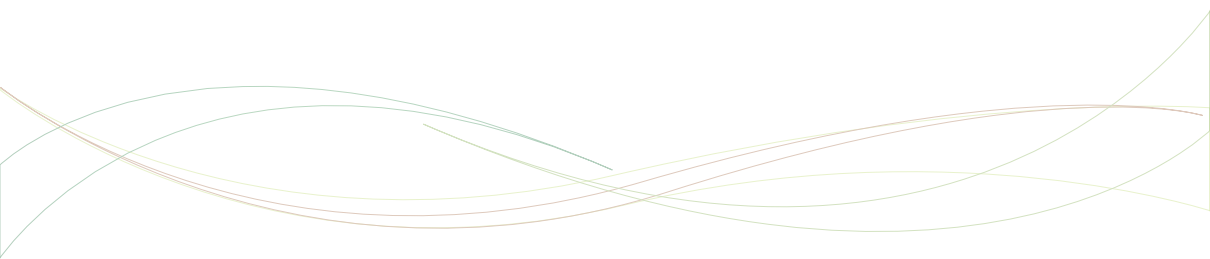


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



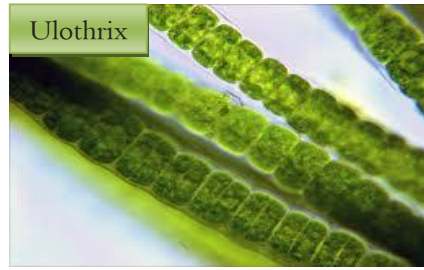
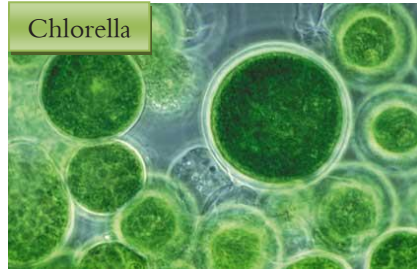
## مقدمة

الطحالب هي عبارة عن مجموعة من الكائنات الحية، التي تمتاز بوجود الصبغات الخضراء والتي تعرف باليخضور (الكلوروفيل Chlorophyll) بالإضافة إلى احتوائها على صبغات أخرى لذا تعتبر الطحالب ذاتية التغذية (Autotrophic) حيث تمتاز بقدرتها على تصنيع غذائها بنفسها وذلك من خلال قدرتها على القيام بعملية البناء الضوئي (Photosynthesis) وهي أهم عملية على وجه الأرض.

وللطحالب أنواع عديدة تصل إلى أكثر من ٢٥,٠٠٠ ألف نوع معظمها ذات أنوية حقيقية (Eukaryotic) ماعدا الطحالب الخضراء المزرققة (Blue green algae) والتي تيم تصنيفها حاليا ضمن البكتيريا. وقد وجدت لها حفريات منذ ملايين السنين، والطحالب إما أنها تعيش على سطح الماء أو في أعماقه، بينما توجد كميات قليلة منها تعيش في التربة أو على الأسطح المعرضة للهواء والضوء. والطحالب بجانب نموها في المياه العذبة فهي تنمو في المياه المالحة وتقوم بإنتاج الأكسجين أثناء عملية البناء الضوئي، وهذا الأكسجين يستخدم لأكسدة المخلفات والفضلات والنفايات. وتتميز الطحالب باحتوائها على النسب الأتية من المركبات الحيوية الهامة (دهون ٧-١١%، كربوهيدرات ١٢-١٦%، بروتين ٥٠-٥٥%) بالإضافة إلى احتوائها على نسب مرتفعة من العناصر المعدنية الكبرى والصغرى والنادرة واللازمة للنمو والحياة. كما وجد أنها تحتوي على نسب مرتفعة من الهرمونات النباتية مثل الأكسينات والسيتوكينينات والتي تعتبر عامل هام وحيوي لنمو النباتات.

