Journal of Education and Science (ISSN 1812-125X), Vol: 29, No: 1, 2020 (310-324)

Effect of a number of nutrients on some physiological activities of a local isolate of *Scenedesmus sp.*

Bushra Esam Kamil

Department of Biology, College of Education for Pure Science, University of Mosul, Mosul, Iraq

E. Mail: Bush2019ra@uomosul.edu.iq

(Received February 10, 2013; Accepted April 14, 2013; Available online March 01, 2020)

DOI: 10.33899/edusj.2020.174640, © 2020, College of Education for Pure Science, University of Mosul.
This is an open access article under the CC BY 4.0 license (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Abstract:

In the present study, an isolate of the alga *Scenedesmus sp.* was obtained from local environment in Mosul city. The effect of some nutrients (monohydrogen potassium phosphate, sodium carbonate, ferrous chloride, calcium nitrate) on growth, biomass production, chlorophyll content and protein content was studied. It was noticed that the best concentration of monohydrogen potassium phosphate was (0.005%) which supported best growth (0.975) as an optical density, biomass (2.6 g/L), chlorophyll and protein content were (745 , 70 mg/L) respectively. The results also showed that when sodium carbonate was used at concentration (0.02%), the growth rate reached (1.40) as optical density, weight of biomass (1.0 g/L), but the highest value of chlorophyll content was (360 mg/L) when the concentration of carbon was (0.01%). The protein content reached to (180 mg/L) when the concentration of carbon was (0.03%). This study also revealed that Iron from ferric chloride at concentration (0.006%) supported best growth (1.99) as optical density, while biomass (2.4 g/L), but the highest chlorophyll content was (164 mg/L) at the concentration of ferric chloride (0.001%) and the best protein content was (154 mg/L) at (0.005%) of ferric chloride. Nitrogen as calcium nitrate at (0.13%) supported best growth rate (0.960) as optical density, value of biomass (1.5 g/L), chlorophyll content (911 mg/L), but the best protein content was (154 mg/L) when the nitrogen concentration was (0.01%) from calcium nitrate. This study also showed that final pH increased significantly from initial pH after fifteen dayes of incubation for all experiments used in this study.

Keyword: *Scenedesmus* sp., nutrients, physiological activities

تأثير عدد من المغذيات على بعض الفعاليات الفسلجية لعزلة محلية من طحلب *Scenedesmus sp.*

بشرى عصام كامل

قسم علوم الحياة ، كلية التربية للعلوم الصرفة، جامعة الموصل، الموصل، العراق

الخلاصة:

Downloaded from https://edusj.mosuljournals.com/

Journal of Education and Science (ISSN 1812-125X), Vol: 29, No: 1, 2020 (310-324)

تم في الدراسة الحالية اختبار تأثير عدد من المغذيات على نمو طحلب *Scenedesmus sp.* وعدد من المكونات والفعاليات الحيوية والمتمثلة بالنمو والكتلة الحيوية ، المحتوى الكلوروفيلي ، المحتوى البروتيني للطحلب. إذ تم الحصول على عزلة محلية من الطحلب *Scenedesmus sp* من البيئة المحلية لمدينة الموصل ثم ملاحظة مدى تأثر هذه العزلة بتراكيز مختلفة لبعض المغذيات وهي (فوسفات البوتاسيوم احادية الهيدروجين , كلوريد الحديدوز, كاربونات الصوديوم, نترات الكالسيوم). تبين من خلال الدراسة ان استخدام الفسفور بتركيز (0.005%) من فوسفات البوتاسيوم احادية الهيدروجين يدعم افضل نمو (0.975) ككثافة بصرية وبلغ وزن الكتلة الحيوية (2.6 غم/لتر)، المحتوى الكلوروفيلي (745 ملغم/ لتر)، المحتوى البروتيني (70 ملغم/ لتر). وعند استعمال الكاربون بتركيز (0.02 %) من كاربونات الصوديوم بلغ مقدار النمو (1.40) ككثافة بصرية ، وبلغ وزن الكتلة الحيوية (1.0 غم/ لتر), بينما سجل المحتوى الكلوروفيلي أعلى قيمة له (360 ملغم/ لتر) عند التركيز (0.01 %) من كاربونات الصوديوم, وسجل المحتوى البروتيني أعلى قيمه له (180 ملغم/لتر) عند التركيز (0.03%) من كاربونات الصوديوم. وتبين من هذه الدراسة أن الحديد بتركيز (0.006 %) من كلوريد الحديدوز يدعم أفضل نمو (1.99) ككثافة بصرية، والكتلة الحيوية بلغت (2.4 غم/لتر), بينما كان أعلى محتوى كلوروفيلي (164 ملغم/ لتر) عند التركيز (0.001 %) من كلوريد الحديدوز، وسجل المحتوى البروتيني اعلى قيمه له (154 ملغم/لتر) عند التركيز (0.005 %) من كلوريد الحديدوز. كما بينت الدراسة ان استخدام نترات الكالسيوم كمصدر نتروجيني عند التركيز (0.13 %) أعطى اعلى نمو (0.960) ككثافة بصرية والكتلة الحيوية (1.5 غم/ لتر), والمحتوى الكلوروفيلي (911 ملغم/ لتر), بينما سجلت أعلى قيمة للمحتوى البروتيني عند التركيز (0.01 %) من نترات الكالسيوم وكانت (154 ملغم/لتر). كما لوحظ من الدراسة أن الأس الهيدروجيني النهائي سجل ارتفاعاً واضحاً عن الأس الهيدروجيني الأولي ولجميع التجارب المستعملة في الدراسة بعد خمسة عشر يوماً من التحضين.

الكلمات المفتاحية: *Scenedesmus* sp. ، المغذيات النباتية ، الفعاليات الفسلجية

---

1. المقدمة:

تشمل الطحالب جميع النباتات الثالوسية الواطئة التي لها القابلية على القيام بعملية البناء الضوئي والتي لا تتميز في جسمها الاوعية الناقلة ولا يوجد فيها جدار عقيم حول الخلايا الجنسية ، فهي لم تتطور الى مستوى التباين الخاص في النباتات الأركيكونية ، إذ تكون الحوافظ البوغية واعضاء التكاثر الجنسية إما وحيدة الخلية أو متعددة الخلايا ، ولكنها تكون خصبة جميعاً [1] ويكون قسم من هذه الطحالب أحادية الخلية أو متعددة الخلايا، تمتص المغذيات النباتية من الوسط عبر سطح الجسم، ويعود قسم من هذه الطحالب إلى مجموعة الكائنات بدائية النواة مثل الطحالب الخضر المزرقة Cyanophycophyta، بينما تكون معظمها ذات نواة حقيقية مثل الطحالب الخضر Chlorophycophyta والطحالب البنية Phaeophycophyta ، والطحالب العصوية Bacillariophycophyta وغيرها من اقسام الطحالب [2]. تعيش الطحالب عموماً على سطح الماء وفي أعماقه أيضاً وتوجد في كل مصادر المياه التي تتعرض إلى ضوء الشمس. ان معظم الطحالب في الحقيقة مائية وتنمو في مياه البرك والبحيرات والخزانات والأنهار والمحيطات، وتشكل الطحالب المجهرية الطافية نسبة كبيرة منها وتسمى الهائمات النباتية Phytoplanktons والتي لها دور أساسي في السلسلة الغذائية في المياه إذ تقوم بعملية البناء الضوئي التي تنتج من خلالها المواد الغذائية والكربوهيدرات التي تستعمل في عمليات الأيض أو تخزن غالبا على شكل نشا أو زيوت، كما تعد إزالة الهائمات النباتية من عمود الماء كأحد المؤشرات الحيوية للوصول إلى صحة النظام البيئي المائي [3] لذا تعد الطحالب عموما والهائمات النباتية على وجه الخصوص

