قياس معدل التراكم الحيوي لثلاثة عناصر ثقيلة في نوعين من الطحالب البحرية لشاطئ مدينة الخمس

عادل صالح العماري[1]، سالمة عبد الله الأبيض[2]، ربيعة عمر اشكورفوا[1]
و زينب نوري مرجان[2]
1- قسم الكيمياء،كلية العلوم،جامعة المرقب
2- قسم الأحياء،كلية العلوم،جامعة المرقب

المستخلص

تناولت هذه الدراسة قياس معدل التراكم الحيوي لبعض العناصر الثقيلة (الرصاصPb ، الكادميوم Cd، الزنك Zn) في بعض الطحالب البحرية وهي (الطحلب الأخضر *Enteromorpha compressa* والطحلب الأحمر *Jania rubens*) ،بالإضافة إلي ذلك فقد تم تقدير هذه العناصر في عينات مياه البحر المحيطة بهذه الطحالب، والتي جمعت من ثلاثة مواقع في شاطئ مدينة الخمس (شاطئ منتزه الخمس، شاطئ باركو، الشاطئ المقابل لمحطة توليد الكهرباء وتحليه المياه)،في الفترة من فصل الخريف 2017م إلي فصل الصيف 2018م؛ وذلك لمعرفة مدى تراكم العناصر الثقيلة في هذه الطحالب والتي تعتبر الأساس في السلسلة الغذائية.حُدّدت تراكيز العناصر الثقيلة في العينات المدروسة باستخدام جهاز طيف الامتصاص الذري(Atomic Absorption CONTRAA700analytikjena)في مختبر السديم لتقنية المختبرات المساهمة في مدينة طرابلس، وقد أظهرت النتائج ارتفاع تركيز العناصر في أغلب العينات عن الحدود المسموح بها حسب منظمتي(WHO/FAO) (World Health Organizationو Food and Agriculture Organization) وكان هناك تباينا واضحاً في تركيز العناصر الثقيلة في مياه البحر للمواقع الثلاثة؛ حيث كان أعلى تركيز لعنصر الرصاص Pb وعنصر الزنك Zn (15.25 و 20.1) ملغم/لتر على التوالي، في فصل الصيف في شاطئ باركو، وكان أعلى تركيز لعنصر الكادميوم Cd (0.084) ملغم/لتر في فصل الخريف في الشاطئ المقابل لمحطة توليد الكهرباء و تحلية المياه، أما في الطحالب البحرية وجد أن هناك تراكم عالي للعناصر في نوعي الطحالب، حيث بلغ أعلى قيمة BCF(Bioaccumulation factor)لعنصر الرصاص في *E.compressa*(570) ميكغم/لتر وفي طحلب *J.rubens* (590) ملغم/لتر مرة بقدر تركيزها في الماء. وبلغت أعلى قيمة BCF لعنصر الكادميوم في طحلب *E.compressa* (597.1) ميكغم/لتر وفي طحلب (84,2.) *J.rubens*) ميكغم/لتر، مرة بقدر تركيزها في الماء، و بلغ أعلى قيمة (BCF) لعنصر الزنك في *E.compressa*(181.4) ميكغم/ لتر وفي طحلب *J.rubens* (200.9) ميكغم/لتر مرة بقدر تركيزها في الماء. كل هذه القيم تعتبر عالية جداً عند مقارنتها بأعلى قيمة (1) المتوقعة لأي عنصر، وهذه إشارة إلى قدرة التراكم العالية عند نوعي الطحالب والتي اختلفت باختلاف النوع والموقع.

الكلمات الدالة:الطحلب الأخضر *Enteromorpha compressa* - الطحلب الأحمر *Jania rubens*- العناصر الثقيلة.

المقدمة

تتعرض البحار والأنهار للتلوث بالعناصر الثقيلة من مصادر مختلفة كالفضلات المنزلية والصناعية ونشاطات التعدين والفعاليات الزراعية كإضافة الأسمدة والمبيدات مما يؤثر على التوازن البيئي في النظام المائي(Canli&Kalay, 1998)وتعتبر الطحالب من المكونات المهمة في النظام البيئي المائي فهي أولي حلقات السلسلة الغذائية (علكم و جدعان،2010)، فهي تنتج ما يقارب من (50-70%) من أكسجين الأرض وتستهلك (25%) من ثاني

للاتصال: عادل العماري قسم الكيمياء - كلية العلوم - جامعة المرقب - الخمس - ليبيا.
هاتف: 218918427472+ **البريد الالكتروني: adelarbi@hotmail.com**
استلمت بتاريخ: 2019/11/21 **أجيزت بتاريخ: 2020/6/20**

أكسيد الكربون(Millar, 2007)، والطحالب بأنواعها المختلفة لها قدرة على امتصاص العناصر الثقيلة، وقد تكون هناك بعض الاختلافات لهذه الطحالب متمثلة بقدرة بعضها على امتصاص عناصر معينة أكثر من الأنواع الأخرى (الحسيني و الميالي،2015).وتعتبر الطحالب أيضا مؤشر جيد كأدلة حياتية لتلوث البيئة المائية بالمعادن الثقيلة (عوض و آخرون،2000). وتختلف الطحالب البحرية بقدرتها على تراكم العناصر الثقيلة وذلك حسب الشكل المورفولوجي، والتركيب الخلوي،(لايقة وآخرون، 2016). حيث تتراكم العناصر الثقيلة في أنسجة الطحالب في عملية ثنائية المرحلة، المرحلة الأولي هي الأدمصاص أو الامتزاز(adsorption) خارج الخلايا و يعتمد على مكونات جدار الخلية مثل البروتينات السكرية التي تحتوي على مجموعات وظيفية (الكربوكسيل و الهيدروكسيل والأمين والكبريت)، وهي التي ترتبط مع العناصر الثقيلة وهذه الطريقة غير أيضية وتعتبر عملية سريعة والتي تحدث في كل من الخلايا الحية وغير الحية، والمرحلة الثانية هي الامتصاص (absorption) والتراكم (accumulation) داخل الخلايا، هذه عملية بطيئة تشمل النقل عبر غشاء الخلية في الدخول والربط مع البروتينات داخل الخلية(Conti *etal.*,2008)وأن للطحالب آليات للتخلص من سمية هذه العناصر ومن هذه الآليات أن بعض الطحالب لها القدرة على تكوين مركبات مخلبية نباتية Phytochelating compoundsوهي مركبات ببتدية أو بروتينية غنية بالحامض الأميني السستين وتكون هذه المركبات قادرة على ربط أيونات العناصر إلى تركيبها منتجة معقدات العناصر(Philips ,2006)وهذه غالباً ما تؤدي إلى إزالة العناصر من البيئة وخزنها وتراكمها في الطحالب (Pinto*etal.*,2003) والبعض الأخر من الطحالب لها القدرة على تكوين مركبات خارج الخلية وتحولها إلى شكل غير فعال (Grill *et al.*,1987).

ويعتمد تراكم العناصر الثقيلة في الأحياء البحرية على عدة عوامل منها: تركيز العنصر في الوسط المائي وشكله الكيميائي، ووقت التعرض، وللعوامل البيئية تأثير واضح على درجة امتصاص وتراكم العناصر في الأحياء البحرية، فدرجة الحرارة تسبب زيادة تراكم العناصر الثقيلة فيها نتيجة ارتفاع معدل التمثيل الغذائي، بما في ذلك ارتفاع معدل امتصاصا وتراكمها وخاصة في الأجهزة الأكثر نشاطا مثل الكلى والكبد (الفتلاوي ، 2017).

كما تشير العديد من الدراسات إن درجة حموضة المياه تؤثر على معدلات تراكم العناصر في الأحياء البحرية (النسر وعبد الله ، 2017) بالإضافة إلى ذلك هناك عوامل تؤثر على امتصاص العناصر لها علاقة مباشرة بالأحياء البحرية كالحجم والنوع، فمثلا وجد أن الأحياء البحرية من نفس النوع قد تتراكم بها العناصر بكميات مختلفة في البيئة المائية نفسها (سلمان وآخرون،2010، حديد، 2017).وقد قام الباحثان(أبو قصة، 2012) بتحديد تراكيز اثنين وعشرون عنصرا من العناصر الثقيلة في مناطق مختلفة من الساحل الليبي (جنزور، تاجوراء، الخمس و مصراته) في أربعة أنواع من الطحالب البحرية *Ulva, Jania, Systosira, Caulerba*، وأظهرت النتائج أن تراكيز العناصر تختلف من موقع إلي أخر حسب نوع التلوث(الأنشطة البشرية أو الصناعية)، وكانت معظم العناصر أقل من الحد المسموح به عالمياً، و في منطقة الخمس كان تركيز Zn في طحلب *Jania* (5.5 ± 145) ميكغم/غم، وأوضح بدوره أن سبب ارتفاع العناصر في منطقة الخمس هو أخذ العينات بالقرب من الميناء وأيضاً بسبب مياه الصرف الصحي.

