الخصائص الفيزيوكيميائية للسكريات المتعددة المستخلصة من الطحلب الأخضر *Cladophora crispata*

سهام وليد علك الامارة ، أم البشر حميد جابر الموسوي ، روضة محمود علي العلي
قسم علوم الأغذية/ كلية الزراعة / جامعة البصرة
Email: aum.elbashar@gmail.com

الخلاصة

استخلصت السكريات المتعددة من الطحلب الأخضر *Cladophora crispata* الذي جمع من مياه نهر كرمة علي في البصرة أذ تم عزل وتنقية العزلة الطحلبية. استخدمت كاربونات الصوديوم Na_2CO_3 لاستخلاص السكريات المتعددة ودراسة خصائصها الفيزيوكيميائية. أظهرت النتائج ان اللزوجة النسبية للسكريات المتعددة المستخلصة من الطحلب ازدادت بزيادة التركيز وانخفضت بزيادة درجة الحرارة أذ كانت اعلى قيمة للزوجة بدرجة حرارة 30 °م (11.0020) وأقل قيمة للزوجة (8.0576) عند درجة حرارة 50 °م وكانت لزوجة السكريات المتعددة المستخلصة أقل من لزوجة الصوديوم القياسية. أما قابلية السكريات المتعددة المستخلصة لامتصاص الماء وربط الدهن فلوحظ انها ازدادت بزيادة التركيز وكانت مقاربة لقابلية ألجينات الصوديوم القياسية. سجلت النسبة المئوية لذوبان السكريات المتعددة المستخلصة 69.72% وهي اعلى من ذوبان ألجينات الصوديوم القياسية والبالغة 65.68%. أظهرت النتائج انخفاض قابلية السكريات المتعددة على تكوين الرغوة بسبب لزوجتها العالية وكثرة الاواصر الهيدروجينية.

الكلمات المفتاحية: *Cladophora crispata*، الخصائص الفيزيوكيميائية، السكريات المتعددة، اللزوجة، قابلية حمل الماء، قوة الهلام.

المقدمة

الطحالب هي كائنات حية تفتقر الى الجذور والسيقان والأوراق والثمار والازهار، وهي كائنات وحيدة الخلية او متعددة الخلايا وتتواجد في المياه المالحة والمويلحة والمياه العذبة وغالباً ما تكون سريعة النمو كما في الطحالب البحرية مثل طحلب *Macrocystis pyrifera* الذي يصل اطوال بعضها الى اكثر من 6 م. بعض الطحالب تعيش في البيئات المعقدة والتي تتحمل الظروف غير الملائمة مثل الأشعة فوق البنفسجية و التغير بدرجات الحرارة و التقلبات في مستوى المواد الغذائية والملوحة لتتمكن من التكيف السريع مع الظروف البيئية الجديدة و أنتاج مجموعة كبيرة ومتنوعة من المركبات الثانوية

النشطة حيوياً والتي لا يـمكن بنائها في الكائنات الحية الأخرى. اهتم الباحثون في الوقت الحاضر بدراسة الطحـالب البحرية ليس بسبب الخصائص الـحيوية أو .بناء المركبات الكيميائية ولكن الأهم منها الغذائية التي تعـد مصدراً بروتيناً بديلاً فضلاً عن أنها مصدر مـهم للكربوهيدرات المعقدة (Khan and Satam, 2003; Kharkwal *et al*., 2012; Ibañez and Cifuentes, 2013; Michalak and ذكر Laungsuwon and Chulalaksananukul, 2013) Chojnacka (2015) أن السكريات المستخلصة مـن الطحالب مهمة من الـناحية الصحية اذ تـمتاز بفعاليتها كمضادات للبكتريا Antibacterial ومضادة للالتهابات Anti-inflammatory، ومضادة للأورام Antitumor، ومضادة للأكسدة Antioxidant كما تستعمل في صناعة مستحضرات التجميل كمغذيات.

تـختلف سكريات الـطـحالب والاعشاب البحرية عن السكريات الـموجودة في النباتات الراقية بمجموعة الكبريتات، ونسـبة عالية من المـجموعات الايـونية وذوبانها العالي في الماء وخصائصها البيولوجية الفريدة من نوعها. تحتوي معظم الطـحالب الحمر والخضر على السليلوز وهي مشـابهة فـــي هـذا النبـاتات الوعـائية وهو من السكريات البنائية الرئيسة بالرغم من احـتواء هذه الطحالب على سكريات أخرى مثل *Codium* و *Rhodeminea* ويـشـكل عام تـشكل السكريات الـمتعددة حـوالي298% من جـدار الــخلية على أســاس الـوزن الجاف (Alves *et al*., 2013;Heffernan, 2015) من السكريات الـمتعددة الموجـودة فـــي الطحالب هي الـكراجـيـنن Carrageenan و Ulvans و Fucoidan، laminarin، الاكار agar و الألـجينات alginate ;Silva *et al*., 2012) . Rhein–Knudsen *et al*., 2015)

تعد الخصائص الفيزيوكيميائية للسكريات المتعددة من الخصائص المهمة التي تجعل هذه السكريات مفيدة في العديد من الصناعات الغذائية والصناعية وتشمل هذه الخصائص القدرة على امتصاص الماء و التهلم و قابلية امتصاص الدهن و الاستحلاب و الرغوة واللزوجة وبما ان هذه السكريات من المواد المحبة للماء لذلك يمكن ان ينتج عنها محاليل عالية اللزوجة عند تراكيز منخفضة (Draget *et al*., 2005). تـــتأثر الخواص الفيزيوكيميائية للسكريات المتعددة المستخلصة من الطحالب بنوع الطحلب والاعشاب البحرية، تركيبها الكيميائي والبنائي والظروف البيئية وطريقة الاستخلاص (McHugh, 2003).

