تأثير التغيرات الفصلية في مردود كاراجينان الطحاب البحري *Hypnea musciformis* وصفاته في المياه السورية

آصف عباس

قسم علم الحياة النباتية ـ كلية العلوم ـ جامعة تشرين ـ اللاذقية ـ سورية

تاريخ الإيداع 2011/02/23
قبل للنشر في 2011/08/22

الملخّص

درس في هذا البحث تأثير التغيرات الفصلية (خلال عام واحد) في مردود كاراجينان الطحاب البحري *Hypnea musciformis* وصفاته. تراوح مردود الكاراجينان بين 31 - 46% وقد سجل أعلى مردود بين شهري نيسان وأيلول وأدناه في كانون الأول. وصلت القيمة العظمى لقوة الهلام في أيلول 260غ/سم^2 في حين سجلت القيمة الدنيا 90 غ/سم^2 خلال آذار. راوحت قيم اللزوجة بين 22 و44 سنتيبوازاً، وسجلت أعلى قيمة في أيلول. لم يلاحظ أي تأثير للتغيرات الفصلية في درجتي الذوبان 60-70°م والتهلم 42-50°م. تشير هذه النتائج إلى إمكانية عد *Hypnea musciformis* مصدراً جيداً لإنتاج الكاراجينان التجاري مستقبلاً.

الكلمات المفتاحية: الطحاب الأحمر *Hypnea musciformis*، المياه السورية، مردود الكاراجينان، قوة الهلام، اللزوجة، درجتي الذوبان والتهلم.

Seasonal Changes Effect on Yield and Quality of Carrageenan from the Marine Alga *Hypnea musciformis* in Syrian Water

A. Abbas

Department of Plant Biology, Faculty of sciences, Tishreen university, Latakia, Syria

Received 23/02/2011

Accepted 22/08/2011

ABSTRACT

Seasonal changes effect on yield and quality of carrageenan from the Syrian marine alga *Hypnea musciformis* were studied during 1 year. The carrageenan yield varied from 31 to 46%. The maximum yield was recorded between April and September, while low carrageenant content was recorded in December. The gel strength of carrageenan was maximum in September (260 g/cm^2) and minimum in March (90 g/cm^2). The viscosity ranged from 22 to 44cP with a peak recorded in September. Seasonal variations were not observed in the gelling (42-50 C°) and melting (60-70 C°) temperatures of carrageenan. The results indicate that *Hypnea musciformis* can be considered a good sources for production of commercial carrageenan in future.

Keywords: *Hypnea musciformis*, Syrian Water, Carrageenan Yield, Gel Strength, Viscosity, Gelling and Melting Temperatures

المقدمة

ينتمي الكاراجينان Carrageenan إلى مجموعة السكاكر المتعددة الكبريتية ويتألف من د-غالاكتوز(D-Galactose) و3-6 انهيدرو-د- غالاكتوز(3-6 Anhydro-D- Galactose) (Dolan and Rees, 1965; Rees, 1969)، ويستخلص من بعض الطحالب الحمراء (McCandless, Rhodophyta, 1978; Glicksman, 1983; Craigie, 1990). بدأ إنتاج الكاراجينان التجاري من الطحالب الأحمر *Chondrus crispus* عام 1937 في كندا وأمريكا، وحلّلتْ أنواعه في عام 1953 حيث وجد أنه يتألف من Kappa وLambda (Oneill, 1955; Permas *et al*; 1967; McCandless *et al*; 1973) في حين يحتوي كاراجينان الطحالب *Eucheuma spinosum* على مركب Iota (Stanciofl and Stanley, 1969) تختلف أنواع هذه المركبات عن بعضها بعضاً حسب درجة انحلالها في محلول كلور البوتاسيوم وبوجود 3-6 انهيدرو- د- غالاكتوز وعدد الزمر الكبريتية وموقعها في الجزيء.

يشكل بعض أجناس الطحالب الحمراء التي تنتمي إلى رتبة Gigartinales مصدراً أساسياً لإنتاج الكاراجينان التجاري Carrageenan مثل جيكارتينا *Gigartina* (أمريكا، شيلي، المغرب)، اوشيما *Eucheuma* (فلبين، أندونيسيا)، كوندريوس *Chondrus* (أمريكا، كندا) وهيبنيا *Hypnea*(البرازيل، المغرب، السنغال) (Glicksman, 1983; Doty, 1988, 1995).

يعتمد استعمال الكاراجينان في المجالات التطبيقية (صناعات غذائية، وصيدلانية، وطبية، ومستحضرات التجميل)(Glicksman, 1983; Zhou *et al*; 2006) على قوة تهلمه ولزوجته (Stanley, 1990).

