مجلة جامعة بني وليد للعلوم الإنسانية والتطبيقية
Bani Waleed University Journal of Humanities and Applied Sciences
تصدر عن– جامعة بني وليد – ليبيا
Website:https://jhas-bwu.com/index.php/bwjhas/index
المجلد العاشر ـ العدد الثاني ـ 2025 ـ الصفحات (303–317)
ISSN3005-3900

التركيب الكيميائي والقيمة الغذائية لأعشاب البحر المختلفة من الساحل الشرقي الليبي

سالمة محمود علي *[1]، الناجي عبدالرازق إدريس[2]، منصورة سالم علي [3]، فوزية سالم محمد [4]
[1] قسم علوم وتقنية الأغذية ، كلية الزراعة ، جامعة عمر المختار، البيضاء ، ليبيا .
[2] قسم تقنية التغذية العلاجية ،المعهد العالي للعلوم والتقنية، سوسة ،سوسة، ليبيا .
[4،3] قسم الكيمياء، كلية العلوم، جامعة درنة فرع القبة ،البيضاء، ليبيا .
Salma.belgasim@omu.edu.ly

Chemical composition and nutritional value of different seaweeds from the eastern coast of Libya

Salma M. Ali [1], Al-Nagi A. Idris [2], Mansourah S. Ali [3], Fawzia S. Mohammed [4]

[1] Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Omar Al-Mukhtar University, Al-Bayda, Libya.

[2] Department of Therapeutic Nutrition Technology,Higher Institute of Science and Technology, Sousse, Sousse, Libya.

[3,4] Department of Chemistry, Faculty of Science, University of Derna, Al-Qubbah Branch, Al-Bayda, Libya

تاريخ الاستلام: 06–03–2025 تاريخ القبول: 15–04–2025 تاريخ النشر: 10–05–2025

الملخص

تم فى هذه الدراسة تصنيف ستة أنواع من الطحالب البحرية التى تم جمعها من شواطئ مدينتى سوسة والحمامة . وقد كانت الأنواع التى تم التعرف عليها كالتالى : *Cysroseira , Rytiphloeay tinctoria, Laurencia obtusa , Polysiphonia bradiaei* . *C.corniculata , C.spinosa , compressa*. إحتوى النوع *P. brodiaei* على أعلى نسبة بروتين خام *(16.6%)* يليه النوع *R. tinctoria* (12.5%) والنوع *C.corniculata* (12.4%) . وتعد الطحالب المدروسة فقيرة نسبيا فى محتواها من الدهن الخام حيث تراوحت النسب ما بين 0.27 – 1.5% وكان النوعان *P.brodiaei* و *C.corniculata* هما الأعلى فى ألياف المحاليل المتعادلة (*NDF*) والهيميسليلوز بينما النوعان *C.spinosa* , *R.tinctoria* هما الأقل محتوى بالنسبة لل *NDF* وال *ADF*. وقد تراوحت نسبة السيليلوز فى الأنواع الأعلى محتوى (*R.tinctoria,C.compressa* و *C.corniculata*) مابين 7.93- 10.7% ومقابل 3.49- 6.07% فى الأنواع الأخرى الأقل محتوى. وقد لوحظ ارتفاع كبير فى نسبة الكالسيوم فى جميع العينات حيث تراوحت بين 711.5 الى 4173.6 ملجم/100جم، وتراوحت نسبة الماغنسيوم مابين 219-761ملجم/100جم وتراوح محتوى البوتاسيوم والحديد والنحاس ما بين 6.19- 50.98 و6.08-19.22 و 0.85- 1.84 ملجم/100جم وزن جاف على التوالي. ويتراوح محتوى الطحالب البحرية موضع الدراسة من المنجنيز والزنك ما بين 0.24- 1.27 و 1.14- 10.60 ملجم/100جرام على التوالي. أما بالنسبة لتركيز كل من الرصاص والكادميوم فقد تراوحت بين 0.22-0.33 و 0.01- 0.03 ملجم/100جرام على التوالي.

توجد بعض الاختلافات فى تراكيز الأحماض الأمينية بين أنواع الأعشاب موضع الدراسة حيث لوحظ أن النوع *P.brodiaei* يحتوى على تركيز مرتفع من السيرين (10.52) ومنخفض فى الأحماض الأمينية الكبريتية (1.49) والفالين(2.38) والليسين(4.92) مقارنة مع الأنواع الأخرى. أما النوع *C.spinosa* فقد تميز بارتفاع محتواه من التيروسين(13.12) والبرولين(10.56) والسيرين(13.46) على التوالى بينما انخفض فيه تركيز الليسين(2.0) والثريونين(1.57) والفالين(1.57) والألانين(2.77) والاسبارتك(5.4) والجليسين(1.14جم/100جرام بروتين) على التوالي. وتجدر الإشارة الى أن الأحماض الأمينية الحدية قد اختلفت بين أنواع الطحالب المدروسة، حيث وجد أن حامض الفالين هو الحدى الأول فى الأنواع *L.obtusa* و *R.tinctoria* و *C.compressa*, بينما مثلت الأحماض الأمينية الكبريتية، الليوسين والليسين الحامض الحدى الأول فى الأنواع *P.brodiaei* و *C.corniculata* و *C.spinosa* على التوالي.

الكلمات الدالة: التركيب الكيميائي ،الأحماض الأمينية ، الطحالب البنية، الطحالب الحمراء ، *ADF*، *NDF* .

Abstract

In this study, six species of marine algae collected from the beaches of Sousse and El Hammamah were classified. The identified species were: Polysiphonia bradiaei, Laurencia obtusa, Rytiphloeay tinctoria, Cysroseira compressa, C. spinosa, and C. corniculata. P. brodiaei had the highest crude protein content (16.6%), followed by R. tinctoria (12.5%) and C. corniculata (12.4%). The studied algae were relatively poor in their crude fat content, with the percentages ranging between 0.27-1.5%. The two species, P.brodiaei and C.corniculata, were the highest in neutral soluble fiber (NDF) and hemicellulose, while the two species, C.spinosa tinctoria and R., were the lowest in NDF and ADF. The cellulose percentage in the species with the highest content (R.tinctoria, C.compressa and C.corniculata) ranged between 7.93-10.7%, compared to 3.49-6.07% in the other species with the lowest content. A significant increase in calcium content was observed in all samples, ranging from 711.5 to 4173.6 mg/100 g. Magnesium content ranged from 219 to 761 mg/100 g, while potassium, iron, and copper contents ranged from 6.19 to 50.98, 6.08 to 19.22, and 0.85 to 1.84 mg/100 g dry weight, respectively. The manganese and zinc contents of the seaweeds under study ranged from 0.24 to 1.27 and 1.14 to 10.60 mg/100 g, respectively. Lead and cadmium concentrations ranged from 0.22 to 0.33 and 0.01 to 0.03 mg/100 g, respectively. There were some differences in amino acid concentrations among the studied grass species. It was observed that P. brodiaei species had a high concentration of serine (10.52) and low concentrations of sulfur amino acids (1.49), valine (2.38) and lysine (4.92) compared to other species. C. spinosa species was characterized by its high content of tyrosine (13.12), proline (10.56) and serine (13.46) respectively, while the concentrations of lysine (2.0), threonine (1.57), valine (1.57), alanine (2.77), aspartic acid (5.4) and glycine (1.14 g/100 g protein) were low, respectively. It is worth noting that the limiting amino acids differed among the studied algal species, as valine was found to be the first limiting acid in the species L. obtusa, R. tinctoria, and C. compressa, while the sulfurous amino acids leucine and lysine represented the first limiting acid in the species P. brodiaei, C. corniculata, and C. spinosa, respectively.

Keywords: Chemical composition, amino acids, brown algae, red algae, ADF, NDF.

المقدمة:

تغطى المحيطات أكثر من 70% من سطح الأرض وتحتوى على مجموعة متنوعة من الأنواع البحرية التى تشكل حوالى نصف التنوع البيولوجي العالمي المعروف (Kim وآخرون 2010) ، ومن بين الكائنات البحرية، الطحالب البحرية التى لا تزال تعرف بأنها موارد نباتية غير مستغلة بشكل كاف، على الرغم من استخدامها منذ الآف السنين في الصين وكوريا واليابان وفى جميع أنحاء العالم لأغراض غذائية وغير غذائية مختلفة (Tiwari وآخرون 2015).

والأعشاب البحرية هي نوع من الطحالب الكبيرة حيث توجد على شكل كائنات متعددة الخلايا ذات حجم كبير، وفي الواقع فإن بعض الطحالب هي كائنات حية تعيش في بيئات معقدة تتعرض لظروف قاسية مثل تغيرات الملوحة ودرجة الحرارة والمغذيات والإشعاع فوق البنفسجي (Salehi et al., 2019)، ووفقًا لمنظمة الأغذية والزراعة (الفاو) قُدِّر إجمالي إنتاج العالم من الأعشاب البحرية بنحو 34.7 مليون طن متري، حيث يتم إنتاج 88.65% منه عن طريق الزراعة، بينما يتم استغلال الباقي من أحواض الأعشاب البحرية الطبيعية في جميع أنحاء العالم(FAO, 2022).

