المملكة العربية السعودية
وزارة التعليم العالي
جامعة أم القرى
معهد البحوث العلمية وإحياء التراث الإسلامي
مركز بحوث العلوم التطبيقية والهندسية
مكة المكرمة

سلسلة بحوث العلوم التطبيقية والهندسية

المركبات الرباعية للأمونيوم والثلاثية للسالفونيم في طحالب ساحل البحر الأحمر

إعداد
أ. د / عمر عبد الله العامودي
د / عوض يس علي

قسم الأحياء
كلية العلوم التطبيقية
جامعة أم القرى

١٤١٧هـ

ⓒ جامعة أم القرى ، ١٤١٧ هـ .

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر .

العامودي ، عمر عبد الله

البحث عن المركبات الرباعية للأمونيوم والثلاثية للسالفونيوم في طحالب البحر الأحمر ـ مكة المكرمة .

٤٤ ص ؛ ١٧ × ٢٤ سم (أبحاث ودراسات في العلوم التطبيقية والهندسية)

ردمك ٢ ـ ١٤٦ ـ ٠٣ ـ ٩٩٦٠

ردمد ٣٧٠٨ ـ ١٣١٩

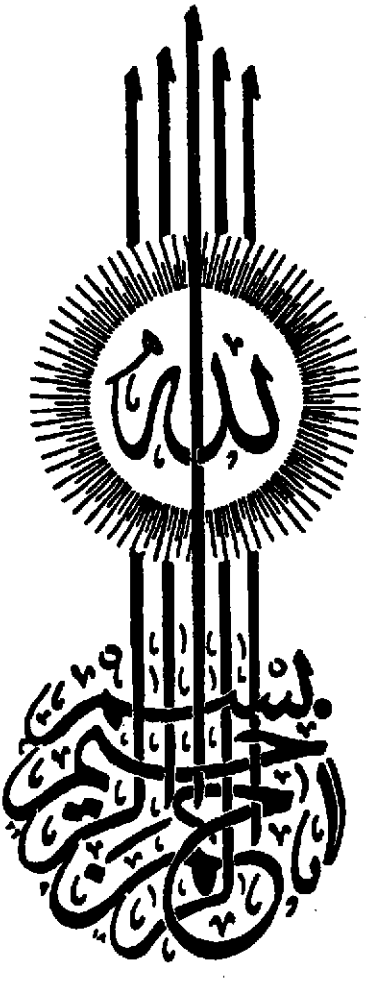
١ ـ المركبات العضوية ٢ ـ الطحالب أ ـ العنوان ب ـ السلسلة

ديوي ٥٨٩,٣ ٠٤٦٢ / ١٧

رقم الإيداع : ٠٤٦٢ / ١٧

ردمك ٢ ـ ١٤٦ ـ ٠٣ ـ ٩٩٦٠

ردمد : ٣٧٠٨ ـ ١٣١٩


بسم الله الرحمن الرحيم

ملخص البحث

تتناول هذه الدراسة حصر أهم أنواع الطحالب البحرية السائدة في منطقة أبحر (كورنيش مدينة جدة) والتعرف على نمط توزيعها على مدار السنة . كما تتناول استخلاص ما تحتويها من المركبات الرباعية للأمونيوم والثلاثية للسالفونيم وتنقيتها وتقدير كمياتها ، وذلك لما لهذه المركبات من قيمة علاجية وعلمية وزراعية .

وقد تبين من نتائج هذه الدراسة أن الطحالب الخضراء – في جملتها– تسود في الفترة من شهر أبريل إلى شهر سبتمبر حيث ترتفع درجات حرارة ماء البحر من ٢٨° إلى ٣٣ °م وتكون الشمس أكثر سطوعاً ، ويكون وجود الطحالب أكثر كثافة في المواقع ذات الإثراء الغذائي . أما الطحالب الحمراء فيزداد انتشارها في الفترة من شهر اكتوبر إلى شهر أبريل حين تكون درجة حرارة الماء بين ٢٥ ° و ٢٦ °م ، ويقل انتشارها من يونيو إلى سبتمبر حيث تبلغ درجة حرارة الماء حوالي ٢٩° م. أما أنتشار الأنواع البنية من الطحالب فهو أكثر استقراراً وأقل تذبذباً على مدار العام .

وقد سجل أكبر قدر من الكتلة الحية (٤٣٣جم وزن جاف / م^{٢}) في نهاية فصل الصيف (شهر سبتمبر) ، وأقل قدر منها (٢٠٠جم وزن جاف / م^{٢}) في فصل الشتاء (شهر فبراير) .

وعلى مستوى الأنواع فإن أكثر الطحالب الخضراء انتشاراً كانت كيتومورفا لينم (*Chaetomorpha Linum*) وكوليربا راسيموزا (*Caulerpa racemosa*) يليهما أولفا لاكتوكا (*Ulva lactuca*) وأولفا ريتكتيولاتا (*U. reticulata*)، ومن البنية ستوسيرا مايريكا (Cystoseira myrica) وديكتيوتا دايكتوما (*Dictyota dichotoma*)، ومن الحمراء دايجينيا سمبلكس (*Digenea simplex*) و أكنثوفورا نجادفورمس (*Acanthophora najadiformis*).

كل الطحالب التي فحصت احتوت إما على مركبات رباعية للأمونيوم أو ثلاثية للسالفونيم أو خليطاً منهما . وهذه أول دراسة لهذه المركبات في طحالب البحر الأحمر.

كذلك تم اكتشاف برولين بيتان (*proline betaine*) لأول مرة في الطحلب كيتومورفا لينم (*Chaetomorpha linum*) كما تم اكتشاف جليسين بيتان (glycinebetaine) وألفا- ألانين بيتان (α- alaninebetaine) في الطحلب كلادوفرا هستيرو نيما (Cladophora heteronema)، وقد سجل هذان المركبان من قبل ولكن لأنواع أخرى من نفس الجنس .

إنتاجية كل الطحالب من المركبات الرباعية للأمونيوم والثلاثية للسالفونيم كانت أقل من ١٪ من الوزن الجاف وفي معظم الحالات لم تتعد نسبتها ٠,٠٢ ٪ .

المقدمة

تنتشر المركبات الرباعية للأمونيوم والثلاثية للسالفونيم بصورة واسعة في الطحالب البحرية . وتكتسب هذه المركبات أهميتها من الدور الكبير الذي تلعبه في التركيبات الدوائية والعلاجية مثل علاج ارتفاع ضغط الدم وعلاج أمراض القلب [1-5] ، وفي النواحي الزراعية حيث تستعمل في معادلة تأثير الجفاف والملوحة في التربة [6-10] . وفي مجال الدراسات الفسيولوجية وجد أن هذه المركبات تعمل كمنظمات للنمو [11,12] وكنتاج لمسارات أيضية لها دورها الكبير في انتقال المركبات الكيميائية داخل النبات (انظر قائمة المراجع في المرجع 13) ، كما تتميز بثبات وتناسق في التوزيع بين أنواع الطحالب مما يؤهلها لأهمية خاصة في الدرسات التصنيفية الحديثة [14] .

ولقد دلت زياراتنا الميدانية الأولية ونتائج بعض البحوث السابقة على توفر أنواع عديدة من الطحالب الخضراء والحمراء والبنية في سواحل البحر الأحمر بصفة عامة [15-21] ، كما دلت المعلومات والبحوث المنشورة في مناطق أخرى من العالم على وجود المركبات الرباعية للأمونيوم والثلاثية للسالفونيم في أنواع مختلفة من الطحالب التي تناولها البحث العلمي حتى الآن (انظر قائمة المراجع في المرجع 13) ، إلا أن عدداً من هذه الأنواع لم يشملها البحث خاصة تلك التي تتوفر في سواحل البحر الأحمر .

وقد أشارت الدراسات في المناطق الأخرى على أن نمط توزيع بعض هذه المركبات قد يتأثر بالظروف البيئية [22-24] ونوع الطحلب وربما أطوار نموه [25] .

