تأثير الزئبق على البروتينات الكلية والمرحلة كهربائيا وعلى فعالية ثلاثة أنزيمات في جبة ثلاثة أنواع من محار المياه العذبة

Unio tigridis و *Pseudontopsis euphraticus* و *Anodonta sp.* و [I]

عبد علي ذاكر
قسم علوم الحياة – كلية العلوم – جامعة الانبار
الانبار - العراق

سولاف مصطفى محمد
قسم علوم الحياة – كلية العلوم – جامعة السليمانية
السليمانية – العراق

الخلاصة

جمعت نماذج من ثلاثة أنواع من المحار *Unio tigridis* و *Pseudontopsis euphraticus* و *Anodonta sp.* من بحيرة الحبانية/ منطقة العنكور/العراق.عرضت الحيوانات إلى الزئبق بثلاثة تراكيز هي 0.1 و0.2 و0.4 ملغم زئبق/ لتر لمدة ثلاثة أسابيع للتركيز الأول وأسبوعين للتركيز الثاني وأسبوع واحد للتركيز الثالث . بعد انتهاء فترة التعريض تم تشريح الحيوانات واستئصال الجبة وتحضير المستخلص وتقدير كمية البروتينات وفعالية الإنزيمات وأظهرت النتائج ما ياتي

كان هناك نقصا في كمية بروتينات الجبة في أنواع المحار الثلاثة المعاملة بالزئبق. كما لوحظ أن هناك تأثيرا واضحا للزئبق على الحزم البروتينية المرحلة كهربائيا (على هلام متعدد الاكريلامايد) حيث قلت كثافة بعض الحزم البروتينية كما هي الحال في النوع الاول عند التراكيز الثلاثة وظهور حزم جديدة كما هي الحال في النوع الثاني ، واختفاء حزم كما هي الحال في النوع الثالث ، في حين كانت استجابة الانزيمين ALT وAST غير منتظمة حيث ارتفعت فعالية الفوسفاتيز القاعدي في جبة النوع الثاني عند التركيز الاول وانخفضت عند التركيز الثاني ،وانخفضت في النوع الثالث عند جميع التراكيز. زادت فعالية ALT في جبة النوع الأول عند جميع التراكيز.أما فعالية ال AST فقد قلت عند التركيز الاول في النوع الاول وزادت عند التركيزين الاخرين وقلت عند جميع التراكيز في النوع الثالث .

يستنتج من هذه الدراسة ان هناك استجابة للمحار عند وجود عنصر الزئبق في محيطه المائي مما يؤدي الى حدوث تغييرات في كمية وحزم البروتينات وفعالية الانزيمات والتي يمكن استخدام هذه التغييرات كمؤشر على تلوث المياه بالزئبق .

[I] البحث مستل من رسالة ماجستير للباحث الثاني

Effect of mercury on the total and electrophoretic profile of proteins and on the activity of three enzymes in mantle of three species of freshwater clam *: Unio tigridis, Pseudontopsis euphraticus* and *Anodonta spp*

Abd Ali Taker
Dept. of Biological sciences -College of sciences -AL-Sulamanea University
Sulamania -Iraq

Sulaf M. Ahmed
Dept. of Biological sciences -College of sciences -AL-Anbar University
AL-Anbar -Iraq

Summary

A three species of clam *Unio tigridis, Pseudontopsis euphraticus and Anodonta sp.* were collected from Al-Habaniya lake, Al-Angor region/Iraq .The animals were exposed to three concentrations of mercury :0.1, 0.2 and 0.4 mg/L . First group of animals were exposed for three weeks ,second group for two weeks and the third group for one week. At the end of the exposure period, the animals were dissected ,then the mantle removed for the further studies on proteins and enzymes. The results were :

1- Total protein concentration in the mantle decreased in the three species of clam exposed to mercury. It was observed that a prominent effect of mercury on the electrophoretic bands of proteins with the decrease in the intensity of protein bands or induction of new bands.

2- The activity of the three enzymes : Alkaline phosphatase , ALT and AST were not stable, either increasing or decreasing according to the different species and concentration of the mercury , for example the activity of alkaline phosphatase increased in the mantle of the first species at lower and decreased at the second concentration but decreased in third species at different concentrations . The activity of ALT increased in the mantle of the first species at all concentrations of mercuy, while the activity of AST decreased in the mantle of the first species and increased at the two other concentrations but decreased in the mantle of third species .

3- We concluded from this study that , the clam responses to the mercury in the environment, which caused a changes in proteins

and enzymes. These changes can be used as an indicator to the water pollution with the mercury .