Downloaded from https://edusj.mosuljournals.com/

المنتجات الأولية في العديد من الأنظمة المائية إذ تمثل أحد المصادر الرئيسة لتغذية الأسماك ويرقاتها وغيرها من الأحياء المائية مثل القشريات والرخويات وهذه بمجموعها من أهم مصادر الغذاء للإنسان [4]. وقد حظيت المياه العراقية بالعديد من الدراسات عن الطحالب والهائمات النباتية [8, 7, 6, 5] كما تم تسجيل العديد من الأنواع الطحلبية لأول مرة في عدة مسطحات مائية في العراق [11, 10, 9]. إن للطحالب فوائد جمة لا يمكن حصرها، إذ لا يمكن التفضيل بين انواع الطحالب من حيث فوائدها، ذلك لأن اقسام الطحالب كلها ذات فوائد مختلفة ومتغايرة [14, 13, 12]. من جانب آخر تعد الطحالب سبباً للكثير من الأضرار سواء للبيئة المائية أو حياة الكائنات المائية بل حتى على حياة الإنسان، إذ تعد من المصادر الخطيرة الملوثة للمياه وخاصة مياه الإسالة. إضافة إلى إفرازها للسموم والتي تعمل على موت الكائنات المائية كالأسماك واللافقاريات وغيرها من الكائنات. كما أنها تطرح إلى محيطها العديد من المواد مثل السكريات البسيطة والمتعددة و كحولات وأنزيمات سواء كانت في البيئة أو في المزارع المختبرية، وبعضها تفرز مواد ذات تأثير قاتل للبكتريا أو مواد مثبطة لنمو البكتريا [15].

منذ العقود القليلة الماضية ، اكتسبت الطحالب الدقيقة بشكل ملحوظ الاهتمام بإمكانياتها الهائلة في مجموعة متنوعة من التطبيقات [16] اذ تُستخدم هذه الكائنات الدقيقة التي تعمل بالتمثيل الضوئي كمواد خام لإنتاج وقود الديزل الحيوي من الجيل الثالث وتعتبر أكثر البدائل الواعدة لوقود النقل [17] كما تؤثر الطحالب الدقيقة في اقتصاديات العديد من الدول، إذ تستعمل في مجالات مختلفة، فقد استعملت كغذاء منذ اقدم العصور في العديد من الدول لاسيما دول شرق آسيا والمحيط الاطلسي مثل طحلب *Laminaria* و *Poryphyra* التي تتميز بمحتواها العالي من البروتين والكربوهيدرات والفيتامينات، ففضلا عن قيمتها الغذائية مثل جنس *Chlorella* و *Spirullina* فإنها استخدمت بوصفها غذاء لزيادة الوزن كما يعد تقدير الكتلة الحيوية Biomass لها ذا أهمية كبيرة في البيئة المائية فضلاً عن استعمال عدد من الطحالب البحرية المجففة والمطحونة علفا للحيوانات [19,18] , ولكون مخلفات المصانع غنية بالمواد العضوية واللاعضوية وفقيرة بالأوكسجين, لذا فقد استعملت طحالب *Euglena* و *Chlorella* و *Scenedesmus* في إغناء هذه المخلفات بالأوكسيجين بعمليات البناء الضوئي مما يؤدي الى زيادة نشاط البكتريا في تحليل المواد العضوية كإحدى طرق المعالجة الحيوية للملوثات [20].

ومن هنا جاء هدف هذه الدراسة لغرض التعرف على الظروف الاكثر ملائمة لنمو الطحلب *Scenedesmus sp.* من حيث استخدام تراكيز مختلفة لعدد من المغذيات ودراسة تأثيرها على بعض الفعاليات الفسلجية للطحلب.

2.المواد وطرائق العمل

الطحلب المستخدم :

تم في هذه الدراسة استخدام عزلة محلية من الطحلب *Scenedesmus sp* ، اذ تم عزل هذه العينة من البيئة المحلية لمدينة الموصل (محطة الغابات) على نهر دجلة. تم حفظ العزلة المستخدمة في الدراسة وذلك بتنميتها على وسط Chu– 10 في أطباق بتري ثم حفظها في الثلاجة بدرجة حرارة (4° م) ، وتم تنشيط عينة الطحلب وذلك بإعادة زراعتها كل أسبوع على وسط Chu–10 وحضن عند درجة حرارة (25° م).

الوسط الزرعي وطريقة العزل :

Downloaded from https://edusj.mosuljournals.com/

زرعت العينة في الوسط الزرعي Chu–10 والذي يتكون من المواد التالية وبالتراكيز إزاء كل منها غم/ لتر:

$Ca(NO_3)_2$, 0.04 ; K_2HPO_4, 0.01 ; $MgSO_4.7H_2O$, 0.025 ; Na_2CO_3 , 0.02 ;

Na_2SiO_3 , 0.025 ; $FeCl_2$, 0.02 .

وبعد التحضير يضبط الأس الهيدروجيني للوسط بين (7.6_7.8) باستخدام محلول $NaHCO_3$ و HCl ويعقم عند (121° م) وضغط (1 جو) بجهاز المعقام لمدة 20 دقيقة. اما الوسط Chu–10 الصلب فيحضر باضافة Agar بنسبة 1% الى الوسط Chu–10 السائل وبعد التعقيم يصب الوسط في اطباق بتري وتستخدم لاحقاً في عزل وتنمية الطحالب المطلوبة للدراسة. تم عزل الطحلب المستخدم في الدراسة من خلال زراعة العينات الماخوذة من البيئة تحت ظروف معقمة على وسط Chu–10 الصلب في اطباق بتري ثم اتباع كافة الخطوات المذكورة من قبل Al–Shahri (2008) [21]. تم اجراء جميع التجارب على المزارع الطحلبية بعد مرور 15 يوم من التحضين لغرض الحصول على افضل نمو للطحلب.

