

دراسة الفعالية المضادة للأكسدة للسكر المتعدد المكبريت المستخلص من

### الطحلب الاخضر *Enteromorpha* sp.

آمال كاظم غضبان	* خالد حسك عبد الحسن	مازن جميل هندي
قسم علوم الاغذية كلية الزراعة/جامعة البصرة	قسم علوم الاغذية كلية الزراعة/جامعة بغداد	قسم علوم الاغذية كلية الزراعة/جامعة بغداد

تأريخ قبول النشر: 2015/6/29

تأريخ استلام البحث: 2015/3/9

### الخلاصة

تم جمع عينات من الطحالب الخضراء من مياه شط العرب ضمن منطقة كرمة علي في محافظة البصرة وبعد التنقية تم تشخيصها وتبين انها تعود الى جنس *Enteromorpha* sp. جفت وطحنت العينات ثم استخلص السكر المتعدد المكبريت *Sulfated polysaccharides* من الطحلب بالماء الحار عند 90 م<sup>0</sup> والترسيب بالايثانول المطلق ثم أجريت الديلزة والتجفيد. تم تعيين تربيته الكيميائي إذ بلغت نسبة السكريات الكلية 56.4% والبروتين 1.3% والكبريتات 19.7%. درست الفعالية المضادة للأكسدة للسكر المتعدد المكبريت بأربعة طرق شملت قابلية كبح الجذور الهيدروكسيلية وأظهرت النتائج زيادة قابلية الكبح بزيادة التراكيز وبلغت 59.86% عند التريز 2.5 ملغم/مل أما مضاد الأكسدة الصناعي BHT فكانت 81.36%. وقابلية اقتناص بيروكسيد الهيدروجين إذ بلغت نسبة القنص 59.61% عند التريز 1000ميكروغرام/مل أما حامض الجاليك فكانت 82.67% عند التريز نفسه فضلاً عن دراسة قابلية ربط أيون الحديدوز إذ بلغت اعلى قابلية ربط 51.19% عند التريز 5 ملغم /مل أما مريب EDTA فكانت 98.72%. كما تم قياس السعة الاختزالية والتي بلغ اعلى امتصاص 1.436 نانومتر عند التريز 1000 ميكروغرام/مل أما حامض الاسكوريك فكان 1.736 نانومتر.

الكلمات المفتاحية: الطحلب *Enteromorpha*، السكر المتعدد المكبريت، الفعالية المضادة للأكسدة.

\* البحث مستل من اطروحة دكتوراه للباحث الثاني.



**Study of Antioxidation Activity of Sulfated  
Polysaccharide Extracted From Green Algae  
*Enteromorpha* sp.**

<b>Amal Kadhim Ghadban</b>	<b>*Khalid Hassak Abdulhasan</b>	<b>Mazin J. Hindi</b>
<b>Department of Food Science College of Agriculture University of Basra</b>	<b>Department of Food Science College of Agriculture University of Baghdad</b>	<b>Department of Food Science College of Agriculture University of Baghdad</b>

**Abstract**

Samples of the green algae were collected from water of Shatt al-Arab in Garmat Ali in Basra. After purification, the green algae identified on *Enteromorpha* sp. The samples were dried and milled, then sulfated polysaccharides were extracted with hot water at 90°C precipitated with absolute ethanol, dialysed and lyophilized. The chemical composition was total sugars 56.4%, protein 1.3% and sulfur 19.7%. Antioxidation activity of sulfated polysaccharides was studied by four method and included estimation of ability of scavenging hydroxylated radicals, the results showed an increased in ability with increasing concentrations. Ability of scavenging and was 59.86% at the concentration of 2.5 mg/ ml, but BHT was 81.36%. Ability of scavenging of hydrogen peroxide at was 59.61% at 1000 µg/ ml, but gallic acid was 82.67% at the same concentration. Ability of chelating ferrous ion was 51.19% at 5 mg/ ml, but EDTA was 98.72%. Reductive capacity was also measured, the maximum absorbance was 1.436 nm for 1000 µg/ mL, but ascorbic acid was 1.736 nm.

**Key words: *Enteromorpha*, Sulfated Polysaccharides, Antioxidation Activity.**

---

\* Part of Ph.D.thesis for the second author.

### المقدمة

أزداد الاهتمام مؤخراً نحو إيجاد سبل جديدة للحفاظ على سلامة الأغذية وكذلك قيمتها التغذوية فضلاً عن اطالة عمرها الخزني، والحد من تدهور أو تلف الأغذية بعد تزايد القلق من استعمال الإضافات الكيميائية ونتيجة لطلب المتزايد للحصول على أغذية صحية تلائم حاجات المستهلك، والابتعاد عن ما هو صناعي ولتجنب الآثار السلبية من استعمال الإضافات الكيميائية دفع مصنعو الأغذية إلى الاعتماد على المصادر الطبيعية وخصوصاً الجربة منها لذلك اتجهت الأنظار إلى استعمال الطحالب بوصفها إحدى البدائل المهمة للتجهيز بالمرمبات الفعالة، لما تمتاز به من معدل نمو عال وقيمة اقتصادية وغذائية عالية، فضلاً عن دور الطحالب في الأنظمة البيئية وكونها تشكل غذاء للأسماك والطيور كما أنها تعد غذاءً مهماً للإنسان وخصوصاً في دول شرق آسيا وبعض الدول الاوربية كونها تمتلك مرمبات فعالة كالبروتينات والسكريات والدهون والمكونات الكيميائية phytochemical، وتجهز الطحالب حوالي 9% من المرمبات الفعالة من البيئة البحرية (8).

