خفض نسبة الفوسفات والنترات في الأوساط المحضرة صناعياً ومن مياه الفضلات بأستخدام طحلب *Scendesmus quadricauda*

Reducing rate the Phosphate and Nitrate in industrialy prepared media and from waste water by using The algae *Scendesmus quadricauda*

أحمد عيدان الحسيني أمل حمزة حمود عذراء عبد السادة أحمد محي رزوقي حسن زامل
وزارة العلوم والتكنولوجيا
Ahmed Aidan Al-Hussieny Ameal H.Hmood Athraa abed Alsada
Ahmed M.Rezooki Hassan Z.Gudeib
Ministry of Science & Technology

المستخلص

أختبرت كفاءة طحلب *Scendesmus quadricauda* في خفض الفوسفات والنترات في عينه الأوساط الزرعية الصناعيةً وعينه مياه الفضلات ، سجلت نسبة الإزالة لعنصر الفوسفات في مياه الفضلات (40.24 ، 75.54 ، 75.94)% لليوم الاول والثاني والثالث على التوالي ، وكانت أعلى نسبة إزالة للفوسفات والنترات (99.77 ، 60.54) % على التوالي لليوم السابع من المزرعة .بينما عينه الاوساط الزرعية الصناعية والتي تحتوي تركيز 2 ملغم /لتر فوسفات وصلت نسبة الازالة الى (24.5 ، 34 ، 39.5)% لليوم الاول والثاني والثاث على التوالي وبزيادة آسية لخلاياها بمقدار82.183 بمقدار خلية/مليلتر مقارنة بعينه مياه الفضلات بزيادة آسية للكتلة الحية مقدارها 94.673 خلية/مليلتر .

Abstract

The effeiciency of Algae s. *quadricauda* has been tested in reducing the Phosphate and Nitriate, in industrial culture media and sample of waste water, The rate of removal has been recorded for phosphate element in waste water (40.24, 75.54, 75.94)% for the first, second and third day respectivally and the highest average of removing for Phosphate and Nitrate (99.77, 60.54)% respectivally for the seventh day from culture the sample of industrial, cultural media that contain 2 mg/L phosphate.The removal rate reached to (24.5, 34, 39.5)% for first, second and third day, respectivally and in log increased for cells 82.183 cell/ml in comparative with sample of waste water and in log increased for living mass 94.673 cell/ml by experiment continuing twelve days .

المقدمة

يعتبر تلوث المياه من المشاكل العالمية الكبيرة المهددة للصحة و اعاقة النشاط الصناعي وتطور المدنية . ملوثات المياه كثيرة صنفت بشكل عام إلى ملوثات كيماو ية وبيولوجية وفيزياوية ، وأحد أنواع الملوثات هو التلوث البيولوجي للمياه خلال نمو الطحالب بشكل غير طبيعي والذي يسبب زيادة في الإنتاجية الأولية للبحيرات والأنهار مسببة ظاهرة الإثراء الغذائي Eutrophication [1] ، تحدث هذه الظاهرة بسبب زيادة مركبات الفسفور، ويؤدي الفسفور دورا مهما في التركيب الخلوي للطحالب حيث يدخل مركب Adinosean Tri. Phosphate (ATP) في تركيب بروتوبلازم الخلية ، كما له دورًا مهما في نقل الطاقة والنقل الأنزيمي ويوجد الفسفور في المياه الطبيعية العذبة والمالحة بشكل عضوي ولا عضوي [2] . تخزن الطحالب الفوسفات في السايتوبلازم بشكل حبيبات تدعى phytin و هو مركب عضوي يحتوي على الفسفور بشكل Insositol hexaphosphate أو glycerophosphoric acid كمصادر للفسفور لغرض النمو [3] . يعتبرالنتروجين

الكلمات المفتاحية : إزالة ، الأوساط الزرعية ، مياه الفضلات ، فوسفات ، نترات

Key Words:, removal , Culture media , Waste Water , phosphate , Nitrate.