أشار الباحثتان(النسر وعبد الله ، 2017) في دراسة تقدير تراكيز العناصر الثقيلة Cu،Pb،Cd،Zn في نوعين من الطحالب الحمراء *Jania rubens, Galaxaurala pidescens* في موقعين من شاطئ اللاذقية(سوريا)، أن تركيز العناصر في نوعي الطحالب كان مرتفع في أحد الموقعين بسبب النشاطات البشرية المتنوعة ولوجود عمل مراكب صيد بكثافة أكبر مما هو عليه في الموقع الأخر، وتراوح تركيزها في Cd (*G. pidescens*0.0333 -0.4891)، Pb(89.23 – 336.5)،Zn(290-891.97)، بينما كان تركيزها فيCd *J.rubens* (0.323- 0.3741)،Pb(56.6-312.16) ،Zn(106.83- 525.58)ميكغم/غم، وكانت

تركيز العناصر مرتفع في *G. pidescens* مقارنة *J.rubens*،حيث أحتل الزنك أعلى نسبه في حين تواجد الكادميوم بأقل نسبه.

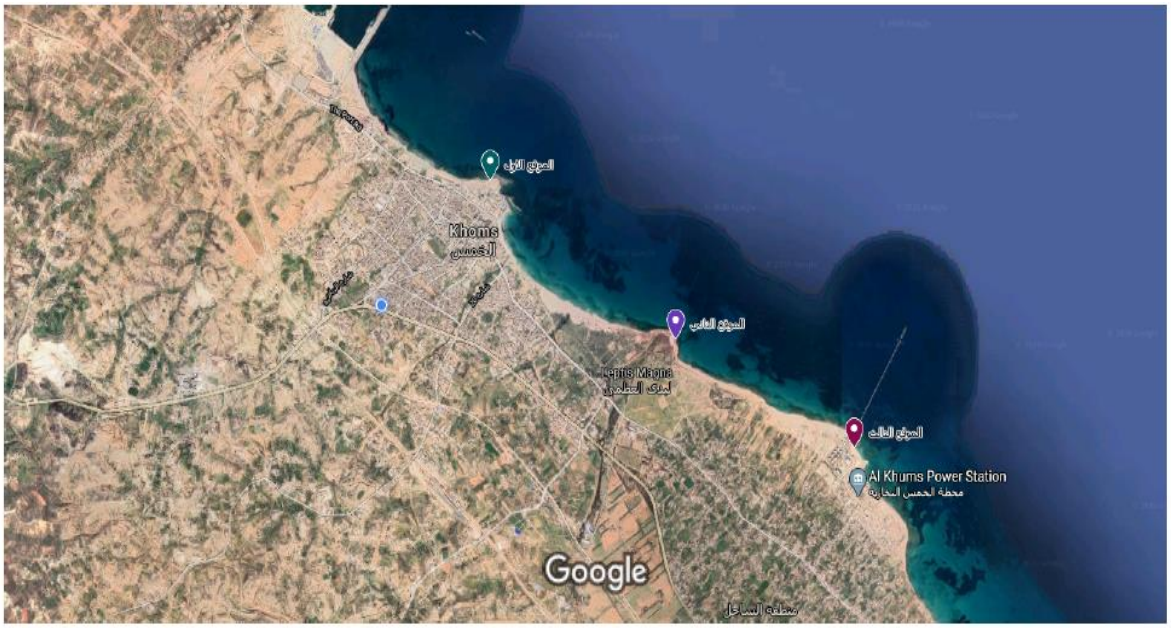
اعتمدت هذه الدراسة على تحديد تراكيز كل من العناصر الثقيلة (الرصاص، الكادميوم، الزنك) في نوعين من الطحالب (الطحلب الأخضر *Enteomorpha compressa*، الطحلب الأحمر*Jania rubens*) المنتشرة على شاطئ مدينة الخمس.

تهدف هذه الدراسة لقياس مقدار التراكم الحيوي لبعض العناصر الثقيلة في الطحالب المدروسة وهي (الطحلب الأخضر *Enteromorpha compressa* والطحلب الأحمر *Jania rubens*) وتحديد أي الأنواع الأكثر مراكمة للعناصر الثقيلة المدروسة وهل هناك تأثير للفصول والمواقع على تراكيز العناصر في العينات المدروسة.

المواد وطرائق البحث

1 - منطقة الدراسة

أجريت هذه الدراسة على شاطئ مدينة الخمس الواقعة في الجزء الشمالي من ليبيا بين خطي عرض (14 – 16) شمالاً، وخطي طول (32 – 39) شرقاً ، (الخازمي وعباد، 2016)، وعلى ساحل البحر الأبيض المتوسط، ويصل طول شاطئها 30 كم، من وادي غنيمة غرباً إلى وادي كعام شرقاً (المنشاز، 2012). شاطئ مدينة الخمس كما في شكل(1) تم اختيار ثلاثة مواقع من شاطئ مدينة الخمس: (شاطئ منتزه الخمس، شاطئ لبدة الأثرية (باركو)، والشاطئ المقابل لمحطة توليد الكهرباء و تحلية المياه) والتي تم توزيعها إلى ثلاثة مواقع (الأول، الثاني، الثالث).



شكل 1. منطقة الخمس

وصف العينات

الطحلب *Enteomorpha compressa*

يعود هذا النوع لشعبة الطحالب الخضراء Chlorophyta، حقيقة النواة، وهي من أكثر المجاميع انتشاراً، وتعيش في المياه العذبة والمالحة، وتختلف كثيراً في الشكل، وهو طحلب ذو خيوط متفرعة كبيرة وخشنة ذات تركيب أنبوبي (بيارد و كونافي،1985) كما في شكل(2)، ويتواجد مثبت على الصخور بأشباه جديرات في منطقة المد والجزر، تستطيع هذه الطحالب أن تتحمل الظروف القاسية من درجات الحرارة المتفاوتة، ومن ارتفاع وانخفاض في الملوحة خلال هطول الأمطار (Radoslaw *et al.*,2007).

شكل 2. *Enteomorpha compressa*

الطحلب *Jania rubens*:

يعود هذا النوع لشعبة الطحالب الحمراء Rhodophyta وهي تتواجد في الشواطئ الصخرية في منطقة المد والجزر، وطحلب *J.rubens* من الطحالب المرجانية التي تستطيع تخزين كربونات الكالسيوم في جدارها، وتلعب دوراً في بناء الشعب المرجانية، وهي تنمو بشكل عقد صغيرة والأوراق رفيعة وتتفرع بشكل إبري أو ريشي كما في شكل (3)، محبه للضوء تنمو على الصخور بجانب سطح الماء المعرض للضوء، تتغير كثافة لونها وفقاً لكثافة الضوء بين الأبيض الوردي والبنفسجي (Duerden,1981).

.

شكل 3 *Jania rubens*

جمع العينات:

جمعت العينات من المنطقة الشاطئية في منطقة المد والجزر في أوقات الجزر، وتتراوح المسافة ما بين7 - 10م عند الشاطئ، بواسطة اليد وسكين صلبة وحادة، وجمعت العينات من ثلاثة مواقع فصلياً بين خريف 2017 وصيف 2018؛ حيث تم جمع عينات من الطحالب يدوياً. وزن 20- 40 جم من كل طحلب، بواقع ثلاثة مكررات من كل موقع، وجرى تنظيف العينات جيداً بمياه البحر في مكان جمع العينات لإزالة بقايا الرمل والمواد العالقة لضمان عدم تلوث العينات، ووضعت العينات في حافظات بلاستيكية كلاً على حدى ونقلت إلى غرفة تحضير وغسلت بماء الحنفية، وحفظت في حافظات بلاستيكية في المجمدة ثم نقلت إلي المختبر. كما وجمعت عينات من ماء البحر (10لتر) بعمق من 20 – 30سم من المواقع الثلاثة

تجهيز العينات :

تم إحضار العينات إلى معمل الكيمياء اللاعضوية قسم الكيمياء كلية العلوم بجامعة المرقب بالخمس، في حافظات بلاستيكية، ومن ثم غسلت الطحالب بماء مقطر دافئ بدرجة حرارة 38م° لإزالة اللافقاريات الصغيرة العالقة بها(Lytle,1995)، وضعت العينات في جفنه زجاجية، ثم وضعت في الفرن عند درجة حرارة 70م° لكل من نوعي الطحالب، وبعدها طحنت العينات باستخدام الخلاط الكهربائي Blender ومن ثم حفظ المسحوق في علب بلاستيكية نظيفة محكمة الإغلاق لحين إجراء عملية الاستخلاص الكيميائي.

