متوفرة على الموقع: http://www.basra-science-journal.org

ISSN –1817 –2695

قابلية بعض انواع الطحالب الخضر المزرقة (السيانوبكتريا) على انتاج المركبات الهيدروكاربونية

احمد محسن عذبي مريم فوزي حميد* حامد طالب السعد*

كلية التربية للعلوم الصرفة / قسم علوم الحياة

** مركز علوم البحار / قسم الكيمياء البيئية البحرية*

الاستلام 6-8-2014 ، القبول 26-10-2014

الملخص:

تناولت الدراسة الحالية عزل اربعة انواع من الطحالب الخضر المزرقة (السيانوبكتريا) وتشخيصها وتنقيتها وهي *Chroccoccus limneticus* و *Lyngbya aerugineo-coerulea* و *Hapalosiphon welwitschii* و *Oscillatoria tenuis* واستزراعها مختبرياً ومن ثم حصادها في طور الثبات وتجفيدها وطحنها لاستخلاص المركبات الهيدروكاربونية ولمعرفة مقدار ماتنتجه منها وتشخيص المركبات الاروماتية والاليفاتية فكان طحلب *H. welwitschii* اكثرها انتاجاً للمركبات الاروماتية والتي بلغت 57.42 نانوغرام / غرام يليه طحلب *L. aerugineo-coerulea* (56.61) نانوغرام / غرام ثم طحلب *C. limneticus* (28.74) واخيراً طحلب *O. tenuis* والذي بلغ 13.59 نانوغرام / غرام من المركبات الاروماتية . أما المركبات الاليفاتية فبلغ اعلى تركيز لها في طحلب *L. aerugineo-coerulea* إذ بلغ 112.78 نانوغرام/غرام ثم طحلب *C. limneticus* انتج 86.15 نانوغرام/غرام ثم طحلب *O. tenuis* (22.87) نانوغرام/غرام واخيراً طحلب *H. welwitschii* انتج 7.39 نانوغرام / غرام من المركبات الاليفاتية .

المقدمة :

الطحالب مجموعة كبيرة ومتنوعة من الكائنات الحية ذاتية التغذية Photoautotrophic جذبت الانتباه العالمي كثيراً في السنوات الاخيرة لما تنتجه من مركبات كيميائية ذات قيمة عالية بالاضافة الى قابليتها على معالجة المتدفقات فضلاً عن فائدتها كمنتجات للطاقة (Greenwell *et al.*, 2010). فالطحالب تقوم بعملية التركيب الضوئي مستخدمة الطاقة الشمسية وتحويلها الى طاقة كيميائية على شكل مركبات كربوهيدراتية تستخدم للنمو وتكوين الكتلة الطحلبية الحية والتي تحتوي على البروتينات والدهون والكربوهيدرات وصبغات متعددة كما تمتلك بعض الانواع الطحلبية القدرة على انتاج المركبات الهيدروكاربونية (Kumar *et al.*, 2011 ;Park *et al.*, 2011) والتي تشمل الميثان عن طريق الهضم اللاهوائي للكتلة الحية الطحلبية (Spolaore *et al.*, 2006) ويشتق الديزل الحيوي من زيت الطحالب الدقيقة (Thomas, 2006 ; Banerjee *et al.*, 2002) .

وجد ان الهائمات النباتية تمتلك القدرة على تخليق الالكانات الاعتيادية n-alkane وبسيادة واضحة

للمركبات ذات ذرة الكاربون C15 و C17 (السعد واخرون ،2006) .وتستطيع الهائمات النباتية البحرية وتلك التي تعيش في المياه العذبة على حدٍ سواء انتاج هذه المركبات (Duarsma and Dawson ,1981 ; Cripps ,1995) كذلك الحال بالنسبة للطحالب القاعية Benthic algae والطحالب البلاجية او السطحية Pelagic algae (Tolosa *et al*., 1996) ففي اواخر الستينات سجل انتاج الالكانات في عدد من السيانوبكتريا (Han *et al*., 1968) وفي 2010 شخصت خطوتان لممر التصنيع الحيوي للالكانات في السيانوبكتريا وهي ان البروتين الحامل Acyl – acyl (ACP) يمكن ان يختزل الى الديهايد بواسطة – acyl ACP reductase ومن ثم الالديهايد يتأكسد الى الكان alkane والكين alkene بواسطة aldehyde– deformylating oxygenase . وقد أشارت دراسة كل من Han *et al*. (1968) و Gelpi *et al*. (1970) ان المركبات الهيدروكاربونية (8– and 7– ,6– methyl branched heptadecane) وجدت كمركبات اساسية في الطحالب الخضر المزرقة . وحلل Blumer *et al*.(1971) تركيب الهيدروكاربونات لاثنان من الطحالب الخضر المزرقة ففي *Oscillatoria* يوجد n–pentadecane بوفرة عالية متبوع بالكانات n– C14 و n–C16 و n–C17 والتي تمتد فوق مستوى الالكانات الاعتيادية المنخفضة جدا" في C13 الى C24 والهيدروكاربون الرئيسي في *Synechococcus* هو heptadecene اما الاوليفينات فقد اختفت او تخلق بنسبة اقل من 5 % من الهيدروكاربونات الكلية في هذه المجموعة وقدر Matsumoto *et al*. (1996)

المواد وطرائق العمل :

تم عزل وتشخيص اربعة انواع من الطحالب الخضر المزرقة (السيانوبكتريا) متمثلة بـ *Oscillatoria tenuis* و *Lyngbya aerugineo-coerulea* و *Hapalosiphon welwitschii* و *Chroococcus limneticus* واكثارها بأستخدام الاوساط الملائمة

الهيدروكاربونات في بعض انواع السيانوبكتريا المتواجدة في القارة القطبية بأستخدام GC–MS لتوضيح خصائصها الجيوكيميائية حيث وجدوا ان الالكانات الاعتيادية قصيرة السلسلة (C20>) والالكينات الاعتيادي موجودة في بعض انواع السيانوبكتريا والطحالب الخضر لكن الالكانات المتفرعة اكتشفت فقط في السيانوبكتريا التابعة للانواع *Lyngbya murrayi* و *Phormidium fragile* و *P. laminosum* . وقد شخص Munifah *et al*. (2009) طبيعة ومكونات الهيدروكاربونات والدهن في الطحلب الدقيق البحري *Spirulina platensis* واشارت النتائج بأن الهيدروكاربون المنتج من هذا الطحلب يحتوي بارافينات إذ شخصت الهيدروكاربونات كهيدروكاربونات مشبعة في المدى C16 –C24، ووجد ان n–hexadecane و n–nonadecane كمكونات اساسية من بين الهيدروكاربونات المشبعة المنتجة من قبل هذا الطحلب وكان محتوى الهيدروكاربون 9.51 % من الكتلة الحية الجافة ومحتوى الدهن 3% (w/w) العامل المهم في تصنيع الهيدروكاربونات في الطحالب الدقيقة والذي اكتشف مؤخراً هو وجود انزيم decarbonylase لانتاج الهيدروكاربون المشتق من الحامض الدهني في السيانوبكتريا (Baba and Shiraiwa , 2013) .

