مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (39) العدد (4) 2017
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (39) No. (4) 2017

Some applications of agar extracted from marine Syrian alga *Pterocladia capillacea*

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

(Received 9 / 7 / 2017. Accepted 9 / 8 /2017)

□ ABSTRACT □

The aim of this research was to use the agar extracted from the marine Syrian alga *Pterocladia capillacea* in some applications in microbiology laboratories and some food applications (with ice cream and sweets). The effect of agar concentration on the gel strength was also studied. Increased concentration leads to increased gel strength. The results recorded in this study showed that the agar produced from the *Pterocladia capillacea* is of high quality and can be used in many applications. This alga can be an important source of future agar production.

key words: *Pterocladia capillacea*, Agar , Properties , Applications .

*Professor, Department of Botany, Faculty of Sciences, Tishreen University, Lattakia, Syria.
** Assistant Professor, Department of Botany , Faculty of Sciences, Tishreen University, Lattakia, Syria.
***PHD Student, Department of Botany, Faculty of Sciences, Tishreen University, Lattakia, Syria.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (39) العدد (4) 2017
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (39) No. (4) 2017

بعض تطبيقات الأغار المستخلص من الطحلب البحري السوري *Pterocladia capillacea*

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

(تاريخ الإيداع 9 / 7 / 2017. قبل للنشر في 9 / 8 / 2017)

□ ملخّص □

كان الهدف من هذا البحث هو استخدام الأغار المستخلص من الطحلب البحري *Pterocladia capillacea* في بعض التطبيقات العملية كتركيب الأوساط الزرعية لاستنبات الجراثيم والفطريات في مخابر الأحياء الدقيقة و كعامل مهلم في بعض الصناعات الغذائية (الآيس كريم والحلويات). دُرس تأثير تركيز الأغار في قوة تهلمه حيث بينت النتائج أنه كلما زاد التركيز ارتفعت قوة التهلم. أثبتت النتائج المسجلة في هذا البحث أن الأغار المنتج من الطحلب *Pterocladia capillacea* يتمتع بجودة عالية وتسمح خصائصه باستخدامه لأغراض متعددة، ويمكن لهذا الطحلب أن يشكل مصدرا هاما لإنتاج الأغار في المستقبل.

الكلمات المفتاحية: الطحلب الأحمر *Pterocladia capillacea*، الأغار، خصائصه، استخداماته.

* **أستاذ – قسم النبات – كلية العلوم – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.**
** **أستاذ مساعد – قسم النبات – كلية العلوم – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.**
*** **طالب دراسات عليا (دكتوراه) – قسم النبات – كلية العلوم – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.**

مقدمة:

ازدادت في الآونة الأخيرة وبشكل ملحوظ وتيرة الأبحاث المحلية المتعلقة بدراسة الطحالب البحرية السورية وأهمية مستخلصاتها نظراً لتمتع هذه المستخلصات بخصائص علاجية واسعة الطيف للعديد من الأمراض مثل الأمراض السرطانية (Hossam *et al*., 2016) ومضادات للفيروسات (Ghannam *et al*, 2013) وصادات للجراثيم (زينب وآخرون، 2011). بإلاضافة إلى الدراسات التي تناولت استخلاص الغرويات الطحلبية Phycocolloids أغار(Agar) (Mayhoob *et al.,* 2017 : ميهوب و أخرون، 2017a– 2017 b– 2017c، عباس، 2010) و الكاراجينان (Carrageenan) (محمود، 2012، عباس، 2012، ميهوب، 2012) حيث تتمتع هذه المواد بخواص هامة كالتهلم (Gelling) واللزوجة (Viscosifier) والتثبيت (Delattre *et al,* 2011) (Stabilizer).

تستخدم الغرويات الطحلبية في مجالات واسعة فمثلاً تستخدم الألجينات في الصناعات الدوائية و الغذائية كما أنها مادة أساسية في مخابر أطباء الأسنان (King *et al*., 2008)، ويستخدم الكاراجينان في الصناعات الغذائية (Imeson, 2009)وفي صناعة معاجين الأسنان ومستحضرات التجميل (Carp *et al*., 2004). وفي الصناعات الصيدلانية (Phillips and Williams, 2009). فضلاً عن تثبيط الفيروسات المسببة لمرض نقص المناعة المكتسبة (HIV) ومعالجة بعض أنواع السرطانات (Yuan *et al*., 2006) و كمانع لتخثر الدم .(Alban *et al*., 2002) وكمضاد للالتهابات (Arfors and Ley, 1993).