وتُعد الأعشاب البحرية موارد متجددة محتملة في البيئة البحرية، حيث تم تحديد حوالي 6000 نوع منها، وهى من أقدم أعضاء مملكة النبات التى يعود تاريخها الى مئات الملايين من السنين وبناء على الصبغات الضوئية بها يمكن تصنيف الطحالب البحرية الكبيرة (Macroalgae) الى ثلاثة مجموعات وهى الطحالب الخضراء المعروفة باسم (Chlorophyta)، والطحالب البنية (Phaeophyta)، والطحالب الحمراء (Rhodophyta)، حيث تُستخدم 66% من إجمالي أنواع الأعشاب البحرية كغذاء (Bamaniyal et al., 2022).

يعتمد هذا التمييز تقليديًا على الاختلافات في التصبغ، لكن أظهرت الأبحاث الإضافية أنها تختلف أيضًا في التركيب الكيميائي الحيوي والسمات البنيوية ودورة الحياة (Stengel وآخرون 2011) .و ترجع السمة اللونية الخضراء (الأعشاب البحرية الخضراء) لهذه الطحالب بشكل أساسي إلى وجود الكلوروفيل أ و ب بنفس الكمية الموجودة في النباتات،و اللون البني (الطحالب البنية) نتيجة لهيمنة نسب عالية من الفوكوكسانثين و (الطحالب الحمراء) لها لون محمر أو أرجواني ينتج عن هيمنة الفيكوإريثرين (Lee وآخرون،2013)، ووجود أصباغ مختلفة في الطحالب مرتبط بموطنها البحري، وبالتالي تكثر الطحالب الخضراء الكبيرة في المياه الساحلية ويمكنها امتصاص كميات كبيرة من طاقة الضوء، بينما توجد الطحالب البنية والحمراء على أعماق أكبر حيث يكون اختراق ضوء الشمس محدودًا (Kim , 2012).

تحتوي الأعشاب البحرية على المعادن ،الأحماض الأمينية، البروتينات ،الأحماض الدهنية ،الدهون ،السكريات العديدة ،الألياف الغذائية ،الفيتامينات والعديد من المستقلبات الثانوية، مثل الفينولات والقلويدات والتربينات والأصباغ، وتمتلك العديد من هذه المكونات قيمًا اقتصادية عالية ويمكن استخراجها للحصول على منتجات مضادة للأكسدة ومضادة للالتهابات ومضادة للسرطان ومضادة للميكروبات ومضادة للفطريات ومضادة للفيروسات ومضادة للسمنة ومضادة لمرض السكري ومضادة لارتفاع ضغط الدم (Ghaliaoui , 2024 وآخرون) .

ومن الناحية الغذائية، تتميز الأعشاب البحرية الصالحة للأكل بانخفاض سعراتها الحرارية وغنى تنوعها من الفيتامينات والمعادن والبروتينات قليلة الدهون. وتُعد غنية بشكل خاص بفيتامينات ب1، ب2، ب3، ب5، ب9، ب12، أ، ج، د، هـ، ومعادن مثل البوتاسيوم، والفوسفور، والكالسيوم، والصوديوم ،وقد أُجريت أبحاث على الأعشاب البحرية أو مستخلصاتها لعقود عديدة كمصادر فريدة أثبتت قدرتها على إنتاج مجموعة واسعة من المركبات، بعضها يُنتج نشاطًا بيولوجيًا ذا فائدة علاجية محتملة (Lomartire and Goncalves, 2022)، كما أنها تعتبر من الأغذية المنخفضة فى الدهون والتى تقع فى المدى مابين 1 – 5% كما وجد أن أعلى تركيز للدهون كان 7.8% على أساس وزن جاف فى الطحالب البنية نوع (*Bellotia eriophorum*) ،وكذلك المركبات الهامة للصحة المتمثلة فى الأحماض الدهنية الأساسية والأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع وأحماض الأوميجا-3- DHA – DPA- EPA كما أشار اليه (Rosemary et al. 2019, Schmid et al. 2018). كذلك محتوى البروتين يمكن أن يتغير حسب النوع وعادة تتراوح النسبة ما بين 10-30% على أساس وزن جاف ، حيث أن الطحالب الحمراء تشير لمحتوى مرتفع من البروتين يصل الى أعلى من 47 % والتى عند مقارنتها بالأغذية ذات المحتوى العالى من البروتين تصل الى 43.3 % كمتوسط على أساس وزن جاف، والذى يعتبر أعلى من البيض أو شريحة لحم كما أشار اليه (Fleurence et al. 2012, Raposo, et al. 2016) ، ومعظم الأحماض الأمينية المتواجدة فى الأعشاب البحرية هى حمض الأسبارتك والجلوماتيك والتى تصل الى أعلى من 40% من المحتوى الكلى للأحماض ، بالإضافة للأسبارجين، السيرين، اللايسين، الهستيدين، الأرجنين، فالين، الليوسين والأيزوليوسين، والأعشاب الحمراء محتواها عالى من الأحماض الأمينية الأساسية كاللايسين مقارنة بالطحالب البنية والخضراء كما أشار اليه(Vieira et al., 2018). ومحتوى المعادن يتمثل فى عنصر الكالسيوم بنسبة 70mg/100g ، البوتاسيوم 127mg ، الماغسيوم 100mg ، الصوديوم 98mg ، الفوسفور 11g وتتواجد مرتبطة مع البولى سكاريد ،حيث تكون فى هذه الصورة متاحة حيويا (Polat et al. , 2021)، كما أن الأعشاب الحمراء تحتوى 46.6% من الحديد وكذلك النحاس من 0.4 - 63.6% والمنجنيز من 0.6 – 82.3 % والزنك أقل انتشارا فى الحمراء 30.7 % كاقصى حد يمكن امتصاصه. البولى سكاريد الفريدة تتواجد فى انواع مختلفة من الأعشاب البحرية والتى تتميز بأهمية صناعية كبيرة جدا ومعظمها توجد فى صورة كبريتية وغير كبريتية (Gullón et al., 2020) ، حيث أن الطحالب البنية تحتوى على أحماض الألجينك (أو alginats) ولامينارنز (Laminarans) والفوكودينات (Fucoidans) ، والتى تكون (البولى سكاريد الذائبة فى الماء) ، بينما الطحالب الحمراء تتميز بالكارجينات (Carrageenans) لإنها تكون معظم الجدار الخلوى لها، والآجار ، الزايلوجالاكتان (Xylogalactans) ، الجالاكتانات الكبريتية(Sulfated galactans) ، الأكزالانات (Xylans) ، البورفيران (Porphyran) والنشا الفلوريدى (Agregán et al., 2017 , Xu et al., 2015).

كما أن الألياف الغذائية الذائبة تصل الى g100/g24.5 ، والألياف غير الذائبة g100 /g21.8 (Peñalver et al., 2020) وبسبب ارتفاع محتواها من الألياف الغذائية تعتبر مصدر غنى بالبريبيوتك (Prebiotics) كما أشار اليه (Gomez – Zavaglia et al. , 2019)، وكذلك لها علاقة بخفض LDL الكوليسترول الضار فى البلازما بالإضافة لخفض المؤشر الجلاسيمى (الإستجابة لنسبة السكر فى الدم) .

ومما هو جدير بالذكر أن الأنواع التى تم التعرف عليها فى الساحل الليبى بلغت 178 نوع تنتمى الى أربع شعب ، وهى شعبة الطحالب الخضراء وتحوى 29 نوعا، تنتمى الى 15 جنس، وشعبة الطحالب البنية تحوى 34 نوعا وتنتمى الى 19 جنس، وشعبة الطحالب الحمراء وتحوى 112 نوعا وتنتمى الى 76 جنس وشعبة الطحالب الخضراء المزرقة وتحوى ثلاثة أنواع تنتمى الى جنسان فقط (Nizamuddin et al. , 1979).

ونظرا لتوافر الطحالب البحرية بكثرة على الشواطئ الليبية التى تمتد على ساحل بطول 1900كم ، كان هدف هذه الدراسة هو معرفة إمكانية الإستفادة من هذه الطحالب فى مجال التغذية والتصنيع الغذائى وذلك بدراسة النقاط التالية :

1 - تصنيف الطحالب البحرية المتحصل عليها من شواطئ سوسة والحمامة الواقعة بمنطقة الجبل الأخضر بالسواحل الشرقية من ليبيا .

2 – دراسة التركيب الكيميائى التقريبى والعناصر المعدنية .

3 – التعرف على تركيب الألياف الغذائية .