الهدف من البحث عزل وتشخيص وتنقية اربعة انواع من الطحالب الخضر المزرقة (السيانوبكتريا) واكثارها مختبرياً ودراسة قابليتها على انتاج المركبات الهيدروكاربونية الاليفاتية والاروماتية من خلال عزلها وتشخيصها بأستعمال تقنية كروماتوغرافيا الغاز (GC) .

والموصوفة من قبل (Andersen ,2005) إذ تم اكثار طحلب*Oscillatoria* بأستخدام وسط BG11 وطحلبي *Lyngbaya* و*Hapalosiphon* بأستخدام وسط Chu– 10 وطحلب *Chroccoccus* بأستخدام وسط (Bold's BBM Basal Medium) للحصول على افضل نمو

وضمن ظروف الزرع الملائمة بدرجة حرارة 27 ± 2 مْ ولفترة اضاءة (16 ضوء :8 ظلام) ، وبعد الحصول على الكتلة الحية الملائمة حصدت الطحالب في طور الثبات بعد تحديده من خلال منحنى النمو وجففت بأستخدام جهاز التجفيد Christ موديل Alpha 1 – 2LDplus الماني الصنع. اجريت لها عملية استخلاص المركبات الهيدروكاربونات وكما ذكر في (Goutx and Saliot 1980,) ، إذ اخذ وزن معين منها واجريت له عملية الاستخلاص بجهاز السكسوليت نوع Hereeus RE6– 50D الماني الصنع بأضافة 100 مل من خليط ميثانول : بنزين بنسبة (1:1) لحين اكتمال الاستخلاص ثم اجريت لها عملية الصوبنة Saponification بأضافة 15 مل من المحلول المائي لهيدروكسيد البوتاسيوم الميثانولي MeOHKOH(4N) لمدة ساعتين بدرجة حرارة 40 مْ بأستخدام جهاز الاستخلاص .بعد انتهاء عملية الصوبنة تركت العينة لتبرد ثم نقلت الى قمع فصل واضيف لها 50 مل من الهكسان النقي ،رجت جيداً ثم تركت لتستقر مكونة طبقتين مفصولة أهملت الطبقة السفلى والحاويه على الاحماض الدهنية والطبقة العليا والحاوية على الهيدروكاربونات المذابة بالهكسان اجريت لها عملية تنقية من المواد غير الهيدروكاربونية بأستخدام عمود الفصل الكروماتوغرافي المصنوع من مادة الزجاج والحاوي على الصوف الزجاجي تعلوه طبقة من السليكا جل وطبقة من اوكسيد الالمنيوم المتعادل ثم طبقة من كبريتات الصوديوم اللامائية ،مررت العينة على العمود وجمع الخارج منه على حدة والذي يمثل المركبات الهيدروكاربونية الاليفاتية ثم اضيف 50 مل بنزين نقي على العمود والخارج منه جمع على حدة والذي يمثل المركبات الهيدروكاربونية الاروماتية ،تركت العينات لتجف بعدها قيست بجهاز كروماتوغرافيا الغاز Gas Chromatography.

المصحح الصوري (Blank)

اجريت عملية استخلاص مماثلة تماماً لعملية استخلاص عينة الطحالب بأستثناء عدم وجود عينة فيها.

التحليل الاحصائي

اعتمد البرنامج الاحصائي Statistical Package for Social Science (SPSS Ver. 19) في التحليل الاحصائي لنتائج هذه الدراسة تحت مستوى معنوية P<0.05 واختبار اقل فرق معنوي Least Significant Difference (LSD) (الراوي وخلف الله، 1980) .

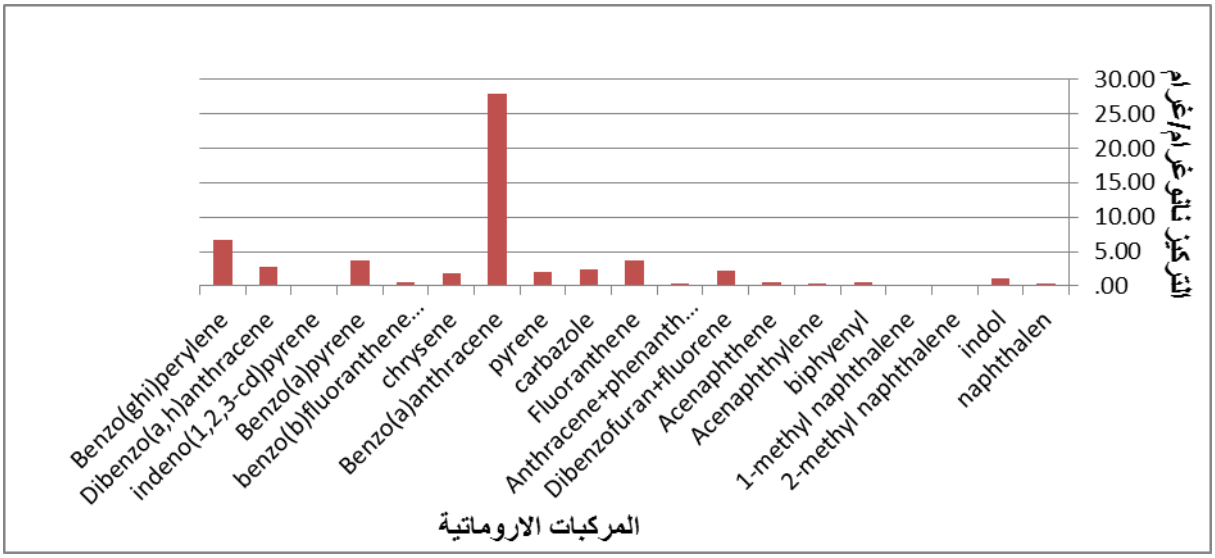
النتائج :

يبين الجدول (1) تراكيز المركبات الاروماتية متعددة الانوية Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) في الطحالب الاربعة المزروعة مختبرياً وقد اظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية (P< 0.05) بين انواع الطحالب إذ كان اعلى تركيز للمركبات الاروماتية في طحلب *H. welwitschii* والتي بلغت 57.42 نانوغرام / غرام يليه طحلب *L. aerugineo–coerulea* إذ بلغ التركيز فيها56.61 نانوغرام /غرام ثم طحلب *C. limneticus* 28.74 نانوغرام / غرام واخيراً طحلب *O. tenuis* والذي احتوى اقل تركيز من المركبات الاروماتية 13.59 نانوغرام / غرام . كما اظهر الجدول اختفاء مركب 2–methyl naphthalene من الانواع الاربعة وظهور مركب (naphthalene) فقط في طحلب *H. welwitschii* . اما الاشكال (1) و (2) و(3) و(4) بينت تراكيز المركبات الاروماتية متعددة الانوية (PAHs) في الطحالب *H. welwitschii* و *L. aerugineo– coerulea* و *C. limneticus* و *O. tenuis* على التوالي كلاً على حدة .

