مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (33) العدد (2) 2011
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (33) No. (2) 2011

تأثير طريقة استخلاص الكاراجينان على مردوده وبعض خواصه الفيزيائية من الطحلب الأحمر *Hypnea musciformis* (Wulfen) Lamouroux في الشاطئ السوري

الدكتور حامد ميهوب*
الدكتور أصف عباس**
علي محمود***

(تاريخ الإيداع 11 / 11 / 2010. قبل للنشر في 9 / 5 / 2011)

□ ملخّص □

تم دراسة تأثير طريقة استخلاص الكاراجينان من الطحلب هيبنيا ميسيفورميس *Hypnea musciformis* (Wulfen) Lamouroux بطريقتين مع زمن استخلاص متغير من 1-6 ساعات وتأثير ذلك في مردوده وبعض خواصه الفيزيائية، تبين أنه كلما زاد زمن الاستخلاص ارتفع المردود، ولكن انخفضت جودة خواصه الفيزيائية. إن أعلى مردود للكاراجينان بحسب الأولى العادية 47% وقوة الهلام $g230/cm^2$ واللزوجة Pc30.6 أما درجة حرارة الذوبان C 71° والتجمد C 48°، وبالطريقة الثانية بإضافة قلوي المردود 39% وقوة الهلام $244\ g/cm^2$ واللزوجةPc 36.4 ودرجة حرارة الذوبان C 74° والتجمد C 50°.

الكلمات المفتاحية: هيبنيا ميسيفورميس *Hypnea musciformis*، استخلاص الكاراجينان، الشاطئ السوري، قوة الهلام، درجة الذوبان والتجمد، اللزوجة.

* أستاذ - قسم النبات - كلية العلوم - جامعة تشرين – اللاذقية - سورية.
** مدرس - قسم النبات - كلية العلوم - جامعة تشرين – اللاذقية - سورية.
*** طالب دراسات عليا (ماجستير) - قسم النبات - كلية العلوم - جامعة تشرين – اللاذقية - سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (33) العدد (2) 2011
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (33) No. (2) 2011

Effect of carrageenan extraction method on its yield and some physical properties of *Hypnea musciformis* (Wulfen) Lamouroux alga in the Syrian coast

Dr. Hamed Mayhoub[*]
Dr. Assef Abbas[**]
Ali Mahmod[***]

(Received 11 / 11 / 2010. Accepted 9 / 5 /2011)

□ ABSTRACT □

Effect of carrageenan extraction method from marine alga *Hypnea musciformis* (Wulfen) Lamouroux has been studied, by two methods with time extraction 1-6 hours on the carrageenan yield and some of its physical properties, shows that the yield is highest with increased time extraction, but the physical properties of carrageenan decreased. The highest yield for native carrageenan is 47% and the gel strength 230 g/cm^2, The viscosity is 30.6 cP while melting temperature 71°C and gelling 48°C, The yield for alkali carrageenan is 39%, the gel strength 244 g/cm^2, The viscosity is 36.4cP while melting temperature 74°C and gelling 50°C.

Keywords: Hypnea musciformis, Carrageenan extraction, Syrian coast, Gel Strength, Melting and Gelling Temperature, Viscosity.

[*] **Professor, Department of Botany, Faculty of Sciences, Tishreen University, Lattakia, Syria.**
[**] **Assistant Professor, Department of Botany , Faculty of Sciences, Tishreen University, Lattakia, Syria.**
[***] **Postgraduate Student, Department of Botany , Faculty of Sciences, Tishreen University, Lattakia, Syria.**

مقدمة:

الكاراجينان Carrageenan عبارة عن سكاكر متعددة كبريتية يستخلص من بعض الطحالب الحمراء التي تنتمي إلى رتبة *Gigartinales*، صف الطحالب الحمراء *Rhodophyceae* شعبة الطحالب الحمراء *Rhodophyta*. ويستخلص الكاراجينان التجاري من الأنواع التالية: *Eucheuma isiforme, Hypnea musciformis, Kappaphycus alvarezii, Gigartina radula, Chondrus crispus,* (William, 2000; Montolalu *et al.*, 2007; Pelegrin and Robledo, 2007)، ولا يوجد من الأنواع السابقة على شواطئنا سوى *Hypnea musciformis Gigartina radula,*. بدأ استخدام الكاراجينان في أوربا منذ أكثر من 600 عام مضى وذلك في قرية كاراجين Carraghen في ايرلندا. حيث كان يستخدم في صناعة الحلويات وذلك من الطحلب الايرلندي الأحمر *Chondrus crispus* (de Velde and de Ruiter, 2002). يتألف الكاراجينان كيميائياً من مركبات الغلاغتوز galactose الذي يحمل مجموعات كبريتية تتراوح نسبتها من 15- 40% و3,6 انهيدروغلاغتوز 3,6- anhydrogalactose كما بينت الدراسات الكيميائية أن للكاراجينان ثلاثة أنماط رئيسية هي كابا Kappa وايوتا Iota ولمدا Lambda (Craigie, 1990). تختلف هذه الأنماط عن بعضها البعض بحسب نوع النبات وعدد وموقع الزمر الكبريتية في الجزيء إضافة إلى درجة انحلالها في محلول كلور البوتاسيوم (Gerhrd and Rudolph, 1997; Irina *et al*., 1999). يستخلص الكاراجينان بطريقتين العادية أو بإضافة القلوي، وتكمن أهمية طريقة استخلاصه في تأثيرها في مردود وخواص الكاراجينان الفيزيائية مثل قوة الهلام واللزوجة ودرجة الذوبان والتجمد، والخواص الكيميائية مثل محتوى الكبريتات.(Craigie, 1990; Amimi *et al*., 2001) يستخدم الكاراجينان في الصناعات الصيدلانية والطبية والغذائية ومستحضرات التجميل (Cernıkova *et al*., 2007; Sedlmeyer and Kulozik., 2007)، وتشير الأبحاث الحديثة إلى إمكانية استخدامه في علاج مرض نقص المناعة المكتسبة و معالجة بعض السرطانات (Zhou *et al*., 2006).