أهداف البحث وأهميته

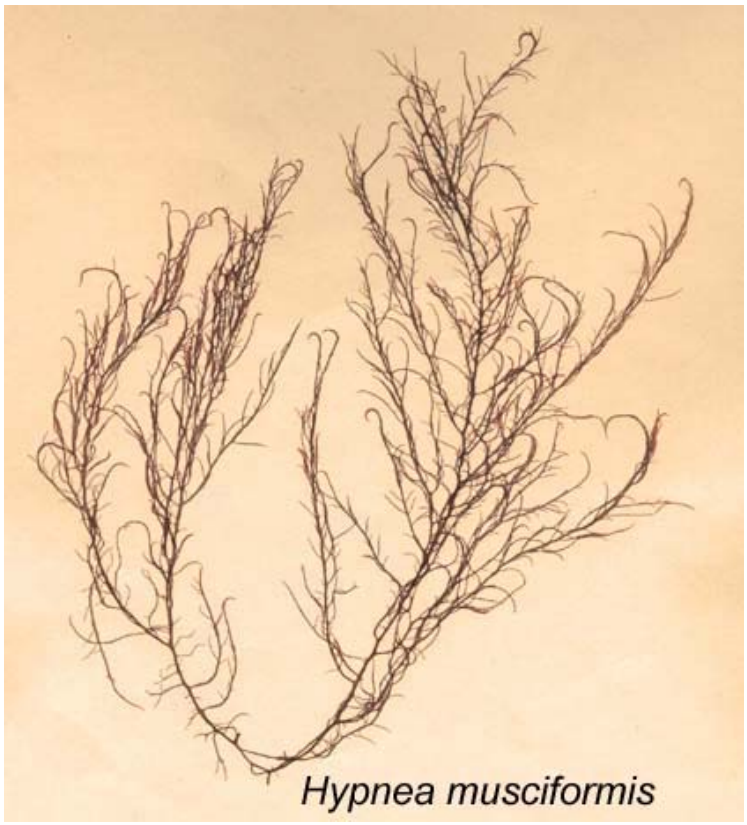
تأتي أهمية هذا البحث من كون الطحالب الأحمر *Hypnea musciformis* في المياه السورية، يتمتع بمواصفات طبية واقتصادية مهمة يمكن استثماره في المستقبل، لذا فقد هدف البحث إلى دراسة العلاقة بين التغيرات الفصلية ومردود الكاراجينان المستخلص وبعض خصائصه من هذا الطحالب الأحمر؛ بغية تحديد أفضل فصل لجمع العينات والحصول على أعلى مردود من الكاراجينان السوري ذي مواصفات تجارية جيدة تشكل مجالاً أوسع في تطبيقاته.

مواد البحث وطرائقه

وصف الطحالب *Hypnea musciformis* **(**Wulfen) Lamouroux

المشرة قائمة تتثبت بواسطة جزء قرصي قاعدي على الصخور الشاطئية ويصل

ارتفاعها إلى 20 سم، تتألف من عدة محاور أسطوانية متفرعـة بـشكل غيـر منـتظم ومتشابكة، تتميز نهاياتها بتفرعات منتفخة ومعقوفة (شكل1). وهو نوع شائع في الميـاه السورية وينتشر في منطقة عرب الملك، جبلة، بستان الباشا، المدينة الرياضية، شـاليهات الدراسات العليا (ميهوب، 1976، 1991، عباس، 1992). أنجز هذا البحث في مخـابر قسم علم النبات في كلية العلوم بجامعة تشرين خلال المدة من 2008 إلى 2009.



الشكل (1) الشكل العام لطحلب *Hypnea musciformis*

جمع عينات طحلب ***Hypnea musciformis***

جمعت عينات طحلب *Hypnea musciformis* في عام 2008 من موقع شـاليهات الدراسات العليا (يبعد نحو 10 كم شمال اللاذقية) بشكل شهري مدة عام واحد. غـسلت الطحالب جيداً بماء البحر بعد جمعها مباشرة لإزالة الرمال، وبعض الشوائب والطحالـب الصغيرة الفوقية، ثم نقلت إلى المخبر بعبوات بلاستيكية وغسلت بالماء العـذب لإزالـة

الأملاح وبعض الرواسب، وجففت في الهواء الطلق، ثم في محم بدرجـة حـرارة 60 °م حتى ثبات الوزن.