وللطحالب عدة أشكال مختلفة فمنها ما هو وحيد الخلية متحرك مثل جنس الكلاميدوموناس، ومنها طحالب وحيدة الخلية غير متحركة مثل جنس الكلوريللا والجليوكابسا، ومنها طحالب توجد على هيئة مستعمرات غير متحركة مثل جنس الأناسيستس، ومنها على هيئة مستعمرات خيطية غير متفرعة مثل جنس الأولوتريكس والزيجينيا والسبيروجيرا، كما توجد بعض الطحالب هيئة مستعمرات خيطية متفرعة مثل جنس الكلادوفورا والاكثوكاريس والديكتوتنا شكل (١).

### شكل (١): بعض أشكال المورفولوجية للطحالب



تمتاز الطحالب بسهولة تربيتها حيث أن بعض أنواع الطحالب لا تزيد أبعادها عن بضع ميكرومترات أي بضعة أجزاء من الألف من المليمتر لذلك يمكن تربيتها داخل أنابيب مملوءة بالماء ومعرضة لضوء الشمس، حيث تقوم الطحالب باستغلال ضوء الشمس وثاني أكسيد الكربون في صناعة السكريات العديدة (Polysaccharides) والسكريات الأوليجو (Oligosaccharides) والاسمدة النيتروجينية بالإضافة إلى الاوكسجين المنطلق من خلال عملية التمثيل الضوئي. كما تمتاز الطحالب بسرعة تكاثرها حيث وجد أن خلية الطحلب الواحد تنقسم مرة كل يوم لتصبح خليتين. أي أن كمية الطحالب تتضاعف مرة كل يوم. ويمكن زيادة الإنتاجية إذا زودت الطحالب بكميات من ثاني أكسيد الكربون وعليه يمكن استخدام الطحالب لثاني أكسيد الكربون، الناتج مثلاً من عوادم المصانع ويوضح شكل (٢) بعض أنماط التربية المستخدمة في تنمية الطحالب.

شكل (٢): بعض أنماط التربية المستخدمة في تنمية الطحالب

### العوامل البيئية التي يجب توافرها لنمو الطحالب

#### ١. الضوء Light

حيث يعتبر الضوء من أهم العوامل التي يجب توافرها عند نمو الطحالب وذلك لاحتوائها على الكلوروفيل والذي من خلاله تتم عملية التمثيل الغذائي الضوئي ويشترط أن يكون الضوء المستخدم له طيف مماثل لضوء الشمس المعتاد بين موجتين ٤٢٠ – ٧٦٠ نانوميتر.

#### ٢. الغازات الذائبة في البيئة Dissolved gases

الطحالب هوائية تحتاج في نموها مثل باقي الكائنات الحية الأخرى إلى غاز الأوكسجين للتنفس، ومن ثم فإن تهوية المزارع التي تنمي بها الطحالب عامل مهم زيم ذلك بأن يكون حجم المحلول الذي يستزرع فيه لا يشغل أكثر من نصف الوعاء ويلزم تحريك أو هز المزرعة من أن لآخر حتى يتم تبادل الغازات وكذلك تجانس المزرعة.

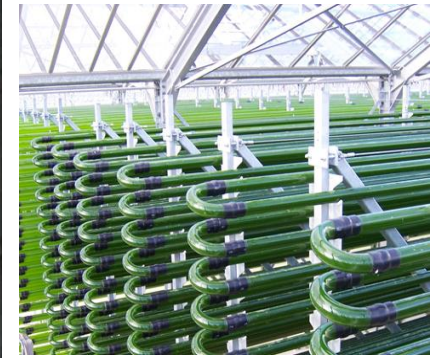
#### ٣. الأملاح المغذية Nutrient salts

أهم هذه الأملاح بالنسبة للطحالب أملاح الفوسفات والنترات ويلاحظ أن أغلب الطحالب تحتاج إلى عناصر نادرة ذائبة في البيئة بكميات قليلة جداً ومن هذه العناصر الحديد – النحاس – الكوبالت وأغلب هذه العناصر متوفرة في محلول التربة وفي حالة عدم وجودها يمكن إذابة كميات من الأملاح التي تحتوي على العناصر المطلوبة في الماء وخلطها مع بعضها ثم يضاف ١ سم<sup>٢</sup> من هذا المحلول إلى واحد لتر من البيئة.