العامل المهم لمعظم الط حالب في فعالياتها الايضية للأحماض الدهنية ، وتتأثر الكمية الكلية لكل من الأحماض الدهنية والبروتين بتركيز النتروجين خلال أطوار النمو المختلفة فضلاًعن ذلك فانه يحدد وينظم نمو الطحالب خلال تلك الأطوار . يختلف تأثير النتروجين في نمو الطحالب باختلاف صوره فالنتر ات هي المصدر الرئيسي والمفضل من قبل الطحالب ، وتحتاج الطحالب إلى عناصر ثقيلة ذات تراكيز قليلة جداً فضلاً عن عنصري الفوسفات والنتروجين لإتمام عملية التركيب الكيميائي للمادة الحية ، كالنحاس والحديد والخارصين واليود والمنغنيز والكوبلت والسيلينيوم والكروم [4] . وفي دراسة أجراها [5] لوحظ أنه عند معاملة طحلب *Scendesmus quadricauda* بعنصري الرصاص والزنك بتراكيز واطئة عند دمجهما معاً لم يؤثر ذلك على نمو الطحلب بل أدى إلى زيادة النمو بشكل طبيعي بالمقارنة عند تعريض الطحلب إلى عنصر الرصاص والزنك بشكل مفرد الذي سبب خفض في نمو الطحلب . تعد مياه الفضلات وسطاً ملائماً لنمو الطحالب الدقيقة وخاصة الطحالب الخضر المزرقة [6] . كونها غنية بالمواد العضوية واللاعضوية والتي تعد ضرورية لنمو الطحالب أفضل بكثير من الأوساط الزرعية الصناعية المحضرة ، وتدخل الطحالب في التنقية الذات ية لمياه الفضلات المنزلية والصناعية و الغنية بالمواد العضوية واللاعضوية لكون هذه المخلفات فقيرة بالأوكسجين لذا تستخدم الطحالب *Euglena* ، *Chlorella* ، *Scenedesmus* في أغناء هذه المخلفات بالأوكسجين بعملية البناء الضوئي مما يؤدي إلى زيادة نشاط البكتريا التي تقو م بتحليل المواد العضوية المتبقية إلى مواد لاعضوية تستفيد منها الطحالب في النمو وإنتاج الكتلة الحية [7] . تشكل مياه الفضلات مصدرا رئيساً لتلوث المياه خلال الاستخدام الغير المنظم لمياه الفضلات الغير معالجة او المعالجة جزئيا والذي له نتائج سلبية على البيئة وا لصحة العامة ، وللحفاظ على البيئة المائية من التدهور أستخدمت طرائق معالجة مناسبة ، وأحدى هذه الطرائق هو استخدام الطحالب لخفض ومعالجة تراكيز بعض المغذيات النباتية من مياه الفضلات ، لذا تهدف الدراسة إلى أختبار كفاءة الطحلب الأخضر *Scendesmus quadricauda* لخفض المغذيات النباتية (الفوسفات والنترات) في المياه الملوثة ومن الاوساط الصناعية .

المواد وطرائق العمل

تم الحصول على عزلة الطحلب من بنك الطحالب في وحدة زراعة الطحالب في مركز بحوث ومختبرات المياه قسم التقنيات الإحيائية في وزارة العلوم والتكنولوجيا . نقي الطحلب *Scendesmus quadricauda* بطريقة الزرع على وسط الاكار الصلب للحصول على عزلة نقية Axenic culture حسب طريقة [3] ، حيث ترك حجم معين من العزلة في الظلام لمدة 24 ساعة ، بعدها سحب 10 مل منها ونقل إلى وسط زرعي جديد ومعقم ، ويترك مرة ثانية في الظلام لمدة 3 ساعات بعدها تم ترسيب الطحلب باستخدام جهاز الطرد المركزي بسرعة 3000 دورة/دقيقة ولمدة 5 دقائق و لعدة مرات بعدها غسل الراسب بالماء المقطر ومن ثم زرعت العزلة لغرض تنشيط النمو ، وتم أكثار العزلة في وسط زرعي Chu-10 المحورمن قبل [8] وثبت الأس الهيدروجيني 6.8 باستخدام جهاز قياس pH-meter بإضافة بعض قطرات من حامض الهيدروكلوريك وهيدروكسيد الصوديوم المخففين 0.01 عياري ، تم عقم الوسط الزرعي باستخدام جهاز التعقيم (الموصدة) Autoclave بدرجة 121 م وضغط 1.5 جو ولمدة 20 دقيقة وترك لليوم التالي ليبرد .

تحضير الأوساط الزرعية الصناعية

حضرت تراكيز الفوسفات من مادة K_2HPO_4 مقدرة (2 ، 5 ، 10 ، 20) ملغم/لتر أما النترات فقد حضرت تراكيزها من مادة $NaNO_3$ تمثلت (2 ، 5 ، 10 ، 20) ملغم / لتر ، أختيرت التراكيز حسب ما أشار إلية [9] بمضاعفة تركيز النتروجين بحدود (20-30) مرة بما يحتوي الوسط الزرعي من فوسفات في هذه الدراسة الحالية بلغت نسبة النتروجين 22 مرة ضعف تركيز فوسفات الوسط الزرعي (السيطرة) .

تهيئة مياه الصرف الصحي

استخدمت مياه الفضلات من أحواض الترسيب النهائي لمشروع الرستمية أوساطاً زرعية لتنمية الطحلب المذكور ، ثبتت العوامل المختبرية المتمثلة بشدة أضاءة مقدارها 245 مايكروأنشتاين/ م^2 /ثا كمصدر للإضاءة وتم قياسها بجهاز Lux meter ولفترة ضوئية 16: 8 (ضوء : ظلام) وبدرجة حرارة 25 ± 2 م . ثم اخذ 250 مل من العينات في دوارق مخروطية سعة 1 لتر .

