماك واستخراج الأحشاء وتم ذلك بشق بطن السمكة طولياً وفصل الكبد ووزنه وحفظه في قناني بلاستيكية معقمة، مع كتابة البيانات الخاصة بكل سمكة، وترقيم قناني الحفظ بشكل متسلسل وحفظها في درجة حرارة - 20 م°، لحين استخدامها.

جدول 1: طول (سم) ووزن (جم) كل عينة من عينات الأنواع المدروسة في شهر نوفمبر 2015،

التي جمعت من ميناء الصيد البحري بمنطقة قصر أحمد (عدد العينات لكل نوع (N)=6).

الانحراف المعياري	المتوسط	الطول القياسي (سم)	الطول الكلي (سم)	الانحراف المعياري	المتوسط	الوزن (جم)	رقم العينة	نوع السمكة
1.17	39.25	37	38	37.15	745	760	1	<i>Euthynnus alletteratus</i> ارزام
		37.5	39			695	2	
		39	40			760	3	
		37.5	41			800	4	
		36.5	38			740	5	
		37.5	39.5			715	6	
2.53	30	27	29	75.33	384.17	370	1	<i>Pagrus pagrus</i> , باقر
		26	29			360	2	
		31	35			535	3	
		26.5	29			345	4	
		27	30			365	5	
		26	28			330	6	
1.28	31.10	28	32	71.19	362.5	430	1	<i>Epinephelus marginatus</i> فروج
		27.5	31.5			340	2	
		25.5	29.5			365	3	
		28	32.5			435	4	
		26	29.5			365	5	
		27	31.5			240	6	
0.38	24.52	22.5	24.5	20.17	261.17	260	1	<i>Diplodus sargus</i> شرقان
		23	24.5			285	2	
		23	24.5			250	3	
		24	25			280	4	
		22.5	24			230	5	
		22	24			265	6	

جدول 2: طول (سم) ووزن (جم) كل عينة من عينات الأنواع المدروسة في شهر سبتمبر 2016،

التي جمعت من ميناء الصيد البحري بمنطقة قصر أحمد (عدد العينات من كل نوع (N)=6)

الانحراف المعياري	المتوسط	الطول القياسي (سم)	الطول الكلي (سم)	الانحراف المعياري	المتوسط	الوزن (جم)	رقم العينة	نوع السمكة
2.57	37.41	38	40	159.7	690.83	870	1	<i>Euthynnus alletteratus</i> ارزام
		36.5	39			815	2	
		36	39			775	3	
		35.5	38			685	4	
		32	35			505	5	
		31.5	33.5			49.5	6	
0.63	31.5	27	30.5	64.31	466.66	340	1	<i>Pagrus pagrus</i> , باقر
		28	5..31			500	2	
		27.5	32			505	3	
		26.5	31			460	4	
		27.5	32			490	5	
		27.5	32			505	6	
2.13	39.66	34	40	109.24	715.83	705	1	<i>Epinephelus marginatus</i> فروج
		33	38.5			630	2	
		35	41			820	3	
		36.5	42			845	4	
		36	40.5			735	5	
		32.5	36			560	6	
2.26	26.66	24.5	29	73.18	336.66	390	1	<i>Diplodus sargus</i> شرقان
		23.5	28			380	2	
		23	26.5			340	3	
		21	24.5			250	4	
		20.5	23.5			245	5	
		24.5	28.5			415	6	

تقدير العناصر (المعادن) الثقيلة في نسيج الكبد in the liver tissue

تم اتباع طريقة الهضم الرطب بوضع نصف جم (1/2 gm) من كل عينة من عينات الكبد، في كأس سعة 250 مل ثم يضاف اليه 10 مل من حمض النيتريك (65%) وذلك حسب ما ذكره (Tiimub and Afua (2013) ويترك لمدة 24 ساعة في درجة حرارة الغرفة. بعد ترشيح العينات المهضومة تسخن على صفيحة ساخنة (Hot plate) مع إضافة ماء مقطر (حوالي 25 مل) للتخلص من حمض النيتريك، وتوضع في أنابيب لتقدير تركيز المعادن في النسيج الكبدي لأسماء الدراسة وهي الحديد (Fe)، الرصاص (Pb)، النحاس (Cu)، الكاديوم (Cd)، الزنك أو الخارصين (Zn)، إضافة للعينة الصفرية، أو عينة الشاهد (Blank)، بواسطة جهاز مطياف الانبعاث الذري (Atomic Absorption spectrophotometer- ITEM No.19102.12 (AAS))، من شركة HiTachi، بقسم الجودة في مجمع الحديد والصلب بمدينة مصراتة.

تعتمد فكرة عمل الجهاز على الامتصاص الذري للعناصر بطريقة اللهب (Flam Atomic Absorption – Direct Aspiration method)، وتحويل العناصر إلى الحالة الذرية عن طريق اللهب في حالة الامتصاص الذري للعناصر، حيث يتم الامتصاص على المستوى الذري فقط وليس على مستوى الجزيء ولذلك لا بد من تحويل العنصر المراد قياسه في الجزيء إلى الحالة الذرية، وبالتالي يعمل هذا الجهاز على فحص أطوال موجات الفوتونات الممتصة أثناء إنارة ذرات العناصر، ويعمل على تقدير العناصر في محاليلها وذلك بخلط رذاذ العينة مع مخلوط من الغازات مثل الاسيتيلين والهواء أو الاسيتيلين وأكسيد النيتروز، ويتم حرق العنصر بواسطة اللهب الناتج عن خلط هذه الغازات، ويتحول العنصر إلى الصورة الذرية والتي تتعرض إلى مصباح الكاثود حيث إن لكل عنصر مصباحاً خاصاً به لأن لكل عنصر ضوء ذا تردد معين مشابه

للطيف الذري للعنصر المراد قياسه، فتمتص ذرات العناصر قدر من هذا الضوء يتناسب مع تركيزها في اللهب أي أنه كلما كان تركيز ذرات العنصر في اللهب عالياً فإنه يحدث امتصاص لقدر كبير من الطاقة، الامتصاص الناتج يتناسب طردياً مع عدد الذرات والذي بدوره يتناسب طردياً مع التركيز ويتم تقدير العناصر بهذه الطريقة في حدود تركيزات من العناصر بالجزء في المليون ppm (المرشدي، 2014).

تقدير العناصر الثقيلة في عينات الماء water samples

تم جمع عينات من ماء البحر من المكان الذي تم اصطياد الأسماك منه، وأخذ مقدار واحد (1) لتر من الماء من كل عينة وأضيف إليه 1 مل من حمض النيتريك (65%)، بعد ذلك تم تسخينه على صفيحة ساخنة (Hot plate)، مع إضافة ماء مقطر (حوالي 25 مل)، وضعت العينات في قناني زجاجية وحفظت في الثلاجة لحين تقدير العناصر الثقيلة بها (نفس العناصر التي قيست في نسيج الكبد). نقلت إلى مجمع الحديد والصلب بمدينة مصراتة لتقدير العناصر الثقيلة بنفس الجهاز الذي استخدم لتقدير العناصر في الكبد (Atomic Absorption spectrophotometer- ITEM No.19102.12 HiTAchi).

The estimation of activities of enzymes

تطحن العينة لغرض الكشف عن الإنزيمات في الكبد بوضع ½ جم من العينة (نسيج الكبد) في إناء زجاجي ثم يضاف من المحلول منظم (8 gm NaCl + 0.02 gm KCl + 1.44 gm NaHPO₄ + 0.024 gm KH₂PO₄ + distilled water) الاس الهيدروجيني له 7.4 (قاسم، 2012; Georgieva et al., 2014)، وتتم عملية الطحن أو مجانسة نسيج الكبد

بواسطة ساق من التفلون في وسط بارد باستخدام كمية من الثلج، للحيلولة دون تلف الإنزيمات مع التبريد المستمر للساق بوضعه في الثلج، وتستمر عملية الطحن لمدة 10 دقائق. ثم تنقل إلى أنابيب ابندروف (Eppendorf) وتحفظ في درجة حرارة -20 م° لحين إجراء التحاليل الإنزيمية للعينات المدروسة (Metwally and Fouad, 2008).

أخذت العينات إلى مختبر مصراتة المركزي لإجراء الاختبارات الإنزيمية حيث وضعت في جهاز الطرد المركزي (EBA20 – Hettich Zentrifugen) 6000 دورة، ولمدة 15 دقيقة، يتم أخذ السائل المفصول من عملية الطرد المركزي ويوضع في أنابيب خاصة بجهاز تحليل الإنزيمات Cobas integra 400 من شركة Roch الألمانية، وهو جهاز يعمل أوتوماتيكياً (Fully Automated analyzer)، يمتاز بدقته المتناهية للنتائج وحساسيته العالية ويحتوي على قائمة واسعة من كواشف الإنزيمات. بعد وضع العينات في المكان المخصص لها داخله تظهر نتيجة تحليل الإنزيمات على شاشة حاسوب خاصة تابعة له. تعتمد فكرة عمله في تحليل الإنزيمات على الامتصاص الضوئي Absorbance photometry حيث إن لكل إنزيم طولاً موجياً معيناً، ويتم استخدام كاشف مخصص لكل إنزيم (Roche, 2009).

التحليل الإحصائي

Statistical analysis

للمقارنة بين الفترتين (نوفمبر 2015 وسبتمبر 2016) تم استخدام اختبار T (t-test)،
وللمقارنة بين تراكيزات المعادن الثقيلة وبين تراكيزات الإنزيمات تم استخدام اختبار الاختلاف
(ANOVA-test) وتم استخدام اختبار الارتباط Pearson correlation test لدراسة العلاقة
بين تراكيز المعادن الثقيلة وتراكيز الإنزيمات في نسيج كبد الأنواع المدروسة وكل هذه الاختبارات
أجريت بواسطة SPSS v16. لرسم الأشكال تم استخدام Microsoft Excel 2010.

النتائج Results

تركيز المعادن الثقيلة في مياه البحر Concentration of heavy metals in seawater

كان تركيز المعادن الثقيلة الحديد و الرصاص و النحاس و الكاديوم و الزنك بالميكروجرام لكل لتر ($\mu\text{g/L}$) 0.83 ± 0.34 ، 1.36 ± 1.52 ، 0.14 ± 0.08 ، 0.25 ± 0.14 ، 0.46 ± 0.18 على التوالي (جدول 3)، وكان اتجاه التركيز كالتالي؛ تركيز الرصاص < تركيز الحديد < تركيز الزنك < تركيز الكاديوم < تركيز النحاس، ولا توجد فروق معنوية في تركيز المعادن بين السنتين، وكان تركيز كل من الحديد والنحاس والزنك دون الحد الاعلى المسموح به بينما كان تركيز كل من الرصاص والكاديوم أعلى من الحد الاعلى المسموح به في مياه البحر.

جدول 3: تركيز المعادن الثقيلة ($\mu\text{g/L}$) في عينة مياه البحر في منطقة الدراسة والحد الأعلى المسموح به حسب منظمة اليونسكو (unesco) (الدباغ والسعدي، 2011)

الفترة	Fe	Pb	Cu	Cd	Zn
نوفمبر	المتوسط	0.81	0.62	0.09	0.51
2015	الانحراف المعياري	0.22	0.20	0.06	0.04
سبتمبر	المتوسط	0.85	2.11	0.19	0.42
2016	الانحراف المعياري	0.49	2.02	0.08	0.27
الكل	المتوسط	0.83	1.36	0.14	0.46
	الانحراف المعياري	0.34	1.52	0.08	0.18
	الحد المسموح به	3.40	0.03	2.00	2.00

تركيز المعادن الثقيلة في الأنواع المدروسة Concentration of heavy metals in the studied species

أظهرت النتائج أن تركيز المعادن الثقيلة (الحديد، والرصاص، والنحاس، والكاديوم، والزنك) في نسيج كبد أنواع الأسماك المدروسة (*E. alletteratus*، و *E. Marginatus*، و *P. pagrus* و *D. sargus*) قد تباينت حسب المعدن ونوع الأسماك أيضا، وكان هذا التباين مهم إحصائيا (Post Hoc Tukey test, $P < 0.05$). بينما التباين في تركيز المعدن في النوع الواحد لم يكن مهما إحصائيا في أسماك النوع الواحد خلال فترتي جمع العينات أي نوفمبر 2015 وسبتمبر 2016 (t -test, $P > 0.05$).

إن تركيز المعادن الثقيلة (ميكروجرام/ جرام من الوزن الرطب للعيننة ($\mu\text{g/g wet weight}$) في أنسجة كبد أسماك الدراسة تباينت بحسب نوع الأسماك ونوع المعدن المدروس (جدول 4). كان متوسط تركيز معدن Fe في النسيج الكبدي لأسماك الفروج (*E. Marginatus*) $15.46 \mu\text{g/g}$ ، بينما كان متوسط نفس المعدن في كبد سمك الباقرو (*P. pagrus*) $13.94 \mu\text{g/g}$ ، في حين وصل في كبد سمك الشرقان (*D. sargus*) إلى $8.30 \mu\text{g/g}$ وكبد سمك الرزام (*E. alletteratus*) بلغ $5.66 \mu\text{g/g}$.

تباين تركيز معدن الرصاص (Pb) في النسيج الكبدي للأسماك، حيث سجل أعلى تركيز له في سمك الباقرو (*P. pagrus*) $1.12 \mu\text{g/g}$ ، يليه سمك الشرقان (*D. sargus*) $1.1 \mu\text{g/g}$ ، ثم الفروج (*E. Marginatus*) $1.02 \mu\text{g/g}$ ، وكان التركيز الأقل لنفس المعدن ($0.68 \mu\text{g/g}$)، في كبد سمك الرزام (*E. alletteratus*).