استخلاص العناصر الثقيلة من عينات مياه البحر

استخدمت الطريقة المتبعة من قبل(APHA,1995). حيث وضع 50 مل من عينة الماء في دورق حجمي سعة 100 مل ويضاف له 5مل من حامض النيتريك NHO3 (65%)، ووضعت العينة على المسخنة Hot plate وقبل الغليان تبعد قليلاً ثم تعاد العينة على المسخنة إلى حين الجفاف تماما وتكون الملح الأبيض، وأضيف 2مل من حامض النيتريك إلى العينة، وذوب الملح الأبيض بقطرات قليلة من حامض الهيدروكلوريكHCLوأضيف إلى العينة 50 مل ماء مقطر، ثم رشحت العينة باستخدام ورق الترشيح 0.45 وحفظت في عبوات البولي اثيلين البلاستيكية. ونقلت إلى شركة السديم لتقنية المختبرات المساهمة في مدينة طرابلس لقياس تركيز العناصر الثقيلة بجهاز طيف الامتصاص الذري Atomic Absorption(CONTRAA700analytikjena).

استخلاص العناصر الثقيلة من عينات الطحالب

هضمت عينات الطحالب اعتمادا على الطريقة المتبعة من قبل(Lytle,1995)حيث أخذ وزن 0.5 غم من العينة بواسطة الميزان الحساس ووضعت في دورق مخروطي سعته 100مل، وأضيف

إليها 5مل من حمض النيتريك HNO_3 (65%)، وتركت العينات 16 ساعة في درجة حرارة الغرفة. ثم هضمت بوضعها في حمام مائي على درجة 100م لمدة ساعة واحدة، وبعد ذلك أضيف 3مل من حمض البروكلوريك $HClO_4$ تركيزه (60%)، ومن ثم اجري للعينات تصعيد reflux لمدة 30 دقيقة حتى يصبح المحلول رائقا بعدها أكملت العينة إلى حجم 50مل باستخدام الماء المقطر، ثم رشحت ووضعت في عبوات البولي إيثلين لغرض الفحص بجهاز طيف الامتصاص الذري.حضرت محاليل المصحح (Blank) لكل نوع من العينات (الماء والطحالب) وتم معاملتها بنفس طريقة تحليل العينات لكن بدون العينات لغرض تقدير التلوث الذي قد يحصل نتيجة استعمال المواد الكيميائية المختلفة أو من ظروف المختبر إذ يتم طرح قيمة هذه التراكيز من تراكيز العينات الأصلية.

ثم قياس تراكيز العناصر الثقيلة في العينات المدروسة باستعمال جهاز طيف الامتصاص الذري Atomic Absorption (CONTRAA700analytikjena).

وتم حساب معامل التراكم الحيوي

Bio-concentration factor(*BCF*) وفقاً للمعادلة التالية (أبكر و صالح ,2004).

$$BCF = \frac{EC}{ECW} \qquad (1)$$

حيث EC تركيز العنصر في الطحلب و ECW تركيزه في الماء (ميكروغرام/لتر).

التحليل الإحصائي

أجري التحليل الإحصائي باستخدام تحليل التباين الأحادي Analysis of varianceلمقارنة الفروق بين المتوسطات، وتم استخدام اختبار Duncan (New) Multiple Range Test للتحقق من مواقع الاختلافات عند مستوى معنوية($P<0.05$) ولرسم الأشكال تم استخدام Microsoft Excel 2007 (أمين،2007).

النتائج والمناقشة

نتائج ماء البحر:

بالنسبة للماء يبين جدول(1) والأشكال (4،5،6) النتائج التحليلية لمتوسط تراكيز العناصر الثقيلة في مياه البحر في المواقع المختلفة خلال فصول السنة، إذ سجُل أعلى

تركيز لعنصر الرصاص (15.01) ملغم/لتر خلال فصل الصيف في الموقع الثاني، بينما كان أقل تركيز له (0,03)، ملغم/لتر خلال فصل الخريف في الموقع الثالث، وأظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية($P<0.05$) لقيم تراكيز عنصر الرصاص تبعاً لتغير الفصول، حيث أختلف فصل الصيف معنوياً مع كلاً من فصل الخريف وفصل الشتاء وفصل الربيع.

في حين كانت تراكيز عنصر الكادميوم في الدراسة الحالية متقاربة بين المواقع الثلاثة؛ حيث بلغ أعلى تركيز لعنصر الكادميوم(0.084) ملغم/لتر خلال فصل الصيف في الموقع الثالث وأقل تركيز (0.05) ملغم/لتر في فصل الخريف في الموقع الثاني، وإحصائياً لا توجد فروق معنوية ($P>0.05$) لقيم تراكيز عنصر الكادميوم تبعاً لتغير الفصول والمواقع.تواجد عنصر الزنك بتركيز عالي خلال فصل الصيف في مياه الموقع الثاني إذ وصل (20.1) ملغم/لتر، وأقل تركيز (0.3) ملغم/لتر، خلال فصل الربيع في الموقع الثالث، ويبين التحليل الإحصائي أن فصل الصيف يختلف معنوياً مع فصل الخريف وفصل الشتاء، كما وجدت فروق معنوية ($P<0.05$) بين الموقع الثاني والموقع الأول والموقع الثالث.

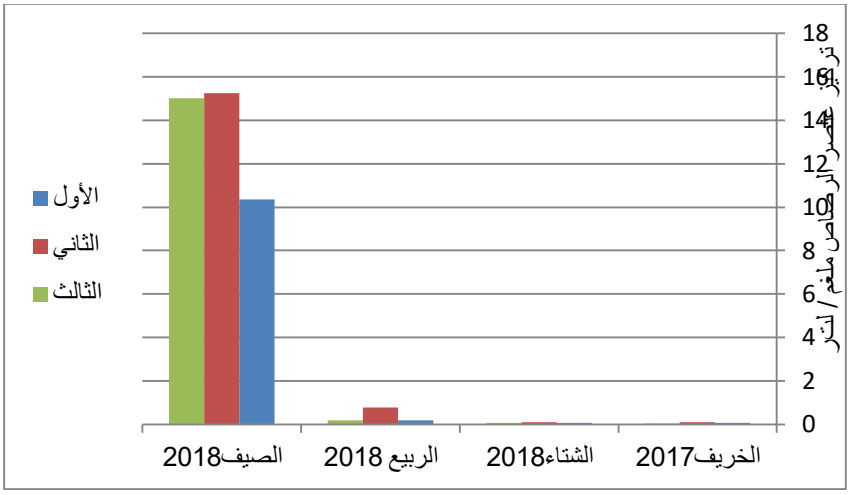
تدخل العناصر الثقيلة إلي البيئة البحرية بشكل ملوثات بسبب الفعاليات البشرية، وهذا التلوث يشكل خطورة على الكائنات الحية(Edem *et al.,* 2008; Amisah *et al.,* 2009) .أظهرت نتائج الدراسة الحالية أن التراكيز العالية للعناصر الثقيلة (الرصاصPb، الكادميوم Cd، الزنكZn) في عينات مياه البحر كانت كالآتي: (15.01، 0.084، 20.1) ملغم/لتر على التوالي، وكانت أعلى من الحد المسموح به، حيث وجد ارتفاع في تركيز الرصاص، وهذا يتفق مع دراسة(الحداد، 2013 و البكوش،2009)أما بالنسبة لعنصر الكادميوم فقد كان أقل مما توصل إليه(الحداد،2013).كما بينت الدراسة أن تراكيز عنصر الزنك كانت مرتفعة،ربما يعود السبب إلى استعمال الأسمدة والمبيدات الحاوية على هذه العناصر بكثرة، وهذا لا يتفق مع دراسة كلاً من (أبكر، 2004 ;Metwally&Fouad2008; البكوش، 2009).

جدول 1. تركيز العناصر الثقيلة (بوحدة ملغم /لتر) في عينات مياه البحر لمواقع الدراسة خلال فصول السنة (المتوسط الحسابي±الانحراف المعياري) والحد الأعلى المسموح به حسب منظمة الصحة العالمية(WHO1985) (Obasohan,2008).