أما الأغار يستخدم كمادة مضافة (مواد مكثفة غذائية) في الصناعات الغذائية منذ أكثر من 350 سنة (Imeson, 2010). ويتم استخدامه حالياً في منتجات المخابز والحلويات والمربيات والآيس كريم ومنتجات الألبان(Imeson, 2010; Venugopal, 2011). يستخدم أيضاً في مجالات تطبيقية مختلفة (صيدلانية، طبية، مستحضرات التجميل، تقانات حيوية، مخابر الأحياء الدقيقة(الميكروبيولوجيا) كأوساط زرعية وطب الأسنان (مواد طبعات الأسنان) (Santos, 1990; Armisen *et al,* 2009; Imeson, 2010; Venugopal, 2011; Thomas , 2011; Anita, 2012).

ينتمي الأغار إلى السكريات الكبريتية المتعددة ويتم استخلاصه من بعض الطحالب الحمراء كالكلاسيلاريا (*Glacilaria*),الجيليديوم (*Gelidium*)، الجيليديلا (*Gelidiella*) والبتيروكلاديا (*Pterocladia*) (Craigie, 1990) . ويتكون الأغار من سلاسل طويلة من الأغاروز (Agarose) و الأغاروبكتين (Agaropectine) (Imeson, 2010; Venugopal, 2011).

أهمية البحث و أهدافه:

يهدف البحث إلى استخدام الأغار المنتج من الطحلب البحري السوري *Pterocladia capillacea* في بعض التطبيقات العملية كمزارع مخبرية للأحياء الدقيقة (فطريات) و كعامل مهلم مع الآيس كريم و الحلويات. وذلك استكمالاً لسلسلة الأبحاث التي تم إجرائها على دراسة طرائق استخلاص الأغار والعوامل المؤثرة في خصائصه الفيزيائية والكيميائية، وذلك نظراً للأهمية الاقتصادية، الصناعية والصيدلانية الكبيرة التي يمثلها الأغار.

طرائق البحث و مواده :

- المادة النباتية:

شكل (1) يبين الشكل العام لطحلب بتيروكلاديا كابيلاسيا *Pterocladia capillacea*

ينتمي طحلب (البتيروكلاديا كابيلاسيا) *Pterocladia capillacea* الشكل (1) (S.G. Gmel.) Bornet & Thur (ميهوب،1991: عباس، 1992: ميهوب وعباس، 1992: Pereira and Neto, 2015) إلى:

- شعبة الطحالب الحمراء *Rhodophyta*
- صف *Florideophyeae*
- رتبة *Gelidiales*
- فصيلة *Gelidiaceae*
- جنس *Pterocladia*

تم جمع عينات الطحلب *Pterocladia capillacea* من شاطئ مدينة جبلة السورية خلال عام (2014).

- **استخلاص الأغار**: تم الاستخلاص وفق الطريقة المتبعة عند(Armisen *et al.*, 2009).

- قياس الخواص الفيزيائية:

- قياس لزوجة الأغار: تم تحضير محلول من الأغار (1,5%) في بيشر سعته 100 مل، تقاس اللزوجة (باستخدام جهاز قياس اللزوجة Nahita موديل 2/807) الشكل (2) عندما تصبح درجة حرارة المحلول 8 °C (Armisen and Galatas., 1987) .

- تم قياس قوة الهلام Gel Strength عن طريق صب محلول الأغار (1.5%) في أطباق بتري ثم تترك في درجة حرارة الغرفة حتى يجمد ثم تحفظ في الدرجة 10 °C لمدة 15 ساعة (Chirapart and Ohno, 1993). تم قياس قوة الهلام في الدرجة 20 °C باستخدام جهاز Penetrometer موديلG4 الشكل (3).

- تم قياس درجة حرارة تجمد الأغار Gelling Temperature وقياس درجة حرارة ذوبان الأغار Melting Temperature حسب الطريقة المتبعة عند كل من (Armisen and Galatas., 1987; Freile-Pelegrin and Robledo., 1997; Praiboon *et al.*, 2006).