نتائج تحليل معدن النحاس (Cu) بالنسيج الكبدي لأسماك الدراسة كانت كالتالي: الفروج *E. Marginatus* < الباقر *P. pagrus* < الشركان *D. sargus* < الرزام *E. Alletteratus*،
 $0.12 \mu\text{g/g} < 0.54 \mu\text{g/g} < 0.56 \mu\text{g/g} < 0.58 \mu\text{g/g}$ ، على التوالي (جدول 4).
كان متوسط تركيز معدن الكاديوم (Cd) في كبد أسماك الدراسة قد سجل أقل قيمة في كبد
أسماك الفروج *E. Marginatu* ($0.1 \mu\text{g/g}$)، وأعلى قيمة في كبد سمك الباقر *P. pagrus*
($0.24 \mu\text{g/g}$)، بينما بلغ $0.14 \mu\text{g/g}$ و $0.12 \mu\text{g/g}$ في كبد سمك الرزام *E. alletteratus*
والشركان *D. sargus* على التوالي.

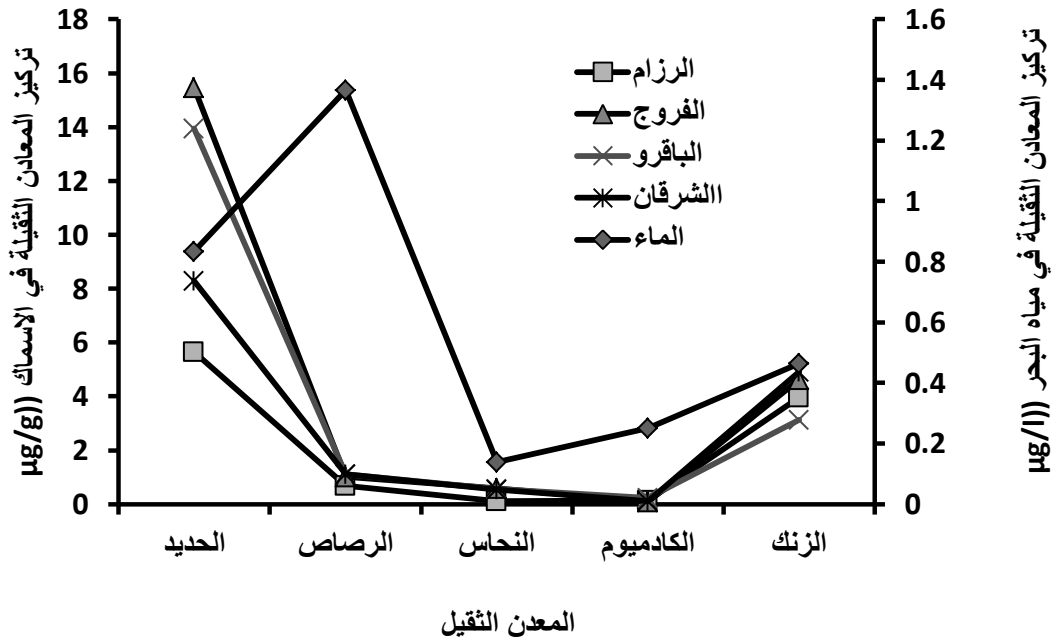
تركيز معدن الزنك (Zn) كان أعلاه ($4.92 \mu\text{g/g}$) في كبد سمك الشركان *D. sargus*،
بينما بلغ متوسط تركيزه $4.62 \mu\text{g/g}$ في نسيج كبد سمك الفروج *E. Marginatus*، يليه سمك
الرزام *E. alletteratus* ثم الباقر *P. pagrus* ($3.96 \mu\text{g/g}$ و $3.12 \mu\text{g/g}$) على التوالي.
يوجد تناظر بين تركيز المعادن الثقيلة، في الماء و تركيزها في نسيج الكبد في أنواع الأسماك
المدرسة، ما عدا معدن الرصاص، حسب تركيزه في مياه البحر، كان تركيز الرصاص في نسيج
كبد جميع الأنواع المدرسة أقل مما كان متوقع (شكل 5).

جدول 4: تركيز المعادن الثقيلة ($\mu\text{g/g wet weight}$)؛ الحديد، الرصاص، النحاس، الكاديوم والزنك في نسيج كبد أنواع الأسماك المدروسة؛ ارزام *E. alletteratus*، الفروج *E. Marginatus*، الباقرو *P. pagrus* وشرقان *D. sargus* في العينات المصادة في نوفمبر 2015، وسبتمبر 2016 بواقع قراءتان لكل عينة (العدد (N) = 6، المتوسط الحسابي \pm الانحراف المعياري).

النوع	السنة	Fe	Pb	Cu	Cd	Zn
	2015	2.94 \pm 1.87	1.0 \pm 0.88	0.14 \pm 0.1	0.16 \pm 0.09	4.18 \pm 0.46
الرزام	2016	8.36 \pm 2.16	0.34 \pm 0.11	1.0 \pm 0.02	0.12 \pm 0.03	3.72 \pm 0.41
	المتوسط	5.66	0.68	0.57	0.14	3.96
	2015	15.5 \pm 1.59	1.68 \pm 0.57	*0.14	**	4.30 \pm 0.45
الفروج	2016	15.4 \pm 2.5	0.34 \pm 0.13	1.02 \pm 0.24	0.10 \pm 0.03	4.92 \pm 0.5
	المتوسط	15.46	1.02	0.58	0.1	4.62
	2015	19.9 \pm 2.25	2.4 \pm 0.47	*0.84	0.34 \pm 0.16	3.32 \pm 0.47
الباقرو	2016	7.96 \pm 0.69	0.18 \pm 0.04	0.26 \pm 0.08	0.14 \pm 0.02	2.9 \pm 0.35
	المتوسط	13.94	1.12	0.56	0.24	3.12
	2015	11.26 \pm 1.33	*1.8	0.28 \pm 0.06	0.06 \pm 0.02	5.9 \pm 0.67
الشرقان	2016	5.32 \pm 0.36	0.38 \pm 0.16	0.78 \pm 0.13	0.18 \pm 0.05	3.94 \pm 0.45
	المتوسط	8.30	1.1	0.54	0.12	4.92

* بعض القراءات تحت الحد الأدنى لقراءة الجهاز

** جميع القيم تحت الحد الأدنى لقراءة الجهاز



شكل 5: التناظر بين تركيز المعادن الثقيلة (الحديد، الرصاص، النحاس، الكاديوم والزنك) في مياه البحر (µg/l) وأنواع الأسماك المدروسة (µg/g).

نشاط الإنزيمات في الأنواع المدروسة في الأنواع المدروسة the species studied

نشاط الإنزيمات في الكبد يعكس الخصائص البيولوجية للأسماك وهو مؤشر جيد لتأثيرها بالوسط الخارجي المحيط وهي بذلك تعد وسيلة للكشف عن مستويات تلوث في البيئة التي تعيش فيها تلك الأسماك. تشير النتائج بان فعالية إنزيم ALP في الأنواع السمكية المدروسة (رزام *Epinephelus marginatus*، فروج *Pagrus pagrus*، باقرو *Euthynnus alletteratus*، شرقان *Diplodus sargus*)، كانت أعلاها في أسماك الباقرو *P. pagrus* (535 U/l) ثم أسماك الرزام *E. alletteratus* (478U/l)، يليها أسماك الشرقان *D. sargus* (227.94 U/l) ثم الفروج *E. Marginatus* (82.84 U/l).

أظهرت النتائج الحالية لإنزيم ALT (GPT) بأن أعلى قيمة كانت في أنسجة كبد أسماك الباقرو *P. pagrus* (3119.5 U/l) يليها الفروج *E. Marginatus* (2262.96 U/l)، ثم الرزام *E. alletteratus* (2064.6 U/l)، وأقل قيمة لهذا الإنزيم كانت في أنسجة كبد أسماك الشرقان *D. sargus* (754.07 U/l)، (جدول 5).

بلغت الفعالية العالية لإنزيم AST (GOT) في النسيج الكبدي لأسماك الفروج *E. Marginatus* 1913.5 U/l وكانت قيمة فعاليته في النسيج الكبدي لأسماك الباقرو *P. pagrus* 1292.4 U/l، بينما بلغت في كبد أسماك الرزام *E. alletteratus* 598.42 U/l وكانت في أسماك الشرقان *D. sargus* 536.3U/l (جدول 5).

كانت أعلى قيمة لإنزيم LDH في كبد أسماك الفروج *E. Marginatus* (U/l) 1411.29، يليها في أسماك الباقرو *P. pagrus* (290.33 U/l)، ثم الشرقان *D.sargus* (215.65 U/l)، بينما سجلت كبد أسماك الرزام *E. alletteratus* القيمة الأقل (52.13 U/l).

جدول 5: فعالية إنزيمات الكبد (التركيز، U/l) لأسماك ارزام (*E. alletteratus*) والفروج (*E. Marginatus*) والباقرو (*E. Marginatus*) والشرقان (*E. Marginatus*)، في العينات المصادة خلال شهر نوفمبر 2015 وشهر سبتمبر 2016، بواقع قراءتان لكل عينة (العدد (N) =6، المتوسط الحسابي \pm الانحراف المعياري).

النوع	السنة	ALP	(GPT) ALT	(GOT) AST	LDH
الرزام	2015	219.26 \pm 133.57	630.5 \pm 391.52	848.58 \pm 172.1	18.75 \pm 7.46
	2016	11785.46 \pm 737.68	3498.7 \pm 4.27	348.25 \pm 64.95	85.5 \pm 7.46
	المتوسط	478.47	2064.6	598.42	52.13
الفروج	2015	92.63 \pm 42.28	2653.08 \pm 777.47	2300 \pm 975.97	1252.08 \pm 762.44
	2016	73.04 \pm 42.17	1872.83 \pm 637.44	1527 \pm 801.08	318.5 \pm 278.8
	المتوسط	82.84	2262.96	1913.5	1411.29
الباقرو	2015	633.7 \pm 506.4	3319.5 \pm 1832.9	1155.1 \pm 759.6	438 \pm 416
	2016	436.34 \pm 195.04	2919.5 \pm 1355.75	1429.7 \pm 819.5	174.5 \pm 142.66
	المتوسط	535.02	3119.5	1292.4	290.33
الشرقان	2015	100.54 \pm 74.18	423.44 \pm 366.16	333.6 \pm 203.7	16.3 \pm 10.4
	2016	355.34 \pm 160.37	1228.15 \pm 1084.7	739.0 \pm 623.85	415.58 \pm 354.4
	المتوسط	227.94	754.07	536.3	215.65

The relationship between (العناصر) الثقيلة والإنزيمات heavy metals and enzymes

تختلف قوة علاقة الارتباط و نوعها (موجبة أو سالبة) بين تركيز المعادن الثقيلة ونشاط الإنزيمات التي تحدد فعالية خصائص الكبد، وذلك بإختلاف المعدن والإنزيم ونوع الأسماك.

E. alletteratus العلاقة بين المعادن ونشاط الإنزيمات في أسماك الرزاق

في أسماك الرزاق يرتبط تركيز عنصر الحديد بعلاقة ارتباط موجب بجميع الإنزيمات المدروسة إلا أن هذا الارتباط غير معنوي، إلا في حالتين؛ فقد كانت علاقة الارتباط معنوية مع كل من إنزيم ALT ($r=0.50, P=0.03$) وإنزيم AST ($r=0.52, P=0.03$) (شكل 6، جدول 6). حيث يتضح من العلاقة الاحصائية تأثير معدن الحديد على أنزيمي ALT وAST. فكلما زاد تركيز معدن الحديد زاد نشاط الإنزيمين.

E. Marginatus العلاقة بين المعادن ونشاط الإنزيمات في أسماك الفروج

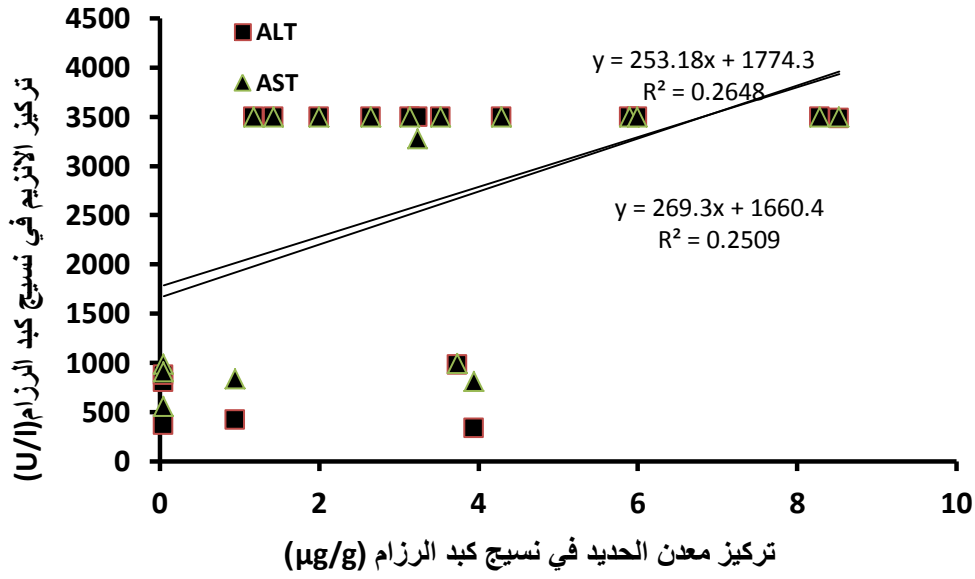
في أسماك الفروج، كان تركيز كل من الحديد والرصاص يرتبطان ارتباط موجب مع جميع الإنزيمات المدروسة، إلا أن هذا الارتباط لم يكن معنوياً إلا في حالتين ارتباط معدن الرصاص مع كل من إنزيم ALT ($r=0.67, P=0.002$) وإنزيم LDH ($r=0.64, P=0.004$) (جدول 7، شكل 7). هناك أيضاً ارتباط موجب ومعنوي بين تركيز الكاديوم وكل من إنزيم ALT ($r=0.63, P=0.03$) وإنزيم AST ($r=0.60, P=0.04$) (جدول 7، شكل 8). هكذا يتضح تأثير معدن الرصاص ومعدن الكاديوم على الإنزيمات ALT وLDH وAST فتزيد من نشاطهم.