واعتمد حساب معدلات النمو Growth rate(M) [10] .

$$M = \frac{In\ (X_2 / X_1)}{t_2 - t_1}$$

إذ أن M = معدل النمو
X_1 = عدد الخلايا / مليلتر في زمن t_1 (خلية / مليلتر)
X_2 = عدد الخلايا / مليلتر في زمن t_2 (خلية /مليلتر)
t_1 = أول يوم من التعريض للعنصر المستخدم
t_2 = أخر يوم من التعريض للعنصر المستخدم

واعتمد حساب زمن التضاعف Doubling time (G) [10] :

$$G = \frac{In_2}{M}$$

الفحوصات الكيميائية

تم إجراء الفحوصات الكيميائية يومياً ولمدة أثنى عشرة يوماً إذ تم قياس الأس الهيدروجيني باستخدام جهاز pH-meter . و باستخدام جهاز المطياف الضوئي Spectrophotometer لفحص الفوسفات والنترات يومياً خلال مدة التجربة وحسب الطرق التحليل القياسية لمنظمة الصحة الأمريكية برقم 4500 – NO_3- B و 4500 -P –E [11] .

النتائج والمناقشة

أظهر الفحص الحيوي لطحلب *S. quadricauda* زيادة أعداد الخلايا 82.183 خلية /مليلتر وبمعدل نمو4.534 خلية/ساعة وبأقل زمن تضاعف 12.18 خلية/ساعة بالنسبة لتركيز 2 ملغم/لتر فوسفات لعينات الوسط الزرعي الصناعي ، أما بقية التراكيز (5 ، 10 ، 20) ملغم/لتركانت أعداد خلاياها ومعدل النمو أقل من أعداد خلايا ومعدل نمو تركيز 2 ملغم/لتر على التوالي لتجارب الفوسفات ، أما زمن التضاعف للتراكيز(5 ، 10 ، 20) ملغم/لتر على التوالي أعلى من زمن تضاعف تركيز 2ملغم/لتر ، بينت التحليلات الإحصائية عدم وجود فرق معنوي للوسط الزرعي الحاوي على تركيز 2 ملغم/لترفوسفات وبين وسط السيطرة ، بينما لوحظ فروق معنوية بين الوسط الزرعي الحاوي على 2ملغم/لتر وبين بقية الأوساط الزرعية الحاوية على (5 ، 10 ، 20) ملغم/لتر فوسفات بمستوى احتمالية ($P< 0.05$) لأعداد الخلايا ومعدل النمو وزمن التضاعف . موضحاً ذلك بالجدول (1) .

الجدول (1) :النمو لطحلب *Scendesmus quadricauda* بتراكيز مختلفة للفوسفات خلال مدة التجربة باستخدام الوسط الزرعي Chu-10

التراكيز ملغم /لتر K_2HPO_4 السيطرة	معدل عدد الخلايا خلية × 10^3 /ملیلتر	معدل النمو خلية / ساعة	معدل زمن التضاعف بالساعة
2	* 0.300±62.617	*0.916±3.101	*0.737±13.49
5	* 0.541 ± 81.030	*1.213±4.534	*0.139±12.18
10	** 0.203±50.541	**1.733±2.486	** 0.108±15.02
20	** 0.235±39.647	** 0.673±2.434	**1.150±16.44
	** 0.65±31.053	**0.151±2.136	** 0.601±16.90

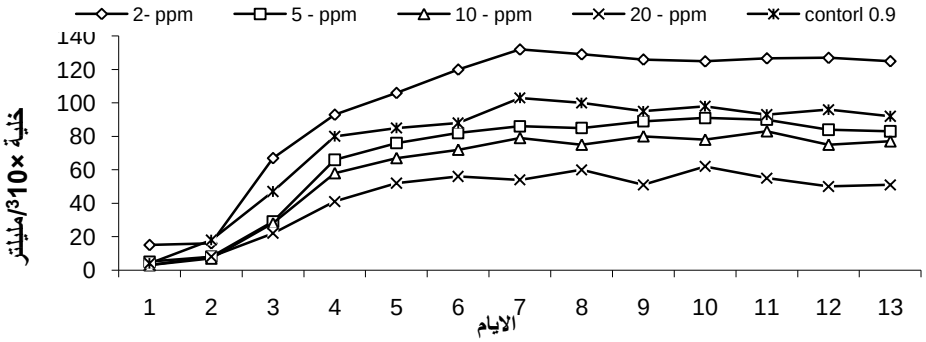
* = عدم وجود فرق معنوي و **= وجود فرق معنوي ضمن مستوى أحتمالية ($P< 0.05$)

