Study of biochemical composition of some marine red Macroalgae (Rhodophyta) at Ibn Hani coast - Lattakia

Dr. Hadil Arraj [*]
Renan alshawwa**

(Received 2 / 6 / 2021. Accepted 9 / 11 /2021)

□ ABSTRACT □

The biochemical composition of three species of Rhodophyta *(Laurencia papillosa, Jania rubens and Hypnea musciformis*) have been studied.
The algal specimens have been collected from Ibn Hani coast north of lattakia in spring 2019. The soluble carbohydrates in *L.papillosa, J.rubens* and *H.musciformis* is (21.85%), (23.5%) and (27%) weight/dryweight [w/dw] respectively. The total proteins content is (15%), (9.64%) and (13.2%) [w/dw] respectively. The total lipids content is (3.75%), (1.8%) and (2.89%) [w/dw] respectively.

Key words: Biochemical Composition, *Laurencia pappillosa, Jania rubens, Hypnea musciformis,* Ibn Hani coast, Lattakia.

[*] **Assistant Professor, Department of Marine Biology, Higher Institute of Marine Researches, Tishreen University, Lattakia, Syria. hadeel.arraj@gmail.com**

****Postgraduate Student, Department of Marine Biology, Higher Institute of Marine Researches, Tishreen University, Lattakia, Syria.. Remam.alshawwa@gmail.com**

دراسة التركيب البيوكيميائي لبعض أنواع الطحالب الكبيرة البحرية الحمراء Rhodophyta في ساحل ابن هانئ _ اللاذقية

د. هديل عراج*

رنان الشوا**

(تاريخ الإيداع 2 / 6 / 2021. قبل للنشر في 9 / 11 / 2021)

□ ملخّص □

تم دراسة التركيب البيوكيميائي لثلاثة أنواع من الطحالب الحمراء Rhodophyta هي *Laurencia pappilosa* ، *Jania rubens* و*Hypnea musciformis* جمعت العينات الطحلبية من موقع ابن هانئ شمال اللاذقية، في فصل الربيع لعام 2019. بلغت النسبة المئوية للسكريات المنحلة عند الأنواع المدروسة *L.pappilosa* و *J.rubens* و*H.musciformis* (21.85%) و(23.5%) و(27%) من الوزن الجاف على التوالي، والبروتينات (15%) و(9.64%) و(13.2%) من الوزن الجاف على التوالي، واللبيدات (3.75%) و (1.8%) و (2.89%) من الوزن الجاف على التوالي.

الكلمات المفتاحية: التركيب البيوكيميائي ،*Laurencia pappilosa*، *Jania rubens* و*Hypnea musciformis*، ساحل ابن هانئ– اللاذقية.

* مدرسة ، المعهد العالي للبحوث البحرية، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية. hadeel.arraj@gmail.com

** طالبة ماجستير، المعهد العالي للبحوث البحرية، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية. Remam.alshawwa@gmail.com

مقدمة

تعد الطحالب البحرية من الموارد البحرية المتجددة، ذات القيمة الغذائية مثل الخضار الطازجة لاحتوائها على البروتينات والدهون والمعادن والفيتامينات (Norziah and Ching, 2002; Sanchez Machado *et al.*, 2004; Van Ginneken *et al.*, 2011). وتتغير نسب هذه المواد حسب النوع والفصل والموقع الجغرافي والحرارة والشروط البيئية، وعمر المشرة (Dhargalkar *et al*., 1980; Kaehler & Kennish, 1996; Murata & Nakazoe, 2001; Marinho –Soriano *et al*., 2006; Khan *et al*., 2007; Zubia *et al*., 2008; Benjama & Masniyom, 2011). وتحتوي الأعشاب البحرية أيضاً على مركبات فعالة بيولوجياً ذات خصائص مضادة للبكتيريا والفيروسات وخصائص مضادة للفطريات(Marinho and Soriano *et al*., 2006).

وتحوي معظم الطحالب البحرية الأحماض الأمينية الأساسية، الحمضية والكبريتية (Galland-Irmouli *et al*., 1999) ، وتشكل اللبيدات المصدر الرئيس للأحماض الدسمه الأساسية والمواد المنحلة بالدسم مثل الفيتامينات والكاروتينات (Holdt and Kraan, 2011).