إن مجال هذه الدراسات في العالم هو مجال حديث يعتمد على التقنية المطورة والتي تشمل طريقة الفصل الكروماتوجرافي ذي الأداء العالي (HPLC) [26,27] وطريقة الرنين النووي المغنطيسي (H^1NMR) وطريقة التطابق بالأشعة تحت الحمراء (Infraspectroscopy) [13] إضافة إلى الطرق التقليدية مثل طريقة الفصل بالأغشية الكروما توجرافية الرقيقة (TLC) [28, 29] .

وتهدف هذه الدراسة إلى إجراء مسح ميداني لحصر أهم أنواع الطحالب البحرية السائدة في منطقة أبحر (كورنيش مدينة جدة) والتعرف عليها وعلى كيفية توزيعها على مدار السنة واستخلاص المركبات الرباعية للأمونيوم والثلاثية للسالفونيم وتنقيتها إلى جانب التقدير الكمي لها .

طريقة العمل :

تنقسم هذه الدراسة إلى دراسات ميدانية ودراسات معملية :-

أ- الدراسات الميدانية :

شملت وضع جدول زمني للرحلات العلمية بمعدل رحلة واحدة كل شهر يقوم خلالها فريق البحث بجمع العينات من مواقع تمّ تحديدها في

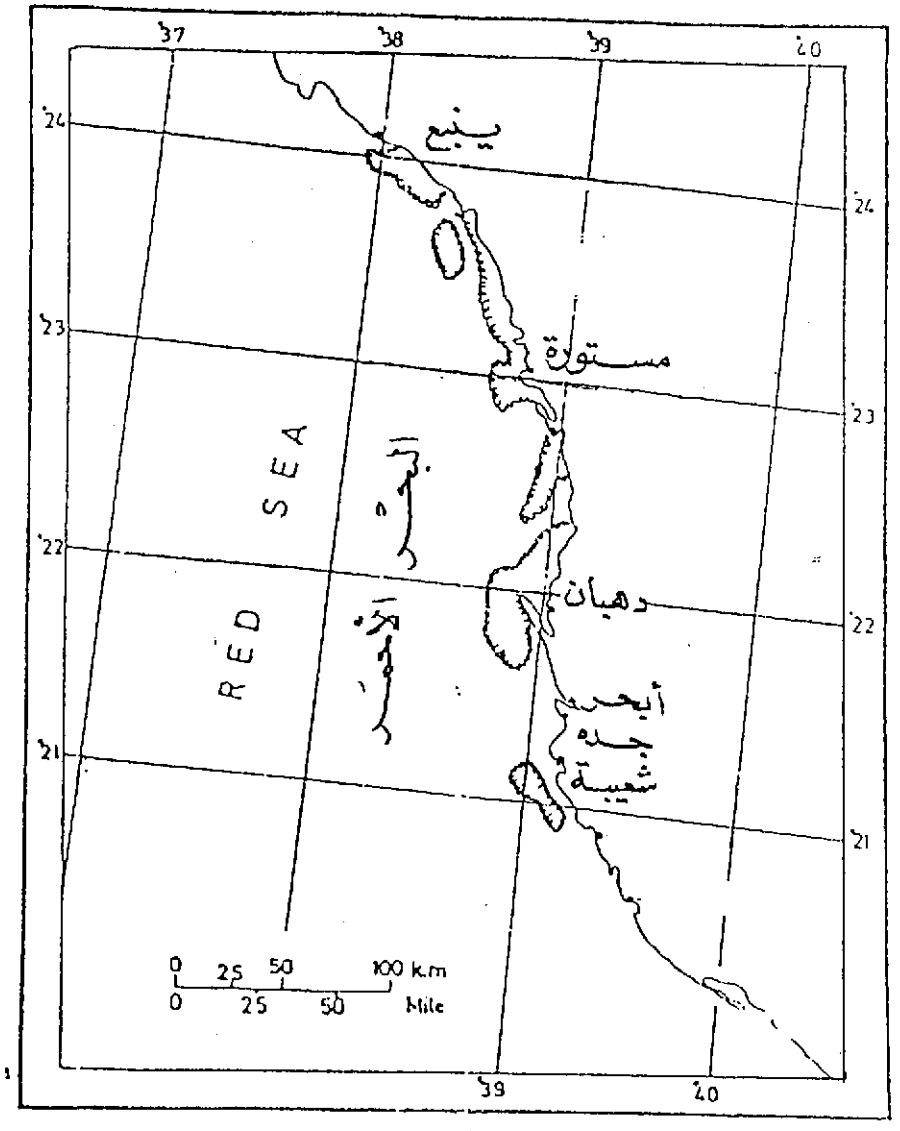
رحلة تمهيدية بتاريخ ٢٢ / ١١ / ١٤١٣هـ الموافق ١٣ / ٥ / ١٩٩٣م. في هذه الرحلة التمهيدية تمّ تحديد مواقع معينة لجمع العينات والوقوف على طبيعتها والتعرف على أنواع المشاكل التي قد تصادف عمليات جمع العينات . ثم تبعتها رحلات متوالية بمعدل رحلة واحدة كل أربعة أسابيع ، يتم خلالها جمع العينات المنتشرة ونقلها إلى المعمل للتعرف عليها ثم حفظها لإجراء الدراسات المعملية عليها .

مواقع العمل :

في الرحلة التمهيدية الأولى حددت ثلاثة مواقع لجمع العينات النباتية من الطحالب في منطقة أبحر بمدينة جدة على أمتداد حوالي ٦٠ كيلو متراً من ساحل البحر الأحمر (شكل رقم ١ يوضح منطقة الدراسة). وقد روعي في اختيار هذه المواقع سهولة الوصول إلى العينات ، والتفاوت في عمق الماء ، واختلاف الفلورا الطحلبية واختلاف التدرج العمراني حولها.

الموقع رقم (١) :

يقع هذا الموقع في منطقة شاليهات الشراع من أبحر الشمالية وهي منطقة ضحلة المياه يبلغ عمق الماء فيها من ربع إلى نصف متر تمتد إلى داخل البحر (من الشرق إلى الغرب) حوالي ١٥٠متراً ومن الشمال إلى الجنوب حوالي ٢٠٠ متراً وتسودها الأنواع الحمراء من الطحالب .



شكل (١) : خريطة توضح موقع منطقة أبحر

الموقع رقم (٢) :

يقع عند مسجد الرحمة على بعد حوالي ٣٥ كيلو متراً في اتجاه الجنوب من الموقع الأول . ويزيد عمق الماء فيه من نصف إلى ثلاثة أرباع متر تقريباً . ويمتد لمسافة تقدر بحوالي ٥٠ متراً داخل البحر و ٢٠٠ متراً من الشمال إلى الجنوب وتسود فيها الأنواع البنية والحمراء .

الموقع رقم (٣) :

ويقع جنوب مركز الحمراء التجاري مباشرة وعلى بعد حوالي ٢٣كيلو متر جنوب الموقع رقم (٢) . وهذه المنطقة عميقة المياه غير محدودة المساحة وتوجد الطحالب فيها على الصخور عند الشريط الساحلي والذي لا يتعدى عرضه المتر الواحد أو المترين ، أما طوله فيمتد حوالي ٥٠٠ متر من الشمال إلى الجنوب وتسوده الأنواع الخضراء ، وجنس أولفا (*Ulva*) على وجه الخصوص . وتستغرق عملية جمع العينات عادة من ثلاث إلى أربع ساعات تبدأ من حوالي الثامنة صباحاً إلى الثانية عشر ظهراً في معظم الحالات .

فريق الرحلة :

يتكون فريق الرحلة العلمية المناط بجمع العينات من الباحث الرئيسي والباحث المشارك وفني مشارك بالإضافة إلى بعض المساعدين ،

يبدأ تحركهم من مكة المكرمة حوالي الساعة السادسة والنصف صباحاً ويعودون عادة إلى المختبر بقسم الأحياء بين الواحدة والثانية ظهراً .

جمع العينات :

عند الوصول إلى المواقع المشار إليها سابقاً يتم جمع الأنواع الوفيرة في أكياس نايلون مقاس ١٥ حسب الأرقام التجارية المتداولة ويكتب على كل كيس التاريخ الهجري ورقم الموقع ، ورقم العينة والتاريخ الميلادي . وهذه العينات هي التي تخضع للتحاليل الكيميائية في ما بعد . أما الأنواع التي لا تتوفر منها كميات كافية لإجراء الدراسات الكيميائية فتوضع في أكياس نايلون مقاس ٣ للتعرف عليها فوراً أو لاحقاً بعد حفظها في محلول ٤٪ فورمالين .