الشكل (2) جهاز قياس اللزوجة من النوع (Nahita) موديل (2/807)

الشكل (3) جهاز قياس قوة الهلام من النوع Penetrometer موديل G4

تطبيقات الأغار:

1- تحضير وسط أغار البطاطا و الدكستروز Potato Dextrose Agar (PDA)

الجدول (1) المكونات المستخدمة في تحضير وسط أغار البطاطا و الدكستروز Potato Dextrose Agar (PDA)

المكونات	الوزن g
البطاطا potato extract	200g
ديكستروز Dextrose	20 g
الأغار Agar	15-20 g
الماء المقطر Distilled water	1000 ml يتمم

طريقة تحضير وسط PDA:

تستخدم المكونات بالمقادير المذكورة بالجدول (1) وفق الخطوات التالية:

1. تؤخذ درنات البطاطا بمقدار 200 g وتغسل جيدا ثم تقطع إلى قطع صغيره وتطبخ لمدة نصف ساعة مع نصف لتر من الماء المقطر .
2. تهرس البطاطا المسلوقة.
3. تؤخذ الرشاحة ويضاف لها سكر الدكستروز (20 g) ثم يضاف الأغار تدريجياً.
4. يضاف الماء المقطر بحيث يصبح الحجم واحد ليتر، ثم يعقم الوسط بجهاز الأوتوغلاف Autoclave.
5- يصب الوسط في أطباق بتري ويترك في حرارة الغرفة ثم توضع في درجة حرارة +4 C° لحين الاستخدام (Evan and Baxter, 1999).

2- طريقة استخدام الأغار في صناعة الأيس كريم:

الجدول(2) المكونات المطلوبة لصنع الآيس كريم فانيليا باستخدام الأغار

مثلجات الفانيليا Vanilla Ice Cream

المكونات	الكمية بالغرام
أغار	2.6 g
فانيليا	0.2 g
كربونات الصوديوم	0.1 g
ملونات (صناعية)	0.05 g
حليب	500 ml

طريقة التحضير:

يمزج الأغار في البداية مع كمية قليلة من الحليب مع التسخين حتى تمام الذوبان، ثم تضاف المكونات الأخرى ويغلى المزيج لمدة تتراوح بين 5- 10 دقائق، ثم يترك ليبرد في درجة حرارة الغرفة ، ثم يوضع في الثلاجة لحين الاستخدام. يتضمن الجدول (2) المكونات المطلوبة لصنع آيس كريم الفانيليا باستخدام الأغار (Santos, 1990).

الجدول(3) المكونات المطلوبة لصنع الآيس كريم فانيليا باستخدام الأغار

آيس كريم الليمونLemon Ice Cream

المكونات	الكمية بالغرام
أغار	2.25 g
سكر	100 g
ملونات (صناعية)	0.05 g
ماء	150 ml
نبيذ أبيض	150 ml
عصير ليمونتين	
قشر ليمون مبروش	

طريقة التحضير:

يضاف الأغار إلى الماء ليصبح المحلول متجانس ثم يمزج مع باقي المكونات، بعد ذلك يرشح المحلول و يترك ليبرد في درجة حرارة الغرفة ، ثم يوضع في الثلاجة لحين الاستخدام. يتضمن الجدول (3) المكونات المطلوبة لصنع آيس كريم اليمون باستخدام الأغار (Santos, 1990).

3- طريقة استخدام الأغار مع الحلويات:

تم استخدام الأغار مع الحليب وفق المقادير الموضحة بالجدول (4). وأتبعت الخطوات التالية في التحضير: يوضع القليل من الحليب في بيشر زجاجي، ثم يبدأ التسخين ويضاف إليه السكر مع التحريك المستمر وعندما ينحل كامل السكر يضاف إلى المحلول السابق الأغار ويكمل المحلول بالحليب مع استمرار التحريك والتسخين

حتى يصبح المجموع 100 مل. يمكن أن يضاف المزيج السابق إلى المعجنات في صناعة الحلويات (Imeson, 2010; Venugopal, 2011, Thomas , 2011).