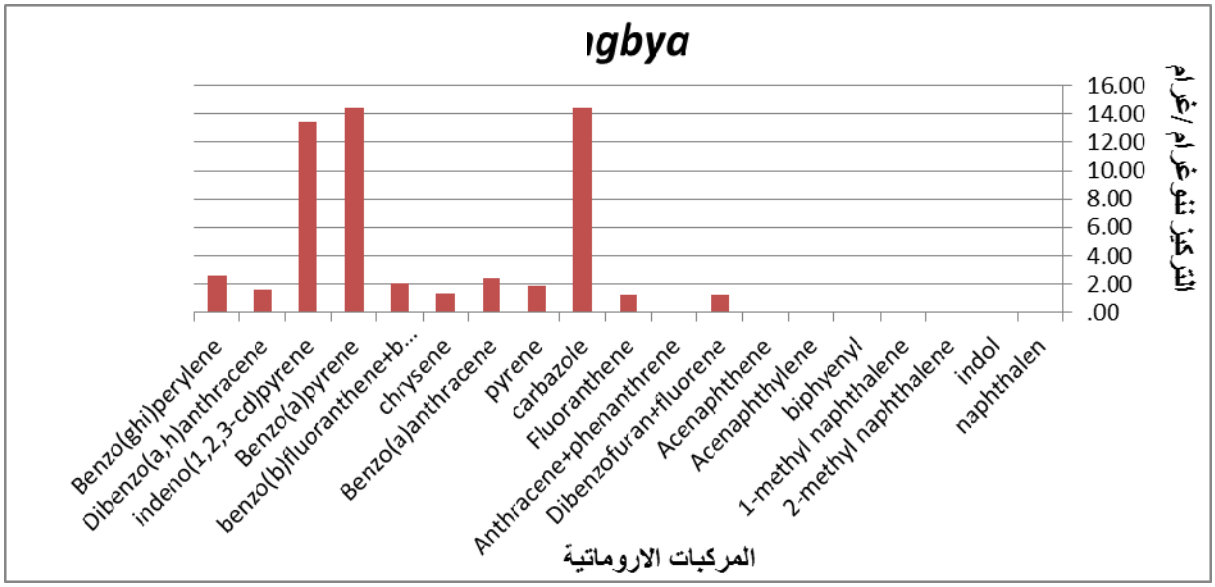
جدول (1) تراكيز المركبات الأروماتية متعددة الانوية PAHs (نانوغرام /غرام) في الطحالب المدروسة

SD	*O. tenuis*	*C. limneticus*	*L. aerugineo-coerulea*	*H. welwitschii*	المركبات الاروماتية
.22	-	-	-	0.45	naphthalen
.56	0.24	-	-	1.18	indol
	-	-	-	-	2-methyl naphthalene
.24	0.44	0.38	-	-	1-methyl naphthalene
.67	1.58	0.49	-	0.47	biphyenyl
.44	1.05	0.49	-	0.33	Acenaphthylene
.34	0.13	0.66	-	0.62	Acenaphthene
1.14	0.23	2.78	1.22	2.30	Dibenzofuran+fluorene
.19	0.09	0.41	-	0.32	Anthracene+phenanthrene
1.52	0.14	1.29	1.24	3.73	Fluoranthene
6.43	1.85	0.63	14.41	2.45	carbazole
1.58	0.73	4.48	1.85	2.08	pyrene
12.86	0.55	3.71	2.47	27.83	Benzo(a)anthracene
.73	0.34	0.57	1.32	1.93	chrysene
.82	0.17	0.90	2.07	0.55	benzo(b)fluoranthene+benzo(k)fluora
5.72	1.24	6.18	14.39	3.67	Benzo(a)pyrene
6.34	3.64	.-	13.41	-	indeno(1,2,3-cd)pyrene
1.69	0.88	4.77	1.64	2.73	Dibenzo(a,h)anthracene
2.90	0.30	1.01	2.59	6.77	Benzo(ghi)perylene
21.61	13.59	28.74	56.61	57.42	total
	4.3			الطحالب	RLSD