وفي استمارة خاصة معدة لهذا الغرض يتم تسجيل المعلومات التالية لكل من المواقع الثلاثة :-

رقم الرحلة وتاريخها - رقم الموقع - لون الماء بالرؤية المجردة - درجة الحرارة المئوية - المساحة التقريبية التي تمّ منها الجمع بالأمتار المربعة- الأنواع السائدة من الطحالب - كثافة هذه الأنواع على مقاس ١-٥ بحيث يكون لكل رقم المدلولات التالية : ١= غير موجود، ٢= قليل الوجود ، ٣= متوسط الغزارة ، ٤= غزير ، ٥= غزير جداً . أما الرقم الهيدروجيني لماء البحر فتؤخذ عينات في قوارير معدة لهذا الغرض ويقاس مقداره ، ويسجل بعد العودة إلى معمل البحوث .

وكذلك يسجل في نفس الاستمارة الوزن الجاف من مجموعة الطحالب التي يحويها المتر المربع الواحد وذلك بعد تجفيفه ووصوله إلى وزن ثابت عند الدرجة ١٠٠°م. وقد تم القيام بأثنتي عشرة رحلة على مدار أشهر السنة جمع فيها ٢٢٨ عينة تنتمي إلى ٣٧ نوعاً من الطحالب الخضراء والحمراء والبنية .

ب- الدراسات المعملية :

عند العودة إلى معمل البحوث يتم التعرف على الأجناس التي جمعت وتنظف وتفرز مما علق بها من كائنات أخرى ، ثم تحفظ لحين إجراء الدراسات الكيميائية عليها .

تعريف العينات:

يتم التعرف على العينات بعد العودة إلى معمل البحوث بطريقة نصر[30] وزينوفا (Zinova) [31] وعليم [32] إضافة إلى إرسال بعض العينات إلى بريطانيا والتي يصعب التعرف عليها مع الإحتفاظ بنماذج للعينات في محلول ٤٪ فورمالين .

حفظ العينات :

العينات التي يتمُّ جمع كميات وافرة منها تستغل مباشرة في حالتها الطازجة للدراسات الكيميائية ؛ أو تحفظ مجمدة عند (- ٢٠°مئوية) أو تجفف عند درجة حرارة ٦٠° مئوية - حفاظاً على المركبات من التكسير

والتشكيل – ثم تطحن وتحفظ في شكل بودرة لحين إجراء الدراسات الكيميائية عليها .

استخلاص المركبات :

يستخدم عادة حوالي ١٥٠ جراماً من العينات الطازجة أو المجمدة– بعد إذابة الثلج – أو ٣٠ جراماً من بودرة العينات المجففة (وهذا القدر من الوزن يكون غالباً كافياً لإظهار المركبات المطلوبة) في وحدة سوكسلليت (Soxhlet) . وقد تضاعف هذه الكميات عدة مرات لو كان تركيز المركبات ضيئلاً جداً .

وتتم عملية الاستخلاص بالطريقة التي اتبعها بلندن وآخرون (Blunden et al.) [28] .

التنقية :

تجرى تنقية المستخلصات عن طريق التبادل الأيوني باستخدام (Amberlite - 120 (H^+ form))كما استخدمها بلندن وزملاؤه (Blunden et al.) [28,29] وتحفظ في قنينات مخصصة للفحص بالأغشية الكروماتوجرافية الرقيقة (thin-layer chromatography "TLC") .

بما أن التنقية عن طريق التبادل الأيوني تؤدي إلى تكسير جزء كبير من بعض المركبات السالفونية مثل٣–ثنائي مثيل

سلفـــونيو بروبـــيونات (3-dimethylsulphoniopropionate) فإن الأجناس الطحلبية التي تحتوي على هذه المركبات والمنتمية للفصيلة Ulvacae لم تكن تمرر على الأعمدة الراتنجية . وبدلاً عن ذلك تجرى عـــملية طرد مـــركزي للمستخلص ثم يجفف السائل الرائق (supernatant) تحت ضغط منخفض ويستخلص الراسب بكحول مثيلي ويرشح ثم يجفف مرة أخرى [33] ويذاب الراسب في ماء عالي النقاوة ويحفظ للفحص .

الفصل :-

تجرى عملية الفصل أولاً بطريقة الأغشية الكروماتوجرافية الرقيقة (thin – layer chromatography " TLC") كما وصفها بلندن وأخرون (Blunden et al.) [28] باستعمال ألواح زجاجية مغطاة بطبقة بسمك ٢٥٠ مليميكرون من مادة سيليكا جل (silica gel) من شركة Whatman أو شركة Fisher Scientific ويستعمل المذيب المكون من الكحول المثيلي والماء بنسبة ٥٠:٥٠ في الاتجاه الأول وتجفف الألـــواح في الهـــواء وتعاد نفـــس عمـــلية الإنماء مرة أخرى (double development) في نفس الاتجاه .

وبعد التجفيف مرة ثانية تجرى عملية الإنماء في اتجاه متعامد مع الأول باستعمال المذيب المكون من : كحول مثيلي : كلوروفورم : محلول أمونيا (ثقل نوعي ٠,٨٨) : وماء بنسبة ٥٠ : ٥٠ : ١٢,٥ : ١٠

على التوالي أو المكون من كحول مثيلي : أسيتون : حمض هيدروكلوريك مركز ، بنسبة ١٠ : ٩٠ : ٤ . وفي حالة فصل المركبين جاما – أمينو بيوتيرك أسيد بيتان (γ- aminobutyric acid betaine) أو دلتا – أمينو فاليريك أسيد بيتان (δ-aminovaleric acid betaine) يجري إنماء مزدوج باستخدام محلول أمونيا بتركيز (0.05N) : وكحول البروبان (propan-2-ol) بنسبة ٣٠ : ٦٠ .

ويكشف عن المركبات الرباعية للأمونيوم والثلاثية للسالفونيم برش ألواح الكروماتوجرافيا بكاشف دراجندورف (Dragendorff's reagent) ثم إعادة رشها بمحلول مشبع من كبريتات الصوديوم الأحادية ($NaHSO_4.H_2O$) كما استخدمها بلندن وآخرون (Blunden et al.) [28] لزيادة كثافة اللون ثم مقارنتها بعينات مرجعية (reference samples) تشمل :

١- جليسين بيتان (glycinebetaine)

٢- جاما – أمينو بيوتريك أسيد بيتان(γ - aminobutyric acid betaine)

٣- دلتا – أمينو فالريك أسيد بيتان (δ - aminovaleric acid betaine)

٤- لامنين ثنائي أوكسلات (laminine dioxalate)

٥- كاندسين (candicine)

٦- ٣-ثنائي مثيل سلفونيو بروبيونات (3- dimethylsulphoniopropionate)

٧- كولين - أو - سلفات (choline - O - sulphate)

٨- كولين كلوريد (choline chloride)

٩- ألفا - ألانين بيتان (∝- alaninebetaine)

١٠- بيتا - برولين بيتان (β-prolinebetaine)

