

استخدام المجال الكهربائي في معالجة الازدهار الطحلي

[The use of the electric field in the treatment of eutrophication]

ساجدة فرحان حسين¹ وأحمد عيدان الحسيني¹ ورويدة فاهم¹ وشذى علي شفيق²

¹وزارة العلوم والتكنولوجيا – دائرة البيئة والمياه
²الجامعة المستنصرية – كلية العلوم

Sajida Frhan Hussain¹, Ahmed Aidan Al-Hussieny¹, Roeda F. Kamel¹, and Shatha Ali Shafiq²

¹Ministry of Science and Technology, Directorate of water and Environment, Baghdad, Iraq

²College of Science, Department of Biology, Mustansiriya University, Baghdad, Iraq

Copyright © 2016 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: Different electrical power were used (1.5, 3, 4.5, 6, 9 and 12 Volts) for removing algal bio mass by using power supply. Algal caused some problems to electrical power stations when cooling it by using river water. The best result appeared at 12, 9, 6 volts which reached to 100% after 30, 45, 75 min respectively. On the other hand the cell wall didn't destroyed, cells yellowish and the movement of algae reduced or didn't moved and the algal threads didn't changed in shapes when treated by electrical power.

KEYWORDS: Volts, algae, reduce and algal biomass.

الخلاصة: يتضمن البحث استخدام قوة كهربائية (فولت) بمستويات مختلفة بوساطة جهاز قدرة متمثلة بـ1.5 و 3 و 4.5 و 6 و 9 و 12 فولت لخفض وإزالة الكتلة الحية للطحالب المتسببة في خفض كفاءة محطات الطاقة الكهربائية أثناء عملية تبريدها بالمياه المجهزة من النهر. اظهرت الدراسة ان افضل النتائج في المعاملة كانت عند القوة بالـ 6 و 9 و 12 فولت حيث وصلت الإزالة للطحالب 100% بعد فترات زمنية 30, 45, 60 دقيقة على التوالي. اوضحت الدراسة عدم تحطم الجدران الخارجية أو الخلوبية للخلايا الطحلبية المعاملة مع ملاحظة اصفرار الخلايا وبدون تمزق الجدار الخلوي مع تغير الحركة بطيئة إلى منعدمة ومن دون تغير أشكال الخيوط الطحلبية المعاملة.

الكلمات المفتاحية: الفولتية و الطحالب و خفض و الكتلة الحية.

المقدمة

أن ازدهار الطحالب يعد مشكلة خطيرة في المياه السطحية التي هي المصدر الرئيسي لإنتاج مياه الشرب, نظرا لنمو الطحالب السريع وهذا يؤثر على العديد من مصادر المياه ويؤدي الى التدهور النوعي لها في محطات المعالجة ويتطلب أستهلاك كيميائي عالي للإزالة (Zhang,2003). حاول العلماء ايجاد عدة طرق للقضاء على الطحالب مثل استخدام عملية الترسيب والتصفية مع مادة Peroxidant والاوزون والكلور وثاني اوكسيد البرمكانات وعملية ترسيب مع استخدام الموجات فوق الصوتية (Petruşevski,1996 and Heng,2009). حاول العديد من العلماء البحث عن تقنية جديدة متعددة المستويات مثل استخدام المجال الكهرومغناطيسي وهي طريقة مثيرة للاهتمام مع هذه التقنية الكهربائية او المجال الكهربائي فانه يمكن القضاء من قبل الرقابة الالكترونية من خلال نقل الالكترون بواسطة المجال الكهربائي ، اذ يعتبر غشاء الخلية محطة تراكم الشحنات على السطح الخارجي للاغشية وبالتالي سوف تحدث حالة عدم أستقرار في سطح الاغشية بسبب خلل في حركة الايونات في سايتوبلازم الخلية وبهذا تتوقف البلاستيدة عن العمل ، ان العديد من الملوّثات الموجودة في المياه تتألف من جزيئات غير عضوية، مثل الطين أو من المعادن المؤكسدة، ومن جزيئات بيولوجية مثل الجراثيم أو الطحالب. تحمل هذه الجزيئات بشكل عام شحنة سالبة، لذا فإنها تتنافر بعضها مع بعض وتكون نظاماً موحدًا، وثابتًا وغير قابل للتصفية تقريبًا. إن استقرار هذا النظام ينعكس في بقاء هذه الجزيئات متباعدة ومنشرة في السائل وبسبب عدم ترسيبها، وهو ناتج عن القوى التي تعمل في المحيط بين السائل و سطح الجزيء الصلب ، إذ قام بعض الباحثين بدراسة قابلية الكلورين النشط للارتباط بغشاء وبروتوبلازم ونويات الخلية عند استخدام تأثير المجال الكهربائي على الخلايا المعالجة (Lee et al.,2010) وقد شخص أنواع الكلور الفعال الذي له دور مهم في عمليات ازالة الطحالب عند تعرض الطحالب لمجال كهربائي فان الثقوب الموجودة على غشاء الخلية تتأثر تحت جهد المجال الكهربائي (Jao et al.,2010) وقد درست ازالة المركبات