الجدول (4) المكونات المستخدمة لتطبيق الأغار مع الحليب في صناعة الحلويات

المكونات	النسبة المئوية %
سكر	10
أغار	0.50 -0.30
نشاء	2-0
منكهات وملونات	حسب الرغبة
حليب	يكمل المزيج إلى 100
المجموع	100 مل

النتائج والمناقشة:

الأغار المنتج:

يتمتع الأغار المستخلص من الطحلب *Pterocladia capillacea* بمواصفات وجودة أعلى مقارنة بالأغار التجاري ببعض الخواص كاللزوجة (70.5) cP وقوة الهلام (798.5 g/cm^2) كما هو موضح بالجدول (5) مما يعطيه الأفضلية للاستخدام ببعض الصناعات الغذائية. كما أن درجات تجمد الأغار مناسبة جداً لاستخدامه في الصناعات الغذائية والصيدلانية وكأوساط جامدة لزراعة الجراثيم، ومطابقة لمواصفات الآغار التجاري (درجات الذوبان 85 ±5 و التجمد34 ±3) شركة HIMEDIA و شركة TITAN BIOTECH LTD مقارنة بأغار بعض أنواع الكراسيلاريا (*Gracilaria*) حيث درجة تجمده بين 42 و 44 °C الذي يفسر استخدامه في الصناعات الغذائية فقط (Armisen, 1995; Kumar and Fotedar, 2009).

الجدول (5) مقارنة خواص الأغار المستخلص من الطحلب *Pterocladia capillacea* بخواص الأغار التجاري

نوع الأغار	درجة الذوبان °C	درجة التجمد °C	اللزوجة cP	قوة التهلم g/cm^2
الأغار المنتج	89	36	70.5	798.5
الأغار التجاري	88-85	44-42	6	550

بعض تطبيقات الأغار:

يتمتع الأغار المنتج باللزوجة والقدرة على تشكيل الهلام وخاصة عند انحلاله في الماء، وهذا يكسبه أهمية واسعة الاستخدام لأغراض تجارية متنوعة كمكثف ومهلم و مثبت وخاصة في الصناعات الغذائية، حيث يشكل محلول الأغار هلاماً مع انخفاض درجة الحرارة، ويتمتع بلزوجة عالية. يختلف الأغار عن بقية المواد الأخرى المستخدمة للغرض نفسه في الصناعات الغذائية مثل (الجيلاتين، النشاء) بأنه من مصدر نباتي طبيعي ويحتوي على سعرات

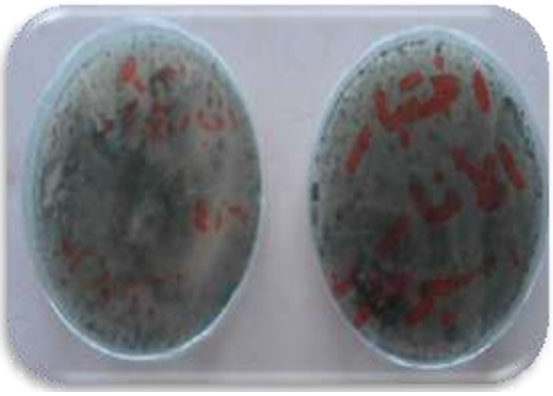
حرارية أقل، ويؤدي الوظائف نفسها و بتراكيز أقل من المواد سابقة الذكر وهذا يتوافق مع نتائج (Chapman, 1980; Armisen *et al.*, 2009;Imeson, 2010; Venugopal, 2011; Thomas , 2011).

الشكل (4) يبين الأغار المستخلص قبل الطحن

الشكل (5) يبين الأغار المستخلص بعد الطحن

وسط أغار البطاطا و الدكستروز Potato Dextrose Agar (PDA):

تم تحضير وسط أغار البطاطا و الدكستروز Potato Dextrose Agar (PDA) حسب الطريقة المتبعة من قبل (Evan and Baxter, 1999) وقد أظهرت النتائج أن الوسط المحضر باستخدام الأغار المستخلص من الطحلب *Pterocladia capillacea* اعطى هلام قوي بلغت قوة الهلام 798.5 g/cm^2 وهذا قد شكل بيئة جيدة لنمو بعض الفطريات مثل فطر الأسبيرجيلوس (*Aspergillums*) كما هو موضح بالشكل (6).



الشكل (6) يبين نمو فطر من جنس *Aspergillus* على وسط PDA المنتج باستخدام الأغار المستخلص من الطحلب *Pterocladia capillacea*