#### ٤. الحرارة Heat

يجب أن تكون المزارع معرضة لدرجة واحدة من الحرارة، ما عدا في حالة دراسة تأثير درجة الحرارة على النمو.

#### ٥. الحالة الفسيولوجية للمزرعة

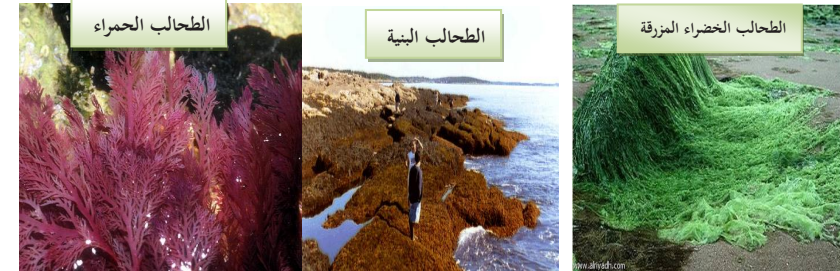


يمكن اعتبار المزرعة كائن حي يمر بفترة نشاط يعقبها فترة ركود وشيخوخة فكلما طال عمر المزرعة قلت حيويتها وبالتالي ينخفض نشاط الخلايا وينتج عن ذلك تراكم نواتج الأيض في المزرعة وبعض هذه المواد سام لذلك يجب عمل مزارع جديدة من المزارع القديمة كل فترة زمنية.

تعتبر المملكة العربية السعودية من الدول القليلة المنتجة للطحالب البحرية وذلك لما تمتاز به المملكة من مقومات تساعد على إنجاح عملية إنتاج الطحالب بكميات كبيرة والتي منها توافر الأراضي الصحراوية الشاسعة مع توفر ضوء الشمس والذي يسطع بقوة وساعات طويلة على مدار العام. بالإضافة الى توفر غاز ثاني أكسيد الكربون اللازم لنمو وتكاثر الطحالب والذي يمكن ضخه من عديد من المشآت الصناعية ومحطات إنتاج الكهرباء ومصافي البترول.

الطحالب تقسم هو على حسب أنواع الصبغات الموجودة بها (شكل ٣) وتعتبر Cyanobacteria والتي تسمى بالطحالب الخضراء المزرقة (Blue-green algae) من أهمها وهذه الطحالب تتوجد في كل مكان حيث يعيش أفراد منها في المياه العذبة والمالحة وبعضها يعيش في التربة الرطبة، وعلى الصخور وأفرادا منها تستطيع أن تعيش في الينابيع الحارة التي قد تصل درجة حرارتها إلى ٧٥ درجة مئوية. وتحتوي هذه الطحالب على أنواع عديدة من الصبغات مثل الكاروتينات والزنثوفيلات ويغلب عليها صبغتي الفايكوسيانين (phycocyanin) التي يعزى إليها اللون الأزرق، وصبغة الفايكويرثرين (phycoerythrin) ذات اللون الأحمر واندماج هذان اللونان ينتج عنهما اللون الأخضر المزرق ومن الأمثلة على هذه الشعبة أجناس الأنابينا، النوستوك، الأناسيستس، والأوسيلاتوريا.

### شكل (٣): بعض أشكال الطحالب تبعا للون الصبغات التي تنتجها في الوسط



### وللطحالب استخدامات عديدة حيث تدخل في كثير من الصناعات منها:

يمكن للطحالب ان تستخدم في صورتها الصلبة أو السائلة شكل (٤) وللطحالب استخدامات عديدة أهمها مايلي:

- صناعة النسيج، حيث يستبدل النشا المستخدم في الصناعة بحمض الألجينييك وبعض المركبات الأخرى كالأصبغ والتي يتم استخراجها من الطحالب.
- في صناعة الأدوية، حيث يستخدم المانيتول وحمض الألجينييك في تحضير كثير من الأدوية والعقاقير، علاوة على استخدام حمض الألجينييك في تغليف الكبسولات والأدوية والمضادات الحيوية.