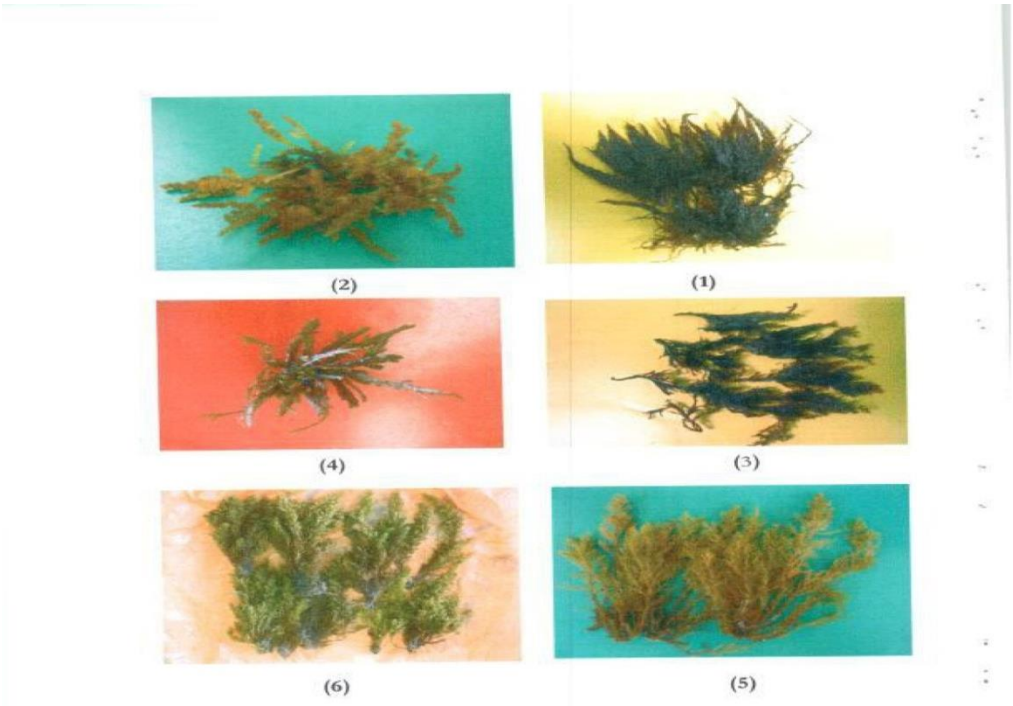
4 – دراسة تركيب الأحماض الأمينية للبروتينات والدرجة الكيميائية لها .

1- المواد والطرق Materials and Methods

1.1 عينات الأعشاب البحرية تم تجميع حوالي 15 نوع من الأعشاب البحرية المتواجدة في شواطئ سوسة والحمامة بالمنطقة الشرقية بدولة ليبيا خلال شهر ابريل 2023م وتم التعرف على ستة أنواع منها كما في الشكل (1) بكلية العلوم قسم علوم البحار بجامعة الإسكندرية وأيضاً بقسم النبات بكلية العلوم جامعة عمر المختار وكان التصنيف كما يلي :

1- *Polysiphonia brodiaei (Dillwyn).*
2- *Laurencia obtusa (Huds)*
3- *Rytiphloea tinctoria(Clemente)*
4- *Cystoseira compressa (Esper)*
5- *Cystoseira corniculata (Wulfen)*
6- *Cystoseira spinosa (Sauvageau)*

وتجدر الإشارة إلى أن الأنواع 2.1 و 3 تتبع الطحالب الحمراء بينما الأنواع 4 ، 5 و 6 تتبع الطحالب البنية . وبعد تجميع العينات تم غسلها بماء البحر أولاً للتخلص من الرمال وبعض الشوائب العالقة بها ، ثم الغسيل بمخلوط الماء العذب مع ماء البحر تدريجياً (2:1) ، (1:1) ، (1:2) وفي النهاية غسلت بالماء المقطر وذلك خلال 24 ساعة جففت العينات على درجة حرارة 40^{0}م وطحنت وحفظت بالتجميد في أكياس بلاستيكية على درجة حرارة -18م° لحين إجراء التحاليل.



شكل (1) المظهر الخارجي للأعشاب البحرية موضع الدراسة :

Polysiphonia brodiaei - 1 *Cystoseria compressa -4*

Laurencia obtusa -2 *Cystoseria corniculata-5*

Rytiphloea tinctoria -3 *Cystoseira spinosa-6*

2- الطرق Methods :-

استخدمت في هذه الطرق مذيبات عضوية ومواد كيميائية على درجة عالية من النقاوة إنتاج شركات . Fluka. Merek . Sigma

2-1 التركيب الكيميائي التقريبي

2-1-1 المحتوى الرطوبي Moisture content

أخذت ورنات معلومة من عينات الأعشاب البحرية المطحونة والمتجانسة ووضعت في أطباق الرطوبة في فرن التخفيف على درجة حرارة 105م لمدة 3 ساعات، وزنت العينات واستكمل التجفيف لحين ثبات الوزن ثم حسبت النسبة المئوية للرطوبة كما ورد في طريقة AOAC (1997) Method 32.1.03

2-1-2 البروتين الخام Crude protein

استخدمت طريقة كلداهل لتقدير النيتروجين الكلي عن طريق الهضم الرطب باستخدام حامض الكبريتيك المركز ومخلوط (أقراص) الهضم والتقطير باستخدام جهاز Gerhardt Vapodest 40 ومعايرة المتقطر بواسطة حامض HCL معلوم العيارية وحسبت النسبة المئوية للبروتين الخام باستخدام معامل التحويل 6.25 كما ورد في طريقة.

AOAC (1997) Method 32.1.22

2-1-3 الدهن الخام Crude fat

قدر الدهن الخام باستخدام الأثير ثنائي الأيثايل كمذيب عضوي للاستخلاص بطريقة سوكسلت كما ورد في طريقة 4.5.01 AOAC (1997) Method.

2-1-4 الألياف الخام Crude fiber

قدرت الألياف الخام في عينة مطحونة منزوعة الدهن ، عن طريق الهضم بواسطة حامض الكبريتيك المخفف 1.25% ثم القلوي (NaOH) المخفف 1.25% وبعد الترشيح والغسيل جفف الراسب في فرن عند درجة حرارة 105م حتى ثبات الوزن ، ثم حرق الراسب الجاف في فرن ترميد على درجة حرارة 550 م لمدة نصف ساعة لحساب النسبة المئوية للألياف الخام كما ورد في طريقة AOAC (1997) Method 4.6.01 .

2-1-5 الرماد الكلي Total ash

قدر الرماد بحرق عينة معلومة الوزن في فرن الترميد (Gallen Kamp BS OV 106) على درجة حرارة 550^{0}م لمدة 3 ساعات وبعد تمام الترميد قدر وزن الرماد حسبت النسبة المئوية للرماد الكلي تبعاً لطريقة 32.1.05 AOAC (1997) Method .

2-1-6 المستخلص الخالي من النيتروجين Nitrogen free extract (NFE)

حسيت النسبة المئوية للمستخلص الخالي من النيتروجين والذي يشتمل على الكربوهيدرات الكلية بالفرق على أساس الوزن الجاف للمكونات من المعادلة التالية :

NFE % = 100 – (%للبروتين الخام + %الدهن الخام + %للألياف الخام +% للرماد الكلي).

2-1-7 العناصر المعدنية Meneral elements

بعد ترميد العينات أذيب الرماد الناتج في 10 مل HCL (6 عياري) ونقل كمياً إلى كأس وسخن للغليان وبعد التبريد استكمل الحجم إلى 25مل في دورق معياري بعد الترشيح على ورق واتمان (41) خالي من الرماد واستخدم المحلول الناتج في تقدير العناصر المعدنية المختلفة بعد عمل التخفيفات اللازمة .

قدر كل من الكالسيوم، الماغنسيوم، المنجنيز، الحديد، النحاس، الزنك، الكادميوم، الرصاص في محلول الرماد السابق إعداده بواسطة جهاز قياس طيف الامتصاص الذري للعناصر (Atomic Absorption Spectrophotometer Philips) كما ورد في طريقة AOA (1997) Method 3.2.05. . وقد تم تقدير كل من الصوديوم والبوتاسيوم بواسطة جهاز قياس طيف انبعاث اللهب

Flame Photometer (Jenway Clinical PFP 7C) كما ورد في طريقة AOAC (1997) Method 3.3.13 باستخدام محاليل من كلوريد الصوديوم والبوتاسيوم معلومة التركيز في المدى من 2-20 ppm .

2-1-8 الأحماض الأمينية الكلية Total amino acids

جهزت العينات بوزن 50 مليجرام من الأعشاب البحرية في أنبوبة ذات غطاء محكم سعة 50مل وأضيف إليها 5مل من حامض البيرفورميك وتم قفل الأنبوبة بإحكام ووضعت في حمام ثلجي لمدة 16 ساعة ثم أضيف 0.25 مل من محلول ثنائي كبريتات الصوديوم و5 مل من حامض الهيدروكلوريك 6 عياري وتم قفل الأنبوبة بإحكام ووضعت في الفرن على درجة حرارة 110م^0 لمدة 24 ساعة ثم التبريد والترشيح في دورق معياري سعة 25 مل أخذ 5 مل من المترشح في كاس سعة 100 مل وجففت في مجفف زجاجي تحت تفريغ وأذيب ناتج التحلل الجاف في كمية مناسبة (1-2مل) من محلول منظم سترات الصوديوم (2.2 PH). وقدرت الأحماض الأمينية بحقن جزء من ناتج التحلل السابق تحضيره في جهاز تحليل الأحماض الأمينية عالي الكفاءة (Beckman 7300 High Performance Amino Acid Analyzer) كما ورد في طريقة Duranti و Cerletti (1974).