المقدمة

المحار من النواعم واسعة الانتشار في البيئات المائية ، ويعد من الحيوانات ذات الأهمية التجارية من حيث إنتاج اللؤلؤ ومصدرا غذائيا مهما للأسماك و أحيانا للإنسان. والمحار شأنه شأن الكائنات الحية الأخرى يتأثر بتغيرات محيطه المائي ، ولأعضائه المختلفة القدرة على تجميع العناصر الثقيلة ومنها الزئبق (1و2) . ان هذا العنصر يعد من المواد ذات التأثير السمي الكبير على الكائنات الحية المختلفة (3 و4 و5 و6) ، ومما يزيد من خطورته هو الطرح المتزايد له إلى الطبيعة من خلال دخوله في تركيب العديد من الصناعات مثل حشوات الاسنان والمبيدات الحشرية واستخدام بعض مركباته في تعفير الحبوب وغير ذلك. ومن المفيد هنا التذكير بحادثة التسمم الكبيرة بالزئبق التي حدثت في العراق بسبب تناول الأهالي الحبوب المعفرة بالزئبق (6) ، وحدوث 1200 حالة تسمم بالزئبق وموت العشرات في جزيرة منماتا اليابانية بعد تناولهم حيوانات بحرية ملوثة بالزئبق في احد البحيرات التي اعتبرت مستقبلا نهائيا لرمي النفايات السائلة لاحد المصانع (7) .

للزئبق القابلية على الارتباط بالأغشية الخلوية ويرتبط بفاعلية بمجموعة الكبريت الهيدروجينية (Sulphydral group)الضرورية للنفاذية (8) . لقد وجد ان تعريض الكائنات الحية ومنها *المحار الى الزئبق يؤدي الى العديد من التغيرات الكيميائية الحيوية مثل تخليق* بروتينات جديدة ترتبط بالزئبق ومنها الميتالوثايونين (1و9) ، والتأثير على فعالية الانزيمات المختلفة بزيادة الفعالية او التثبيط مثل الفوسفاتيز القاعدي والفوسفاتيز الحامضي والاستريز والتربسين والببسين والامينوبيتايديز (10و11و12) .

ان الهدف من هذه الدراسة متابعة بعض التغيرات الكيمياوية الحياتية في جبة المحار الذي تم جلبه من بحيرة الحبانية وتعريضه في المختبر الى الزئبق ، وامكانية استخدام هذه التغيرات كمؤشر مبكر على تلوث المياه بهذا العنصر .

المواد وطرائق العمل

تم جمع المحار بانواعه الثلاثة *Unio tigridis* و *Pseudontopsis euphraticus* و *Anodonta sp.* وباوزان تراوحت بين 42.8–45.6 غم للنوع الاول 74.48 -75.9 غم للنوع الثاني و78.19 – 79.79 غم للنوع الثالث على الترتيب من بحيرة الحبانية ، منطقة العنكور بالاعتماد على شباك الصيادين . نقلت الى المختبر وتم توزيعها في احواض سعة كل حوض 5 لتر حاوية على ماء خالي من الكلور وبمعدل 10 افراد في كل حوض ثم تركت في المختبر لمدة اسبوع مع تغيير الماء يوميا وازالة الأفراد الميتة خلال هذه الفترة وذلك لأغراض التأقلم والتخلص من الأفراد الغير سليمة (13) ، بعدها تم تعريض المحار الى تراكيز مختلفة من الزئبق بهيئة $HgCl_2$ المذاب في الماء حيث استخدمت التراكيز 0.1 و0.2 و0.4 ملغم زئبق/ لتر ولفترة ثلاثة اسابيع للتركيز الاول واسبوعان للتركيز الثاني واسبوع واحد للتركيز الثالث على التوالي ، ورافقت كل مجموعة من المجموعات الثلاث مجموعة سيطرة تحت نفس الظروف باستثناء وجود عنصر الزئبق .

تشريح الحيوانات وتحضير المستخلص:-

بعد انتهاء مدة التعريض قتلت الحيوانات بفصل المصراعين عن بعضهما ،واستؤصل العضو المطلوب ووزن باستخدام ميزان ثم هرس باستخدام المجنس في محيط ثلجي بعد اضافة المحلول الدارئ Tris HCl pH 7.2 وبنسبة 5:1 وزن/ حجم لدراسة المحتوى البروتيني وفعالية الانزيمات ، وبنسبة 2:1 وزن/ حجم لدراسة الحزم البروتينية. فصل المستخلص باستخدام جهاز الطرد المركزي بسرعة 1500 دورة / دقيقة ولمدة عشر دقائق ، حيث اخذ الرائق وحفظ في – 20 درجة مئوية لحين الاستخدام .

