دراسة تأثير درجة الـpH والزمن في استخلاص الأولفان لنوعين من الطحلب الأخضر *Ulva* من الساحل السوري

الدكتور جورج ديب* الدكتور حسن البودي** محمود تقلا***

الملخص

تم في هذا البحث استخلاص الأولفان (سكر متعدد كبريتي) لنوعين من الطحالب الخضراء *Ulva fasciata* و *Ulva lactuca* المجموعة من الشاطئ السوري وحساب المردود لكل منهما, وتأثير كل من درجة الـ pH والزمن على هذا المردود.

أظهرت النتائج تفوق الطحلب *U. fasciata* على الطحلب *U. lactuca* في محتوى الأولفان حيث بلغ المردود 27.35% و 24.38% على التوالي في الشروط المرجعية, وعند التعديل في شروط الاستخلاص انخفض المردود للنوعين تدريجياً بالابتعاد عن درجة pH=2 وزمن 3ساعات, بينما كانت أخفض قيمة للمردود8.11 % من طحلب *U.lactuca* عند درجة pH=1 وزمن ساعة واحدة, مقابل 8.96 % من طحلب *U.fasciata* في نفس الشروط.

الكلمات المفتاحية : أولفان, استخلاص, الطحلب الأخضر *Ulva fasciata* , الطحلب الأخضر *Ulva lactuca* .

*أستاذ – قسم علم الحياة النباتية – كلية العلوم – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية .

** أستاذ مساعد – قسم الكيمياء – كلية العلوم – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية .

***طالب دراسات عليا (دكتوراه) – قسم علم الحياة النباتية – كلية العلوم – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية .

Studying the effect of pH and the time on the yield of Ulvan extraction from two types of green algae *Ulva* from Syrian coast

Mahmoud Takla* **Dr. Hasan Albodi**** **Dr. George Deeb***

Abstract

In this study, ulvan (sulphated polysaccharide) was extracted from two species of green algae: *Ulva fasciata* and *U.lactuca*, which were collected from the Syrian coast and calculate the yield for each, in addition to study the effect of pH and the time on the yield.

The results showed that *U. fasciata* was superior to *U. lactuca* in ulvan content where the yield was 27.35% and 24.38% respectively at reference condition of, upon modifying in the extraction conditions, the yield of the two types gradually decreased when moving away pH=2 and a time 3 hours, while the lowest yield was 8.11% of *Ulva lactuca* at pH=1 and 1 hour opposite 8.96% of *U.fasciata* at the same conditions.

Key words Ulvan, extraction, *Ulva fasciata*, *Ulva lactuca*

* Professor, Department of Botany, Faculty of Sciences, Tishreen University, Lattakia ,

** Assistant Professor, Department of chemistry , Faculty of Sciences, Tishreen University, Lattakia, Syria.

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

1-المقدمة :

تنتشر الطحالب البحرية على مدى جغرافي واسع جداً وقد تم نصنيفها في ثلاث مجموعات رئيسية (الخضراء والحمراء والذهبية) بحسب الأصبغة التي تحتويها ذات أبعاد وحجوم وأشكال عديدة [21] تم التوسع حالياً في التصنيف وفق معايير مختلفة, بدأت محاولات عديدة منذ القدم وفي كثير من البلدان لاستخدام الطحالب البحرية لأغراض متعددة حيث تمّ اعتماد بعضها كطحالب اقتصادية مثل طحلب *Laminaria* في استخلاص الألجينات, وطحلب *Gracilaria* في استخلاص الآغار[19] وكغذاء للإنسان مثل *Ulva* [22] وعلف للحيوان [27] و في الزراعة[6], وكما استخدم بعضها في تطبيقات طبية وصيدلانية هامة [28,16]

ما زالت بلدان الحوض الشرقي للبحر الأبيض المتوسط تتعامل بشكل سلبي مع هذه الأحياء بالرغم من كل الأهمية التطبيقية السابقة الذكر حيث بدأت دراسة الفلورا البحرية السورية منذ عام 1976 بدراسة تصنيفية للأنواع الموجودة[20.1], ثم تلتها دراسات تطبيقية تضمنت استخدام الطحالب كأسمدة حيوية زراعية [9] كما تمت دراسة تأثيرها على الجراثيم [8] وكمضادات للفيروسات [10].