أجريت الدراسة الحالية بهدف استخلاص السكريات المتعددة من الطحلب الأخضر *cladophora crispata* ودراسة صفاتها الفيزيائية والكيميائية.

المواد و طرق العمل

1- عزل الطحلب وتنقيته

استعمـل في الدراسة الحالية طـحـلب *Cladophora crispata* الذي تم جمعه من ضفاف نهر كرمة علي ووضع في أكياس من البولي اثيلين ونقل الى المختبر وتم التأكد من تشخيصه من قبل

أساتذة مختصين في قسم الأسماك والثروة البحرية في كلية الزراعة/ جامعة البصرة وباستخدام المصادر التصنيفية (Prescatt, 1975). بعد الحصول على الطحلب تم غسله بالماء جيداً وإزالة الاحياء العالقة منه وبقايا النباتات المائية وغيرها من الشوائب غسل بعد ذلك مرات عدة بالماء المقطر. كررت العملية اكثر من مرة لغرض التخلص من الاحياء المجهرية اعتماداً على الطريقة الموصوفة من قبل Weidman *et al.*(1984) وللتأكد من نقاوة الطحلب اعتمدت طريقة Stein (1973) والمتضمنة الفحص المجهري للخيوط الطحلبية بعد زرعها على وسط Nutrient.agar في اطباق بتري وحضنت في درجة حرارة 37 م° لمدة 48 ساعة، ثم فحصت العينات بعد تكرار العملية مرات عدة للتأكد من خلوها من الاحياء المجهرية، جففت الطحالب بعد تنقيتها هوائياً تحت الظل ونشرت على رقائق الالمنيوم على شكل طبقة بسمك 1-2 سم مع التقليب المستمر للتخلص من الرطوبة الى اقل ما يمكن وحفظت في عبوات ونقلت الى المجمدة بدرجة –20 م°.

3- استخلاص السكريات المتعددة من الطحلب

أجري الاستخلاص وفقاً لطريقة Hernãndez-Carmona *et al.*(2002)، أذ تم خلط 9:1 مادة جافة:0.1% فورمالين وترك المستخلص بعدها ليلة كاملة لغرض الترطيب، رُشح بورق Whatman No.1 واخذ

الراسب وغسل مع 50 مل من 0.1 مولاري حامض الهيدروكلوريك وهو على المحرك المغناطيسي مدة 15 دقيقة لحين وصول الرقم الهيدروجيني الى 4 ثم الترشيح. أُضيف للراسب 83 مل ماء مقطر لتعديل الرقم الهيدروجيني للمزيج الى 10 باستعمال مسحوق كاربونات الصوديوم اللامائية وعلى درجة حرارة 80 م° ولمدة 4 ساعات مع التحريك المستمر. رشح الخليط وأُضيف للراشح 10% كلوريد الكالسيوم لترسيب السكريات المتعددة، ثم الترشيح مع إضافة 75 مل ماء مقطر على دفعات مع التحريك. اضيف بعدها حامض الهيدروكلوريك لحين الوصول الى الرقم الهيدروجيني 2 مع التحريك المستمر. اضيف مسحوق كاربونات الصوديوم لرفع الرقم الهيدروجيني الى 8 مع التحريك مدة ساعة واحدة، رشح الخليط لفصل السكريات المتعددة التي جففت عند درجة حرارة 50 م°.

3- الخصائص الفيزيوكيميائية

3-1 اللزوجة

اتبعت طريقة Reyes-Tisndo *et al.* (2004) في تقدير لزوجة السكريات المتعددة المستخلصة عند درجات حرارة مختلفة (30 و40 و50) م° أذ تم تحضير محلول العينة بتراكيز مختلفة 0.2 و0.4 و0.6 و0.8 و1% باستعمال جهاز قياس اللزوجة (موديل Ostwaled) Viscometer Size D وقدرت اللزوجة وفق المعادلة التالية:

$$\frac{\eta_2}{\eta_1} = \frac{P_2\, t_2}{P_1\, t_1}$$

η_1 = لزوجة للماء المقطر والتي تم الحصول عليها من جداول Weast and Melvin (1983).

P_1 = الكثافة النوعية للماء المقطر والتي تم الحصول عليها من جداول Weast and (1983). Melvin

η_2 = لزوجة العينة.

p_2 = الكثافة النوعية للعينة.

t_1= معدل ثلاث قراءات للوقت اللازم لمرور الماء المقطر خلال الانبوبة الشعرية.

t_2 = معدل ثلاث قراءات للوقت اللازم لمرور العينة خلال الانبوبة الشعرية.

2-3 سعة حمل الماء Water Holding Capacity (WHC)

قدرت قابلية السكريات المتعددة على سعة حمل الماء باتباع طريقة Mirhosseini and Amid (2013) وذلك بخلط 1غم من العينة مع 10مل من الماء المقطر في أنبوبة اختبار معروفة الوزن ومزجت العينة جيداً لمدة دقيقتين وفصلت بالنبذ المركزي على 3000 دورة / دقيقة لمدة 30 دقيقة، وتم التخلص من الراشح جيداً بنقله الى أسطوانة مدرجة، ووزنت الانبوبة مع العينة.