يتم استخدام الطحالب البحرية في جميع أنحاء العالم لمختلف التطبيقات المواد الغذائية والأدوية، مثل تحسين المغذيات في علف الحيوانات، ومستحضرات التجميل، والأدوية العشبية، والأسمدة...إلخ (Marinho and Soriano *et al*., 2006). ويعتبر الاستهلاك البشري للأعشاب البحرية شائعاً في الدول الآسيوية بشكل أساسي في اليابان والصين وكوريا وفيتنام وإندونيسيا وتايوان (Dawes *et al*., 1998).

تتميز الطحالب الحمراء بأهميتها الاقتصادية والبيئية. وتأتي أهميتها البيئية بشكل خاص في أنها تشكل مساكن لعدد كبير من الأحياء البحرية. أما من الناحية الاقتصادية تعد الطحالب الحمراء مصدر غذائي قيم لإحتوائها على العديد من المركبات الغذائية، ومنها البروتينات والدهون والمعادن والكربوهيدرات والفيتامينات (Wong and Cheung, 2000)، وتعددت مجالات استخدامها في الصناعات (Armisen,1995) بسبب غناها بالمحتوى البروتيني، واستعملت أيضاً كغذاء للحيوان وكأسمدة لتحسين ظروف التربة (Freile-Pelegrin and Rohledo, 1997). وقد تم إثبات غناها بالمركبات الفعالة بيولوجياً ذات القيمة الصيدلانية والطبية الحيوية (veena *et al.*, 2007)، لذلك فإن تقييم المحتوى الكيميائي للطحالب الكبيرة مهم للغاية لتوفير معلومات عن تطبيقاتها المحتملة كمكونات غذائية وطبية.

وبالرغم مما ذكر سابقاً فقد اهتمت أغلب الأبحاث المحلية بدراسة الطحالب من النواحي التصنيفية والبيئية مثل الدراسات التي قام بها(Mihoub, 1976; Mihoub, 1989,Mihoub,1992; Mihoub, 2004; Araj, 2012)، بينما اقتصرت الدراسة التطبيقية على بعض الدراسات الحديثة التي تناولت استخلاص الغرويات الطحلبية (Abbas, 2010; Abbas, 2012; Mahmoud, 2012; Gazarah *et al*, 2014; Araj, 2016)

أهمية البحث وأهدافه

تكمن أهمية البحث في:

1- معرفة التركيب البيوكيميائي لبعض أنواع الطحالب البحرية الحمراء.
2- تحديد أنواع الطحالب الممكن اعتبارها مصدراً جيداً للبروتين، السكريات واللبيدات.
3- إمكانية استخدام أنواع الطحالب الحمراء كمصدر غذائي مباشر، واستثمارها تجارياً.
4- يعد هذا البحث الأول من نوعه في سورية.

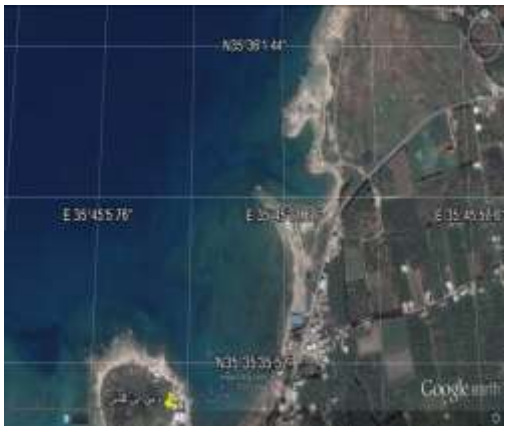
طرائق البحث ومواده

أ- وصف الموقع:

يقع ساحل ابن هاني شمال مدينة اللاذقية (الشكل 1) بين خطي طول (("35.35′39.76 شمالاً و"35.45′32.62 شرقاً)) وعرض (("35.35′58.53 شمالاً و"35.45′35.07 شرقاً)) يتميز بقاعه الرملي من عمق صفر حتى 1م، وهو ضعيف الانحدار كلما اتجهنا غرباً، ويصبح صخرياً منحدراً عند الاتجاه شمالاً. يلاحظ على الشاطئ كتل صخرية وملاحات تشكل بركاً شبه معزولة تتجدد مياهها تبعاً لحالة ماء البحر (مد وجزر) وارتفاع أمواجه. توجد بعض المصاطب الفيرميتيدية الطبيعية حيث تختلف طبيعة القاع فيها من صخري إلى رملي وحطامي.