أثناء مدة التجربة (اثنى عشر يوماً) كانت الزيادة الآسية لأعداد خلايا الطحلب المنماة في تركيز 2 ملغم/لتر بلغ عدد خلايا الطحلب 85.21 خلية × 10^3 / لملیتر أكثر وضوحاً من بقية التراكيز المتمثلة بتركيز 5 ملغم/لترالبالغ عدد خلايا الطحلب إلى 57.982 خلية × 10^3 / ملیلتر ثم يليها تركيز 10 ملغم / لتر الذي وصل العدد الحيوي للطحلب إلى 47.861 خلية × 10^3/ملیلتر أما تركيز 20 ملغم/لتر وصل عدد خلايا الطحلب إلى 42.804 خلية × 10^3/ ملیلتر مقارنة بمعاملة السيطرة البالغ عدد الخلايا للطحلب 68.4 خلية × 10^3/ملیلتر أضافة إلى ذلك يرافق الزيادة الآسية للعدد الحيوي لخلايا الطحلب خفض في تراكيز الفوسفات ، إذ وصل تركيز الفوسفات حتى نهاية التجربة للتراكيز (2 ، 5 ، 10 ، 20) ملغم/لترإلى (0.002 ، 1.65 ، 2.28 ، 7.31) ملغم/ لترعلى التوالي الجدول (2) يبين ذلك :

الجدول (2) :الزيادة اليومية لطحلب *Scendesmus quadricauda* المنمى بتراكيز مختلفة للفوسفات والمتبقي في وسط السيطرة

التراكيز ملغم / لتر	2		5		10		20		السيطرة	
Day	Cell/ ml	PO_4	Cell/ ml	PO_4	Cell/ ml	PO_4	Cell/ ml	PO_4	Cell/ ml	PO_4
0	11.688	2	3.896	5	2.597	10	2.597	20	5.194	0.900
1	19.480	1.510	6.493	4.890	5.194	9.970	2.597	19.546	10.389	0.900
2	23.376	1.320	10.389	4.060	10.389	8.800	5.194	17.090	36.423	0.839
3	52.600	1.210	31.168	3.340	28.571	8.770	20.779	15.300	42.872	0.832
4	73.500	1.110	41.558	3.240	34.800	7.730	27.272	14.920	51.652	0.699
5	94.000	1.020	50.649	3.060	48.051	7.650	41.558	13.720	77.600	0.621
6	120.200	0.854	90.000	2.980	60.000	6.530	52.600	12.110	90.900	0.600
7	124.670	0.343	79.500	2.660	62.400	5.480	44.700	11.830	97.700	0.569
8	123.060	0.033	77.600	2.630	58.500	4.970	40.800	11.520	88.700	0.201
9	120.907	0.012	77.600	2.430	53.716	4.530	43.400	9.860	87.400	0.031
10	104.000	0.007	71.000	2.320	52.901	3.430	39.400	9.570	84.800	0.011
11	100.700	0.004	59.200	2.300	50.432	3.330	40.000	8.380	72.000	0.016
12	85.210	0.002	57.982	1.650	47.861	2.280	42.804	7.310	68.400	0.004
معدل	81.030	-	50.541	-	39.647	-	31.053	-	62.617	-

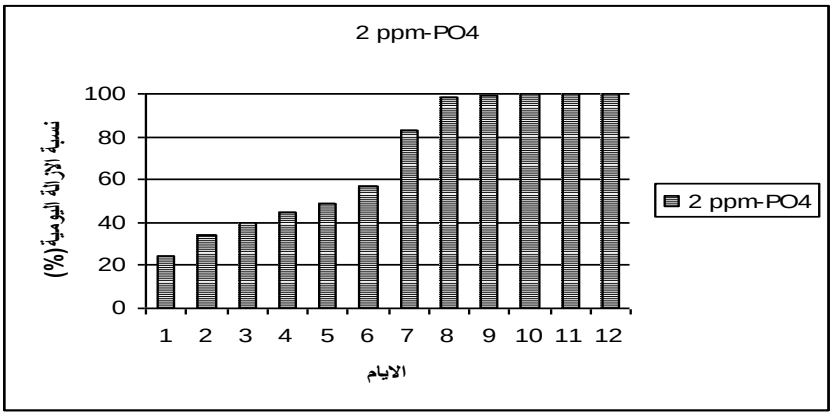
أن أستقرار مزرعة الطحلب لليوم السابع للتجربة وبعدها أنخفض النمو تدريجياً قد يعود لعدة أسباب ، منها أستهلاك المغذيات لغرض النمو وتناقصها تدريجيا لتصل أقل مستوى عندما يكون النمو بأقصى كثافة له بوفرة الحرارة التي تؤدي إلى أستهلاك المغذيات ، أضافة إلى أفرازات مثبطة من قبل الطحلب عند زيادة الكتلة الحية بإفراز مادة Chlorelline وهي كافية لتحديد أو تثبيط أو أبطاء سرعة النمو في هذه المزرعة [12] . أرتفاع أعداد خلايا المزرعة والوصول إلى قمة نموها في اليوم السابع للتجربة وهوالاكثر وضوحاً بتركيز 2 ملغم / لتر يليه معاملة السيطرة البالغ تركيزه للفوسفات 0.9 ملغم / لتر شكل (1) يوضح ذلك .