2-1-9 الألياف الغذائية Dietary fibers

قدرت الألياف الغذائية باستخدام طريقة (Goering و Van Soest (1970) . (Mongeau و Brassard (1979) كالاتي -:

2-1-9-1 ألياف المنظفات المتعادلة Neutral detergent fiber (NDF)

أخذ 1جرام من العينة في كأس الهضم وأضيف إليها 100 مل من محلول NDF

(Ethylene diamine tetra acetate) EDTA ، (30جم)(Sodium lauryl sulphate)

(18.60جم)Sodium phosphate dibasic anhydrous Na_2HPO_4 ، (4.56 جم)

Ethyl cellosave) ، (6.81جم) $Na_2B_4O_7$-$10H_2O_2$ Sodium borate decahydrate

ethelen glycol monoethyl ether) (10مل) وقطرات من الأوكتانول لمنع الرغوة وتم الغليان لمدة 60 دقيقة ثم ترشيح الخليط في بوتقة G3 وغسل المتبقي ثلاث مرات بالأسيتون.

جففت البوتقة المحتوية على المتبقي على 100 م^0 لمدة 24 ساعة **وحسبت النسبة المئوية لألياف المنظفات المتعادلة NDF** من المعادلة التالية : الوزن الجاف للبوتقة والمتبقى – الوزن الجاف للبوتقة فارغة

$$\%NDF = \frac{\text{الوزن الجاف للبوتقة والمتبقى – الوزن الجاف للبوتقة فارغة}}{\text{وزن العينة بالجرام}} \times 100$$

2-1-9-2 الياف المنظفات الحامضية Acid detergent Fiber (ADF)

استخدمت نفس الخطوات السابقة في تقدير NDF مع استخدام محلول ADF المكون من (CTAB) Cetyl ammonium bromide(20 جرام / لتر وحامض الكبريتيك (1عياري) وأسيتون.

حسبت النسبة المئوية لألياف المنظفات الحامضية (ADF) من المعادلة التالية :

$$\%\ ADF = \frac{\text{الوزن الجاف للبوتقة والمتبقي - الوزن الجاف للبوتقة فارغة}}{\text{وزن العينة بالجرام}} \times 100$$

2-1-9-3 الهيميسيليلوز Hemicellulose

حسبت النسبة المئوية للهيميسيليلوز بالفرق بين % NDT - %ADF السابق تقدير هما.

2-1-9-4 السيليلوز Cellulose

وضعت البوتقة المحتوية على المتبقي من تقدير الياف المنظفات الحامضية (ADF) في كأس 200 مل به حمض كبريتيك (72%) واستخدم قضيب زجاجي لتحريك ولترطيب المتبقي، غسلت البوتقة مرة ثانية بحمض كبريتيك ثلاث مرات بالترشيح تحت تفريغ وغسل المتبقي بالماء الساخن ثم جففت البوتقة على 100ºم ووزنت وهي ساخنة لحساب النسبة المئوية للسيليلوز كما يلي :

$$\% \text{ للسيليلوز} = \frac{W_1 - W_0}{\text{وزن العينة بالجرام}} \times 100$$

W_0 = وزن البوتقة المجففة المحتوية على المتبقي قبل المعاملة بالحامض (ADF).

W^1 = وزن البوتقة المجففة بعد المعاملة بحامض الكبريتيك (72%) .

2-1-9-5 اللجنين Lignin

المتبقي من الخطوة السابقة (تقدير السيليلوز) رمد لمدة 4 ساعات على 525^{0}م وحسب الفقد في الوزن بعد الترميد كمحتوي للجنين كما يلي

$$\% \text{ للجنين} = \frac{W_1 - W_0}{\text{وزن العينة بالجرام}} \times 100$$

W_0 = وزن البوتقة المحتوية على المتبقي بعد تقدير السيليلوز.

W_1 = وزن البوتقة الجافة بعد الترميد.

2-2 التحليل الإحصائي:

حسبت النتائج كمتوسط لثلاث مكررات ± قيمة الانحراف القياسي عن المتوسط (Standard Deviation, SD) وأجرى تحليل التباين باستخدام طريقة التصميم العشوائي الكامل (Completely Randomized Design. CRD) واختبرت المعنوية بين المتوسطات باختبار LSD واختبار T عند مستوى معنوية 5% (Cochram, Snedecor .1967)

3 - النتائج والمناقشة Results and Discussion

1-3 التركيب الكيميائي التقريبي Proximate chemical composition

قدر التركيب الكيميائي التقريبي لستة أنواع من الأعشاب البحرية المتحصل عليها من شواطئ سوسة والحمامة بالمنطقة الشرقية دولة ليبيا والنتائج المتحصل عليها بالجدول (1) تشير النتائج إلى وجود تباين في نسبة البروتين الخام بين عينات الأعشاب وإحتواء النوع *P.brodiaei* على أعلى نسبة (16.6%) يلية النوعان *C.corniculata. R. tinctoria* حيث أحتويا على 12.5 – 12.4 % على الترتيب بينما احتوت الأنواع على نسبة منخفضة من البروتين الخام تراوحت ما بين 5.7 – 7.2% ، وتعد الأعشاب موضع الدراسة فقيرة نسبيا في محتواها من الدهن الخام وقد تراوحت النسبة ما بين0.27 -1.5 % كما أنخفض نسبياً محتوي النوعان *R.tinctoria C.spinosa* من الألياف الخام حيث احتويا على 9.5 ،10.7% على التوالي، ولم توجد إختلافات معنوية بين باقي الأنواع في محتواها من الألياف الخام (12.2 - 13.5%).

كما أشارت النتائج الموضحة بالجدول رقم (1) إلى وجود إختلافات بسيطة بين عينات الأعشاب موضع الدراسة في نسبة الرماد الكلي وتراوحت ما بين 9.6 - 14.2% ولم يوجد فرق معنوي بين النوعين *C.compressa P.brodiaei* في نسبة الرماد ، ومن ناحية أخرى وجد فرق معنوي في نسبة الرماد الكلي بين النوع *P.brodiaei* والأربعة أنواع الأخرى والتي لم تختلف معنوياً فيما بينها. وعند حساب نسبة المستخلص الخالي من النيتروجين (الكربو هيدرات بالفرق) وجد أنه يمثل المكون الرئيسي في عينات الأعشاب البحرية وتراوحت نسبته ما بين 61.23 -69.4%. وتعتبر الأنواع *L.obtusa* ، *C.spinosa*، *C. compressa* هي الأعلى في محتواها من الكربوهيدرات ولم توجد بينها اختلافات معنوية ولكنها إختلفت عن الثلاثة أنواع الأخرى معنوياً.

جدول (1) التركيب الكيميائي التقريبي لبعض الأعشاب البحرية (على أساس وزن جاف)

المكون (%)	نوع العشب البحري					
	P.brodiaei	*L.obtusa*	*R.tinctoria*	*C.compressa*	*C.corniculata*	*C.spinosa*
البروتين الخام•	± 16.60a 0.92	± 6.40 c 0.44	± 12.50 b 0.98	± 5.70 c 0.20	± 12.40 b 0.82	± 7.20 c 1.18
الدهن الخام	± 0.27a 0.06	± 0.80 b 0.04	± 0.67 d 0.04	± 1.50 a 0.20	0.02 ± 0.29 e	± 0.30 e 0.10
الالياف الخام	± 12.30 a 1.01	± 12.20 a 0.56	± 9.50 b 0.36	± 12.60 a 0.56	± 13.50 a 0.55	± 10.7 b 0.46
الرماد	± b9.60	± 14.17 a	± 14.20 a	± 10.80 ab	± 11.90 a	± 12.50 a

الكلي	0.33	0.59	0.61	0.55	0.26	0.36
المستخلص الخالي من النيتروجين	± 6.23 b 0.37	±66.43 a 0.72	± 63.13 b 0.21	± 69.40 a 0.38	± 61.91 b 0.63	± 69.03 a 0.41

- % للنيتروجين × 6.25.