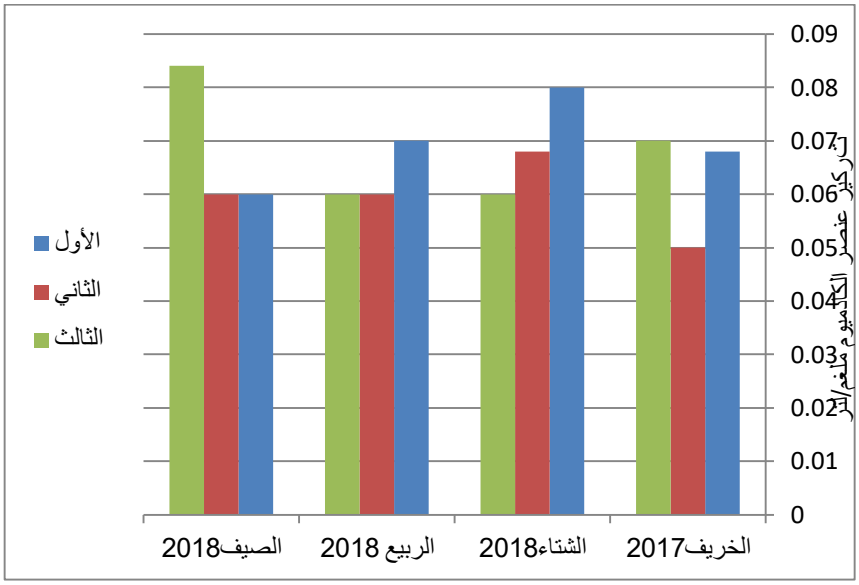
العناصر	المواقع	الخريف	الشتاء	الربيع	الصيف
الرصاص Pb	الأول	0.06 ± 0.01 *	0.05 ± 0.03	0.18 ± 0.02 *	10.37 ± 1.0 *
الحد المسموح به	الثاني	0.08 ± 0.03*	0.08 ± 0.02*	0.78 ± 0.01 *	15.25 ± 0.02 *
WHO/FAO2003 0.05	الثالث	0.03 ± 0.02	0.05 ± 0.03	0.18 ± 0.02 *	15.01 ± 1.0*
الكادميوم Cd	الأول	0.068 ± 0.01 *	0.08 ± 0.02*	0.07 ± 0.02 *	0.06 ± 0.03 *
الحد المسموح به	الثاني	0.05 ± 0.04	0.068 ± 0.02 *	0.06 ± 0.02 *	0.06 ± 0.02 *
WHO/FAO2003 0.05	الثالث	0.07 ± 0.03 *	0.06 ± 0.04 *	0.06 ± 0.01 *	0.084 ± 0.03 *
الزنكZn	الأول	1.96 ± 0.2	3.3 ± 0.5	0.4 ± 0.3	3.6 ± 0.2
الحد المسموح به	الثاني	3.7 ± 0.3	2.21 ±0.03	9.35 ± 0.1	20.1 ±1.0
WHO/FAO2003 5.0	الثالث	069 ± 0.2	2.28 ± 0.02	0.3 ± 0.2	1.03 ± 0. 04

* تدل على أن تراكيز العناصر قد تجاوز الحد المسموح به.

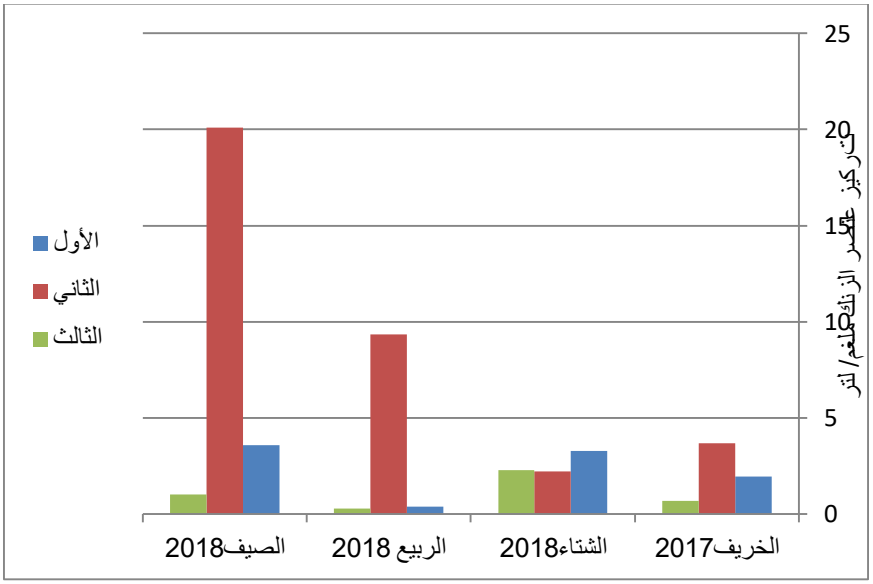
الموقع الأول" شاطئ منتزه الخمس"، الموقع الثاني "شاطئ باركو"، الموقع الثالث "الشاطئ المقابل لمحطة التحلية



شكل4. تركيز عنصر الرصاص في الماء خلال فصول السنة في المواقع الثلاثة.



شكل5. تركيز عنصر الكادميوم في الماء خلال فصول السنة في المواقع الثلاثة.



شكل6. تركيز عنصر الزنك في الماء خلال فصول السنة في المواقع الثلاثة.

كما بينت الدراسة أن أعلى القيم لتراكيز العناصر سجلت في فصل الصيف، ربما يعود السبب لكونها متوفرة بتراكيز عالية في البيئة المائية في فصل الصيف بسبب ارتفاع درجات الحرارة وزيادة التبخر والتي تؤدي إلي زيادة تركيز العناصر في الماء(أكبر و علي،2012)،الناتجة من مخلفات السفن والزوارق،ومخلفات ورش تبديل دهن السيارات ومواقف غسل السيارات التي تلقي في مياه الصرف الصحي والمخلفات المنزلية والمخلفات الصناعية(عباس وآخرون،2007)، كما لوحظ أن أعلى التراكيز لعنصر الرصاص وعنصر الزنك كانت في شاطئ باركو ربما يكون السبب أن هذا الموقع من المناطق السياحية والتلوث الحاصل فيه يكون مقتصر على الأنشطة السياحية من مراكب للصيد ورمي المخلفات البشرية. ولأنه يقع قرب مصب الصرف الصحي (Kargin,1996)

نتائج الطحالب:

أما الطحالب فنلاحظ من الجدولين 2 و3 أن أعلى تركيز لعنصر الرصاص في طحلب *E.compressa* (19.49) ميكغم/غم وزن جاف، في فصل الصيف في الموقع الثالث، وأقل تركيز له (1.3) ميكغم/غم وزن جاف في فصل الشتاء في الموقع الثالث، أما بالنسبة لطحلب *J.rubens* كان أعلى تركيز لعنصر الرصاص (42) ميكغم/غم وزن جاف، في فصل الربيع في الموقع الثاني، وأقل تركيز لعنصر الرصاص (0.01) ميكغم/غم وزن جاف، في فصل الخريف في الموقع الثالث، وكما هو موضح في شكل (7 أ).

ومن خلال نتائج التحليل الإحصائي كان هناك فروقاً معنوية($P<0.05$) بين متوسطات تراكيز عنصر الرصاص للفصول في نوعي الطحالب، فقد سجل فصل الربيع فرقاً معنوياً مع كلاً من فصل الخريف وفصل الشتاء وفصل الصيف، وبالنسبة للمواقع توجد فروق معنوية ($P<0.05$) بين متوسطات تراكيز عنصر الرصاص للموقع الأول والموقع الثالث، بينما لا توجد فروق معنوية ($P>0.05$) بين الموقع الأول والموقع الثاني ولا بين الموقع الثاني والموقع الثالث.

تدل معطيات الجدول 2 والشكل (7 ب) أن أعلى تركيز للكادميوم في طحلب*E.compressa*(41.800) ميكغم/غم وزن جاف، في فصل الخريف في الموقع الثالث، في حين كانت أقل تركيز له (0.03) ميكغم/غم وزن جاف، خلال فصل الشتاء في الموقع الثالث، في حين بلغ أعلى تركيز لعنصر الكادميوم في طحلب*J.rubens* (7.07) ميكغم/غم وزن جاف، في فصل الصيف الموقع الثالث، وأقل تركيز له (0.024) ميكغم/غم وزن جاف، في فصل الربيع في الموقع الثاني. ومن التحليل الإحصائي تبين وجود فروق معنوية ($P< 0.05$) بين متوسطات تركيز عنصر الكادميوم للفصول، فقد سجل فصل الخريف فرق معنوي مع كلاً من فصل الشتاء وفصل الربيع وفصل الصيف، كما وجدت فروق معنوية ($P<0.05$) بين متوسطات تراكيز عنصر الكادميوم للمواقع الثلاثة في نوعي الطحالب وذلك بين الموقع الثالث وكلاً من الموقع الأول والموقع الثاني.

يتضح من الجدولين 2 و3 وشكل (7ج) تراكيز الزنك في نوعي الطحالب، وكان أعلى تركيز لعنصر الزنك في طحلب *E.compressa* (804.6) ميكغم/غم وزن جاف، خلال فصل الصيف في الموقع الثاني، وأقل تركيز لعنصر الزنك (1.65) ميكغم/غم وزن جاف، خلال فصل الصيف في الموقع الأول، وبينما كان أعلى تركيز للزنك في طحلب *J.rubens*(206.9) ميكغم/غم وزن جاف في فصل الصيف في الموقع الثالث، وأقل تركيز لعنصر الزنك (0.64) ميكغم/غم وزن جاف خلال فصل الشتاء في الموقع الثالث. وأظهرت نتائج التحليل الإحصائي فروق معنوية ($P< 0.05$) بين متوسطات تركيز عنصر الزنك للفصول وذلك بين فصل الصيف وكلاً من فصل الخريف وفصل الشتاء وفصل الربيع، كما وجدت فروق معنوية ($P<0.05$) بين متوسطات تركيز عنصر الزنك للمواقع الثلاثة في نوعي الطحالب وذلك بين الموقع الثاني وكلاً من الموقع الأول والموقع الثالث، كما وبينت نتائج تحليل التباين أن هناك تأثير (الفصول -المواقع - الفصول * المواقع) على عنصر الزنك في نوعي الطحالب ($P< 0.05$).