- في مستحضرات التجميل، حيث تدخل الطحالب في صناعة كثير من مرطبات البشرة والشعر.
- في تصنيع الآجار، وهو من المركبات الهامة جداً لتغذية وإنماء الكائنات الحية الدقيقة بالمعامل.
- في مجال الأغذية، حيث تستخدم الطحالب الدقيقة كغذاء صحي آمن أو مكمل غذائي وذلك على شكل أقراص أو كبسولات أو سوائل.

### شكل (٤) أشكال الطحالب الصالحة للاستخدام:



- وحديثاً تم الاتجاه إلى استخدام الطحالب كمخصب حيوي خصوصا في الأراضي الصحراوية والمستصلحة حديثا لما تحويه الطحالب من كميات كبيرة من الكالسيوم والصوديوم والبوتاسيوم وهي عناصر اساسية للنمو علاوة على أن الرقم الحامضي للطحالب يتراوح من ٥,٦ - ٦,٥ الأمر الذي يساعد على استخدامها في أي نوع من الأراضي وخاصة القلوية منها إذ أن الطحالب تساعد على معادلة قلوية التربة، الذي ينعكس أثره على نمو النباتات المنزرعة. وجد أن عند إضافة الطحالب كسماد حيوي فإن ذلك يؤدي إلى زيادة معنوية في جميع صفات النمو الخضري والثمري بالإضافة الى تحسين نسبة النيتروجين في التربة، مما يقلل من استخدام التسميد الكيماوي دون حدوث نقص في المحصول بالإضافة لرخص ثمنه.

### وترجع الأهمية في استخدام الطحالب كمخصب حيوي للعوامل التالية:

١. احتواء الطحالب على منظمات نمو طبيعية (مشابهات الأكسينات والسيتوكينينات) مثل الأندول أستيك أسيد، البيبتانين، وأندول بيوتيرك أسيد والتي تعمل على:
- حث النبات على الاستمرار في النمو وتأخير دخوله في طور الشيخوخة، كذلك منع تساقط الأوراق والأزهار ومنع الاصفرار وذلك نتيجة التأثير الموجب على البروتين، كما أنه يجعل النبات قادر على الاحتفاظ بمادة الكلورفيل ومنع تحللها، بالإضافة إلى ذلك فإن إضافة الطحالب إلى النباتات تعمل على تشجيع الخلايا على الانقسام وتشجيع الجذور على النمو.