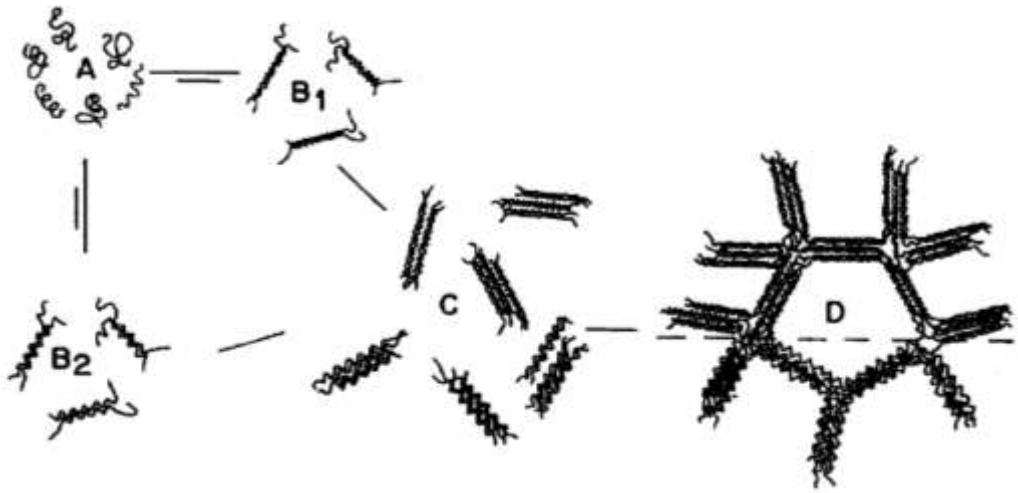
استخدام الأغار مع الآيس كريم والحلويات:

يستخدم الأغار في صناعة الآيس كريم كعامل مثبت. يتميز الآيس كريم المنتج باستخدام الأغار بأنه يثبت بسرعة ويذوب ببطئ وهو متماسك ويحافظ على شكله ومكوناته حتى في درجات حرارة تصل إلى 45 ˚C مما يجعلها قادرة على تحمل درجة حرارة الصيف وبلغت قوة الهلام الناتجة 150 g/cm^2 الشكل (7) وهذا يتوافق مع نتائج كل من (Santos, 1990; Imeson, 2010; Venugopal, 2011; Thomas , 2011; Anita, 2012).

يمكن استبدال بعض المواد بأخرى لتغيير الطعم. فمثلاً يمكن إضافة الماء بدل من الحليب لتحضير بوظة بالحليب، ويمكن إضافة زبدة الكاكاو و بودرة العصير لإعطاء بوظة بالشوكولا وبطعمات مختلفة. إن إضافة الحليب والأغار الجدول (3) إلى المعجنات في صناعة الحلويات يعطي للحلويات الشكل المتماسك، ويمكن أن يترك

المزيج ليبرد فيتشكل لدينا هلام قوي الشكل (7). كما يمكن إضافة مكونات أخرى كالملونات والفانيليا. كما تبين إن إضافة السكر في المراحل الأولى يساعد على بعثرة جزيئات الأغار وتجانسها في المحلول مما يحقق نتائج أفضل (Santos, 1990; Imeson, 2010; Venugopal, 2011, Thomas , 2011).

الشكل (7) آيس كريم محضرة باستخدام الأغار المستخلص من الطحلب *Pterocladia capillacea*



الشكل(8) يوضح آلية تهلم الأغاروز حسب (Medin, 1995)

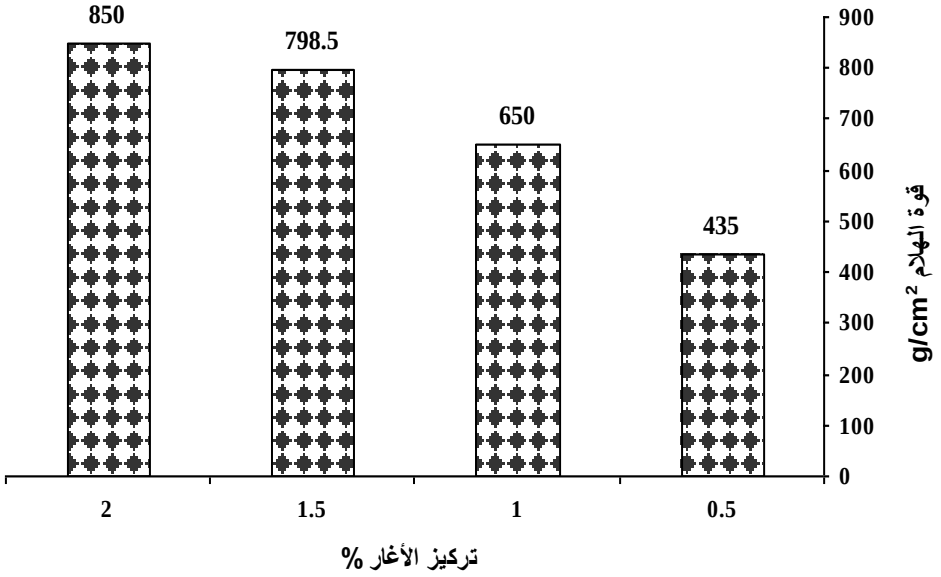
يعود تشكل الهلام في الأغار إلى تركيب الآغاروز الذي يعد المسؤول عن الخصائص الهلامية للأغار، حيث يتكون من وحدات متعاقبة من الغلاغتوز مرتبطة مع بعضها بروابط هيدروجينية على شكل سلاسل وعندما تصبح درجة حرارة محلول الأغار أقل من درجة حرارة الغرفة تقترب هذه السلاسل من بعضها البعض عن طريق تشكل روابط داخلية وبالتالي تأخذ شكل لولب مضاعف، ثم تبدأ السلاسل الملتفة بتشكيل روابط هيدروجينية مع بعضها لتؤلف شبكة داخلية ثلاثية الأبعاد تحصر فيما بينها جزيئات السائل و تعطي هلام قوي الشكل (8) (Medin, 1995; Armisen *et al.*, 2009; Imeson, 2010), ومع الوقت ينكمش الهلام ويصبح أقوى نتيجة زيادة اقتراب هذه السلاسل من بعضها البعض(Imeson,2009, 2010).