العلاقة بين المعادن ونشاط الانزيمات في اسماك الباقرو *P. pagrus*

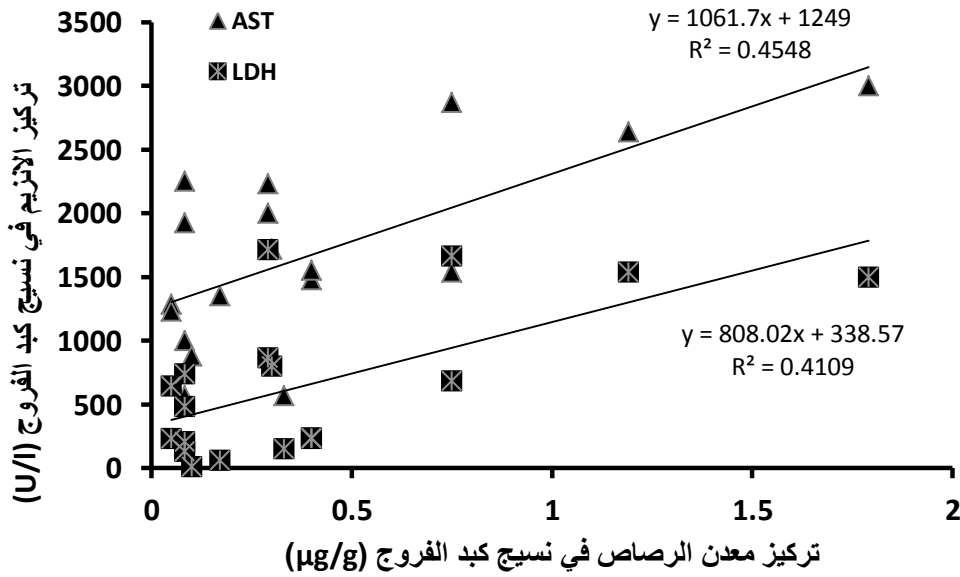
يتضح تأثير المعادن على الانزيمات من خلال العلاقات الموجبة والمعنوية في نسيج كبد أسماك الباقرو كالتالي: الارتباط بين تركيز معدن الحديد ونشاط انزيم LDH ($r=0.49$, $P=0.03$)، والعلاقة الاحصائية بين تركيز معدن الرصاص وانزيم ALP (جدول 8، شكل 9). وعلاقة ارتباط معدن النحاس وانزيم ALT (جدول 8، شكل 10). $(r=0.64, P=0.007)$. وتأثير معدن الزنك على إنزيم ALP. يتضح من (جدول 8، شكل 11). $(r=0.71, P=0.007)$. علاقة الارتباط الاحصائية (جدول 8، شكل 12). $(r=0.48, P=0.045)$. جميع هذه العلاقات موجبة ومعنوية وهذا يعني أنه كلما زاد تركيز المعدن زاد نشاط الانزيم. إن معدن الكاديوم ليس له أي دلالة معنوية مع الانزيمات المدروسة في كبد أسماك الباقرو.

العلاقة بين المعادن ونشاط الانزيمات في اسماك الشرقان *D. sargus*

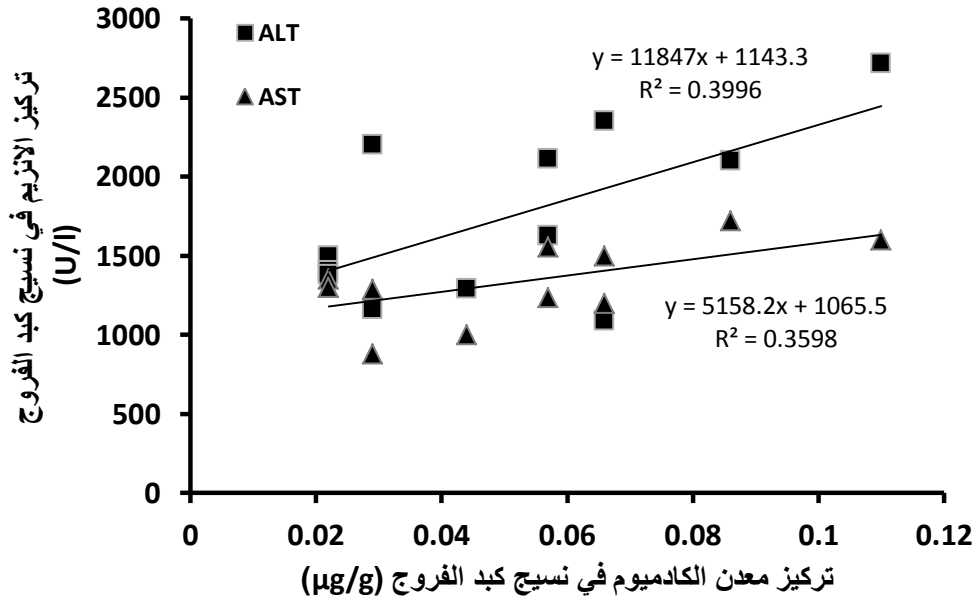
في أسماك الشرقان هناك 3 علاقات ارتباط معنوية؛ علاقتان سالبتان بينما الأخرى موجبة، جميع العلاقات المعنوية تتعلق بانزيم ALP، وكانت إحدى العلاقات السالبة مع معدن الحديد ($r=-0.58, P=0.01$) والأخرى مع الرصاص ($r=-0.57, P=0.04$) بينما كان العلاقة الموجبة مع الكاديوم ($r=0.64, P=0.05$) (جدول 9، شكل 13-15)، وهذه العلاقات تعني بيولوجيا أن زيادة تركيز كل من معدني الحديد والرصاص في كبد اسماك الشرقان يؤدي إلى تثبيط انزيم ALP في كبد هذه الأسماك، بينما زيادة تركيز معدن الكاديوم في كبد هذه الاسماك يؤدي إلى زيادة نشاط انزيم ALP فيها.



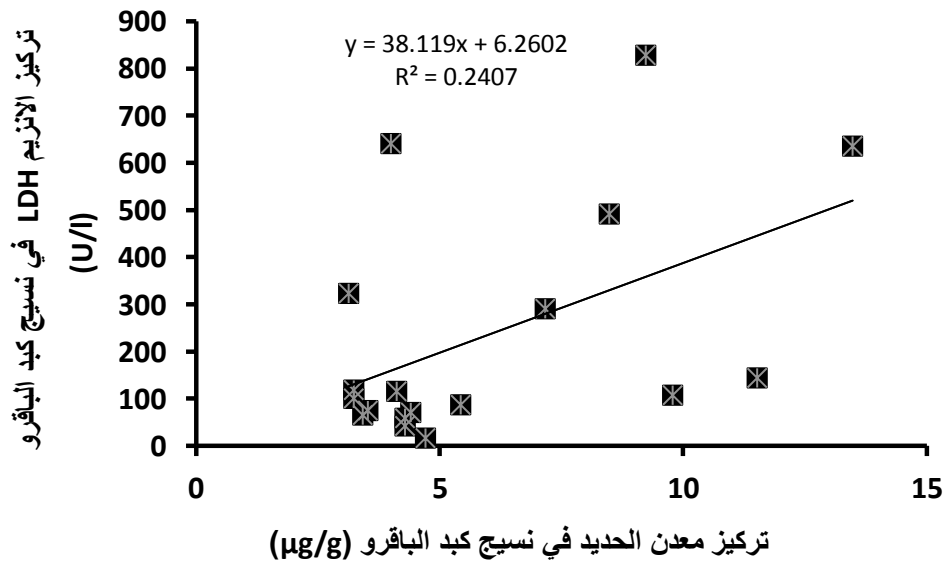
شكل 6: الارتباط بين تركيز معدن الحديد ونشاط إنزيم ALT وإنزيم AST في نسيج كبد أسماك الرزامل



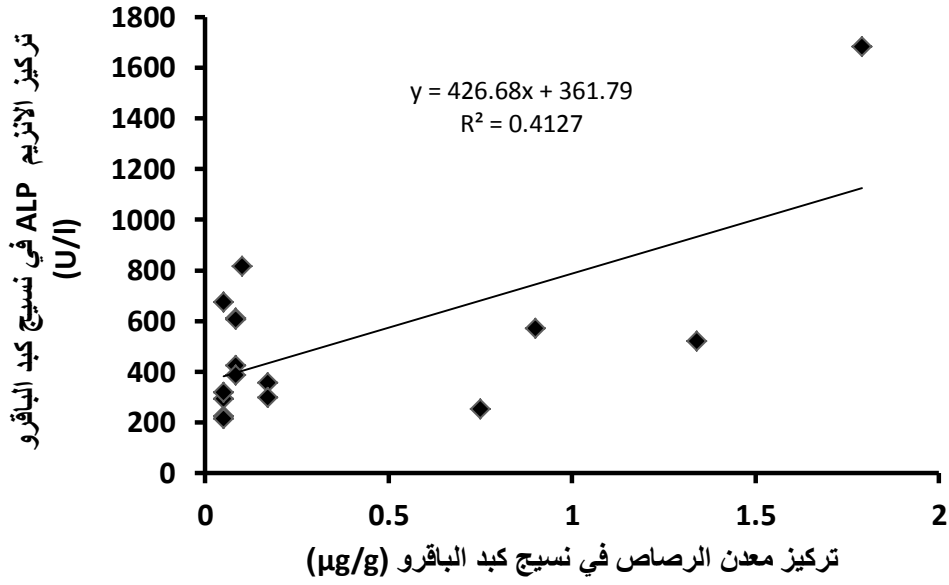
شكل 7: الارتباط بين تركيز معدن الرصاص ونشاط إنزيم AST وإنزيم LDH في نسيج كبد أسماك الفروج



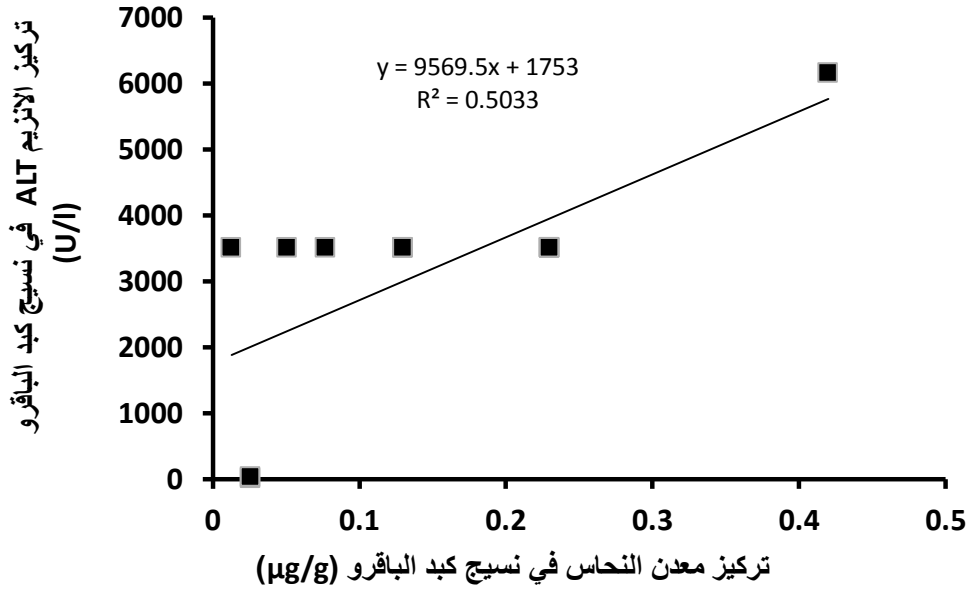
شكل 8: الارتباط بين تركيز معدن الكاديوم ونشاط إنزيم ALT وإنزيم AST في نسيج كبد أسماك الفروج



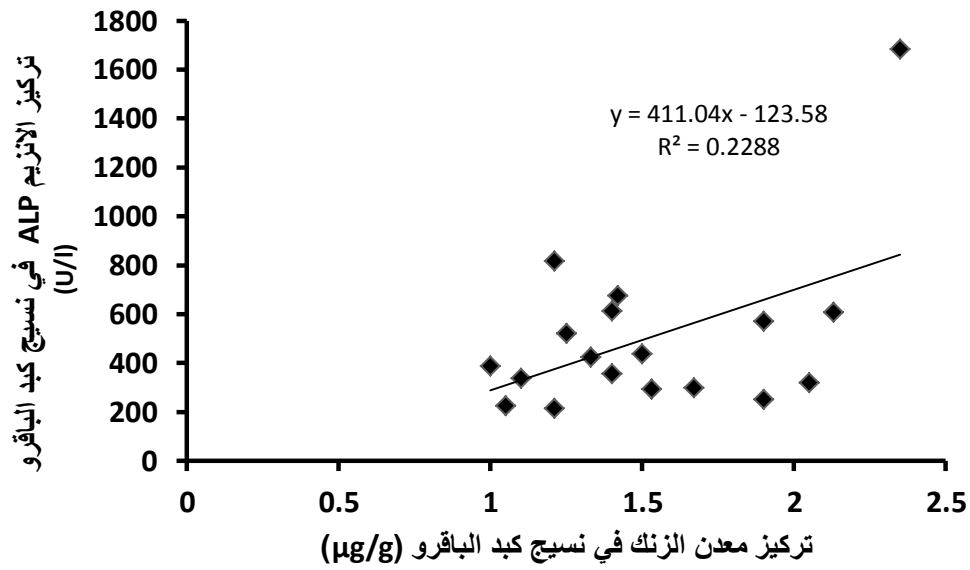
شكل 9: الارتباط بين تركيز معدن الحديد ونشاط إنزيم LDH في نسيج كبد أسماك الباقرو