استخلاص الكاراجينان

- وضع 50g من الطحلب الجاف في بيشر يحوي 2000 مل من الماء المقطر
- سخن المزيج مع التحريك المستمر مدة سـاعة واحـدة بدرجـة حـرارة 5±95 °م (Reis *et al*., 2008).
- صفّى المحلول بواسطة قطعة قماشية ذات ثقوب قطرها 10 ميكرونات.
- رسب الكاراجينان باستخدام الكحول الايتيلي 95% ثم جفف في محم بدرجة حـرارة 60 °م حتى ثبات الوزن. كررت كل تجربة 3 مرات، واستُخدم برنـامج SPSSمـن أجل التحليل الإحصائي بهدف الحصول على نتائج تحليل التباين ANOVA واختبار دانكان للفروق المعنوية.

قياس قوة الهلام Gel Strength

- حضر محلول من الكاراجينان الساخن وذلك بحل1.5g من مسحوق الكاراجينان فـي 100مل من الماء المقطر مضافاً إليه 0.2% من محلول كلور البوتاسيوم
- وزع الكاراجينان السائل في أطباق بيتري (35 مل) وترك في درجة حرارة الغرفـة حتى يتجمد ثم وضع في درجة حرارة 4 °م مدة 10 ساعات
- قيست قوة الهلام بعد ترك الأطباق ساعة واحدة في درجة حـرارة الغرفـة؛ وذلـك باستخدام جهاز مقياس النفاذية Penetrometer موديل GY4 (شركة SUNDOO الصين) الذي يتألف من غاطس نازل مساحته السفلية التي توضع على سطح الهلام 1 سم^2 وعندما يخترق هذا الأخير سطح الكاراجينان المجمد (سماكة الهلام 4 مم) يسجل الجهاز قوة الهـلام (John and Asare, 1975; Mtolera and Buriyo, 2004; Wakibia *et al*;2006).

قياس لزوجة الكاراجينان

حضر محلول متجانس من الكاراجينان وذلك بحل 1.5g من مسحوق الكاراجينـان فـي 100مل من الماء المقطر مع التحريك المستمر والتسخين. تقاس اللزوجة (واحـدة اللزوجـة السنتيبواز) باستخدام جهاز قياس اللزوجةNahita موديل 2/807 (شركةAUXILAB S.L اسبانيا) عندما تصبح درجة حرارة المحلول75 °م(Armisen and Galatas, 1987).

قياس درجة حرارة تهلم الكاراجينان Gelling Temperature

- أُذيب 1.5g من مسحوق الكاراجينان في 100مل من الماء المقطر، وذلـك باسـتخدام حمام مائي ساخن، وأضيف إلى المحلول 1.12gمن محلول كلور البوتاسيوم.

- سكب 10 مل من محلول الكاراجينان في أنبوب اختبار، ثم ترك في درجة حرارة الغرفة حتى يتشكل الهلام، ثم وضع في درجة حرارة 4°م مدة 10 ساعات.
- قيست درجة التجمد وذلك بوضع أنبوب الاختبار في حمام مائي ساخن حتى ذوبان المحلول بشكل كامل، ثم أُعيد تبريده تدريجياً مع مراقبة سطح الهلام بشكل جيد، وعندما يصبح نصف جامد تقاس درجة حرارة التجمد باستخدام ميزان حرارة عادي (Armisen and Galatas., 1987).

قياس درجة حرارة ذوبان الكاراجينان Melting Temperature

- حضر 1.5g من مسحوق الكاراجينان في 100مل من الماء المقطر، ثم أضيف إلى المحلول 1.12g من محلول كلور البوتاسيوم.
- سكب 5 مل من محلول الكاراجينان في أنبوب اختبار محكم الإغلاق، ترك في درجة حرارة الغرفة إلى حين تشكل الهلام ثم نقل إلى الدرجة 4° م مدة 10 ساعات.
- وضع الأنبوب في حمام مائي وفي داخله كرة معدنية وزنها واحد غرام، ثم سخن بحيث ترتفع درجة الحرارة درجة مئوية واحدة لكل دقيقة، وعندما تسقط الكرة المعدنية إلى قاع الأنبوب تُسجل درجة حرارة الذوبان(Armisen and Galatas., 1987).

النتائج والمناقشة

يحتوي طحلب *Hypnea musciformis* على كابا الكاراجينان ونسبة ضئيلة جداً من المركبات الأخرى (Greer and Yaphe, 1984; Mtolera and Buriyo, 2004)، وتراوح نسبته من 4إلى 53% من الوزن الجاف للطحلب (Semesi, 1979). يتغير المردود حسب طريقة الاستخلاص (Yermak and Khotimchenko 1997; Syed *et al*; 2007)، الشروط البيئية (Durako and Dawes, 1980; Bird *et al*; 1981)، التغيرات الفصلية (Buriyo *et al*; 2001; Kloareg and Quatrano, 1988) وعمر الطحلب (John and Asare, Amimi *et al*; 2007; Mouradi *et al*; 2008) وطور النمو (Rao, 1970 ,1975).