بينما عند يُسخن الهلام لدرجة حرارة أعلى من درجة حرارة الذوبان يصبح اللولب غير مستقر ويتحول الهلام إلى سائل، وعندما يبرد السائل مرة أخرى فإنه يحدث تجمع للسلاسل الحلزونية المضاعفة غير المستقرة بواسطة روابط هيدروجينية ويعاد تكوين هلام مع خسارة ضئيلة لقوة الهلام الأصلية. وتدعى هذه الخاصة العكوسية الحرارية للهلام (Armisen *et al.*, 2009; Imeson , 2009, 2010).

أما الآغاروبكتين فإن تأثيره في عملية التهلم ضعيف غير أنه أظهر تأثيراً في تحسين خاصية اللزوجة، والتي تختلف حسب نوع الطحلب وطريقة الإنتاج ومحتوى الآغار من الكبريتات (Armisen *et al.*, 2009).

تأثير تركيز الأغار في قوة هلامه:

تم تحضير عدة تراكيز من الأغار (0,5- 1- 1,5 - 2) % مع الحليب، ودراسة تأثير تركيز الأغار في قوة هلام النسيج الناتج من الأغار، حيث وضعت المحاليل السابقة في أطباق بتري، ثم تركت لتبرد في درجة حرارة الغرفة. بعد ذلك وضعت في الثلاجة بدرجة حرارة 4 $^{\circ}C$ حتى اليوم التالي وتقاس قوة الهلام. حيث أظهرت النتائج وكما هو مبين في الشكل (9) أن قوة الهلام الأغار تزداد مع زيادة تركيز الأغار ويعود السبب في ذلك إلى تقارب سلاسل الأغار من بعضها مما يزيد من أمكانية تشكل نقاط اتصال بينها مما يعمل على زيادة قوة الهلام (محمود ،2012). Armisen *et al.*, 2009;



الشكل (9) تأثير تركيز الأغار على قوة الهلام

الاستنتاجات والتوصيات:

1-يتمتع الأغار المستخلص من الطحلب *Pterocladia capillacea* بمواصفات فيزيائية جيدة وجودة عالية تتيح استخدامه في تطبيقات مختلفة مخبرية وصناعية وغذائية.

2- يمكن التحكم بقوة هلام الأغار ولزوجة محلوله حسب تركيز الأغار وذلك تبعاً لنوع التطبيق المراد استخدامه فيه.

3- يشكل طحلب *Pterocladia capllacia* مصدراً طبيعياً لإنتاج الأغار وبمواصفات تجارية عالمية. لذا فمن الضروري حمايته و محاولة استزراعه و استثماره تجارياً في المستقبل نظراً لأهميته الطبية و الاقتصادية.

المراجع:

1. زينب، أسمهان: عباس، آصف و قرة علي، أحمد ، *الفعالية الصادة لمستخلصات بعض الطحالب البحرية السورية تجاه بعض الأحياء الدقيقة الممرضة*، مجلة جامعة تشرين – سلسلة العلوم البيولوجية. العدد (3). المجلد (33). 2011. 103-116.