القيم متوسط لثلاث مكررات = الانحراف القياسي (SD)

المتوسطات في الصف التي تشترك في نفس الحرف لا يوجد بينها فروق معنوية ($P<0.5$)

وقد توافقت النتائج المتحصل عليها مع ما ذكره cherry و آخرون (2019) فى نسب المكونات الأساسية خاصة البروتين والكربوهيدرات والدهن والالياف الخام و كما أورد Polat و آخرون (2021) أن هناك تفاوت كبير فى التركيب الكيميائى للأعشاب البحرية ، حيث تراوحت نسبة البروتين الخام على أساس وزن جاف من 5- 15 % فى الطحالب البنية و 35-47 % فى الطحالب الحمراء ومن 10 – 30 %فى الطحالب الخضراء على التوالي. بينما أشار Polat و آخرون (2021) إلى أن الطحالب الحمراء تصل إلى أعلى من 47% من محتواها في البروتين ، وعند مقارنتها بالأغذية ذات المحتوى العالى من البروتين التى تصل الي (43.3%) كمتوسط على أساس وزن جاف مثل فول الصويا والذي يعتبر أعلى من البيض أو شريحة لحم، تبعاً لدراسة fleurence وآخرون(2012) و Raposo وآخرون (2016). ويرجع التفاوت إلى نوع العشب والظروف المناخية لمنطقة النمو وكذلك فصول السنة (شتاء ربيع ، صيف - خريف) تؤثر كما ذكر Cherry و آخرون (2019) أن البروتين فى فصل الربيع والشتاء يصل إلى 21.9% بينما فى فصل الصيف والخريف يصل إلى 11.9%.

وقد ترتفع بنسبة الرماد كثيراً في بعض الأنواع من الأعشاب البحرية، حيث ذكر Escott - Stump (2008) ان تناول رماد الأعشاب البحرية يمنع العديد من الأمراض مثل التهاب المفاصل والحمى والنقرس واحتباس السوائل ومشاكل المثانة والإمساك ويحسن الذكاء.

كما ذكر Maffei و آخرون (2011) أن الرماد يستخدم في علاج الإمساك عند الأطفال كما أكد Makki واخرون (2018) أنه يساعد في الحفاظ على صحة الامعاء .

اتفقت نتائج هذه الدراسة مع Premarathna وآخرون (2022) في النسب المتحصل عليها فى الرماد الكلى للطحالب البنية والحمراء فكانت بمتوسط 13.59% و 12.88 % على التوالي

وقد ترتفع نسبة الرماد كثيرا في بعض الأنواع من الأعشاب البحرية، حيث ذكر Maehre و آخرون (2014) أن نسبة الرماد تصل الى 42.2% على أساس وزن جاف.

1-3 الألياف الغذائية Dietary fibers

مكونات الألياف الغذائية في ستة أنواع من الأعشاب البحرية موضحة بالجدول رقم (2) ،ويلاحظ من الجدول وجود تفاوتاً كبيراً في نسب الألياف الغذائية بين أنواع الأعشاب المختلفة موضع الدراسة خاصة في نسب كل من ألياف محاليل المنظفات المتعادلة (NDF) والهيميسليلوز والتي تتراوح ما بين 15.09 – 44.66% و2.56 - 28.30% على التوالي ويعد النوعان *C.corniculata*، *P.brodiaei* هما الأعلى محتوى في الياف المحاليل المتعادلة (NDF) والهيميسليلوز بينما النوع *C.spinosa* هو الاقل محتوي.

تشتمل الياف محاليل المنظفات الحامضية (ADF) على السيليلور واللجنين. وتجدر الإشارة إلى أن العينتين الأكثر انخفاضاً في نسبة الـ NDF والـ ADF (*R. tinctoria* و *C.spinosa*)هما أيضاً الأكثر إنخفاضاً في نسبة الألياف الخام (جدول1). وتوضح النتائج وجود تفاوتاً في نسب كل من السيليلوز واللجنين في الأعشاب البحرية موضع الدراسة حيث تزداد نسبة السليلوز في ثلاثة عينات عن نسبة اللجنين والعكس صحيح، وتتراوح نسبة السيليلوز ما بين 7,93 - 10.70% % في العينات الأعلى محتوي من السليلوز (*R. tinctoria, C. compressa* و *C.corniculata*) مقابل 3.49 - 6.07% للأقل محتوى (*C.spinosa*، *L.obtusa* و *P.brodiaei*). ومن ناحية أخرى نجد أن نسبة اللجنين في العينات مرتفعة ومنخفضة المحتوي من السيليلوز تتراوح ما بين 3.25 -6.97 % و7.15 - 13.08% علي التوالي.

جدول (2) مكونات الالياف الغذائية في بعض الأعشاب البحرية (على أساس وزن جاف)

المكون (%)	نوع العشب البحري					
	P.brodiaei	*L.obtusa*	*R.tinctoria*	*C.compressa*	*C.corniculata*	*C.spinosa*
NDF	± 39.73 [b] 1.58	± 20.49 [cd] 1.38	± 18.39 [cd] 1.84	± 19.08 [ce] 1.86	± 44.66 [a] 1.96	± 15.69 [c] 1.74
ADF	± 16.27 [a] 1.14	± 16.64 [a] 0.21	± 11.25 [c] 0.85	± 16.49 [a] 0.49	± 16.36 [a] 0.48	± 13.13 [b] 0.33
هيميسليلوز	± 23.46 [b] 0.56	± 3.85 [d] 0.32	± 7.14 [c] 0.33	± 2.59 [d] 0.44	± 28.30 [a] 1.46	0.5 ± 2.56 [d]
سيليلوز	± 6.07 [c] 1.02	± 3.49 [e] 0.16	± 7.93 [d] 0.44	± 9.38 [b] 0.05	± 10.70 [a] 0.71	± 5.89 [c] 0.67
لجنين	± 10.1 [b] 0.26	± 13.08 [a] 0.19	± 3.25 [e] 0.15	± 6.97 [c] 0.28	0.21 ± 5.58[d]	± 7.15 [c] 0.48

Neutral Detergent Fiber = NDF

Acid Detergent Fiber = ADF

القيم متوسط لثلاث مكررات ± الانحراف القياسي (SD).

المتوسطات في الصف التي تشترك في نفس الحرف لا يوجد بينها فروق معنوية ($P<0.05$)

كما ذكر Misurcova وآخرون (2010) أن نسبة الألياف الغذائية تتراوح ما بين 8.54-12.73% للطحالب الحمراء والبنية على التوالي، وكان متوسط NDF 16.91-21.65 % للبنية و لحمراء على التوالي، بينما ADF كانت 7.75 – 27.35% للحمراء و البنية على التوالي، كما قد وجد أن الألياف الغذائية يمكن أن ترتبط بالمركبات السامة وبالتالى تقضى على حركتها في جسم الأنسان. وأكد Kustantinah و آخرون(2022) أن NDF للطحالب البنية والحمراء كانت 26.11 – 21.74% على التوالى و ADF 7.5- 5.46% على التوالى.و الهيميسيليلوز للبنية و الحمراء من 18.6- 30.8 %، وهذه الإختلافات ترجع للظروف البيئية (الملوحة ، شفافية المياه لتخليق الألياف غير العضوية وامتصاص العناصر الغذائية) وهى من العوامل التي تؤثر على مستويات الألياف الخام، وأن أغلب المكونات القابلة للذوبان في الماء عبارة عن Fucoidan مع أملاح حامض الألجينك Siddique (2013) .

وقد أشار Usov وأخرون (2011) ، أن الألياف الغذائية في الأعشاب البحرية تشتمل بصفة عامة على الكارجينات (carrageenan) والأجار (Agar)واللجينات (AIginate) والسيليلوز (cellulose) والامينارانات (Laminarans) والفيكانات (Fucans) بالإضافة إلى اللجنين(Lignine).

2-3 العناصر المعدنية Meneral elements

قدرت العناصر المعدنية في الأعشاب البحرية موضع الدراسة والنتائج موضحة بالجدول رقم(3) محسوبة كمليجرامات/100 جرام على اساس وزن جاف. ويلاحظ بصفة عامة إرتفاع كبير في نسبة الكالسيوم في جميع العينات وتتراوح النسبة مابين 711.5- 4173.6 ملجم / 100 جرام ، ويعتبر النوع *C.corniculata* هو الأكثر ارتفاعا حيث وصلت نسبة الك*السيوم إلي 4.17 % ،كما ترتفع نسبة الصوديوم أيضاً في النوعين R.tinctoria و C.compressa*وتصل إلى 978 و 1365 ملحم / 100 جرام على التوالي . ومن ناحية أخرى تراوحت نسبة الصوديوم في باقي العينات ما بين 36.7 – 104.1 ملجم/ 100 جرام مما يشير إلى وجود تفاوتاً كبيراً في محتوي الصوديوم بين أنواع الأعشاب موضع الدراسة ،ويعتبر الماغنسيوم ثالث العناصر المعدنية المقدرة من حيث التركيز بعد الكالسيوم والصوديوم وتتراوح نسبة الماغنسيوم ما بين 219 - 761 ملجم / 100 جرام .

ويلاحظ من النتائج وجود تفاوت في محتوى الأعشاب البحرية من العناصر المختلفة وقد يرجع التفاوت إلى منطقة ومكان نمو الأعشاب ويتراوح مدى كل من البوتاسيوم ، الحديد والنحاس ما بين 6.19 -50.98، 6.08 – 19.22 و 0.85 - 1.84 ملجم / 100جم وزن جاف على التوالي. ويعتبر النوع *C.compressa* هو الأقل تركيزاً في الحديد ، المنجنيز والزنك والأعلى في الصوديوم والبوتاسيوم مقارنة بالأنواع الأخرى. ويتراوح محتوى الأعشاب موضع الدراسة من المنجنيز والزنك ما بين 0.24 – 1.27 و 1.14 - 10.60 ملجم / 100جم على التوالي .