طرائق التحليل :

قياس النمو لطحلب *Scenedesmus sp.* :

زرعت العزلة المحلية للطحلب بأخذ (5 مل) من اللقاح الخاص بالطحلب وزرعها في دوارق حجمية سعة (250 مل) حاوية على الوسط الزرعي Chu–10 السائل بحجم (95 مل) وحضنت بدرجة حرارة (25°م) وبشدة إضاءة (2500 لوكس) لفترة 12:12 ساعة ضوء : ساعة ظلام داخل الحاضنة الهزازة Shaker incubator وبسرعة (100 دورة / دقيقة). وتم قياس النمو والأس الهيدروجيني النهائي مباشرة لكل دورق بعد انتهاء فترة التحضين لمدة (15) يوماً من تأريخ زراعتها إذ تم اخذ (2 مل) من المزروع الطحلبي لكل دورق وقياس الكثافة البصرية له Optical density على طول موجي (436 نانوميتر) مستخدماً جهاز المطياف الضوئي (Spectro Sc. Labomed. Inc. USA).

تقدير الكتلة الحيوية لطحلب *Scenedesmus sp* :

تم تقدير الكتلة الحيوية للطحلب المستخدم في الدراسة وذلك من خلال ترشيح المزرعة بعد نهاية فترة التحضين باستعمال أوراق ترشيح Wattman No.1 معلومة الوزن, وبعد تجفيف العينات باستخدام الفرن بدرجة حرارة (60° م) ثم وزنها ثانية, والفرق بين الوزنين يمثل الكتلة الحيوية الجافة للطحلب.

تقدير المحتوى الكلوروفيلي لطحلب *Scenedesmus sp* :

اجري تقدير المحتوى الكلوروفيلي بالاعتماد على الطريقة المتبعة من قبل [22] اذ تم بعد نهاية فترة التحضين قياس الكثافة الضوئية للنموذج Optical density بوساطة جهاز المطياف الضوئي وعلى الطولين الموجيين (645, 663) نانوميتر . يتم حساب كمية الكلوروفيل مقدراً بالمليغرام لكل مليلتر بحسب المعادلة الاتية :

Downloaded from https://edusj.mosuljournals.com/

الكلوروفيل (a) ملغم/مل = الكثافة الضوئية للنموذج عند طول موجي (663) × 12.7 – الكثافة الضوئية للنموذج عند طول موجي (645) × 2.69 .

تقدير المحتوى البروتيني لطحلب *Scenedesmus sp* :

اجري تقدير المحتوى البروتيني الكلي بالاعتماد على طريقة المتبعة من قبل [23] وباستعمال كاشف فولن Folin reagent , واستخدم البومين مصل البقر (BSA) بوصفه محلولا قياسياً لعمل المنحني القياسي لتقدير البروتين. يقاس الطول الموجي عند 750 نانوميتر. و بتسقيط القراءات على المنحني القياسي يتم حساب تركيز البروتين.

3.النتائج والمناقشة

تشخيص عزلة طحلب *Scenedesmus sp*.

عزلت المستعمرات التي تمتاز بلونها الاخضر البراق وتم فحص الطحلب مجهريا بوساطة المجهر المركب وتم تشخيص الطحلب بالاعتماد على [9,4], شكل الطحلب يكون بهيئة مستعمرة مسطحة عدد خلاياها من مضاعفات العدد (2) , الخلايا ذات شكل مغزلي (اهليجي) تلتصق مع بعضها البعض. للخلية بلاستيدة صفائحية ذات بايرينويد واحد والخليتان الطرفيتان للمستعمرة لكل واحدة منهما زائدتان شوكيتان. وبالاعتماد على البيانات اعلاه يمكن الجزم بان العزلة المتحصل عليها هي عزلة حقيقية لطحلب *Scenedesmus* (شكل 1).

(شكل 1): خلايا طحلب *Scenedesmus sp*. عند القوة (40 X)

دراسة تأثير تراكيز مختلفة من فوسفات البوتاسيوم احادية الهيدروجين K_2HPO_4 على النمو وعدد من الفعاليات والمكونات الحيوية لطحلب *Scenedesmus sp*. :

زرع طحلب *Scenedesmus sp* في الوسط السائل Chu–10 المزود بتراكيز مختلفة من فوسفات البوتاسيوم احادية الهيدروجين (0.005 , 0.01 , 0.015, 0.02 , 0.025 %)، وبعد مرور 15 يوماً من التحضين تم قياس الاس الهيدروجيني النهائي والنمو, الكتلة الحيوية، المحتوى الكلوروفيلي ، والمحتوى البروتيني لعينة الطحلب. وقد أظهرت النتائج (جدول1) ارتفاع واضح في الأس الهيدروجيني النهائي عن الأس الهيدروجيني الاولي وللتراكيز المستعملة بأجمعها من فوسفات البوتاسيوم احادية الهيدروجين. اذ سجلت اعلى قيمة من الأس الهيدروجيني النهائي (9.5) عندما كان تركيز

Downloaded from https://edusj.mosuljournals.com/

الفسفور (0.005 %) من فوسفات البوتاسيوم احادية الهيدروجين ثم انخفضت قيمة الأس الهيدروجيني النهائي الى (9.3) مع زيادة التركيز في الوسط الى الحد (0.025 %) من فوسفات البوتاسيوم احادية الهيدروجين, كما بينت النتائج أن افضل نمو ووزن كتلة حيوية قد تحقق عند نفس التركيز اعلاه من إذ بلغ طيف امتصاص النمو (0.975) ككثافة بصرية وبلغ وزن الكتلة الحيوية (2.6 غم/لتر).

وبينت النتائج (جدول1) أن اعلى قيمة للمحتوى الكلوروفيلي قد بلغ (745 ملغم/لتر) حين كان التركيز (0.005 %) من فوسفات البوتاسيوم احادية الهيدروجين, ثم انخفض ذلك المحتوى مع زيادة التركيز في الوسط حتى بلغ (539 ملغم/لتر) عندما كان التركيز (0.015 %) من فوسفات البوتاسيوم احادية الهيدروجين. اما المحتوى البروتيني فقد تبين أن اعلى كمية للبروتين كانت (70 ملغم/لتر) عندما كان التركيز (0.005 %) من فوسفات البوتاسيوم احادية الهيدروجين، بينما سجلت اقل كمية للبروتين (52 ملغم/لتر) عند استعمال التركيز (0.025 %) من فوسفات البوتاسيوم احادية الهيدروجين.