أهمية البحث وأهدافه:

يهدف البحث إلى دراسة تأثير طريقة الاستخلاص في مردود وبعض الخصائص الفيزيائية للكاراجينان المنتج من الطحلب هيبنيا ميسفورمس *Hypnea musciformis*، وذلك بغية الوصول إلى أعلى مردود وبأفضل المواصفات التجارية، ثم دراسة إمكانية استخدامه في التطبيقات الصناعية.

طرائق البحث ومواده:

الطحلب هيبنيا ميسفورمس *Hypnea musciformis* (Wulfen) Lamouroux:

يتألف النبات من مشرة غزيرة التفرع يصل طولها إلى حوالي 25cm، تتميز بتفرعاتها النهائية المنتفخة المعقوفة المنجلية الشكل، والتي تعد من الثوابت المورفولوجية لهذا النوع، وفي المقطع العرضي يلاحظ وجود خلية محورية يحيط بها خمس خلايا حول محورية كبيرة، يليها قشرة تتألف من عدة طبقات خلوية، تكون الخارجية منها غنية بالصانعات. أما دورة الحياة فتتضمن تعاقب ثلاثة أجيال: الجيل العروسي (1n) المتمثل بنباتات عروسية أنثوية وأخرى ذكرية، وينتج عن الإلقاح بيضة ملقحة Zygote تنتش لتعطي جسماً ثمرياً Cyctocarpe محمولاً على النبات العروسي الأنثوي يحرر عند النضج أبواغاً ثمرية Carpospores (2n) تنتش لتعطي نباتاً بوغياً مشابهاً للنباتات

العروسية، ويدعى النبات البوغي الرباعي Tetrasporophyte لأنه يعطي أكياساً بوغية يتحرر منها أربعة أبواغ منصفة تنتش لتعطي النباتات العروسية (Reis and Valentin, 2000)، وكان Mayhoub 1976 وميهوب 1991 وعباس 1992 أشارا إلى وجود هذا النوع في مواقع مختلفة من الشاطئ السوري، وقد لاحظنا أن هذا النبات يكثر على الصخور الشاطئية في المياه الضحلة الدافئة وذلك في المواقع التالية: قرب مدينة جبلة وبستان الباشا والمدينة الرياضية وشاليهات الدراسات العليا، ويترافق عادة بأنواع تعود للأجناس التالية *Enteromorpha, Ulva* من الطحالب الخضراء و *Corallina* من الحمراء و *Sargassum, Padina, Cystoseira* من الطحالب السمراء.

جمع العينات:

تم جمع عينات طحلب *Hypnea musciformis* من شاطئ بستان الباشا خلال شهري أيار وحزيران عام 2009 حيث كان متوسط درجة الحرارة 27°C والملوحة 38.5% و pH= 8.35 وتركيز الأوكسجين المنحل mg/l 5.30 والبحر هادئ والإضاءة جيدة، وضعت في أكياس بلاستيكية ونقلت إلى المختبر، غسلت بالمياه العذبة لإزالة الرمال والأملاح والمواد العالقة عليها. ثم جففت بعد ذلك في الهواء الطلق ثم في محم درجة حرارته 60°C حتى ثبات الوزن (Mouradi *et al*., 2008). تم إجراء تجارب هذا البحث في مختبرات المعهد العالي للبحوث البحرية وقسم النبات، كلية العلوم، جامعة تشرين.