وتجدر الإشارة إلى أن تركيز كل من الرصاص والكادميوم كعناصر ثقيلة يتراوح ما بين 0.22 – 0.33 و 0.01 -0.03 ملجم / 100 جرام على التوالي. وقد حددت منظمة الصحة العالمية (WHO, 2000) حد التناول المحتمل من الرصاص لجميع الأعمار بمقدار25 ميكرو جرام / كيلو جرام من وزن الجسم / أسبوع. كما أشار تقرير منظمة الصحة العالمية أيضاً (WHO,1984) إلي أن مدخول الكادميوم المحتمل للفرد يجب ألا يتجاوز المدى 57 - 71 ميكروجرام / يومياً. وقد ذكرBurtin (2003) أن أحد صفات الجودة المطبقة على الأعشاب البحرية المأكولة في فرنسا تشير أن محتواها من العناصر الثقيلة يجب أن يكون من الرصاص أقل من 5 ملجم / كجم مادة حافة والكادميوم أقل من 0.5 ملجم / كجم بينما الزئبق أقل من 0.1 ملجم / كجم . وتجدر الإشارة إلى أن العينات موضع الدراسة جميعها أقل في محتواها من الرصاص والكادميوم مقارنة بالنسب السابقة.

جدول (3) تركيز العناصر المعدنية في بعض الاعشاب البحرية (ملجم / 100 جم) على أساس الوزن الجاف

العنصر	نوع العشب البحري					
	p.brodiaei	*L.obtusa*	*R.tinctoria*	*C.compressa*	*C.corniculata*	*C.spinosa*
كالسيوم	2291.49	1604.3	2348.49	1096.87	4173.63	711.52
صوديوم	45.15	93.11	977.91	1364.65	36.69	104.13
بوتاسيوم	10.311	6.19	35.83	50.98	7.11	7.02
حديد	16.67	19.22	16.57	6.08	17.52	11.40
نحاس	1.58	0.85	0.96	1.21	1.20	1.84
ماغنسيوم	245.09	679.04	701.39	219.98	474.65	760.60
منجنيز	0.88	0.357	1.27	0.24	1.21	0.32
زنك	1.25	5.27	10.15	1.14	10.60	5.99
رصاص	0.22	0.27	0.32	0.33	0.32	0.25
كادميوم	0.02	0.03	0.01	0.02	0.02	0.03

ذكر Vijay وآخرون (2017) أن الأعشاب البحرية تحتوى على معظم العناصر المعدنية الضرورية، حيث تحتوى على 7- 38% معادن على أساس وزن جاف ، وأن الطحالب البنية تحتوى على عناصر أعلى من الحمراء . كما أشار Polat وآخرون (2021) أن العناصر المعدنية بالأعشاب البحرية توجد مرتبطة بالبولى سكاريد "السكريات العديدة" وبالتالى تكون فى الصورة المتاحة حيويا.

كما أكد Kustantinah وآخرون (2022) أن بعض أنواع الطحالب البنية كانت مرتفعة فى قيم الصوديوم (0.89%) ، والماغنسيوم (4.90%) والكادميوم (3.73 ppm) ، بينما كانت الطحالب الحمراء مرتفعة في البوتاسيوم (2.18%) والكالسيوم (5.80%) والحديد(ppm7.596) والمنجنيز(ppm818) والنحاس(ppm5) والزنك (ppm52) والرصاص (60.38%) . والنتائج المتحصل عليها فى هذه الدراسة تتوافق فى تراكيز بعض العناصر مع ما ذكره El-Said وآخرون(2013) و Farghl وآخرون (2021) وتختلف فى تراكيز بعض العناصر الأخرى ، حيث كانت فى الطحالب البحرية البنية والحمراء نسبة البوتاسيوم (578.30 -D.W g100/ mg1228.73) ، والكالسيوم (390.42 – 845.38 D.W g100/ mg) والصوديوم (102.55 -D.W g100/ mg283.82) وكذلك أكدت الدراسة أن النوع *L.obtusa* له تركيزات مرتفعة من الكالسيوم والزنك (845.38 – 4.9 D.W g100/ mg) على التوالى وهى نتائج متقاربة مع هذه الدراسة .

3- 4 الأحماض الأمينية Amino acids قدر تركيب الأحماض الأمينية

الكلية في بروتينات الأعشاب البحرية المستخدمة في هذه الدراسة وأوضحت النتائج جدول رقم (4) أن أكثر الأحماض الأمينية تواجد في بروتينات الأعشاب البحرية هي الفينايل الانين و الليسين، وحمض الأسبارتك. ومن ناحيه أخري أقل الأحماض الأمينية تركيزاً هي السستين ، الفالين والبرولين .

وبصفة عامة توجد بعض الاختلافات في تراكيز الأحماض الأمينية بين أنواع الأعشاب البحرية موضع الدراسة حيث تحتوي بعض الأعشاب على تراكيز مرتفعة من بعض الأحماض الأمينية ومنخفضة في البعض الآخر، فقد لوحظ أن بروتينات النوع *P.bradiaei* تحتوي على تركيز مرتفع نسبياً من السيرين (10.52) ومنخفض في الأحماض الأمينية الكبريتية (1.49)

والفالين (2.38) والليسين (4.92) مقارنة مع الأنواع الأخرى، أيضاً النوع *C.spinosa* تميز بإرتفاع محتواه من التيروسين، البرولين والسيرين (13.12، 10.56 و 13.46 على التوالي) وأنخفاض فى تركيز الليسين، الثريونين ، الفالين، الأنين ، الأسبارتيك والجليسين (2.0، ، 1.57 ، 2.77 ، 5.4 و 1.14 جم /100جم بروتين على التوالي).

وعند المقارنة مع القيم المقترحة من قبل منظمتي FAO / WHO للأطفال في سن ما قبل المدرسة نجد أن بروتينات الأعشاب البحرية تحتوي علي أغلب الأحماض الأمينية الأساسية بتراكيز مرتفعة كما يوجد نقص في واحد أو أكثر من هذه الأحماض الأمينية الأساسية .وعلي الرغم من ذلك لوحظ إرتفاع تراكيز مجموع الأحماض الأمينية الأساسية و التي تراوحت ما بين 52.16 - 64.66 جرام / 100 جرام بروتين .

جدول (4) تركيب الأحماض الأمينية الكلية في بعض الأعشاب البحرية (جرام / 100 جرام بروتين)

الحامض الاميني	نوع العشب البحري						*FAO/WHO*
	P.brodiaei	*L.obtusa*	*R.tinctoria*	*C.compressa*	*C.corniculata*	*C.spinosa*	
ليسين	4.92	11.35	10.03	9.67	13.80	2	5.8
ميثيونين	1.39	4.52	2.68	3.16	3.29	2.69	2.5 [a]
سستين	0.10	0.60	0.28	0.40	0.14	0.41	--
ثريونين	9.19	2.96	4.19	4.58	6.26	1.57	3.4
هستدين	5.75	3.11	5.43	5.18	3.80	7.33	1.9
ابزوليوسين	3.22	5.78	4.45	4.75	4	5.33	2.8
ليوسين	5.91	14.31	6.26	8.60	5.12	8.41	6.6
فينايل الانين	15.06	14.73	13.43	12.57	14.17	17.43	6.3 [b]
تيروسين	4.24	4.70	8.82	7.43	5.30	13.12	--
فالين	2.38	2.60	2.36	3.13	4.99	1.57	3.5
مجموع الأحماض الأمينية الأساسية	52.16	64.66	57.93	59.47	60.87	59.86	32.8
الأنين	5.65	2.31	4.73	7.95	6.14	2.77	
أرجينين	2.30	5.03	1.62	2.19	3.84	1.93	
حمض أسبارتك	11.83	9.79	10.53	11.11	6.90	5.40	
حمض جلوتاميك	7.88	3.83	10.87	4.36	6.99	11.91	
جليسين	6.17	2.90	4.90	5.16	4.69	1.14	
برولين	0.38	0.78	1.76	0.64	1.44	10.56	
سيرين	10.52	7.66	4.95	6.11	6.21	13.46	
مجموع الأحماض غير الأساسية	44.74	30.43	39.35	37.52	36.21	37.17	

a = الأحماض الأمينية الكبريتية (ميثيونين + سستين)

b = مجموع الفينابل الآنين + التيروسين

ونظراً للأهمية التغذوية للأحماض الأمينية الأساسية وإعتماداً على القيم المقترحة من قبل منظمتي FAO / WHO فقد تم حساب الدرجة الكيميائية لبروتينات الأعشاب البحرية ،وكذا تحديد الأحماض الأمينية الحدية (جدول رقم 5).

تراوحت قيمة الدرجة الكيميائية لبروتينات الأعشاب البحرية ما بين 34.5 - 89.4 والقيمة الأقل كانت لبروتينات النوع *C. spinosa* بينما القيمة الأعلى كانت للنوع *C.compressa* . ومن ناحية أخري تراوحت قيمة الدرجة الكيميائية للأحماض الأمينية الأساسية ما بين 34.5 -484.9.