ب- جمع العينات:

جمعت العينات الطحلبية لأنواع الطحالب الحمراء *Laurencia pappilosa*، *Jania rubens* و *Hypnea musciformis* على مدار عام 2019 يدوياً من القاع، غسلت العينات بماء البحر لإزالة بقايا الرمل والكائنات المتوضعة عليها (المغطيات Periphyton)، ثم نقلت إلى المخبر بأكياس بلاستيكية، غسلت بالماء المقطر وجففت بدرجة حرارة 60°م (Turna *et al.*, 2002) حتى ثبات الوزن ثم طحنت وحفظت على شكل مسحوق ناعم بعبوات من البولي إيتيلين لحين الاستخدام.



الشكل (1) موقع ابن هانئ

ج- التحليل البيوكيميائي:

1- الكشف عن السكريات المنحلة:

جرى تحديد نسبة السكريات المنحلة في العينات المدروسة بالاعتماد على الطريقة اللونية فينول- حمض الكبريت المركز (Dubois *et al.*, 1956)، التي تعتمد على إضافة حمض الكبريت المركز والفينول إلى مسحوق الطحالب الجافة، فتتفكك السكريات السداسية إلى ألدهيدات خماسية تتحد مع الفينول لإعطاء معقد ملون مائل للبني، ثم تقرأ الامتصاصية عند طول موجة 490 نانومتر باستخدام جهاز المطياف الضوئي Jasco V-630 spectrophotometer. تقدر كمية السكريات (كنسبة مئوية من الوزن الجاف) باستخدام المحلول العياري د- غلوكوز (D- Glucose).

2- الكشف عن البروتينات الكلية:

جرى تقدير نسبة البروتينات بالاعتماد على كاشف البيوريت (كبريتات النحاس، طرطرات الصوديوم والبوتاسيوم، هيدروكسيد الصوديوم و يود البوتاسيوم) (Raymont *et al*., 1964). عند إضافة كاشف البيوريت، تتفاعل الببتيدات مع كبريتات النحاس فيتشكل اللون البنفسجي وتقرأ الامتصاصية عند طول موجة 540 نانومتر باستخدام المطياف الضوئي السابق الذكر. وتحسب كمية البروتينات (كنسبة مئوية من الوزن الجاف) باستخدام المحلول العياري الألبومين البقري BSA (Bovine serum albumin).

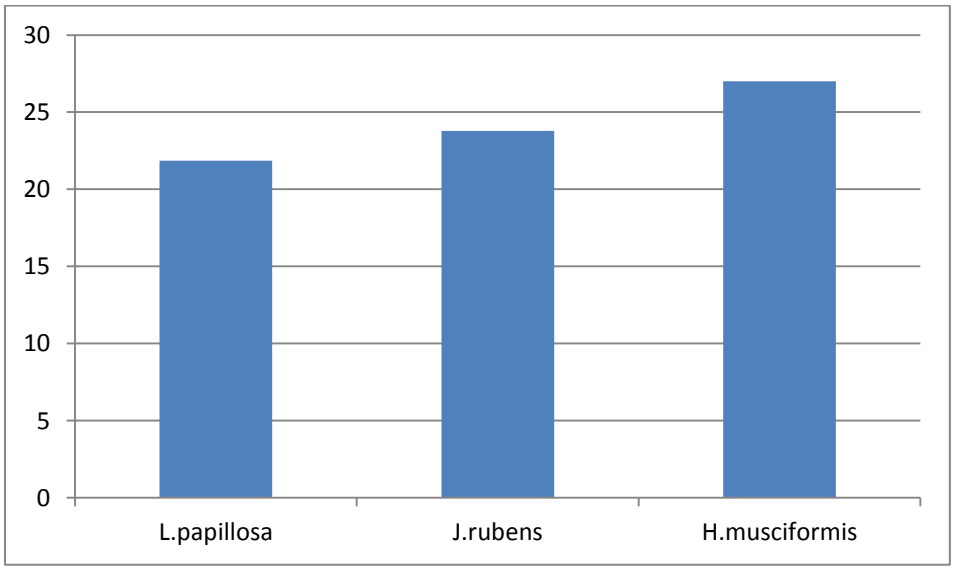
3- الكشف عن الليبيدات الكلية:

جرى تحديد نسبة الليبيدات الكلية حسب طريقة (Folch *et al*., 1956) بإضافة كلورفورم – ميثانول (2;1) لمسحوق الطحالب الجافة.