ولوحظ من الجدولين(5,4) أن معامل التراكم الحيوي BCF للرصاص Pb والكادميوم Cd الزنكZn لها قيم تتراوح من (0.1 – 0.6) والتي تعتبر طبيعية، لأنها (BCF<1) كما وبينت جداول معاملBCF أن هناك تراكم عالي للعناصر في نوعي الطحالب، حيث بلغ أعلى قيمة BCF لعنصر الرصاص في *E.compressa*(570) ميكغم/لتر طحلب*J.rubens* (590) ميكغم/لتر مره بقدر تركيزها في الماء. وبلغت أعلى قيمة BCF لعنصر الكادميوم في طحلب *E.compressa* (597.1) ميكغم/لتر وفي طحلب (84.2 *J.rubens*) ميكغم/لتر، مره بقدر تركيزها في الماء، وبلغ أعلى قيمة BCF لعنصر الزنك في *E.compressa*(181.4) ميكغم/غم، وفي طحلب *J.rubens* (200.9) ميكغم/لتر مره بقدر تركيزها في الماء. كل هذه القيم تعتبر عالية جداً عند مقارنتها بأعلى قيمة (1) المتوقعة لأي عنصر، وهذه إشارة إلى قدرة التراكم العالية عند نوعي الطحالب.

لوحظ في الدراسة الحالية أن تراكيز العناصر الثقيلة في الطحالب البحرية أعلى مما هي عليه في المياه، وهذا ما أشار له(Murugaiyan & Narasimman,2012)وأن لبعض أنواع الطحالب القدرة على تركيز كميات كبيرة من العناصر الثقيلة على الرغم من وجودها بتراكيز قليلة في الوسط الذي تعيش فيه(Torres *et al.*,1998)حيث أشارت العديد من الدراسات إلى أن سطح الأحياء البحرية تلعب دوراً مهمً من حيث الارتباط بالعناصر الثقيلة (Xue &Sigg,1990 ;Vymazal,1984)وأن كفاءة الأدمصاص يعتمد على نوع العنصر وموقع الارتباط لكل عنصر، إذ تدخل العناصر الثقيلة إلى جسم الطحلب من خلال جدار الخلية ومن ثم تستقر داخل خلايا الطحلب(Robinson,1989)، حيث أن قابلية الطحالب على الامتصاص تعود بصورة رئيسيه إلى جدار الخلية والذي يحوي على سكريات متعددة وبروتينات مرتبطة مع بعض مكونه جليكو بروتين الذي يتكون من مجاميع الكربوكسيل التي تعمل كمواقع نشطة للارتباط بالعناصر (Chen*et al.*,2002; Figueria*et al.*,1999).

كما أوضحت نتائج الدراسة وجود اختلاف في تراكيز العناصر الثقيلة في الطحلبين ويعود هذا الاختلاف إلى تركيز العنصر ونوع الطحلب(Whitton*et al.*,1985) واختلاف تركيب جدار الخلية(Munda & Hudnik, 1986)فقد كان تركيز كلا من عنصر الكادميوم وعنصر الزنك في طحلب *E.compressa* أعلى من طحلب*J.rubens*؛ وهذا يتفق مع ما توصل إليه (Khaled, *et al.*, 2015) ولا يتفق مع(Abdallah,2008) بالنسبة لعنصر الكادميوم و أكثر مما توصل إليه(أبو قصة،2012)بالنسبة لعنصر الزنك في طحلب *J.rubens*, أما طحلب *J.rubens* فقد كان أكثر تركيزاً لعنصر الرصاص من طحلب *E.compressa* وهذا لا يتفق مع دراسة كلاً من (Khaled, *et al.*, , 2015)و يتفق مع دراسة (النسر و عبد الله,2017), ربما يعود السبب إلي كبر المساحة السطحية الناتجة عن تركيبه الخيطي وتفرعاته الكثيرة هذا ماأشار إليه(Subramanian and Uma, 1996) وإلي دور الأشكال الخيطية من الطحالب في إزالة العناصر الثقيلة بفعالية (حميدوآخرون، 2015) وكما أن تراكم العناصر من قبل الطحالب يكون انتقائيا(Wu *et al.*, 1998).

كما بينت نتائج الدراسة أن أعلى القيم لتركيز العناصر الثقيلة سجلت في فصول الخريف والربيع والصيف في نوعي الطحالب وهذا ماأشار إليه(Khaled, 2015)،

ربما يعود سبب ارتفاعها في فصل الخريف إلي عدم ملائمة الظروف البيئة, وارتفاعها في فصل الربيع إلي نوعية الفضلات المطروحة ولاسيما العضوية لأن المادة العضوية غنية بالزنك, وكذلك إلى الأسمدة والمبيدات المستخدمة في الزراعة (اللهيبي وعبد الجبار، 2016) وارتفاعها في فصل الصيف ربما يعود إلى صيانة وإصلاح القوارب (الطلاء والتنظيف) وأيضا تزايد النشاط البشري في هذه الفترة من صيد ووجود مراكب الصيد والتي تزيد من تراكيز العناصر الثقيلة (محمد، 2007؛ وصقر وآخرون، 2008) وعند مقارنة نتائج تراكيز العناصر الثقيلة في نوعي الطحالب نلاحظ أنها أعلى من الحد المسموح به، ونستنتج مما سبق أن كل طحلب من الطحالب المدروسة يراكم العناصر بترتيب مختلف عن الطحلب الآخر، وهذا يعني أن الطحالب تعمل بطريقة انتخابية في

امتصاصها للعناصر المختلفة الموجودة في البيئة وأن لها مختلفة (Sigaud-Kutner*et al.*,2003) القدرة على مراكمة هذه العناصر في أجسامها بدرجات

جدول2. تركيز العناصر الثقيلة (بوحدة ميكغم /غم) في طحلب *E.compressa* لمواقع خلال فصول السنة (المتوسط الحسابي±الانحراف المعياري) والحد المسموح من قبل منظمة الصحة العالمية (FAO/WHO1983) (Kumar*et al.*,2013

العناصر	المواقع	الخريف	الشتاء	الربيع	الصيف
الرصاص Pb : الحد المسموح به	الأول	* 1.12±5.29^{b}	^{*e} 1.300±18 .74	^{*e}2.10± 15.80	^{*a} 2.53±3 .80
FAO/WHO1983:	الثاني	^{*d} 4.02±11.07	^{*bc} 2.01±5.10	^{*e} 1.30±18.05	^{bca} 1.25± 2.97
6 -0.5	الثالث	^{*e} 2.01±17.11	^{a} 0.013± 1.3	^{*e} 3.01±18.96	^{*e} 2.600±19.49
الكادميوم Cd : الحد المسموح به	الأول	^{*de} 0.11±6.23	^{*a}0.02±0.63	^{*a} 0.05± 1.03	^{*bcd} 1.20±3.80
FAO/WHO1983	الثاني	* 1.06± 3.087	^{a*}2.08 ^{de} ±6.081	*0.415^{a} ±0.505	0.65 ^{*abc}± 2.46
5.5 – 0.05	الثالث	^{*g}4.85 ±41.800	0.05^{a}±0.03	*0.125^{a}±0.315	*4.3^{f} ± 19.49
الزنكZn : الحد المسموح به	الأول	^{f} 4.21 ±65.61	b^{a} 2.53±4.10	^{c}1.2±20.3	^{c} 1.05±1.65
FAO/WHO1983	الثاني	^{d}4.20±35.73	^{*h}3.00±166.4	^{*h}4.2±169.6	^{*k} 10.0±804.6
100 -30	الثالث	^{g} 2.4±91.03	^{b} 0.02±8.9	^{a} 1.5±1.7	^{*l} 5.03 ±186.8

- تدل الأحرف المختلفة في نفس الصف على وجود فروق معنوية بين تراكيز العينات بالنسبة للفصول وكذلك الأحرف المختلفة في نفس العمود تدل على وجود فروق معنوية بين تراكيز العينات بالنسبة للمواقع بينما تدل الأحرف المتشابهة على عدم وجود فروق معنوية بين تراكيز العينات.

* تدل على أن تراكيز العناصر قد تجاوز الحد المسموح به.

جدول3. تركيز العناصر الثقيلة (بوحدة ميكغم /غم) في طحلب *rubens* في المواقع خلال فصول السنة ن = 36 (المتوسط الحسابي±الانحراف المعياري) والحد المسموح من قبل منظمة الصحة العالمية (kumar e*t al.,* 2013) (FAO/WHO 1983).