شكل (1): منحنى نمو طحلب *Scendesmus quadricauda* بتراكيز مختلفة من الفوسفات

للتراكيز الواطئة من الفوسفات دور واضح في نمو الكتلة الحية لمزارع الطحالب وما يؤيد ذلك أن تركيز واحد ملغم/لتر فوسفات يؤدي إلى زيادة عالية في تركيز الصبغة ، وان هذه الاستجابة لتراكيز واطئة يمكن تفسيرها على أساس ما مخزون من عنصرالفوسفات في جسم الطحلب أكثر مما هو موجود في البيئة المحيطة [13] . يتأثر امتصاص الفسفور بعوامل عديدة منها درجة الحرارة والأس الهيدرو جيني وشدة الإضاءة لذا توفرت ظروف بيئية مناسبة للطحلب المستخدم لهذه الدراسة من شدة إضاءة قدرها 245 مايكروانشتاين/م^2 / ثا ودرجة حرارة 25 ±2م وينخفض معدل الانقسام الخلايا بعد هذه الدرجة من الحرارة ودونها و يطابق ذلك لما أشار اليه [14] في دراسته أن الدرجة 25 م هي الأفضل لنمو وانقسام الطحلب *S. acutus* . وصلت نسبة الإزالة اليومية لتركيز 2 ملغم/لتر لليوم الأول من التجربة إلى 24.5% ولليوم الثاني 34% ولليوم الثالث 39.5% ، وفي اليوم

السابع للتجربة بلغت الإزالة للفوسفات 82.85 % من خلال الزيادة الآسية لكتلتها الحية بوجود درجة الحرارة الملائمة للنمو والشكل يبين ذلك (2) .



شكل (2) : نسبة الإزالة اليومية لمزارع الطحلب المنمى في الأوساط الزرعية بتركيز 2 ملغم / لترفوسفات

سجل [15] إزالة للفوسفات قدرها 85%عند معاملة مياه الصرف الصحي للرستمية بالطحالب *Chlorella Vulgares* . أن الاختلاف في الإزالة بين أنواع الطحالب يعود إلى الظروف البيئية ونوع الطحلب واختلاف التركيب الكيميائي لمياه الفضلات وكثافة الطحلب وحجم المزرعة . يؤدي الفسفور دوراً مهما في السيطرة على الفعاليات الإيضية للخلية ومستويات إنتاج الطاقة ، إذ يعُد مكون أساسي للأحماض النووية والادينوسين ثلاثي الفوسفات (ATP) وهي أساس لصنع الأنزيمات وأنظمة نقل الطاقة ، بالإضافة إلى أهمية الفسفور لعملية التنفس التي تزداد مع زيادة تركيزه في الوسط [16] . أما بالنسبة لفحوصات النترات فنلاحظ أن تركيز20 ملغم نترات/ لتر تميز عن بقية التراكيز بزيادة أعداد الخلايا 50.930 خلية/مليلتر ومعدل نمو 2.649 خلية/ساعة وبأقل زمن تضاعف 14.28 خلية/ساعة ، أما التراكيز الأخرى للنترات (10 ، 5 ، 2)ملغم / لتر فأن معدل الزيادة الآسية للكتلة الحية أقل من المزرعة المنماة في تركيز 20 ملغم/لتر على التوالي . بينت التحليلات الإحصائية عدم وجود فرق معنوي لإزالة النتروجين (نترات) من الوسط الزرعي الحاوي على 2 ملغم/لتر نترات وبين الوسط الحاوي على 5 ملغم/لتر نترات ووسط السيطرة ، بينما لوحظ وجود فرق معنوي للنتروجين – نترات بين الأوساط الزرعية الحاوية تركيز (10 ، 20) ملغم / لتر- نترات وبين وسط السيطرة ضمن مستوى أحتمالية ($P< 0.05$) . [17]والجدول (3) يبين الاتي :

جدول (3): نمو لطحلب *Scendesmus quadricauda* بتراكيز مختلفة للنترات ومعدلات النمو وزمن التضاعف

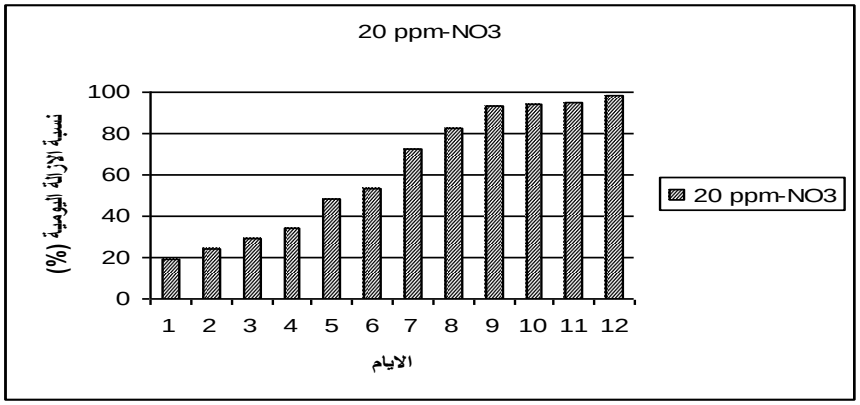
التراكيز ملغم / لتر السيطرة	معدل عدد الخلايا خلية × 10^3 /ملیلتر	معدل النمو خلية / ساعة	معدل زمن التضاعف بالساعة
	*1.189±14.806	*0.229±1.540	**0.205±20.29
2	*0.229±27.386	*0.589±1.562	*0.127±15.74
5	*0.916±31.296	*1.288±2.334	*1.733±15.17
10	**0.455±40.278	**0.96±2.492	*0.006±14.69
20	**0.916±50.603	** 1.005±2.649	*0.673±14.28