النتائج والمناقشة

1-السكريات المنحلة:

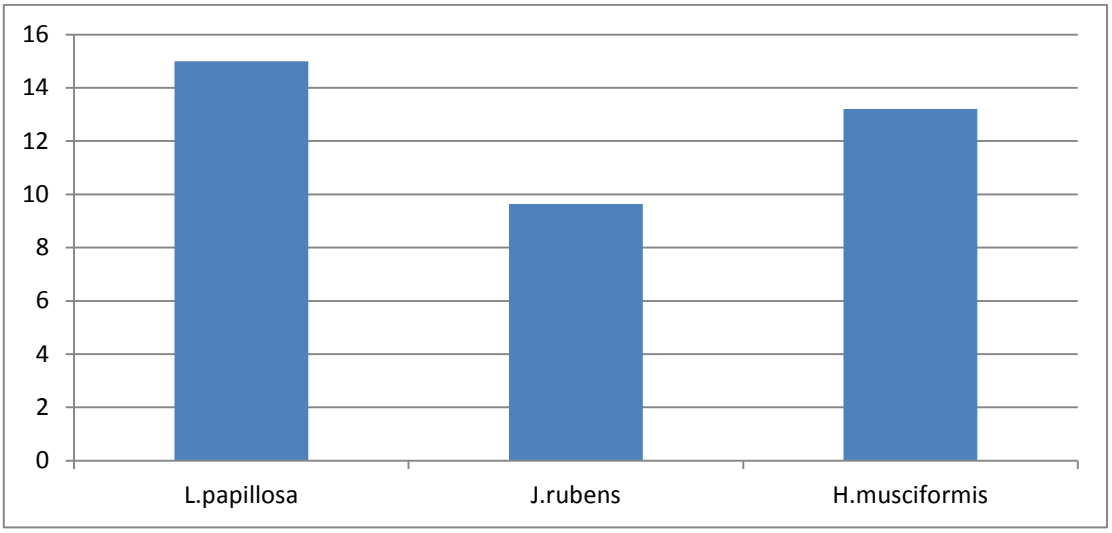
تراوحت النسبة المئوية للسكريات المنحلة ضمن المجال (21.85-27%) من الوزن الجاف (الشكل 2)، حيث أظهر النوع *H.musciformis* النسبة العليا، والنوع *L.pappilosa* النسبة الدنيا.



الشكل(2) النسبة المئوية للسكريات المنحلة في الأنواع المدروسة

2- البروتينات المنحلة:

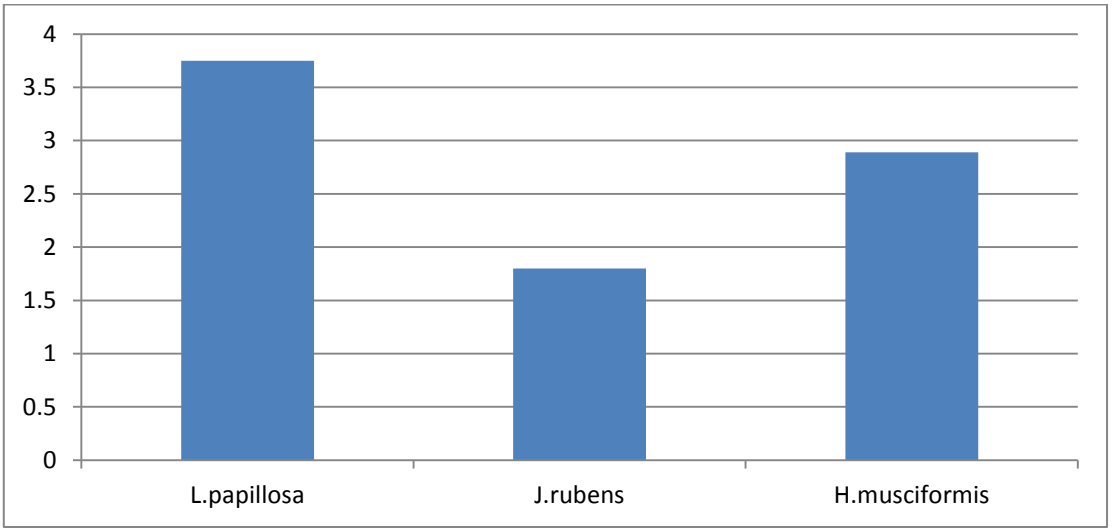
تراوحت النسبة المئوية للبروتينات من (9.64-15%) من الوزن الجاف. حيث سجل النوع *L.pappilosa* النسبة العليا، والنوع *J.rubens* النسبة الدنيا (الشكل 3).