العضوية (الفنول) باستخدام الفولتية الكهربائية وقد أثبتت كفاءتها لازالتها للفينولات ولها القابلية السريعة على ازالة اللون من بعض الاصباغ في محلول مائي من خلال هجوم سريع وعالي الالكترون مع رد فعل سريع للازالة ، كما لوحظ انخفاض تركيز كلوروفيل الطحالب كلما زادت قيمة الفولتية التي لها القدرة على تدمير أنواع مختلفة من البكتيريا (Sun,2012). تستخدم الفولتية الكهربائية لمعالجة مياه الصرف من السفن البحرية أثناء مسيرها في البحار وهذه المياه تشكل تهديدا خطيرا للبيئة البحرية مما أدى الى انتشار مسببات الامراض والكائنات الحية الطارئة على البيئة (Tamelander,2010). يستخدم التيار الكهربائي المضاعف من خلال تحطيم اغشية الخلايا بفولتية عالية اضافية خلال السائل وتستخدم هذه العملية لدعم الصناعة مثل ازالة الماء من الحماة واستخلاص زيوت، والسكريات او النشويات من النبات لان تمزق الخلايا وتحرر السوائل الداخلية للخلايا بسهولة اكبر لمحيطها الخارجي. ان استخدم التيار الكهربائي المضاعف يؤدي الى سحب الماء من السايوبلازم التي تقلل من التوصيلية الكهربائية للخلايا وتجعل نفاذية الغشاء البلازمي غير فعالة تكون السبورات اكثر مقاومة نتيجة تركيب جدارها وسمكها والفراغ البيني بين الجدار والسايوبلازم (Alvavz et al.,2006). لذا تهدف الدراسة الى ازالة وخفض الكتل الحيوية لمجتمع الطحالب المزدهرة باستخدام مستويات مختلفة من الطاقة الكهربائية ودراسة بعض التغيرات التي تحدث للخلايا .

المواد وطرائق العمل

الفحص الحيوي للطحالب

جلبت عينات الطحالب من نهر دجلة ونميت في ظروف مختبرية في حاضنة ضوئية تعمل بالطاقة الشمسية بواقع 24 ساعة ضمن نظام 8:16 اضاءة : ظلام وبدرجة حرارة 25 ± 2 م بوسط زرعي المحور Ch-10 ، وشخصت الطحالب الغير الدايتومية باستخدام شريحة الهيموسايتوميتر وفحصها على قوة 400X باستخدام مجهر ضوئي مركب. وبالاعتماد على عدد من المصادر في تشخيص الطحالب غير الدايتومية (Desikachary, 1959) و (Felisberto,2004) و (Prescott,1964). تم تشخيص الأنواع من صنف الدايتومات بعد إذابة المادة العضوية وايضاح هيكلها وذلك باستخدام حامض النتريك المركز وفحصها تحت قوة تكبيرية 1000 X بالاعتماد على (Edward,2010) .