استخدمت طريقة بايوريت (Biuret method) في تعيين كمية البروتين وتم الحصول على المواد من معهد المصول واللقاحات التابع لوزارة الصحة في بغداد. تركت الانابيب في حمام مائي وبدرجة 37° م لمدة 10 دقائق وتمت قراءة الامتصاصية لجميع الانابيب على طول موجي 540 نانوميتر وباستخدام المطياف الضوئي . أما تحديد الحزم البروتينيه فقد جرى باستخدام الترحيل الكهربائي على الهلام المتعدد الأكريلامايد العمودي (12) .

تم حساب فعالية انزيم الفوسفاتيز القاعدي بقياس الفينول المتحرر من المادة الأساس بفعل النشاط الأنزيمي ،أما نشاط الأنزيمين الناقلين للأمين ALT و AST فقد تم حسابه بمتابعة البايروفيت المتحرر (14) .

استعمل T-test لعينتين مستقلتين في التحليل الإحصائي .

النتائج

تأثير الزئبق على البروتينات :

يبين الجدول (جدول 1) انخفاض المحتوى الكلي للبروتين في الجبة للأنواع الأول *Unio tigridis* والثاني *Pseudontopsis euphraticus* والثالث . *Anodonta sp* وكلها كانت فروقات معنوية .ويشير الشكل (شكل 1) الى تأثير التراكيز المختلفة للزئبق على الحزم البروتينية الالكتروفوريتية لجبة النوع الأول ، حيث قلت كثافة الحزمة رقم 1 مقارنة بالنموذج المأخوذ من حيوانات التجربة الضابطة. يبين الشكل (شكل 2) تأثير التراكيز المختلفة للزئبق على الحزم البروتينية للجبة في النوع الثاني فقد ظهرت حزمتان بروتينيتان جديدتان (رقم1 و 2) ، وعكس هذا ينطبق على الحزم البروتينية لجبة النوع الثالث حيث اختفت حزمتان (1و2) (شكل 3) .

تأثير التراكيز المختلفة للزئبق على فعالية انزيم الفوسفاتيز القاعدي:

يبين الجدول (جدول2) نتائج تأثير الزئبق على فعالية الانزيم في جبة النوع الأول *U. tigridis* والثاني *P. euphraticus* والثالث .*Anodonta Sp*

ففي النوع الأول انخفضت فعالية الإنزيم انخفاضا معنويا عند التعريض الى التركيزين 0.1 و 0.2 ملغم زئبق/ لتر في حين ازدادت فعالية الانزيم زيادة معنوية عند التركيز 0.4 ملغم زئبق/ لتر. في النوع الثاني ارتفعت فعالية الانزيم ارتفاعا معنويا عند التعرض لـ 0.1 ملغم زئبق/ لتر حيث بلغت 125% مقارنة بالفعالية في حيوانات التجربة الضابطة ، في النوع الثالث انخفضت فعالية الانزيم انخفاضا معنويا عند كل تراكيز الزئبق 0.1، 0.2، 0.4 ملغم زئبق/ لتر وكانت كالآتي 11.26% و 54.93% و 31.79% في انواع المحار الثلاثة على التوالي مقارنة بفعالية الانزيم في حيوانات التجربة الضابطة التي تمثل 100%.

تأثير الزئبق على فعالية الانزيم ALT :

الجدول (جدول3) يبين تأثير الزئبق بتراكيزه المختلفة على فعالية الانزيم في الجبة للأنواع الأول *U. tigridis* والثاني *P. euphraticus* والثالث .*Anodonta Sp* . ففي النوع الأول انخفضت فعالية الانزيم انخفاضا معنويا عند التراكيزين 0.1 و 0.2 ملغم زئبق/ لتر فكانت وحسب الترتيب 85% و 86.3% ولكنها ازدادت زيادة معنوية عند التركيز 0.4 ملغم زئبق/ لتر عند مقارنتها مع قيم الفعالية في حيوانات التجربة الضابطة. وقد ازدادت فعالية الانزيم زيادة معنوية عند كل تراكيز الزئبق في النوع الثاني بالمقارنة مع قيم الفعالية في حيوانات التجربة الضابطة. وفي النوع الثالث

كانت استجابة الانزيم لتأثيرات الزئبق معاكسة للنوع الثاني فقد انخفضت انخفاضا معنويا عند كل تراكيز الزئبق وبلغت فعالية الانزيم 55.45% و 56% و 48% في انواع المحار الثلاثة على التوالي مقارنة بقيم الفعالية لحيوانات التجربة الضابطة والتي تمثل 100%.