وبما أن الطحالب تمثل مصدراً غنياً بالمرمبات الفعالة لذا فقد جذبت اهتمام الباحثين لامتلاكها خواصاً وظيفية مهمة في التصنيع الغذائي، فضلاً عن دورها المهم في الجانب الصحي للإنسان في معالجة العديد من الامراض المزمنة كالسمنة والسرطان وأمراض القلب، وبما ان الأكسدة تعد واحدة من العوامل التي تؤدي الى تلف الأغذية، وسبباً رئيسياً للإصابة بأمراض القلب وتصلب الشرايين والسرطان لذا بات من الضروري البحث عن مرمبات مضادة للأكسدة وإن استعمال مضادات الأكسدة الصناعية أثارت شكوكاً حول استعمالها في مجال حفظ الاغذية والمستحضرات الصيدلانية ومدى سلامة هذه المرمبات من الناحية الصحية كونها مواد ذات تأثير سمي فضلاً عن العديد من تأثيراتها الجانبية وأهمها التأثير المسرطن(27). وتعد السكريات المتعددة من مضادات الأكسدة الطبيعية لذا هدفت الدراسة الى استخلاص السكر المتعدد المكبريت من الطحلب *Enteromorpha sp* واختبار فعاليته المضاد للأكسدة.

## المواد وطرائق البحث

### تحضير وتهيئة الطحلب للدراسة:

تم جمع الكميات المطلوبة من الطحلب *Enteromorpha* sp. من ضفاف شط العرب في منطقة كرمة علي في محافظة البصرة ووضعت في اكياس البولي أثيلين ونقلت الى مختبرات قسم علوم الاغذية- كلية الزراعة- جامعة البصرة وذلك في شهر أذار ونيسان من عام 2013 وتم تشخيصها من قبل د.ازهار الصابونجي قسم الاسماك والثروة البحرية في كلية الزراعة/ جامعة البصرة بعد الحصول على الطحلب على الغسل بالماء جيداً وازالة الاحياء العالقة وبقايا النباتات المائية وغيرها من الشوائب ثم غسل بعد ذلك بالماء المقطر مرات عديدة قبل النبز المرزب. كررت العملية أكثر من مرة لغرض التخلص من الأحياء المجهرية اعتماداً على الطريقة الموصوفة من قبل (28) و للتأكد من نقاوة الطحلب اعتمدت طريقة (22) والمتضمنة الفحص المجهرى للخيوط الطحلبية بعد زرعها على وسط الاكار المغذي وحضنت على درجة حرارة 37 م ولمدة 18 ساعة، ثم فحصت المزرعة بعد تكرار العملية مرات عديدة للتأكد من خلوها من الاحياء المجهرية. بعد التنقية جُفِّفَ الطحلب هوائياً بتعرضه إلى أشعة الشمس بعد نشره على الورق المقوى، اذ نُشِرَ على شكل طبقة بسمك 1-2 سم مع التقليب المستمر للتخلص من الرطوبة إلى أقل ما يمكن، خُزنت الكميات المُجففة منه في أكياس من البولي أثيلين بالتجميد (-18) م لحين الطحن. بعد ذلك تم طحن العينات المجففة على شكل وجبات بمطحنة كهوائية لغرض اجراء الخطوات اللاحقة.

### استخلاص السكر المتعدد:

أجريت الطريقة وفقاً الى (1) وذلك يعمل معلق من مسحوق الطحلب والماء المقطر بنسبة 1.5% w/v عند 25م ووضع على المحرك المغناطيسي لمدة 15 ساعة أجري النبز المرزب بسرعة 5000 دورة لمدة 15 دقيقة بدرجة حرارة 4 م، تم التخلص من الراشح وأخذ الراسب لأستخلاص السكر المتعدد بالماء المقطر الحار 90م على المحرك المغناطيسي لمدة 45 دقيقة ثم أجري النبز المرزب بسرعة 5000 دورة لمدة 15 دقيقة، تم التخلص من الراسب وأخذ الراشح ورسب بالأيثانول المطلق بنسبة 1:3 لمدة 24 ساعة بدرجة حرارة التلاجة 4م ثم أجري النبز المرزب للتخلص من بقايا الكحول ثم ذوب بالماء المقطر وأجريت له عملية

الديليزة باستعمال أكياس الديليزة 7000 دالتون ضد الماء المقطر لمدة 24 ساعة عند درجة حرارة الغرفة. جفد بعد ذلك بجهاز التجفيد وحفظ في الثلاجة لحين الاستعمال.

#### تقدير المحتوى الكيميائي:

قدرت السكريات الكلية باستعمال طريقة الفينول- حامض الكبريتيك التي ذكرها (7) وقدرت البروتينات حسب الطريقة الواردة في (3). قدر المحتوى الكبريتي حسب طريقة BaCl<sub>2</sub>-gelatin التي ذكرها (6) في تقدير محتوى الكبريت.