معاملة الطحالب باستخدام الفولتية الكهربائية

تم استخدام الفولتية الكهربائية على مجتمع من الطحالب المحلية بحجم 150 مليلتر للمعاملة والسيطرة والتي تضمنت صنف الطحالب الخضراء والخضر المزرق والدايتومية ، ثم عولمت بفولتية كهربائية بوساطة جهاز قدرة للتيار الكهربائي نوع Long wel DC power supply LW- 3010 KD الذي أعطى مستوى من الفولتية متمثلة ب 1.5 و 3 و 4.5 و 6 و 9 و 12 فولت ، اضافة الى مقارنتها باستخدام نضائد محلية وبنفس مستويات الفولتية المستخدم لخفض الكتلة الحية للطحالب .

فحص الفولتية الكهربائية

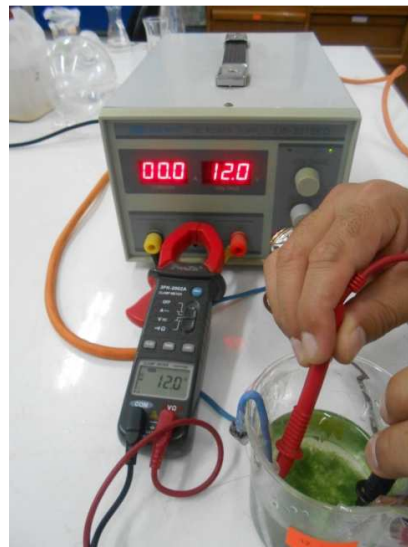
فحصت الفولتية الكهربائية ضمن الاوساط المعاملة والسيطرة بوساطة جهاز Clamp meter نوع 3PK-2002A لمراقبة ثبات الفولتية بشكل مستمر ضمن فترة الدراسة .

النتائج و المناقشة

استخدمت مستويات مختلفة من الفولتية الكهربائية على كتلة حيوية للطحالب اذ بينت النتائج تأثير مستوى الفولتية البالغ 12 فولت بعد مرور 30 دقيقة من التجربة والتي بلغت فيها الكتلة الحيوية الكلية لخلايا الطحالب الخضراء والخضراء المزرق والدايتومية الى 202 و 462 و 134 خلية / مليلتر على التوالي بعد 15 دقيقة من التجربة، إذ يتكون الجدار الخارجي للطحالب من مادة polyacylamls المادة الهلامية والتي بنيت على عدد من البروتين السكري كما تحتوي على الألياف المجهرية السليلوزية والمشابهة في النبات والذي يسمى بالمشبك البلوري، كما يحتوي الجدار الخارجي للطحالب على 30% مادة بروتينية وعدد كبير من الحوامض الأمينية أي مايعادل من 10-14 % احماض امينية اضافة الى ذلك يحتوي الجدار على العديد من الأملاح الداخلة في تركيبه والتي تحتوي الشحنتين السالبة والموجبة ولذلك اكتسب الشحنتين وتكون هذه الأملاح على السطح الخارجي للجدار مثال ملح (LiCl)، كما تثبط الكائنات الحية عندما تتعرض لعوامل خارجية حيث يحدث تغير جوهري في تركيب الخلايا او بالوظيفة الفسلجية لتلك الخلايا مثال ذلك تتوقف و عطل نفاذية غشاء الخلية او عند تحطم تركيب ووظيفة الخلية ويكون السبب الرئيسي لموت الخلايا عند تعرضها لفولتية كهربائية عالية (Lado,2002)، أما في زمن التجربة 30 و 45 و 60 دقيقة وصلت الكتلة الحيوية الكلية لكل المجاميع الطحلبية الى الصفر قياسا بالسيطرة التي بلغت فيها الكتلة الحيوية الكلية للمجاميع الى 521 و 1004 و 291 خلية / مليلتر على التوالي والجدول (1) والصورة (1) يوضح ذلك .