يتضح من نتائج تحليل التباين ANOVA أن قيمة الاحتمال $P<0.05$ في التجارب جميعها، وعليه توجد فروق معنوية بين أزواج المتوسطات، ولمعرفة أماكن التشابه والاختلاف، أُجري اختبار دانكان عند مستوى أهمية 5% وأُجريت الدلالة على ذلك عند كل عمود، حيث أُعطيتْ المتوسط الأصغر الحرف A، قُورن ذلك المتوسط بالمتوسط الذي يليه فإذا كان يختلف عنه معنوياً أخذ الحرف التالي B وهكذا، وقد يأخذ متوسط ما حرفين أو أكثر فمثلاً المتوسط الذي يأخذ الحرف AB لا يختلف معنوياً عن المتوسط ذي الحرف A ولاعن المتوسط ذي الحرفB، في حين أن هذين المتوسطين يختلفان عن

بعضهما معنوياً. أُضيفَ سطر إلى الجدول يمثل متوسط مربعات الخطأ الذي كانت قيمته في التجارب الصغيرة نسبياً جميعها؛ مما يدل على تجانس العينات ودقة التجربة.

الجدول (1) التغيرات الشهرية لمردود الكاراجينان وبعض خصائصه

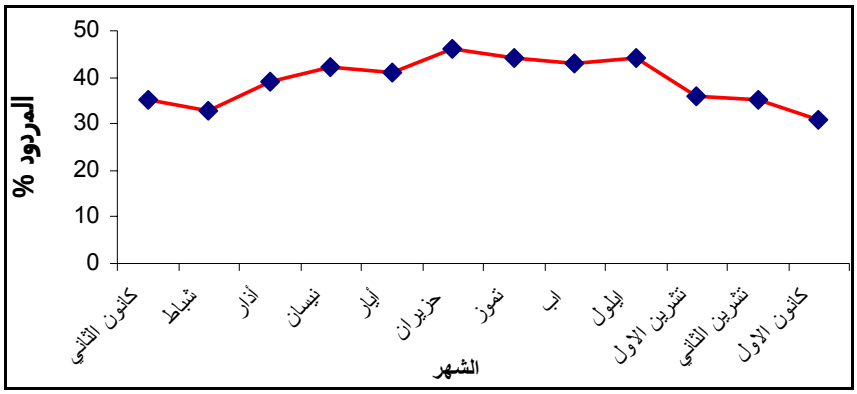
الشهر	متوسط المردود %	متوسط قوة الهلام g/cm²	متوسط اللزوجة cP	متوسط درجة حرارة الذوبان °C	متوسط درجة حرارة التهلم °C
كانون الثاني	B35	C111	A22	A60	AB44
شباط	A33	D115	A24	A61	A42
آذار	C39	A90	C32	BC65	A43
نيسان	D42	F210	C31	D69	D49
أيار	DE41	G222	D36	B64	C47
حزيران	G 46	J243	C33	D69	B45
تموز	F44	I240	E43	D68	CD48
آب	EF43	K255	E42	D70	E50
أيلول	F44	L260	E44	D69	CD48
تشرين الأول	B36	H233	D37	D68	B45
تشرين الثاني	B35	E170	D36	B64	AB44
كانون الأول	A31	B95	B27	C66	DE49
متوسط مربع الخطأ	1.083	1.444	1.194	0.694	0.611

تظهر النتائج التي حصلنا عليها في هذا البحث (الجدول 1 والشكل 2) بأن مردود الكاراجينان تراوح بين 31 و46% من الوزن الجاف للطحاب، وهذا يماثل المردود للطحاب نفسه في كل من المياه الباكستانية، البرازيلية والمغربية (Reis, *et al*; 2008; Mouradi *et al*; 2008. Fatima, *et al*.,2006). سجلت القيمة العظمى (46%) في شهر حزيران والقيمة الدنيا (31%) في كانون الأول. تدل النتائج أن المردود بدأ بالارتفاع بدءاً من بداية فصل الربيع ليصل إلى أعلى قيمة في حزيران، واستقر نسبياً في فصل الصيف لينخفض من جديد في الخريف والشتاء. أظهرت نتائج دراسة تأثير التغيرات الفصلية في مردود الكاراجينان في الطحاب المدروس في المياه الهندية أن أعلى مردود له كان في مدة تمتد من كانون الثاني إلى نيسان (Rao and Krishnamurthy, 1978; Solimabi *et al*; 1980)، ومن آذار إلى تموز في مياه فلوريدا (Durako and Dawes, 1980) وفي تشرين الأول في مياه تنزانيا (Mtolera and Buriyo, 2004).