جذبت هذه الطحالب مؤخراً الانتباه كونها تشكل مصدراً للمركبات القابلة للتجديد باعتبارها تجتوي كمية كبيرة من الكربوهيدرات بمحتوى كلي يتراوح بين 76-20% من الوزن الجاف[11] ومنها سكريات متعددة كبريتية مثل الآغار والكاراجينان والألجينات [19] بالإضافة لبعض المركبات التي لم تدرس بشكل كافٍ من حيث طرق الاستخلاص والخواص مثل الأولفان الموجود بشكل خاص في أجناس رتبة Ulvales من الطحالب الخضراء [7] ذو النشاطات الفيزيولوجية المتعددة, بالإضافة لخواصه الكيميائية والفيزيائية المميزة, هذا كله جعل منه مادة هامة للعديد من التطبيقات الزراعية والصيدلانية والطبية[17], فقد استخدم على نطاق واسع في التغذية وصناعة مستحضرات التجميل والأدوية الحيوية وفي العديد من المجالات الأخرى[3], كما يظهر نشاطاً مضاداً للأكسدة[12], ويلعب دور خافض للكولستيرول[24], ونشاط معاد للفيروسات عند

الإنسان والطيور وخاصةً فيروسات الأنفلونزا [14] وتأثيره بشكل محدد في فيروس الحلأ البسيط [5] بالإضافة لخواصه الكيميائية والفيزيائية الفريدة جعلته مادة هامة للعديد من التطبيقات الغذائية والزراعية والصيدلانية [17].

2-مبررات البحث :

بالرغم من أهمية الأولفان لم نرَ أبحاث محلية وافية تناولت استخلاصه ودراسة خواصه للتمكن من معرفة مجالات استثماره بالرغم أن الطحالب الخضراء تتفوق على الحمراء والسمراء من حيث التنوع ومناطق الانتشار, حيث تنتشر أجناس رتبة Ulvales بكثافة على امتداد الساحل السوري.

3-أهداف البحث :

1. استخلاص الأولفان من النوعين *Ulva fasciata* و *Ulva lactuca* وحساب المردود لكل منهما.
2. دراسة تأثير بعض الشروط كدرجة الـ pH والزمن في مردود الأولفان .

4-مواد وطرائق البحث :

4-1-المادة النباتية:

4-1-1-الخصائص الشكلية والتصنيف لعينات الطحالب :

A- التصنيف:

صف :	Ulvophyceae
رتبة :	Ulvales
فصيلة :	Ulvaceae
الجنس :	*Ulva*
النوع :	*U. fasciata*

النوع : *U.lactuca*

B- الخصائص الشكلية:

- *Ulva fasciata* : ذو مشرة خضراء صفيحية قائمة تتثبت بواسطة جزء قرصي صغير تنطلق منه أجزاء شريطية عريضة في المنتصف وضيقة قرب القمة. يبلغ طول المشرة أكثر من 30 سم, وتتميز بحواف مموجة, نوع شائع واسع الانتشار على شواطئنا ولا سيما في المناطق المعرضة للتلوث بالمواد العضوية كمصبات مياه الصرف الصحي الشكل(1).

الشكل(1) الشكل العام لطحلب *Ulva fasciata*

- *Ulva lactuca* : يتميز بمشرة صفيحية عريضة ذات لون داكن أكثر من النوع الأول حوافه مموجة قد يصل طوله إلى 18 سم وعرضه إلى 30 سم, ينمو على الصخور أو متثبتاً بالطحالب الأخرى الشكل (2). ويتواجد النوعان بكميات كبيرة على الشواطئ السورية [20,1]

الشكل(2) الشكل العام لطحلب *Ulva lactuca*

4-2-الأدوات والتجهيزات المستخدمة:

ميزان الكتروني – حمام مائي هزاز – جهاز قياس pH – مثقلة –محمِ – ميزان حرارة – ميقاتية – أدوات مخبرية (زجاجيات – أوراق ترشيح) – مواد كيميائية (Hcl- NaOH - كحول إيتيلي 96%)

4-3-جمع العينات الطحلبية :

جمعت عينات *U. fasciata* و *U. lactuca* من شاطئ المدينة الرياضية (بمدينة اللاذقية) خلال ربيع 2020م, وتم غسلها بالماء العذب ثم بالماء المقطر بشكل جيد وذلك للتخلص من الملوحة والشوائب العالقة بها ثم نقلت إلى المخبر بأكياس بلاستيكية وجففت في الظل لعدة أيام ثم في محمٍ عند الدرجة 60^0 م حتى ثبات الوزن, وسحقت بطاحونة كهربائية لتصبح على شكل مسحوق ناعم, وضعت في عبوات بلاستيكية محكمة الإغلاق لحين الاستعمال, وسجلت المعلومات المتعلقة بمكان وتاريخ الجمع.

4-4- استخلاص مركب الأولفان :

تم وضع 60 غ من مسحوق النوعين الطحلبيين كل على حدا في 1 ل من محلول حمض كلور الماء pH=2 , وحرك, ثم وضع في حمام مائي ساخن بدرجة حرارة 90^0 م لمدة 3 ساعات, بعد ذلك رشح وبرد يدرجة حرارة الغرفة, وتم تثفيله (10000 دورة/الدقيقة لمدة 20 دقيقة)، ورشح القسم الطافي مرة ثانية, ومن ثم تم تعديل pH الوسط إلى 3.5 بإضافة NaOH, وبعد ذلك تمت إضافة 3 أضعافه من الإيتانول 96%, ووضع في المثفلة من جديد(5000 دورة/الدقيقة لمدة 20 دقيقة), ثم أخذ الراسب وتمت معالجته مرة ثانية بالإيتانول وثفل أيضاً (5000 دورة/الدقيقة لمدة 10 دقائق), ثم جفف عند الدرجة 40^0 م حتى ثبات الوزن.

حساب المردود من العلاقة :

المردود Y%= (الوزن الجاف للأولفان) / (الوزن الجاف للطحالب) × 100 [31]

وأجريت 5 مكررات لكل نوع من الطحالب.

كررت طريقة الاستخلاص ذاتها للنوعين ضمن الشروط المرجعية (pH=2 - بدرجة حرارة 90^0 م ومدة 3 ساعات), وقمنا بتعديل الشروط من حيث درجة الـ pH والزمن وتم حساب المردود لكل تجربة, وقورنت النتائج.

5-النتائج والمناقشة :

جُمعَت العينات خلال أشهر آذار ونيسان وأيار من العام 2020 م بكميات كبيرة من النوعين *U. fasciata* و *U. lactuca* حيث تم التركيز على الكتلة العضوية بغض النظر عن العدد للحصول على المسحوق الجاف بالطريقة التي ذكرت في الفقرة 4-3 وحفظت في في عبوات بلاستيكية لحين الاستخلاص الذي تمّ في الشروط المرجعية أولاً ثم في الشروط المعدلة لاحقاً وكانت النتائج الأتية:

5-1-استخلاص الأولفان:

أظهرت النتائج في الجدول(1), أن المردود الأعلى للأولفان كان من الطحلب *U. fasciata* حيث بلغ 27.35% في حين كان المردود من الطحلب *U. lactuca* 24.38% وهذا يتقارب مع نتائج [13] في مصر حيث بلغ المردود من*U. fasciata* 16.96% وفي *U. lactuca* بلغ 14.83%, وتوافق مع مجال المردود في أمريكا حيث تراوحت 29-8% [17], وتفوقت هذه النسب للمردود على نسبته في البرازيل 21.1% [23] والفيلبين23.71% [18] واليابان8.5% [29] وفرنسا 21.5% [25], في حين انخفض عن مستوى المردود في تونس البالغ 32.67% [31], أرجعت هذه الاختلافات في قيم المردود وفق العديد من الدراسات إلى اختلاف الأنواع الطحلبية المستخدمة والشروط الفيزيولوجية والبيئية المرافقة لنموها [30,4], كما أن المحصول الكمي والنوعي للأولفان ممكن أن يتفاوت بشكل ملحوظ اعتماداً على طريقة الاستخلاص وعمليات التنقية ومصدر الكتلة العضوية للطحالب [2] بالإضافة إلى شروط تخزين الكتلة العضوية للطحالب التي تم جمعها والمعالجة قبل الاستخلاص [26].