العناصر	الفصول المواقع	الخريف	الشتاء	الربيع	الصيف
الرصاص Pb : الحد المسموح	الأول	^{*g}3.01±35.45	* 1.3^{d}±10.94	^{*f}2.01±29.18	^{*a} 1.66±1.82
به FAO/WHO1983	الثاني	^{*d} 3.01±11.85	^{*c}3.10±6.09	^{*h} 3.0±42	*a^{bc} 1.05±3.07
6 -0.5	الثالث	^{*a} 0.01±0.01	^{a} 0.11±0.6	^{*d} 2.3±11.30	^{*c} 2.43±7.07
الكادميوم Cd : الحد المسموح	الأول	^{*a} 0.2±0.603	^{*a} 0.41±0.508	^{a} 0.02±0.136	^{*abc} 0.75±1.82
به FAO/WHO1983	الثاني	^{*ab} 0.50±1.200	^{*cde} 1.3±4.390	^{a} 0.11±0.024	^{*a}0.23±0.44
.5 -0.05	الثالث	^{*cde}2.2±4.608	^{*a} 0.01 ±0.3	* 0.03 ^{ab} ±1.07	^{*e} 2.07±7.07
الزنكZn : الحد المسموح به	الأول	^{e} 5.18±48.54	^{ab}1.03±2.02	^{ab} 1.30±5.6	0.56 ^{e} ±1.86
FAO/WHO1983	الثاني	^{c}1.10±20.43	^{ab} 1.10 ±6.06	^{f} 2.02±67.08	^{b}3.3±8.3
100 -30	الثالث	^{c} 1.05±1.65	^{a} 0.11±0.64	^{ab} 1.38±4.33	^{*j}5.10 ±206.9

- تدل الأحرف المختلفة في نفس الصف على وجود فروق معنوية بين تراكيز العينات بالنسبة للفصول وكذلك الأحرف المختلفة في نفس العمود تدل على وجود فروق معنوية بين تراكيز العينات بالنسبة للمواقع بينما تدل الأحرف المتشابهة على عدم وجود فروق معنوية بين تراكيز العينات.

* تدل على أن تراكيز العناصر قد تجاوز الحد المسموح به(FAO/WHO1983).

جدول 4. معامل التراكم الحيوي للعناصر الثقيلة(بوحدة ميكغم /لتر) في طحلب*E.compressa*

العناصر	المواقع	الخريف	الشتاء	الربيع	الصيف
	الموقع الأول	88	374.8	87.8	0.37
الرصاصPb	الموقع الثاني	138.3	63.7	23.1	0.19
	الموقع الثالث	570.3	26	105.3	1.3
	الموقع الأول	77.9	7.9	0.15	63.3
الكادميومCd	الموقع الثاني	61.7	89.4	8.4	41
	الموقع الثالث	597.1	0.5	5.3	232
	الموقع الأول	33.5	1.2	50.8	0.4
الزنكZn	الموقع الثاني	9.7	75.3	18.1	40
	الموقع الثالث	131.9	3.9	5.7	181.4

الموقع الأول" شاطئ منتزه الخمس"

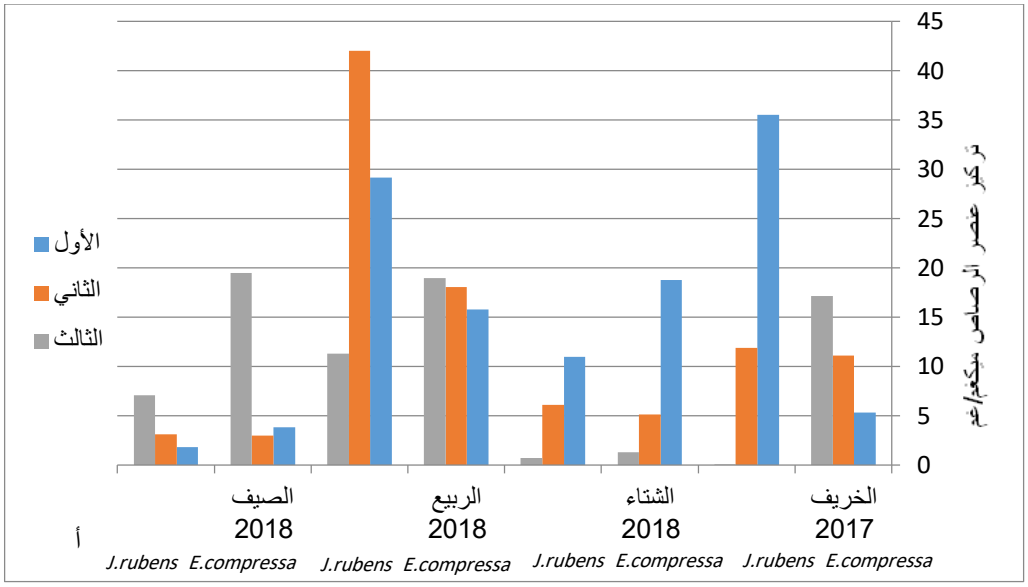
الموقع الثاني "شاطئ باركو"

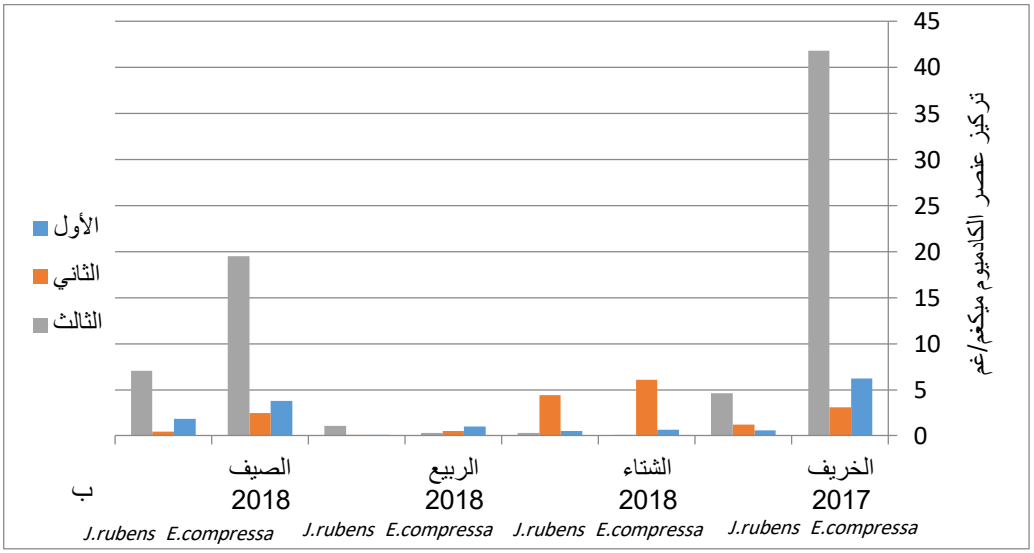
الموقع الثالث" الشاطئ المقابل لمحطة التحلية"

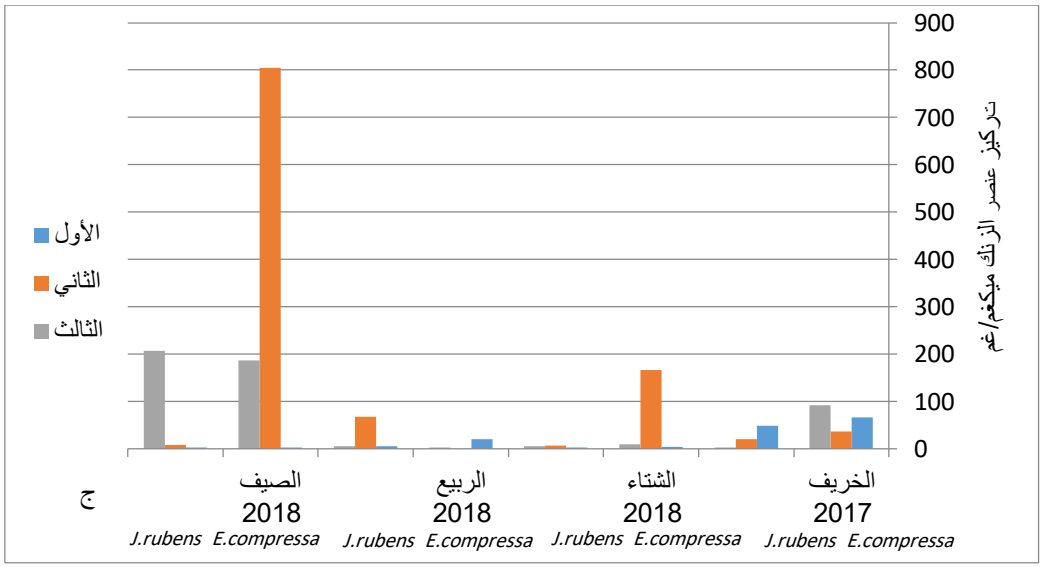
جدول 5. معامل التراكم الحيوي للعناصر الثقيلة (بوحدة ميكغم /لتر) في طحلب*J.rubens*.

العناصر	المواقع	الخريف	الشتاء	الربيع	الصيف
	الموقع الأول	590.8	218.8	162.1	0.17
الرصاصPb	الموقع الثاني	148.1	76.1	53.8	0.2
	الموقع الثالث	0.3	12.2	62.8	0.5
	الموقع الأول	8.9	6.4	1.9	30.3
الكادميومCd	الموقع الثاني	24	64.6	0.4	7.3
	الموقع الثالث	65.8	5.4	17.8	84.2
	الموقع الأول	24.8	0.6	14	0.5
الزنك Zn	الموقع الثاني	5.5	2.7	7.2	0.4
	الموقع الثالث	2.4	0.3	14.4	200.9

المجلة الليبية للعلوم الزراعية، المجلد (25)، العدد (1-2) 2020: 13 - 29







شكل7. (أ،ب، ج) تراكيز (الرصاص، الكادميوم، الزنك) في نوعي الطحالب في المواقع الثلاثة خلال فصول السنة.