جدول (1) تأثير مستوى الفولتية البالغ 12 فولت على الطحالب باوقات مختلفة

المجاميع الطحلبية	السيطرة خلية / مليلتر	V 12 / دقيقة			
		15 دقيقة	30 دقيقة	45 دقيقة	60 دقيقة
CHLOROPHYCEAE					
<i>Chlorella vulgaris</i>	233	74	0	0	0
<i>Kirchneriella obese</i>	63	54	0	0	0
<i>Kirchneriella lunaris</i>	38	12	0	0	0
<i>Kirchneriella subsolitaria</i> .	87	45	0	0	0
<i>Monorephidum arcuatum</i> . Hind	34	4	0	0	0
<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turp.) de Brébisson	66	13	0	0	0
	521	202			
CYANOPHYCEAE					
<i>Anabaena wisconsinense</i>	63	24	0	0	0
Blue-green filamentous algae	42	32	0	0	0
<i>Chroococcus montanus</i> . Lemmermann	127	32	0	0	0
<i>Lyngbya aestuarii</i> Lammermann	84	29	0	0	0
<i>L. major</i> Meneghinii	87	43	0	0	0
<i>Microcystis aeruginosa</i> Kützing	53	14	0	0	0
<i>M. flos-aquae</i> (Wittr.) Kirchner	116	32	0	0	0
<i>Nostoc muscorum</i> Agardh	11	32	0	0	0
<i>Oscillatoria limnetica</i> Lemmermann	132	77	0	0	0
<i>O. lemmermanni</i> . Bory	87	54	0	0	0
<i>Phormidium ambiguum</i> Gomont	54	8	0	0	0
<i>Westiellopsis prolific</i> . Janet.	148	85	0	0	0
	1004	462			
BACILLARIOPHYCEAE					
<i>Cymbella affinis</i> Kützing	11	2	0	0	0
<i>Diatoma elongatum</i> Bory	43	21	0	0	0
<i>Diatoma vulgare</i> Bory	65	43	0	0	0
<i>Nitzschia acicularis</i> . (Greg.) Grunow	87	36	0	0	0
<i>N. sigma</i> (Ehr.) W. Smith	42	11	0	0	0
<i>Navicula resola</i>	43	21	0	0	0
	291	134			
Total	1816	798	0	0	0



صورة (1) استخدام مستوى 12 فولت على خفض الكتلة الحية للطحالب

أما استخدام مستوى الفولتية 9 فولت على الكتلة الحيوية للطحالب كان التأثير واضحا في الدقيقة 45 و 60 من بدء التجربة والتي بلغت صفر أما الدقيقة 15 من بدء التجربة بلغت الكتلة الحيوية الكلية لمجاميع الطحالب الخضراء والخضر المزرقفة والدايوتومية بلغت 234 و 591 و 228 خلية / مليلتر على التوالي والدقيقة 30 بلغت 140 و 338 و 127 خلية / مليلتر على التوالي قياسا بالسيطرة البالغة 521 و 1004 و 291 خلية / مليلتر على التوالي. والجدول (2) والصورة (2) يبين ذلك

جدول (2) تأثير مستوى الفولتية البالغ 9 فولت على الطحالب بزمن مختلفة

المجاميع الطحلبية	السيطرة خلية / مليلتر	V 9 / دقيقة			
		15 دقيقة	30 دقيقة	45 دقيقة	60 دقيقة
CHLOROPHYCEAE					
<i>Chlorella vulgaris</i>	233	32	16	0	0
<i>Kirchneriella obese</i>	63	34	23	0	0
<i>Kirchneriella lunaris</i>	38	23	18	0	0
<i>Kirchneriella subsolitaria</i> .	87	76	34	0	0
<i>Monorephidum arcuatum</i> .Hind	34	13	6	0	0
<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turp.) de Brébisson	66	56	43	0	0
	521	234	140		
CYANOPHYCEAE					
<i>Anabaena wisconsinense</i>	63	21	11	0	0
Blue-green filamentous algae	42	23	12	0	0
<i>Chroococcus montanus</i> . Lemmermann	127	73	42	0	0
<i>Lyngbya aestuarii</i> Lammermann	84	65	23	0	0
<i>L. major</i> Meneghinii	87	54	34	0	0
<i>Microcystis aeruginosa</i> Kützing	53	35	21	0	0
<i>M. flos-aquae</i> (Wittr.) Kirchner	116	63	45	0	0
<i>Nostoc muscorum</i> Agardh	11	32	11	0	0
<i>Oscillatoria limnetica</i> Lemmermann	132	42	21	0	0
<i>O. lemmermanni</i> . Bory	87	43	12	0	0
<i>Phormidium ambiguum</i> Gomont	54	33	11	0	0
<i>Westiellopsis prolifis</i> . Janet.	148	116	95	0	0
	1004	591	338		
BACILLARIOPHYCEAE					
<i>Cymbella affinis</i> Kützing	11	6	2	0	0
<i>Diatoma elongatum</i> Bory	43	34	23	0	0
<i>Diatoma vulgare</i> Bory	65	55	34	0	0
<i>Nitzschia acicularis</i> . (Greg.) Grunow	87	78	32	0	0
<i>N. sigma</i> (Ehr.) W. Smith	42	32	21	0	0
<i>Navicula resola</i>	43	23	15	0	0
	291	228	127		
Total	1816	1053	605	0	0