جدول (1) متوسط الوزن الجاف والمردود للأولفان في الشروط المرجعية

نوع الطحلب	متوسط الوزن الجاف للأولفان مقدراً بـ(g)	المردود Y%
U. fasciata	16.41	27.35
U. lactuca	14.63	24.38

5-2- تأثير درجة الـ pH والزمن على المردود:

أظهرت النتائج أن القيمة العظمى للمردود بلغت 27.35% من طحلب *U. fasciata* مقابل 24.38% من طحلب *U. lactuca* عند درجة pH=2 وزمن 3ساعات, وأخذت المنحنيات بالارتفاع نحو الحد الأعظمي المذكور ثم انخفضت تدريجياً شكل (5), في حين كانت أخفض قيمة للمردود 8.11% من طحلب *U. lactuca* عند درجة pH=1 وزمن 1ساعة مقابل 8.96% من طحلب *U. fasciata* في نفس الشروط شكل(3) ومن الممكن أن يعزى هذا الانخفاض إلى تفاعلات الأولفان مع المكونات الخلوية الأخرى للجدار[25].

نلاحظ عند التعديل لدرجة pH=1.5 أن القيمة العظمى للمردود من طحلب *U.fasciata* بلغت 18.63 % مقابل 17.31% من طحلب *U. lactuca* عند زمن 3 ساعات كما يظهر في الشكل(4), كما لوحظ عند تعديل زمن الاستخلاص عند درجة pH=2 الحصول على قيم مرتفعة للمردود خلال زمن 2 و2.5 و3.5 ساعة حيث بلغ 22.63% و 27% و26.66% من طحلب *U. fasciata* على الترتيب جدول(3) وشكل(5) في حين كانت 19.16% و 21.45% و 22.41% لطحلب *U. lactuca* على الترتيب جدول(5) وشكل(5), في حين انخفضت النسبة العظمى للمردود عند pH=2.5 لتبلغ 22.11% من طحلب *U. fasciata* مقابل 20.23% من طحلب من طحلب *U. lactuca* شكل(6) وبوتيرة مماثلة في الأشكال (7-8) حيث بلغ المردود

الأعظمي 20.16% و17.23 % من طحلب *U. fasciata* مقابل 18.43% و 15.33% من طحلب *U. lactuca* عند درجتي pH=3 و pH=3.5 على الترتيب.

إذاً تشير النتائج إلى انخفاض المردود تدريجياً بالابتعاد عن درجة pH=2 للأعلى أو للأسفل, وأيضاً إذا انخفض الزمن عن 3ساعات أو ازداد وبالتالي تقل الشروط المثلى لاستخلاص الأولفان أي أن هناك ترابط بين درجتي الـpH والزمن .

توافقت هذه النتائج مع دراسة[31] من حيث قيمة pH والحرارة الموافقة للمردود الأعظمي في الشروط المطبقة, كما وافقت دراسة[15] من حيث الـ pH والزمن مع اختلاف درجة الحرارة.

جدول (2) الوزن الجاف مقدراً بـ(g) من الأولفان المستخلص من طحلب *U. fasciata*

pH / الزمن	1	1.5	2	2.5	3	3.5
1	5.38	7.86	10.55	10.13	9.84	7.96
1.5	6.15	8.20	12.82	11.56	10.56	9.15
2	6.63	8.95	13.58	13.08	11.16	9.87
2.5	7.10	10.13	16.20	13.19	11.83	10.15
3	7.28	11.18	16.41	13.27	12.10	10.34
3.5	7.15	11.03	16.00	12.86	11.95	10.05