Water Holding Capacity (WHC) =(SSW – SW) / SW

WHC = سعة حمل الماء

SSW = وزن العينة المنتفخة

SW = وزن العينة الأولية

3-3 سعة حمل الدهن Oil Holding Capacity (OHC)

قدرت قابلية السكريات المتعددة على ربط الدهن باتباع طريقة Mirhosseini and Amid (2013) عن طريق خلط 1 غم من العينة مع 10 مل من زيت الذرة النباتي في انبوب اختبار معروف الوزن ومزجت العينة مدة دقيقتين، ثم فصلت بالنبذ المركزي على 3000 دورة / دقيقة مدة 30 دقيقة، وبعد التخلص من الراشح وزن الانبوب مع العينة المتبقية. وحسبت سعة امتصاص الدهن من خلال المعادلة التالية:

Oil Holding Capacity (OHC)= (OSW–SW) /SW

OHC = سعة حمل الدهن

OSW = وزن العينة المنتفخة

SW = وزن العينة الأولية

4-3 قابلية الذوبان Solubility

قدرت ذوبانية السكريات المتعددة باتباع طريقة Mirhosseini and Amid (2013) من خلال مزج 1غم من العينة مع 25 مل ماء مقطر على محرك مغناطيسي بدرجة حرارة المختبر، رفعت بعدها درجة الحرارة الى 80 م° لمدة 30 دقيقة. نبذ المحلول مركزياً على سرعة مقدارها 5000 دورة/ دقيقة مدة 30 دقيقة للتخلص من المادة غير الذائبة ينقل بعدها الى طبق بتري معروف الوزن مسبقاً مع تركه ليجف على 105 م° حتى ثبات الوزن، وقدرت النسبة المئوية للذوبانية من خلال المعادلة التالية:

$$\text{الذوبانية \%} = C_2 / C_1 \times 100$$

C_1 = وزن الراشح المركز ، C_2 = وزن المادة الأولية

5-3 سعة الرغوة Foaming Capacitiy

قيست سعة رغوة السكريات المتعددة بأتباع الطريقة التي ذكرها Mirhosseini and Amid (2013) وذلك بخلط 2 غم من السكريات مع 100مل ماء مقطر وتعديل الرقم الهيدروجيني الى 6 وخفق 60 مل من المحلول على 1500 دورة لمدة دقيقتين بسرعة عالية في درجة حرارة المختبر. وحسبت سعة الرغوة من المعادلة التالية:

$$\text{Foaming capacity \%} = \frac{V - V_o}{V_o} \times 100\%$$

V= حجم الرغوة بعد الخفق

V_o= حجم المحلول قبل الخفق

6-3 قوة الهلام Gel strength

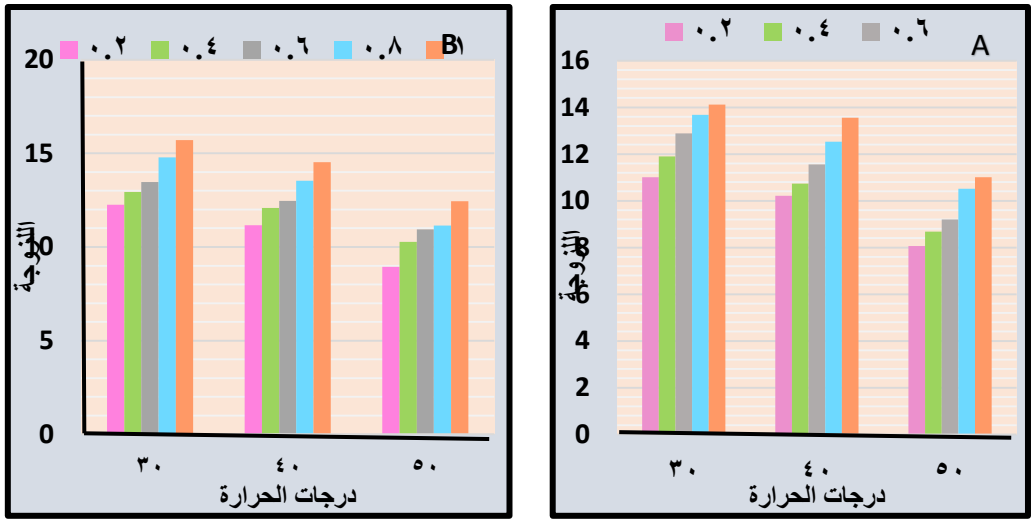
تم قياس قوة هلام السكريات المتعددة المستخلصة من طحلب*Cladophora crispata* حسب الطريقة الموصوفة من قبل Lopez and Li-Asieng (1968) بتركيز 1% وتراكيز مختلفة من كلوريد الكالسيوم من 0.02 - 0.12%.

النتائج والمناقشة

1- اللزوجة

أظهرت النتائج في الشكل (A-1) لزوجة السكريات المتعددة المستخلصة من الطحلب الأخضر *C. crispata* عند تراكيز و درجات حرارية مختلفة وباستعمال الماء المقطر كمذيب، أذ بلغت اللزوجة 11.0020 عند تركيز 0.2% بدرجة حرارة 30 م° ثم انخفضت اللزوجة عند درجة حرارة 40 و50 م° والبالغة 10.2118 و 8.0576 على التوالي عند التركيز نفسه وهي اقل مما اظهرته الجينات الصوديوم من لزوجة عند التركيز 0.2%هي 12.2614 السكريات المستخلصة عند 0.6% 12.8797 و 11.5524 و 9.2010 لكل من الدرجات الحرارية 30، 40 و50 °م معلى التوالي،

في حين بلغت لزوجة الالجينات عند التركيز نفسه 13.4736 و 10.9356 لكل من 30 و 50 م° على التوالي، بينما كانت لزوجة السكريات المتعددة المستخلصة من الطحلب 14.1221 عند تركيز1% وفي درجة حرارة 30 م° ثم انخفضت اللزوجة بشكل واضح وفي درجة الحرارة نفسها والتركيز نفسه الى 11.0090. أما في الجينات الصوديوم القياسية فقد بلغت لزوجتها عند تركيز1% 12.2614 و 11.1681و8.9424 عند الدرجات الحرارية (30،40 و50) م° على التوالي كما بينه الشكل (B-1) أما عند زيادة تركيز عينة السكريات المتعددة والجينات الصوديوم القياسية ازدادت لزوجة هذه السكريت أذ بلغت 11.9050 و 12.9406 عند تركيز 0.4% لكل من السكريات المستخلصة والجينات الصوديوم على التوالي ووصلت اللزوجة الى قيمة مقدارها 13.6791 و 14.1221 عند كل من التركيزين (0.8 و1)% وفي درجـــــة حرارة 30 م° على التوالي، بينما كانت اللزوجة اعلى في ألجينات الصوديوم عـــند الـــتراكيز نفسها و درجة الحرارة ذاتها و(0.8 و1) % وهي 14.7766 و 15.7154 على التوالي وهذا ما يوضحه الشكل(B-1).