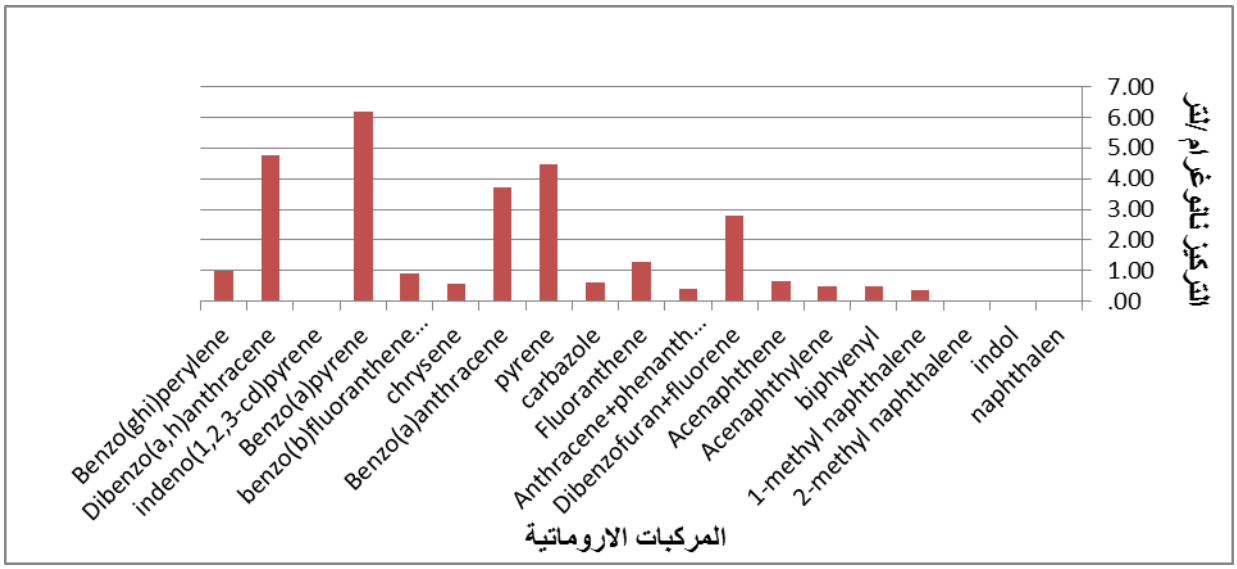
(-) غير محسوس



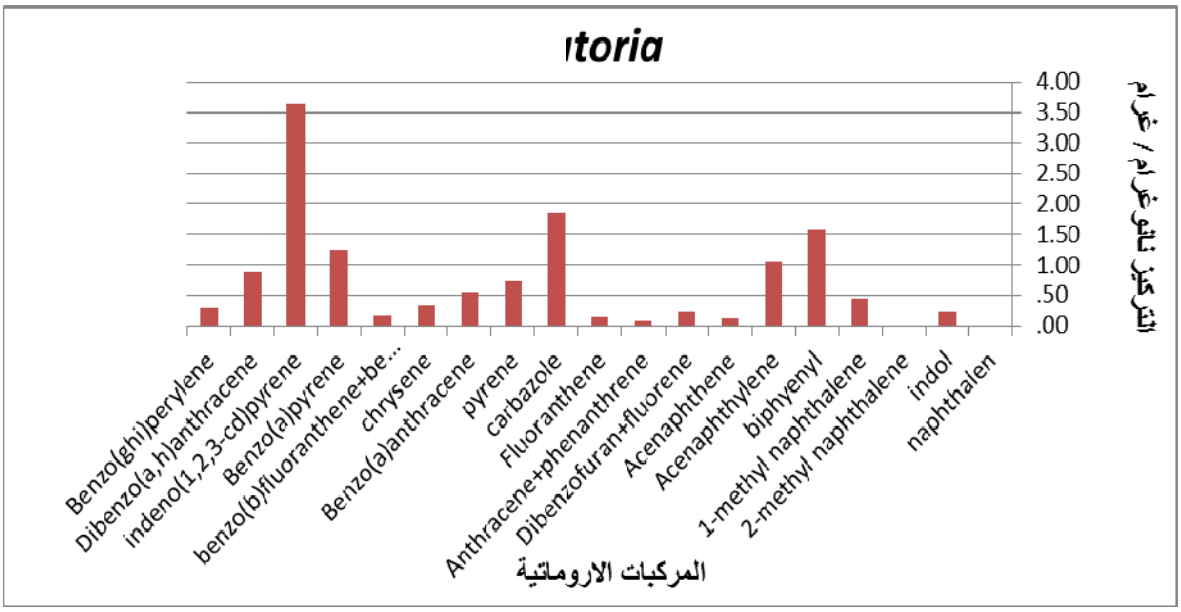
شكل (1) تراكيز المركبات الاروماتية متعددة الانوية PAHs (نانوغرام /غرام) في طحلب *Hapalosiphon welwitschii*



شكل (2) تراكيز المركبات الاروماتية متعددة الانوية PAHs (نانوغرام /غرام) في طحلب *Lyngbya aerugineo-coerulea*



شكل (3) تراكيز المركبات الاروماتية متعددة الانوية PAHs (نانوغرام /غرام) في طحلب *Chroococcus limneticus*



شكل (4) تراكيز المركبات الاروماتية متعددة الانوية PAHs (نانوغرام /غرام) في طحلب *Oscillatoria tenuis*

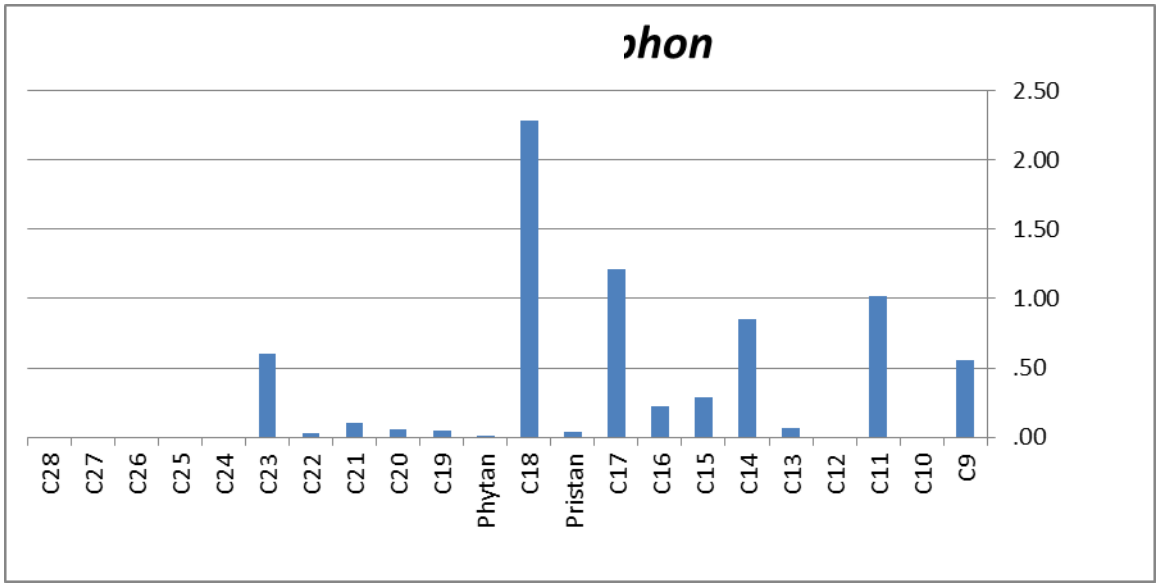
اما الجدول (2) فيبين تراكيز المركبات الاليفاتية في الطحالب المدروسة إذ وجدت فروق معنوية بين الانواع الطحلبية الاربعة من حيث تراكيز هذه المركبات فقد احتوى طحلب *L. aerugineo-coerulea* اعلى تركيز من هذه المركبات ،إذ بلغ تركيز مايحويه (112.78) نانوغرام /غرام يليه طحلب *C. limneticus* يحوي (86.15) نانوغرام / غرام ثم طحلب *O. tenuis* تركيز(22.87) نانوغرام / غرام واخيراً طحلب *H. welwitschii* الذي كان تركيز المركبات الاليفاتية فيه (7.39) نانوغرام/غرام . ومن ملاحظة نسبة البرستان الى الفايتان فأن الهيدروكاربونات المشخصة في الطحالب المدروسة (*H. welwitschii* و *L. aerugineo-coerulea* و *C. limneticus* و *O. tenuis*) هي من اصل حيوي لان النسبة في هذه الطحالب كانت اعلى من واحد (3.19 و 1.43 و 10.68 و 17.92) على التوالي .