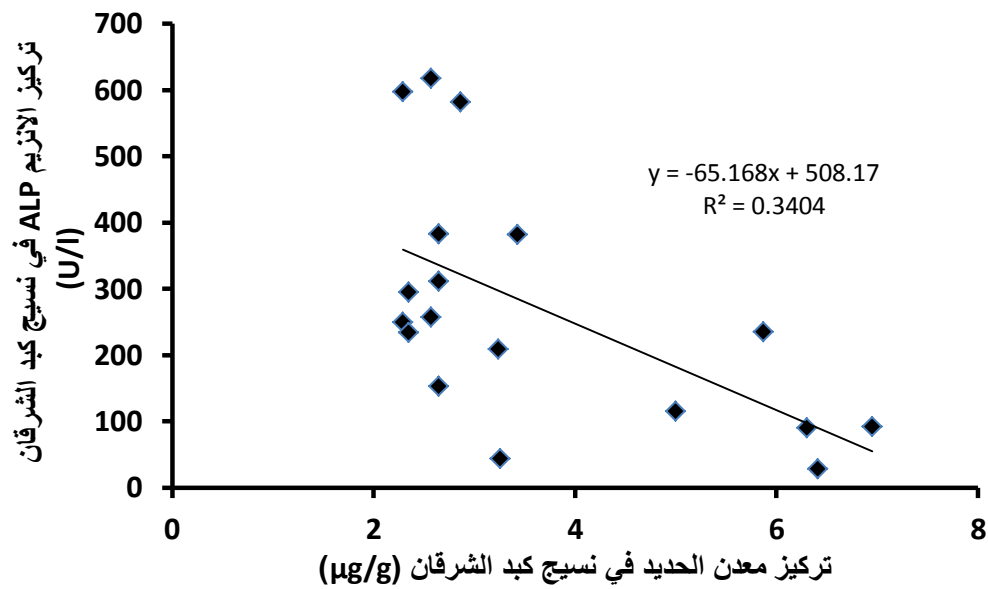
شكل 10: الارتباط بين تركيز معدن الرصاص ونشاط إنزيم ALP في نسيج كبد أسماك الباقرو



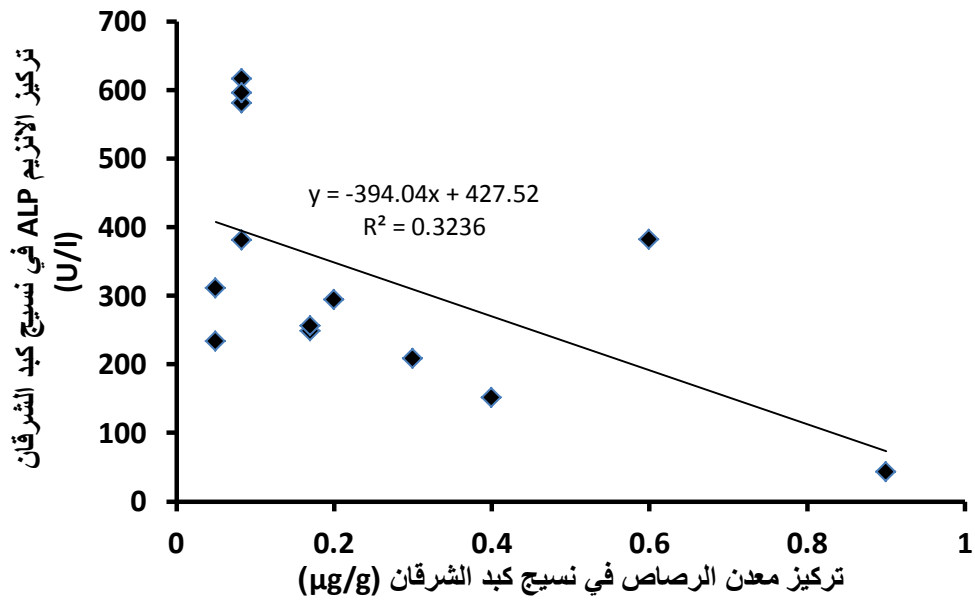
شكل 11: الارتباط بين تركيز معدن النحاس ونشاط إنزيم ALT في نسيج كبد أسماك الباقرو



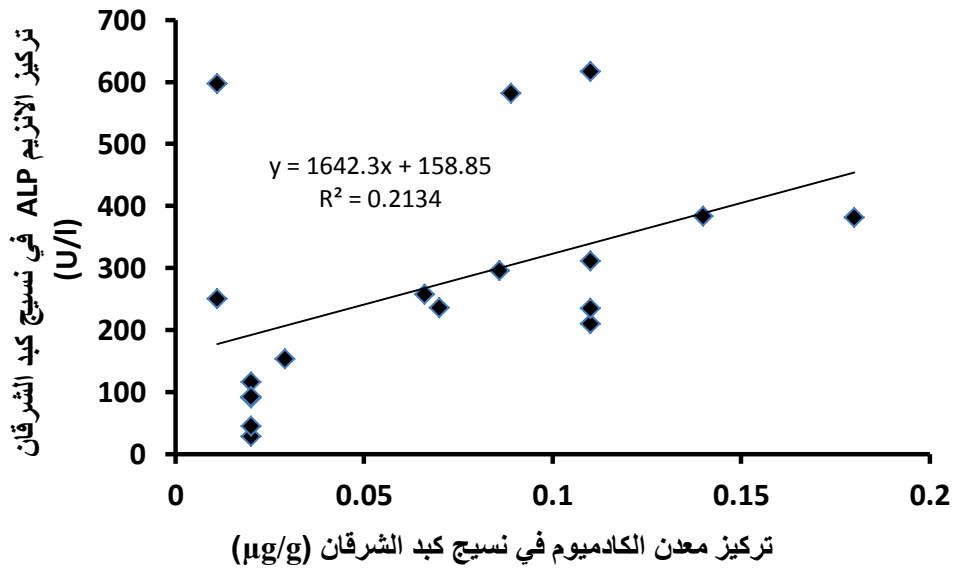
شكل 12: الارتباط بين تركيز معدن الزنك ونشاط إنزيم ALP في نسيج كبد أسماك الباقرو



شكل 13: الارتباط بين تركيز معدن الحديد ونشاط إنزيم ALP في نسيج كبد أسماك الشرفان



شكل 14: الارتباط بين تركيز معدن الرصاص ونشاط إنزيم ALP في نسيج كبد أسماك الشرقان



شكل 15: الارتباط بين تركيز معدن الكاديوم ونشاط إنزيم ALP في نسيج كبد أسماك الشرقان

جدول 6: الارتباط (Pearson correlation) بين المعادن الثقيلة وإنزيمات الكبد في أسماك الرزاق

LDH		(GOT) AST		(GPT) ALT		ALP		الانزيم المعدن
Correlation Coefficient	Sig. (2-tailed)	Correlation Coefficient	Sig. (2-tailed)	Correlation Coefficient	Sig. (2-tailed)	Correlation Coefficient	Sig. (2-tailed)	
0.22	0.37	0.52	*0.03	0.50	*0.03	0.25	0.31	Fe
0.25	0.33	0.31 -	0.21	0.27 -	0.28	0.07 -	0.78	Pb
0.13 -	0.62	0.21 -	0.41	0.25 -	0.33	0.04 -	0.89	Cu
0.3 -	0.23	0.16 -	0.52	0.14 -	0.57	0.18 -	0.48	Cd
0.17 -	0.49	0.23 -	0.36	0.22 -	0.36	0.19	0.46	Zn

* تعني معنوي عند مستوى 0.05

جدول 7: الارتباط (Pearson correlation) بين المعادن الثقيلة وإنزيمات الكبد في أسماك فروج

LDH		(GOT) AST		(GPT) ALT		ALP		الانزيم المعدن
Correlation Coefficient	Sig. (2-tailed)	Correlation Coefficient	Sig. (2-tailed)	Correlation Coefficient	Sig. (2-tailed)	Correlation Coefficient	Sig. (2-tailed)	
0.04	0.89	0.08	0.76	0.01	0.97	0.03	0.92	Fe
0.64	**0.004	0.67	**0.002	0.11	0.66	0.07	0.80	Pb
0.01	0.976	0.02	0.96	0.18 -	0.58	0.11 -	0.73	Cu
0.12	0.719	0.60	*0.04	0.63	*0.03	0.10 -	0.76	Cd
0.13 -	0.63	0.18 -	0.50	0.34 -	0.18	0.12 -	0.65	Zn

* تعني معنوي عند مستوى 0.05

** تعني معنوي عند مستوى 0.01

جدول 8: الارتباط (Pearson correlation) بين المعادن الثقيلة وإنزيمات الكبد في أسماك
باقرو

LDH		(GOT) AST		(GPT) ALT		ALP		الانزيم المعدن
Pearson Coefficient	Sig. (2- tailed)	Pearson Coefficient	Sig. (2- tailed)	Pearson Coefficient	Sig. (2- tailed)	Pearson Coefficient	Sig. (2- tailed)	
0.49	*0.03	0.23-	0.36	0.04	0.86	0.37	0.13	Fe
0.25	0.35	0.34-	0.2	0.10-	0.71	0.64	*0.007	Pb
0.5	0.08	0.34	0.26	0.71	**0.007	0.43-	0.14	Cu
0.45	0.10	0.20	0.47	0.37	0.18	0.19	0.48	Cd
0.21	0.41	0.26 -	0.30	0.11 -	0.67	0.48	*0.045	Zn

* تعني معنوي عند مستوى 0.05

** تعني معنوي عند مستوى 0.01

جدول 9: الارتباط (Pearson correlation) بين المعادن الثقيلة وإنزيمات الكبد في أسماك
الشرقان

LDH		(GOT) AST		(GPT) ALT		ALP		الانزيم المعدن
Correlation Coefficient	Sig. (2- tailed)	Correlation Coefficient	Sig. (2- tailed)	Correlation Coefficient	Sig. (2- tailed)	Correlation Coefficient	Sig. (2- tailed)	
0.41 -	0.094	0.31 -	0.21	0.28 -	0.25	0.58 -	*0.01	Fe
0.24 -	0.437	0.17 -	0.57	0.12 -	0.69	0.57 -	*0.04	Pb
0.36	0.186	0.14	0.62	0.14	0.61	0.43	0.11	Cu
0.46	0.057	0.14	0.57	0.15	0.55	0.46	*0.05	Cd
0.56 -	0.56	0.27 -	0.28	0.19 -	0.45	0.43 -	0.08	Zn

* تعني معنوي عند مستوى 0.05

المناقشة

Discussion

أظهرت نتائج هذه الدراسة أن تركيز كل من الحديد والنحاس والزنك كان أقل من الحد الأعلى المسموح به دوليا في مياه منطقة الدراسة، ومع هذا هناك تأثير لهذه المعادن على بعض الإنزيمات في كبد بعض الأنواع المدروسة، وهذا ربما يرجع إلى تراكم هذه المعادن في الكبد أو إلى حساسية بعض الإنزيمات اتجاه هذه المعادن. كان تركيز الرصاص والكاديوم أعلى من الحد المسموح به دوليا في مياه منطقة الدراسة، ومع هذا لم يكن له علاقة ارتباط بجميع الإنزيمات المدروسة، وهذا ربما يرجع إلى مقدرة الكبد على التخلص من هذين المعدنين بالطرح إلى خارج الجسم أو تخزينهما في أجزاء أخرى من الجسم. اختلف نمط اتجاه تركيز المعادن في أنواع الأسماك المدروسة ($Cd < Cu < Pb < Zn < Fe$) عنه في مياه البحر ($Zn < Fe < Pb < Cu < Cd$) وذلك لكون بعض المعادن من مكونات جسم الأسماك كما في معدن الحديد.

أشارت النتائج إلى أن تركيز الرصاص كان منخفضا في كبد جميع الأنواع المدروسة على الرغم من ارتفاعه في مياه الوسط البيئي الذي تعيش فيه تلك الأنواع، ربما يرجع هذا الانخفاض إلى مقدرة الكبد على التخلص من الرصاص، أو ربما يرجع إلى سلوك معدن الرصاص في الكبد، وأيضا ربما ينتقل الرصاص من الكبد ويتراكم الرصاص في عضو آخر في الجسم. وجد (Abu Helal et al (2008) في دراسته لإحدى عشرة سمكة وجد أن أعلى تركيز للرصاص كان في الخياشيم.

أظهرت نتائج هذه الدراسة أيضا اختلاف تركيز العناصر الثقيلة باختلاف نوع الأسماك، وربما يرجع سبب هذا الاختلاف إلى اختلاف البيئة التي تعيش فيها هذه الأنواع في السواحل

الليبية فهي تعيش على مسافات مختلفة من الشاطئ، وكذلك على أعماق مختلفة؛ فمنها أسماك سطحية، موسمية مثل الرزام الذي يهاجر خلال موسم معين في السنة، ومنها أسماك قاعية، قارة (لا تهاجر) ومنها ما يعيش في الصخور ومنها ما يعيش في مناطق عشبية مثل الباقرو والفروج والشرقان، وبهذا الخصوص ذكرت قويدر (2007) أن الأسماك القاعية أكثر تعرضاً لمخاطر التلوث البحري.