وتجدر الإشارة إلى أن الأحماض الأمينية الحدية قد أختلفت بين أنواع الأعشاب البحرية موضع الدراسة، حيث وجد أن حامض الفالين هو الحدي الأول في الأنواع *L.obtusa* و *C.ompressa* و *R.tinetoria* بينما الأحماض الأمينية الكبريتية ، الليوسين والليسين هي التي تمثل الحامض الحدي الأول في الأنواع*C.spinosa* , *P.rodiaei C.corniculata* على التوالي.

جدول (5) الدرجة الكيميائية والأحماض الأمينية الحدية لبروتينات بعض الأعشاب البحرية .

الحامض الأميني	نوع العشب البحري					
	P.brodiaei	*L.obtusa*	*R.tinctoria*	*C.compressa*	*C.corniculata*	*C.spinosa*
ليسين	84.82	195.7	172.93	166.72	237.9	34.5
ميثونين + سستين	59.6	204.8	118.4	142.4	137.2	124
ثريونين	270.29	87.06	123.24	134.70	184.12	46.18
هستدين	302.63	163.7	285.79	272.63	200	385.79
ابزوليوسين	115	206.43	158.93	169.6	142.86	190.36
ليوسين	89.55	216.82	94.85	130.30	77.58	127.4
فينايل الآنين + تيروسين	306.35	308.41	353.17	317.46	309.05	484.92
فالين	68	74.3	67.43	89.43	142.57	44.86
الدرجة الكيميائية	59.6	74.3	67.4	89.43	77.58	34.5
الحامض الأميني الحدي الأول	ميثونين + سستين	فالين	فالين	فالين	ليوسين	ليسين
الحامض الأميني الحدي الثاني	فالين	ثريونين	ليوسين	---	---	فالين

ذكر farghl وآخرون (2021) أن المحتوي الكلي للأحماض الأمينية في الأعشاب البحرية في المدي من 10.67 – 14.21 mg/ 100 D.W mg ، وكانت محتويات الأحماض الأمينية الأساسية تتراوح من 37.02 % ، 35.93 % ، 34.84 % ، 35.05 % مثل المثيونين ، فينايل الآنين ، ثريونين ، واللايسين والتي تواجدت بنسبة مرتفعة، وايضا كانت متطابقة مع الأحماض الأمينية الأساسية لبروتينات البيض والصويا كما اكد ذلك Dawczynski واخرون (2007) ، وأن الأحماض الأمينية الأساسية تمثل اكثر من 30 % من المجموع الكلي للأحماض الأمينية بهذه الاعشاب .

كذلك وجد أن الأحماض الأمينية غير الأساسية الأكثر تواجداً هي الجلو تاميك ،الأسبارتك ، البرولين والآنين و كذلك السستين والسيرين والأرجينين على غرار الدراسات السابقة التي قام بها cian واخرون (2015).

كما ذكر cherry واخرون (2019) أن الأحماض الأمينية يرتفع محتواها حسب فصول السنة من البروتين، حيث أن في فصل الشتاء والربيع تكون 26% وترتفع النسبة الي 50% في فصل الصيف والخريف من البروتين الكلي للأعشاب .

أكد Misurcova (2011) أن نسبة الأحماض الأمينية الكلية للطحالب البنية تتراوح مابين 78.8-89.3 % والحمراء مابين 85.5% - 87.9% والأحماض الأمينية الأساسية 32.4 -47.1% و 35.6 – 36.2% على التوالى وهى متقاربة مع هذه الدراسة .

الخلاصة

تم تصنيف ستة أنواع من الاعشاب البحرية جمعت من شواطئ مدينتى سوسة والحمامة وقد صنفت الأنواع التالية من الطحالب الحمراء *Polysiphonia bradiaei Laurencia obtusa, Rytiphloeay tinctoria* بينما الأنواع التالية تتبع الطحالب البنية *Cystoseira compressa ,C.corniculata , C.spinosa*

فكانت *P.brodiaei*، *R.tinctoria*، *C.corniculata*، هى الطحالب الأكثر بروزا فى احتوائها على أعلى نسبة من البروتين 16.6، 12.5، 12.4 % على التوالى ، والألياف الغذائية والهيميسيليلوز.

وخلصت النتائج الى أن الطحالب المدروسة فقيرة نسبيا فى محتواها من الدهن الخام حيث تراوحت النسب ما بين 0.2- 1.5% ، وكان النوعان *P.brodiaei* و *C.corniculata* هما الأعلى فى أليـاف المحاليل المتعادلة (NDF) والهيميسليلوز بينما النوعان *C.spinosa R.tinctoria* هما الأقل محتوى بالنسبة لل NDF وال ADF .

كما لوحظ إرتفاع كبير فى نسبة الكالسيوم فى جميع العينات حيث تراوحت بين 711.5 إلى 4173.6 ملجم/١٠٠جم والماغنيسيوم مابين 219 –761ملجم/١٠٠جم .

وتراوح محتوى البوتاسيوم والحديد والنحاس ما بين 6.19- 50.98 و6.08-19.22 و 0.85- 1.84 ملجم/100جم وزن جاف على التوالي. وكان محتوى المنجنيز والزنك ما بين 0.24- 1.27 و 1.14- 10.60 ملجم/100جرام على التوالي. أما بالنسبة لتركيز كل من الرصاص والكادميوم فقد تراوحت بين 0.22-0.33 و 0.01- 0.03 ملجم/100جرام على التوالي.

وجد أن النوع *P.brodiaei* يحتوى على تركيز مرتفع من السيرين (10.52) ومنخفض فى الأحماض الأمينية الكبريتية (1.49) والفالين(2.38) والليسين(4.92) مقارنة مع الأنواع الأخرى. أما النوع *C.spinosa* فقد تميز بارتفاع محتواه من التيروسين(13.12) والبرولين(10.56) والسيرين(13.46) على التوالى بينما انخفض فيه تركيز الليسين(2.0) والثريونين(1.57) والفالين(1.57) والألانين(2.77) والاسبارتك(5.4) والجليسين(1.14جم/100جرام بروتين) على التوالي.

وتجدر الإشارة الى أن الأحماض الأمينية الحدية قد اختلفت بين أنواع الطحالب

التوصيات

- تعتبر هذه الدراسة الأولى من نوعها التى تسلط الضوء على الأهمية الغذائية لأنواع الأعشاب البحرية المتاحة فى منطقة الساحل الشرقى بليبيا ،وخاصة فى ساحل منطقة الجبل الأخضر،ولذا تحتاج المزيد من الدراسات على باقى الأنواع من هذه الطحالب.
- وجد أن جميع أنواع الطحالب قابلة للأكل أو الإستهلاك الآدمي وهى مصدر جيد للبروتينات ،الألياف الغذائية ،المعادن ،الأحماض الأمينية ومنخفضة في الدهون.
- ستكون هذه النتائج مفيدة فى دراسة وتحديد الجودة الغذائية للأعشاب البحرية وتطبيقاتها الصناعية وفى مجال الصناعات الغذائية والعلاجية، وبالتالى ستكون هناك حاجه إلى مزيد من الدراسات لتحديد المكونات النباتية الحيوية المحددة للفوائد الصحية لها.

References

Agregán, R., Munekata, P. E. S., Franco, D., Dominguez, R., Carballo, J. and Lorenzo, J. M.(2017). Phenolic compounds from three brown seaweed species using LC-DAD-ESI-MS/MS. Food Research International 99(Pt3):979–85.

AOAC. (1997). Official Methods of Analysis, 16 th ed . Association of Official Analytical Chemists, Washington , DC.

Bamaniyal, P.K., Joshil, N.H., Tiwaril, A. & Shajil, S. 2022. Seaweed - Classification, Source and Uses. Agri-India Today, 2(5): 54.57.

Burtin, P. (2003). Nutritional value of seaweed. Electron. J. Environ. Agric.FoodChem.ISSN1579-4377.

Cherry,P.,O´Hara,C.,Magee,P.J., Mc Sorley, E.M. and Allsopp, P.J.(2019). Risks and benefits of consuming edibl seaweeds. Nutrition Reviews , vol. 77 (5) : 307 – 329.

Cian, R.E., Drago, S.R., de Medina, F.S., Martínez-Augustin, O. (2015). Proteins and carbohydrates from red seaweeds: Evidence for Beneficial effects on gut function and microbiota. Mar. Drugs 13, 5358–5383

Dawczynski, C., Schubert, R., Jahreis, G.(2007). Amino acids, fatty acids, a dietary fibre in edible seaweeds products. Food Chem. 899– 891 .

Duranti, M. and Cerletti, P. (1974) . Amino acid composition of seed protein of Lupinus albus . J. Agric. Food Chem. 27: 977- 978.

El- Said G.F. and El- Sikaily A.(2013). Chemical composition of some seaweed from Mediterranean Sea Coast , Egypet. Egypet. Monit Assess. 185: 6089 – 6099 .