الاستنتاج

1 - نجد أن بمقارنة تراكيز العناصر المدروسة في عينات نوعي الطحالب مع العينات المائية في جميع مواقع الدراسة خلال فصول السنة ظهور ارتفاع ملحوظ في تراكيز العناصر فيها وتفسر هذه الظاهرة قدرة هذه الطحالب على تجميع العناصر من مياه البحر و مراكمتها.

2-ارتفاع تراكيز عنصر الكادميوم في طحلب *E.compressa* مقارنه مع طحلب *J.rubens* وبالتالي يعتبر مؤشراً حيوياً للتلوث بالكادميوم بقدرته على تركيز هذا العنصر بمقارنة مع تراكيزه في الأنواع الأخرى.

3- وجود تغيرات في تراكيز العناصر من فصل إلى آخر، فقد وجد أن أعلى تركيز لعنصر الرصاص كان في فصل الربيع، وأعلى تركيز لعنصر الكادميوم كان في فصل الخريف، وأعلى تركيز لعنصر الزنك كان في فصل الصيف.

4-ارتفاع في تراكيز عناصر الرصاص والكادميوم في الشاطئ المقابل لمحطة التحلية، كما يوجد تقارب بينها وبين تركيز العناصر في شاطئ منتزه الخمس مع المواقع الأخرى، كونه ناتجا من مخلفات المحطة وما تطرحه السفن التي تزود المحطة بالوقود من مخلفات أثناء التفريغ، بالإضافة إلى المبيدات المستخدمة في الزراعة، ومياه الصرف الصحي، كما وجد ارتفاع تراكيز عنصر الزنك في شاطئ باركو، كونه مركزاً زاخراً بالنشاطات البشرية.

المراجع

أبكر، صالح شاكر (2004). التأثير الكيميائي الحيوي لبعض العناصر الثقيلة على بعض الأنزيمات في بعض الأسماك بالجماهيرية العظمي. رسالة ماجستير، كلية الآداب والعلوم، جامعة المرقب. 80 صفحة.

أبو قصة، الدليم (2012). التحليل بالتنشيط النيوتروني لدراسة تراكيز العناصر في بعض الأنواع من الطحالب البحرية من مختلف مناطق الساحل الليبي. وقائع المؤتمر العربي الحادي عشر حول الاستخدامات السليمة للطاقة الذرية، الخرطوم، السودان: 1-12.

أج، بيارد، كونافي، ماك (1985). مقدمة في علم الأحياء البحرية. ط2. مطبعة جامعة البصرة. العراق.ص1-537 .

أكبر، منال محمد وأزهر محمد غالي الخز علي (2012)." تقدير تراكيز بعض العناصر الثقيلة في مياه ورواسب نهر الغراف-ذي قار. مجلة علوم ذي قار المجلد 3(3) :30-42.

البكوش، فايزة إبراهيم (2009). "تقييم التلوث ببعض العناصر الثقيلة وآثارها على بعض الأسماك البحرية في منطقة الخمس"، رسالة ماجستير، كلية الآداب والعلوم، جامعة المرقب, 124صفحة..

الحداد، يوسف عبد الله، ومحمد على السعيدي(2013). مستوي الملوثات في المياه الساحلية الغربية الليبية. الأكاديمية العربية للعلوم والتكنولوجيا والنقل البحري، مصر الإسكندرية.ص778 - 786.

الحديد، حليمة علي. (2017). تأثير بعض العناصر الثقيلة على الخصائص الحيوية لبعض أنواع الأسماك في شاطئ مدينة مصراته. رسالة ماجستير، مدرسة العلوم الأساسية، أكاديمية الدراسات العليا-فرع مصراته، 83صفحة.

الحسيني، عبد الهادي كاظم وإيثار كامل الميالي (2015). الإزالة الحيوية لمعدني الرصاص والكادميوم بوساطة طحلب *Westiellopsis prolifica*.المجلة العراقية للعلوم. المجلد 56 العدد(4): 3094-3102.

الخازمي، محمد مصطفي محمد ومعمر محمد عبد الرحيم عباد(2016). التلوث البيئي وآثره على الآثار الكلاسيكية والإسلامية في مدينة الخمس الليبية. مجلة الجامعة الأسمرية. 28 (14):467 -502.

أللهيبي، ضياء خليفة ورياض عباس عبد الجبار(2016). تراكيز بعض العناصر الثقيلة في مياه نهر الفرات شرق مدينة الرمادي. مجلة تكريت للعلوم الصرفة. 21(7):24-29.

الفتلاوي، زينب زهير (2017). التأثيرات المحتملة لتراكيز مختلفة لدقائق نانو الفضة على نمو طحلب *Stigonema* sp. وبعض خصائصه الفسيولوجية.

رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة القادسية، العراق, 111صفحة.

المنشاز، عمر إبراهيم(2012). تلوث مياه البحر بمياه الصرف الصحي في منطقتي الخمس وسوق الخميس في ليبيا. حوليات آداب عين شمس المجلد(40):40-269.

النسر، أمينة و سوزان عبد الله (2017). دراسة تراكم بعض العناصر الثقيلة عند نوعي الطحالب *Galaxaura lapidescens , Jania rubens* في شاطئ اللاذقية. مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية، (سلسلة العلوم البيولوجية). المجلد: 39 (4):11-30.

أمين، أسامة ربيع (2007). التحليل الإحصائي للمتغيرات المتعددة باستخدام برنامج SPSS. الطبعة الأولي. مكتبة الأنجلو المصرية، جامعة المنوفية. ص1 -199 .

حميد، مريم فوزي؛ حامد طالب السعد وأحمد محسن عذبي (2015). قابلية بعض أنواع الطحالب الخضراء المزرقة (السيانوبكتريا) على مراكمة بعض العناصر الثقيلة. وقائع المؤتمر الوطني السابع للبيئة والموارد الطبيعية-جامعة البصرة. ص1-25.

سلمان، جاسم محمد، فكرت مجيد حسن وميسون مهدي صالح (2010). دراسة بيئية لاستخدام الأحياء المائية كأدلة حياتية لتلوث نهر الفرات بالعناصر الثقيلة. المجلة العراقية لبحوث السوق وحماية المستهلك. مجلد : 2 (3):144 -167.

صقر، فائز، محمد سعيد المصري ومحمد صالح (2008). تراكم العناصر الثقيلة النزرة في بعض أنواع القاعيات الحيوانية في شاطئ المحطة الحرارية في بانياس. مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية. (سلسلة العلوم البيولوجية). المجلد: 30 (5): 81-98.

عباس، غياث، ازدهار عمار وأمير إبراهيم (2007). تراكم بعض المعادن النزرة في بعض أنواع الإسفنجيات في الشاطئ السوري. مجلة تشرين للبحوث والدراسات العلمية-سلسلة العلوم الأساسية المجلد: 30(1): 143-162.

علكم، فؤاد منحر، ودينا بأهل جدعان(2010). تأثير بعض العناصر الثقيلة في قيم الامتصاصية لمزارع الطحلب الأخضر*Scenedesmus dimorphus*مجلة علوم ذي قار المجلد: 2(3):11 -31.

عوض، عادل، نديم حمود وهيثم شاهين (2000). دراسة تطور أجناس الطحالب في بحيرات الأكسدة للمعالجة البيولوجية لمياه الصرف الصحي في مدينة السلمية -محافظة حماة. مجلة جامعة دمشق. المجلد : 16(2):57-93.

لايقة، حسام الدين، أصف عباس وياسمين حربية (2016).تحديد بعض العناصر الثقيلة النزرة في أنواع من الطالب البحرية على شاطئ مدينة بانياس. مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية. (سلسلة العلوم الأساسية). المجلد :38 (2): 69- 82.

محمد، عصام(2007).دراسة تلوث بعض مناطق مياه الشاطئ السوري وبعض الكائنات الحية البحرية ببعض العناصر المعدنية الثقيلة. مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية-سلسلة العلوم الأساسية. المجلد:29 (4):61.

Abdallah, M.A.M. and Abdallah, A.M.A. 2008. Biomonitoring study of heavy metals in biota and sediments in the South Eastern coast of Mediterranean Sea, Egypt. Environ Monit. Assess 146: 139–145. https://doi.org/10.1007/s10661-007-0066-8

Amisah, S., Adjei-Boateng, D., Obirikorang, K.A.; Quagrainie2009.Effects of clam size on heavy metal accumulation in whole soft tissues of Galatea paradoxa (Born, 1778) from the Volta estuary. Ghana. Inter. J. Fisher. Aquacul. 1: (2): 014-021.

American Public Health Association(APHA), (1995). Standard methods for examination of water and wastewater, Washington, DC 20036, 1193P.