جدول (2) تراكيز المركبات الاليفاتية الاعتيادية (نانوغرام /غرام) في الطحالب المدروسة

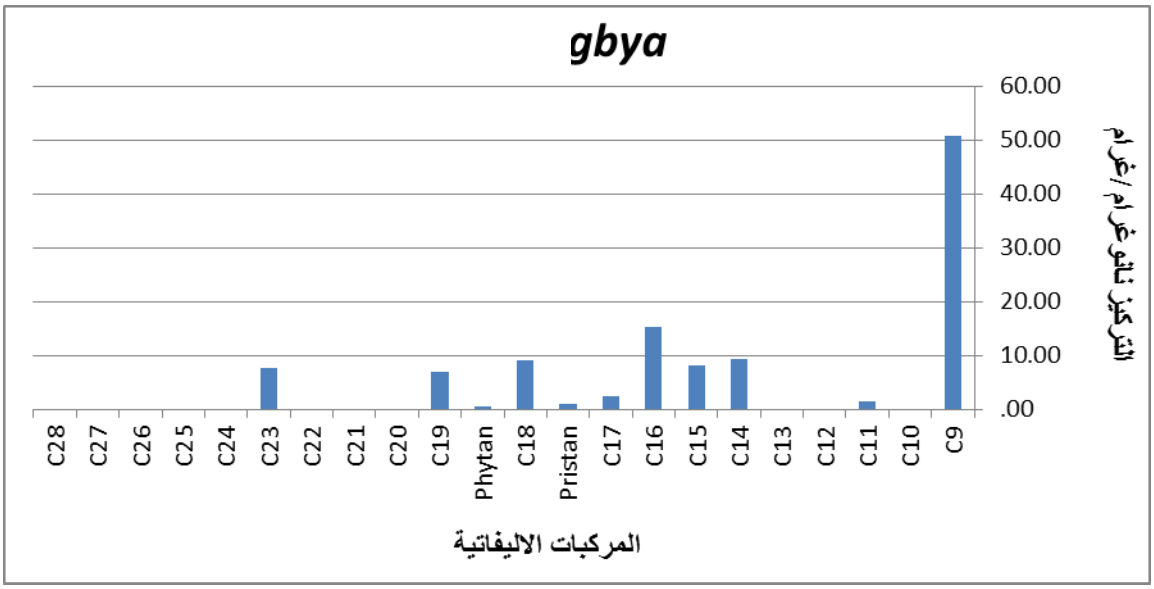
SD	*O. tenuis*	*C. limneticus*	*L. aerugineo-coerule*	*H. welwitschii*	المركبات الاليفاتية
23.00	3.92	18.47	50.94	0.56	**C9**
	-	-	-	-	**C10**
0.69	-	-	1.39	1.02	**C11**
0.08	0.16	-	-	-	**C12**
0.09	0.20	-	-	0.07	**C13**
4.00	0.82	2.57	9.25	0.85	**C14**
3.74	0.15	3.17	8.14	0.29	**C15**
6.76	2.19	8.28	15.22	0.22	**C16**
1.02	0.17	0.66	2.33	1.21	**C17**
1.20	0.81	2.79	0.90	0.04	**Pristan**
4.11	0.18	1.02	9.20	2.29	**C18**

0.41	0.05	0.26	0.63	0.01	**Phytan**
19.10	11.02	43.15	7.05	0.05	**C19**
0.03	-	-	-	0.06	**C20**
0.38	0.52	0.83	-	0.10	**C21**
0.11	0.22	-	-	0.03	**C22**
3.10	2.46	4.96	7.73	0.60	**C23**
	-	-	-	-	**C24**
	-	-	-	-	**C25**
	-	-	-	-	**C26**
	-	-	-	-	**C27**
	-	-	-	-	**C28**
50.94	22.87	86.15	112.78	7.39	**total**
	18.43	71.23	77.59	3.89	**odd**
	3.58	11.86	33.66	3.45	**even**
	5.15	6.00	2.30	1.13	**CPI**
	17.92	10.68	1.43	3.91	**pri/phy**
	7.49			**الطحالب**	**RLSD**

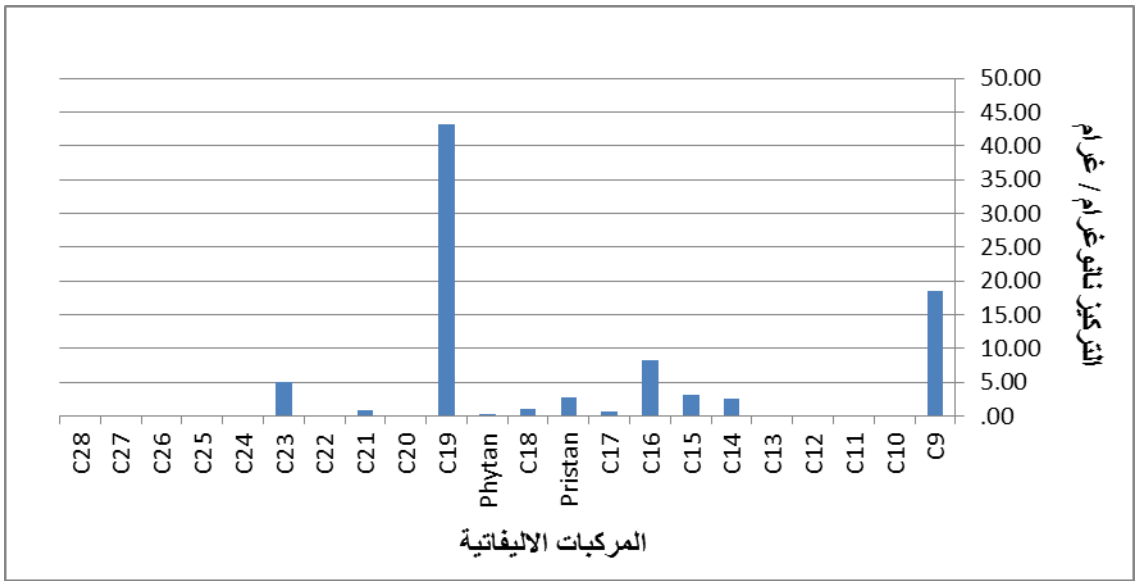
اما الشكل (5) فتمثل تراكيز المركبات الاليفاتية الاعتيادية في طحلب *H. welwitschii* وقد ظهرت السيادة فيه لمركب C18 والشكل (6) يمثل تراكيز المركبات الاليفاتية الاعتيادية في طحلب *L. aerugineo-coerulea* والسيادة فيه لمركب C9 إما في الطحلبين *C. limneticus* و *O. tenuis* فكانت السيادة فيهما لمركب C19 الاشكال (7) و(8) على التوالي .