الشكل (1) الشكل العام لطحلب *Hypnea musciformis*

استخلاص الكاراجينان:

الطريقة الأولى العادية

تم وضع 25g من الطحالب الجافة في بيشر يحوي 800ml من الماء المقطر، ومن ثم تمت عملية الاستخلاص من خلال إجراء سلسلة من التجارب وذلك في درجة حرارة ثابتة (95 ± 5°C) و pH=7 (معتدل) وزمن استخلاص متغير (6,5,4,3,2,1 ساعات) وذلك بحسب الجدول (1) (Montolalu *et al*., 2007; Reis *et al*., 2008)، وبعد ذلك تم الحصول على الكاراجينان بشكل جاف وذلك بترسيبه باستخدام الكحول الاتيلي (الايتانول) 95% (تم تكرار كل تجربة ثلاث مرات).

الطريقة الثانية بإضافة القلوي

تهدف هذه الطريقة إلى معالجة الطحالب بماءات الصوديوم، وذلك للتخلص من المجموعات الكبريتية وتشكيل مركبات 3.6 انهيدروغلاغتوز الذي يساهم في تشكل الهلام، وتمت عملية الاستخلاص بوضع 25g من الطحلب الجاف في بيشر يحوي 800 ml من الماء المقطر، ثم إضافة ماءات الصوديوم بتركيز 0.5% مع التحريك المستمر لمدة ساعة ونصف بدرجة حرارة الغرفة(Andrade *et al*., 2000 ;Wakibia *et al*., 2006). غسلت الطحالب بعد ذلك بالماء الجاري ثم ضبط الpH على 7، ثم أجريت عملية الاستخلاص من خلال إجراء سلسلة من التجارب وذلك في درجة حرارة ثابتة (95 ± 5°C) وحسب زمن استخلاص متغير (6,5,4,3,2,1 ساعات) بحسب الجدول (2).

قوة الهلام Gel Strength

وهي المقاومة التي يبديها سطح هلام (جيل) الكاراجينان الصلب للتحطم والكسر نتيجة الارتباط بين سلاسل جزيئاته في الهلام. تم تحضير 100ml من محلول الكاراجينان الساخن 1.5% مع 1.1184 g KCl (0.1M)، ثم وزعت في أطباق بتري ووضعت في درجة حرارة الغرفة لمدة 24 ساعة، ثم حفظت في درجة حرارة 4°C لمدة 10 ساعات، ثم قيست قوة الهلام باستخدام جهاز من النوع (penetrometer) موديل G4، والمؤلف من عمود مساحة قطره 1cm. (Buriyo *et al*., 2001)

اللزوجة Viscosity

وهي المقاومة التي يبديها محلول الكاراجينان السائل لحركة الأجسام داخله نتيجة الارتباط بين سلاسل الكاراجينان في المحلول. تم تحضر محلول من كاراجينان 1.5% ثم قيست لزوجته في الدرجة 75°C باستخدام جهاز قياس اللزوجة من النوع (Nahita) موديل (2/807) (Pelegrín and Robledo, 2007).

درجة حرارة الذوبان Melting Temperature

يحضر محلول الكاراجينان الساخن 1.5% مع 1.1184KCl (0.1 M) g، ويوضع في أنبوب اختبار ويترك في درجة حرارة الغرفة حتى يتشكل الهلام ثم يوضع في درجة حرارة 4°C لليوم التالي، وتقاس درجة الذوبان بوضع كرة معدنية وزنها 1g على سطح الهلام، ويسخن الأنبوب في حمام مائي، وترفع درجة الحرارة تدريجيا (0.5°C كل دقيقة) وعندما تسقط الكرة إلى قاع الأنبوب تسجل درجة الذوبان باستخدام ميزان حرارة عادي.

درجة حرارة التجمد Gelling Temperature

يوضع أنبوب الاختبار الحاوي على هلام محلول الكاراجينان 1.5% مع 1.1184 KCl (0.1 M) g في حمام مائي، وعندما يذوب الهلام بشكل كامل يعاد تبريده ببطء، وعندما يصبح السطح نصف جامد تقاس درجة الحرارة باستخدام ميزان حرارة عادي حيث نحصل على درجة حرارة التجمد (Buriyo *et al*., 2001).

النتائج والمناقشة:

المردود Yield

بينت الدراسات المرجعية (Gerhrd and Rudolph, 1997; Irina *et al*,. 1999) أن مردود الكاراجينان الطبيعي المستخلص من الطحلب *H. musciformis* يتراوح ما بين 4–53%، ويعود هذا الاختلاف إلى التغير في الشروط البيئية والجغرافية إضافةً إلى عمر النبات وطريقة الاستخلاص. يظهر الجدول (1) أن مردود الكاراجينان الطبيعي المستخلص من الطحلب المستخدم يتراوح مابين 47–35%، وهذا يتوافق مع النتائج التي تم الحصول عليها في كل من الباكستان (Fatima *et al*., 2006) والمغرب (Mouradi *et al*., 2008) والبرازيل (Reis *et al*., 2008) ولم نجد معطيات حديثة حول هذا الموضوع في دول البحر المتوسط.