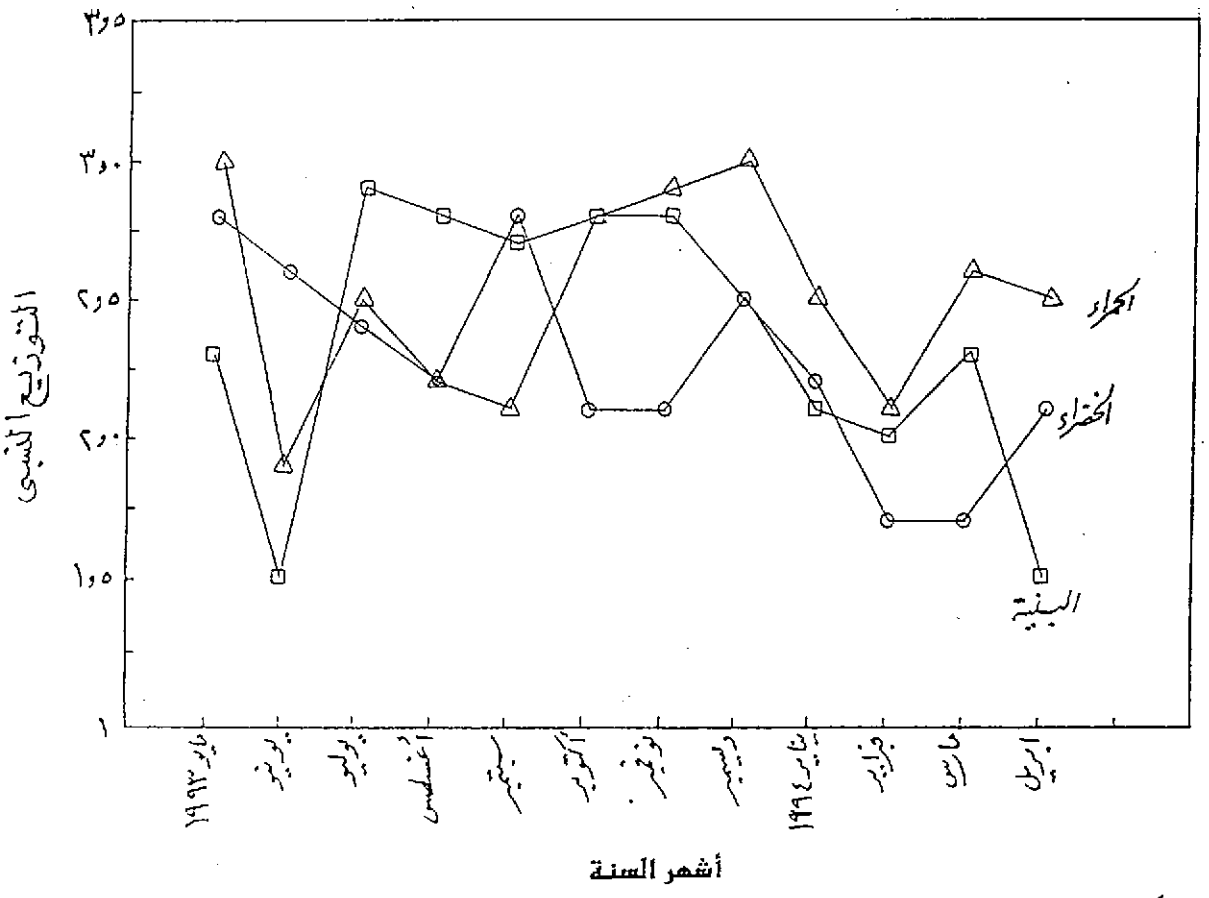
ولأغراض التجزئة والفصل النهائي للمركبات الموجبة لكاشف دراجندورف (Dragendorff - positive compounds) فقد استعملت أغشية بسمك ٥٠٠ مليميكرون . وعند تجميع كميات كافية من المركب ترسل إلى الخارج لفحصها وتعريفها بطريقة الرنين النووي المغنطيسي (H^1NMR) وطريقة التطابق بالأشعة تحت الحمراء (Infraspectroscopy) ، بلندن وغردون (Blunden and Gordon) . [13]

النتائج والمناقشة

يوضح الشكل (١) موقع أبحر على ساحل البحر الأحمر ، والمنطقة التي تمت فيها الدراسة تقع على أمتداد حوالي ٦٠ كيلو متراً من الشمال إلى الجنوب وتضم ثلاثة مواقع تتفاوت في عمقها المائي والتدرج العمراني حولها وقد ورد وصف كامل لكل موقع من ذي قبل .

ويشير الشكل (٢) إلى التوزيع النسبي للمجموعات الطحلبية الثلاث (الخضراء والبنية والحمراء) . فبصفة عامة يلاحظ أن الطحالب الخضراء (Chlorophycophyta) أكثر إنتشاراً في الفترة الممتدة من شهر أبريل إلى شهر سبتمبر حيث يتراوح التوزيع النسبي فيها من ٢,١ إلى ٢,٨ ثم ينخفض إلى ١,٧ على مقياس (١–٥) في شهري فبراير ومارس لتعاود الصعود مرة أخرى في شهر أبريل .وبالرجوع إلى درجات الحرارة المسجلة في الموقع رقم (٣)،والذي تسود فيه هذه الأنواع الخضراء ، نجد أن شهر أبريل هو الفترة التي تبدأ فيها درجة حرارة الماء في الارتفاع من ٢٨,٠ °م لتصل أقصاها في شهر سبتمبر (٣٣,٠ °م) . أما الفترة الواقعة ما بين أشهر أكتوبر – مارس فقد أنخفضت فيها الحرارة من ٣٠,٠°م في أكتوبر إلى ٢٥,٠°م في فبراير ، و ٢٦,٥°م في مارس . إن هذا الموقع قريب من محطة الخمرة الثنائية التي تدفق مياهها إلى الكورنيش بمعدل مائة ألف م٣ / اليوم مما يؤدي إلى ازدهار الطحالب خاصة الخضراء منها كنتيجة لظاهرة الإثراء الغذائي (Eutrophication) كما أن هذه الفترة هي التي تكون فيها الشمس أكثر سطوعاً (لم تسجل شدة الإضاءة في هذه الدراسة) مما قد يساعد على كفاءة عملية البناء الضوئي.

الطحالب البنية (Phaeophycophyta) في جملتها أكثر انتشاراً من الخضراء . وقد كانت أكثر انتشاراً في الفترة من شهر يوليو إلى شهر ديسمبر حيث تراوح توزيعها النسبي بين ٢,٥ إلى ٢,٩ بينما انخفض في الفترة من شهر يناير إلى شهر يونيو لما بين ١,٥ و ٢,٣ . وفي كلتا الفترتين كان توزيعها أكثر استقراراً من المجموعة الخضراء التي أظهرت شيئاً من التذبذب في الانتشار في بعض أشهر السنه (سبتمبر وديسمبر على وجه



شكل (٢) : التوزيع النسبي للمجموعات الطحلبية (الخضراء والحمراء والبنية) على مدار السنة (يناير ١٩٩٣- ابريل ١٩٩٤م)
على مقياس (١-٥) حيث ١= غير موجود ، ٢= قليل الوجود ، ٣= متوسط الغزارة ، ٤= غزير ، ٥= غزير جداً .

الخصوص) . وكانت الطحالب البنية هي السائدة في الموقع رقم (٢) ذي العمق المتوسط (نصف – ثلاثة أرباع متر) .

مجموعة الطحالب الحمراء (Rhodophycophyta) كانت هي السائدة على الخضراء والبنية في الفترة من أكتوبر إلى أبريل حيث كان توزيعها النسبي بين ٢,١ إلى ٣,٠ (تراوحت درجات الحرارة في هذه الفترة بين ٢٨–٢٦°م) . كما كانت أقل منهما انتشاراً في الفترة من يونيو إلى سبتمبر (١,٩ – ٢,١) والذي سجلت درجات الحرارة فيها بين ٢٩ و ٢٩,٥°م وذلك في الموقع رقم (١) الذي تسوده الأنواع الحمراء بصفة عامة ، والذي لا يتعدى عمق الماء فيه بين ربع ونصف متر.

الكتلة الحية (Biomass) لأنواع الطحالب خلال فترة الدراسة تراوحت بين ٢٠٠ إلى ٤٣٣ جرام وزن جاف للمتر المربع (الجدول (١)) وذلك في الموقع رقم (١) . وقد كان الحد الأدنى في شهر فبراير والأعلى في سبتمبر . وعدد الأنواع الطحلبية التي سجلت في المواقع الثلاثة كان ١٤–٣٥ نوعاً للرحلة الواحدة .

وقد لوحظ أن أغنى موقع من حيث عدد الأنواع هو الموقع رقم (١) حيث بلغ التسجيل فيه من ٤ إلى ٢١ نوعاً للرحلة الواحدة بينما كان العدد في الموقعين رقم (٢) ورقم (٣) بين ٤ إلى ١٠ ، و٢ إلى ٧ نوعاً على التوالي .