- زيادة القدرة التخزينية لبعض المحاصيل الحقلية مثل الخس واليقونس، كما أن للطحالب دوراً في خفض معدل التنفس لبعض المحاصيل الورقية الأخرى مثل الأسبرجيس والسلق الأمر الذي يساعد على رفع القدرة التخزينية لهذه المحاصيل.
- ٢. تمتاز الطحالب باحتوائها على منشطات ومحفزات النمو مثل المانيتول وحمض الألبينيك وهذه المواد تعمل على:
  - تحسين خواص التربة المضاف إليها وذلك عن طريق زيادة السعة التبادلية لها.
  - ارتفاع أعداد الكائنات الحية الدقيقة النشطة في التربة مما يحسن من كفاءة الامتصاص.
  - تحسين كفاءة عملية التمثيل الغذائي داخل الأوراق عن طريق زيادة كفاءة عملية البناء الضوئي.
  - زيادة قدرة النباتات على تحمل الإصابات الحشرية مثل العنكبوت الأحمر وبعض الإصابات الفطرية مثل الإصابة ببعض أنواع فطريات البياض نتيجة الرش بمستخلصات الطحالب، كما تلعب الطحالب عند استخدامها دوراً في تقليل الإصابة ببعض أمراض التربة النيماطودية عند حقنها مع ماء الري.
- ٣. تمتاز مستخلصات الطحالب باحتوائها على بعض المواد مثل التراي ميثل جليسين وبعض الأحماض الأمينية مثل أمينو بيوتريك أسيد (Amino buteric acid) والفالريك أسيد (Valeric acid) والتي لها أدواراً هامة في تنشيط المناعة لدى النبات.
- ٤. يحتوي مستخلص الطحالب على المواد السكرية (Polysaccharides) خصوصاً السكريات قصيرة السلسلة (أوليغو سكارايدز Oligosaccharides) والتي تتكون أثناء عملية استخلاص الطحالب نتيجة تحول الألبينات إلى أوليغو سكارايدز، وهذه المادة لها القدرة على جعل النبات قادر على تحمل معظم ظروف الإجهاد، كما تؤدي إلى زيادة المناعة الداخلية بالخلايا عن طريق زيادة مستوى الإنزيمات الداخلية المسؤولة عن تكوين مركبات المناعة "الفيتواليكسينات" ويطلق عليها المناعة المستحثة.
- ٥. تمتاز مستخلصات الطحالب باحتوائها على فينولات طبيعية (Phenols) مثل التانينات وهذه المواد تعمل كمضادات بكتيرية وفطرية كما أنها تقوم بدور مشابه لهرمونات النمو الطبيعية، علاوة على أنها تحسن من تكوين اللجنين بالنباتات مما يزيد قدرة النباتات على تحمل الأمراض.
- ٦. تمتاز الطحالب باحتوائها على مادة الألبينيك أسيد وهي من المواد الهامة المخليبية الطبيعية والتي تعمل على تخليب عناصر الحديد والكالسيوم والمغنسيوم والمنجنيز والزنك، كما تنشيط تكوين البولي سكارايدز ومنظمات النمو الطبيعية والبولي امين والمضادات الحيوية الطبيعية داخل النبات ومركبات المناعة "الفيتواليكسينات"
- ٧. احتواء الطحالب على مادة اللينارين والفيتوهرمونات (Laminaran + Phytohormons) وهذه المواد تساعد النباتات على مقاومة ظروف الإجهاد.

- ٨. يمتاز مستخلصات الطحالب باحتوائها على أحماض أمينية حرة منها " جليسين- الانين- فالين- ميثونين- ايزوليوسين- ثريونين- سيستين- فنيل الانين- سيرين- سريونين- لايسين- جلوتاميك- اسبارتيك- ارجنين- هيدروكسي برولين" والتي تعمل على:
  - النمو المتوازن والجيد للنبات، حيث تزيد من استجابة النبات للتسميد، وتقوم برفع قدرة النباتات على تحمل بعض الأمراض، علاوة على رفع قدرة النباتات على تحمل لظروف الاجهاد المختلفة.
  - تحسن مستخلصات الطحالب من نمو المحاصيل المختلفة سواء خضر أو فاكهة وذلك عن طريق زيادة نمو المجموع الجذري للنباتات وتقويته.
  - استخدام مستخلصات الطحالب يؤدي إلى زيادة في تركيز الكلوروفيل والذي بدوره يزيد من استقبال الطاقة الضوئية الأمر الذي يزيد من بناء السكريات والكتلة الحيوية للطحالب.
  - توفير الطاقة اللازمة لتصنيع البروتين داخل النبات.
  - توفير جزء من الاحتياجات النيتروجينية للنباتات، كما تساعد مستخلصات الطحالب في منع التسمم الداخلي بالأمويا للنباتات.
- ٩. تمتاز مستخلصات الطحالب باحتوائها على بعض الفيتامينات مثل الريبوفلافين، وفيتامين ب١٢، وفيتامين ب٢ وفيتامين C والتي تعمل على:
  - تنشيط وتنظيم النمو داخل النباتات، كذلك تنشيط عملية التمثيل الضوئي حيث تشارك في نقل الإلكترونات أثناء عمليات الأكسدة والاختزال، كما يساعد في تكوين الاكسينات الطبيعية داخل النباتات.
  - لها دور أساسي في تكوين الاكسينات، والتي تنشيط من عملية التجذير وتزيد من الانقسامات المرستيمية.
  - تنشيط عملية التمثيل الضوئي وتكوين السكريات داخل النبات.
  - تعمل على تنظيم لعمليات الأكسدة والاختزال داخل النبات.
- ١٠. احتواء مستخلصات الطحالب على بعض العناصر المغذية والمفيدة مثل النتروجين العضوي - فوسفور - كالسيوم - حديد- يودوغيرها من العناصر والتي تعمل على الآتي:
  - مكمل غذائي نشط داخل برامج التسميد.
  - تعمل على تشجيع نمو الجذور والمجموع الخضري.
  - تعالج النقص الحادث في بعض العناصر الصغرى المذكورة ( حديد- يود- منجنيز- زنك)
  - تزيد من مقاومة النباتات لبعض الأمراض الفسيولوجية والناجمة عن نقص الكالسيوم.