ان الارتفاع في قيمة الاس الهيدروجيني النهائي عند التركيز (0.005%) من فوسفات البوتاسيوم احادية الهيدروجين يشير الى النمو الجيد للطحلب عند هذا التركيز. وهذه النتيجة جاءت متفقة مع العديد من الدراسات [24 , 25]. أن للفسفور دور مهم في انتاج المركب الغني بالطاقة ATP والعديد من مركبات الفسفرة التي تشارك في جميع الفعاليات الحيوية التي تقوم بها الخلية الا ان العديد من الدراسات اكدت ان استعمال تراكيز مرتفعة نسبياً من الفسفور لم يسجل أي اثر ايجابي يدعم النمو والكتلة الحيوية [26 , 27] . كما ان توافق النمو مع وزن الكتلة الحيوية ظاهرة طبيعية في معظم انواع لطحالب, اذ بين (Jin وآخرون) [28] في دراسة اجراها على طحلب *Mycrocystis sp* بان الكتلة الحيوية للطحلب ازدادت بزيادة تركيز الفسفور في الوسط عندما كان تركيزه اقل من 0.445 ملغم/لتر. وقد جاءت نتائج المحتوى الكلوروفيلي في هذه الدراسة مقاربة للكثير من الدراسات التي بينت أن المحتوى الكلوروفيلي لعدد من انواع الطحالب يتأثر بتركيز الفسفور في الوسط [25], كما يمكن تفسير سبب الانخفاض في كمية البروتين الى ان الكمية الزائدة من الفسفور في الوسط الغذائي التي تتجاوز المستوى الامثل لنمو الطحالب تؤدي الى حدوث انخفاض في المحتويات الحيوية لها اذ تشير الكثير من الدراسات الى ان وجود عنصر غذائي معين اكثر من الحد الضروري اللازم لنمو الطحالب قد يعيق امتصاص عدد من العناصر الاخرى اللازمة للنمو في الوسط [29, 30].

(جدول 1): تأثير تراكيز مختلفة من فوسفات البوتاسيوم احادية الهيدروجين على الاس الهيدروجيني والنمو والكتلة الحيوية والمحتوى الكلوروفيلي والمحتوى البروتيني لطحلب *Scenedesmus sp*.

الفسفور % من ثايوفوسفات البوتاسيوم	الأس الهيدروجيني النهائي	طيف امتصاص النمو nm	الكتلة الحيوية غم / لتر	المحتوى الكلوروفيلي ملغم / لتر	المحتوى البروتيني ملغم/لتر
0.005	*9.5 (0.07)	*0.975 (0.07)	*2.6 (0.04)	*745 (0.008)	*70 (0.01)
0.01	9.3 (0.01)	0.684 (0.04)	1.6 (0.1)	597 (0.03)	63 (0.03)
0.015	9.4 (0.05)	0.70 (0.09)	1.6 (0.04)	539 (0.02)	58 (0.004)
0.02	9.4 (0.04)	0.744 (0.03)	1.6 (0.01)	632 (0.05)	65 (0.08)
0.025	9.3 (0.02)	0.740 (0.07)	1.6 (0.00)	696 (0.004)	52 (0.09)

- **كل قيمة تمثل معدل لثلاث مكررات , وتمثل النتائج بين القوسين الانحراف المعياري.**
- **تشير (*) إلى القيمة الأعلى في الجدول .**

Downloaded from https://edusj.mosuljournals.com/

دراسة تأثير تراكيز مختلفة من كاربونات الصوديوم Na_2CO_3 على النمو وعدد من الفعاليات والمكونات الحيوية لطحلب *Scenedesmus sp.* :

تم زرع طحلب *Scenedesmus sp.* في الوسط السائل Chu–10 المزود بتراكيز مختلفة من الكاربون (0.005 , 0.01 , 0.015 , 0.02 , 0.025 %) من كاربونات الصوديوم ، وبعد مرور 15 يوماً من التحضين تم قياس الاس الهيدروجيني النهائي والنمو , الكتلة الحيوية، المحتوى الكلوروفيلي ، والمحتوى البروتيني لعينة الطحلب.

وقد لوحظ ارتفاع في الأس الهيدروجيني النهائي (جدول 2) مقارنة بالأس الهيدروجيني الاولي ولتراكيز الكاربون المستعملة جميعاً في التجربة، إذ سجلت اعلى قيمة للاس الهيدروجيني النهائي (8.3) عندما كان تركيز كاربونات الصوديوم (0.03%)، بينما كانت اقل قيمة للأس الهيدروجيني النهائي (8.0) عند استعمال كاربونات الصوديوم بتركيز (0.005%). كما بينت نتائج (جدول 2) ان اعلى قيمة للنمو ولوزن الكتلة الحيوية لطحلب *Scenedesmus sp* سجل عندما كان تركيز كاربونات الصوديوم (0.02 %) وكان (1.40) ككثافة بصرية و(1.0غم/لتر) على التوالي, بينما سجلت اقل قيمة للنمو وبلغت (1.32) ككثافة بصرية حين كان تركيز كاربونات الصوديوم (0.025 %) وسجل اقل وزن للكتلة الحيوية (0.2 غم/لتر) عند استعمال كاربونات الصوديوم بتركيز (0.005 %). أمّا المحتوى الكلوروفيلي (جدول 2) فقد سجل اعلى قيمة له وكانت (360 ملغم /لتر) عندما كان تركيز كاربونات الصوديوم (0.01 %)، لكنه انخفض مع زيادة تركيز الكاربون في الوسط, إذ بلغ (152 ملغم/لتر) عند استعمال كاربونات الصوديوم بتركيز (0.025 %). وسجل المحتوى البروتيني اعلى قيمه عند استعمال كاربونات الصوديوم بتركيز (0.03 %) إذ بلغ تركيز البروتين (180 ملغم/ لتر), بينما سجلت اقل قيمة للمحتوى البروتيني عند استعمال كاربونات الصوديوم بتركيز (0.025 %) وبلغت (70 ملغم/لتر).

ان الارتفاع في الأس الهيدروجيني النهائي عن الأس الهيدروجيني الاولي يشير الى نمو الطحالب وقيامها بعملية التركيب الضوئي ، إذ ان الأس الهيدروجيني يتأثر بصورة مباشرة بعملية التركيب الضوئي التي تستهلك CO_2 ، وان استمرار استهلاك CO_2 ولاسيما في حالة النمو المرتفع للطحلب يؤدي الى زيادة تكوين المسببات القاعدية واطلاقها كما في المعادلات الاتية [31].

$$2HCO_3 O_2 + H^{-}{}_3 + CO_2 CO \Leftrightarrow$$

$$CO_3 + H_2O \Leftrightarrow CO_2 + 2OH^{-}$$

وهذه النتيجة جاءت متفقة مع ما ذكره كل من [33, 32] فقد اوضحوا ان نمو الطحالب في الوسط الزرعي يؤدي الى رفع قيمة الأس الهيدروجيني. كما جاءت نتائج النمو والكتلة الحيوية مطابقة لما جاءت به الطائي [34] في دراستها لطحلب *Chlorella vulgaris* . إن عنصر الكاربون يدخل في عملية البناء الضوئي على شكل CO2 ، لذلك فإن توفره في الوسط الغذائي بكمية مناسبة يسمح للطحلب بالنمو بشكل جيد, ونقصه سيؤثر على عملية البناء الضوئي ومن ثم يؤثر على النمو. وقد اشار Geider [34] الى أن نمو الطحالب لايتوقف على درجة الحرارة والضوء والمواد الغذائية فحسب، ولكن ايضاً يتوقف على كمية الكاربون المتوفرة في الوسط الغذائي، الا أن التراكيز العالية من الكاربون لها تأثير مثبط على النمو والانقسام في الطحالب بشكل عام [35] اذ ان وجود عنصر غذائي معين اكثر من الحد الضروري اللازم لنمو الطحالب قد يعيق امتصاص عدد من العناصر الاخرى اللازمة للنمو في الوسط [30].