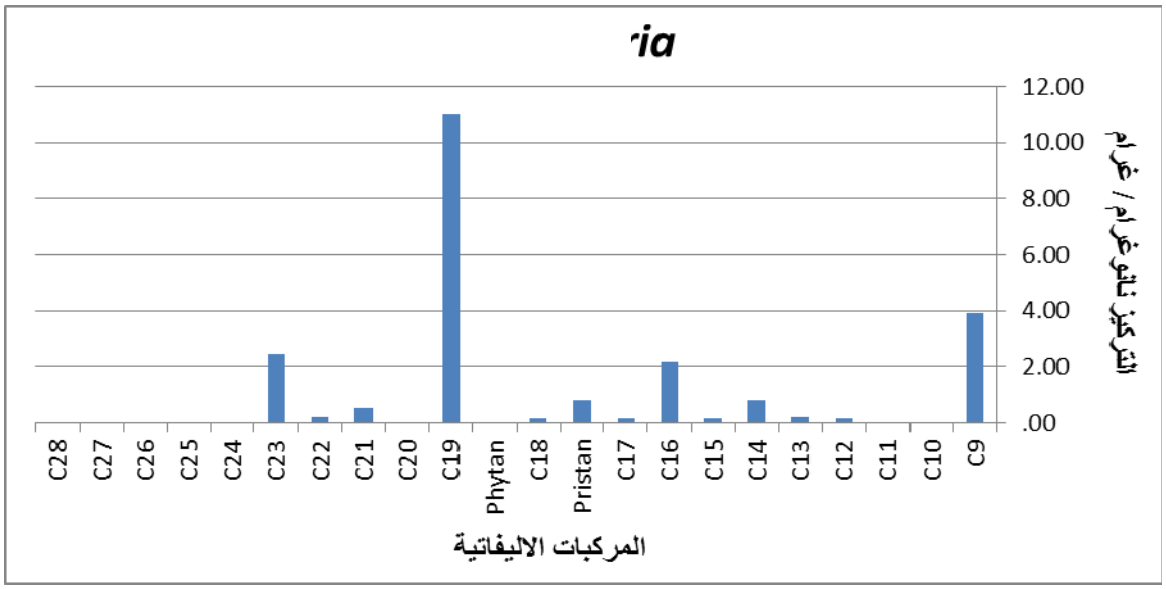
شكل (5) تراكيز المركبات الاليفاتية الاعتيادية (نانوغرام / غرام) في طحلب *Hapalosiphon welwitschii*



شكل (6) تراكيز المركبات الاليفاتية الاعتيادية (نانوغرام / غرام) في طحلب ***Lyngbya aerugineo-coerulea***



شكل (7) تراكيز المركبات الاليفاتية الاعتيادية (نانوغرام / غرام) في طحلب ***Chroococcus limneticus***



شكل (8) تراكيز المركبات الاليفاتية الاعتيادية (نانوغرام / غرام) في طحلب *Oscillatoria tenuis*

المناقشة :

المركبات الاروماتية متعددة الانوية

في العادة يعد تساقط المواد الدقائقية الناتجة من عمليات حرق الوقود والفحم من الجو هو المصدر الرئيسي لمركبات الـ PAHs في البيئة المائية إضافة الى الامطار وماتحمله معها من ابخرة وملوثات من المدن (Kucklick and Bidleman Ngabe , 1992 ; 1994,) إلا انه ثبت وجودها في بعض انواع الطحالب الدقيقة كطحلب *Chlorella vulgaris* المتواجد في المياه العذبة لقدرته الفائقة على انتاج المركبات الاروماتية متعددة الانوية (Duarsma and Dawson 1981) , . وهذا مابينته نتائج الدراسة الحالية على اربعة انواع من الطحالب الخضر المزرقة (السيانوبكتريا) المزروعة مختبرياً والتي اظهرت قابلية هذه الطحالب على انتاج المركبات الاروماتية متعددة الانوية فكان اعلى تركيز لها في طحلب *H. welwitschii* والذي بلغ 57.42 نانوغرام / غرام يليه طحلب *L. aerugineo–coerulea* ثم طحلب *C. limneticus* واخيراً طحلب *O. tenuis* (جدول 1) وهذا الاختلاف في تركيز المركبات الهيدروكاربونية يعود الى الاختلافات في التركيبة الوراثية للانواع الطحلبية بألاضافة الى ظروف المزرعة والحالة الفسلجية للطحلب (Dayananda *et al.*, 2005) وقد حصدت المزارع في طور الثبات المبكر وهذا ما أكده (Dayananda *et al.*, 2007) كما بين كل من Casadevall *et al.* (1985) و Villarreal–Rosales *et al.* (1992) بأن معدل انتاج الهيدروكاربونات يختلف خلال دورة النمو لطحلب *Botryococcus braunii* وان اقصى معدل انتاج خلال طور الثبات المبكر . إذ وجد ان هذا الطحلب ينتج الهيدروكاربونات عندما يكون في مرحلة الثبات من النمو وبتراكيز عالية (Tornabene ,1980) فالهيدروكاربون المستخلص يتأثر بالحالة الفسلجية للمزرعة فالخلايا في مرحلة الثبات المبكر بأمكانها انتاج مركبات هيدروكاربونية اكثر (Frenz *et al.*, 1989) . كما اكد Kojma and Zhang (1999) بأن اقصى انتاجية للهايدروكاربون في الطحالب خلال المرحلتين الاسية والثبات من النمو .