#### تقدير كبح الجذور الهيدروكسيلية:

قيست قابلية السكر المتعدد لكبح جذر الهيدروكسيل حسب الطريقة المحورة التي وصفها (17) وذلك بخلط 200 مايكرو لتر من السكر المتعددو بتركيز (0.5، 1، 1.5، 2، 2.5) ملغم/ مل مع خليط التفاعل المكون من 100 مايكرو لتر كبريتات الحديدوز FeSO<sub>4</sub>7H<sub>2</sub>O (0.01) مولار، 100 مايكرو لتر EDTA (0.01) مولار، 500 مايكرو لتر سكر الريبوز منزوع الاوكسجين Deoxyribose (0.01) مولار، 900 مايكرو لتر محلول دارء الفوسفات (0.1) مولار ودالة حامضية 7.4 و 200 مايكرو لتر بيروكسيد الهيدروجين (0.01) مولار. حضن الخليط عند درجة حرارة 37 م لمدة 60 دقيقة، أضيف 1 مل من الكاشف (1% TBA) و 1 مل من حامض ثلاثي كلوريد حامض خليك (2.8% TCA) الى خليط التفاعل وضع في حمام مائي 100 م لمدة 15 دقيقة وبعد التبريد تم قياس الامتصاص على طول موجي 532 نانومتر. حضرت العينة الضابطة من 200 مايكرو لتر ايثانول مع خليط التفاعل.

حسبت قابلية المستخلصات على كبح الجذور الهيدروكسيلية وفقاً للمعادلة التالية:

$$\% \text{ للكبح} = \frac{\text{امتصاص العينة الضابطة} - \text{امتصاص النموذج}}{\text{امتصاص العينة الضابطة}} \times 100$$

#### قابلية اقتناص بيروكسيد الهيدروجين:

اتبعت الطريقة التي أوردتها (18) لتقدير قابلية السكر المتعدد على اقتناص بيروكسيد الهيدروجين وذلك بخلط 1 مل من المستخلص المحضر بتركيز (100-1000 ميكروغرام/ مل) مع 0.6 مل من بيروكسيد الهيدروجين 2 ملي مولار المحضر في محلول دارء الفوسفات والرقم الهيدروجيني 7.4 ويعدها قيس الامتصاص على طول موجي 230

نانومتر بعد مرور 10 دقائق. حضرت العينة الضابطة من 1 مل محلول دارء الفوسفات بدون إضافة المستخلص واستعمل حامض الجاليك للمقارنة. استعملت المعادلة الآتية لحساب فعالية النماذج في اقتناص البيروكسيد:

$$\% \text{ فعالية اقتناص البيروكسيد} = \frac{\text{قراءة الامتصاص للنموذج}}{\text{قراءة الامتصاص للعينة الضابطة}} \times 100$$

#### رط أيون الحديدوز:

قيست قابلية السكر المتعدد لرط أيون الحديدوز حسب الطريقة التي أوردتها (5) المحورة والمتضمنة خلط 0.4 مل من المستخلص تركيز (1، 2، 3، 4، 5) ملغم/مل مع 0.4 مل من كلورد الحديدوز 0.02 مولاري مع 0.4 مل 8-hydroxy quinoline بتركيز 0.05 مولاري (المحضر بالايثانول 98%). حُضن الخليط لمدة 10 دقائق عند درجة حرارة الغرفة في مكان مظلم، قيس الامتصاص على طول موجي 562 نانومتر. كذلك قدرت قابلية رط أيون الحديدوز لمربب الأثلين ثنائي الأمين راعي حامض الخليك (EDTA) ثنائي الصوديوم بالطريقة نفسها لغرض المقارنة. حضرت العينة الضابطة حسب الخطوات السابق ذكرها باستثناء إضافة المستخلص.

حسبت قابلية المستخلص على رط أيون الحديدوز وفقاً للمعادلة الآتية:

$$\% \text{ قابلية الرط} = 1 \times \left[ \frac{\text{قراءة الامتصاص للنموذج}}{\text{قراءة الامتصاص للعينة الضابطة}} \right]$$

#### قياس القوة الاختزالية:

اتبعت طريقة (14) والتي تضمنت خلط 1 مل من العينة وحامض الاسكورك بتراكيز (250-1000) ميكروغرام/مل مع 1 مل محلول دارء الفوسفات 200 ملي مولاري وبدالة حامضية 6.6 و 1 مل من محلول 1% سيانيد البوتاسيوم الحديدكي Potassium Ferricyanide. حُضن الخليط على درجة حرارة 50 م لمدة 20 دقيقة أضيف 2 مل من 1% ثلاثي كلورد حامض الخليك (TCA) وأجرت عملية النبذ المرزب للخليط بسرعة 2000 دورة/دقيقة لمدة 10 دقائق. أخذ 2.5 مل من الراشح وأضيف إليه 2.5 مل ماء مقطر و 1 مل من 0.1% كلورد الحديدكي. قيس الامتصاص على طول موجي مقداره 700

نانومتر. حضرت العينة الضابطة بإضافة جميع المواد السابقة باستثناء إضافة 1ملي إيثانول بدلاً من المستخلص.