تأثير الزئبق على فعالية الانزيم AST :

الجدول (جدول4) يبين تأثير التراكيز المختلفة من الزئبق على فعالية الانزيم في الجبة للأنواع الثلاثة . ففي النوع الأول انخفضت الفعالية انخفاضا معنويا عند التركيز 0.1 ملغم زئبق/ لتر فبلغت 40.67%. في حين ازدادت زيادة معنوية عند التركيزين 0.2 و 0.4 ملغم زئبق/ لتر فبلغت الفعالية 133.3% و 113.55% مقارنة بقيمها في حيوانات التجربة الضابطة. أما في النوع الثاني ارتفعت فعالية الانزيم ارتفاعا معنويا عند التعرض لتركيز 0.2 ملغم زئبق/ لتر فكانت 236.6% وانخفضت الفعالية انخفاضا معنويا عند التعرض لتركيزي الزئبق 0.1 و 0.4 ملغم زئبق/ لتر، في حين انخفضت الفعالية انخفاضا معنويا عند كل تراكيز الزئبق 0.1 ،0.2 ،0.4 ملغم زئبق/ لتر في النوع الثالث فبلغت وحسب الترتيب 52.1% ، 60.7% ، 29% مقارنة بقيمتها في حيوانات التجربة الضابطة التي تمثل 100%.

جدول (1) : تأثير الزئبق على تركيز البروتين الكلي الذائب (gm/100 ml) في جبة الأنواع الثلاث من المحار

التراكيز	*Unio tigridis*	*P. euphraticus*	*Anodonta sp.*
	الخطأ القياسي المتوسط	الخطأ القياسي المتوسط	الخطأ القياسي المتوسط
التجربة الضابطة 0.1 ملغم زئبق / لتر	± 0.098 1.749	± 0.023 2.087	± 0.051 0.936
	± 0.038 0.687	± 0.074 0.674	± 0.07 0.624
التجربة الضابطة 0.2 ملغم زئبق / لتر	± 0.013 1.8	± 0.035 2.1	± 0.017 1.0
	0.374 ± 0.049	± 0.074 0.674	± 0.048 0.582
التجربة الضابطة 0.4 ملغم زئبق / لتر	± 0.098 1.749	± 0.011 2.06	± 0.073 0.824
	± 0.049 0.75	± 0.139 0.999	± 0.048 0.585

جدول (2) : تأثير الزئبق على فعالية أنزيم الفوسفاتيز القاعدي (King Armistrong unit) في الجبة للأنواع الثلاث من المحار

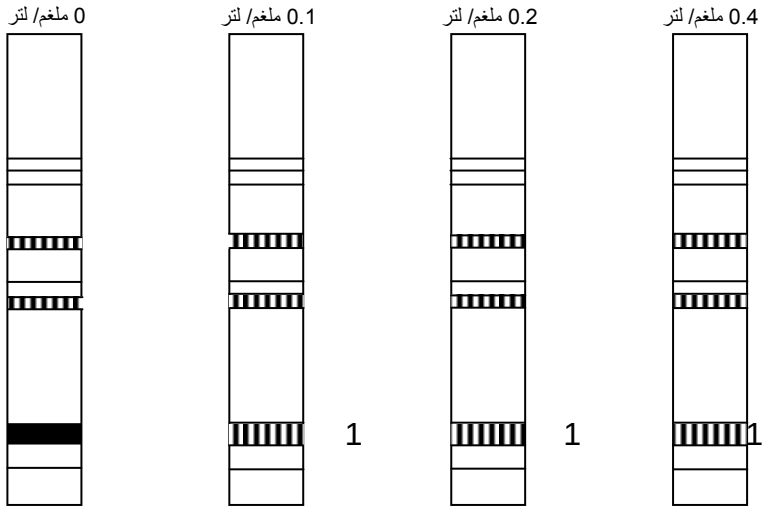
التركيز	*Unio tigridis*	*P. euphraticus*	*Anodonta sp.*
	الخطأ القياسي المتوسط	الخطأ القياسي المتوسط	الخطأ القياسي المتوسط
التجربة الضابطة	1.42 ± 0.128	2.8 ± 0.08	3.08 ± 0.20
0.1 ملغم زئبق / لتر	0.96 ± 0.101	3.5 ± 0.035	0.347 ± 0.072
التجربة الضابطة	2.485 ± 0.086	3.0 ± 0.075	3.047 ± 0.172
0.2	1.485 ± 0.031	1.495 ± 0.068	1.674 ± 0.013
التجربة الضابطة	1.42 ± 0.128	2.64 ± 0.081	3.133 ± 0.059
0.4 ملغم زئبق / لتر	3.935 ± 0.091	2.42 ± 0.063	0.996± 0.063

جدول (3): تأثير الزئبق على فعالية الإنزيم جلوتاميك بايروفيك ترانس امينز ALT (IU/L) في الجبة للأنواع الثلاث من المحار