Downloaded from https://edusj.mosuljournals.com/

كما جاءت نتائج المحتوى الكلوروفيلي متفقة مع ما اكدته دراسات اخرى لبعض انواع الطحالب اذ بينت النتائج أن التراكيز العالية من الكاربون تؤدي الى انخفاض كمية الكلوروفيل ولاسيما في المراحل الاولى من النمو [25 ,36]. كما لوحظ من خلال النتائج ارتفاع قيمة المحتوى البروتيني مع زيادة تركيز الكاربون في الوسط وهذه النتيجة تم تأكيدها من قبل باحثين آخرين [37] وتعد هذه الظاهرة طبيعية لما للكاربون من اهمية في بناء الكثير من الاحماض الامينية في الخلية.

(جدول 2): تأثير تراكيز مختلفة من كاربونات الصوديوم على الاس الهيدروجيني والنمو والكتلة الحيوية والمحتوى الكلوروفيلي والمحتوى البروتيني لطحلب *Scenedesmus sp*.

الكاربون % من كاربونات الصوديوم	الأس الهيدروجيني النهائي	طيف امتصاص النمونm	الكتلة الحيوية غم / لتر	المحتوى الكلوروفيلي ملغم / لتر	المحتوى البروتيني ميكروغم/ مل
0.005	8.0 (0.05)	1.164 (0.02)	0.2 (0.01)	150 (0.009)	120 (0.003)
0.01	8.1 (0.05)	1.375 (0.1)	0.6 (0.04)	*360 (0.04)	112 (0006)
0.2	8.2 (0.03)	*1.40 (0.08)	*1.0 (0.1)	184 (0.03)	130 (0.003)
0.025	*8.3 (0.00)	1.132 (0.02)	0.8 (0.03)	152 (0.02)	70 (0.002)
0.03	*8.3 (0.06)	1.150 (0.05)	0.9 (0.08)	187 (0.08)	*180 (0.002)

- **كل قيمة تمثل معدل لثلاث مكررات , وتمثل النتائج بين القوسين الانحراف المعياري.**
- **تشير (*) إلى القيمة الأعلى في الجدول .**

دراسة تأثير تراكيز مختلفة من كلوريد الحديدوز FeCl2 على النمو وعدد من الفعاليات والمكونات الحيوية لطحلب *Scenedesmus sp.*:

يعد الحديد منذ فترة طويلة عنصراً اساسياً لنمو الطحالب ويعتمد توزيع العديد من الطحالب على تركيز الحديد في البيئة المائية [38]. تم في هذه التجربة زراعة طحلب *Scenedesmus sp* في الوسط السائل Chu–10 المزود بتراكيز مختلفة من عنصر الحديد (0.0005 , 0.005 , 0.001, 0.006 , 0.01 %) من كلوريد الحديدوز، وبعد مرور 15 يوماً من التحضين تم قياس الاس الهيدروجيني النهائي والنمو, الكتلة الحيوية، المحتوى الكلوروفيلي، والمحتوى البروتيني لعينة الطحلب.

بينت النتائج أن الأس الهيدروجيني النهائي كان مرتفعاً عن الأس الهيدروجيني الاولي ولجميع تراكيز الحديد المستعملة في التجربة (جدول3)، إلا أن اعلى ارتفاع في قيمة الأس الهيدروجيني النهائي (8.5) حصل عند استعمال كلوريد الحديدوز بتركيز (0.0005 %)، في حين تحققت اقل قيمة للاس الهيدروجيني النهائي (8.2) عند استعمال كلوريد الحديدوز بتركيز (0.006 و 0.01 %) على التوالي. وسجلت افضل قيم النمو و الكتلة حيوية عند استعمال كلوريد الحديدوز بتركيز (0.006 %) اذ بلغت اعلى قيمة للامتصاصية (1.99) ككثافة بصرية بينما بلغ اعلى وزن للكتلة الحيوية (2.4 غم/لتر), وبدأت كلتا القيمتين بالانخفاض عند ارتفاع تركيز كلوريد الحديدوز في الوسط الى الحد (0.01 %), اذ بلغت اقل امتصاصية لمعدل النمو (0.3) ككثافة بصرية بينما بلغ اقل وزن للكتلة الحيوية للطحلب (1.2

Downloaded from https://edusj.mosuljournals.com/

غم/لتر). أمّا المحتوى الكلوروفيلي (جدول3) لطحلب *Scenedesmus sp* فقد ظهر أنه كان مرتفعاً , إذ بلغت قيمته (164 ملغم /لتر) عند استعمال كلوريد الحديدوز بتركيز (0.001 %) ، بينما انخفض ذلك المحتوى الى (57 ملغم/لتر) عند ما كان تركيز كلوريد الحديدوز في الوسط الزرعي (0.01 %), و سجل المحتوى البروتيني لطحلب *Scenedesmus sp* اعلى قيمة لـه وبلغت (154 ملغم/لتر) عند استعمال كلوريد الحديدوز بتركيز (0.005 %) ، إلاّ أن اقل محتوى بروتيني بلغ (57 ملغم/لتر) عند استعمال كلوريد الحديدوز بتركيز(0.01 %) في الوسط الزرعي.

إن ارتفاع الأس الهيدروجيني النهائي للوسط الزرعي للطحالب عن الأس الهيدروجيني الاولي يعد ظاهرة اعتيادية للكثير من الطحالب وهذا ما اكدته العديد من الدراسات [33]. إن معظم انواع الطحالب تحتاج الى كميات قليلة جداً من عنصر الحديد لنموها لذلك يندرج هذا العنصر تحت المغذيات الصغرى او الاثرية, وقد اكد Estevez وآخرون [39] في دراسة لهم أن تزويد الوسط المغذي بتركيز اقل من (90ppm) من الحديد يعد محدداً لنمو الطحالب. وبينت احدى الدراسات التي اجريت على طحلب *Chlorella vulgaris* الى أن أفضل تركيز لعنصر الحديد يدعم الكتلة الحيوية هو(0.35 ملغم/لتر)، وأن التراكيز الاعلى من ذلك لها تأثير سلبي على وزن الكتلة الحيوية للطحلب [40]. وجاءت نتائج المحتوى الكلوروفيلي مطابقة لما ذكرته [25] في دراستها لطحلب *Chlorella vulgaris*. كما ذكر Lewandowska & Kosakowska [41] ان المحتوى الكلوروفيلي في طحلب *Cyclotella meneghiniana* قد انخفض بزيادة تركيز عنصر الحديد في الوسط الزرعي, كما اشار Wiessner [42] الى أن الكمية المثلى من الحديد واللازمة لنمو الطحالب تعتمد على نوع الطحلب وعلى مكونات الوسط المغذي. كما بينت النتائج انخفاض المحتوى البروتيني لطحلب *Scenedesmus sp* بزيادة تركيز عنصر الحديد في الوسط الزرعي وهذه النتائج جاءت مطابقة لما ذكره [41], فبالرغم من كون الحديد من المواد الأساسية للتمثيل الغذائي ولبناء مركبات حيوية هامة للخلية الطحلبية إلا ان دخول كميات كبيرة منه الى الخلية سيجعلها ترتبط مع البلاستيدة الخضراء مما سيعرقل عملية بناء البروتين في البلاستيدة [43].