### النتائج والمناقشة

#### المحتوى الكيميائي للسكر المتعدد المجفد:

يبين (الجدول، 1) بعض مكونات السكر المتعدد المستخلص بالماء بدرجة 90 م<sup>°</sup> والمرسب بالإيثانول بنسبة 3:1 من الطحلب *Enteromorpha sp* إذ لوحظ أن نسبة السكريات الكلية والكبريتات والبروتين بلغت 56.4% و19.7% و1.3% على التوالي. أن نسب هذه المكونات كانت مقارنة لما حصل عليه (20) عند استخلاصه للسكر المتعدد من الطحلب الأخضر *Ulva fasciata* بالماء الحار إذ تراوحت القيم (52-47.3)% و (18.3-21.8)% و (2.65-1)% على التوالي وبالماء البارد (53.1-40.9)% و (13.7-18.9)% و (6.8-11.8)% على التوالي عند جمعه للطحلب في اوقات مختلفة من السنة. وكذلك جاءت النتائج مقارنة أيضاً مع السكر المتعدد المستخلص من الطحلب *E.prolifera* بالماء الحار إذ كانت نسبة السكريات المتعددة والكبريتات والبروتين 52.8 و21.9 و1.04% على التوالي (11)، في حين وجد (19) عند استخلاص السكر المتعدد من الطحلب البني *Codium tomentosum* أن نسبة السكريات الكلية بلغت 88.7% والكبريتات 14.7% بينما كان خالياً من البروتينات وعزى التفاوت الحاصل في نسبة السكريات الكلية ومحتوى الكبريتات إلى نوع الطحلب وبيئة النمو وطريقة الاستخلاص. يوضح (الجدول، 1) أيضاً نسبة الحاصل للسكر المتعدد المستخلص من الطحلب قيد الدراسة إذ بلغت 16.8% على أساس الوزن الجاف وجاءت هذه النتيجة أعلى مما حصل عليه (16) عند استخلاص السكر المتعدد من الطحلب *E.clathrata* إذ كانت نسبة الحاصل 10.3% إلا أنها أقل مما حصل عليه (9) عند استخلاص السكر المتعدد من الطحلب *E.prolifera* إذ كانت 17.4%. وكانت نسبة الحاصل 6.5% من الطحلب البني *Gracilaria birdiae* المستخلص بدرجة حرارة الغرفة (12)، وقد يعزى السبب في تباين نسبة الحاصل للسكر المتعدد من الطحالب إلى نوع الطحلب ودرجة حرارة الاستخلاص بالإضافة إلى محتوى الكاروهيدرات وطبيعتها الكيميائية في الطحلب والظروف البيئية.



جدول (1): الترتيب الكيميائي للسكر المتعدد المستخلص من الطحلب *Enteromorpha*

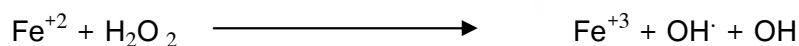
.sp

المكونات	%
السكريات الكلية	56.4
الكبريتات	19.7
البروتين	1.3
نسبة الحاصل	16.8

#### كبح الجذور الهيدروكسيلية:

يوضح (الشكل، 1) فعالية السكر المتعدد المكبرت المحضر من الطحلب *Enteromorpha* sp. في كبح الجذور الهيدروكسيلية والمحضرة بتراكيز (0.5، 1، 1.5، 2، 2.5) ملغم/مل إذ أظهرت أن فعالية الكبح قد ازدادت بزيادة التركيز إذ بلغت أعلى نسبة كبح 59.86% عند التركيز 2.5 ملغم/مل وكانت هذه النسبة أقل من مضاد الأكسدة الصناعي BHT إذ بلغت 81.36%.

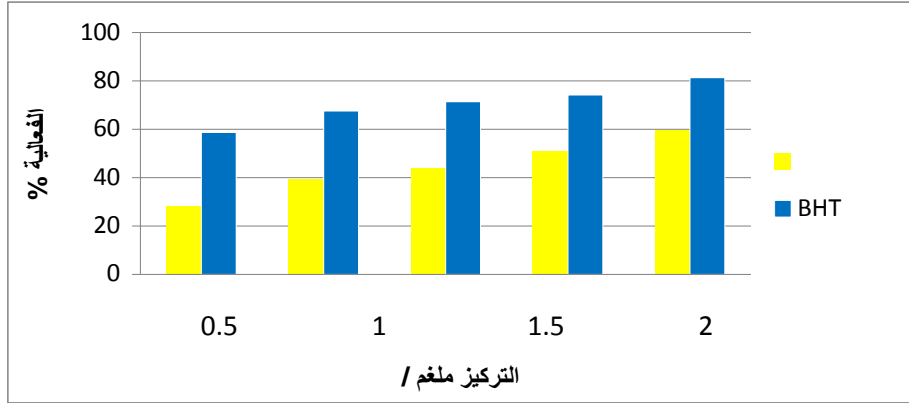
وجد (15) عند استخلاصه السكر المتعدد المكبرت من الطحلب الاخضر *Ulvan* *pertusa* وجود علاقة طردية بين محتوى الكبريت وقابلية كبح الجذور الهيدروكسيلية إذ بلغت نسبة الكبح 47% بتركيز 2 ملغم/مل ومحتوى كبريت 19.5% وهو مقارب للمحتوى الكبرتي للسكر المتعدد المكبرت قيد الدراسة، أن الجذور الهيدروكسيلية يمكن أن تنشأ من تفاعل  $Fe^{+2}$  أو  $Cu^{+2}$  مع بيروكسيد الهيدروجين