*** = عدم وجود فرق معنوي**

****= وجود فرق معنوي ضمن مستوى أحتمالية ($P< 0.05$)**

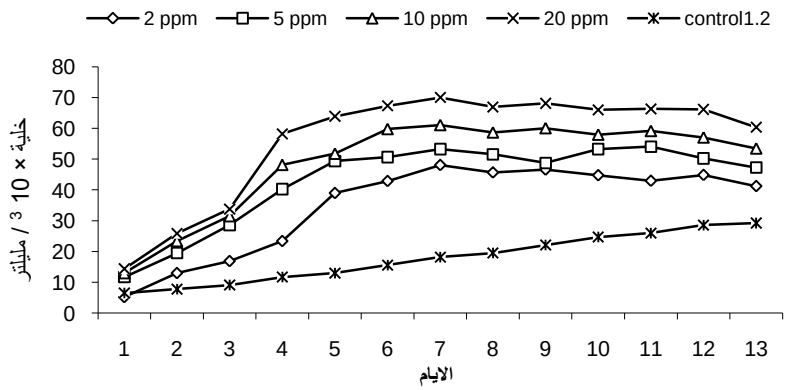
تبدأ عملية التمثيل بالامتصاص وتتبعها عمليات حيوية أخرى في منطقة غشاء الخلية Plasmlemma التي يتم فيها تمثيل النتروجين لوجود الأنزيمات المتخصصة لهذا الغرض ، يتم تحويل مركبات النيتروجين إلى أمونيا لتشترك في عملية تصنيع الأحماض الأمينية ، يتحول النترات إلى نتريت بفعل أنزيم Nitrate reductase (NR) وهذا يتم في السايتوبلازم بعدها يختزل النتريت إلى أمونيا NH_3 بفعل أنزيم Nitrite reductase (NiR) الموجود في البلاستيدات [18] . بلغت نسبة الإزالة لليوم الأول من بدء التجربة 18.9% واليوم الثاني 23.9% واليوم الثالث بلغت 29.4% ، تعود الإزالة القليلة للنترات من قبل الطحالب للتركيز العالي للأمونيا الذي يمنع تكون أنزيم اختزال النترات ، أما اليوم السابع بلغت نسبة الإزالة 72.84% ، بالنسبة للمزرعة

المنماة بتركيز 20 ملغم/لتر- نترات للوصول إلى قمة النمو بزيادة أعداد خلايا الطحلب المستخدم مقارنة مع معاملة السيطرة والشكل (3) يوضح نسب الإزالة للنترات .



شكل (3): نسبة الإزالة اليومية لمزارع الطحلب المنمى في الأوساط الزرعية بتركيز 20 ملغم / لترنتروجين- نترات

تزداد الكتلة الحية للطحالب طرديا بزيادة تراكيز النتروجين – نترات في الوسط الزرعي الحاوي على 20 ملغم/لتر، وبزيادة تركيز النترات على الفوسفات فان الطحلب *Scendesmus quadricauda* من رتبة Chlorococcales تتميز على غيرها من الطحالب من ناحية زيادة الكتلة الحية وأستهلاكها السريع للفوسفات والنتروجين . تتراوح نسبة النيتروجين في الخلايا الطحلبية بين 6.5-8.3% من وزنة الجاف في الظروف الاعتيادية ومن الممكن أن يكون أقل في حالة وجود نقص في النيتروجين ، وقد تكون أعلى عند زيادة التركيز وبذلك يتضح أن حاجة الطحالب للنيتروجين أكثر من حاجتها للفوسفات [10] . يحدد النيتروجين نمو معظم الطحالب، كما إن أهميته كعامل محدد يتوقف على ما مو جود منه في الوسط الزرعي وما يستهلكة الطحلب ، أي عندما يكون النيتروجين موجود بكمية غير كافية فسوف يؤدي إلى قلة نمو الطحالب [19] . والشكل (4) يوضح أستجابة الطحلب إلى التراكيز العالية للنترات (20ملغم /لتر)مقارنةً بالتراكيزالواطئة (10 ،5 ،2)ملغم / لتر خلال الزيادة الآسية للكتلة الحية لمزارع الطحلب .



شكل (4): منحنى نمو طحلب *Scendesmus quadricauda* بتراكيز مختلفة من النترات

الجدول (4) يوضح خفض تراكيز النترات بزيادة الكتلة الحية للطحلب مقارنة بالسيطرة ، وملاحظة التركيز الأكثر وضوحاً(20 ملغم/لتر نتروجين- نترات) بزيادة أعداد الخلايا وخفض تركيز النترات خلال مدة التجربة ، للنيتروجين أهمية من خلال تأثيره في محتوى الأحماض الدهنية والبروتينيات الداخلة في مكونات وتراكيز الوسط الزرعي ، كما لوحظ عدم تغير كمية الأحماض الدهنية عند التركيز العالي من النيتروجين ، أما في التركيز الواطئ فتقل كمية الأحماض الدهنية ، ويحتاج تمثيل النيتروجين إلى مادة واهبة للإلكترونات (NADPHوATP) لكي يتحول إلى أمونيا ويشترك في بناء الأحماض الأمينية في الخلية [12] .