(جدول 3): تأثير تراكيز مختلفة من كلوريد الحديدوز على الاس الهيدروجيني والنمو والكتلة الحيوية والمحتوى الكلوروفيلي والمحتوى البروتيني لطحلب *Scenedesmus sp*

الحديد % من كلوريد الحديدوز	الأس الهيدروجيني النهائي	طيف امتصاص النمو nm	الكتلة الحيوية غم / لتر	المحتوى الكلوروفيلي ملغم / لتر	المحتوى البروتيني ملغم/ مل
0.0005	**8.5** (0.02)	**1.15** (0.06)	**1.4** (0.03)	**117** (0.04)	**105** (0.01)
0.005	**8.4** (0.05)	**1.38** (0.11)	**1.6** (0.1)	**137** (0.06)	***154** (0.03)
0.001	**8.3** (0.02)	**1.71** (0.04)	**1.8** (0.01)	***164** (0.02)	**144** (0.02)
0.006	***8.2** (0.01)	***1.99** (0.04)	***2.4** (0.11)	**106** (0.02)	**94** (0.06)
0.01	***8.2** (0.01)	**0.3** (007)	**1.2** (0.03)	**57** (0.04)	**57** (0.01)

- **كل قيمة تمثل معدل لثلاث مكررات , وتمثل النتائج بين القوسين الانحراف المعياري.**
- **تشير (*) إلى القيمة الأعلى في الجدول .**

Downloaded from https://edusj.mosuljournals.com/

دراسة تأثير تراكيز مختلفة من نترات الكالسيوم $Ca(NO_3)_2$ على النمو وعدد من الفعاليات والمكونات الحيوية لطحلب *Sceneldesmus sp* :

تم في هذه التجربة زراعة طحلب *Scenedesmus sp* في الوسط السائل Chu–10 المزود بتراكيز مختلفة من النتروجين (0.005 , 0.01 , 0.03 , 0.08 , 0.13 %) من المصدر النيتروجيني نترات الكالسيوم، وبعد مرور 15 يوماً على التحضين اجري قياس الاس الهيدروجيني النهائي والنمو , الكتلة الحيوية، المحتوى الكلوروفيلي ، والمحتوى البروتيني لعينة الطحلب.

اشارت نتائج الأس الهيدروجيني النهائي (جدول4) الى ان اعلى قيمة للاس الهيدروجيني النهائي (8.7) قد تحقق عند استعمال نترات الكالسيوم بتركيز (0.005 , 0.01 , 0.03 %)، في حين تحققت اقل قيمة للاس الهيدروجيني النهائي (8.5) وذلك عند استعمال نترات الكالسيوم بتركيز (0.13 %). وأن افضل نمو قد تحقق هو(0.960) ككثافة بصرية عند استعمال نترات الكالسيوم بتركيز (0.13 %)، بينما سجل اقل نمو للطحلب (0.350) ككثافة بصرية عند استعمال نترات الكالسيوم بتركيز (0.005%). وتطابقت قيم الكتلة الحيوية مع قيم النمو والكثافة البصرية (جدول4) فقد اظهرت النتائج أن اعلى وزن للكتلة الحيوية بلغ (1.5 غم/لتر) عند استعمال نترات الكالسيوم بتركيز (0.13 %) من ، بينما بلغ اقل وزن للكتلة الحيوية (1.0 غم/لتر) عند استعمال نترات الكالسيوم بتركيز (0.005 %). وفيما يخص المحتوى الكلوروفيلي فقد اظهرت النتائج (جدول4) ان اكبر قيمة له قد بلغت (911 ملغم/لتر) عند استعمال نترات الكالسيوم بتركيز (0.13 %)، بينما بلغت اقل قيمة من المحتوى الكلوروفيلي (113 ملغم/لتر) عند استعمال نترات الكالسيوم بتركيز (0.005 %). أما المحتوى البروتيني فقد اظهرت النتائج أن اعلى قيمة من البروتين قد وصلت الى (154 ملغم/ لتر) عند استعمال نترات الكالسيوم بتركيز (0.01 %). بينما اقل قيمة من المحتوى البروتيني (57 ملغم/لتر) عند استعمال نترات الكالسيوم بتركيز (0.13 %).

ان العديد من الدراسات اوضحت ان ارتفاع قيمة الأس الهيدروجيني لوسط النمو للعديد من الطحالب يعود الى مدى نمو الطحلب في الوسط [40, 39]. كما اشارت بعض الدراسات الى أن نمو طحلب *Scenedesmus obliquus* قد انخفض في ظروف نقص النتروجين [44]. واكد باحثون آخرون ان نقص النتروجين في مزارع الطحالب يسبب انخفاض في عدد خلاياها [45]. كما بين Nigam وآخرون [46] في النتائج التي حصلوا عليها أن التركيز العالي من المصدر النتروجيني يدعم زيادة الكتلة الحيوية لطحلب *C. pyrenoidosa*. اما فيما يخص المحتوى الكلوروفيلي فقد جاءت النتائج متفقة مع عدد من الدراسات التي اكدت زيادة المحتوى الكلوروفيلي في الطحالب بزيادة تركيز النتروجين في الوسط [25], وقد لاحظ بعض الباحثين انخفاض المحتوى البروتيني لعدد من الطحالب عند انخفاض تركيز النتروجين [47]. ووجد الشاهري وآخرون [48] ارتفاع المحتوى البروتيني لطحلب *C. vulgaris* حين كان تركيز النتروجين 0.2 % ، بينما كان المحتوى البروتيني منخفضاً عند استعمال التركيز 0.01 %.

Downloaded from https://edusj.mosuljournals.com/

(جدول 4): تأثير تراكيز مختلفة من نترات الكالسيوم على الاس الهيدروجيني والنمو والكتلة الحيوية والمحتوى الكلوروفيلي والمحتوى البروتيني لطحلب *Scenedesmus sp*

النتروجين % من نترات الكالسيوم	الأس الهيدروجيني النهائي	طيف امتصاص النمو nm	الكتلة الحيوية غم / لتر	المحتوى الكلوروفيلي ملغم / لتر	المحتوى البروتيني ميكروغم/ مل
0.005	*8.7 (0.03)	0.350 (0.01)	1.0 (0.04)	113 (0.06)	105 (0.01)
0.01	*8.7 (0.06)	0.730 (0.02)	1.2 (0.07)	117 (0.02)	*154 (0.04)
0.03	*8.7 (0.1)	0.865 (0.01)	1.4 (0.00)	311 (0.08)	144 (0.07)
0.08	8.6 (0.01)	0.702 (0.1)	1.4 (0.05)	744 (0.09)	94 (0.06)
0.13	8.5 (0.03)	*0.960 (0.05)	*1.5 (0.01)	*911 (0.03)	57 (0.03)

- **كل قيمة تمثل معدل لثلاث مكررات , وتمثل النتائج بين القوسين الانحراف المعياري.**
- **تشير (*) إلى القيمة الأعلى في الجدول .**

4. الاستنتاجات Conclusion:

1- تدعم التراكيز المنخفضة من المغذيات النباتية نموا جيدا لطحلب *Scenedesmus sp*.