جدول(1) يوضح متوسط مردود الكاراجينان بالطريقة العادية وبعض خواصه الفيزيائية

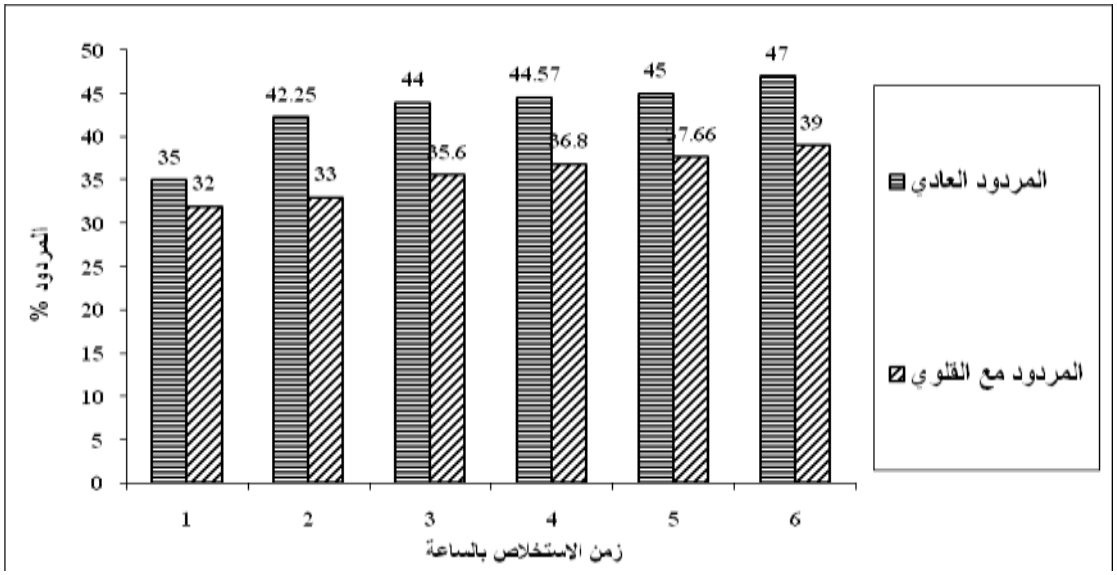
رقم التجربة	الزمن بالساعة	المردود %	قوة الهلام g/cm^2	اللزوجة Pc	الذوبان C°	التجمد C°
1		35	230	30.6	71	48
2		42.25	228	24.4	69	45
3		44	182	22.5	68.5	44
4		44.57	174	19.8	68	43.5
5		45	135	17.2	66	43
6		47	86	14.6	64	43

أما فيما يتعلق بمردود الكاراجينان المستخلص بإضافة قلوي جدول (2) فإن نسبته تتراوح ما بين 32–39%. وهو يماثل المردود بإضافة قلوي في الباكستان (Fatima *et al*., 2007)، وأعلى من تنزانيا. (Mtolera and Buriyo., 2004)

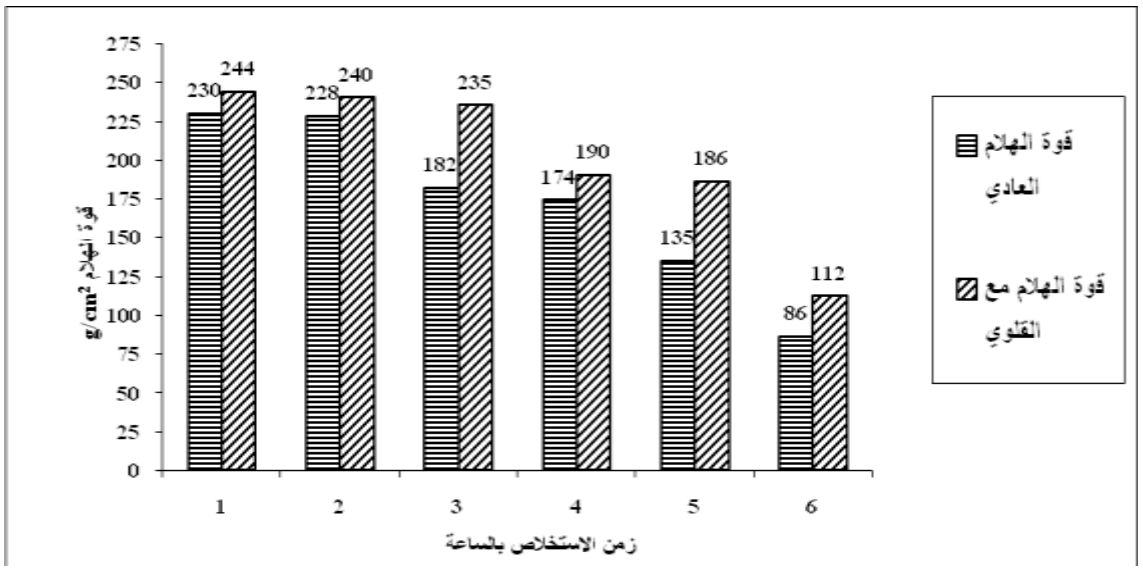
جدول(2) يوضح متوسط مردود الكاراجينان المستخلص بإضافة قلوي وبعض خواصه الفيزيائية