شكل(1): لزوجة السكريات المتعددة المستخلصة (A) والجينات الصوديوم القياسية (B).

يلاحظ من الشكلين(A–1) و(B–1) ان لـزوجة الـسكريات الـمتعددة المستخلصة والقياسية انـخفضت مع ارتفاع درجا ت الحرارة أذ بلـغت لزوجة1% وفـــي درجـــة حـــرارة 30 و 40 م° 15.7154 و 14.5228 على التوالي بينما فـي درجـــة حـــرارة 50 م° وصـلت اللزوجة الى 12.4461.

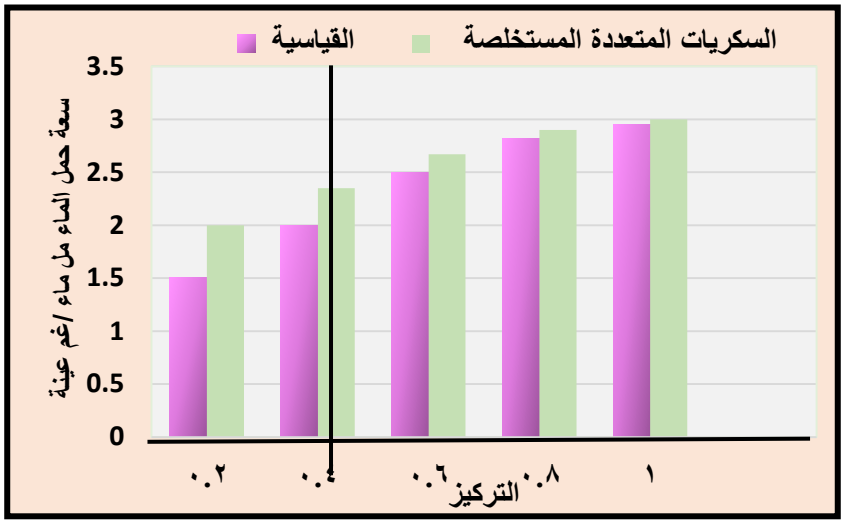
اتـفقت الـنتائج مع مـا حـصل عـلـيه Mahmood and Siddique (2010) عند تقديرهما للزوجة الـجينات الصوديوم الـمستخلصـة من الـطـحالب الـبنيـة *Sargassum errarium* بتراكيز (0.25 0.05-) مولاري وفي درجات حرارية تراوحت بين 303-323 درجة مطلقة وتبين من النتائج ان

لزوجة الجينات الصوديوم قد ازدادت مع زيادة التركيز أذ كانت 1.9964 سنتي بويز عند تركيز 0.05 مولاري، ووصلت الى 6.3400 سنتي بويز في درجة حرارة 303 درجة مطلقة. فضلاً عن حصول انخفاض واضح في اللزوجة مع ارتفاع درجات الحرارة والتي كانت 6.3400 سنتي بويز عند درجة حرارة 303 درجة مطلقة و4.4020 سنتي بويز عند درجة حرارة 32 درجة مطلقة عند تركيز 0.25 مولاري وبيّنا أن الاواصر الهيدروجينية والتداخلات الكارهة تكون مسؤولة عن زيادة اللزوجة. كانت النتائج مقاربة مع ما توصل اليه Subramanian *et al.* (2015) من خلال تقديرهم لزوجة الالجينات المستخلصة من مجموعة من الطحالب البنية والتي تراوحت ما بين 11.06–13.59 ملي باسكال. ثانية، عند استخلاص الالجينات لمدة ساعة واحدة وما بين 12.76–15.92 ملي باسكال. ثانية وخلال مدة الاستخلاص التي كانت 5 ساعات وللأنواع الثمانية المدروسة، وعزيت اللزوجة العالية مع زيادة مدة الاستخلاص الى ذوبان جزئيات كبيرة الوزن الجزيئي مع الالجينات. يعود انخفاض اللزوجة مع ارتفاع درجات الحرارة الى التغيرات التي تحصل في شكل البوليمر وتحوله الى تركيب حلزوني عشوائي مما يؤدي الى قلة تجمع الجزئيات يتبعه انخفاض في لزوجة المحاليل Noorlaila *et al.*, (2015). تعتمد اللزوجة على عوامل عدة وهي درجة البلمرة و التركيز و اللزوجة ووجود الايونات والاملاح المعدنية (Yung, 2000). ذكر Truus *et al.* (2001) أن لزوجة الجينات الصوديوم تعتمد بشدة على وقت جمع الطحالب، الظروف البيئية، طريقة الاستخلاص فضلاً عن زيادة القوة الايونية كما اكدوا على ان ارتفاع درجات الحرارة يؤدي الى انخفاض شديد في اللزوجة.