2- كان لعنصري الحديد والفسفور تأثيرا واضحا في زيادة وزن الكتلة الحيوية للطحلب.

3- أظهرت كربونات الصوديوم دورا واضحا في زيادة المحتوى البروتيني لطحلب *Scenedesmus sp*.

5. Acknowledgements: The author thanks the University of Mosul/College of Education for pure science/department of Biology for their assistance and support.

6. المصادر References:

[1] B. K. Mouloud, H. A. Al Saadi and H. A. S. Al Azami, "Environmental Science and Pollution," Dar Al-Kutub for Printing and Publishing - Baghdad, Iraq, 1990.

[2] F. E. Fritsch."The Structure and Reproduction of the Algae," Cambridge Univ. Press. Vol. 11. U.K.1965.

[3] M. A. YAĞCI, V. YEĞEN, A. YAĞCI, and R. UYSAL, "A preliminary study on zooplankton species in different aquatic habitats of Anatolia (Turkey)". *Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research*, vol. 3, no. 1, pp. 45-50, 2017, https://doi.org/10.17216/limnofish.277465

[4] G. W. Perscott, "Algae of the Western Great Lakes area". William C. Brown Co, Publishers, Dubuqu, Iowa. USA, 1973.

Downloaded from https://edusj.mosuljournals.com/

[5] S. H. Jabbar and J. Al-Hassany, "Use of indices of algae and water quality to assessment of Tigris River in AL- Gheraiat area in Baghdad city, Iraq," *mesop. environ. J*., vol. 4, no. 3, 2018, DOI: http://dx.doi.org/10.31759/mej.2018.4.3.0025

[6] B. A. Al-Magdamy, "The seasonal changes of non-diatom phytoplankton algae after the confluence of Tariq project in the Tigris river north of Baghdad," *mesop. environ. J*., ISSN: 2410-2598, vol. 5, no. 1, pp. 1-9, 2019.

[7] F. M. Hassan, J. M. Salman, F. A. Alkam, and H. J. Jawad, "Ecological observations on epipelic algae in Euphrates river at Hindiya and Manathira, Iraq," *Inter. J. Adv. Res*., vol. 2, no. 4, pp. 1183-1194, 2014.

[8] R. A. Alasady, "A qualitative Study on Algae in Abdullah Abu-Nadjem Oasis, Al-Dewanyah, Iraq," *IBN AL- HAITHAM J. FOR PURE & APPL. SCI*., vol. 23, no. 1, pp. 26-33, 2017.

[9] E. M. Jaffer, "Description of some phytoplankton algae (Non-diatoms algae) in Al-Salhia River (small shatt Al-Arab) and recorded new species in Iraq,". *mesop. environ. J*., vol. 3, no. 3, 2017.

[10] F. H. Aziz, U. H. Bapeer, and S. K. Najmadden, "Fourteen algae new records reported in five artificial ponds in the main parks within Erbil city, Kurdistan region, Iraq," *mesop. environ. J. mesop. environ. J*., vol. 4, no. 1, pp. 12-22, 2017.

[11] A. Al-Rawi, B. M. Alwash, N. E. Al-Essa, and F. M. Hassan, "A New Record Of *coelastrella terrestris* (reisigl) hegewald & n. Hanagata, 2002 (sphaeropleales, scenedesmaceae) in Iraq,". *Bulletin of the Iraq Natural History Museum*, P-ISSN: 1017-8678, E-ISSN: 2311-9799), vol. 15, no. 2, pp. 153-161, 2018, DOI: https://doi.org/10.26842/binhm.7.2018.15.2.0153.

[12] R. Tripathi, A. Gupta, and I. S. Thakur, "An integrated approach for phycoremediation of wastewater and sustainable biodiesel production by green microalgae, *Scenedesmus* sp. ISTGA1," *Renewable Energy*, vol. 135, pp. 617-625, 2019, https://doi.org/10.1016/j.renene.2018.12.056

[13] N. Renuka, A. Sood, R. Prasanna, and A. S. Ahluwalia, "Phycoremediation of wastewaters: a synergistic approach using microalgae for bioremediation and biomass generation,". *Int. J. Environ. Sci. Technol*., vol. 12, pp. 1443–1460, 2015, https://doi.org/10.1007/s13762-014-0700-2.

[14] S. R. Subashchandrabose, B. Ramakrishnan, M. Megharaj, K. Venkateswarlu, and R. Naidu, "Mixotrophic cyanobacteria and microalgae as distinctive biological agents for organic pollutant degradation,". *Environment international*, vol. 51, pp. 59-72, 2013, https://doi.org/10.1016/j.envint.2012.10.007

[15] G. H. A. Rubaiee, M. J. Abdul-latif, and E. F. Al-Gamily, "Intracellular and Extracellular extracts activity of *Oscillatoria limnetica* and *Chroococus minor* against some

Downloaded from https://edusj.mosuljournals.com/

Bacteria and Fangi," *Baghdad Science Journal*, vol. 8, no. 1, (Special issue of the life sciences conference), pp. 478-483, 2011.

[16] M. Mondal, S. Goswami, A. Ghosh, G. Oinam, O. N. Tiwari, P. Das, ... and G. N., Halder, "Production of biodiesel from microalgae through biological carbon capture: a review, *3 Biotech*, vol. 7, no. 99, 2017, https://doi.org/10.1007/s13205-017-0727-4.

[17] A. I. Barros, A. L. Gonçalves, M. Simões, and J. C. Pires, "Harvesting techniques applied to microalgae: a review," *Renewable and sustainable energy reviews*, vol. 41, pp. 1489-1500, 2015, https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.09.037.

[18] G,W. Prescott, "The Algae : A . Review (eds. W. C. Street .and H. B. Glass), Houghton Mifflin Co. Boton. UK., 1968.

[19] F.E. Round, "The Biology of Algae," 2nd. ed . Edward Arnold (publishers). Ltd. UK. 1975.

[20] A. Richmond, "*Spirulina*," *In. Microalgal Biotechnology* (eds. M. A. Borowitzka and L.J. Borowitzka). Cambirdge. Univ. Press.UK., 1988.

[21] Y.J. Al-Shahree, "Estimation of growth rate, biosilica, protein and lipid content in locally isolated *fragellaria vancheria*," *J. Edu. and Sci*., vol. 21, pp. 72-81, 2008.

[22] G. Mc-Kinney, " Absorption of light by chlorophyll solution," *Biol. Biochem*, vol. 140, pp. 315-322, 1941.

[23] O.H. Lowry, "Protein measurement with the folin phenol reagent," *Biol. Chem*., vol. 193, pp. 265-275, 1951.