جدول (١) : الكتلة الحية (Biomass) والمتغيرات ذات الصلة في مواقع الدراسة .

المتغير	من إلى (خلال عام)
الكتلة الحية ((جم وزن جاف / م٢)	٢٠٠ – ٤٤٣
عمق الماء (بالأمتار)	٠,٢٥ – ٠,٧٥
عدد أنواع الطحالب المجموعة في الرحلة	١٤ – ٣٥
حرارة الماء (درجة مئوية)	٢٣ – ٣٣
الرقم الهيدروجيني (pH) للماء	٧,٠٦ – ٨,٥٥
لون الماء	أخضر فاتح – أزرق فاتح

كذلك أظهر قياس درجات حرارة الماء أنها تقع في المدى من ٢٣ إلى ٣٣°م للمواقع الثلاثة خلال العام ، أما بالنسبة لكل موقع على حدة فقد كانت على النحو التالي : ٢٣ - ٢٩,٥°م ، ٢٦ - ٣٢°م ، ٢٥ - ٣٣°م للمواقع (١) ، (٢) ، (٣) على الترتيب . وفي كل الحالات كان أقل الدرجات في شهر فبراير وأعلاها في أشهر يوليو وأغسطس وسبتمبر .

أما الفرق في درجات الحرارة للموقع الواحد فلم يتجاوز من ٦ إلى ٨ درجات خلال أشهر العام . أما متوسط الحرارة للمواقع الثلاثة فقد كان ٢٥,٥ ، ٢٤,٦ ، ٢٥,٨°م في يناير وفبراير ومارس على التوالي بينما بلغ المتوسط في يوليو وأغسطس وسبتمبر ٣٠,٣ ، ٣٠,٠ و ٣١°م. على التوالي .

أوضحت قياسات عمق الماء بالنسبة للموقعين (١) و (٢) تدرجاً بين حوالي ربع - ثلاثة أرباع متر . أما الموقع الثالث فكان العمق فيه غير محدود ولكن الطحالب لم تجمع إلا من على الصخور المبعثرة على الشريط الساحلي . وقد تراوح لون الماء من الأخضر الفاتح إلى الأزرق الفاتح . أما الرقم الهيدروجيني (pH) فكان مداه بين ٧,٠٦ - ٨,٥٥ ولم تكن هنالك علاقة واضحة بينه وبين انتشار الأجناس الطحلبية في هذا البحر العريض .

يبين الجدول (٢) كثافة الوجود لكل نوع من الأنواع المنتمية إلى مجموعات الطحالب الخضراء والبنية والحمراء على مدار عام كامل ممتد من شهر مايو ١٩٩٣ إلى شهر أبريل ١٩٩٤ على مقياس (١- ٥) . ومن الواضح في هذا الجدول أن أكثر الأنواع الثلاثة عشر الخضراء انتشاراً هو كيتومورفا لينم (*Chaetomorpha linum*) وكوليربا راسيموزا (*Caulerpa racemosa*). فبينما يسود الأول في شهر سبتمبر إلى يناير فإن الثاني يسود من يونيو إلى سبتمبر يليهما النوعان أولفالا كتوكا (*Ulva lactuca*) و أولفا ريتكيولاتا (*U. reticulata*) وكلاهما يكون أكثر انتشاراً من أبريل إلى يوليو .

وتضم الأنواع البنية التي جمعت في هذه الفترة ١٢ نوعاً يتصدرها النوعان سيستوسرا مايريكا (*Cystoseira myrica*) من سبتمبر إلى ديسمبر و ديكتيوتا دايكتوما (*Dictyota dichotoma*) من يوليو إلى نوفمبر ، يليهما باداينا بوريانا (*Padina boryana*) من مايو إلى سبتمبر و سارجاسم سبرباندم (*Sargassum subrepandum*) من يوليو إلى ديسمبر .

أما الحمراء فكان أكثر الأنواع شيوعاً دايجينيا سمبلكس (*Digenea simplex*) من أكتوبر إلى أبريل و أكنثوفرا نجاد فورمس (*Acanthophora najadiformis*) من أكتوبر إلى مايو يليهما لورنشيا بابللوزا (*Laurencia papillosa*) ولكن انتشاره كان متوسط الغزارة معظم أشهر السنه .

جدول (٣) : يوضح كثافة الوجود لمجموعات الطحالب البحرية (الخضراء والبنية والحمراء) خلال فترة الدراسة (مايو ١٩٩٣ - ابريل ١٩٩٤) في منطقة أبحر من ساحل البحر الأحمر على مقياس ١ إلى ٥ حيث ١=غير موجود، ٢= قليل الوجود، ٣= متوسط الغزارة، ٤= غزير، ٥= غزير جداً

مجموعات الطحالب	(Algal taxa)	أشهر السنة											
		مايو ١٩٩٣	يونيو	يوليو	اغسطس	سبتمبر	اكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	يناير ١٩٩٤	فبراير	مارس	ابريل
مجموعة الطحالب الخضراء	Chlorophycophyta												
أولفا لاكتوكا	*Ulva lactuca*	٥	٥	٢	٢	٢	١	٢	٣	٣	٢	٢	٣
أولفا ريتكيولاتا	*Ulva reticulata*	٥	٥	٤	٣	٣	١	١	٢	٢	١	١	٣
كيترمورفا لينم	*Chaetomorpha linum*	٣	٢	٢	٣	٤	٤	٥	٥	٤	٢	٢	٣
كلادفرا هتيرونيما	*Cladophora heteronema*	٤	١	١	١	٢	١	١	٥	٤	٢	٢	٤
كلادفورا هربستكا	*Cladophora. herpestica*	٢	٣	٢	٢	٣	١	٢	٢	١	١	٢	١
برايوبسس هينويدز	*Bryopsis hypnoides*	١	١	١	١	٢	١	١	١	٢	٤	١	١
انيترومورفا فلاكسيوزا	*Enteromorpha flexusa*	٣	١	٢	٢	٢	٣	٣	٣	٢	٢	٢	٣
كولربا سربولاتا	*Caulerpa serrulata*	٢	١	٢	٢	٣	٣	٢	٢	٢	١	١	١
كولربا راسيموزا	*Caulerpa racemosa*	٣	٥	٥	٣	٤	٣	٢	٢	٢	٢	٣	٤
كولربا فلوريدانا	*Caulerpa floridana*	٢	١	٢	٣	٥	٣	٢	٢	٢	١	١	١
ديكتيسوفيرا كفرنوزا	*Dictrysophaeria cavernosa*	٣	٤	٣	٢	٢	٢	٢	٢	٢	١	٢	١
هاليميدا تونا	*Halimeda tuna*	٢	٣	٣	٣	٣	٢	٢	٢	٢	٢	٢	١
هاليميدا ماكرولبا	*Halimeda macrolba*	١	٢	٢	٢	٢	٢	٢	٢	١	١	١	١

تابع جدول (٣) :

مجموعات الطحالب	(Algal taxa)	أشهر السنة											
		مايو ١٩٩٣	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	يناير ١٩٩٤	فبراير	مارس	ابريل
مجموعة الطحالب البنية	Phaeophycophyta												
سارجاسم سيرياندام	*Sargassum subrepandum*	٢	٢	٥	٤	٥	٣	٣	٣	٣	٢	١	٢
سارجاسم إسباريفولم	*Sargassum asperifolum*	٢	٢	٣	٣	٣	٣	٣	٤	٣	٢	٢	١
ديلوفس فاشولا	*Dilophus fasciola*	٢	١	٤	٣	٣	٢	٢	٢	٢	٢	١	١
سيستوسيرا مايريكا	*Cystoseira myrica*	٣	٢	٤	٣	٥	٥	٥	٥	٣	٢	٢	١
بادايا بوريانا	*Padina boryana*	٤	٣	٥	٥	٤	٢	٢	٢	٢	٢	٢	٤
هرمرفيسا	*Hormophysa sp.*	٢	١	٢	٣	٢	٤	٢	٣	٢	١	١	١
دكتيرتا دايكتروما	*Dictyota dichotoma*	٣	٢	٥	٥	٤	٤	٤	٣	٢	٢	٥	١
ديكترتا سليرلاتا	*Dictyota ciliolata*	٢	١	١	١	١	٣	٢	٢	٢	٢	٤	٢
ديكتيرتا دايفركاتا	*Dictyota divaricata*	١	١	١	١	١	١	١	١	٢	٥	٣	١
إكتوكاربس	*Ectocarpus sp.*	١	١	١	٢	٢	٢	٢	٢	١	١	١	١
تيربناريا تركيوترا	*Turbinaria triquetra*	٤	١	١	١	١	٢	٣	٢	٢	٢	٥	١
سيستوفيلم ترايندد	*Cystophyllum trinode*	٢	١	٣	٢	٢	٣	٤	١	١	١	١	٢