جدول (4) : الزيادة اليومية لمنحنى الطحلب *Scendesmus quadricauda* عند تراكيز مختلفة للنترات والمتبقي في وسط السيطرة

التراكيز ملغم / لتر / Day	2		5		10		20		السيطرة	
	Cell/ ml	NO_3	Cell/ ml	NO_3	Cell/ ml	NO_3	Cell/ ml	NO_3	Cell/ ml	NO_3
0	1.298	2	5.194	5	9.090	10	11.688	20	2.597	1.2
1	5.194	1.965	6.493	4.769	12.987	9.102	18.181	19.112	3.896	1.189
2	14.285	1.921	18.181	4.322	19.480	9.095	28.571	16.213	6.493	1.163
3	16.883	1.911	20.779	4.282	35.064	9.005	50.649	14.131	11.688	1.155
4	35.064	1.894	41.558	3.551	57.142	8.321	64.935	13.122	15.584	1.043
5	40.259	1.878	44.155	2.451	58.441	7.520	67.532	10.345	19.480	1.006
6	41.558	1.659	46.753	1.776	59.740	5.332	70.129	9.342	23.376	0.982
7	44.155	1.548	50.649	1.321	62.337	4.214	72.727	5.431	25.974	0.873
8	43.051	1.433	44.545	0.765	53.253	3.046	62.366	3.524	21.870	0.776
9	40.649	1.412	41.441	0.548	44.727	2.125	63.220	1.325	19.766	0.653
10	29.545	1.399	32.636	0.342	41.324	1.435	53.818	1.112	16.259	0.452
11	25.441	1.145	30.935	0.122	37.220	0.321	50.714	1.042	14.155	0.127
12	18.636	1.121	23.532	0.078	32.818	0.221	43.311	0.372	11.350	0.056
المعدل	27.386	-	31.296	-	40.278	-	50.603	-	14.806	-

الجدول (5) يمثل أختبار نفس الطحلب في خفض عنصري الفوسفات و النترات في مياه الفضلات خلال معدل عدد الخلايا البالغ 94.673 خلية/مليلتر وهو أكثر من أعداد الخلايا بالنسبة لتجارب الفوسفات والنترات المحضرة صناعياً أما نسبة إزالة الفوسفات لليوم الأول من التجربة 40.24% واليوم الثاني بلغت نسبة الإزالة إلى 75.54% واليوم الثالث بلغت الإزالة 75.94 أما نسبة الإزالة في قمة المزرعة في النمو وهو اليوم السابع بلغت 99.77% وهي نتيجة أعلى من نسب الإزالة المتحققة في تجارب الأوساط الصناعية . أما نسب الإزالة للنترات كانت نسب الإزالة بطيئة جداً في الأيام الأولى من التجربة بسبب التركيز العالي للامونيا الذي يمنع تكون أنزيم اختزال النترات Nitrate reductase وحتى في حالة وجود هذا الأنزيم فأن وجود الأمونيا يؤدي إلى تثبيط إزالة النترات [20] . بلغت إزالة النترات لليوم السابع من التجربة وهو قمة النمو للمزرعة 60.49 % . يعود التفاوت في إزالة النتروجين إلى نوع الطحلب المستخدم و إختلاف تركيز ونوع المكونات الكيميائية لمياه الفضلات كذلك يعود إلى إختلاف في كثافة خلايا الطحلب وحجم وعمر المزرعة .

جدول (5): الانخفاض التدريجي للفوسفات والنترات لعينه مياه الصرف الصحي *Scendesmus quadricauda*

الأيام	عينه مياه الفضلات			
	عدد الخلايا خلية × 10^3/مليلتر	pH	PO_4 ملغم/لتر	NO_3 ملغم/لتر
0	16.414	7.6	1.742	9.297
1	25.285	7.4	1.041	8.428
2	40.259	7.1	0.426	8.055
3	44.155	7.7	0.419	7.652
4	77.800	7.4	0.289	5.978
5	97.400	7.8	0.256	5.506
6	124.400	7.4	0.251	5.158
7	138.500	7.8	0.004	3.673
8	0132.11	7.5	0.002	3.110
9	122.210	7.4	0.002	2.159
10	116.993	7.6	0.001	2.035
11	102.015	7.3	0.0002	2.030
12	98.541	7.5	N. D	1.365
المعدل	94.673	-	-	-

Non – Detection . N.D*

الاستنتاجات

للطحلب المستخدم في الدراسة الحالية *S. quadricauda* كفاءة عالية في إزالة الملوثات الصناعية من فوسفات بنسبة 75.94% لليوم الثالث من التجربة .