إن تركيز معدن الحديد في نسيج كبد جميع الأنواع المدروسة كان الأعلى مقارنة بتركيز المعادن الأخرى، وربما يرجع سبب هذه الظاهرة إلى أن معدن الحديد من المكونات الأساسية والمهمة الموجودة في نسيج الكبد، وهذه النتائج تتفق مع عدة نتائج لدراسات أجريت على تركيز المعادن الثقيلة في نسيج الكبد لعدة أنواع مختلفة من الأسماك من عدة بحار منتشرة على سطح الكرة الأرضية (Ahmed et al., 2016; Matasin et al., 2011; Cowx, 1982). في دراسة حول تركيز المعادن الثقيلة في نسيج العضلات ونسيج الكبد في الأسماك العربية صفراء الزعانف Arabian yellowfin

(*Acanthopagrus arabicus*)، ذكر Ahmed et al. (2016) أن تركيز الرصاص هو أقل تركيز ويليهِ تركيز الكاديوم في نسيج كبد هذه الأسماك مقارنة بتركيز كل من الحديد والمنجنيز والزنك، إلا أنه في هذه الدراسة وجد أن تركيز الكاديوم هو أقل تركيز ويليهِ تركيز النحاس مقارنة بتركيز الحديد والرصاص والزنك في نسيج كبد جميع الأنواع المدروسة. ربما يرجع هذا التباين إلى التباين في تركيز هذه المعادن في البيئة (شواطئ مدينة كراتشي في بحر العرب وشواطئ مدينة مصراتة في البحر المتوسط) التي تم منها صيد الأسماك أو ربما يرجع إلى التباين في قدرة كبد الأسماك في التعامل مع هذه المعادن، إلا أن تركيز الكاديوم هو الأقل في الاربع أنواع من الأسماك في هذه الدراسة يرجح كفة الاحمال الأول وهو التباين في تركيز هذه

المعادن في منطقتي الدراسة. في هذه الدراسة وجد أن تركيز الزنك (الخاصين) أعلى من تركيز كل من الرصاص والنحاس في كبد جميع أنواع الأسماك المدروسة، هذه النتيجة تتطابق مع ما توصل اليه (Matasin et al (2011) عند دراستهم لتركيز المعادن الثقيلة في كبد نوعين من الأسماك؛ *Esox Lucius* و *Silurus glanis*. في هذه الدراسة وجد أن تركيز الرصاص أعلى من تركيز النحاس في جميع الأنواع المدروسة وهذا لا يتفق مع نتائج دراسة (Matasin et al التي أشارت إلى أن تركيز النحاس أعلى من تركيز الرصاص في نوعين من الأسماك. نمط اتجاه تركيز المعادن الثقيلة في أنواع الأسماك المدروسة في هذه الدراسة يتفق مع اتجاه التركيز في دراسة كل من النعيمي (2013) التي أجريت على أسماك الشبوط من نوع *Barbus grypus* ودراسة Benzer (2013) التي أجريت على أسماك *Cyprinus carpio*، ربما يرجع هذا التطابق الى تقارب تركيز المعادن الثقيلة في مياه ورواسب البيئة التي تعيش فيها تلك الأنواع كما بينها (Ibrahim et al., 2000) و (Ibrahim and El-Naggar, 2006).

في هذه الدراسة تباينت علاقات الارتباط بين تراكيز المعادن الثقيلة وفعالية إنزيمات الكبد في الأنواع المدروسة، هناك حالات عدم وجود ارتباط وحالات وجود ارتباط موجب (طردى) وحالات ارتباط سالب (عكسي)، إن الانزيمات تستجيب بأشكال مختلفة إلى المعادن الثقيلة في أنسجة وأعضاء الحيوانات التي تتعرض للتلوث بالمعادن الثقيلة في التجارب الحقلية والمعملية (Cao et al., 2010; Nemcsok et al., 1981; Abedi et al., 2013). وهذا التباين في الاستجابة ربما يرجع الى خواص المعدن وتركيزه وسميته، وكذلك أنواع الحيوانات المدروسة (Nemcsok et al., 1981)، وكذلك الى طرق امتصاصه والتمثيل الغذائي لها وطريقة إزالتها من جسم الاسماك (Ibrahim and El-Naggar, 2006)، وكذلك عمر الأسماك وحجمها وعاداتها الغذائية (Canli and Atli, 2003). عدم استجابة بعض الإنزيمات في نسيج كبد بعض الأنواع

المدرسة إلى بعض المعادن الثقيلة في هذه الدراسة ربما يرجع انخفاض مستوى تركيز هذه المعادن إلى أقل من المستوى التي تستجيب له هذه الإنزيمات، وذلك نظرا لوظيفة الكبد في التعامل مع المواد الزائدة عن حاجته والضارة وتخليص الجسم منها، وعليه فإن الإنزيمات تستجيب للمعادن الثقيلة إما بالزيادة أو النقصان. ذكرت (Abedi et al (2013) في دراسة معملية حول تأثير زيادة تركيز بعض المعادن الثقيلة على زيادة نشاط بعض إنزيمات الكبد والعضلات في أسماك الشبوط (*Carp, Cyprinus carpio*) إن بعض الإنزيمات لم تستجيب لبعض المعادن الثقيلة وهذا يتطابق مع نتائج هذه الدراسة.

وايضاً في هذه الدراسة هناك عشرة علاقات ارتباط موجبة وذات دلالة احصائية بين تركيز بعض المعادن الثقيلة وفعالية بعض الإنزيمات؛ علاقتان في أسماك الرزنام وكانت بين معدن الحديد وإنزيمي ALT وAST؛ وثلاث علاقات في أسماك الفروج وكانت بين الرصاص وإنزيمي AST وLDH، بين الكاديوم وALT؛ وأربع علاقات في أسماك الباقرو وكانت بين معدني الرصاص والزنك من جهة وإنزيم ALP من جهة أخرى، وبين النحاس وALT، وبين الحديد وLDH، وعلاقة واحدة في سمك الشرقان وكانت بين الكاديوم وALP (جدول 10)، تتوافق هذه النتائج مع نتائج عدة دراسات انجزت على عدة أنواع من الأسماك في عدة مناطق مختلفة (Abedi et al., 2013; Heath, 1996; Karan et al., 1998; Reynders et al., 2006)

في أسماك الفروج، في الدراسة الحالية، هناك علاقة طردية ذات دلالة احصائية بين تركيز الرصاص وزيادة نشاط كل من إنزيمي AST وLDH وكذلك بين تركيز معدن الكاديوم وزيادة نشاط إنزيم ALT، وهذه النتيجة تتوافق جزئياً مع النتائج التي توصلت إليها (Abedi et al., 2013)، في دراسة معملية حول تأثير زيادة تركيز بعض المعادن الثقيلة على زيادة نشاط بعض إنزيمات الكبد والعضلات في أسماك الشبوط (*Carp, Cyprinus carpio*)، حيث ذكروا أن زيادة

تركيز كل من الرصاص والكاديوم يزيدا من إنزيم AST ولا يؤثران على نشاط إنزيم ALT في كبد اسماك الشبوط، وان الكاديوم فقط يزيد من نشاط انزيم ALP، بينما في هذه الدراسة الكاديوم يؤدي إلى زيادة نشاط إنزيم ALT، هذا التقارب في النتيجة بين الدراستين يشير إلى وجود تقارب كبير بين أسماك الفروج وأسماك الشبوط من ناحية الكيمياء الحيوية والفسولوجية التي تتحكم في وظائف الكبد في هذين النوعين. كذلك زيادة إنزيم ALT في الفروج وعلاقته بمعدني Cu و Cd اتفقت مع عدة دراسات (Al-Attar, 2005; Benson et al., 1987; Karan et al., 1998; Singh and Reddy, 1990). أجريت على أسماك من أنواع مختلفة، قد يكون سبب زيادة تصنيع الإنزيمات من خلايا الكبد هو لإبطال التأثير السمي للمعادن، وارتفاع ALT عادة يشير إلى تلف الكبد أو تدهور خلاياه وربما يحدث هذا الإضطراب في أعضاء أخرى تفرز هذا الإنزيم كالقلب والعضلات. (Abo-Hegab et al., 1993). وكما اورد (Chavan and Muley,) (2014) ان التعرض المزمن لمعدني Cu و Cd يرفع مستوى ALT في الخلايا.

ارتفاع إنزيم AST يشير الى حاجة الانسجة الى الطاقة كما ذكر (Meister 1955) لأن هذا الإنزيم وسيط رئيسي في دورة كريبس Krebs Cycle؛ نتيجة الإجهاد وضعف الأنسجة (James et al., 1991; Svoboda, 2001). وهذا يعكس السمية في الكبد خاصة أن ارتفاع AST في هذه الدراسة له علاقة بعنصر الرصاص السام في كبد سمك الفروج.

ارتفاع ALP وعلاقته مع Cd في أسماك الشرقان وPb و Zn في أسماك الباقرو حيث اتفقت هذه الدراسة مع دراسة قام بها (Rajamanickam 2008) ، حينما قام بتعريض أسماك common carp (*Cyprinus Carpio L.*) إلى جرعات تحت مميتة من المعادن السامة وارتفاع ALP هو استجابة تكيفية للتخفيف من سمية المعادن، ونفس الدراسة السابقة عند تعريض

الاسماك الى جرعات تحت مميتة من معدن الرصاص لوحظ انخفاض إنزيم LDH في اليوم الأول تبعته زيادة كبيرة ويرجع ذلك زيادة مسار تحلل السكر في تحويل اللاكتات إلى البيروفات لإنتاج الطاقة خلال الاجهاد الناجم عن المعادن الثقيلة. ويمكن بالتالي أن يستخدم نشاط LDH كمؤشر لتقييم سمية المعادن الثقيلة وربما هذا يعلل العلاقة بين LDH مع Pb في الفروج.

وقد بين Valarmathi و Azariah (2003)، أن زيادة إنزيم LDH بسبب زيادة التمثيل الغذائي للكربوهيدرات في الأعضاء عند تعريض سرطان البحر *Sesarma quadratum* (Fabricius) لجرعات تحت مميتة من كلوريد النحاس، الذي أثر على كفاءة الأيض في الأنسجة، وتسبب في التغيرات المرضية في أنسجة الأعضاء المختلفة وأكد ذلك (Adham, 2002) عند دراسة تأثير (Cd, Cu, Fe, Pb, Mn, Hg, Ni, Zn) على إنزيمات ALT, AST, LDH، حيث إن المواد السامة تؤدي إلى اضطراب في الحالة الفسيولوجية للحيوان لكونها تسبب تشوهات في عضيات الخلية، والتي يمكن أن تسفر عن ارتفاع أو تثبيط في نشاط الإنزيمات المختلفة. الخلل في الميتوكوندريا يؤدي إلى انخفاض التنفس الخلوي وتفاعلات الفسفرة التأكسدية (Valarmathi and Azariah, 2003).

لم تسجل نتائج هذه الدراسة وجود علاقة ارتباط سالب مهمه إحصائيا إلا في حالتين فقط وكلاهما في أسماك الشرقان (جدول 5) وكانت بين معدني الحديد والرصاص من جهة وإنزيم ALP من جهة أخرى، هذه النتائج تتطابق مع نتائج دراسة كل من (Begum and 1995) و Vijayaraghavan و De Smet and Blust (2001) حيث ذكروا في دراستين منفصلتين؛ كانت الأولى حول أسماك *Clarius batrachus* والثانية حول أسماك *Cyprinus carpio* أن زيادة تركيز المعادن الثقيلة تؤدي تقليل فعالية بعض الإنزيمات، وهذا التأثير ربما يرجع - كما ذكر Boge وآخرون 1992- إلى أكسدة جزيئات محددة في هذه الإنزيمات أو ربما يرجع إلى أن

بعض المعادن الثقيلة يؤدي إلى تمزق أغشية الخلايا في نسيج الكبد وهذا بدوره يؤدي إلى تسرب بعض الإنزيمات من نسيج الكبد إلى الدم مما يقلل تركيزه وبالتالي فعاليته في نسيج الكبد.

المواد السامة والتي من ضمنها المعادن الثقيلة في المياه تعرض الأسماك للإجهاد وتؤدي إلى حدوث خلل في وظائف الكبد وإنزيماته، وبشكل عام فإن ارتفاع أو تثبيط إنزيمات (ALT, AST, ALP, LDH) يستخدم لتقييم الحالة الصحية للكبد والتغيرات التي تحيط بالأسماك (Dorcac and Solomon, 2014).

جدول 10: عدد العلاقات ذات الدلالة المعنوية للمعادن الثقيلة ونوع الأسماك وإنزيمات الكبد.

عدد العلاقات الجوهرية	انزيمات الكبد	عدد العلاقات الجوهرية	نوع الأسماك	عدد العلاقات الجوهرية	المعدن
5 (2-،3+)	ALP	2	الرزام	4 (1-،3+)	Fe
3	ALT	3	الفروج	4 (1-،3+)	Pb
2	AST	4	الباقرو	1	Cu
2	LDH	3 (2-،1+)	الشرقان	2	Cd
				1	Zn

وجهة نظر مستقبلية Future perspectives

مازال هذا المجال بحاجة إلى المزيد من البحث والدراسة وخصوصا لمعرفة الأسباب والأليات التي تجعل بعض المعادن الثقيلة يؤثر على بعض الإنزيمات في أحد أنواع الأسماك ولا تؤثر عليه في الأنواع الأخرى، وكذلك تأثير بعض المعادن الثقيلة في بعض الإنزيمات دون غيره في نوع الأسماك نفسه، ويمكن إجراء بعض التجارب المعملية بتعريض أسماك مختلفة الأحجام إلى جرعات مختلفة من المعادن الثقيلة، وذلك لبحث تأثير حجم السمكة و جرعة المعدن على علاقة الارتباط بين تركيز المعادن الثقيلة وفعالية الإنزيمات. تمت هذه الدراسة على 4 أنواع من الأسماك و5 معادن ثقيلة وعلى عضو واحد فقط ألا وهو الكبد، يمكن إجراء المزيد من الدراسات على أعضاء أخرى مثل العضلات والخياشيم والأمعاء والجلد في الأنواع نفسها والمعادن نفسها ويمكن إجراء الدراسة نفسها باستخدام أنواع أخرى من الأسماك، فالساحل الليبي - والحمد لله- يزخر بالعديد من الأنواع السمكية وليس بالضرورة أن تكون الأسماك المستخدمة في الدراسة من الأسماك ذات القيمة الاقتصادية، وكذلك يمكن تقدير تركيز معادن أخرى، فعدد المعادن الثقيلة يزيد عن 14 معدنا، وخصوصا المعادن التي يكثر استخدامها في المجالات الصناعية التي يعتقد أنها تنتشر في البيئة الليبية ولها تركيز مرتفع مثل عنصر الزئبق.