تابع جدول (٣):

مجموعات الطحالب	(Algal taxa)	أشهر السنة											
		مايو ١٩٩٣	يونيو	يوليو	اغسطس	سبتمبر	اكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	يناير ١٩٩٤	فبراير	مارس	ابريل
مجموعة الطحالب الحمراء	**Rhodophycophyta**												
لورنشيا أبتيوزا	*Laurencia obtusa*	٤	٤	٣	٣	٣	٣	٢	٥	٣	٣	٢	٣
لورنشيا بابللوزا	*Laurencia papillosa*	٣	١	٥	٥	٥	٤	٤	٥	٣	٢	٢	٢
دايجينيا سمبلكس	*Digenea simplex*	٣	٢	٣	٣	٣	٥	٥	٤	٤	٤	٥	٤
هبنيا إسراي	*Hypnea esperi*	٣	٣	٣	٢	٢	٢	٢	٢	٢	١	١	٢
هبنيا فالنتيا	*Hypnea valentiae*	٤	٣	٢	٢	٢	٤	٣	٣	٢	٢	٢	٢
قليديم نودي فورنس	*Gelidium nudifrons*	٣	٢	٢	١	١	١	٢	٢	٢	١	١	٢
قليد يلا اكيروزا	*Gelidilla acerosa*	٢	١	١	١	١	٣	٢	٢	٢	١	٢	٢
جراسيلاريا اركواتا	*Gracilaria arcuata*	٢	١	٢	١	١	١	١	١	٢	١	١	١
اكنثوفرا يخادفورمس	*Acanthophora najadiformis*	٤	١	٣	٣	٢	٤	٤	٤	٣	٣	٥	٤
جانيا روبنس	*jania rubens*	٢	١	١	١	١	١	٤	٢	٢	٣	٥	٣

يبين الجدول (٣) ثمانية عشر نوعاً من الطحالب التي تم فحصها وما تم التعرف عليه في كل نوع من المركبات الرباعية للأمونيوم (quaternary ammonium) والثلاثية للسالفونيم (tertiary sulphonium compounds) وغير ها من المركبات الموجبة لكاشف دراجندورف (Dragendorff-positive compounds) كمكونات رئيسية أو ثانوية حسب كثافة لونها في الأغشية الكروماتوجرافية (TLC) . ويتضح من هذا الجدول أن كل الأنواع التي فحصت قد احتوب إما على مركبات رباعية للأمونيوم أو ثلاثية للسالفونيم أو خليطاً منهما . إن أكثر المركبات الثلاثية للسالفونيم شيوعاً هو ٣- ثنائي مثيل سلفونيو بروبيونات (3- dimethylsulphoniopropionate) وهو -كما تشير المراجع المتخصصة في هذا المجال - يتعرض لدرجة كبيرة من التكسير والتشكيل كما أن هنالك مركبات أخرى مثل ألفا - ألانين بيتان(α- alaninebetaine) يتعرض للتكسير الكامل عند تنقيتها بالإمرار خلال أعمدة الفصل بالتبادل الكاتيوني [10] . ولذلك فقد استبدلت هذه الطريقة بإجراء عملية طرد مركزي (٧٠٠ دورة / الدقيقة) للمستخلص واستخلاص الراسب بكحول مثيلي وترشيحه وتجفيفه ثم إذابة الراسب في ماء عالي النقاوة [33] .

لقد أمكن اكتشاف المركب برولين بيتان (prolinebetaine) لأول مرة في الطحلب كيتومورفا لينم (*Chaetomorpha linum*) ومما هو جدير

جدول (٣) : المركبات الرباعية للأمونيوم والثلاثية للسالفونيم في بعض الطحالب البحرية لمنطقة أبحر

مركبات إيجابية الظهور بكاشف دراجندورف

مجموعات الطحالب (Algal taxa)		مركبات رباعية للأمونيوم								مركبات ثلاثية للسالفونيم
		هيبسين بيتان	ألفا - أدرينين بيتان	حامض أمينو بوتريك أسيد بيتان	ألفا - أمينو فالريك أسيد بيتان	بروتين بيتان	بيتا - بروتين بيتان	مركب غير معروف	كولين	كولين استر	٢ - ثنائي جلي سالفونيم بروبيونات
مجموعة الطحالب الخضراء	Chlorophycophyta										
أنيرومورفا فلاكسيوزا	*Enteromorpha flexusa*	++									++
أولفا ريتكيولاتا	*Ulva reticulata*	++									++
أولفا لاكتوكا	*U. Lactuca*	+				++					+
كيتومورفا لينم	*Chaetomorpha linum*										
كلادوفورا هيتيرونيما	*Cladophora heteronema*	+	+	+							+
كولبيرفا راسيموزا	*Caulerpa racemosa*	+			++			+	+		
هاليميدا توتا	*Halimeda tuna*										
مجموعة الطحالب البنية	Phaeophycophyta										
سارجاسم سبرتانديم	*Sargassum subrepandum*	+					+				
سارجاسم إسبارفولم	*Sargassum asperifolum*	+									
ديلوفس فاسيولا	*Dilophus fasciola*	+	+		+						
سيستوسيرا ميريكا	*Cystosera myrica*	+		+							
بادينا بوريانا	*Padina boryana*	+									
دكتيوتا دايكوتما	*Dictyota dichotoma*	+									
مجموعة الطحالب الحمراء	Rhodophycophyta										
لورنشيا اوبرزا	*Laurencia obtusa*	++					++				++
لورنشيا بابلوزا	*Laurencia papillosa*	++					++			+	++
هيبنيا إسبراي	*Hypnea esperi*	++				+					
أكانثوفورا نجاديورمس	*Acanthophora najadiformis*	++				+					++
جانيا روبنس	*jania rubens*	++			++	+	+				

++ مركب رئيسي

+ مركب ثانوي

بالذكر أن هذه هي أول مرة يتم فيها تسجيل كل هذه المركبات في طحالب البحر الأحمر عموماً والسواحل السعودية على وجه الخصوص .

ويرى أيضاً أن الطحلب كلادوفرا هيرونيما (*Cladophora heteronema*) قد أنتج المركبين جليسين بيتان (glycinebetaine) و ألفا ألانين بيتان (α-alaninebetaine) وهما مركبان تم تسجيلهما من قبل ولكن لأنواع أخرى من نفس الجنس . الأنواع أولفا ريتكيولاتا (*Ulva reticulata*) و أولفا لا كتوكا(*U. lactuca*)ولورنشيا أبتيوزا (*Launencia obtusa*) و لورنشيا بابللوزا (*L.pappillosa*) ثبت احتواؤها على المركبين جليسين بيتان (glycinebetaine) و٣- ثنائي مثيل سلفونيو بروبيونات (3- dimethylsulphoniopropionate)٠ إن انتاج الطحلب كوليربا راسيموزا (*Caulerpa racemosa*) من المركبات الموجبة لكاشف دراجندورف كان ضئيلاً فقد تم التعرف على مركب جليسين بيتان (glycinebetaine) عن طريق الأغشية الرقيقة (TLC) والرنين النووي المعنطيسي (H^1NMR)٠أما المركب كولين (choline) فقد كان ضئيلاً جداً ودلت على وجوده شواهد فقط من الأغشية الرقيقة (TLC) . وهناك مركب ثالث ظهر في الأغشية الرقيقة ولم يتم التعرف عليه ضمن العينات المرجعية التي استعملت في هذه الدراسة .