Escott-Stump, S. (2008). Nutrition and Diagnosis-Related Care (Lippincott Williams & Wilkins).

FAO/WHO/UNU. (1985). Energy and protein Requirements, Report of the Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation Technical Report Series No. 427. FAO, WHO and the United Nations University Geneva Switzerland.

FAO. 2022. Report of the Expert Meeting on Food Safety for Seaweed Current Status and Future Perspectives. Available at: https://doi.org/ 10.4060/cc0846en. Accessed 19 May 2023

Farghl, A.A. M., Al-Hasawi,Z.M. and El- Sheekh, M.M. (2021). Assessment of antioxidant capacity and phytochemical composition of brown and red seaweeds sampled off Red Sea Coast. Appl.Sci. 11:11079.

Fleurence, J., Ele Morançais,M., Dumay, J., Decottignies, P., Turpin, V. M., Garcia-Bueno, N., and Jaouen, P.(2012). What are the Munier, Prospects for using seaweed in human nutrition and for marine Animals raised through aquaculture? Trends in Food Science& Technology 27 (1):57–61.

Ghaliaoui, N., Hazzi,t M., Mokrane, H. (2024). Seaweeds as Potential Source of Bioactive Compounds. Research in Biotechnology Environmental Science.3(1):1-8.

Gilbert, E. I. (1998). Juvenile green turtle (Chelonia mydas) foraging ecology : feeding selectivity and forage nutrient analysis M. Sc. Thesis. College of Arts and Science University of Centrol Florida Orlando, Florid, USA.

Goering, H.K. and Van Soest, P.J. (1970). Fiber analysis- apparatus reagents , procedures and some applications (Agriculture Hand book) USDA, Washington, DC, USA.379.

Gomez-Zavaglia, A., Prieto Lage, M. A., Jimenez-Lopez,C.,Mejuto,J.C. and Simal-Gandara, J.(2019). The potential of seaweeds as a source of functional ingredients of prebiotic and antioxidants value.. Antioxidants 8 (9):406.

Gullón, B., Gagaoua, Barba, M., Gullón, F. J., Zhang, P., W. and Lorenzo J. M. (2020). Seaweeds as promising resource of bioactive compounds: Overview of novel extraction strategies and design of tailored meat products. Trends in Food Science & Technology 100:1–18.

Kim,S.,and WijesekaraI.(2010). Development an biological activities of marine-derived bioactive peptides: A review. JFunct.2010; 2:1-9.

Kustantinah, Hidayah, N., Noviandi, C.T., Astuti, A. and Paradhipta, D.H.V.(2022). Nutrients content of four tropical seaweed species from Kelapa Beach, Tuban, Indonesia and their potential as ruminant feed. Biodiversitas. 23 : 6191 – 6197.

LeeJ,C.,Hou,M.F.,Huang,H.W. ,Chang,F.R.,Yeh,.C.C.,Tang, J.Y.,et al.(2013). Marine algal natural products with anti-oxidative,anti-inflammatory, and anti-cancer properties. Cancer Cell Int. 13: 55.

Lomartire, S. & Goncalves, A.M.M. 2022. An Overview of Potential Seaweed-Derived Bioactive Compounds for Pharmaceutical Applications. Mar. Drugs, 20(2): p.141. https://doi.org/ 10.3390/md20020141

Maehre, H.K., Malde, M.K., Eilersten,K. and Elvevoll,E.O. (2014). Characterization of protein, lipid and mineral contents in common of their potential as food and feed . Journal of the science of food and Agriculture. 94 : 3281 – 3290.

Maffei, H. V. L. & Vicentini, A. P.(2011). Prospective evaluation of dietary treatment in childhood constipation: High dietary fiber andwheat bran intake are associated with constipation amelioration. J. Pediatr. Gastroenterol. Nutr. 52(1), 55–59.

Makki, K., Deehan, E. C., Walter, J. and Bäckhed, F.(2018). The impact of dietary fiber on gut microbiota in host health and disease. Cell Host Microbe 23(6), 705–715 .

Misurcova, L., Kracmar, S., Klejdus, B. and Vacek, J. (2010). Nitrogen content, dietary fiber and digestibility in algal food products. Czech J. Food Sci. vol. (28) No. 1: 27 – 35.

Misurcova, L. (2011). Chemical composition of seaweeds. In book. Handbook of Marine Macroalgae : 171 – 192.

Mongeau, R. and Brassard, R. (1979). Determination of neutral detergent fiber, hemicellulose,cellulose and lignin in breads. Cereal Chem. 56 : 437 – 441.

Nizamudden, M. , Menez, E. G. , West, J. A. (1979). A list of marine algae from Libya . Botanic Mareine. Vol. XXII : 465 – 476.

Peñalver, R., Lorenzo, J. M., Ros, G., Amarowicz, R., Pateiro, M. and G. (2020). Seaweeds as a functional ingredient for a healthy Nieto,diet. Marine Drugs 18 (6):301.

Polat, S. , Trif, M. , Rusu, A. , Simat, V. , Ćagalj , M. , Alak, G. , Meral, R. , özogul, Y. , Polat, A. and özogul, F. , (2021). Recent advances in industrial applications of seaweeds. Critical Reviews in Food Science and Nutrition . https://doi.org/10.1080/10408398.2021.2010646.

Premarathna, A.D., Tuvikene,R., Fernando, P.H.P., Adhikari, R., Perera, M.C.N., Ranahewa, T.H., Howlader, M.M.,Wangchuk,P., Jayasooriya, A.P. and Rajapakse, R.P.V.J. (2022). Comparativeanalysis of proximate compositions, mineral and functional chemical groups of 15 different seaweed species. Scientific Reports. 12 : 19610.

Raposo, M.F.D.J., De Morais,A. M. M.B. and De Morais, R. M. S. C. (2016). Emergent sources of prebiotics: Seaweeds and microalga Marine Drugs 14:27.

Rosemary,T., Arulkumar, A., Paramasivam, S., Mondragon- Portocarrero, A. and Miranda,J.M. (2019). Biochemical, micronutrient and physicochemical properties of the dried red seaweeds Gracilaria edulis and Gracilaria corticata. Molecules 24(12):2225.

Salehi, B., Sharifi-Rad, J., Seca, A. M. L., Pimto, D.C.G.A., Michalak, I., Trincone, A., Mishra, A.P., Nigam, M., Zam, W. & Martins, N. 2019. Current Trends on Seaweeds: Looking at Chemical Composition, Phytopharmacology,and Cosmetic Applications. Molecules, 22(24): p.4182. https://doi.org/10.3390/molecules24224182

Sanchez Machado, D., Lopez-Cervantes, J., Lopez-Hernandez, J. & Paseiro-Losada, P. (2004). Fatty acids, total lipid, protein and ash contents of processed edible seaweeds. Food Chem. 85, 439–444 .

Schmid, M., Kraft, L.G. K., Van Der Loos, L. M., Kraft, G. T., Virtue, P. Nichols, P. D. and Hurd, C. L. (2018). Southern Australian seaweeds A promising resource for omega-3 fatty acids. Food Chemistry .265:7–70.

Siddique, M.A.M.(2013). Proximate chemical composition and amino acid profile of two red seaweeds (Hypnea pannosa and Hypnea musciformis) collected from St. Martins Island. Bangladesh. J Fishcicom 7: 178 – 186.

Snedecor,G.W. and Cochran,W.G.(1967).“Statistical methods” , 6th Edition,The lowa State University Press, Ames.

Tiwari,B.K., and Troy,D.J.(2015). Seaweed Sustainability Food and Non-Food Applications. Elsevier, DOI: 10.1016/B978-0-12-418697-2.00001-5.

Usov AI.(2011). Polysaccharides of the red algae. Adv CarbohydrChem Biochem . 65:115 – 217.

Vieira, E. F., Soares,C., Machado, S., Correia, M., Ramalhosa, M. J., Oliva-Teles, M.T., Paula Carvalho, A., Domingues, V. F., Antunes, F., Oliveira,T.A.C., et al. (2018). Seaweeds from the Portuguese coast as a source of proteinaceous material: Total and free amino acid composition profile. Food Chemistry 269:264–75.

Vijay, K., Balasundari, S., Jeyashakila , R., Velayathum, P, Masilan, K., and Reshma, R.(2017).“Proximate and mineral composition of brown seaweed from Gulf of Mannar,” International Journal of Fisheries and Aquatic Studies, vol. 5, no. 5 pp. 106 – 112.

WHO, World Health Organization. (1984). Guidelines for drinking – water quality health criteria and other supporting information. 2: 84-90.

WHO, World Health Organization . (2000). Safety evaluation of certain food addatives and contaminants. International Programme on Chemical Safety.

Xu,T.,Sutour,S.,H.,Casabianca,Tomi, F., Paoli, M.,Garrido,M., Pasqualini,V., Aiello, A., Castola,V. and Bighelli, A.(2015). Rapid screening of chemical compositions of Gracilaria dura and Hypnea musciformis (Rhodophyta) from Corsican Lagoon. International JournaL of Phytocosmetics and Natural Ingredients 2 (1):8.