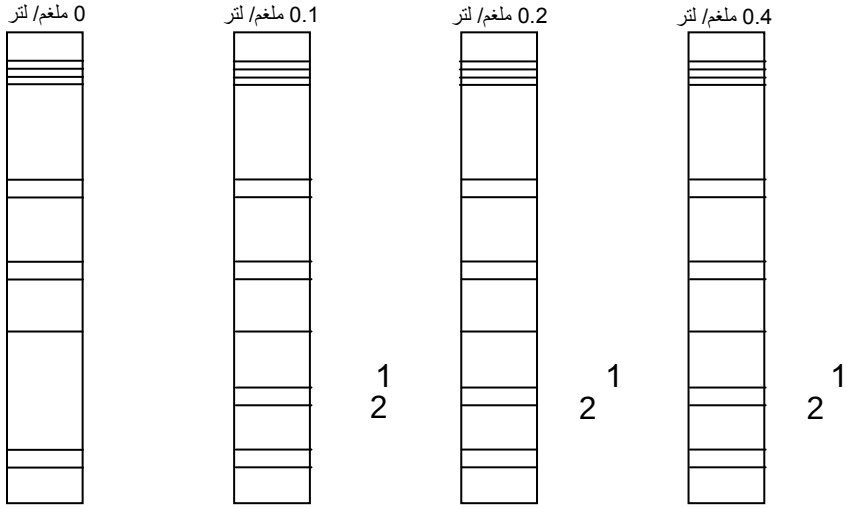
التركيز	*Unio tigridis*	*P. euphraticus*	*Anodonta sp.*
	الخطأ القياسي المتوسط	الخطأ القياسي المتوسط	الخطأ القياسي المتوسط
التجربة الضابطة	40 ± 0.214	15.5 ± 0.223	97.916± 0.396
0.1 ملغم زئبق / لتر	34 ± 0.418	20 ± 0.316	54.3 ± 0.254
التجربة الضابطة	42 ± 0.273	15± 0.316	97.5 ± 0.316
0.2 ملغم زئبق / لتر	36.25 ± 0.395	31 ± 0.328	54.68± 0.242
التجربة الضابطة	40 ± 0.214	13.8 ± 0.29	98.75 ± 0.447
0.4 ملغم زئبق / لتر	160 ± 0.689	20 ± 0.418	47.5± 0.387

جدول (4) : تأثير الزئبق على فعالية الإنزيم جلوتاميك اوكزالوستيك ترانس امينز (IU/L) AST في الجبة للأنواع الثلاث من المحار

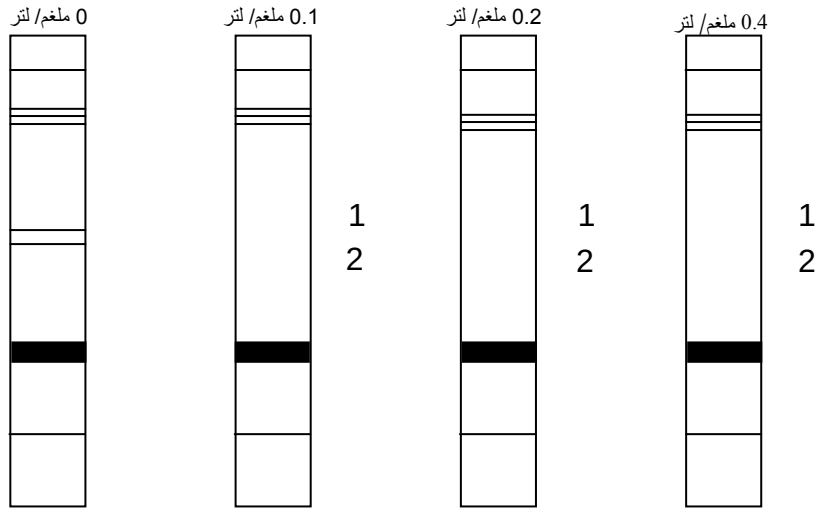
التركيز	*Unio tigridis*	*P. euphraticus*	*Anodonta sp.*
	الخطأ القياسي المتوسط	الخطأ القياسي المتوسط	الخطأ القياسي المتوسط
التجربة الضابطة 0.1 ملغم زئبق / لتر	59 ± 0.242 24 ± 0.262	28± 0.353 20 ± 0.273	65.2 ± 0.067 34 ± 0.316
التجربة الضابطة 0.2 ملغم زئبق / لتر	60 ± 0.223 80± 0.316	30 ± 0.316 71 ± 0.474	67.8 ± 0.200 41.17 ± 0.237
التجربة الضابطة 0.4 ملغم زئبق / لتر	59± 0.242 67± 0.277	27 ± 0.316 20 ± 0.547	68 ± 0.353 20 ± 0.189



شكل (1) : تأثير الزئبق على البروتينات المرحلة كهربائيا في جبة المحار *Unio tigridis*
1- انخفاض كثافة حزمة