الطحالب البنية بصفة عامة احتوت على مركب جليسين بيتان (glycinebetaine) بكميات ضئيلة وأحياناً على مركب ألفا ألانين

بـــيتان (α- alaninebetaine) كما في حالة ديلوفـــس فاشـــــولا (*Dilophus fasciola*) أو مـــــركب بـــــيتا برولـــــين بيتـــان (β- prolinebetaine) كمـا في حـــالة ســـــارجاسم ســـــبرباندم (*Sargassum subrepandum*) وعلـى العمـوم فقـد أوضحـت الدراسـات السـابقة [33] أن الطحـالب البنيـة معروفـة بقلـة احتوائها على البيتانات .

أما الطحالب الحمراء (Rhodophycophyta) فنجد أنها أحتوت على بيتانات كما أحـــــتوت بعض أنواعها مثل : لورنشـــــيا أبتيـوزا (*Laurencia obtusa*) و لورنشـــــيا بابـــــللوزا (*L. papillosa*) و أكانثوفـــــرا نجـاد فـــورمس (*Acanthophora najadiformis*) علـــى مركـــب ٣- ثنـــائي مثيـــل سلفونـــــيوبروبيونات (3- dimethysulphoniopropionate) وهـذا يتفـق مـع مـا أشـار إليـه عدد من البحوث من أن الطحالب الحمراء هـي أكـثر المجموعـات احتـواء للبيتانات [33] وعلى وجه الخصوص جليسين بيتان (glycinebetaine).

الجـدول (٤) يبـين التقديـر الكمـي مـن المركبـات الرباعيـــــة للأمـــــونيوم (البيتانات) والثلاثيـة للســالفونيم ((٣- ثنـائي مثيـل سلفونيو بروبيونات) في بعض أنواع الطحالب الخضراء والبنيـة والحمـراء ذات الانتشار العالي في منطقة الدراسة ، كما يبين مواقع وتواريخ جمع كل عينة وطريقة كشف كل مركب .

جدول (٤) : إنتاجية المركبات الرباعية للأمونيوم والثلاثية للسالفونيم في بعض الطحالب البحرية

مجموعات الطحالب	موقع جمع العينة	تاريخ الجمع	المركب المكتشف	إنتاجية المركب المكتشف (٪ وزن جاف)	طريقة الكشف
الطحالب الخضراء					
أولفا لاكتوكا	٣	مايو ١٩٩٣	جليسين بيتان	٠,٠٠٣	الرنين النووي المغنطيسي
			٣- ثنائي مثيل سلفونيو بروبيونات	٠,٠٢٠	الرنين النووي المغنطيسي
أولفا ريتكيولاتا	٣	يوليو ١٩٩٣	جليسين بيتان	٠,٠٠٩	الأغشية الكروماتوجرافية الرقيقة ، الرنين النووي المغنطيسي
			٣- ثنائي مثيل سلفونيوبروبيونات	٠,٠٨٦	الأغشية الكروماتوجرافية الرقيقة ، الرنين النووي المغنطيسي
كيتومورفا لينم	٢	سبتمبر١٩٩٣	برولين بيتان	٠,٧٥٠	الأغشية الكروماتوجرافية الرقيقة ، الرنين النووي المغنطيسي، الأشعة تحت الحمراء .
الطحالب البنية					
ديلوفس فاشولا	١	يوليو ١٩٩٣	جليسين بيتان	٠,٠٠٨	الأغشية الكروماتوجرافية الرقيقة ، الرنين النووي المغناطيسي
			ألفا – ألانين بيتان	٠,٠٢٠	الأغشية الكروماتوجرافية الرقيقة ، الرنين النووي المغناطيسي
			جاما – أمينو بيوتيرك أسيد بيتان	٠,٠٠٧	الأغشية الكروماتوجرافية الرقيقة ، الرنين النووي المغناطيسي الأشعة تحت الحمراء
مارجاسم سيربانذم	١	يوليو ١٩٩٣	جليسين بيتان	٠,٠١٦	الأغشية الكروماتوجرافية الرقيقة ، الرنين النووي المغنطيسي
			بيتا – برولين بيتان	٠,٠٢٦	الأغشية الكروماتوجرافية الرقيقة ، الرنين النووي المغناطيسي
الطحالب الحمراء					
لورنشيا بابللوزا	١	اغسطس١٩٩٣	جليسين بيتان	٠,٠٠٢٥	الأغشية الكروماتوجرافية الرقيقة ، الرنين النووي المغناطيسي الأشعة تحت الحمراء .
			جاما – أمينو بيوتيريك أسيد بيتان	٠,٠٠١٥	الأغشية الكروماتوجرافية الرقيقة ، الرنين النووي المغناطيسي
			بيتا – برولين بيتان	٠,٠٠٤٢	الأغشية الكروماتوجرافية الرقيقة ، الرنين النووي المغناطيسي
لورنشيا أجيوزا	١	سبتمبر ١٩٩٣	جليسين بيتان	٠,٠٠٣٨	الأغشية الكروماتوجرافية الرقيقة ، الرنين النووي المغناطيسي
			جاما – أمينو بيوتيريك أسيد بيتان	٠,٠٠١٨	الأغشية الكروماتوجرافية الرقيقة ، الرنين النووي المغناطيسي
			بيتا – برولين بيتان	٠,٠٠٥٦	الأغشية الكروماتوجرافية الرقيقة ، الرنين النووي المغناطيسي الأشعة تحت الحمراء

يتضح من هذا الجدول أن كل الأنواع التي اختيرت من الطحالب – عدا الطحلب كيتومورفا لينم (*Chaetomorpha Linum*) – قد أحتوت على البيتانات (betaines) ، وعلى الأخص جليسين بيتان (glycinebetaine) بنسب تتراوح بين ٠,٠٠٢٥ ٪ من الوزن الجاف في لورنشيا بابللوزا (*Laurencia papillosa*) و ٠,٠١٦٪ في سارجاسم سبرباندم (*Sargassum subrepandum*) . أما كيتو مورفا لينم (*Chaetomorpha Linum*) فقد أحتوى على نسبة عالية من بيتان آخر هو ٠,٧٥٪ برولين بيتان (proline betaine) في حين أن بيتا– برولين بيتان (β-proline betaine) قد وجد بنسب ٠,٠٢٦٪ ، ٠,٠٠٥٦ ٪ و ٠,٠٠٤٢٪ في سيرجاسم سبرباندم(*Sargassum subrepandum*)، ولورنشيا أبتيوزا (*Launencia obtusa*) ، ولورنشيا بابللوزا (*L. papillosa*) على التوالي .

وشملت البيتانات الأخرى جاما – أمينو بيوتيرك أسيد بيتان (γ- *aminobutyric acid betaine*) في كل من ديلوفس فاشولا (*Dilophus fasciola*)ولورنشيا بابللوز (*Laurencia papillosa*) ولورنشيا أبتيوزا (*L. obtusa*) بنسبة ٠,٠٠٧ ٪ ، ٠,٠٠١٥٪ و ٠,٠٠١٨٪ على الترتيب . أما ألفا–ألانين بيتان (α- alanine betaine) فلم يسجل إلا في ديلوفس فاشولا (*Dilophus fasciola*) وبنسبة ٠,٠٢٠٪ .

المركب الثلاثي للسالفونيم ، ٣- ثنائي مثيل سلفونيو بروبيونات (3- dimethylsulphoniopropionate) وجد في الطحلبين الأخضرين اولفا لاكتوكا (*Ulva lactuca*) و اولفا ريتكيولاتا (*U. reticulata*) بنسبة ٠,٠٢٪ و ٠,٠٨٦٪ على التوالي .

وكما هو واضح فإن إنتاجية كل الطحالب التي أختيرت من المركبات الرباعية للأمونيوم والثلاثية للسالفونيم كان ضئيلاً حيث كان أقل من ١ ٪ وفي معظم الحالات كان أقل من ٠,٠٢٪ .

References

1. Hoppe, H.A. (1979). In : Marine Algae in pharmaceutical Science. (Hoppe, H.A. et al., eds.), P.26, Walter de Gouyter, Berlin.