عملية خفض المغذيات من المياه الملوثة بالمواد العضوية والغير العضوية أسرع وأكثر كفاءة من خفض مغذيات الاوساط الزرعية المحضرة صناعياً .

خفض تركيز الفوسفات من المياه الملوثة أكثر كفاءة من سحب النترات بنفس المياه بسبب التركيز العالي للامونيا الذي يمنع تكون أنزيم اختزال النترات Nitrate reductase .

المصادر

1. Victor, J.N.; Domenico,V.; Mario, N.; Pablo, P. Alejandra, M.; and Martin, G. (2001). Nitrogen budget in *Scenedesmus obliquus* cultures with artificial wastewater. Biores. Technol. 78,161-164.
2. Tripathi B.N.Mehta S.K.and Gaur J.P. (2004). Recovery of uptake and assimilation of nitrate in *Scenedesmus* sp. previously exposed to elevated leveis of Cu2+ and Zn2+ Jplant physicol. 161, 543-549.
3. Patterson, G. (1983). Effect of Heavy Matals On Fresh Water Chl- orophyta .Ph.D. thesis, Univ. Durham.p. 212.
4. الربيعي ، غيداء حسين و قاسم ، ثائر ابراهيم والركابي ، سجال عبد الوهاب (2005) . قدرة بعض السيانوبكتريا في إزالة المغذيات النباتية وبعض العناصر الثقيلة من مياه الفضلات . المجلة العراقية للعلوم والتكنولوجيا .
5. الحسيني ، أحمد عيدان و المعموري ، تيسير خالد (2009) . تاثير الرصاص والزنك في طحلب *Scenedesmus quadricauda* var. *longispina* . مجلة بغداد للعلوم . كلية التربية للبنات . مجلد6(3) ص490 .
6. Martins, R.F.; Ramos, M.F.; Herfindal, L.; Sousa, J.A. Skarven, K. and Vasconcelos, V.M.(2008). Antimicrobial and Cytotoxic Assessment of Marine Cyanobacteria - Synechocystis and Synechococcus. Mar. Drugs, 6(1): 1–11.
7. Awasthi, M. and Das, (2006). Impact of Ni, Zn and Cd on grwth rate, photosynthetic activity, nitrate reductase and alkaline phosphatase activity of free and immobilized Scendesmus quadricauda. Algol. studies,115.53-64.
8. Kassim.T.I. and AI-Lami. A.A. (1999). Possible use of micro green algae to remove phosphate and nitrate from wastewater. Iraq J. of Biology 1(1):11-16.
9. Shindler, D.W.(1977). Evolution of phosphorus limitation in lakes. Science.196:260–262.
10. Reynolds, C.S.(1984). The ecology of fresh water phytoplankton Cambridge Univ. Press p. 384
11. APHA (1989). Standared methods for the examination of water and wastwater.17th ed. American Public Health Association, 18 street, New york.
12. Dobrestsor, S.V. and P.Y. Qian, (2002). Effect of bacteria associated with the green alga *Ulva reticulate* on marine micro- and macrofouling.Biofouling, 18:802-806. DOI :10.1080/08927010290013026.
13. Ross, J. C. and pieterse, A. J. H (1996). Seasonal variation of phytoplankton biomass in the middle vaul river, South, Africal. Water. S.A. 22(1) : 33-42.
14. Kassim, T.F.; Al-saadi, H.A.; Salman, N.A and Dally, F.A.A (2002). In effluents of temperature light intensity and nutrient concentrations on growth of *Scenedesmus acutus* Meyen, Iraqi j- Biol.sci-(inpress).

15. Berry, J.P.; Gantar, M.;Perez, M.H.; Berry, G. and Noriega, F.G. (2008). Cyanobacterial Toxins as Allelochemicals with Potential Applications as Algaecides, Herbicides and Insecticides. Mar. Drugs. 6: 117 – 146.

16. السعدي ، حسين علي (2002) . علم البيئة والتلوث . جامعة بغداد ، ص615 .

17. الراوي ، خاشع محمود و خلف الله ، عبد العزيز محمد 1980. تصميم وتحليل التجارب الزراعية . مطابع مديرية دار الكتب مطابع مديرية دار الكتب للطباعة والنشر . جامعة الموصل .

18. Graham, L.E. and Wilcox, L.W. (2000). Agae. Prentice Hall, Inc.

19. دلي ، فاطمة عبد الحسن وقاسم ، ثائر أبراهيم ومفتن ، فاطمة شغيث ومحمد ، أمـل عباس (2001) . إستخدام الأسمدة الزراعية اللاعضروية في الانتاج الكتلوي للطحلب *Chlorella vulgaris*. مجلة كليـة التربيـة للبنات ، المجلد 12(4)507-512 .

20. Safonova, E. and Reisser, W. (2005). Growth promoting and inhibiting effects of extracellular substances of soil microalgae and cyanobacteria on Escherichia coli and Micrococcus leuteus. Phycol.Res .53 :189-193.