[24] Z. Wang, S. Chen and X. Cao, "Micro-Nutrients Effects on Algae Colony: Growth Rate and Biomass Response to Various Micro-Nutrients and Competitive Inhibitions among Multi-Microelements," *2010 4th International Conference on Bioinformatics and Biomedical Engineering*, 2010, pp. 1-8, doi: 10.1109/ICBBE.2010.5516174.

[25] Z. M. S. Al-Tai, "Effect of some cultivation conditions and nutrients on growth and some biological activities and components of a local isolate of *Chlorella vulgaris*," Master's Thesis, College of Education. University of Al Mosul, Iraq, 2012.

[26] S.N. Levine, D. Shambaugh, S.E. Pomeroy, and M. Braner, "Phosphorous, nitrogen and silica as controls on phytoplankton biomass and species composition in Lake Champlain," *J. Great Lakes Res*., vol. 23, no. 2, pp. 131-148, 1997, https://doi.org/10.1016/S0380-1330(97)70891-8.

[27] R.W. Bachmann, J.R. Jones, R.H. Peters, and D.M. Soballe, "Responses to nitrogen, phosphorus and Phytoplankton Everglades Agricultural Area canal water addition during in

Downloaded from https://edusj.mosuljournals.com/

situ experiments at Lake Okeechobee (Florida, USA) Lake," *Reserv. Manage*, vol. 11, no.148, 1995.

[28] X. Jin, Z. Chu, W. Yi, X. Hu, "Influence of phosphorus on *Microcyctis* growth and the changes of other environmental factors," *J. Environ. Sci*., vol. 17, no. 6, pp. 937-941, 2005.

[29] R. Pratt, and E. Johnson, "Production of thiamine, riboflavin, folic acid and Biotin by *Chlorella vulgaris* and *Chlorella pyrenoidosa*," *J. Pharm. Sci.* , vol. 54, no. 6, pp. 871-874, 1965. https://doi.org/10.1002/jps.2600540611.

[30] M. Piorreck, K. Baasch, and P. Pohl, "Biomass Production, total protein, chlorophylls, lipids and fatty acids of freshwater green and blue-green algae under different nitrogen regimes," *Phytochemistry*, vol. 23, no. 2, pp. 207-216, 1984, https://doi.org/10.1016/S0031-9422(00)80304-0.

[31] A. A. Y. Talei, D. A. Ibrahim, and N. T. Safawi, "Studying the quality of groundwater in the village of Al-Kunsiyah and its suitability for domestic use,". *J. Environ. Sci*., vol. 4, pp. 19-29, 2002.

[32] Y. C. Celia, and G. D. Edward, "Effects of pH on the growth and carbon uptake of marine phytoplankton," *Mar. Ecol. Prog. Ser*., vol. 109, pp. 83-94. 1994.

[33] R. A. Anderson, "Algal Culturing Techniques," *Amsterdam: Elsevier Academic Press*. Netherland, 2005.

[34] R. J. Geider, "Light and Temperature Dependence of the Carbon to Chlorophyll a Ratio in Microalgae and Cyanobacteria: Implications for Physiology and Growth of Phytoplankton," *The New Phytologist*, vol. 106, no. 1, pp. 1-34, 1987, http://www.jstor.org/stable/2434683.

[35] H.C. Bold, and M.J. Wynne, "Introduction to the Algae Structure and Reproduction,". *2nd. ed. Prentice-Hall.*, Inc. Englewood Cliffs. New Jersey. USA., 1985.

[36] R. Jayasankar, and K.K. Valsala, "Influence of different concentrations of sodium bicarbonate on growth rate and chlorophyll content of *Chlorella salina*," *J. Mar. Biol. Ass. Indea*, vol. 50, no. 1, pp. 74-78, 2008, URI: http://eprints.cmfri.org.in/id/eprint/2234.

[37] K. Yeh, J. Chang, and W. Chen, "Effect of light supply and carbon source on cell growth and cellular composition of a newly isolated microalga *Chlorella vulgaris* ESP-31," *Engin. Life Sci*., vol. 10, no. 3, pp. 201-208, 2010, https://doi.org/10.1002/elsc.200900116.

[38] G. S. Venkataraman, "The Cultivation of Algae," *Indian Council of Agricultural Research*, New Delhi. India, pp. 319, 1969.

[39] M.S. Estevez, G. Malanga, and S. Puntarulo, "Iron-dependent oxidative stress in *Chlorella vulgaris*," *Plant Science*, vol. 161, no. 1, pp. 9-17, 2001, https://doi.org/10.1016/S0168-9452(01)00364-8

Downloaded from https://edusj.mosuljournals.com/

[40] D. Iriani, O. Suriyaphan, and N., "Chaiyanate, Effect of iron concentration on growth, protein content and total phenolic content of *Chlorella* sp. cultured in basal medium," *Sains Malaysiana*, vol. 40, no. 4, pp. 353-358, 2011.

[41] J. Lewandowska, and A. Kosakowska, "Effect of iron limitation on cells of the diatom *Cyclotella menenghiniana* **Kützing**," *Oceanologia*, vol. 46, no. 2, pp. 269-287, 2004, http://www.iopan.gda.pl/oceanologia/.

[42] W. Wiessner, "Inorganic micronutrients," In *Physiology and biochemistry of algae*, pp. 267-286, New York: Academic Press, 1962.

[43] A. Pirson, C. Tichy, and G. Wilhelmi, "Metabolism and mineral salt nutrition of unicellular green algae. I. Comparative investigations on angle cultures of *Ankistrodesmus*," *Planta* , vol. 40, pp. 199-253, 1952.

[44] S. Mandal, and N. Mallick, "Microalgae *Scenedesmus obliqans* as a potential source for biodiesel production," *Appl. Microbiol. Biotechnol*., vol. 84, pp. 281-291, 2009.

[45] A. Sukenik, Y. Carmeli, and T. Berner, "Regulation of fatty acid composition by irradiance level in the *Eustigmatophyte Nannochloropsis* sp.," *J. Phycol*., vol. 25, no. 4, pp. 686-692, 1989. https://doi.org/10.1111/j.0022-3646.1989.00686.x

[46] S. Nigam, M.P. Rai, and R. Sharma, "Effect of nitrogen on growth and lipid content of *Chlorella pyrenoidosa*," *Am. J. Biochem. Biotech*., vol. 7, no. 3, pp. 124-129, 2011, doi:10.3844/ajbbsp.2011.124.129

[47] N.S. Shifrin, and S.W. Chisholm, "Phytoplankton lipids: interspecific differences and effects of nitrate, silicate and light dark cycles," *J. Phycol.*, vol. 17, no. 4, pp. 372-384, 1981, https://doi.org/10.1111/j.1529-8817.1981.tb00865.x

[48] Y. J. Al-Shahri, B. M. Ismail, and H. S. "Khamis, Measurement of growth, peroxidase activity and protein content of a local isolate of the alga *Chlorella vulgaris*," *Tikrit J. Pure Scien.*, vol. 14 pp. 12-17, 2008.

Downloaded from https://edusj.mosuljournals.com/