رقم التجربة	الزمن بالساعة	المردود	قوة الهلام g/cm^2	اللزوجة Pc	الذوبان C°	التجمد C°
1		32	244	36.4	74	50
2		33	240	36.4	72	49.5
3		35.6	235	36.2	71	48
4		36.8	190	35.5	70.5	46
5		37.66	186	30.5	70	45
6		39	112	21.2	70	44.5

ويلاحظ من خلال النتائج المسجلة في هذا البحث بأن المردود بالطريقة العادية أعلى منه بإضافة قلوي المخطط (1)، ويعزى السبب إلى ضياع قسم من الكاراجينان في أثناء المعالجة القلوية نتيجة تحطم سلاسل الكاراجينان (Craigie, 1990; Amimi *et al*., 2001).



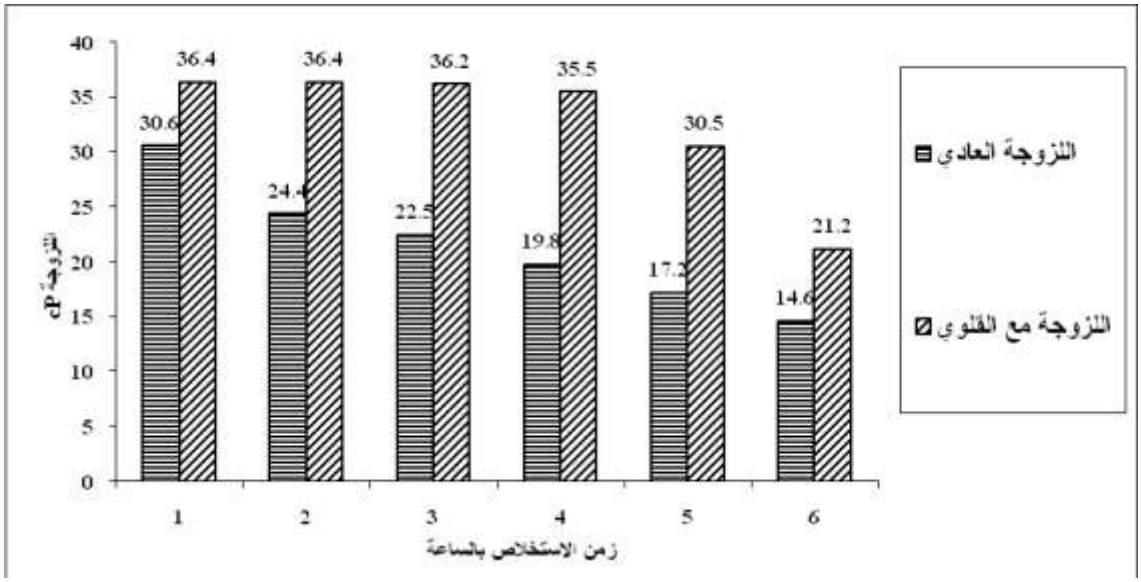
المخطط (1) يبين الفرق بين مردود الكاراجينان المستخلص بطريقة عادية أو بإضافة قلوي



المخطط (2) يبين الفرق بين قوة هلام الكاراجينان المستخلص بطريقة عادية أو بإضافة قلوي