2 – سعة حمل الماء Water Holding Capacity (WHC)

توضح النتائج في الشكل(2) قابلية السكريات المتعددة المستخلصة من الطحلب الأخضر *C. crispata* على سعة حمل الماء، أذ يلاحظ من خلال الشكل ان السكريات المتعددة المستخلصة لها قابلية على امتصاص الماء وتزداد هذه القابلية مع زيادة التركيز أذ بلغت قابلية السكريات المستخلصة على امتصاص الماء عند 0.2% 1.5 مل/غم عينة واخذت بالتزايد مع زيادة التركيز حتى وصلت 2.82 و 2.95 مل/ غم عينة عند كل من تركيز (0.8 و1) % على التوالي، بينما أظهرت الجينات الصوديوم قابلية امتصاص ماء اعلى قليلاً مقارنة بقابلية السكريات المستخلصة على امتصاص الماء أذ كانت 2 و 2.90 و 3 مل ماء/غم عينة عند التراكيز 0.2، 0.8 ،1 % على التوالي وهي مقاربة لما اظهرته السكريات المتعددة المستخلصة كما موضح في الشكل نفسه (2). تمثل سعة حمل الماء WHC قابلية المادة للارتباط بالماء تحت ظروف محددة من الماء(Singh, 2001). وتمثل WHC النسبة المئوية للجزء المحب للماء والذي له الفة عالية لامتصاص الماء. عرّف Amid *et al.*(2013) سعة حمل الماء (WHC) بانها كمية الماء المحمولة من قبل 1 غم من السكريات المتعددة.

اتـفقت النـتائج مـع مـا وجـده Amid *et al.* (2013) عند دراستهم سعة حمل الماء لكل من الجينات الصوديوم، الصمغ العربي و k-carrageenan وصمغ الكوار والبكتين إضافة الى الصمغ المستخلص من بذور Durian وتـبيّن ان كل من الجينات الصوديوم و k-carrageenan وصمغ الكوار لها قابلية عالية على امتصاص الماء مقارنة بكل من الصمغ العربي وصمغ بذور Durian ويـعود السبب في ذلك لـكثرة الأواصر الـهيدروجينية الموجودة في الـتركيب الـثلاثي الابعاد. واقـل مـما حصل عليه Benjama and Masniyom (2011) عـند تـقديرهما سعة حـمل الـماء لمستخلصات الـطحالب من الأنـواع *Ulva pertusa U. Intestinali* والـتي كـانت 8.08 و13.90 غم ماء/ غم عينة على التوالي. تـعد معظم السـكريات الـوليمرات مـحبة للماء والتي يـمكن ان تـمتص الـماء وتنتفخ لـتكون هـلام أو مـحاليل عـالـية اللـزوجة واحـدة من اهم خـواص هـذه السكريات والـتي تـؤثر بـشكل مـعنوي في استـعمالاتها الـوظيفية (Simas–Tosin *et al.*,2010).



شكل (2): سعة حمل الماء (مل/غم) للسكريات المتعددة المستخلصة والجينات الصوديوم القياسية

ذكر Venugopal (2011) ان السـكريات المتعددة لها قـدرة عالية على ربـط كميات كبيرة من الماء وتـوزيعها، وتـختلف قـابلية السكريات المـتعددة على حمل الماء ويعـتمد هذا عـلى المجاميع الوظيفية في تركيبها والتي تـتفاعل بقوة مع الماء، أذ تحتوي الأملاح الالـجينية على كميات كـبيـرة من مجاميع الكاربوكسيل وتـعمل هذه المجاميع على زيادة ربط الماء بمقدار 98% وبالـتالي يمكن تـطبيقها في مـختلف الأغذية. وتـعود الاختلافات في سعة حمل الغرويات للماء الى نـوع ومحتوى المجاميع الـوظـيفية الـمـحبة للماء الموجودة في الجزء الكاربوهيدراتية للسكريات المـتعددة وعـدد المـواقع المتميئة وحجم المسامات والتداخلات ما بين الغرويات وجزئيات الـماء، وتـتأثر هـذه الـصفة أيضاً بـوجود

الأجزاء الصغيرة من البروتين المرتبطة مع التركيب الجزيئي للسكريات المتعددة والمجاميع الوظيفية والمتضمنة الجزئيات الرابطة للماء فضلاً عن الظروف (Amid *et al.*, 2013; Mirhosseini and Amid, 2012).

3- سعة حمل الدهن Oil Holding Capacity (OHC)

أظهرت النتائج في الشكل (3) قابلية السكريات المتعددة المستخلصة على ربط الدهن والتي تزداد مع زيادة تركيز السكريات المتعددة المستخلصة من طحلب *Cladophora crispata* أذ بلغت قابلية السكريات على ربط الدهن عند تركيز (0.2، 0.4)% 0.1 و 0.3 مل زيت/غم عينة على التوالي، بينما ارتفعت الكمية الى 0.56، 0.78 و 0.84 مل زيت/ غم عينة عند التراكيز (0.6، 0.8 و1)% على التوالي. وكانت النتائج اقل من التي حصل عليها Benjama and Masniyom (2011) لمستخلص الطحالب الخضراء من الأنواع *U. pertusa* and *Ulva Intestinalis* والبالغة 1.53 و 4.62 غم زيت/غم عينة على التوالي وترتبط صفة سعة حمل الدهن بالصفات الفعالة لسطح الغرويات وشدة الشحنات الكهربائية الكلية والمجاميع المحبة والكارهة للماء والتي عن طريقها يمكن استعمالها كمثبتات في المنتجات الغذائية.