الشكل(3) النسبة المئوية للبروتينات في الأنواع المدروسة

3-اللبيدات :

كانت النسبة المئوية للليبيدات بين (1.8-3.75%) من الوزن الجاف. حيث سجل النوع *L.pappilosa* النسبة العليا، والنوع *J.rubens* النسبة الدنيا (الشكل 4).



الشكل(4) النسبة المئوية للليبيدات في الأنواع المدروسة

وقد بينت بعض الدراسات أن نسبة السكريات الكلية في الطحالب البحرية تتراوح بين (4- 76%) من الوزن الجاف، وتختلف هذه النسبة بشكل كبير بين الطحالب الحمراء، الخضراء والسمراء (Marinho-Soriano *et al.*, 2006). وتشير دراسة أخرى إلى أن الطحالب الحمراء ذات محتوى عالي من السكريات يتراوح بين (30-70%) من الوزن الجاف، ويعود ذلك إلى ارتفاع نسبة الكاراجينان والقليل من الآغار في جدرانها (Dhargalkar *et al.*, 1980). ولاتوجد هذه السكريات الطحلبية الغذائية في أي نبات بري، وهي تساعد في الحماية من الإصابة بالسرطان وتنظف الجهاز الهضمي وتحمي أسطح أغشية المعدة والأمعاء وغنية بالألياف مما يعطي الإحساس بالشبع (Mabeau & Fleurence, 1993; Mouritsen, 2009).

وقد أظهرت نتائج هذا البحث اختلاف نسبة السكريات بين الأنواع المدروسة وتتطابق هذه النتائج مع (Parthiban C *et al*, 2013; Mohammadi *et al*, 2013).

كما أن بعض الأبحاث أوضحت أن الطحالب الحمراء تمتلك مستويات عالية من البروتينات 10−30% (Darcy- Vrillon, 1993)، وهذه المستويات قابلة للمقارنة مع فول الصويا. يختلف محتوى البروتين باختلاف الأجناس وأيضاً في الأنواع المختلفة من نفس الجنس (Dhargalkar *et al*., 1980). قد يكون هذا التغيير مكانياً أو زمنياً.

وقد أظهرت نتائج بحثنا تغير نسبة البروتينات حسب النوع وهذا يتفق مع (Parthiban C *et al*., 2013; Mohammadi *et al*., 2013).

وتثبت هذه النتائج أهمية الطحالب الحمراء ذات المحتوى العالي من البروتين (النتروجين) لتغذية الإنسان وتمثل عنصراً هاماً في أسمدة النبات (Stewart, 1974; Rameshkumar *et al*., 2012).