قوة الهلام

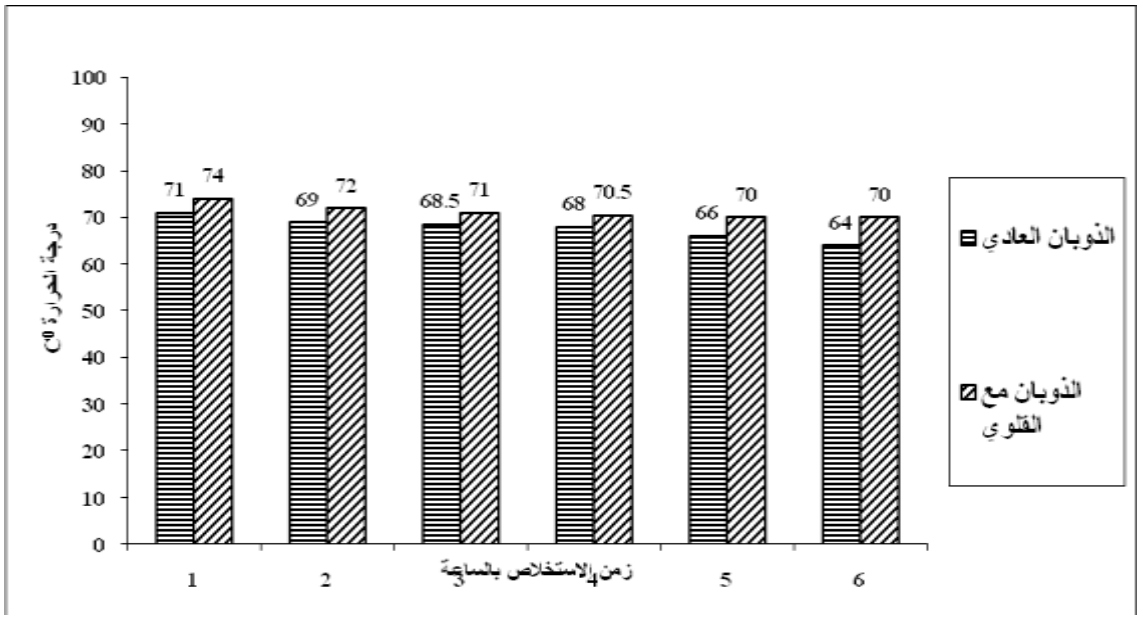
يظهر الجدول (1) والمخطط (2) أن قيم قوة هلام الكاراجينان المستخلص بطريقة عادية أو بإضافة قلوي متفاوتة حيث تراوحت في الكاراجينان المستخلص بطريقة عادية بين أعلى قيمة g/cm^2 230 عند زمن الاستخلاص 1 ساعة، وأدنى قيمة g/cm^2 86 عند زمن 6 ساعات. أما قوة هلام الكاراجينان المستخلص بإضافة قلوي فبلغت أعلى قيمة g/cm^2 244 عند زمن الاستخلاص 1 ساعة، وأدنى قيمة $112g/cm^2$ عند زمن 6 ساعات، الجدول (2).



المخطط (3) يبين الفرق بين لزوجة الكاراجينان المستخلص بطريقة عادية أو بإضافة قلوي

اللزوجة

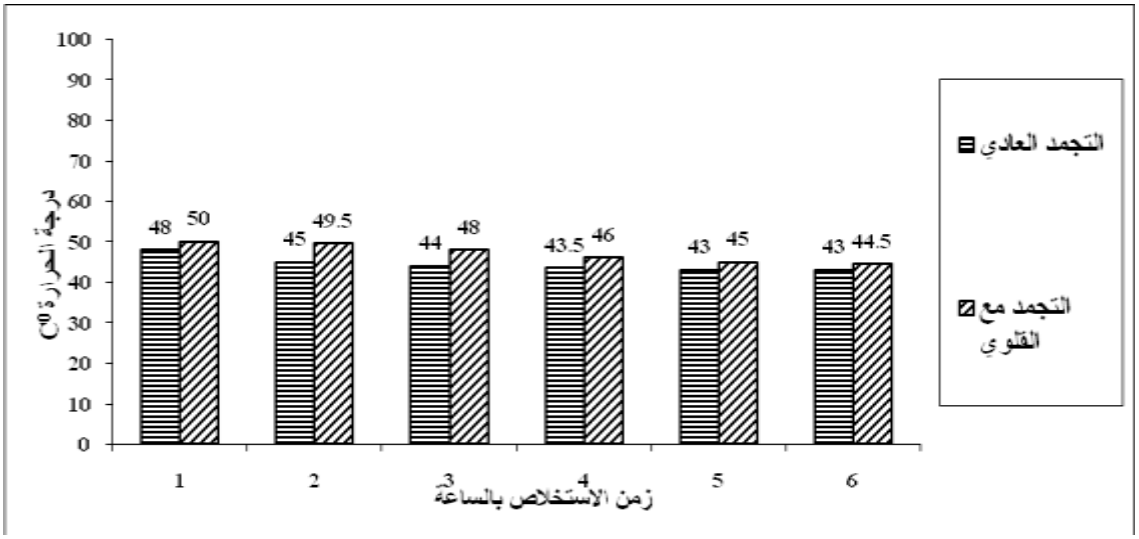
يشير الجدول (1) والمخطط (3) إلى أن قيم لزوجة الكاراجينان المستخلص بطريقة عادية أو بإضافة قلوي متفاوتة حيث تراوحت في الكاراجينان المستخلص بطريقة عادية بين أعلى قيمة 30.6cP عند زمن الاستخلاص 1 ساعة، وأدنى قيمة 14.6cP عند زمن 6 ساعات. أما لزوجة الكاراجينان المستخلص بإضافة قلوي فبلغت أعلى قيمة 36.4 cP عند زمن الاستخلاص 1 ساعة، وأدنى قيمة 21.2 cP عند زمن 6 ساعات، الجدول (2).