يمكن تفسير هذا الاختلاف بعدة فرضيات منها أن الطحالب المعرضة لحركة أمواج وتيارات قوية (طحالب تنمو على الصخور المضروبة بالأمواج) تنتج أعلى مردود من الكاراجينان لتوضعه في جدار الخلية وإكسابها المرونة والمتانة لمقاومة قوة الأمواج (Percival, 1979; Durako and Dawes, 1980; Reis *et al*; 2008).

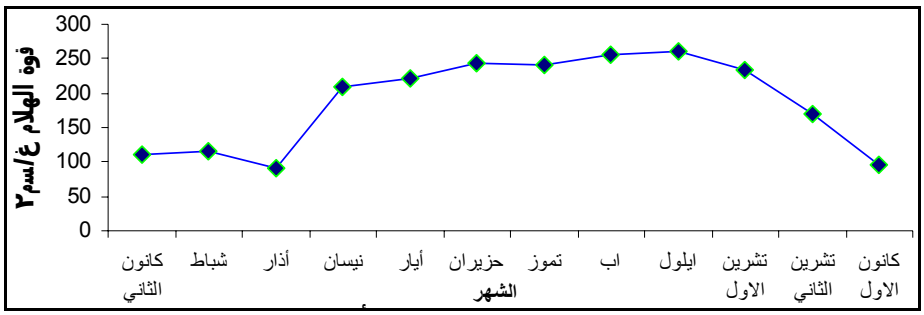
وهناك من لاحظ أن الطحاب ينتج أعلى مردود من الكاراجينان عندما يكون في وسط فقير بالآزوت الضروري اللازم لاصطناع البروتين حيث يعكف الطحاب على اصـطناع الكربوهيدرات بـدلاً منـه (Guist *et al*; 1982; Rui *et al*; 1990) أن مـدة نـشاط الطحاب الفتي ونموه السريع يعكس زيادة في مردود الكاراجينان (Rui *et al*; 1990) في حين وجدت Mouradi *et al*; 1992, 2008 أن هذه الزيادة تتناسب طرداً مـع عمـر النبات.

قد يعلل انخفاض الكاراجينان (فصل الشتاء) في هذا البحث بانخفاض الشدة الـضوئية اللازمة لنمو الطحاب واصطناع السكريات، وكما هو معلوم أن تركيز الآزوت في ميـاه الحوض الـشرقي للمتوسـط ضـعيفاً وخاصـة فـي الميـاه الـسورية (Noureddin *et al*; 1994)، ويمكن أن ترتفع قليلاً في الشتاء بسبب مياه الأنهار التـي تـصب فـي البحر. لوحِظ أن حجم الطحالب وغزارتها خلال فصل الشتاء تكـون منخفـضة مقارنـة بعينات الربيع و الصيف، و هذا يدل على أن المردود يزداد طرداً مع عمر المشرة.



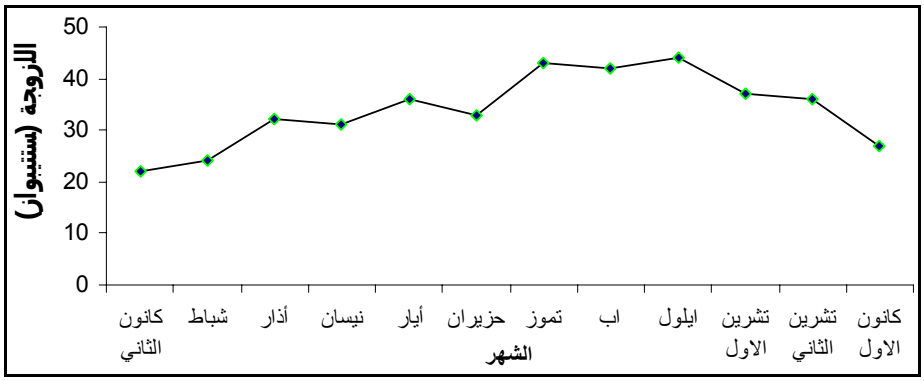
الشكل (2) تغيرات مردود الكاراجينان وفق أشهر السنة