شكل (2) : تأثير الزئبق على البروتينات المرحلة كهربائيا في جبة *P. euphraticus*
1،2 – ظهور حزم بروتينية



شكل (3) : تأثير الزئبق على البروتينات المرحلة كهربائيا في جبة *Anodonta sp.*
1،2- اختفاء حزمتان بروتينيتان

المناقشة

الحيوانات التي تتناول الماء الملوث او تعيش فيه لها القابلية على تجميع العناصر الملوثة ومنها الزئبق ، وكميات الزئبق المتراكمة في اجسام هذه الكائنات الحية تعتمد على عدة عوامل منها تركيز الزئبق ومدة التعريض (1و9) ..بالرغم من عدم امكانيتنا على تقدير كمية الزئبق في جبة المحار الا انه من المتوقع ان تكون هناك تراكمات في جبة المحار موضوع الدراسة مما أدى الى حدوث تغيرات في كمية البروتينات وفعالية الانزيمات . لوحظ في هذه الدراسة ان هناك انخفاضا في كمية البروتينات في جبة الانواع الثلاثة عند تراكيز الزئبق الثلاثة بالمقارنة مع حيوانات التجربة الضابطة . اما السبب المحتمل لمثل هذا الانخفاض في كمية البروتينات قد يعود الى تأثيرات الزئبق التثبيطية في صناعة البروتين قبل ظهور أي علامة تخريبية وتحطيم لوظيفة البروتين المصنع وخاصة انه من الممكن ان يكون كل بروتين هدفا لتأثير الزئبق (15) .

التغير الكمي والنوعي للبروتينات في هذه الدراسة لوحظ ايضا من خلال الترحيل الكهربائي للبروتينات على هلام متعدد الاكريلامايد للحيوانات المعرضة للزئبق. وقد اظهرت النتائج قلة في كثافة احد الحزم البروتينية في النوع الاول *Unio tigridis* وظهور حزمتين جديدتين في النوع الثاني *P. euphraticus* واختفاء حزمتين بروتينيتين في جبة النوع الثالث .Anodonta sp . ان مثل هذه التغيرات الكمية والنوعية لوحظت في دراسات مشابهة حول تأثير الزئبق والكادميوم في الروبيان *Callianassa tyrrhena* المعرض الى الزئبق والكادميوم (12 و 16) وفي المحار *Unio tigridis* المعرض الى الكادميوم (نتائج لم تنشر) ، حيث ظهرت حزم بروتينية جديدة عند بعض التراكيز وقلت كثافة بعض الحزم في حين ادت هذه العناصر الى اختفاء بعض الحزم الاخرى . لقد افترض بأن سبب هذه الاختلافات في بعض البروتينات تحت تأثير المعادن الثقيلة ناتج عن تنشيط او تثبيط الجينات المسؤولة عن هذه البروتينات (17).

تعد فعالية الانزيمات المختلفة واحدة من الطرق الحساسة للتغيرات غير الطبيعية التي تحدث في الوظائف الخلوية للعديد من حالات الجسم كما هي في الحالات المرضية . لقد بينت العديد من الدراسات بأن ايونات الزنك مهمة لفعالية الفوسفاتيز القاعدي (18و19)، وان زوجا واحدا على الاقل ضروري لهذه الفعالية ، لذلك فأن غياب او استبدال ايونات الزنك بواسطة الزئبق او الكادميوم قد تسبب تغيرات في فعالية الانزيم (20) .

لوحظ في هذه الدراسة ان هناك تأثيرا للتراكيز المختلفة للزئبق على فعالية الفوسفاتيز القاعدي في الجبة في الانواع الثلاثة من المحار ، فقد سبب الزئبق زيادة في فعالية الانزيم في جبة النوع