المخطط (4) يبين الفرق بين درجة حرارة ذوبان الكاراجينان المستخلص بطريقة عادية أو بإضافة قلوي

درجة حرارة الذوبان

يظهر الجدول (1) والمخطط (4) أن قيم درجة حرارة ذوبان الكاراجينان المستخلص بطريقة عادية أو بإضافة قلوي متفاوتة، حيث تراوحت في الكاراجينان المستخلص بطريقة عادية بين أعلى قيمة $71^{\circ}C$ عند زمن الاستخلاص 1 ساعة، وأدنى قيمة $64^{\circ}C$ عند زمن 6 ساعات. أما درجة حرارة الذوبان في الكاراجينان المستخلص بإضافة قلوي فبلغت أعلى قيمة $74^{\circ}C$ عند زمن الاستخلاص 1 ساعة، وأدنى قيمة $70^{\circ}C$ عند زمن 6 ساعات، الجدول (2).



المخطط (5) يبين الفرق بين درجة حرارة تجمد الكاراجينان المستخلص بطريقة عادية أو بإضافة قلوي

التجمد

يبين الجدول (1) والمخطط (5) أن قيم درجة حرارة تجمد الكاراجينان المستخلص بطريقة عادية أو بإضافة قلوي متفاوتة، حيث تراوحت في الكاراجينان المستخلص بطريقة عادية بين أعلى قيمة $48^{\circ}C$ عند زمن الاستخلاص 1 ساعة، وأدنى قيمة $43^{\circ}C$ عند زمن 6 ساعات. أما درجة حرارة الذوبان في الكاراجينان المستخلص بإضافة قلوي فبلغت أعلى قيمة $50^{\circ}C$ عند زمن الاستخلاص 1 ساعة، وأدنى قيمة $44.5^{\circ}C$ عند زمن 6 ساعات الجدول (2).

في ضوء هذه النتائج، يمكن القول بأن قيم قوة الهلام، اللزوجة، درجة الذوبان والتجمد هي أعلى عند استخلاص الكاراجينان بالطريقة القلوية، ويعود السبب إلى أن القلوي المستخدم يقلل من محتوى الكاراجينان من الكبريتات، ويساعد على تشكيل 3.6 انهيدروغلاغتوز المسؤول عن زيادة قوة الهلام واللزوجة (Amimi *et al*., 2001; Pelegrín and Robledo, 2007). كما نلاحظ من خلال الجداول (2,1) أن عامل زمن الاستخلاص يلعب دوراً ايجابياً في مردود الكاراجينان المستخلص، حيث يتناسب طرداً مع زمن الاستخلاص، ويعود ذلك إلى الاستخلاص شبه الكلي للكاراجينان من الجدار الخلوي، ولكن ذلك انعكس سلباً على بعض الخصائص الفيزيائية للكاراجينان حيث انخفضت قوة الهلام واللزوجة، وهذا يعود إلى تقطع سلاسل الكاراجينان وانخفاض الوزن الجزيئي (Craigie, 1990 Montolalu *et al.*, 2007).

الاستنتاجات والتوصيات:

1- تسمح الطريقة العادية بالحصول على أعلى مردود للكاراجينان ولكن بصفات تجارية منخفضة، أما عند استخدام الطريقة بإضافة قلوي فيكون المردود أقل، ولكن بمواصفات تجارية أفضل.

2- إن عملية استخلاص الكاراجينان العادي أو بإضافة قلوي للحصول على أعلى مردود بمواصفات تجارية جيدة هو عند زمن استخلاص قدره ثلاث ساعات.

3- إن الاستثمار الاقتصادي لطحلب *Hypnea musciformis* يتطلب دراسة تأثير بقية العوامل على طريقة الاستخلاص مثل درجة الحرارة، تركيز القلوي، زمن المعالجة القلوية.

المراجع:

1. ميهوب، حامد. *الطحالب البحرية ذات الأهمية الاقتصادية والطبية في سورية –2– الطحالب الحمراء*، مجلة جامعة تشرين، المجلد 13، 1991، 80– 102.

2. عباس، أُصف. *مساهمة في دراسة النباتات البحرية القاعية على شاطئ اللاذقية. أطروحة ماجستير*، 1992، كلية العلوم، جامعة تشرين.

3. ANDRADE, C, T.; AZERO, E, G.; LUCIANO, L.; GONCALVES, M, P. *Rheological properties of mixtures of k-carrageenan from Hypnea musciformis and galactomannan from Cassia javanica*. International Journal of Biological Macromolecules, 27, 2000, pp 349-353.

4. AMIMI, A.; MOURADI, A.; GIVERNAUD, T.; CHIADMI, N.; LAHAYEC, M. *Structural analysis of Gigartina pistillata carrageenans*(*Gigartinaceae, Rhodophyta*). Carbohydrate Research. 333, 2001, 271–279.

5. CERNIKOVA, M.; BUNKA, F.; PAVLINEK, V.; BREZINA, P.; HRABE, J, *P. Effect of carrageenan type on viscoelastic properties of processed cheese*. Doi: 10. 1016/j. foodhyd, 2007, 05. 020.