المركبات الاليفاتية

بينت النتائج قدرة الطحالب على انتاج المركبات الاليفاتية ايضاً وبدرجات مختلفة تبعاً للنوع المنتج إذ ظهرت فروق معنوية واضحة ($P<0.05$) بين الطحالب فكان طحلب الـ *Lyngbya aerugineo-coerulea* يحوي اكبر تركيزاً للمركبات الاليفاتية الكلية وهو 112.78 نانوغرام / غرام بينما طحلب الـ *Hapalosiphon welwitschii* أحتوى اقل تركيزاً وهو 7.39 نانوغرام / غرام (جدول 2) إذ ان الاختلاف في محتوى المركبات الهيدروكاربونية يعود الى الاختلاف الوراثي بين الانواع المختلفة في انتاجها بالاضافة الى الاختلاف في ظروف المزرعة (Barupal *et al.*, 2010 ; Samori *et al.*, 2010) وان التصنيع الحيوي للالكانات سجل في عدة انواع من السيانوبكتريا (Ladygina *et al.*, 2006) ،كما ذكر Blumer *et al.* (1971) ان الطحالب تحتوي بارافينات اعتيادية وتكون غنية بالاولفينات ايضاً لكنها تحتوي بارافينات متفرعة isoparaffins قليلة كما اشار الى وجود الالكانات الاعتيادية التي تغطي على الاقل مدى من C13 الى C26 وتتفق الدراسة الحالية مع دراسة Han and Calvin (1969) في ان الالكانات الاعتيادية ذات اعداد ذرات الكاربون الاقل من C14 والاكثر من C22 نادرة الوجود في السيانوبكتريا والطحالب الخضر،وهذا الاستنتاج خلاف ماذكره Gelpi *et al.* (1970) في ان طحلب *Scenedesmus* يحتوي بالأضافة الى C17 على سلاسل C27 غير المشبع او سلاسل C23 المشبع و C25 و C27 في طحلب *Tetraedrons sp.* . كما أشارت الدراسات بأن طحلب *Botryococcus braunii* انتج سلسلة مستقيمة مشبعة وسلسلة متفرعة من – C28 C14 وهيدروكاربونات اليفاتية خطية طويلة السلسلة من C27 – C20 Volova Banerjee *et al.*, 2002) ; *et al.*, 2003) وذكر Munifah *et al.* (2009) ان الهيدروكاربونات المنتجة من قبل *Spirulina platensis* كانت هيدروكاربونات مشبعة في المدى C16 الى C24 ومن ملاحظة الشكلين (5) و (6) فأن السيادة للمركبين C18 و C9 على التوالي وفي الشكلين (7) و (8) فكانت السيادة لمركب C19 فقد ذكر Goutx and Saliot (1980) ان الالكانات الاعتيادية ذات عدد ذرات الكاربون الفردي الاقل من C21 وجدت بشكل شائع في الطحالب وسجل Winters *et al.* (1969) احتواء الطحلبين *Coccochloris elabiens* و *Agmenellum quadruplicatum* على مركبات C19 غير المشبعة الاحادية او الثنائية التي تؤلف جزء مهم من هايدروكاربوناتها . كما وجد ان كل العينات تحوي البرستان والفايتان حيث ان مركب الفايتان ناتج من تحلل مركبات الـ Phytyl الموجود في جزيئة الكلوروفيل وان ظروف عملية الاختزال تحول الكلوروفيل الى Phytyl والاكسدة تحول الـ Phytyl الى برستان وينتج البرستان من عدد من الانواع من البكتريا والطحالب (Saliot , 1981) وهذا ينافي ماذكره Han and Calvin (1969) من ان هيدروكاربونات الايزوبرينويد Isoprenoid (البرستان والفايتان) غائبة عن الطحالب السيانوبكتريا والطحالب الخضر لكنها واسعة الانتشار في اغلب البكتريا التي تقوم بالتركيب الضوئي والتي لاتقوم به . كما اوضحت النتائج من قيم الـ CPI ونسبة البرستان الى الفايتان التي كانت جميعها اكثر من واحد الى المصدر الحيوي لهذه المركبات مما يثبت ان السيانوبكتريا هي مصدر مهم للالكانات الاعتيادية .

المصادر :

الراوي ، خاشع محمود وخلف الله ، عبد العزيز محمد (1980) . تصميم وتحليل التجارب الزراعية . وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ، جامعة الموصل ، دار الكتب للطباعة والنشر ، 488 ص .

السعد ، حامد طالب وسلمان ، نادر عبد وعبد الرحمن ، مهيوب (2006) . الثروات والموارد البحرية . وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ، جامعة البصرة ، مركز علوم البحار ،منشورات مركز علوم البحار رقم (19) ، 240 ص .

Andersen , R. A. (2005) . Algal culturing techniques . Elsevier Academic Press , USA . 589 p.

Baba, M. and Shiraiwa, Y.(2013) . Biosynthesis of lipids and hydrocarbons in algae . Chapter 14 of Agricultural and Biological Sciences "Photosynthesis" book adited by Zuy Dubinsky , ISBN 978 – 953 – 51 – 1161 – 0 .

Banerjee, A. ; Sharma, R. ; Chisti, Y. and Banerjee, U.C. (2002) . *Botryococcus braunii* :A renewable sourceof hydrocarbons and other chemicals . Critical Reviews in Biotecnology , 22(3) : 245 – 279 .

Barupal, D.K. ; Kind, T. ; Kothari, S.L. ; Lee, D.Y. and Fiehn, O.(2010). Hydrocarbon phenotyping of algal species using pyrolysis gas chromatography mass spectrometry. BMC Biotechnol. 10(40).

Blumer,M. ; Guillard,R.R.L. and Chase,T.(1971). Hydrocarbons of marine phytoplankton.J. Marine Biology 8, 183 – 189 .

Casadevall, E. ; Dif, D. ; Largeau, C. ; Gudin, C. ; Chaument, D. and Desantit, O. (1985). Studies on batch and continuous cultures of *Botryococcus braunii*: hydrocarbon production in relation to physiological state, cell ultra structure, and phosphate nutrition. Biotechnology and Bioengineering ,27: 286–295.

Cripps, G.C (1995) Biogenic hydrocarbons in the Particulate material of the water column of the Belling Shausen sea, Antarctica, in the region of the material ice zone. Deep Sea Res., 42(4–5): 1123 – 1135.

Dayananda, C.; Sarada, R.; Bhattacharya, S. and Ravishankar, G.A.(2005) Effect of media and culture conditions on growth and hydrocarbon production by

Gavrilescu, M. and Chisti,Y. (2005). Biotechnology – a sustainable alternative for chemical industry. Biotechnol.Adv., 23: 471–99.

Gelpi, E. ; Schneider,H. ; Mann,J. and Oro, J. (1970). Hydrocarbons of geochemical significance in microscopic algae . Phytochem ,9: 603– 612 .

Goutx, M. and Saliot, A. (1980) Relationship between dissolved and Particulate fatty acid and hydrocarbons, Chlorophyll (a) and zooplankton biomass in Ville Franche Bay, Mediterranean Sea. Mar. Chem. 8:299 – 318.

Greenwell,H.C. ; Laurens,L.M.L. ; Shields,R.J. ; Lovitt,R.W. and Flynn,K.J. (2010). Placing microalgae on the biofuels priority list : A review of technological challenges .J.R. Soc.Interface 7 ,doi: 10.1098/rsif.2009.0322.