لقد أكدت نتائج بحثنا انخفاض نسبة الدسم في الطحالب المدروسة، وهذا مايتفق مع الدراسات الأخرى التي لاتعد الطحالب البحرية مصدراً هاماً للليبيدات لأنها بشكل عام لا تتجاوز (4.5%) من الوزن الجاف للطحالب البحرية (Mabeau & Fleurence, 1993; Murata & Nakazoe, 2001; Ratana-arporn & Chirapart, 2006)، ولذلك تعد الطحالب البحرية منخفضة السعرات الحرارية من الناحية الغذائية، بسبب قلة كمية الدهون وغناها بالبروتين والسكريات (Ruperez & Saura-Calixto, 2001)، كما تزيد من قدرة التربة على الاحتفاظ بالرطوبة (Mageswaran& Sivasubramantam, 1984)

وبينت النتائج اختلاف كمية الليبيدات بين الأنواع المدروسة وهذا يتفق مع (Parthiban C *et al*., 2013; Mohammadi *et al*., 2013)، ولكن بالرغم من ذلك فإن الأحماض الدسمة في الطحالب البحرية تلعب دوراً في التقليل من الأمراض القلبية، كما أنها يمكن أن تشكل مضادات أكسدة بالإضافة إلى استخدامها في مواد التجميل وفي المنتجات الصحية (Sánchez-Machado *et al*., 2004; Dawczynski *et al*., 2007)، وفي تغذية يرقات الأسماك (Estevez *et al*., 1999; Evans *et al*., 2000). كما أنها تشكل مصدراً أساسياً للأوميغا 3 (Nordoy, 1989).

الاستنتاجات والتوصيات

1. تعد الأنواع الثلاث المدروسة مصدراً هاماً للغذاء الغني بالبروتين.
2. إن الطحالب المدروسة صالحة لتغذية الانسان بسبب غناها بالبروتين والسكريات.
3. تستخدم الطحالب البحرية المدروسة في محاربة السمنة (كبسولة للحمية الغذائية) لكونها وجبة منخفضة السعرات الحرارية، وغنية بألياف نباتية لاتهضم من قبل جهاز الهضم للإنسان وتعطي الإحساس بالشبع.
4. إمكانية استخدامها كعلف للحيوانات وكأسمدة زراعية طبيعية.
5. إن الأنواع المدروسة ذات قيمة غذائية عالية بالنسبة للأحياء البحرية العاشبة.
6. حماية الأنواع ذات الأهمية الاقتصادية والطبية من التلوث.
7. استزراع الطحالب ذات المصدر البروتيني لاستثماره غذائياً.
8. استخدام هذه الأنواع في إنتاج الإيتانول وفي الصناعات الدوائية.

Reference

- ABBAS, A. *Contribution to the study of extracting agar from the Syrian seaweed (Pterocladia capillacea).* Tishreen University Journal,32(5),2010,80-102pp.
- ABBAS, A. *The effect of monthly changes in the yield of Hypnea musciformis carrageenan and its characteristics in Syrian waters*. Damascus University Journal of Basic Sciences,28(1),2012,155-167pp.
- ARAJ, H. *Contribution to the study of the biological diversity of marine flora on the coast of Latakia, with special reference to exotic and economic species*. Master's thesis, Tishreen University, 2012.
- ARAJ, H. *Study of the biological diversity of Fucophyceae algae and determine the biomass and biochemical composition of some species of economic and medicinal importance on the coast of Lattakia*. PhD Thesis, Faculty of Science, Tishreen University, 2016.
- ARMISEN, R. *World-Wide Use and Importance of Gracilaria*.Applied Phycology,7, 1995,231-243pp.
- BENJAMA, O., MASNIYOM, P. *Nutritional composition and physicochemical properties of two green seaweeds (Ulva pertusa and U. intestinalis) from the Pattani Bay in Southern Thailand*, Songklanakarin J. Sci.Technol. 33(5),2011,575-583.
- DARCY-VRILLON, B. *Nutritional aspects of the developing use of marine macroalgae for the human food industry*. Int. J.Food Sci.Nutr. 44, 1993, 23-35.
- DAWCZYNSKI, C., SCHUBERT, R., JAHREIS, G. *Amino acids, fatty acids, and dietary fibre in edible seaweed products*. Food Chemistry 103,2007,891-899.
- DAWES, C. J., Critchley, A. T., Gillespie, R. D., Rotman. K. W. G.. Seaweed resources of South Africa. In: Critchley AT. Ohno M (eds), Seaweed resources of the world. Japan International Cooperation Agency, Japan. John Wiley and Sons, New York. Marine Botany, 1998, 413-425.
- DAWES, C. J., HAMDY, A. E. A., *Proximate constituents and lipid chemistry in two species of Sargassum from the west coast of Florida*, Walter de Gruyter, Berlin., 31(1),1998,79–81.
- DHARGALKAR, V. K., JAGTAP, T. G., UNTAWALE, A. G. *Biochemical constituents of seaweeds along the Maharastra coast*, Indian J. Mar. Sci, 9(4),1980,297-299pp.
- DUBOIS, M., GILES, K. A., HAMILTON, K. S., REBERS, P. A., SMITH, F.*Colorimetric method for the determination of sugar and related substances*, Anal. Chem,18,1956,350–356pp.
- ESTEVEZ, A., MCEVOY, L. A., BELL, J. G., SARGENT, J. R. *Growth, survival, lipid composition and pigmentation of turbot (Scophthalmus maximus) larvae fed live-prey enriched in arachidonic and eicosapentaenoic acids*. Aquaculture,180,1999,321–343.
- EVANS, R. P., ZHU, P., PARRISH, C. C., BROWN, J. A. *Lipid and amino acid metabolism during the early development of marine fish, [in:] Seafood in health and nutrition – transformation in fisheries and aquaculture: global perspectives, F. Shahidi (ed.)*. Sci. Tech Publ. Co., St. John's, Newfoundland,2000, 477-493.
- FREILE-PELEGRIN, Y., ROBLEDO, D. *Influence of alkali treatment on agar from Gracilaria cornea from Yucat_an, Mexico*, Appl. Phycol, 9,1997,533–539pp.
- FOLCH, J., LEES, M., SOLANE STANLEY, G., H. *A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues*, J.Biol.Chem,226,1956,497-509pp.