الاول *Unio tigridis* والثاني *P. euphraticus* عند بعض التراكيز . ان سبب ارتفاع فعالية الانزيم ربما هو صناعة انزيمات جديدة واعادة اصلاح الانسجة المحطمة(21). ومثل هذه الزيادة في فعالية الانزيم لوحظت في جبة الاسماك *Fundulus heteroclitus* (22) وفي كلى ومبايض الاسماك *Channa punctatus* (21) وفي رئة الجرذان (23)المعرضة الى الزئبق . في حين انخفضت فعالية الفوسفاتيز القاعدي وبشكل معنوي في جبة النوع الثالث *Anodonta sp.* عند جميع تراكيزالزئبق. أن الفوسفاتيز القاعدي يشترك في عمليات transphosphorelation وعندما تنخفض فعالية الانزيم في الجبة يعني ان هذه العملية ايضا ستثبط (24) ، ان الانخفاض في فعالية هذا الانزيم قد يكون سببه احلال الزئبق محل الايونات المهمة للفعالية كما هي الحال في الاسماك *Channa punctatus* (21) .كما لوحظ انخفاضا في فعالية الفوسفاتيز القاعدي بشكل واضح في القوقع *Melanopsis nodusa* (نتائج لم تنشر) وفي مصل الاسماك *Aphanius dispar* (25)المعرضة للزئبق . مما سبق يتبين ان استجابة الانزيم في المحار كانت بوجهين تأثرا بالزئبق وقد لوحظت مثل هذه الاستجابة ذات الوجهين في الاسماك *Aphanius dispar* (25) وفي الروبيان *Callianassa tyrrhena* (12) عند تعرضها الى الزئبق وكذلك في الاسماك *Mugil cephalus* (10) والمحار الشعاعي (*Misuhopecten yessoensis* (26) والروبيان *Callianassa tyrrhena* (16) عند تعرضها الى الكادميوم .

ارتفعت فعالية الأنزيم الناقل للأمين ALT في جبة النوع الاول عند التركيز الاعلى للزئبق في النوع الثاني. وكذلك بالنسبة للإنزيم AST عند بعض تراكيز الزئبق، وهذه الزيادة قد تكون نتيجة للاستجابة الوظيفية للزئبق حيث يتم صناعة أنزيمات جديدة واعادة تصليح الأنسجة المحطمة . من جانب اخر اظهرت فعالية ال AST انخفاضا في جبة النوع الثالث عند جميع تراكيز الزئبق. ان هذا الانخفاض في فعالية الانزيمين قد يكون بسبب الارتباط المباشر للزئبق مع الانزيمات (8) حيث يتدخل الزئبق مع مجموعة ال sulphydral للانزيمات مع المادة الاساس وربما يكون بسبب التأثيرات السامة في الانسجة (11) والتي تؤدي الى انخفاض صناعة الانزيمات .

ان النتائج تبين ان فعالية الانزيمين ALT و AST في الجبة قد تأثرت بعنصر الزئبق وقد تفاوت هذا التأثير بين انواع المحار الثلاثة بفعل التراكيز المختلفة وان استجابة الانزيمين لم تكن منتظمة ولم تتناسب مع ازدياد وانخفاض الزئيق في الماء ، وهذه النتيجة اختلفت مع ما لوحظ في مصل الاسماك *Aphanius dispar* حيث ازدادت الفعالية بزيادة تركيز الزئبق في الماء (15) وفي الاسماك *Mugil cephalus* حيث ازدادت الفعالية في كل من المصل ومستخلص القلب والغلاصم (10) .لقد اثبتت الدراسات المختلفة بأن كميات المعادن الثقيلة المتراكمة تتباين بأختلاف

اعضاء جسم الحيوان (26) وبنفس الاتجاه قد يكون النأثير متباينا على الفعاليات الايضية المختلفة ومنها فعالية الانزيمات سواء كانت هذه الاستجابة تخليق او تثبيط المحتوى الكلي للانزيم او التأثير على حزم معينة دون اخرى في الانزيم الواحد (19) .

نستنتج من هذه الدراسة ان هناك استجابة لوجود عنصر الزئبق في محيط هذه الحيوانات من قبل بعض الجوانب الكيمياوية الحياتية مثل التغيرات في كمية وحزم البروتينات وفعالية الانزيمات في جبة انواع المحار موضوع الدراسة ، وعليه يمكن القول ان بالامكان استخدام التغيرات هذه كمؤشر مبكر على تلوث المياه بالزئبق .

المصادر

1.Bonneris, E., Perceval, O., Masson, S., Hare, L., & Campbell, P. (2005). Sub-cellular partitioning of Cd, Cu and Zn in tissues of indigenous unionid bivalves living along a metal exposure gradient and links to metal-induced effects. *Environmental Pollution*, *235*(2):198–205

2.Frazier, B. E., Wiener, R. G. Rada, and Engstrom, D. R. (2000) . Stratigraphy and historic accumulation of mercury in recent depositional sediments in the Sudbury River , Massachusetts , USA. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 57 :1062-1072.

3.Valenti, TW, Cherry DS, Neves, R.J. and Schmerfeld, J. (2005). Acute and chronic toxicity of mercury to early life stages of the rainbow mussel, *Villosa iris* (Bivalvia: Unionidae). Environ. Toxicol. Chem. 24(5) :1242-1246.

4.Smikiss, K. and Mason, A. Z. (1983).Metal ions: metabolic and toxic effects. In the " Mollusca", Volume 2. Environmental biochemistry and physiology .(Editor-in chief, Karl M. Wilbur, edited by peter. W. Hochachka). Academic press, INC.