١١. مستخلصات الطحالب تلعب دوراً مهماً في المحافظة على محتوى التربة من المياه حيث تحدث تأثير يشبه تأثير مادة الهلام المائي عند إضافتها للتربة حيث سجلت مستخلصات الطحالب عند استخدامها نجاحاً في تعويض النقص النسبي لمياه الري وتقنين استعمال الأسمدة، وذلك نظراً لاحتفاظ هذه المادة بالرطوبة والأسمدة المذابة وبالتالي تقليل الفقد الحادث نتيجة الغسيل.

١٢. تمكن فريق علمي من الباحثين المصريين من إنتاج سماد حيوي من الطحالب الخضراء الزرقاء يوفر ٤٠% من الأسمدة الكيميائية، واسمدة أخرى من الطحالب البنية والحمراء. ويفيد هذا السماد في زيادة انتاجية الأراضي المستصلحة والرملية عموماً بمعدلات تزيد على ٢٠%. حيث وجد أن الطحالب الخضراء الزرقاء "السيانو بكتيريا" لها القدرة على استخدام أزوت الهواء الجوي والذي يمثل أربعة أخماس حجم الهواء من حولنا وتثبيتته داخل اجسامها مستخدمه إنزيم النيتروجيناز وذلك في خلايا خاصة داخلها تسمى " الهيتروسيست" الموجود داخل أجسامها ثم تقوم بإفرازه في التربة على هيئة امونيا بعد تحللها والتي تذوب في مياه الري وتتحول إلى أمونيا ذائبة وهي الصورة الصالحة للامتصاص بواسطة النبات الأمر الذي يمكن من خلاله توفير السماد النيتروجيني اللازم لنمو النباتات.

بخلاف تحسينها للمادة العضوية بالتربة وتحسين الخواص الكيميائية والطبيعية، بالإضافة إلى قدرتها على إذابة الفوسفات وجعله متاحاً للنباتات، كما أنها تمتاز بقدرتها على إفرار منظمات النمو المشجعة مثل الهرمونات.

١٣. الطحالب البنية والحمراء تلعب دوراً هاماً في استصلاح الأراضي الصحراوية خصوصاً التي تتركز فيها الأملاح والقلويات نتيجة تبخر الماء حيث تعمل على تحسين خواص التربة، وتحسن نفاذيتها أكثر من ١٣ مرة من الجبس الزراعي لأنها تزيد من حجم حبيبات التربة في الأراضي الملحية والقلوية بجانب أنها تزيد محتوى التربة الصحراوية من الكربون والفسفور خصوصاً في التربة القريبة من البحار والمحيطات وتزيد من البوتاسيوم المتاح.