جدول (3) مردود الأولفان % المستخلص من طحلب *U. fasciata*

pH / الزمن	1	1.5	2	2.5	3	3.5
1	8.96	13.1	17.58	16.88	16.40	13.26
1.5	10.25	13.66	21.36	19.26	17.60	15.25
2	10.88	14.91	22.63	21.80	18.60	16.45

16.91	19.71	21.98	27.00	16.88	11.83	**2.5**
17.23	20.16	22.11	27.35	18.63	12.13	**3**
16.75	19.91	21.43	26.66	18.38	11.91	**3.5**

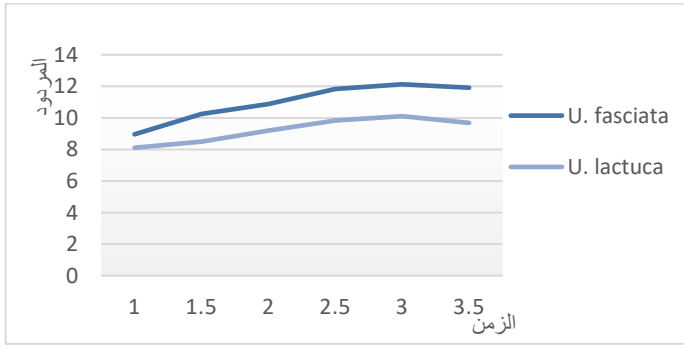
جدول (4) الوزن الجاف مقدراً بـ(g) من الأولفان المستخلص من طحلب *U. lactuca*

3.5	**3**	**2.5**	**2**	**1.5**	**1**	**pH / الزمن**
7.55	8.12	8.95	9.05	6.19	4.87	**1**
7.88	9.05	9.47	9.57	7.20	5.10	**1.5**
8.12	9.33	10.18	11.50	8.14	5.52	**2**
8.93	10.17	10.92	12.87	8.76	5.90	**2.5**
9.20	11.06	12.14	14.63	10.39	6.07	**3**
9.10	10.92	11.82	13.45	9.15	5.81	**3.5**

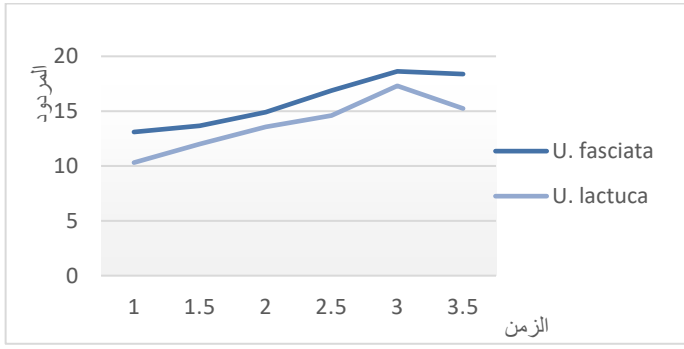
جدول (5) مردود الأولفان % المستخلص من طحلب *U. lactuca*

3.5	**3**	**2.5**	**2**	**1.5**	**1**	**pH / الزمن**
12.58	13.53	14.91	15.08	10.31	8.11	**1**
13.13	15.08	15.78	15.95	12.00	8.50	**1.5**
13.53	15.55	16.96	19.16	13.56	9.20	**2**
14.88	16.59	18.20	21.45	14.60	9.83	**2.5**
15.33	18.43	20.23	24.38	17.31	10.11	**3**
15.16	18.20	19.70	22.41	15.25	9.68	**3.5**

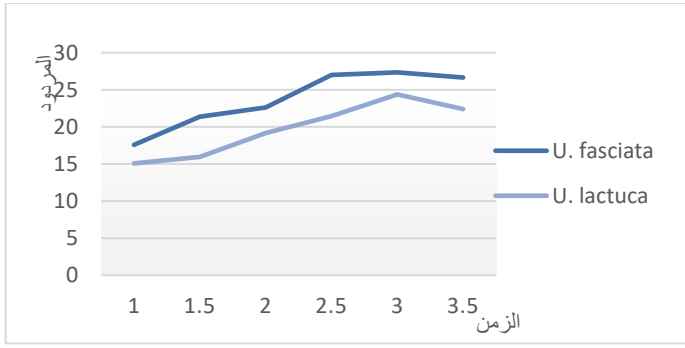
5-2-1- تمثيل بياني للمردود عند درجات pH مختلفة:



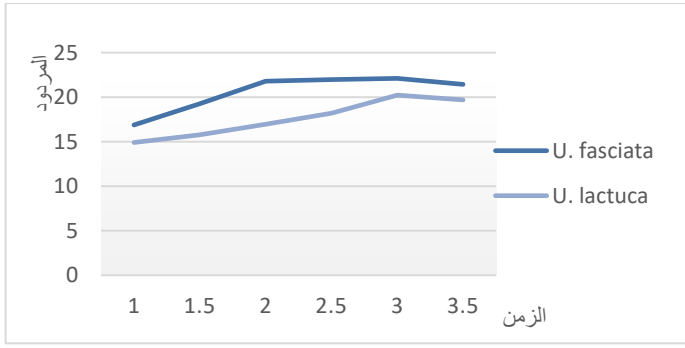
الشكل(3) تمثيل بياني للمردود عند درجة pH=1 خلال أزمنة مختلفة



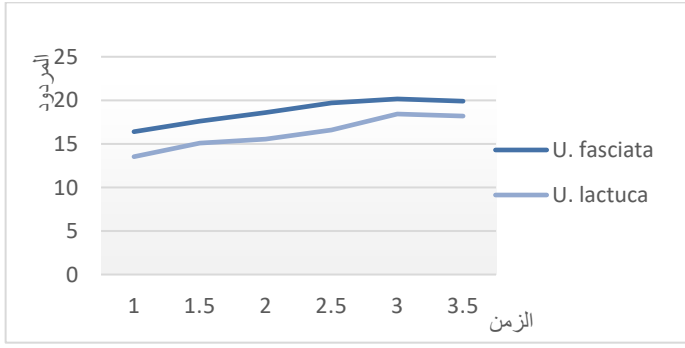
الشكل(4) تمثيل بياني للمردود عند درجة pH=1.5 خلال أزمنة مختلفة



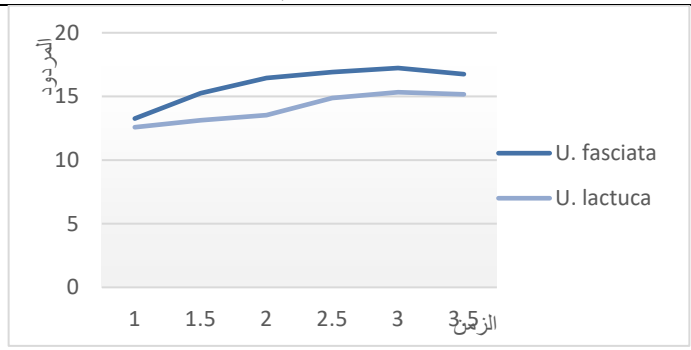
الشكل(5) تمثيل بياني للمردود عند درجة pH=2 خلال أزمنة مختلفة



الشكل(6) تمثيل بياني للمردود عند درجة pH=2.5 خلال أزمنة مختلفة



الشكل(7) تمثيل بياني للمردود عند درجة pH=3 خلال أزمنة مختلفة



الشكل(8) تمثيل بياني للمردود عند درجة pH=3.5 خلال أزمنة مختلفة

6-الاستنتاجات والتوصيات:

6-1-الاستنتاجات:

1- زيادة مردود الأولفان المستخلص من طحلب *U. fasciata* (27.35%) مقارنةً بمردود الأولفان المستخلص من *U. lactuca* (24.38%) في نفس الشروط المرجعية.

2- انخفاض المردود تدريجياً بالابتعاد عن درجة pH=2 وزمن 3ساعات لكل من طحلب *U. fasciata* و *U. lactuca*.

6-2-التوصيات:

1- استخلاص الأولفان من أنواع أخرى من الطحالب الخضراء السورية لأهميته الطبية والصيدلانية والزراعية.