وأن الفعالية المضادة للأكسدة للسكر المتعدد المكبرت هي عن طرق كبح جذر الهيدروكسيل الذي يتم من خلال الارتباط مع الايونات المعدنية وبالتالي عدم تكون الجذور الهيدروكسيلية (29). وأكد كذلك (21) أن وجود مجاميع OH والكبريتات ضمن ترتيب السكر المتعدد له فعالية في كبح جذر الهيدروكسيل وخصوصاً المحتوى من الكبريت كما أكد ذلك (25) أن مجموعة الكبريتات لها العديد من الأنشطة الحيوية من ضمنها كمضاد أكسدة، في حين وجد (4) أن نسبة الكبح للسكر المتعدد المكبرت المستخلص من الطحلب الاخضر



*Caulerpa sertularioides* كانت 11.8% عند ترميز 500 ميكروغرام/مل. نسبة كبح الجذور الهيدروكسيلية للسكر المتعدد المستخلص من فاكهة اللتشي Litchi كانت 38.15% عند ترميز 2 ملغم/مل بينما بلغت 64.03% عند ترميز 3.2 ملغم/مل للسكر المتعدد المستخلص من الحبار (2).



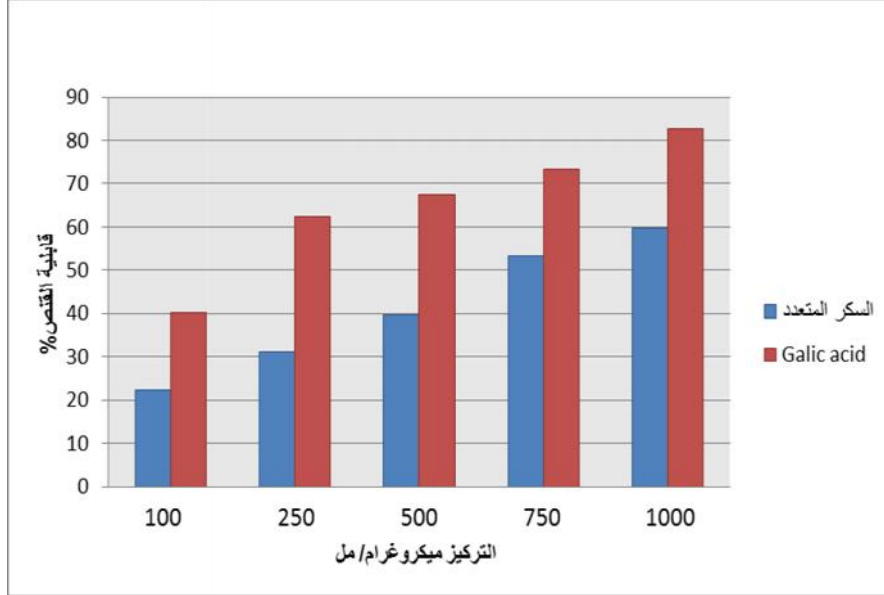
الشكل (1): فعالية السكر المتعدد المكبرت المعزول من الطحلب *Enteromorpha sp* في كبح الجذور الهيدروكسيلية.

تنشأ قابلية السكر المتعدد المكبرت في كبح جذر الهيدروكسيل من خلال قدرته على ربط أيونات العناصر المعدنية وبالتالي منع تكوين هذه الجذور بسبب احتواءه على مجاميع الكبريتات والهيدروكسيل وحامض الكلوكورونيك التي لها قدرة مخلبية في ربط أيونات العناصر المعدنية (10).

#### اقتناص بيروكسيد الهيدروجين:

يوضح (الشكل، 2) قابلية السكر المتعدد المكبرت المستخلص من الطحلب *Enteromorpha sp* لاقتناص بيروكسيد الهيدروجين  $H_2O_2$  والمحضرة بتركيز مختلفة (100، 250، 500، 750، 1000) ميكروغرام/مل إذ بلغت نسبة القنص (22.35 و 31.21 و 39.74 و 53.18 و 59.61%) على التوالي وتشير النتائج إلى أن قابلية الاقتناص تزداد بزيادة الترميز وكانت هذه النتائج أقل من قابلية قنص حامض الجاليك Galic

acid لبيروكسيد الهيدروجين إذ بلغت (40.11 و 62.44 و 67.53 و 73.22 و 82.67%) على التوالي.

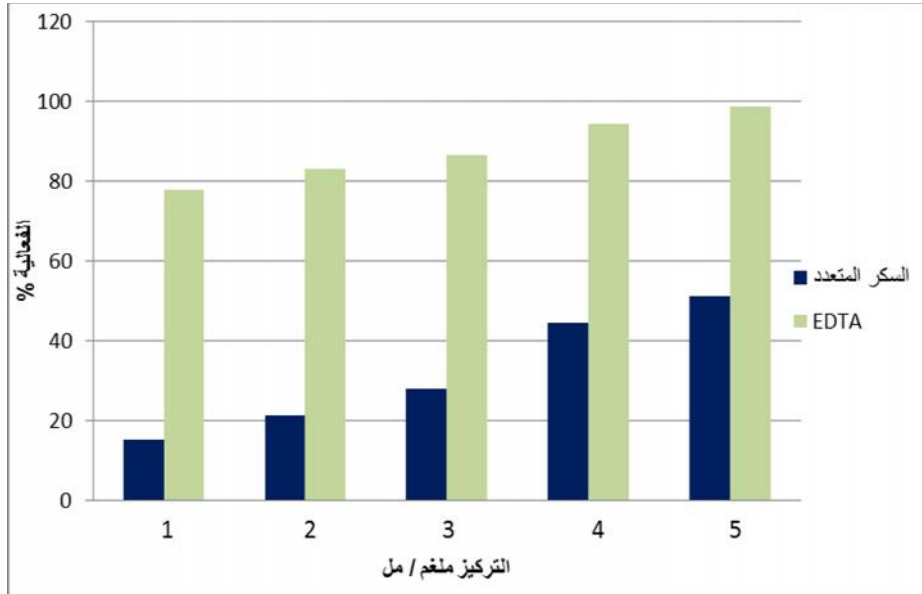


الشكل (2): قابلية السكر المتعدد المكبرت المعزول من الطحلب *Enteromorpha sp* في اقتناص بيروكسيد الهيدروجين.