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

3. عباس، آصف. *مساهمة في دراسة استخلاص الأغار من الطحلب البحري السوري بتيروكلاديا كابيلاسيا* (*Pterocladia capillacea*). مجلة جامعة تشرين ، العدد3 .المجلد32، 2010 ،80-102.

4. عباس، آصف، *تأثير التغيرات الفصلية في مردود كاراجينان الطحلب البحري Hypnea musciformis وصفاته في المياه السورية*. مجلة جامعة دمشق للعلوم الأساسية. العدد الأول. المجلد (28). 2012. 155- 167.

5. محمود، علي. *مساهمة في دراسة طرائق استخلاص الكاراجينان من الطحلب .Hypnea sp وخصائصه الفيزيائية والكيميائية وبعض تطبيقاته*. رسالة ماجستير في البيئة والتصنيف النباتي. كلية العلوم، جامعة تشرين، 2012.

6. ميهوب، حامد. *الطحالب البحرية ذات الأهمية الاقتصادية والطبية في سورية؛2-الطحالب الحمراء*، مجلة جامعة تشرين،المجلد13، 1991 العدد3 ،80-102.

7. ميهوب، حامد و عباس، اصف. *الطحالب ذات الاهمية الاقتصادية و الطبية في سوريا: الطحالب السمراء و الخضراء. مجلة جامعة دمشق* . مجلد 8 العدد 4 ص : 51-72. 1992

8. ميهوب، حامد. عباس، آصف. محمود، علي. *تأثير طريقة استخلاص الكاراجينان على مردوده وبعض خواصه الفيزيائية من الطحلب الأحمر الشاطئ السوري في Hypnea musciformis (Wulfen) Lamouroux* ، مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العليا- سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (33) العدد،2، 2012.

9. ميهوب، حامد. عباس، آصف. محمود، علي. *دراسة تأثير درجة حرارة استخلاص الآغار في مردوده وصفاته من الطحلب البحري السوري Pterocladia capillacea*، مجلة جامعة البعث للعلوم التطبيقية ، المجلد (39) العدد،1، 2017a.

10. ميهوب، حامد. عباس، آصف. محمود، علي. *دراسة تأثير درجة pH استخلاص الأغار في مردوده و خواصه الفيزيائية من الطحلب البحري السوري Pterocladia capillacea*، مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العليا– سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (39) العدد،3، 2017b.

11. ميهوب، حامد. عباس، آصف. محمود، علي. *دراسة تأثير التغيرات الفصلية في مردود و صفات آغار الطحلب البحري بتيروكلاديا كابيلاسيا (Pterocladia capillacea) في المياه السورية*، مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العليا– سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (39) العدد،1، 2017c.

12. ALBAN, S., SCHAUERTE, A., FRANZ, G. *Anticoagulant sulfated polysaccharides: Part I. Synthesis and structure-activity relationships of new pullulan sulfates*. Carbohydr. Polym, 47, 2002, 267–276.

13. ARFORS, K AND LEY, K. *Sulfated polysaccharides in inflammation*, J. Lab. Clini. Med, 1993, 121, 201–202.

14. ARMISEN, R. and F. GALATAS. *Production and properties and uses of agar*. *In*: (D. S. McHugh, ed.) *Production and Utilization of Products from Commercial Seaweeds* FAO, 1987, pp. 1-57.

15. ARMISEN, R, *World-wide use and importance of Gracilaria*. Journal of Applied Phycology, 7, 1995, 231–243.

16. ARMISEN, R.; GALATAS, F.; PHILLIPS, G.; and WILLIAMS, P. Agar. In G. Phillip & P. William (Eds.), *Handbook of hydrocolloids* ,Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2009 , pp. 82-107.

17. ANITA, B, N, G . *AGAR-AGAR Seaweed hydrocolloid as a gelatin alternative in dairy applications*, Wellness Foods Europe , 2012. **8-12**

18. CARP, D, J., BAEZA, R, I., BARTHOLOMAI, G, B., PILOSOF, A, M, R. *Impact of proteins k-carrageenan interactions on foam properties Lebensm.-Wiss*. u. Technol, 2004, 37, 573–580.

19. CHAPMAN, D, J. (1980) *Seaweeds and their uses*, Chapman and Hall, Third Edition, London, New York, p:722.

20. CHIRAPART, A. and OHNO, M. *Seasonal variation in the physical properties of agar and biomass of Gracilaria sp. (chorda type) from Tosa Bay, southern Japan*. Hydrobiologia, 260/261**,** 1993**,** 541–547.