2- دراسة تأثير قيم أخرى من شروط الاستخلاص أو حتى طرق أخرى للاستخلاص.

7- References:

1. ABBAS, A. 1992- **Master Thesis**. Contribution to the study of marine benthic algae on the coast of Latakia. Tishreen University - Faculty of Sciences – Syria. (in Arabic)
2. ALVES.A, SOUSA.R, REIS.R. 2013. practical perspective on ulvan extracted from green algae, **J. Appl. Phycol.** 25 , 407–424.
3. AUDREY R, GAILLARD C, SASSI JF, 2009 . Ultrastructure of ulvan: a polysaccharide from green seaweeds. **Biopolymers**. 91:652–664.
4. CARDOZO , K, GUARATINI , T , BARROS, M , FALCÃO, V, TONON, A , LOPES,N,PINTO , E. 2007. Metabolites from algae with economical impact .**Comparative Biochemistry and Physiology** - Part C, 146(1-2), 60-78.
5. CASSOLATO, J.E.F.; NOSEDA, M.D.; PUJOL, C.A.; PELLIZZARI, F.M.; DAMONTE, E.B.; DUARTE, M.E.R. 2008. Chemical structure and antiviral activity of the sulfated heterorhamnan isolated from the green seaweed Gayralia oxysperma**. Carbohydr. Res**. 343, 3085–3095.
6. CROUCH I.J., VAN STADEN J. 1993.Evidence for the presence of plant growth regulators in commercial seaweed products, **Plant Growth Regul**. 13, 21–29.
7. CUNHA,L., A. GRENHA, 2016. Sulfated Seaweed Polysaccharides as Multifunctional Materials in Drug Delivery Applications, **Mar. Drugs** 14, 1– 42.
8. DAWOD.N,MESTO.B. 1997.contribution to recovery the antimicrobial properties of some marine algae. **Damascus University Journal**.vol(13)(2),109-116. (in Arabic)
9. DEEB.G,ABBAS.A,TAKLA.M. 2017.the effect of some Syrian algae powder on the growth of tomato plant under different conditions (laboratory and green house).**Tishreen University Journal**, Vol(39). (in Arabic)

10. GHANNAM A, ABBAS A, ALEK H, AL-WAARI Z, KTAIFANI M. 2013.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 , 19_27.
11. HOLDT, S. L. AND KRAAN, S. 2011. Bioactive compounds in seaweed: Functional food applications and legislation. **J. Appl. Phycol**. 23, 543–598.
12. HUIMIN, Q.; TINGTING, Z.; QUANBIN, Z.; ZHIEN, L.; ZENGQIN, Z.; RONGE, X. 2005. Antioxidant activity of different molecular weight sulfated polysaccharides from Ulva pertusa Kjellm (Chlorophyta). **J. Appl. Phycol**., 17,527-534.
13. HUSSEIN .M; HAMOUDA.R; EL-NAGGAR.N. AND KARIM-ELDEEN.M. 2015. Characterization, antioxidant potentiality and biological activities of the polysaccharide ulvan extracted fromthe marine macroalga ulva spp. **J.Agric.Chem.and Biotechn**., Mansoura Univ.Vol. 6 (9), 373 – 392.
14. IVANOVA, V.; ROUSEVA, R.; KOLAROVA, M.; SERKEDJIEVA, J.; RACHEV, R.; MANOLOVA, N. 1994, Isolation of a polysaccharide with antiviral effect from Ulva lactuca. **Prep. Biochem**. 24, 83–97.
15. KIDGELLA,J.T, 2019. Marie Magnussonb, Rocky de Nysa, Christopher R.K. Glassonb. Ulvan: A systematic review of extraction, composition and function. **Algal Research** 39 , 101,422.
16. KIM, K. I., SEO, H. D., LEE, H. S., CHO, H. Y., and YANG, H. C. 1998. Studies on the blood anticoagulant polysaccharide isolated from hot water extracts of Hizikia fusiforme Korean J. **Food Sci. Nutr**. 27, 1204–1210.
17. LAHAYE, M., AND ROBIC, A. 2007. Structure and functional properties of ulvan, a polysaccharide from green seaweeds. **Biomacromolecules**.8, 1765–1774.