وجاءت هذه النتيجة متوافقة مع (26) عند استخلاصه السكر المتعدد المكبرت من الطحلب البني *Sargassum tenerrimum* إذ بلغت نسبة القنص 61.56% عند التريز 1000 ميكروغرام/ مل وكانت بحدود 45% حامض الجاليك عند التريز 20 ميكروغرام/ مل، بينما كانت أقل من قابلية السكر المتعدد المكبرت المستخلص من الطحلب الأخضر *Caulerpa racemosa* إذ كانت نسبة القنص 77.22% عند التريز نفسه (13). أن امتلاك قابلية اقتناص بيروكسيد الهيدروجين مهمة في التطبيقات الغذائية في تقليل الضرر التأكسدي للبيروكسيد لدى وجوده وبالتالي حماية نوعية الاغذية.

رط أيون الحديدوز:

يبين (الشكل، 3) قابلية السكر المتعدد المكبرت للطحلب *Enteromorpha sp* والمحضر بتراكيز (1، 2، 3، 4، 5) ملغم/مل على رط أيون الحديدوز أذ ازدادت بشكل واضح بزيادة التريز و بلغت 51.19% عند التريز 5 ملغم/مل وكانت أقل من قابلية الرط لمرئب EDTA إذ بلغت نسبة الرط 98.72% عند التريز نفسه وكانت النتيجة أقل مما حصل عليه (30) في دراسة الفعالية المضادة للأكسدة للسكر المتعدد المكبرت المحضر من اعشاب *Ramulus mori* إذ بلغت نسبة الرط لأيون الحديدوز 74.5% عند التريز 2.1 ملغم/مل في حين كانت نسبة الرط أعلى مما حصل عليه (12) عند تقديره لقابلية رط أيون الحديدوز للسكر المتعدد المكبرت إذ بلغت 31.3% وعز ذلك إلى محتوى الكبرتات.



الشكل(3): قابلية السكر المتعدد المكبرت المعزول من الطحلب *Enteromorpha sp* على رط أيون الحديدوز.

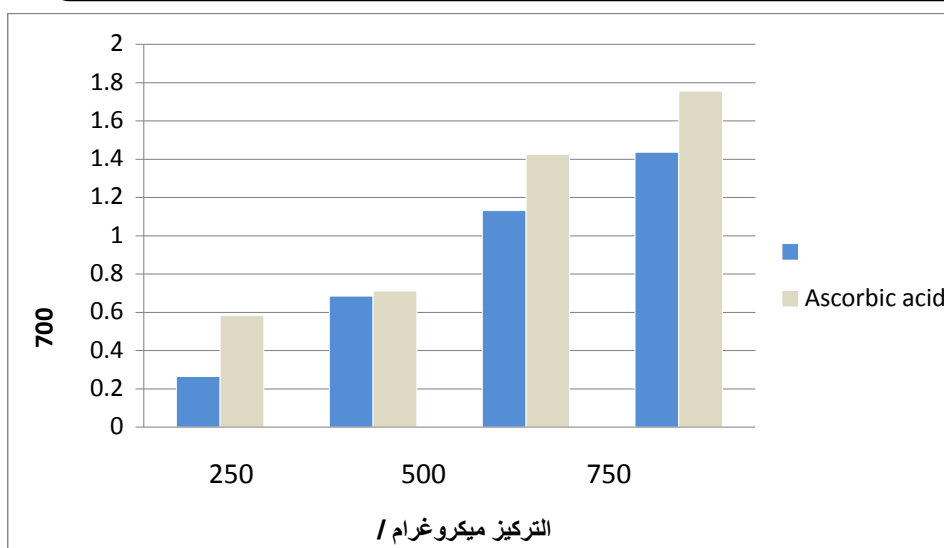
كذلك وجد (24) عند دراسته لقابلية رط أيون الحديدوز للسكر المتعدد المكبرت من Cuttlebone إذ بلغت 48.61% عند التريز 10 ملغم/مل و 95.52% لمادة الرط

EDTA عند التريز نفسه. تعتمد قدرة السكر المتعدد المكبرت في ربط أيونات العناصر المعدنية على محتواها من مجاميع OH ومنحها هيدروجين للإمساك بأيونات المعادن إضافة إلى احتوائه على مجاميع الكبريتات التي تظهر نشاطاً عالياً ضد الأكسدة من خلال ربط أيونات العناصر المعدنية لامتلاكها مخلبية عالية في ربط أيونات العناصر المعدنية التي تحول دون التفاعل بين بيروكسيد الهيدروجين والمعادن وبالتالي فهي وسيلة فعالة للقضاء على نشوء جذور الهيدروكسيل (23).