Han ,J.and Calvin , M. (1969) Hydrocarbon distribution of algae and bacteria , and microbiological activity in sediments . J. Chemistry , 64:436–443 .

Han, J.; McCarthy, E.D.; Hoeven, W.V.; Calvin, M. and Bradley, W.H. *Botryococcus braunii*. *Process Biochem.*, 40(9) : 3125–3131.

Dayananda , C. ; Sarada , R. ;Kumar , V. ; Ravishankar , G. A. (2007) Isolation and characterization of hydrocarbon producing green alga Botryococcus braunii from Indian freshwater bodies .Electronic Journal of Biotechnology ,10(1) : 78–91 .

Duarsma, E.K. and Dawson,R. (1981).Marine organic chemistry .Evaluation, Composition, Interaction and chemistry of organic matter in sea water . Elsevier Scientific publication, New York.

Fedorov, AS. ; Kosourov, S. ; Ghirardi. ML. and Seibert, M. (2005). Continuous H photo–production by *Chlamydomonas reinhardtii* using a novel two stage, sulfate–limited chemostat system.Appl. Biochem. Biotechnol., 124: 403–12.

Frenz, J. ; Largeau, C. and Casadevall, E. (1989). Hydrocarbon recovery by extraction with a biocompatible solvent from free and immobilized cultures of *Botryococcus braunii* .Enzyme Microb. Technol., 11:717 .

Matsumoto,G.I. ; Yamada,S. ; Ohtani,S. ; Broady,P.A. and Nagashima,H.(1996).Biogeochemical features of hydrocarbons in cultured cyanobacteria and green algae from Antarctica.Proc. NIPR Symp. Polar Biol., 9:275 – 282 .

Munifah ,I. ; Amini,S. and Sugiyono(2009). Isolation and characterization of hydrocarbon and lipid from marine microalgae *Spirulina platensis*.J. of Marine and Fisheries Postharvest and Biotechnology – special edition ,pp: 29 – 36.

Ngabe, B. (1992) Organic contamination in air and runoff waters. Ph.D. thesis, south Carolina Univ., USA.

Park, J.B.K.; Craggs, R.J. and Shilton, A.N.(2011). Wastewater treatment high rate algal ponds for biofuel production. Bioresource Technology ,102: 35–42.

Saliot , A. (1981) Natural hydrocarbons in sea water In: Marine Organic chemistry (Edt. Duur sma, E.K and Dawson,R.)Elsevier Oceanographic ser. No.31.Amesterdam, The Netherlands, pp.327–374.

(1968) Organic geochemical studies, ii. A preliminary report on the distribution of aliphatic hydrocarbons in algae, in bacteria, and in a recent lake sediment. Proc Natl Acad Sci U S A , 59:29–33.

Kojma , E. and Zhang , K. (1999) Growth and hydrocarbon of microalga B. braunii in bubble column photobioreactors . J. Biosci. Bioeng. , 87 : 811–815 .

Kucklick, J.R. and Bidleman, T.F.(1994) Organic contaminants in Winyah bay, south Carolina 1: pesticides and polycyclic aromatic hydrocarbons in subsurface and microlayer water. Mar. Envi. Res., 37: 63 – 78.

Kumar, K., Dasgupta, C.N., Nayak, B., Lindblad, P., Das, D.,(2011). Development of suitable photobioreactors for CO2 sequestration addressing global warming using green algae and cyanobacteria. Bioresource Technology ,102: 4945–4953.

Ladygina N. ; Dedyukhina, EG. and Vainshtein, MB.(2006) A review on microbial synthesis of hydrocarbons .Elsevier , Process Biochemistry , 41 :1001–1014 .

budgets. Environ. Sci. and Tech., 30(8): 2495 – 2503.

Tornabene , T. G. (1980) Formation of hydrocarbons by bacteria and algae . Solar Energy Research Institute (SERI) / TP – 621-999.

Villarreal-Rosales, E., Metzger, P., and Casadevall, E. (1992). Either lipid production in relation to growth in *Botryococcus braunii*. Phytochemistry, 31(9) 3021-3027. (Abstract)

Volova , T.G.; Kalacheva , G.S. and Zhila, N.O. (2003) Specificity of lipid composition in two *Botryococcus* strains, the producers of liquid hydrocarbons. *Russian Journal of Plant Physiology*, 50(5) : 627-633.

Winters, K., P.L. Parker and C. Van Baa1en. (1969). Hydrocarbons of blue-green algae:geochemical significance . Science ,163: 467- 475 .

Samori, C. ; Torr, C. ; Samori, G. ; Fabbri, D. ; Galletti, P. ; Guerrini, F. ; Pistocchi, R. and Tagliavini, E., (2010). Extraction of hydrocarbons from microalga Botryococcus braunii with switchable solvents. Bioresour. Technol. ,101: 3274–3279.

Spolaore, P. ; Joannis-Cassan,C. ; Duran, E. and Isambert,A., (2006). Commercial applications of microalgae. J. Biosci. Bioeng., 101: 87-96.

Thomas, F.R., (2006).Algae for liquid fuel production Oakhaven Permaculture center. PermacultureActivist, 59: 1-2.

Tolosa, I.; Bayona,J.M. and Albaiges, J. (1996) Aliphatic and polycyclic aromatic hydrocarbons and Sulfur / Oxygen derivatives in north western Mediterranean sediments: Spatial and temporal variability, fluxes and

The ability of some species of blue green algae (cyanobacteria) to produce hydrocarbon compounds

Ahmed M. Athbi , *Mariam F. Hmeed and *Hamed T. Al-Saad
College of Education for pure science
Marine Science Center, University of Basra

Abstract

The present study included isolation , identification and purification four species of cyanobacteria which were *Chrooccoccus limneticus* , *Lyngbya aerugineo-coerulea* , *Hapalosiphon welwitschii* ,and *Oscillatoria tenuis* they were propogated in the laboratory and harvested in stationary phase ,then these species were freeze dried , grinding and sieving for extraction hydrocarbon and to identify (PAHs) and aliphatic compounds which produced by these algae . This study showed that *H. welwitschii* was the most production of the(PAHs) compounds which reached 57.42 ng/g , followed by *L. aerugineo-coerulea* with 56.61 ng/g , then *C. limneticus* with 28.74 ng/g and finally *O. tenuis* which produced 13.59 ng/g. As for the aliphatic compounds , the most production algae was *L. aerugineo-coerulea* producing 112.78 ng/g , then *C. limneticus* with 86.15 ng/g , *O. tenuis* with 22.87ng/g and finally *H. welwitschii* producing 7.39 ng/g .