Grill, E., Winnacker, E. L. and Zenk, M. H. (1987). Phytochelatins , aclass of heavy metal binding peptides from plants , are functionally analogous to metallothioneins" . Proc. Natl. Acad. Sci.84: 439 – 443.

Kargin, F. (1996). Seasonal changes in levels of heavy metals in tissues of *Mullus barbatus* and *Sparus aurata* collected from Iskenderun Gulf (Turkey). Water Air Soil Pollut., 90: 557–562.

Khaled, A.; Hessein, A.; Abdel-Halim, A. M. and Morsy, F. M. (2015).Distribution of heavy metals in seaweeds collected along Marsa-Matrouh beaches. Egyptian Journal of Aquatic Research.40:363-371.

Kumar, C. S.; Jaikumar, M.; Robin, R. S.;Karthikeyan, P. and Kumar, C. S. (2013). Heavy metal concentration of sea water and marine organisms in Ennore Creek southeast coast of India. The Journal of Toxicology and Health. 103: 192-201.

Lytle, C.M and Smith , B. N.(1995). Seasonal nutrient cycling in *Potomogeton pectinatus* of the lower prove river.Great Basin Naturalist. 55 (2): 164- 168.

Metwally, M.A.A. and Fouad, I.M.(2008). Biochemical Changes Induced by Heavy Metal Pollution in Marine Fishes at Khums Coast, Libya. Global Veterinaria. 2 (6): 308-311.

MILLAR, A. J. K. (2007). The Flindersian and Peronian Provinces. In: Algae of Australia; Introduction. Australian Biological Resources Study, Canberra, pp: 554-559.

Munda, I. M. and Hudnik, V. (1986). Growth response of *Fucus vesiculosus* to heavy metals,

Canli, M. and Kalay, Ay. M. (1998). Levels of Heavy Metals (Cd, Pb, Cu, Cr, and Ni) in tissue of *cyprinus carpio*, *Barbus capito*, and *chondrostoma regium* from seyhan River, Turkey.Journal of Zoology. 22: 149-157.

Chen, J.P.; Hong, L. A.; Wu, S. N. and Wang, L. (2002). Elucidation of Interactions between metal ions and alginate – based ion – exchange resin by spectroscopic analysis and modelling simulation –Langmuir J. 18 (24): 9413 –9421.

Conti, M. E., and Iacobucci, M. (2008). Marine organisms as biomonitors. WIT Transactions on State of the Art in Science and Engineering, Vol 30, © WIT Press. www.witpress.com, ISSN 1755-8336.

Duerden, R. C. and Jones, W. E. (1981). The host specificity of *Jania rubens* (L) lamour, in British Waters". Proceedings of the International Sea weed Symposium, 8: 313 – 39.

Edem , C.A.; Akpan , B. and Dosunmu , M. I. (2008 .A comparative assessment of heavy metals and hydrocarbon accumulation in *Sphyrena afra*, *Orechromis niloticus* and *lops lacerta* from Anantigha Beach market in Calabar –Nigeria. Afr. J. Environ. Pollut. & Health. 6: 61-64.

FAO/WHO (1983). Food and Agriculture Organization. Compilation of legal limits for hazardous substances in fish and fishery products". Fisheries Circular. 464, 1983, PP. 5-100.

Figueira, M. M.; Volesky, B. and Mathieu, H. J. (1999). Instrumental analysis study of iron species biosorption by *Sargassum* biomass. Environ. Sci. Technol. 33(11): 1840 – 1846.

Sigaud-Kutner, M. A. S.; Teresa C. S. and Oswaldo K. O. (2003). Heavy metal–induced oxidative stress in algae. J. Phycol. 39, 1008–1018.

Subramanian, G. and Uma, L. (1996). Cyanobacteria in pollution control. J. Sci. Ind. Res. 55: 685 – 692.

Torres, E.; Cid, A.; Herrero, C. and Abalde, J. (1998). Removal of Cadmiumions by the marine diatom *Phaeodactylum tricornutum* (Bohlin) accumulation long – term kinetics of uptake. Bioresource Technology, 63: 213 – 220.

Vymazal, J. (1984). Short – term uptake of heavy metals by periphyton algae. Hydrobiol. , 119: 171 – 179.

Whitton, B. A., Say, P. J. and Wher, M. J. (1985). Use of plant to monitor heavy metal in rivers. In: Heavy metals in northern England. Environ .and Bio. Aspects. p: 135 – 145.

WHO. World Health Organization.(1985). Guidelines for Drinking Water Quality. Vol.1. Recommendation WHO: Geneva. P.130.

Wu, J. T.; Hsieh, M. T. and Kow, L. C. (1998). Role of proline accumulation in response to toxic copper in *Chlorella* SP(Chlorophyceae) cells. J. Phycol. 34: 113 – 117.

Xue, H. B. and Sigg, L. (1990). Binding of Cu (II) to algae ammemml buffer. Wat. Res. 24 (9): 1129 – 1136.

singly and in dual combination, as related to accumulation, Botanica Marina 29 (5).

Murugaiyan, K. Narasimman, S.and Anatharaman, P.(2012). Proximatecomposition of marine macro algae from Seeniappa Dharka, Gulf of Mannar region, Tamil Nadu. Interntional Journal of Research in Marine Sciences. 1: 1-3.

Obasohan, E. E. (2010). Heavy metals concentrations in the offal, gill, muscle and liver of a freshwater mudfish (*Parachanna obscura*) from Ogba River, Benin city Nigeria. African Journal of Biotechnology. 6 (22): 2620-2627.

Philips, A. R. (2006). Phytochelatin synthase, papain's cousin, in strereo . 3: 507 – 508.

Pinto, H.; Sigaud – Kutner, T.; Leilao, M.; Okameta, O.; Morse, D. and Colepicolo, P. (2003). Heavy metal induced oxidative stress in algae. J. Phycol. 39: 1008 – 1018.

Radoslaw, Z.; Plotr, S. and Adam, L. (2007). Comparison of green algaeCladophora sp. and Enteromorpha sp. as potential biomonitors of chemical elements in the southern Baltic, Science of the Total Environment (387), 320–332.

Robinson, N. J. (1989). Algal metallothioneins: Secondary metabolites and protein. J. Appl. Phycol. 1: 5 – 18.

THE LIBYAN JOURNAL OF AGRICULTURE
Volume (25), No. (1-2), 2020: 13-29

Original Article

Measuring The Bioaccumulation Rate of Three Heavy Metals in Two Species of Marine Algae at the Beach of the city of Al- Khums

Adel S. Alimmari[1], Salma A. Alabiad[2], Rabia O. Eshkourfu[1]

And Zainab N. Murjan[2]

1-Department of Chemistry, Faculty of Science, Al-Mergb University

2-Department of Biology, Faculty of Science, Al-Mergb University

ABSTRACT

The aim of the study is to estimate the bioaccumulation of some heavy metals Lead (Pb), Cadmium (Cd) and Zinc (Zn) in two species of algae: (*Enteromorpha compressa* and *Jania rubens*;). In addition, these elements were estimated in samples of sea water surrounding these algae. These samples were collected from three sites in the city of Al-Khums (Beach of Al-Khums Park, Barco Beach and the beach opposite the Power and Desalination plant). These samples were collected during the period from Autumn 2017 to Summer 2018 in order to know the extent of the accumulation of heavy elements in these organisms. However, these organisms are considered part of the food chain, which are transferred to the human at the top of the food pyramid. The concentrations of heavy metals in the studied samples were determined using the Atomic Absorption Spectroscopy (CONTRAA700analytikjena) at the Sadeem Laboratory. After heavy metal extraction from samples sea water and samples algae, results show that, the concentration of the elements in most samples exceeded the limits allowed by the World Health Organization (WHO) and the Food and Agriculture Organization (FAO). There was an obvious variation in the concentration of heavy elements in seawater at the three sites. The highest concentration of Lead (Pb) and Zinc (Zn) were (15.25 and 20.1) mg/L, respectively, which were observed in summer at the Barco Beach site. The highest concentration of cadmium (Cd) was (0.084) mg/L in Summer at the beach opposite to the Power and Desalination plant. The bioconcentration factor (BCF) has been calculated. The highest BCF values of Pb, were (570- 590) mg/L in *E.compressa*and *J.rubens* respectively times in accordance to its concentration of water. As well as the highest BCF, values of Cd were (597.1-84.2) mg/L in *E.compressa* and *J.rubens* respectively times in accordance to its concentration of water. Finally, BCF values of Zn were (181.4 and200.9) mg/L in *E.compressa* and *J. ruben* srespectively times in accordance to its concentration of water. This means that there is a bioaccumulation in the selectively studied algea varied according to type and location.

Keywords: *Enteromorpha compressa*, *Jania rubens* , heavy metals.

***Corresponding Author: Adel S. Alimmari, chemistry Dep., Fac. Of Science, Al-mergb Univ.**

Phone: +218918427472. **e-mail: adelarbi@hotmail.com**

Received: 21/11/2019 **Accepted: 20/6/2020**