21. CRAIGIE, J. Cell walls, 221-258p. In: *Biology of the Red Algae*, Cambridge University Press. 1990, 517p.

22. DELATTRE C., FENORADOSOA T. A., MICHAUD P. GALACTANS: *An Overview of their Most Important Sourcing and Applications as Natural polysaccharides*. Brazilian archives of biology and technology. 2011; 54: 1075-1092.

23. EVAN, L. BAXTER, A. *Collaction And Preserving Fungi*. Bio net international plant protection. South Africa, 1999, 1-98.

24. FREILE-PELEGRIN, Y.; D. ROBLEDO. *Effects of season on the agar content and chemical characteristics of Gracilaria cornea from Yucata´n, Me´xico.* Bot. Mar, 40, 1997, 285–290.

25. GHANNAM, A. ABBAS, A. ALEK, H. AL-WAARI, Z. KTAIFANI, M. *Enhancement of local plant immunity against tobacco mosaic virus infection after treatment with sulphated-carrageenan from red alga (Hypnea musciformis) Physiological and Molecular Plant Pathology*, ScienceDirect .84 ,2013, 19-27.

26. HOSSAM, M. MOHAMMAD, H. ADNAN, E. ASSEF, A. ABDULMUNIM , A., HUSSEIN, D. OULA, S. AHMAD, G. *Iduction of C1 phase cell cycle arrest apoptosis in MDA MB 231 human Breast cancer cells by sulfated polysaccharide extracted from*

Laurencia Papillosa.CCIN-D-16-00034R1. Journal Cancer cell international. 2016, 16 (1), 1.

27. IMESON, A. P. *Carrageenan and furcellaran*, FMC Biopolymer, UK Handbook of hydrocolloids, 2009, pp:164-185.

28. IMESON, A. Ch. 3 Agar. In: A. Imeson (Ed.). 2010. *Food Stabilisers, Thickeners and Gelling Agents* West Sussex, UK: Wiley-Blackwell Publishing. 2010. pp. 31- 49.

29. KING, S., SEE, H., THOMAS, G., SWAIN, M. *Determining the complex modulus of alginate irreversible hydrocolloid dental material*. dental materials, ,2008, 2 4, 1545–1548.

30. KUMAR, V.; FOTEDAR, R. *Agar extraction process for Gracilaria cliftonii.* Carbohydrate Polymers, 78, 2009, 813–819.

31. MAYHOOB, H. ABBAS, A. MAHMOD, A, *Study the Effect of Agar Extraction Time on its Yield and Physical Properties of Syrian Alga Pterocladia capillacea*, SSRG International Journal of Agriculture & Environmental Science (SSRG-IJAES)–volume 4 Issue 2 March to April 2017.

32. MEDIN, A. *Studies of Structure and Properties of Agarose* Ph. D. Thesis. Acta Universitatis Upsaliensis, 1995, 126.

33. PEREIRA, L. NETO, J, M. *Marine Algae Biodiversity, Taxonomy, Environmental Assessment, and Biotechnology,* University of Coimbra, 2015.

34. PHILLIPS , G, O and WILLIAMS, P, A. *Handbook of hydrocolloids ,Second edition*, Wood head Publishing limited, Oxford , Cambridge, New Delhi., 2009 PP:1003.

35. PRAIBOON, J.; CHTRAPART, .; AKAKABE, .; BHUMIBHAMOND, O.; and KAJIWARAC, T. *Physical and Chemical Characterization of Agar Polysaccharides Extracted from the Thai and Japanese Species of Gracilaria*. ScienceAsia 32 Supplement, 1, 2006, 11-17.

36. . SANTOS, G, A. *A Manual For The Processing Of Agar From Gracilaria* ASEAN/ SF/90/Manual No. 5 June 1990 . pp:37.

37. THOMAS. R. L. *Hydrocolloids in Food Processing*, © Blackwell Publishing Ltd. and Institute of Food Technologists, 2011, ISBN: 978-0-813-82076-7.

38. VENUGOPAL, V. *Marine Polysaccharides: Food Applications*. Boca Raton, FL: CRC Press Taylor & Francis Group, 2011.

39. YUAN, H., SONG, J., LI, X., LI, N., DAI, J. *Immunomodulation and antitumor activity of k-carrageenan oligosaccharides*. Cancer Letters, 2006, 243, 228-234.