تم في هذه الدراسة تقدير تركيز المعادن الثقيلة في المياه البحرية و بعض الأسماك التي تعيش فيها، لنتبع تركيز العناصر الثقيلة في السلسلة الغذائية و لتكتمل المعلومات حول تركيز المعادن في السلسلة الغذائية التي تكون الأسماك المدروسة أحد حلقاتها يكون من المفيد إجراء دراسة لمعرفة مصادر الغذاء لهذه الأنواع ومن تم تقدير تركيز المعادن الثقيلة في هذه المصادر.

بما أن هذه الدراسة تتعلق بتركيز بعض المعادن الثقيلة في أحد أعضاء جسم الحيوان، ومن غير المعلوم ما إذا كانت هذه المعادن تتراكم في هذا العضو. في كثير من الدراسات هناك عدم وضوح وخطأ في الاستخدام مصطلحي تركيز (Concentration) وتراكم (Accumulation) أو تراكم حيوي (Bioaccumulation)، يرجع ذلك إلى الاعتقاد السائد بأن تركيز المعادن في أعضاء الجسم راجع إلى تراكم هذه المعادن مع مرور الوقت في هذه الأعضاء، وهذا لا ينطبق على كل المعادن ولا ينطبق على كل الأعضاء أيضا، فهناك معادن ثقيلة يمكن للجسم أو الأعضاء أن يتخلص منها، وفي حالة تراكم بعض المعادن في جسم الكائن الحي، فهناك أعضاء في الجسم يتراكم فيها وأعضاء أخرى لا تراكم فيها، فعلى سبيل المثال من المعروف أن معدن الرصاص يتراكم في الأعضاء الصلبة في الجسم، كالأظفار و العظام في جسم الإنسان (منشورات المعهد العربي للصحة و السلامة المهنية، 2010) والصدفة في القواقع، وهناك معادن لا تتراكم في الأنسجة الرخوة، في هذه الحالة، نرى عند تقديره في الأعضاء التي يتراكم فيها المعدن يستخدم مصطلح تراكم (Accumulation) وفي حالة تقديره في الأعضاء التي لا يتراكم فيها يستخدم مصطلح تركيز (Concentration)، هذا الموضوع ما زال بحاجة إلى مزيد من البحث و الدراسة.

Summary

In this study estimate 5 heavy elements; iron (Fe), lead (Pb), copper (Cu), cadmium (Cd), and zinc (Zn), in hepatic tissue of 4 species of fish economic value and consumed frequently in Libyan society; *Euthynnus alletteratus*, *Pagrus pagrus*, *Epinephelus marginatus* and *Diplodus sargus*.

It was further estimate the concentration of liver enzymes; Alkaline Phosphate (ALP), Alanine Amino Transferase (ALT), Aspartate Amino Transferase (AST), and Lactate Dehydrogenase (LDH), In the fabric of the liver thoughtful species, in two consecutive years; November 2015 and September 2016. It was also estimated the heavy elements; iron (Fe), lead Pb) and copper (Cu), cadmium (Cd) and zinc (Zn), in sea water that has been fishing them.

The pattern of the direction of the focus (concentration-trend) Heavy metals prevailing in the waters of the living environment and thoughtful species is concentration of $Pb < Fe < Zn < Cd < Cu$. The concentration of each of iron, copper and zinc lower than the allowable limit, while the concentration of both lead and cadmium higher than the allowable limit in seawater.

There is no significant difference with a moral value between the concentrations of each metal from the metal in all kind of studied fish species in the two years of study, the pattern direction of the prevailing focus in all species studied is; $Fe > Zn > Pb > Cu > Cd$, For the concentration of Fe in the *Epinephelus marginatus* (15.46 $\mu\text{g} / \text{g}$) $>$ *Pagrus pagrus* (13.94) $>$ *Diplodus sargus* (8.30) $>$ *Euthynnus alletteratus* (5.66). Pb: *Pagrus pagrus* (1.12 $\mu\text{g} / \text{g}$) $>$ *Diplodus sargus* (1.1) $>$ *Epinephelus marginatus* (1.02) $>$ *Euthynnus alletteratus* (0.68). concentration of Cu in the *Epinephelus marginatus* (0.58 $\mu\text{g} / \text{g}$) $>$ *Euthynnus alletteratus* (0.57) $>$ *Pagrus pagrus* (0.56) $>$ *Diplodus sargus* (0.54). concentration of Cd in the *Pagrus pagrus* (0.24 $\mu\text{g} / \text{g}$) $>$ *Euthynnus alletteratus* (0.14) $>$ *Diplodus sargus* (0.12) $>$ *Epinephelus marginatus* (0.1). concentration of Zn in the *Diplodus sargus* (4.92 $\mu\text{g} / \text{g}$) $>$ *Epinephelus marginatus* (4.62) $>$ *Euthynnus alletteratus* (3.96) $>$ *Pagrus pagrus* (3.12).

The concentration of enzymes type *Euthynnus alletteratus*, *Pagrus pagrus*, and *Diplodus sargus* is: ALT> AST> ALP> LDH, while at the Fish *Epinephelus marginatus* was ALT> LDH> AST> ALP. for the concentration of the enzyme ALP:

Pagrus pagrus (535.02 u/ l) > *Euthynnus alletteratus* (478.47) > *Diplodus sargus* (227.94) > *Epinephelus marginatus* (82.84).

concentration of the enzyme ALT: *Pagrus pagrus* (3119.5 u / l) > *Epinephelus marginatus* (2262.96) > *Euthynnus alletteratus* (2064.6) > *Diplodus sargus* (754.07).

concentration of the enzyme AST: *Epinephelus marginatus* (1913.5 u / l) > *Pagrus pagrus* (1292.4) > *Euthynnus alletteratus* (598.42) > *Diplodus sargus* (536.3).

concentration of the enzyme LDH: *Epinephelus marginatus* (1411 u / l) > *Pagrus pagrus* (290.33) > *Diplodus sargus* (215.63) > *Euthynnus alletteratus* (52.13).

There is a correlation between the concentration of heavy metals and the concentration of enzymes in the liver tissue in the studied species of fish, most of these proportional relationships and some are counterproductive, the correlation strength vary depending on the heavy metal and the enzyme and the species of the fish, ranging of correlation strength positive relationships between 0.01 to 0.71, while in relations negative between - 0.04 to - 0.58.

Most of the strength of this correlation is not statistically significant, but some are statistically significant, there are positive relationships and other negative both statistically significant and There is a correlation negative was statistically significant negative relationship, and P-value between 0.002 to 0.05 in a statistically important relations; This may be due to lack of presence of strong positive correlation between the concentration of heavy metals and the concentration of enzymes in the liver of the species studied to the low level of concentration of heavy metals in the liver of the studied species.

المراجع

References

المراجع العربية:

التميمي، محمد طالب، بلاسم، عباس ناجي وعماش، هدى صالح. (1999) دراسة وراثية خلوية

ودمية وجزيئية لسمكة الخشني *Liza abu* (Heckel) كمؤشر بيولوجي للتلوث

بالزئبق، مجلة الزراعة العراقية، (5): 142-150.

الدباغ، رياض حامد و السعدي، حسين علي. (2011) البيئة المائية، الطبعة الاولى، دار

اليازوري، عمان الاردن.

الشركسي، ونيس عبد القادر و أبومدينة، حسين مسعود. (2010) جغرافية مصراتة، الطبعة

الأولى، دار ومكتبة الشعب للطباعة والنشر والتوزيع، مصراتة.

الطائي، ميسون مهدي صالح. (1999) العناصر النزرية في مياه ورواسب واسماك ونباتات نهر

شط الحلة، اطروحة دكتوراه- جامعة بابل.

العزابي، أبو القاسم محمد. (1992) النقل البحري وعلاقته بالتلوث النفطي. النشرة العلمية لمركز

بحوث الأحياء البحرية من وقائع الندوة العالمية حول مكافحة التلوث وحماية الثروة

البحرية في البحر المتوسط.

العمامي، محمد عقيلة. (1988) أسماك المتوسط. ليبيا. الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع

والاعلان.

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

الناجي، رمزي والصفدي، عصام. (2002) علم وظائف الأعضاء. دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع عمان الطبعة العربية.

النعمي، بشرى حسن سعيد. (2013) تعرف التراكم الحيوي للكاديوم والرصاص في الطفيلي *Khawia armeniaca* ومضيفه النهائي سمكة الشبوط *Barbus grypus*. مجلة جامعة دمشق للعلوم الأساسية، 29: (1).

الهالي، إسماعيل محمد، رحومة، نصر الدين رجب، سويب، خالد عبد المجيد وشواط، حنان إبراهيم. (2014) تقدير بعض المعادن الثقيلة في عضلات نوعين من اسماك البحر للشاطئ الشرقي بمصراتة، ليبيا. مجلة السائل.

بن عبدالله، عبد الله رجب، التركي، أكرم علي والفيتوري، علي أحمد. (2005) رصد بعض الأسماك الدخيلة في الساحل الليبي، المجلة الليبية لعلوم البحار. 10: 1-14.

حمد، فتح الله صالح الطيب. (2011) دراسة تركيز بعض العناصر الثقيلة في أعضاء بعض أنواع الأسماك المصطادة من شواطئ مدينة درنة (ليبيا). رسالة ماجستير. أكاديمية الدراسات العليا فرع بنغازي. قسم علوم الهندسة البيئية.

خلف، ازور نعمان، الجعفري، اسماء رشيد، الياس، سهاد صادق ووردة، مريم اسحق. (1986) التراكم الحيوي لبعض المعادن الثقيلة في بعض انسجة سمك الطويني *Barbus* *belayewi* من نهر ديالى، مجلة بحوث علوم الحياة 17(1): 27-45.

فيلوغ، عبد السلام ميلاد. (2007) تحديد مستويات بعض العناصر الثقيلة (الحديد، النحاس، الزنك،) في أعضاء أسماك البوري بومماغ *Mugli cephalus* (العضلات، الكبد، الكلى، الخياشيم) من بحيرة 23 يوليو (جليانة) - بنغازي وعلاقتها بوزن الاسماك والجنس. رسالة ماجستير. أكاديمية الدراسات العليا فرع بنغازي. قسم علوم الهندسة البيئية.

قاسم، أحمد السنوسي، بن عبد الله، عبد الله رجب، التركي، أكرم علي، وبين موسى، محمد ناصر. (2009) دليل الأسماك العظمية بالمياه الليبية، مركز بحوث الأحياء البحرية، تاجوراء.

قاسم، هديل محمد. (2012) تأثير مستخلص بذور الحلبة في خلايا وانزيمات الكبد في ذكور الفئران البيض. المجلة العراقية للعلوم. 53: (1).

قويدر، منى امحمد علي. (2007) تأثير مياه الصرف الصحي بالبحر على المياه والاسماك. رسالة ماجستير. اكاديمية الدراسات العليا. قسم العلوم والهندسة البيئية.

منظمة العمل العربية، منشورات المعهد العربي للصحة و السلامة المهنية. (2010) التسممات المهنية الناجمة عن الكاديوم و مركباته، دمشق.

هيكمان، س. ب، روبرتس، ل. س وهيكلان، ف. م. (1995) الأساسيات المتكاملة لعلم الحيوان الجزء الرابع. الدار العربية للنشر والتوزيع - القاهرة. الطبعة الثانية .

- Abedi, Z., Hasantabar, F., Khalesi, M. K., and Babaei, S. (2013).** Enzymatic Activities in Common Carp; *Cyprinus carpio* Influenced by Sublethal Concentrations of Cadmium, Lead, Chromium. *World J. Fish Marine Sci*, 5(2), 144-151.
- Abo-Hegab, S., Kamel, M., and Labib, W. (1993).** Some physiological and biochemical indices of the pesticides tamaron and bayluscide in the fresh water tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Proc. Zool. Soc. AR Egypt*, 24, 183-192 .
- Abu Hilal, A. H., and Ismail, N. S., (2008).** Heavy Metals in Eleven Common Species of Fish from the Gulf of Aqaba, Red Sea. *Jordan Journal of Biological Sciences*, 1(1), 13-1818.
- Adami, G., Barbieri, P., Fabiani, M., Piselli, S., Predonzani, S., and Reisenhofer, E. (2002).** Levels of cadmium and zinc in hepatopancreas of reared *Mytilus galloprovincialis* from the Gulf of Trieste (Italy). *Chemosphere*, 48(7), 671-677.
- Adham, K. (2002).** Sublethal effects of aquatic pollution in Lake Maryut on the African sharptooth catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). *Journal of Applied Ichthyology*, 18(2), 87-94 .
- Adedeji, O., Adeyemo, O., and Agbede, S. (2009).** Effects of diazinon on blood parameters in the African catfish (*Clarias gariepinus*). *African Journal of Biotechnology*, 8(16), 3940.
- Adeyeye, E. (1996).** Determination of major elements in *Ilisha africana* fish, associated water and soil sediments from some freshwater ponds. *BANGLADESH JOURNAL OF SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH*, 31, 171-184.
- Afshan, S., Ali, S., Ameen, U. S., Farid, M., Bharwana, S. A., Hannan, F., and Ahmad, R. (2014).** Effect of different heavy metal pollution on fish. *Research Journal of Chemical and Environmental Sciences*, 2(1), 74-79.
- Agrahari, S., Pandey, K. C., and Gopal, K. (2007).** Biochemical alteration induced by monocrotophos in the blood plasma of fish, *Channa punctatus* (Bloch). *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 88(3), 268-272.
- Ahmad, M. G. T., and Afzal, H. (2001).** Concentration levels of heavy and trace metals in the fish and relevant water from Rawal and Mangla lakes. *J. biol. Sci*, 1, 414-416.