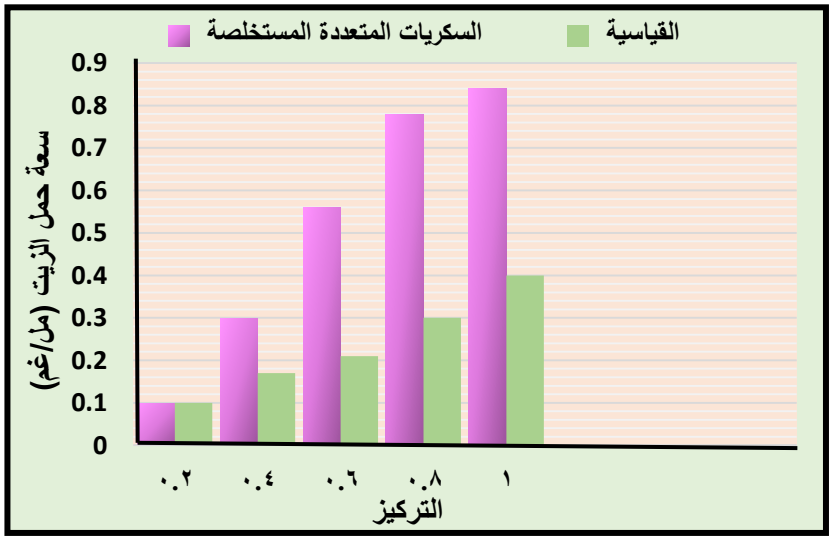
تعتمد سعة حمل الغرويات للزيت على التركيب الهيكلي والكيميائي للغرويات وعلى النسبة بين المجاميع الكارهة والمحبة للماء ومواقعها الموجودة في التركيب الهيكلي للغرويات وترتبط سعة حمل الزيت بتحسين الخواص الكارهة للماء. وغالباً ما تعزى السعة العالية لحمل الزيت الى وجود السلاسل البروتينية والأحماض الامينية الكارهة للماء الطائي(1987). أما الجينات الصوديوم فقد أظهرت قابلية اقل في سعة حمل الدهن مقارنة بالسكريات المتعددة المستخلصة من الطحلب قيد الدراسة فعند تركيز 0.2% بلغت قابلية الالجينات في ربط الدهن 0.1 مل زيت/غم عينة وارتفعت قليلاً عند تركيز 0.4 % اذ وصلت 0.17 مل زيت/ غم عينة، أما عند تركيز 1% فقد وصلت قابلية الالجينات في ربط الدهن الى 0.4% مل زيت/غم عينة.

وتعتمد قابلية الغرويات على ربط الدهن على عدد ونوع الأواصر الكارهة للماء الموجودة في هيكلها، وجود الاحماض الامينية والتي قد تكون مسؤولة عن ميلها لامتصاص الدهن فضلاً عن وجود العديد من السلاسل الجانبية غير القطبية التي لها القابلية على ربط السلاسل الهيدروكاربونية من الدهن مما يؤدي الى ارتفاع قابلية ربط الدهن من قبل الغرويات (Mirhosseine and Amid, 2013 ;Noorlaila *et al.*, 2015).

4- قابلية الذوبان Solubility

توضح النتائج في الجدول(1) النسبة المئوية لقابلية السكريات المتعددة المستخلصة على الذوبان والبالغة 69.72% في حين أظهرت الجينات الصوديوم القياسية قابلية اقل على الذوبان مقارنة

بالسكريات المستخلصة قيد الدراسة والبالغة 65.68%. ذكر Rioux *et al.* (2007) أن قابلية الذوبان تتأثر بمجموعة من العوامل وهي الرقم الهيدروجيني للوسط، تركيز المادة الأولية، وجود الايونات ثنائية التكافؤ، تركيز الأملاح في المحلول ويعود السبب في انخفاض قابلية السكريات المستخلصة والجينات الصوديوم على الذوبان الى كثرة الاواصر الهيدروجينية الموجود في الهيكل التركيبي للبوليمر.



شكل(3): سعة حمل الدهن (مل /غم) من قبل السكريات المتعددة المستخلصة والجينات الصوديوم القياسية

ذكر Mirhosseini and Amid (2012) أن تداخل الغرويات مع جزئيات الماء يمكن ان يقلل من معدل انتشار جزئيات الماء في مادة الغرويات، ويعتمد معدل التداخلات على الاواصر الهيدروجينية ودرجة الحرارة فضلاً عن تكون ماء متجمع. ويمكن ان يعود عدم الذوبان الكامل للسكريات المتعددة المستخلصة الى وجود جزئيات غير ذائبة وشوائب ويعتمد الذوبان على مجاميع الهيدروكسيل وطبيعة السكريات الأحادية والاواصر الداخلية ما بين السكريات سواء كانت(α أو β) وقابليتها للارتباط بواسطة التداخلات بين الجزئيات وحجم الجزئيات (Laaman, 2011).

5- سعة الرغوة Foaming Capacity

أظهرت النتائج في الجدول(1) سعة الرغوة للسكريات المتعددة المستخلصة والجينات الصوديوم القياسية والتي يظهر فيه انخفاض قابلية هذه السكريات على تكوين رغوة وهي 86.33% و80.66% على التوالي ويعزى السبب في ذلك الى انخفاض قابلية السكريات المتعددة

المستخلصة والجينات الصوديوم على الذوبان ولزوجتها العالية وكثرة الاواصر الهيدروجينية في تركيبها (Amid *et al.*, 2013).

جدول(1): النسبة المئوية للذوبانية وسعة الرغوة للسكريات المتعددة المستخلصة والجينات الصوديوم القياسية.

المادة	الذوبانية %	سعة الرغوة %
السكريات المتعددة المستخلصة	69.72	86.33
الجينات الصوديوم القياسية	65.68	80.66