### ومما سبق نستطيع أن نجمل فوائد مستخلصات الطحالب عند استخدامها كمخصب حيوي في الآتي:

١. العمل على حماية بعض الأنزيمات الداخلية من التلف وتساعد في رفع الضغط الأسموزي الداخلي للنباتات.
٢. تشجيع زيادة الأعداد البكتيرية النشطة في التربة الأمر الذي يحسن من كفاءة الامتصاص.
٣. رفع كفاءة عمليات التمثيل الغذائي داخل الورقة عن طريق زيادة كفاءة عملية البناء الضوئي وكذلك تنشيط نمو الجذور.
٤. الرش بمستخلصات الطحالب يزيد من قدرة النباتات على مقاومة الإصابة بالحشرات مثل العنكبوت الأحمر والجرب والبياض وكذا الإصابة ببعض الفطريات كما يقلل من أمراض التربة (النيماتودا) عن طريق تحفيز تكوين الفورمالدهيد بطريقة طبيعية داخل النباتات عن طريق مجموعة المثيل الموجودة بها وبالتالي ترفع من درجة التحمل للإصابات المرضية.
٥. احتواء مستخلصات الطحالب على بعض منشطات النمو والعناصر الصغرى والأحماض الأمينية والفيتامينات ولذلك فهي تشجع نمو النباتات وزيادة المحصول وتحسين الجودة.
٦. التسميد بمستخلصات الطحالب له تأثير كبير بالمقارنة بالأسمدة المعدنية وذلك لاحتوائها على كمية كبيرة من المادة العضوية التي تحتفظ بالرطوبة وتساعد في تيسر العناصر الغذائية مما يسهل امتصاص الجذور لها من سطح التربة.

٧. الدراسات العديدة أثبتت أن إضافة مستخلصات الطحالب إلى الأسمدة المستخدمة في الأراضي الجيرية المزروعة بمحصول الطماطم أو فول الصويا أدى إلى زيادة النمو الخضري وكان أقوى وأسرع بدرجة ملحوظة.

٨. عند إضافته كمستخلص إلى البيئات المستخدمة في زراعة أنسجة نباتات البيكان والعنب والفول السوداني، وجد ان التفريع الخضري والجذري كان أسرع وبدرجة جيدة.

٩. وجد بتحليل مستخلص الطحالب أن الرقم الحامضي لها يتراوح بين 5.6 - 6.5 مما ساعد على خفض القلوية بمجال واسع بمعظم أنواع الأراضي خاصة القلوية.

١٠. إضافته كمستخلص لبيئة نمو الشتلات أدى إلى الاسراع من انبات البذور كما في نبات الطماطم، كما ساعدت في نفس الوقت على إنتاج شتلات قوية ذات تفريع خضري غزير وقوي

### طرق استخدام الطحالب:

أولاً : إما في صورة مكورة ( كمبوست) حيث توضع مع تجهيز التربة للزراعة أو تخلط مع بيئات الزراعة في المشاتل.

ثانياً : في صورة مستخلص مركز (سائل) أو في صورة بودر مركز يتم استخدامه إما:

١. رشاً على الأوراق أو حقناً مع ماء الري.

٢. معاملة البذور وذلك بنقعها في المستخلص لزيادة نسبة وسرعة الإنبات.

٣. نقع قواعد العقل قبل غرسها بالمشاتل لتحسين نسبة التجذير.

مع ملاحظه أن معدلات الاستخدام مختلف تبعاً لنوع النباتات والتربة وكذلك تبعاً لتركيزات نقاوة المستخلص المستخدم.

**المصادر:**

- Algal Biology: a physiological approach (W. Marshall (1982).
- Introduction to the Algae by H. C. Bold and M. J. Wynne 1985 Prentice-Hall.
- Phycology (R.E.Lee, 1989)
- د. أحمد أبو اليزيد المجلة الزراعية
- مجلة شمس الزراعية العدد ١٢٢ مايو ٢٠١١
- منظمة المجتمع العلمي العربي
- Saleh, M. M., Awad, N. E. Abou-Zeid, A. H., Anderson K. and Glombitza K. W. 1993. Antiviral and immunological activity of glycoproteins from marine brown alga *Colpomenia sinuosa*, *Amino Acids* 5 (1): 152-163.
- Verkleij, F.N. 1992. Seaweed extract in agricultural and horticulture: A review *Biological Agriculture and Horticulture* 8: 309-324.
- Abd El Rasoul, Sh. M., A.A. El Banna, M.M. Abdel Moniem and A.A. Amer, 2002. 'Bio and organic fertilization of peanut plant grown on new reclaimed sandy soil. Egypt'. *J. Appli. Sci.*, 17:127-142.