2. Abe,S. and Kaneda, T. (1973). Studies on the effects of marine products on cholesterol metabolism in rats. VIII. The isolation of hypocholesterolemic substances from green lover. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish. 39, 383-389.

3. Kaneda, T. and Abe, S. (1984). Hypocholesterolemic effects of seaweeds on rats. In : Proc. 11th. Int. Seaweed Symp. (Bird, C.J. and Ragan, M.A., eds.), pp. 149-152, W. Junk, Dordrecht.

4. Smolin, L.A., Benevenga, N.J. and Berlow, S. (1981). The use of betaine for treatment of hymocytinuria. J. Pediatr. 99, 467-472.

5. Freed, W.J. (1985). Prevention of strychnine-induced seizures and death by the N-methylated glycine derivatives betaine, dimethylglycine and sacrosine, Pharmacol. Biochem. Behav. 22, 641-643.

6. Storey, R. and Wyn Jones, R.G. (1975). Betaines and choline levels in plants and their relationship to salt stress. Plant Sci. Lett. 4, 164-168.

7. Storey, R. and Wyn Jones, R.G. (1977). Quaternary ammonium compounds in plants in relation to salt stress. Phytochemistry 16, 447-453.

8. Storey, R., Ahmad, N. and Wyn Jones, R.G. (1977). Taxonomic and ecological aspects of the distribution of glycinebetaine and related compounds in plants. Oecologia (Berlin) 27, 319-332.

9. Wyn Jones, R.G. and Storey, R (1981). Betaines. In : The Physiology and Biochemistry of Drought Resistance in Plants (Paleg, L.G. and Aspinall, D., eds.), pp. 171-204, Academic Press, Sydney.

10. Gorham, J., Coughlan, S.J., Storey, R. and Wyn Jones, R.G. (1981). Estimation of quaternary ammonium and tertiary sulphonium compounds by thin-layer electrophoresis and scanning reflectance denstrophoresis and scanning reflectance densitometry. J. Chromatogr. 210, 550-554.

11. Wheeler, A.W. (1973). Endogenous growth substances. Rep. Rathamsted Exp. Stn. 1, 101-102.

12. Williams, D.C., Brain, K.R., Blunden, G., Wildgroose, P.B. and Jewers, K. (1981). Plant growth regulatory substances in commercial seaweed extracts. In : Proc. 8th. Int. Seaweed Symp. (Fogg, G.E. and Jones, W.E eds.) pp. 760-763, Marine Science Laboratory, Menai Bridge.

13. Blunden, G. and Gordon, S.M. (1986). Betaines and their sulphonio analogues in marine algae. In : Progress in Phycological Research, Vol. 4 (Round, F,E. and Chapman, D.J. eds.), pp. 39-80, Biopress, Bristol.

14. Blunden, G, Gordon, S.M., Mclean, W.F.H. and Guiry, M.D. (1982). The distribution and possible toxonomic significance of quaternery ammonium and other Dragendorff-positive compounds in some genera of marine algae. Bot. Mar. 25, 563-567.

15. Al-Amoudi, O.A., El-Naggar, M.E.E. and Ali, A.Y. (1987). Preliminary studies on certain chemical

components of several marine algae from the Red Sea Coast of Saudi Arabia. Bull. Fac. Sci., Assiut Univ. 16 (1), 23-36.

16. Aleem, A.A. (1978). Contributions to the study of the marine algae of Red Sea. Bull. Fac. Sci. K.A.U. Jeddah. 2, 99-118.

17. El-Naggar, M.E.E. and Al-Amoudi, O.A. (1989). Heavy metal level in several spacies from the Red Sea of Saudi Arabia. J.K.A.U. Sci. 1, 5-13.

18. Khafaji, A.K. and Meinesz, A. (1984). Preliminary investigation of algae and seagrasses from the Red Sea, Near Jeddah, Saudi Arabia. Proc. Symp. Coral Reef Envirn. Red Sea Jeddah Jan., 597-611.

19. Mohsen, A.F. (1972a). Contribution to the marine algal flora of the Red Sea Shore bordering Jeddah Zone (Saudi Arabia). Part 1. Cayanophyta and Rhodophyta. Bull. Sci. Riyadh Univ. 4, 113-133.

20. Mohsen, A.F. (1972b). Contribution to the marine algal flora of the Red Sea Shore bordering Jeddah Zone (Saudi Arabia). Part II - Phaeophyta. Bull. Fac. Sci. Riyadh Univ. 4, 135-150.

21. Mohsen, A.F. (1972c). Contribution to the marine algal flora of the Red Sea Shore bordering Jeddah Zone (Saudi Arabia). Part III. Chlorophyta. Bull. Fac. Sci. Riyadh Univ. 4, 151-169.

22. Kawauchi, H. and Sasaki, T. (1978). Isolation and identification of hordenine, p- (2-dimethyl-amino) ethylphenol from *Ahenfeltia paradox*. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish. 44, 135-137.

23. Hori, K., Yamanoto, T., Miyazawa, K and 1to, K. (1979). Distribution of quaternary ammonium bases in seven species of marine algae. J. Fac. Appl. Biol. Sci. Hiroshima Univ. 18, 65-73.

24. Woods, D.L., Hoven, A.W. and Martin, G.C. (1979). Seasonal variation of hordenine and gramine

concentrations and their heritability in read canarygrass. Crop Sci. 19 (6), 853-857.

25. Barwell, C.J. and Blunden, G. (1981). Hordenine from the red alga *Gigartina stellata*. J. Nat. Prod. 44, 500-502.

26. Gorham, J. (1984). Separation of plant betaines and their sulphur analogues by cation-exchange high performance liquid chromatography. J. Chromatogr. 287, 345-351.

27. Al-Amoudi, O.A. And Ali, A.Y. (1989). Some practical aspects of measurements of betaines and their sulphur analogues by the use of HPLC. J. Microbiol. Methods. 10, 289-296.

28. Blunden, G., El Barouni, M.M., Gordon, S.M., Mc Lean, W.F.H. and Rogers, D.J. (1981). Extraction, purification and characterization of Dragendorff-positive compounds from some marine algae. Botanica Mar., 24, 451-456.

29. Blunden, G, Gordon, S.M., Smith, B.E and Fletcher, R.L. (1985). Quatemary ammonium compounds in species of

the Fucaceae (Phaeophyceae) from Britain. Br. Phycol. J. 20, 105-108.

30. Nasr, A.H. (1947). Synopsis of the marine algae of the Egyptian Red Sea Coast. Bull. Fac. Sci., Cairo Univ. No. 26, 155p, 14pl.

31. Zinova, A.D. (1967). Key for green, brown and red algae of southern seas of U.S.S.R., Moscow, Leningrad.

32. Aleem, A.A. (1978). Contribution to the study of the marine algae of the Red Sea. iii. Marine algae from Obhor, in the vicinity of Jeddah, Saudi Arabia. 2, 99-118.

33. Blunden, G., Smith, B.E., Irons, M.W., Yang, M.H., Roch, O.G. and Patel, A.V. (1992). Betaines and sulphonium compounds from 62 species of marine algae. Biochem. Syst. Ecol. 20, 373-388.

شكر وتقدير

نتقدم بالشكر والتقدير لمعهد البحوث العلمية وإحياء التراث الإسلامي بجامعة أم القرى لدعمه مشروع البحث رقم ١١٩/٢٣٨ وتاريخ ١٨ / ٩ / ١٤١٣هـ ، ولقسم الأحياء بكلية العلوم التطبيقية في تقديم إمكانات معمل بحوث النبات ، ولإدارة الجامعة في تسهيل الأمور الإدارية ولإدارة الشئون العامة بالجامعة في تقديم خدماتها أثناء الرحلات العلمية . كما نود أن نشكر الأستاذ الدكتور جيرالد بلندن على إمدادنا بالعينات المرجعية للمركبات المتعلقة بموضوع البحث وإكمال التحليل اللازم لهذا البحث ، وكذلك الأستاذ مؤنس عبد المجيد الفقي على مساهمته الفعالة وتقديم المساعدة في إنجاز التجارب المعملية ، وشكرنا لكافة السادة المساهمين في إنجاز هذا البحث .