#### القوة الاختزالية:

يوضح (الشكل، 4) قابلية السكر المتعدد المكبرت من الطحلب *Enteromorpha* sp على اختزال أيونات الحديدك  $Fe^{+++}$  إلى أيونات الحديدوز  $Fe^{++}$  بالمقارنة مع حامض الاسكوريك والمحضرة بتركيز (250، 500، 750، 1000) ميكروغرام/مل إذ بلغ الامتصاص (0.264، 0.685، 1.131، 1.436) على التوالي والمقاس على طول موجي 700 نانومتر يلاحظ من الشكل أن الامتصاص قد ازداد بزيادة التريز وأن الزيادة في الامتصاص تعبر عن السعة الاختزالية. يلاحظ من النتائج أن حامض الاسكوريك أعطى أعلى امتصاص والبالغ 1.756 عند التريز 1000 ميكروغرام/مل في حين كانت قوة الاختزال للسكر المتعدد المكبرت أقل بواقع 1.436 وعند التريز نفسه.

جاءت النتائج مقارنة لما توصل إليه (13) إذ وجدنا القوة الاختزالية للسكر المتعدد المكبرت المحضر من الطحلب الاخضر *Caulerpa racemosa* كانت عند الامتصاص (0.243-1.624) نانومتر للتركيز (100-1000) ميكروغرام/مل و(0.318-1.921) نانومتر لعينة المقارنة حامض الاسكوريك عند التركيز نفسها.



الشكل (4): القوة الاختزالية للسكر المتعدد المكبريت المعزول من الطحلب *Enteromorpha* sp.

تعتمد قوة الاختزال للسكر المتعدد على عدد مجاميع الهيدروكسيل وقابليتها على اختزال أيون الحديديك من خلال منحها لذرة هيدروجين وأن كثافة اللون الأزرق أو الأزرق المخضر دلالة على زيادة القوة الاختزالية وأن السبب في زيادة القوة الاختزالية يعود إلى منح الكثر من مجاميع الهيدروكسيل الذي يمكن أن يتفاعل مع الجذور الحرة وتحولها إلى نواتج أكثر ثبات ومن ثم إنهاء سلسلة التفاعل (31).

#### المصادر

1. Amorim, R. C.; Rodrigues, J. A.; Holanda, M. L.; Mourão, P. A. and Benevides N. M. (2011). Anticoagulant properties of a crude sulfated polysaccharide from the red marine alga *Halymenia floresia* (Clemente) C. Agardh. *Acta Scien Biol Scien.*; 33(3): 255-261.
2. Barwinvino, A. (2010). Bioactive compounds from cephalopod mollusk: Isolation, characterization and in vitro antioxidant activity



- of glycosa- minoglycans from cuttlefish *Sepia brevimana* Steenstrup, 1875 and its cardioprotective effect on isoproterenol-induced myocardial infarction in male wistar rats. Ph. D. Thesis, Annamalai University. pp. 1-230.
3. Bradford, M. M. (1976). A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry.*, 72: 248-254.
  4. Costa, L. S.; Fidelis, G. P.; Cordeiro, S. L.; Oliveira, R. M.; Sabry, D.A. and Câmara, R. B. (2010). Biological activities of sulfated polysaccharides from tropical seaweeds *Biomed Pharmacother*; 64:21-8.
  5. Decker, E. A. and Welch, B. (1990). Role of fritin as a lipid oxidation catalyst in muscle food. *J. Agric. Food Chem.*
  6. Dodgson, K.S. and Price, R. G. (1962). A note on the determination of the ester sulfate content of sulfated polysaccharides. *Biochem. J.*, 84: 106-110.
  7. Dubois, M.; Gillis, K. A.; Hamilton, J. K.; Rebers, P. A. and Smith, F. (1956). Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical Chemistry.*, 28: 350-356.
  8. Jirge, S. S. and Chaudhari, Y.S. (2010). The Ultimate Source of Bioactives and drug Metabolites, *International Journal of Research in Ayurveda and Pharmacy*, 1(1), 55-62.
  9. Lei, G. and Yu, C. (2010). Optimization of Ultrasonic-assisted Extraction of Polysaccharides from *Enteromorpha prolifera* by Response Surface Methodology. *Afr. J. Food Sci. Technol.*, 16: 117-121.
  10. Li ,B.; Liu, S.; Xing, R.; Li, K.; Li, R.; Qina, Y.; Wanga, X.; Weia, Z. and Li, P. (2013). Degradation of sulphated polysaccharides from *Enteromorpha prolifera* and their antioxidant activities. *Carbohydrate Polymers* 92: 1991–1996.
  11. Li, H.; Mao, W.; Zhang, X.; Qi, X.; Chen, Y. and Chen, Y. (2011). Structural characterization of an anticoagulant- active sulfated