راوحت قوة هلام الكاراجينان المستخلص بين 90 و260 غ/سم^2 (الجدول1 والـشكل 3) وهي توافق النتائج التي تم الحصول عليها من قبل Mtolera and Buriyo., 2004 في المياه التنزانية للنوع نفسه. ارتفعت قوة الهلام تدريجياً من شهر نيسان حتـى أيلـول (210-260غ/سم^2) لتنخفض بعدها بدءاً من شهر تشرين الأول إلـى شـهر آذار (90-233غ/سم^2)، وقد يعزى السبب إلى انخفاض الملوحة بسبب تساقط الأمطار الشتوية الذي يؤدي إلى خروج شوارد البوتاسيوم والكالسيوم (المسؤولة عن زيادة قوة الهـلام) حـسب الخاصة الحلولية من الخلية إلى الوسـط الخـارجي (Lobban and Harrison, 1994; Buriyo and Kivaisi, 2003**).**



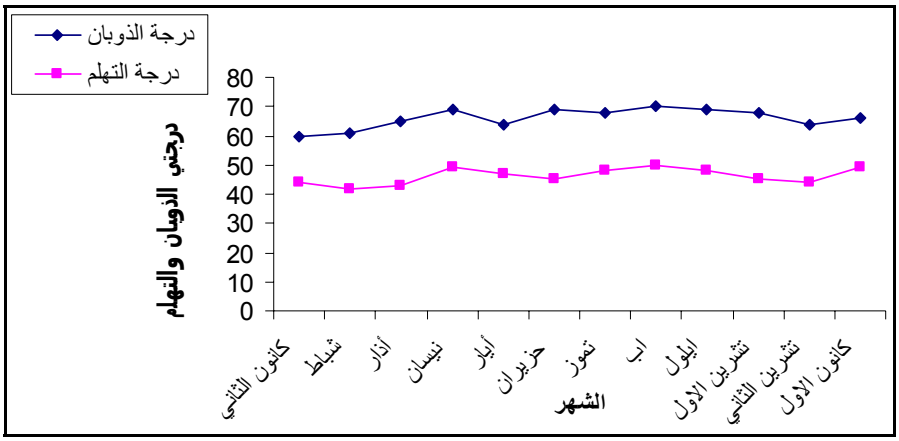
الشكل (3) تغيرات قوة هلام الكاراجينان وفق أشهر السنة

راوحت قيم لزوجة الكاراجينان بين 22 و44 سنتيبوازاً (الجدول 1 والشكل 4) وقد سجلت القيمة العظمى للزوجة خلال فصل الصيف والقيمة الدنيا خلال فصل الشتاء. تتوافق النتائج تلك التي حصل عليها في المياه البرازيلية (Reis *et al*; 2008). تؤدي اللزوجة دوراً مهماً في حماية الطحلب من الجفاف، كما أن الكاراجينان ينظم تبادل الشوارد وخاصة عندما ترتفع الملوحة (Percival, 1979).



الشكل (4) تغيرات اللزوجة وفق أشهر السنة

يظهر الجدول (1) والشكل (5) أن قيم درجة حرارة ذوبان الكاراجينان تراوح بين 60 -70°م وحرارة التهلم بين 42 -50°م، وتوافق النتائج تلك التي تم الحصول عليها من قبل (John and Asare., 1975) في المياه التنزانية. تدل هذه النتائج أنّه لا يوجد تأثير واضح للتغيرات الفصلية في درجات الذوبان والتهلم إذ يلاحظ شبه ثبات في القيم على مدار العام.



الشكل (5) تغيرات درجتي الذوبان والتهلم وفق أشهر السنة

الاستنتاجات والتوصيات

أظهرت النتائج المسجلة في هذا البحث إمكانية الحصول على مردود عالٍ من الكاراجينان بلغ (46%) بمواصفات فيزيائية جيدة شرط أن يتم جمع العينات في فصل الصيف. كما تبين وجود علاقة إيجابية بين المردود وقوة الهلام من جهة والمردود واللزوجة من جهة أخرى. من أجل الحصول على أفضل المواصفات التجارية، لا بد من دراسة تأثير درجة الحرارة وزمن الاستخلاص، وطريقة المعالجة الطبيعية أو الفلوية وتأثير الشروط البيئية. يشكل طحلب *Hypnea musciformis* مصدراً طبيعياً لإنتاج الكاراجينان لذا فمن الضروري حمايته ومحاولة استزراعه واستثماره تجارياً في المستقبل نظراً إلى أهميته الطبية والاقتصادية.

REFERENCES المراجع

عباس، آصف. (1992). مساهمة في دراسة النباتات البحرية القاعية على شـاطئ اللاذقيـة. أطروحـة ماجستير، كلية العلوم، جامعة تشرين.