- GALLAND-IRMOULI A,V., FLEURENCE, J., LAMGHARI, R., LUCON, M., ROUXEL, C., BARBAROUX, O., BRONOWICKI, J. P., VILLAUME, C., GUEANT, J. L. *Nutritional value of proteins from edible seaweed Palmaria palmata (Dulse)*, J. Nutr. Biochem. 10,1999, 353–359pp.
- GAZARAH, M., GHANNAM, A., SUGARY, SH., MURAD, H. *Effect of Sulfurized Carrageenan from Laurencia papillosa on Inhibition of Human T98G Glial Cell Growth*. Journal of the Association of Arab Universities,5,2014,86-96pp.
- HOLDT, L. S., KRAAN, S. *Bioactive compounds in seaweed: functional food applications and legislation*. J Appl Phycol 23, 2011,543–597.
- KAEHLER, S., KENNISH, R. *Summer and winter comparisons in the nutritional value of marine macroalgae from Hong Kong*, Bot. Mar, 39,1996,11–17.
- KHAN, M. N., CHO, J. Y., LEE, M. C., KANG, J. Y., PARK, N.G., FUJII, H., HONG, Y. K. *Isolation of two anti-inflammatory and one proinflammatory polyunsaturated fatty acids from the brown seaweed Undaria pinnatifida*. J. Agric Food Chem 55, 2007, 6984–6988.
- MABEAU, S., FLEURENCE, J. *Seaweed in food products: biochemical and nutritional aspects*, Trends Food Sci.Tech,4,1993,103-107.
- MAHMOUD, A., *Contribution to the study of methods for extracting carrageenan from the alga Hypnea sp, its physical and chemical properties and some of its applications*. Master Thesis in Environment and Plant Taxonomy, Faculty of Science, Tishreen University, 2012.
- MARINHO-SORIANO, E., FONSECA, P. C., CARNEIRO, M. A., MOREIRA, W. S. *Seasonal variation in the chemical composition of two tropical seaweeds*. Bioresource Technology 97, 2006, 2402–2406.
- MAGESWARAN, R. SIVASUBRAMANTAM, S. *Mineral and Protein Contents of some Marine Algae from the Coastal Areas of Northern Sri Lanka*. J. Nam. Sci. Coun. SriLanka 12. 2, 1984, 179-189.
- MOURITSEN, O. G. *Tang-grøntsager fra havet*. Nyt Nordisk Forlag, Arnold Busck, Copenhagen, 2009, 284 pp.
- MOHAMMADI, M. TAJIK, H. HAJEB, P. *Nutritional composition of seaweeds from the Northern Persian Gulf.* Iranian Journal of Fisheries Sciences, 2013, 232-240.
- MURATA, M., NAKAZOE, J. *Production and use of marine algae in Japan*. Jpn Agr Res,35,2001,281–290.
- MIHOUB, H. *Brown moss from the Red Sea invades the Syrian shores*.Damascus University Journal,5(18),1989,65-79pp.
- MIHOUB, H. *Recherches sur la vegetation marine de la cote syrienne. Etude experimentale sur la morphogenese et le development de quelques especes peu connues*. These, Univ. Caen, France, 1976, 286pp.
- MIHOUB, H. *Marine algae of economic and medical importance in Syria -2- Red algae*. Tishreen University Journal,13,1992,80-102pp.
- MIHOUB, H. *Tropical brown algae of Pandina tetrastromatica near Latakia* Damascus University Journal,20(2),2004,77-89pp.
- NORDOY, A. *Fish oils in clinical medicine*. J. Int. Med., 225. 3,1989, 145–147.
- NORZIAH, M. H., CHING, C. Y., *Nutritional composition of edible seaweeds Gracilaria changgi*, Food Chem, 68(1),2002, 69–76.