- polysaccharide isolated from green alga *Monostroma latissimum*. Carbohydr Polym., 85:394- 400.
12. Maciel, J. S.; Chaves, L. S.; Souza, B. W.; Teixeira, D. I.; Freitas, A. L. and Feitosa, P. A. (2008). Structural characterization of cold extracted fraction of soluble sulfated polysaccharide from red seaweed *Gracilaria birdiae*. Carbohydrate Polymers.,71: 559-565.
  13. Mahendran, S. and Saravanan, S. (2013). Purification and In Vitro Antioxidant Activity Of Polysaccharide Isolated From Green Seaweed *Caulerpa Racemosa*. Int. J. Pharm. Bio. Sci., 4(4): (B) 1214 – 1227.
  14. Oyaizu, M. (1986). Studies on Products of browning reaction: Ant oxidative activities of Products of browning reaction prepared from glucosamine. Japans J. Nut., 44: 307-315.
  15. Qi, H.; Zhang, Q.; Zhao, T.; Chen, R.; Zhang, H.; Niu, X. and Li, Z. (2005). Antioxidant activity of different sulfate content derivatives of polysaccharide extracted from *Ulva pertusa* (Chlorophyta) in vitro. Int. J. Biol. Macromol., 37: 195–199.
  16. Qi, X.; Mao W.; Gaob, Y.; Chen, Y.; Zhao, C.; Li, N.; Wang, C.; Yan, M.; Lina, C. and Shana, J. (2012). Chemical characteristic of an anticoagulant- active sulfated polysaccharide from *Enteromorpha clathrata*. J. Carbohydrate Poly., 90: 1804– 1810.
  17. Ren, J.; Zhao, M.; Shi, J.; Wang, J.; Jiang, Y. and Cui, C. (2008). Purification and identification of antioxidant peptides from grass carp muscle hydrolysates by consecutive chromatography and electrospray ionization-mass spectrometry. Food Chemistry., 108: 727–736.
  18. Ruch, R. J.; Cheng., S. J. and Klainig, J. E. (1989). Prevention of cytotoxicity and inhibition of intracellular, communication by antioxidant catechins isolated from Chinese green tea. Carcinogen., 10: 1003-1008.
  19. Seedeivi, P.; Sudharsan, S.; Kumar, V. S.; Srinivasan, A.; Vairamani, S. and Shanmugam, A. (2013). Isolation and characterization of sulphated polysaccharides from *Codium*



- tomentosum* (J. Stackhouse, 1797) collected from southeast coast of India. Adv. Appl. Sci. Res., 4(5): 72-77.
20. Siddhanta, A. K.; Goswami, B. K.; Ramavat, K. H. and Mody, O. P. (2001). Water soluble polysaccharides of marine algal species of *Ulva* (Ulvales, Chlorophyta) of Indian waters. Indian Journal of Marine Sciences., 30: 166-172.
  21. Souza, M. C.; Marques, C. T.; Dore, C. M.; Silva, F. R.; Rocha, H. A. and Leite, E. L. (2007). Antioxidant activities of sulfated polysaccharides from brown and red seaweeds. Journal of Applied Phycology., 19: 153-160.
  22. Stein, J. R. (1973). Hand book of phycological methods. Cambridge Univ. Press., Cambridge., UK.
  23. Subhapradha, N.; Ramasamy, P.; Sudharsan, S.; Seedeivi, P.; Moovendhan, M.; Srinivasan, A.; Vairamani, S. and Shanmugam, A. (2013). Preparation of phosphorylated chitosan from gladius of the squid *Sepioteuthis lessoniana* (Lesson, 1830) and its in vitro antioxidant activity. Bioact. Carbohydr. Diet. Fib., 1:148-155.
  24. Subhapradha, N.; Ramasamy, P.; Seedeivi, P.; Shanmugam, V.; Srinivasan, A. and Shanmugam, A. (2014). Extraction, characterization and its antioxidant efficacy of polysaccharides from *Sepia aculeata* (Orbigny, 1848) cuttlebone. Afr. J. Biotechnol., 13(1): 138-144.
  25. Sun, L.; Wang, C.; Shi, Q. and Ma, C. (2009). Preparation of different molecular weight polysaccharides from *Porphyridium cruentum* and their antioxidant activities. Int. J. Biol. Macromol., 45: 42-47.
  26. Vijayabaskar, P. and Vaseela, N. (2012). In vitro antioxidant properties of sulfated polysaccharide from brown marine algae *Sargassum tenerrimum* Asian Pacific J. Trop. Dis., 890- 896.
  27. Vijayabaskar, P. and Shiyamala, V. (2012). Antioxidant properties of seaweed polyphenol from *Turbinaria ornate* (Turner). Asian Pac J. Trop Biomed., 2(Suppl 1): 90-98.





28. Weidman, V. E.; Walne, P. R. and Tainor, F. R. (1984). A new technique for obtaining axinic cultures of algae. *Can. J. Bot.*, 42: 958-959.
29. Xing, R.G.; Liu, S.; Yu, H. H; Guo, Z. Y.; Li, Z. and Li, P. C. (2005). Preparation of high-molecular weight and high-sulfate content chitosans and their potential antioxidant activity in vitro. *Carb Pol.*, 61: 148-54.
30. Zhang, H. J.; Mao, W. J.; Fang, F.; Li, H. Y.; Sun, H. H.; Chen, Y. and Qi, X. H. (2008). Chemical characteristics and anticoagulant activities of a sulfated polysaccharide and its fragments from *Monostroma latissimum*. *Carbohydrate Polymers*, 71 (3): 428-434.
31. Zhang, Z.; Wang, F.; Wang, X.; Liu, X.; Hou, Y. and Zhang, Q. (2010). Extraction of the polysaccharides from five algae and their potential antioxidant activity in vitro. *Carbohydrate Polymers*, 82(1): 118-121.