أتفقت النتائج مع ما وجده Amid *et al.* (2013) عند تقدير سعة مجموعة من السكريات المتعددة على تكوين الرغوة وهي الصمغ العربي، الجينات الصوديوم، k-carrageenan، صمغ الكوار والبكتين، الصمغ المستخلص من بذور Durian إضافة الى الخليط المتكون من مزج الصمغ المستخلص من بذور Durian وبروتينات الشرش، أذ لوحظ ان كل من الجينات الصوديوم وصمغ الكوار يمتلكان سعة حمل ماء عالية وبالمقابل لهما قابلية رغوة ضعيفة جداً مقارنة بالسكريات المتعددة الأخرى المدروسة، أما خليط الصمغ وبروتينات الشرش فقد امتلك سعة رغوة عالية مقارنة بالعينات الأخرى وصلت الى حوالي 30%. تعود هذه القابلية على تكوين رغوة الى وجود نظام سكريات متعددة – بروتين الذي له القابلية على تكوين طبقة لزجة مطاطية عند سطح الفقاعات الهوائية والتي تمنع من تمزق هذه الطبقة الرقيقة وتعتمد قابلية البروتين على تكوين رغوة على صفاته وتركيبه ومحتواه الكيميائي (المجاميع الكارهة للماء وإعادة ترتيب الشكل التركيبي للبروتين والمناطق القطبية وغير القطبية). ترتبط المجاميع المحبة للماء الموجودة في تركيب جزئية البروتين بسطح الماء بينما تتجه المجاميع الكارهة للماء الموجودة في جزئية البروتين نحو طور الهواء ويحدث خلال تكوين الرغوة ادمصاص سريع عند السطح البيني خلال تكوين الفقاعات الهوائية وحدوث تغيرات وإعادة ترتيب في الشكل التركيبي للبروتين و تكوين طبقة رقيقة لزجة مطاطية عند السطح البيني ضد التداخلات التي يمكن ان تحدث ما بين الجزئيات، أن الادمصاص السريع عند السطح البيني وإعادة ترتيب الشكل التركيبي عند السطح البيني يرتبط ارتباطاً بقابلية تكوين الرغوة وان وجود مجاميع فعالة في تركيب جزئية السكريات المتعددة يؤدي الى انخفاض الشد السطحي مما يجعل هذه المادة لها قابلية عالية على تكوين رغوة عند السح البيني للفقاعات الهوائية (Mirhosseini and Amid, 2013;Amid *et al.*, 2013).

6- قوة الهلام Gel strength

توضح النـــتائج في الشكل (4) و الجدول (2) قوة هلام السكريات المتعددة المستخلصة من الطحلب الأخضر *Cladophora crispata* و باستـعمال تـراكيز مـن ايونات الكالسيوم تراوحت بين 0.02 – 0.12%، أذ وجد ان العينات المضاف لها ايونات الكالسيوم بتركيز 0.02% و 0.04%. قد أعطت هلام ضعيف ومع زيادة تركيز ايونات الكالسيوم ازدادت قوة الهلام كما موضح في الجدول نفسه، في حين اصبح الهلام قوي جداً عندما وصل تركيز ايونات الكالسيوم 0.12% وبقوة هلام من الجينات الصوديوم القياسية عندما كان تركيز ايونات الكالسيوم 0.06%.

جدول(2): قوة هلام السكريات المتعددة المستخلصة بتركيز 1% والمضاف لها تراكيز من كلوريد الكالسيوم

العينات	%0.02	%0.04	%0.06	%0.08	%0.1	%0.12
السكريات المتعددة المستخلصة	+	+	++	++	++	+++
الجينات الصوديوم القياسية			+++			

+ هلام ضعيف ، ++ هلام متوسط ، +++ هلام قوي

شكل(4): قوة هلام السكريات المتعددة المستخلصة

الاستـــنتـاجات

نستنتج من الدراسة الحالية انه يمكن استغلال الطحالب الخضراء في انتاج السكريات المتعددة تميزت بمحتوى عالي من السكريات المتعددة ولزوجة عالية وذات سعة عالية على امتصاص الماء وتكوين الهلام قوي وبذلك يمكن استعمالها في بعض الصناعات الغذائية.

المصادر

الطائي، منير عبود جاسم. (1987). تكنولوجيا اللحوم والاسماك. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. مطبعة جامعة البصرة.

Alves, A.; Souse,R. A. and Reis, R. L. (2013). A practical perspective on Ulvan extracted from green algae. j. Appl. Phycol., 25(2):407-424.

Amid, B.T.; Mirhosseini, H.; Poorazarang, H. and Mortazavi, S. S. A. (2013). Implication of partial conjugation of whey protein isolate to durian seed gum through maillerd reactions : Foaming, Implication of partial conjugation of whey protein isolate to durian seed gum through maillerd reactions: foaming. Molecules, 18:15110-15125.

Benjama, O. and Masniyom, p. (2011). Nutritional composition and physico- chemical properties of two green seaweeds (*Ulva pertusa* and *U.intetinalis*) from the pattani bay in southern Thailand. Songklanakarin Journal of Science and Technology, 33(5):575–583.

Draget, K. I.; Smidssrod, O. and Skjak–Braek, G. (2005). Alginates from algae. In :Polysaccharides and Polyamides in the Food Industry: Properties, Production and Patents, Steinbuchel, E .A and Rhee ,S .K (Eds), pp:1-30, Wiley–VCH Verlach G MbH, Weinheim. Germany.

Heffernan, N. (2015). Characterization and seasonal variation of bioactive compounds (polyphenols, carotenoids and polysaccharides) from Irish origin macroalgae with potential for inclusion in functional food products .Ph. D. Thesis. University of Limerick.

Hernández – Carmona, G.; McHung, D. J.; Arvizu –Higuera, D. L. and Rodríguez-Montesino ,Y. E. (2002). Pilot plant scale extraction of alginate from macroalgae *pyrifera* 4–conversion of alginic acid to sodium alginate, drying and milling. Journal of Applied Phycology, 14:445- 451 .

Ibañez, E. and Cifuentes, A. (2013). Benefits of using algae as natural sources of Functional Ingredients. Journal of Science Food and Agriculture, 93:703-709.

Khan, S. and Satam, S. (2003).Seaweed mariculture: Scope and potential in India. Agriculture Asia, 8(4):26-29.

Kharkwal, H.; Joshi, D.; Panthari, P.; Pant, M. K. and Kharkwal, A. C. (2012). Algae as future drugs. Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research, 5: 1-4.

Laaman, T. R. (2011). Hydrocolloids: Fifteen practical tips. In hydrocolloids in food processing blackwell publishing Ltd and Institute of Food Technologists, Wiley–Black Well : Oxford, UK.