ميهوب، حامد. (1991). الطحالب البحرية ذات الأهمية الاقتصادية والطبية فـي سـورية؛ 2- الطحالـب الحمراء، مجلة جامعة تشرين، المجلد13، 1991 العدد3 ،80-102.

Amimi, A., Mouradi, A., Bennasser, L., Givernaud, T. (2007). Seasonal variations in thalli and carrageenan composition of *Gigartina pistillata* (Gmelin) Stackhouse (Rhodophyta, Gigartinales) harvested along the Atlantic coast of Morocco. Phycol. Res. 55(2): 143–149.

Armisen, R., Galatas, F. (1987). Production, properties and uses of agar. In: McHugh DJ (ed.), Production and Utilisation of Products from Commerical Seaweeds. FAO Fish. Tech. Paper. 288: 1-57.

Bird, KT., Hanisak, MD., Ryther, J. (1981). Chemical quality and production of agars extracted from *Gracilaria tikvahiae* grown in different nitrogen enrichment conditions. Bot. Mar. 24: 441–444.

Buriyo, A., Mtolera, M. and Semesi, A. (2001). The effect of seasons on yield and quality of carrageenan from Tanzanian red alga *Eucheuma denticulatum* Gigartinales, Rhodophyta. S. Afr. J. Bot. 67: 488–491.

Buriyo, AS., Kivaisi, AK. (2003). Standing stock, agar yield and properties of *Gracilaria salicornia* harvested along the Tanzanian coast. Western Indian Ocean J. Mar. Sci. 2(2): 171-178.

Craigie, JS. (1990). Cell walls. In Cole KM, Sheath RG (eds), Biology of the Red Algae, Cambridge University Press, Cambridge: 221–257.

Dolan, T. C and Rees, D. A. (1965). Carrageenan. Part II. The position of the glycosidic linkages and sulfate esters in Lambda-Carrageenan. J. Chem. Soc., 3534-3539

Doty, M. S. (1988). Prodomonus ad Systematica Eucheumatoiderum: A tribe of commercial seaweeds related to Eucheuma (Solieriaceae, Gigartinales). In: (I.A.Abbott, ed.). Taxonomy of Economic Seaweeds with Reference to some Pacific and Caribbean Species. 2.pp. 159–207.

Doty, M. S. (1995). Betaphycus philippinensis gen. Et sp. nov- and related species (Solieriaceae, Gigartinales) In Abbott (ed.), Taxonomy of economic seaweeds with reference to some Pacific species. La Jolla: California Sea Grant College Program. Vol. 5. pp. 237–245.

Durako, MJ., Dawes, CJ. (1980). A comparative seasonal study of two populations of *H. musciformis* from the east and west coasts of Florida, USA. I. Growth and chemistry. Biol. Mora. 59:151–156.

Fatima, B., Muhammad, A., Mahmood, U. H., Seema, I. (2006). Isolation and characterization of kappa carrageenan from *Hypnea musciformis* (red algae) of Karachi coast. Journal, Saudi Chem. Soc. Vol. 10, No, 3. 501-508.

Glicksman, M. (1983). Red seaweed extracts. In Glicksman M (ed.), Food Hydrocolloids. 2, CRC, Press Baton Rouge. 73–113.

Greer, CW., Yaphe, W. (1984). Characterization of hybrid (betakappa-gamma) carrageenan from *Eucheuma gelatinae* J. Agardh (Rhodophyta, Solieriaceae) using carrageenanase, infrared and 13C-nuclear magnetic resonance spectroscopy. Bot. mar. 27: 473-478.

Guist, G., Dawes, CJ., Castle, JR. (1982). Mariculture of the red seaweed, *Hypnea musciformis*. Aquaculture. 28: 275-384.

John, DM., Asare, SO. (1975). A preliminary study of the variations in yield and properties of phycocolloids from Ghanaian seaweeds. Mar Biol. 30:325–330.

Kloareg, B., Quatrano, RS. (1988). Structure of cell walls of marine algae and ecophysiological functions of the matrix polysaccharides. Oceanogr Mar Biol Ann Rev. 26:259–315.

Lobban, C. S., Harrison, P. J. (1994). Seaweed Ecology and Physiology. Cambridge University Press, Cambridge - New York – Oakleigh. 366 p.

Mayhoob, H., 1976. Recherches sur la végétation marine de la cote syrienne.Etude experimental sur la morphpgénse et le development de quelques espèces peu connues these Doctorat d' Etat. Caen. France., 286p.

McCandless, E., Craigie, J., Walter, J. (1973). Carrageenans in the gametophytic and sporophytic states of Chondrus crispus. Planta. 112: 201–212.