- PARTHIBAN, C., SARANYA, C., GIRIJA, K., HEMALATHA, A., SURESH, M., ANANTHARAMAN, P. *Biochemical composition of some selected seaweeds from Tuticorin coast*, Adv.Appl.Sci.Res. 4(3),2013,362-366.
- RAMESHKUMAR ,S., RAMAKRITINAN, C. M., YOKESHBABU, M. *Proximate composition of some selected seaweeds from Palk bay and Gulf of Mannar, Tamilnadu, India*. Asian Journal of Biomedical and Pharmaceutical Sciences 3,16, 2012, 1-5.
- RATANA-ARPORN, P., CHIRAPART, A. *Nutritional evaluation of tropical green seaweeds Caulerpa lentillifera and Ulva reticulate*. Kasetsart J. 40, 2006, 75-89
- RAYMONT, J. E. G., AUSTIN, J., LINEFORD, E. *Biochemical studies on zooplankton. The Biochemical composition of Neomycis integer*, J.Cans.Perm. Emplor,28,1964,354-363pp.
- RUPEREZ, P., SAURA-CALIXTO, F. *Dietary fiber and physicochemical properties of edible Spanish seaweeds*. European Food Research and Technology 212,2001,349–354
- SANCHEZ, D. MAChADO, I., LOPEZ, J., Paseiro, P., *Fatty acids, total lipid, protein and ash contents of processed edible seaweeds,* Food Chem., 85 (3),2004, 439- 444.
- STEWART, W. D. P. *Algal physiology and biochemistry*. University of California Press,1974,561-675.
- TURNA, Ü. Ü., ERTAN, O. M., CORMACI, M., FURNARI, G. *Seasonal Variations in the Biomass of Macro-Algal Communities from the Gulf of Antalya (north-eastern Mediterranean),*Turk J Bot, 26,2002,19- 29pp.
- VAN, J. T., HELSPER, J. P., VISSER, W., VAN, K. H., BRANDENBURG, W. A., *Polyunsaturated fatty acids in various macroalgal species from north Atlantic and tropical seas,* Lipids Health and Disease, 10,2011,1–8.
- VEENA, CK., JOSEPHINE, A., PREETHA, SP., VARALAKSHMI, P.,*Beneficial role of sulfated polysaccharides from edible seaweed Fucus vesiculosus in experimental hyperoxaluria*, Food Chemistry,100(4), 2007,1552-1559.
- WONG, K. H., CHEUNG, P. C., *Nutritional evaluation of some subtropical red and green seaweeds Part I Ð proximate composition, amino acid proles and some physico-chemical properties*,Food Chemistry,71,2000,475-482pp.
- ZUBIA, M., PAYRI, C., DESLANDES, E.*Alginate, mannitol, phenolic compounds and biological activities of two range-extending brown algae, Sargassum mangarevense and Turbinaria ornata (Phaeophyta: Fucales), from Tahiti (French Polynesia)*, J. Appl. Phycol. 20, 2008, 1033–1043.