Laungsuwon, R. and Chulalaksananukul, W. (2013).Antioxidant and anticancer activities of freshwater green algae ,*Cladophora glomerata* and *Microspore floccose*, from nan river in northern Thailand. Maejo International Journal of Science and Technology, 7(02):181–188.

Lopez, A. and Li-Asieng, L. (1968). Low Methoxyl pectin apple gels. Journal Food Technology, 22: 1023-1028.

Mahmood, S. J. and Siddique, Z. (2010).Ionic studies of sodium alginate isolated from *Sargassum terrarium* (brown algae) Karachi coast with 2,1–electrolyte. Journal of Saudi Chemical Society,14:117-123.

McHugh, D. J. (2003). A guide to the seaweed industry; FAO Fisheries Technical Paper 441; Food and Agriculture Organization of The United Nations: Rome, Italy.

Michalak , I. and Chojnacka, K.(2015). Algae as production systems of bioactive compounds. Eng. Life Sci., 15:160–176.

Mirhosseini, H. and Amid, B.T.(2012). Influence of chemical extraction conditions the on physicochemical and functional properties of polysaccharide gum from durian (*Durio zibethinus*) Seed. Molecules., 17: 6465-6480.

Mirhosseini, H. and Amid, B.T. (2013). Effect of different drying techniqueon flowability characteristics and chemical properties of natural carbohydrate- protein Gum from durian fruit seed, Chem. Cent. J.,7: 1

Noorlaila, A.; Siti, A. A.; Asmed, R. and Norizzah. A. R. (2015). Emulsifying properties of extracted Okra (*Abelmoschus esculentus*) mucilage of different maturity index and its applications in coconut milk emulsion. International Food Research Journal, 22(2): 782- 787.

Prescott, G. W. (1973). The algae of the western great area cranbook. Inst. Sci. Michigan. 977pp.

Reyes–Tisnado, R.; Hernãndez-Carmona, G.; Lopez-Cutiérrez, F.; Vernon-Carter, E. J. and Castro-Moroyoqui, P. (2004). Sodium and potassium alginates extracted from *Macrocystis pyrifera* algae for use in dental impression materials, Ciencians Marinas., 30(1B): 189-199.

Rhein–Knudsen, N.; Tutor,M. and Meyer, A. S. (2015). Seaweed hydrocolloid production: An update on enzyme assisted extraction and modification technologies. Mar. Drugs., 13:3340-3359.

Rioux, L. E .; Turgeon, S. Land Beaulieu. M. (2007). Characterization of polysaccharides extracted from brown seaweeds. Carbohydrate Polymer, 69:530– 537.

Silva, T. H.; Alves, A.; Popa, E. G.; Reyes, L. L.; Gomes, M. E.; Souse, R. A. Silva, S. S.; Mano, J. F. and Reis, R. L. (2012). Marine algae sulfated polysaccharides for tissue engineering and drug delivery Approaches. Biomatter, 4:1-12.

Sima-Tosin, F.F.; Barraza, R .R .; Petkowicz, C.L .O.; Silveira , J. L. M .; Sassaki, G. L.; Santos, E. M. R.; Gorin, P. A. J.; Lacomini, M. (2010). Rheological and structural characteristics of peach tree gum exudates. Food Hydrocol., 24:486-493.

Sing, U. (2001). Functional properties of grain legume flours. Journal of Food Science and Technology, 38:191-199.

Stein, J. R.(1973). Hand Book of Phycological Methods. Cambridge Univ. Press Cambridge ,UK.

Subramanian, V.; Ganapathy, K . and Dakshinamoorthy. B. (2015). FT-IR, ^{1}H-NMR and ^{13}C-NMR spectroscopy of alginate extracted from *Turbnaria decurrens* (Phaeophyta).World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Science,4(12):761-771.

Torio, M.; Saez, J. and Merc, F. E. (2006). Physicochemical characterization of Galacto-mannan from sugar palm (Arenga Saccharifera Labill.) endosperm at different stages of nut maturity. Philippine J. Sci., 135: 19 -30.

Truus, K.; Vaher, M. and Taure, I. (2001). Algal biomass from *Focus vesiculosus* (Phaeophyta): Investigation of the mineral and alginate components. Procestonian Acad Scichem, 50 (2): 95–103.

Venugopal, V. (2011). Marine polysaccharides: Food applications. CRC Press, Boca Raton, Florida.

Weast, R. C. and Melvin, J. A. (1983). CRC. Hand Book of Chemistry and Physics, 63 RD.

Weidman,V. E.; Walne, P. R. and Tainor, F. R. (1984). A new technique for abtaining axinic cultures of algae .Can. J. Bot., 4:958– 959.

Yung, L.Y. (2000). Isolation and characterization of alginate from Hongkong brown seaweed an evaluation of the potential use of the extracted alginate as food ingredient .M. Sc. Thesis. University of Hongkong, Chines

Physiochemical Properties of Polysaccharides Extracted From green algae *Cladophora crispata*

Suham W. A. Al-Aumara Aum–El-Basher H. J. Al-Mossawi Rawdah M .A . Al-Ali

Dept. Food Science. /Coll. Agriculture / Univ. Basrah

Abstract

Extraction of polysaccharides from green algae *Cladophora crispata* was studied. Algae was collected from Karmat Ali River in Basrah. Polysaccharides was extracted by sodium carbonate Na_2CO_3 and the properties for it were studied. The result showed that the relative viscosity was increased with the increase of concentration and decrease with the increasing of temperature the highest viscosity was 11.0020 in 30°C and the lowest was 8.0576 in 50 °C. The ability of polysaccharides for water absorbtion and fat binding was noticed that it was increased with the increasing of the concentration, the percentage of polysaccharides solubility was 69.72%, and it was higher than sodium alginate (65.68%). the results also showed decreased of foaming of polysaccharides because of its high viscosity.

Keywords**:** *Cladophora crispata*, Physicochemical, Polysaccharides, Viscosity, Water holding capacity, Gel strength