6. CRAIGIE, J. *Cell walls. In Cole KM, Sheath RG (eds), Biology of the Red Algae*, Cambridge University Press, Cambridge, 1990, 221–257

7. FATIMA, B.; MUHAMMAD, A.; MAHMOOD, U. H.; SEEMA, I. *Isolation and characterization of kappa carrageenan from Hypnea musciformis (red algae) of Karachi coast*. J. Saudi Chem. Soc, Vol. 10, No. 3, 2006, pp. 501-508.

8. FATIMA, B.; MAHMOODUL,U.H.; MOHAMMAD, A.; SEEMA, I.; JUNAID, S. M. *Chemical and thermodynamic studies of Kcarrageenan isolated from Hypnea musciformis (Red Algae) of Karachi Coast*. EJEAFChe, 6 (9), 2007, 2385-2396.

9. GERHARD, A.; RUITER, D.; RUDOLPH, B. *Carrageenan bio-technology*. Trends in Food Science &Technology December,vol.8, 1997.

10. IRINA, M, Y.; YONG, H, K.; EDYART, A, T.; VLADIMIR, V, I.; TAMARA, F, S. *Chemical structure and gel properties of carrageenans from algae belonging to the Gigartinaceae and Tichocarpaceae, collected from the Russian Pacific coast***.** Journal of Applied Phycology, 11, 1999,41–48.

11. MAYHOUB, H. *Recherches sur la vegetation marine de la cote syrienne. Etude experimental sur la morphpgense et le development de quelques especes peu connues.* These Doctorat d Etat. Caen. France. 1976, 286p.

12. MONTOLALU, R. I.; T, YURI.; MATSUKAWA, S.; OGAWA, H. *Effects of extraction parameters on gel properties of carrageenan from Kappaphycus alvarezii* (*Rhodophyta*). J Appl Phycol DOI 10.1007/s10811-007-9284-2, 2007, pp. 1-6.

13. MOURADI, A.; GIVERNAUD, T.; CHIKHAOUI, K. M.; BENNASSER, L. *Seasonal variation of the growth, chemical composition and carrageenan extracted from Hypnea musciformis*(*Wulfen*) *Lamouroux harvested along the Atlantic coast of Morocco.* Scientific Research and Essay Vol. 2 (10), 2008, pp. 509-514.

14. MTOLERA, M. S. P.; BURIYO, A. S. Studies on Tanzanian Hypneaceae: Seasonal Variation in Content and Quality of Kappa-Carrageenan from Hypnea musciformis (Gigartinales : Rhodophyta). Western Indian Ocean J. Mar. Sci. Vol. 3, No. 1, 2004, pp. 43–49.

15. PELEGRÍN, Y. F.; ROBLEDO, D. *Carrageenan of Eucheuma isiforme* (*Solieriaceae, Rhodophyta*) *from Nicaragua*. J Appl Phycol DOI 10. 1007/ s10811-007- 9270- 8, 2007.

16. REIS, R. P.; VALENTIN, Y. Y.; SANTOS, C. P. D.*Spatial and temporal variation of Hypnea musciformis carrageenan (Rhodophyta - Gigartinales) from natural beds in Rio de Janeiro State, Brazil*, J Appl Phycol, 20, 2008, 1–8.

17. REIS, R, P.; VALENTIN, Y, Y. *Phenology of Hypnea musciformis (Wulfen) Lamouroux (Rhodophyta,Gigartinales) in Three Populations from Rio de Janeiro State, Brazil* Botanica Marina Vol. 43, 2000, pp. 299_304

18. SEDLMEYER, F.; KULOZIK, U. *Impact of processing conditions and protein concentration on the assembly of carrageenan milk protein weak gels*. Food Hydrocolloids 21, 2007, 756–764.

19. SEMESI, A, K. *Studies on industrial polysaccharides from selected Tanzanian marine algae. PhD thesis*, University of Dar es Salaam, 1979, 430 pp.

20. VAN, D, V, F.; DE RUITER, G. A. *Carrageenan. In A Steinbu¨ chel, S. DeBaets, & E. J. VanDamme (Eds.), Biopolymers. Vol,6: Polysaccha- rides II:* Polysacc harides from eukaryotes, Weinheim: Wiley-VCH Vol. 6, 2002, (pp 245–250).

21. WAKIBIA, J. G.; BOLTON, J. J.; KEATS, D. W.; RAITT, L. M. *Seasonal changes in carrageenan yield and gel properties in three commercial eucheumoids grown in southern Kenya*, Botanica Marina , 49, 2006, 208–215.

22. WILLIAM, A, B. Carrageenan. FMC Corporation. All rights reserved. RS, Section 13, 2000, 1-34.

23. ZHOU, G.; SHENG, W.; YAO, W.; WANG , C. *Effect of low mol- ecular k carrageenan- from Chondrus ocellatus on antitumor H-22 activity of 5-Fu* Pharmacological Research 53, 2006, 129–134.