- Ahmed, Q., Bat, L., Yousuf, F., and Arıcı, E. (2016).** Heavy metals in *Acanthopagrus arabicus* Iwatsuki, 2013 from Karachi Coasts, Pakistan and potential risk of human health.
- Akahori, A., Gabryelak, T., Józwiak, Z., and Gondko, R. (1999).** Zinc-induced damage to carp (*Cyprinus carpio* L.) erythrocytes in vitro. *IUBMB Life*, 47(1), 89-98.
- Al-Attar, A. M. (2005).** Biochemical effects of short-term cadmium exposure on the freshwater fish, *Oreochromis niloticus*. *J. biol .Sci*, 5(3), 260-265 .
- Ali, A. A., Elazein, E., and Alian, M. (2011).** Determination of heavy metals in four common fish, water and sediment collected from Red Sea at Jeddah Islamic Port Coast. *J Appl Environ Biol Sci*, 1, 453-459.
- AL-Kazaghly, R., F. (2011).** Study on concentration of some heavy metals in six economic fish species from Zelitan coast at great jamahiriya. Master Thesis. Academy of Graduate studies.
- Amundsen, P. A., Staldivik, F. J., Lukin, A. A., Kashulin, N. A., Popova, O. A., and Reshetnikov, Y. S. (1997).** Heavy metal contamination in freshwater fish from the border region between Norway and Russia. *Science of the Total Environment*, 201(3), 211-224.
- Atroshi, F., Rizzo, A., Sankari, S., Biese, I., Westermarck, T., and Veijalainen, P. (2000).** Liver enzyme activities of rats exposed to ochratoxin A and T-2 toxin with antioxidants. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 64(4), 586-592.
- Authman, M. M., Ibrahim, S. A., El-Kasheif, M. A., and Gaber, H. S. (2013).** Heavy metals pollution and their effects on gills and liver of the Nile Catfish inhabiting El-Rahawy Drain, Egypt. *Global veterinaria*, 10(2), 103-115.
- Balasubramanian, J., and Kumar, A. (2013).** Effect of sodium arsenite on liver function related enzymes of cat fish *Heteropneustes fossilis* and its chelation by zeolite. *Ecotoxicology and Environmental Contamination*, 8(2), 53-58.
- Begum, G., and Vijayaraghavan, S. (1995).** In vivo toxicity of dimethoate on proteins and transaminases in the liver tissue of fresh water fish *Clarias batrachus* (Linn). *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 54(3), 370-375.
- Beijer, K., and Jernelov, A. (1986).** Sources, transport and transformation of metals in the environment. *Handbook on the Toxicology of Metals*, 1, 68-74.

- Benson, W. H., Baer, K. N., Stackhouse, R. A., and Watson, C. F. (1987).** Influence of cadmium exposure on selected hematological parameters in freshwater teleost, *Notemigonus crysoleucas*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 13(1), 92-96 .
- Benzer, S., Arslan, H., Uzel, N., Gül, A., and Yılmaz, M. (2013).** Concentrations of metals in water, sediment and tissues of *Cyprinus carpio* L., 1758 from Mogan Lake (Turkey). *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 12(1), 45-55 .
- Blazovics, A., Abaza, M., Sipos, P., Szentmihályi, K., Feher, E., and Szilagyi, M. (2002).** Biochemical and morphological changes in liver and gallbladder bile of broiler chicken exposed to heavy metals (cadmium, lead, mercury). *Trace elements and electrolytes*, 19(1), 42-47.
- Boge, G., Leydet, M., and Houvet, D. (1992).** The effects of hexavalent chromium on the activity of alkaline phosphatase in the intestine of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquatic toxicology*, 23(3), 247-260.
- Canli, M., and Atli, G. (2003).** The relationships between heavy metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) levels and the size of six Mediterranean fish species. *Environmental Pollution*, 121(1), 129-136.
- Cao, L., Huang, W., Liu, J., Yin, X., and Dou, S. (2010).** Accumulation and oxidative stress biomarkers in Japanese flounder larvae and juveniles under chronic cadmium exposure. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*, 151(3) , 392-386.
- Çelik, U., and Oehlenschläger, J. (2005).** Zinc and copper content in marine fish samples collected from the eastern Mediterranean Sea. *European Food Research and Technology*, 220(1), 37-41.
- Chavan, V., and Muley, D. (2014).** Effect of heavy metals on liver and gill of fish *Cirrhinus mrigala*. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci*, 3(5), 277-288.
- Cheng, W. W., and Gobas, F. A. (2007).** Assessment of human health risks of consumption of cadmium contaminated cultured oysters. *Human and Ecological Risk Assessment*, 13(2), 370-382.
- Chiba, M., Shinohara, A., Matsushita, K., Watanabe, H., and Inaba, Y. (1996).** Indices of lead-exposure in blood and urine of lead-exposed workers and concentrations of major and trace elements and activities of SOD, GSH-Px and

- catalase in their blood. *The Tohoku journal of experimental medicine*, 178(1), 49-62.
- Coppo, J., Mussart, N., and Fioranelli, S. (2001).** 2002, Physiological variation of enzymatic activities in blood of bullfrog, *Rana catesbeiana* (Shaw, 1802). *Rev. Vet*, 2, 22-27.
- Cowx, I. G. (1982).** Concentrations of heavy metals in the tissues of trout *Salmo trutta* and char *Salvelinus alpinus* from two lakes in North Wales. *Environmental Pollution Series A, Ecological and Biological*, 29(2), 101-110.
- Crafford, D., and Avenant-Oldewage, A. (2011).** Uptake of selected metals in tissues and organs of *Clarias gariepinus* (sharp-tooth catfish) from the Vaal River System-Chromium, copper, iron, manganese and zinc. *Water SA*, 37(2), 181-200.
- Crupkin, A. C., and Menone, M. L. (2013).** Changes in the activities of glutathione-S-transferases, glutathione reductase and catalase after exposure to different concentrations of cadmium in *Australoheros facetus* (Cichlidae, Pisces). *Ecotoxicology and Environmental Contamination*, 8(1), 21-25.
- Dallinger, R., Prosi, F., Segner, H., and Back, H. (1987).** Contaminated food and uptake of heavy metals by fish: a review and a proposal for further research. *Oecologia*, 73(1), 91-98.
- Daviglus, M. L., Stamler, J., Orenca, A. J., Dyer, A. R., Liu, K., Greenland, P., . . . Shekelle, R. B. (1997).** Fish consumption and the 30-year risk of fatal myocardial infarction. *New England Journal of Medicine*, 336(15), 1046-1053.
- De Smet, H., and Blust, R. (2001).** Stress responses and changes in protein metabolism in carp *Cyprinus carpio* during cadmium exposure. *Ecotoxicology and environmental safety*, 48(3), 255-262.
- Devi, R., and Banerjee, T. (2007).** Toxicopathological impact of sub-lethal concentration of lead nitrate on the aerial respiratory organs of 'murrel'*Channa striata* (Bloch, Pisces). *Journal of Environmental Health Science & Engineering*, 4(4), 249-256.
- Dirilgen, N. (2001).** Accumulation of heavy metals in freshwater organisms: Assessment of toxic interactions. *Turkish Journal of Chemistry*, 25(2), 173-179.
- Domingo, J. L., Bocio, A., Falcó, G., and Llobet, J. M. (2007).** Benefits and risks of fish consumption: Part I. A quantitative analysis of the intake of omega-3 fatty acids and chemical contaminants. *Toxicology*, 230(2), 219-226.

- Dorcas, and Solomon. (2014).** Calculation Of Liver Function Test In Clarias Gariepinus Collected From Three Commercial Fish Ponds. *Nature and Science*, 12(10).
- Duffus, J. (1980).** Environmental Toxicology Resource and Environmental Sciences Series': Edward Arnold Publishers Ltd., London England.
- Ekpo, F. E., Agu, N., and Udoakpan, U. (2013).** Influence of heavy metals concentration in three common fish, sediment and water collected within quarry environment, Akamkpa LG Area, Cross River State, Nigeria. *European Journal of Toxicological Sciences*, 2013, Article ID 3.
- Farkas, A., Salanki, J., and Varanka, I. (2000).** Heavy metal concentrations in fish of Lake Balaton. *Lakes & Reservoirs: Research & Management*, 5(4), 271-279.
- Filipović, V., and Raspor, B. (2003).** Metallothionein and metal levels in cytosol of liver, kidney and brain in relation to growth parameters of *Mullus surmuletus* and *Liza aurata* from the Eastern Adriatic Sea. *Water research*, 37(13), 3253-3262.
- Firat, Ö., Cogun, H. Y., Yüzereroğlu, T. A., Gök, G., Firat, Ö., Kargin, F., and Kötemen, Y. (2011).** A comparative study on the effects of a pesticide (cypermethrin) and two metals (copper, lead) to serum biochemistry of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Fish Physiology and Biochemistry*, 37(3), 657-666.
- Flora, S., Mittal, M., and Mehta, A. (2008).** Heavy metal induced oxidative stress & its possible reversal by chelation therapy. *Indian Journal of Medical Research*, 128(4), 501.
- Förstner, U., and Wittmann, G. T. (2012).** *Metal pollution in the aquatic environment*: Springer Science & Business Media.
- Georgieva, E., Stoyanova, S., Velcheva, I., Vasileva, T., Bivolarski, V., Iliev, I., and Yancheva, V. (2014).** Metal effects on histological and biochemical parameters of common rudd (*Scardinius erythrophthalmus* L.). *Archives of Polish Fisheries*, 22(3), 197-206.
- Gibson, R. (1994).** Impact of habitat quality and quantity on the recruitment of juvenile flatfishes. *Netherlands Journal of Sea Research*, 32(2), 191-206.
- Goodwin, T. H., Young, A. R., Holmes, M. G., Old, G. H., Hewitt, N., Leeks, G. J., . . . Smith, B. P. (2003).** The temporal and spatial variability of sediment

- transport and yields within the Bradford Beck catchment, West Yorkshire. *Science of the Total Environment*, 314, 475-494.
- Han, J., Won, E. J., Hwang, D. S., Rhee, J. S., Kim, I. C., and Lee, J. S. (2013).** Effect of copper exposure on GST activity and on the expression of four GSTs under oxidative stress condition in the monogonont rotifer, *Brachionus koreanus*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*, 158(2), 91-100.
- Harold, A., and Harper, P., H., (1971):** Review of physiological chemistry, 13th ed. Maruzen Asian Edition.
- Heath, A., (Ed.), 1996.** Water Pollution and Fish Physiology. Boca Raton, FL: Lewis Publishers.
- Hsu, J. M. (1981).** Lead toxicity as related to glutathione metabolism. *The Journal of nutrition*, 111(1), 26-33.
- Huang, X. J., Choi, Y. K., Im, H. S., Yarimaga, O., Yoon, E., and Kim, H. S. (2006).** Aspartate aminotransferase (AST/GOT) and alanine aminotransferase (ALT/GPT) detection techniques. *Sensors*, 6(7), 756-782.
- Ibrahim, A., Bahnasawy, M., Mansy, S., and El-Fayomy, R. (2000).** On some heavy metal levels in water, sediment and marine organisms from the Mediterranean coast of Lake Manzalah. *Egypt J Aquat Biol Fish*, 4(4), 61-81 .
- Ibrahim, N. A., and El-Naggar, G. O. (2006).** Assessment of heavy metals levels in water, sediment and fish at cage fish culture at Damietta Branch of the river Nile. *J. Egypt. Acad. Environ. Develop*, 7(1), 93-1114 .
- Ibrahim, S. A., and Mahmoud, S. A. (2005).** Effect of heavy metals accumulation on enzyme activity and histology in liver of some Nile fish in Egypt. *Egyptian Journal of Aquatic Biology & Fisheries*, 9(1), 203-219.
- Ito, Y., Niiya, Y., Kurita, H., Shima, S., and Sarai, S. (1985).** Serum lipid peroxide level and blood superoxide dismutase activity in workers with occupational exposure to lead. *International archives of occupational and environmental health*, 56(2), 119-127.
- Jalali, R., Ghafourian, H., Asef, Y., Davarpanah, S., and Sepehr, S. (2002).** Removal and recovery of lead using nonliving biomass of marine algae. *Journal of Hazardous Materials*, 92(3), 253-262.