18. MAGDUGO.R, TERME.N, LANG.M, PLIEGO-CORTÉS .H , MARTY .C, HURTADO.A, BEDOUX.G, AND BOURGOUGNON.N. 2020. An Analysis of the Nutritional and Health Values of Caulerpa racemosa (Forsskål) and Ulva fasciata (Delile)—Two Chlorophyta Collected from the Philippines. **Molecules, MDPI**, 25 (12), 2901.
19. MAYER, A. M. and HAMANN, M. T. 2002. Marine pharmacology in 1999: compounds with antibacterial, anticoagulant, antifungal, anthelmintic, anti-inflammatory, antiplatelet, antiprotozoal and antiviral activities affecting the cardiovascular, endocrine, immune and nervous systems, and other miscellaneous mechanisms of action. **Comp Biochem Physiol C Toxicol Pharmacol**. 132, 315–339.
20. MAYHOOB, H. 1976.Recherches sur la ve'ge'tation marine de la cote syrienne.Etude experimental sur la morphpge'nse et le development de quelques especes peu connues .**these Doctorat d' Etat**. Caen. France. 286p
21. MCHUGH, D.J. 2003-A **Guide to the Seaweed Industry**; FAO Fisheries Technical Paper; Food and Agriculture Organization of the United Nations: Rome, Italy, 441p.
22. MURATA, M. and NAKAZOE, J. 2001.Production and use of marine algae in Japan. **Jpn. Agric. Res**. Q. 35, 281–290.
23. PAULERTA.R, EBBINGHAUSB.D, URLASSB.C AND MOERSCHBACHER.B. 2010. Priming of the oxidative burst in rice and wheat cell cultures by ulvan, a polysaccharide from green macroalgae, and enhanced resistance against powdery mildew in wheat and barley plants. **Plant Pathology** , 59, 634–642.
24. QIA, H.; HUANG, L.; LIU, X.; LIU, D.; ZHANG, Q.; LIU, S. 2012. Anti hyper lipidemic activity of high sulfate content derivative of polysaccharide extracted from Ulva pertusa (Chlorophyta). **Carbohydr. Polym**. 87,1637–1640.
25. ROBIC .A, RONDEAU-MOURO.C, SASSI .J, LERAT .Y, LAHAYE.M. 2009. Structure and interactions of ulvan in

the cell wall of the marine green algae Ulva rotundata (Ulvales, Chlorophyceae). **Carbohydrate Polymers**. 77 , 206–216.

26. ROBIC.A, SASSI.J, LAHAYE.M, 2008. Impact of stabilization treatments of the green seaweed Ulva rotundata (Chlorophyta) on the extraction yield, the physico-chemical and rheological properties of ulvan, **Carbohydr. Polym**. 74 , 344–352.
27. SCHLICHTING, Jr., H.E. 1971. Protein quality of some fresh water algae Econ. **Botan**. 25, 317-319.
28. SYNYTSYA, A., KIM, W. K., KIM, S. M., POHL, R., SYNYTSYA, A., KYASNICKA, F., COPIKOVA, J., and PARK, Y. I. 2010. Structure and antitumour activity of fucoidan isolated from sporophyll of Korean brown seaweed Undaria pinnatifida. **Carbohydr. Polym**. 81, 41–48.
29. TAKO1.M, TAMANAHA.M, TAMASHIRO.Y, UECHI.S. 2015. Structure of Ulvan Isolated from the Edible Green Seaweed, Ulva pertusa. **Advances in Bioscience and Biotechnology**, 6, 645-655.
30. WANG, L., WANG, X., WU, H., and LIU, R. 2014. Overview on biological activities and molecular characteristics of sulfated polysaccharides from marine green algae in recent years. **Marine Drugs**, 12(9), 4984-5020.
31. YAICH.H, GARNA.H, BESBES.S, PAQUOT.M, BLECKER.H, ATTIA.H. 2013. Effect of extraction conditions on the yield and purity of ulvan extracted from Ulva lactuca, **Food Hydrocolloids** 31 , 375-382