5.Addya, S., Chakravarti, K., Basu, A., Santra, M., Halbor, S.and Chatterjee, C. C. (1984). Effect of mercuric chloride on several scavenging enzymes in rat kidney and influence of vitamin E supplementation. Acta vitaminal enzymel. 6, 103-170 .

6.Bakir, F. (1973) Methylmercury in Iraq. Science . 181,230-241.

7.Francis, A. Guther (1984). Reviews of environmental contamination and toxicology residue reviews. Volume 91, Springer-Verlag. Berlin.

8.Passow, H., Rothstein, A., Clarkson, T. W.(1961). The general pharmacology of the heavy metals. Pharmacol. Rev. 13,185-224.

9. Roesijadi, G. and Hall, R. E. (1981). Charaterization of mercury – binding proteins from the gill of marine mussels exposed to mercury. Comp. Biochem. Physiol. 70c, 59 – 64.
10. Hilmy, A. M., Shabana, M. B., and Daabees A. Y. (1985). Effects of cadmium toxicity upon *invivo* and *invitro* activity of proteins and five enzymes in blood serum and tissue homogenates of *Mugil cephalus*. Comp. Biochem. Physiol. 81c, 145 – 153.
11. Sastry, K. V. and Gupta, P. K. (1979). The invivo effect of the mercuric chloride on some digestive enzymes of a freshwater teleost fish *Chana puntatus.* Bull. Environ. Contam. Toxicol. 22,21-29.
12. Thaker , A.A. and Haritos, A.A. (1991). Mercury bioaccumulation and effects on soluble peptides, proteins and enzymes in hepatopancreas of the shrimp *Callianassa tyrrhena* . *MAP Technical Reports Series,48,89-104* .
13. FAO (1977). Manual of methods in aquatic environment research, part 4. Bases for selecting biological tests to evaluate marine pollution. FAO. Fish. Tech. Pap. (no, 164) 31pp.
14. Wooton, I. D. P.(1964). Microanalysis in medical biochemistry. J. Churchill 1td. 104 Glauster place, London.
15. WHO(1973). World Health Organization Report. 26 (12),720-783.
16. Thaker , A.A. and Haritos, A.A. (1991). Cadmium bioaccumulation and effects on soluble peptides, proteins and enzymes in hepatopancreas of the shrimp *Callianassa tyrrhena* . *MAP Technical Reports Series,48,79-88* .
17. Endersen, L., Thorsrud, A. K. Jellume, E., Willard-Gallo, K. E. and Rugstad, H. E. (1984). Protein mapping of two metallothionein rich cell strains and their parent lines using high resolution two dimentional electrophoresis. Anal., Biochem. 143, 170-178.
18. Borson, W. F., erson, R. A., Folk, M. C., Kennedy, F. S. and Valle, B. L., (1977). Effect of magnesium on the properties of zinc alkaline phosphatase. Biochem. 16, 610-614.
19. Coleman, J. E., Nakamura, K. I. and Chlebowski, J. F. (1983). Zinc,Cd, and Mg binding to alkaline phosphatase of *Escherichia coli* structure – functional effects. J. Biol. Chem., 258, 386-395.
20. Applebury, M. L., Johnson, B. P. and Coleman, J. E. (1970). Phosphate binding to alkaline phosphatase. Metal ion dependence. J. Biol. Chem.. 245, 4968-4976.
21. Sastry, K. V. and Agrawal, M. K. (1979). Mercury chlride induced enzymological changes in kidney and ovary of teleost fish *Channa punctatus*. Bull. Environ. Contam. Toxical. 22, 38 – 43.

22. Jackim, E., Hamline, J. M. and Sinis, S. (1970). Effect of heavy metals poisoning on five liver enzymes in kill fish *Fundulus heteroclitus*. J. Fish Res. Can. 27, 383 – 390.
23. Nowk, B.(1969). Hg, Cd-binding alkaline phosphatase of rats functional effect. Med. Pracy. 20,333.
24. Hinton, D. E., Kendall, M. W and Silver, S. S.(1973). Biological methods for assessment of water quality. American Society for Testing and Materials. 528, 194.
25. Hilmy, A. M., Shabana, M. S. and Said, M. M. (1981). The role of the serum transferase (SAST & SALT) and alkaline phosphatase in relation to inorganic phosphorus with respect to mercury poisoning in *Aphanius dispar*. Rupp. (teleostei) of red sea. Comp. Biochem. Physiol. 68C, 69-74.
26. Evtushanko, Z. A., Blecheva, N. N. and Iukyanova, O. N. (1986). Cadmium accumulaionin in organs of the scallop *Mizuhopecten yessoensis* activities of phosphatases and composition and amount of lipids. Comp. Biochem. Physiol. 83C, 371-376.