- James, R .Sivakumar, V., Sampath, K., and Rajendran, P. (1991).** Individual and combined effects of zinc, cadmium and copper on growth of *Oreochromis mossambicus*. *Indian Journal of Fisheries*, 38(3), 198-200 .
- Javed, M., and Usmani, N. (2013).** Assessment of heavy metal (Cu, Ni, Fe, Co, Mn, Cr, Zn) pollution in effluent dominated rivulet water and their effect on glycogen metabolism and histology of *Mastacembelus armatus*. *SpringerPlus*, 2(1), 1-13.
- Jee, J. H., Masroor, F., and Kang, J. C. (2005).** Responses of cypermethrin-induced stress in haematological parameters of Korean rockfish, *Sebastes schlegeli* (Hilgendorf). *Aquaculture Research*, 36(9), 898-905.
- Kalay, M., Ay, Ö., and Canli, M. (1999).** Heavy metal concentrations in fish tissues from the Northeast Mediterranean Sea. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 63(5), 673-681.
- Karan, V., Vitorović, S., Tutundžić, V., and Poleksić, V. (1998).** Functional enzymes activity and gill histology of carp after copper sulfate exposure and recovery. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 40(1), 49-55.
- Karayakar, F., Cıkcık, B., Cıftci, N., Karaytug, S., Erdem, C., and Ozcan, A. (2010).** Accumulation of copper in liver, gill and muscle tissues of *Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758). *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9(17), 2271-2274.
- Keskin, Ç., Turan, C., and Ergüden, D. (2011).** Distribution of the demersal fishes on the continental shelves of the Levantine and North Aegean Seas (Eastern Mediterranean). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 11(3).
- Khalifa, K., Hamil, A., Al-Houni, A., and Ackacha, M. (2010).** Determination of heavy metals in fish species of the Mediterranean Sea (Libyan coastline) using atomic absorption spectrometry. *International Journal of PharmTech Research*, CODEN (USA): IJPRIF ISSN, 0974-4304.
- Knowles, S. O., and Donaldson, W. (1990).** Dietary modification of lead toxicity: effects on fatty acid and eicosanoid metabolism in chicks. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Comparative Pharmacology*, 95(1), 99-104.
- Kori-Siakpere, O., and Ubogu, E. O. (2008).** Sublethal haematological effects of zinc on the freshwater fish, *Heteroclinas sp.*(Osteichthyes: Clariidae). *African Journal of Biotechnology*, 7(12).

- Labonne, M., Othman, D. B., and Luck, J.-M. (2001).** Pb isotopes in mussels as tracers of metal sources and water movements in a lagoon (Thau Basin, S. France). *Chemical Geology*, 181(1), 181-191.
- Lawton, L. J., and Donaldson, W. (1991).** Lead-induced tissue fatty acid alterations and lipid peroxidation. *Biological trace element research*, 28(2), 83-97.
- Matasin, Z., Ivanusic, M., Orescanin, V., Nejedli, S., and Gaiger, I. (2011).** Heavy metal concentrations in predator fish. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 10(9), 1214-1218.
- Maton, A., Jean, H., Charles, W., Susan, J., Maryanna, Q., David, L., and Jill, D. (1993).** Human Biology and Health. Prentice Hall. Englewood Cliffs, New Jersey, USA. Pp. 235-279.
- McCoy, C., O'Hara, T., Bennett, L., Boyle, C., and Lynn, B. (1995).** Liver and kidney concentrations of zinc, copper and cadmium in channel catfish (*Ictalurus punctatus*): variations due to size, season and health status. *Veterinary and human toxicology*, 37(1), 11-15.
- McGowan, C., and Donaldson, W. (1986).** Changes in organ nonprotein sulfhydryl and glutathione concentrations during acute and chronic administration of inorganic lead to chicks. *Biological trace element research*, 10(1), 37-46.
- Meister, A., (1955).** Methods Enzymol. Vol. 2, Academic Press, New York, pp: 283.
- Metwally, M., and Fouad, I. (2008).** Biochemical changes induced by heavy metal pollution in marine fishes at Khomse Coast, Libya. *Global veterinaria*, 2(6), 308-311.
- Mohamad, A., Azlan, A., Shukor, A., Yunus, M., Halmi, M. I. E., and Razman, M. R. (2012).** Heavy metals (mercury, arsenic, cadmium, plumbum) in selected marine fish and shellfish along the Straits of Malacca. *International Food Research Journal*, 19(1), 135-140.
- Monteiro, S. M., Mancera, J. M., Fontainhas-Fernandes, A., and Sousa, M. (2005).** Copper induced alterations of biochemical parameters in the gill and plasma of *Oreochromis niloticus*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*, 141(4), 375-383.
- Murugan, S. S., Karuppasamy, R., Poongodi, K., and Puvaneswari, S. (2008).** Bioaccumulation pattern of zinc in freshwater fish *Channa punctatus* (Bloch.) after chronic exposure. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 8(1), 55-59.

- Nemcsok, J., Boross, L., Asztalos, B., Orban, L., and Benedeczky, I. (1981).** Subcellular localization of transaminase enzymes in fishes and their significance in the detection of water pollution. *Acta Biologica Acta Universitatis Szegediensis*.
- Olaifa, F., Olaifa, A., Adelaja, A., and Owolabi, A. (2004).** Heavy metal contamination of *Clarias gariepinus* from a lake and fish farm in Ibadan, Nigeria. *African Journal of Biomedical Research*, 7(3).
- Osman, A. G., Wuertz, S., Mekkawy, I. A., Exner, H. J., and Kirschbaum, F. (2007).** Lead induced malformations in embryos of the African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). *Environmental toxicology*, 22(4), 375-389.
- Ostrea, E. M., Cepeda, E. E., Fleury, C. A., and Balun, J. E. (1985).** Red cell membrane lipid peroxidation and hemolysis secondary to phototherapy. *Acta Paediatrica*, 74(3), 378-381.
- Park, J., and Presley, B. J. (1997).** Trace metal contamination of sediments and organisms from the Swan Lake area of Galveston Bay. *Environmental Pollution*, 98(2), 209-221.
- Patterson, J., and Ranjitha, G. (2009).** Qualities of commercially and experimentally sun dried fin fish, *Scomberoides tol*. *African Journal of Food Science*, 3(10), 299-302.
- Pocock, G., and Richards, C. D. (2009).** *The human body: an introduction for the biomedical and health sciences*: Oxford University Press.
- Postic, C., Dentin, R., and Girard, J., (2004).** Role of the liver in the control of carbohydrate and lipid homeostasis. *Diabetes Metab.* 30, 398-408.
- Rajamanickam, V. (2008).** Effect of heavy metals induced toxicity on metabolic biomarkers in common carp (*Cyprinus Carpio L.*).
- Ranau, R., Oehlenschläger, J., and Steinhart, H. (1999).** Determination of aluminium in the edible part of fish by GFAAS after sample pretreatment with microwave activated oxygen plasma. *Fresenius' journal of analytical chemistry*, 364(6), 599-604.
- Rasmussen, A. D., and Andersen, O. (2000).** Effects of cadmium exposure on volume regulation in the lugworm, *Arenicola marina*. *Aquatic toxicology*, 48(2), 151-164.

- Reynders, H., Van Campenhout, K., Bervoets, L., De Coen, W. M., and Blust, R. (2006).** Dynamics of cadmium accumulation and effects in common carp (*Cyprinus carpio*) during simultaneous exposure to water and food (*Tubifex tubifex*). *Environmental Toxicology and chemistry*, 25(6), 1558-1567.
- Robert, K.M., Victor, W.R., David, B., Kathleen, M.B., Anthony, P.W., and Peter, J.K., (2011).** Harpers Illustrated Biochemistry (Lange Medical Book), 28th Edition, Volum 28. McGraw-Hill.
- Roberts, R.J., (1989).** Fish Pathology. Bailliere Tindall, London. Pp: 1-6
- Roche, (2009).** COBAS, COBAS INTEGRA and LIFE NEEDS ANSWERS are trademarks of Roche. Roche Diagnostics Ltd. CH-6343. Rotkreuz Switzerland.
- Romeo, M., Siau, Y., Sidoumou, Z. n., and Gnassia-Barelli, M. (1999).** Heavy metal distribution in different fish species from the Mauritania coast. *Science of the Total Environment*, 232(3), 169-175.
- Rosalki, S.B., and McIntyre, N., (1999).** Biochemical investigations in the management of liver disease. Oxford textbook of clinical hepatology, 2nd ed. New York; Oxford University press, 503-521.
- Saliu, J. K., and Bawa-Allah, K. A. (2012).** Toxicological effects of lead and zinc on the antioxidant enzyme activities of post juvenile *Clarias gariepinus*. *Resources and Environment*, 2(1), 21-26.
- Sastry, K., and Gupta, P. (1979).** The effect of cadmium on the digestive system of the teleost fish, *Heteropneustes fossilis*. *Environmental research*, 19(2), 221-230.
- Schulz, U., and Martins-Junior, H. (2001).** *Astyanax fasciatus* as bioindicator of water pollution of Rio dos Sinos, RS, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 61(4), 615-622.
- Sen, I., Shandil, A., and Shrivastava, V. (2011).** Study for determination of heavy metals in fish species of the river Yamuna (Delhi) by inductively coupled plasma-optical emission spectroscopy (ICP-OES). *Advances in Applied Science Research*, 2(2), 161-166.
- Shivakumar, C., Thippeswamy, B., Tejaswikumar, M., and Prashanthakumar, S. (2014).** Bioaccumulation of heavy metals and its effect on organs of edible fishes located in Bhandra River, Karnatka. *Int. J. Res. Fisheries & Aquacult*, 4(2), 90-98.

- Singh, D., Katiyar, S., and Verma, A. (2012).** Role of Copper Sulphate on Oxidative and Metabolic Enzymes of Freshwater Fish; *Channa Punctatus*. *Journal of Environmental & Analytical Toxicology*, 2012.
- Singh, H., and Reddy, T. (1990).** Effect of copper sulfate on hematology, blood chemistry, and hepato-somatic index of an Indian catfish, *Heteropneustes fossilis* (Bloch), and its recovery. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 20(1), 30-35 .
- Siscovick, D. S., Raghunathan, T., King, I., Weinmann, S., Wicklund, K. G., Albright, J., . . . Kushi, L. H. (1995).** Dietary intake and cell membrane levels of long-chain n-3 polyunsaturated fatty acids and the risk of primary cardiac arrest. *Jama*, 274(17), 1363-1367.
- Suhaimi, F., Wong, S., Lee, V., and Low, L. (2005).** Heavy metals in fish and shellfish found in local wet markets. *Singapore J Primary Ind*, 32, 1-18.
- Svoboda, M. (2001).** Stress in fish—review. *Bul. VURH Vodnany*, 37, 69-191 .
- Tiimub, B. M., and Afua, M. A. D. (2013).** Determination of selected heavy metals and iron concentration in two common fish species in Densu River at Weija District in greater Accra region of Ghana. *American International Journal of Biology*, 1(1), 45-55.
- Toth Jr, J. F., and Brown, R. B. (1997).** Racial and gender meanings of why people participate in recreational fishing. *Leisure Sciences*, 19(2), 129-146.
- Tripathi, B. N., and Gaur, J. (2004).** Relationship between copper-and zinc-induced oxidative stress and proline accumulation in *Scenedesmus* sp. *Planta*, 219(3), 397-404.
- Vaglio, A., and Landriscina, C. (1999).** Changes in Liver Enzyme Activity in the Teleost *Sparus aurata* in Response to Cadmium Intoxication. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 43(1), 111-116.
- Valarmathi, S., and Azariah, J. (2003).** Effect of copper chloride on the enzyme activities of the crab *Sesarma quadratum* (Fabricius). *Turkish Journal of Zoology*, 27(3), 253-256.
- Vallee, B. L., and Ulmer, D. D. (1972).** Biochemical effects of mercury, cadmium, and lead. *Annual review of biochemistry*, 41(1), 91-128.
- Van den Broek, J., Gledhill, K., and Morgan, D. (2002).** Heavy metal concentrations in the mosquito fish, *Gambusia holbrooki*, in the Manly Lagoon catchment. *UTS freshwater ecology report*, 25.

- Vikramjit, M., (2012).** Metabolic functions of the liver. *Anaesthesia & Intensive Care Medicine*.13, 54-55.
- Vasudevan, D.M., Sreekumari, S., and Vaidyanathan, K. (2013).** Text book of biochemistry. 7th edition, Jaypee Brothers Medical Publishers (P) Ltd-New Delhi.
- Wales, J.,H. (1983).** Microscopic Anatomy of Salmonids. An Atlas, United States Department of the Interior, Resource Publication.
- Weis, J., and Weis, P. (1989).** Effects of environmental pollutants on early fish development. *Rev. Aquat. Sci*, 1(1), 45-73.
- Yang, J.-L., and Chen, H.-C. (2003).** Serum metabolic enzyme activities and hepatocyte ultrastructure of common carp after gallium exposure. *Zoological studies*, 42(3), 455-461.
- Yasutake, W. T., and Wales, J. H. (1983).** Microscopic anatomy of salmonids: an atlas.
- Yousafzai, A. M., Khan, A., and Shakoori, A. (2009).** Trace metal accumulation in the liver of an endangered South Asian fresh water fish dwelling in sub-lethal pollution. *Pakistan Journal of Zoology*, 41(1), 35-41.

الملاحق Appendixes



ملحق 1: منطقة الدراسة؛ ميناء الصيد البحري بمنطقة قصر احمد



ملحق 2: جهاز مطياف الانبعاث الذري - Atomic Absorption spectrophotometer-
(ITEM No.19102.12 HiTachi)



ملحق 3: جهاز تحليل الانزيمات Cobas integra 400 من شركة Roch



ملحق 4: الموازين المستخدمة في وزن الأسماك وعينات الكبد وأدوات التشريح وجانب من

عملية الهضم.



ملحق 5: تجهيز العينات للفحص الانزيمي.



الكواشف الانزيمية

ملحق 6: الكواشف الأنزيمية المستخدمة للكشف عن نشاط الانزيمات المدروسة.



جانب من الجزء العملي

ملحق 7: جانب من الجزء العملي في معمل قسم الاحياء بكلية التربية جامعة مصراتة.