McCandless, EL. (1978). The importance of cell wall constituents in algal taxonomy. Systematic association, Sp. Vol. 10. In: Irvine DEG, Price JH (Eds) Modern Approaches to the taxonomy of red and brown algae. Academic Press, London and New York. pp 63-85.

Mtolera, M. S, P., Buriyo, AS. (2004). Studies on Tanzanian Hypneaceae: seasonal variation in content and quality of Kappa-carrageenan from *Hypnea musciformis* (Gigartinales: Rhodophyta). Western Indian Ocean Journal of Marina Science. 3 (1): 43-49.

Mouradi-Givernaud, A., T., Givernaud, H., Morvan and Cosson, J. (1992). Agar from *Gelidium latifolium* (Rhodophyceae, Gelidiales): Biochemical composition and seasonal variations. Bot. Mar. 35: 153–159.

Mouradi, A., Givernaud, T., Chikhaoui, K., Bennasser, L. (2008). 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), 509-514.

Noureddin, S., Youssef, A & Omran, M. (1994). Contribution to the study of annual cycle of nitrogen and phosphorus nutrients in Syrian coastal waters (North of Lattakia city). Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research, Basic sciences Series, 2 (arabic part) 27-43.

Oneill, A. N. (1955). 3,6 Anhydro D galactose as a constituent of Kappa carrageenan J. Am. Chem.Soc. 77, 2837-2839.

Percival, E. (1979). The polysaccharides of green, red and brown seaweeds: their basic structure, biosynthesis and function. Phycol. 14:103–117.

Permas, A. J., Smidsrod, O., Larsen, B., and Haug, A. (1967). Chemical heterogeneit of carrageenan as shown by fractional precipitation with potassium chloride.Acta. Chem. 21,98-119.

Rao, R. K. (1970). Studies on growth cycle and phycocolloid content in *Hypnea musciformis* (Wulf) Lamour. *Bot. Mar*. 13: 163–165

Rao, R. K. and Krishnamurthy, V. (1978). Studies on Indian Hypneaceae 1: Seasonal variation on phycocolloid content in two species of *Hypnea* (Gigartinales, Rhodophyta). Bot. Mar. 21: 257–259.

Rees, D. A. (1969). Structure, conformation and mechanisms in the formation of polysaccharides gels, networks. Adv Carbohydr Chem Biochem. 24:267–332.

Reis R. P., Valentin, Y. Y., Santos, C. P. D. (2008). Spatial and temporal variation *Hypnea musciformis* carrageenan (Rhodophyta-Gigartinales) from natural of beds in Rio de Janeiro state, Journal Apply Phycol. 20, 1-8.

Rui, L., Jiajun, L. and Chaoyuan, W. (1990). Effect of ammonium on growth and carrageenan content in *Kappaphycus alvarezii* (Gigartinales, Rhodophyta). Hydrobiologia. 204/205: 499–503.

Semesi, A. K. (1979). Studies on industrial polysaccharides from selected Tanzanian marine algae. PhD thesis, University of Dar es Salaam. 430 pp.

Solimabi, B. D., Kamat, S. Y., Fernandes, L. and Reddy, C. V. (1980). Seasonal changes in carrageenan and other biochemical constituents of *Hypnea musciformis.* Ind. J. Sci. 9: 134-136.

Stancioff, D. J., and Stanley, N. F. (1969). Infrared and chemical studies on algal polysaccharides. Proc. int. Seaweed Symp. 6: 595-609.

Stanley, N. F. (1990). Carrageenans. *In*: (P. Harris, ed.) Food gels. Elsevier Applied Science, London. pp. 79–119.

Syed, J., Fatima, B., Noor, T., Seema, M., Farhan, M., Rafia, S., Fahim, U. (2007). Physico - chemical characterization of carrageenan at different temperatures isolated from *Hypnea musciformis* from Karachi coast Pakistan. Journal of applied sciences 7,22. 3506-3511.

Wakibia, JG., Bolton, J., Keats, DW., Raitt, LM. (2006). Factors influencing the growth rates of three commercial eucheumoids at coastal sites in southern Kenya. J. Appl. Phycol. 18:565–573.

Yermak, IM., Khotimchenko, YS. (1997). Physical and chemical properties, applications, and biological activities of carrageenan, a polysaccharide of red algae. Mar. Biol. 23: 129–142.

Zhou, G., Sheng, W., Yao, W., Wang, C. (2006). Effect of low molecular lambda carrageenan from *Chondrus ocellatus* on antitumor H-22 activity of 5-F4. Pharmacological research. 53, 129-134.