صورة (2) استخدام مستوى 9 فولت على خفض الكتلة الحية للطحالب

باستخدام مستوى الفولتية 6 فولت على الكتلة الحيوية للطحالب كان التأثير متفاوت بين المستويات من الفولتية نتيجة لخفض جهد النقل الغشائي لذلك تكون اكثر تحسسا لعمليات الجهد الكهربائي المضاعف (Marks,2000) وتكون سبورات الاحياء المجهرية ومنها البكتريا والاعفان اكثر مقاومة من الخلايا الخضرية لذلك يستخدم التيار الكهربائي المضاعف لمعاملة تلك السبورات [Grah,1996] ، بلغت الكتلة الحيوية الكلية لمجاميع الطحالب الخضراء والخضر المزرقّة والدايوتومية في الدقيقة 15 من بدء التجربة 221 و 644 و 212 خلية / مليلتر على التوالي والدقيقة 30 بلغت 147 و 509 و 172 خلية / مليلتر على التوالي ، أما الدقيقة 45 بلغت الكتلة الحيوية للطحالب الى 66 و 315 و 79 خلية / مليلتر على التوالي وبالدقيقة 60 من بدء التجربة بلغت الى 28 و 134 و 65 خلية / مليلتر على التوالي ، قياسا بالسيطرة البالغة 521 و 1004 و 291 خلية / مليلتر على التوالي. والجدول (3) و الصورة (3) يبين ذلك .

جدول (3) تأثير مستوى الفولتية البالغ 6 فولت على الطحالب باوقات مختلفة

المجاميع الطحلبية	السيطرة خلية / مليلتر	V 6 / دقيقة			
		15 دقيقة	30 دقيقة	45 دقيقة	60 دقيقة
CHLOROPHYCEAE					
<i>Chlorella vulgaris</i>	233	47	32	32	11
<i>Kirchneriella obese</i>	63	36	22	7	0
<i>Kirchneriella lunaris</i>	38	21	19	2	0
<i>Kirchneriella subsolitaria</i> .	87	73	52	23	17
<i>Monorephidum arcuatum</i> .Hind	34	23	18	2	0
<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turp.)	66	21	4	0	0
	521	221	147		
CYANOPHYCEAE					
<i>Anabaena wisconsinense</i>	63	42	21	18	11
Blue-green filamentous algae	42	53	32	11	8
<i>Chroococcus montanus</i> . Lemmermann	127	106	76	32	11
<i>Lyngbya aestuarii</i> Lammermann	84	77	52	23	14
<i>L. major</i> Meneghinii	87	65	63	48	36
<i>Microcystis aeruginosa</i> Kützing	53	11	11	11	5
<i>M. flos-aquae</i> (Wittr.) Kirchner	23	54	54	21	17
<i>Nostoc muscorum</i> Agardh	11	3	0	0	0
<i>Oscillatoria limnetica</i> Lemmermann	32	19	5	0	0
<i>O. lemmermanni</i> . Bory	87	55	42	27	0
<i>Phormidium ambiguuum</i> Gomont	54	43	26	18	0
<i>Westiellopsis prolific</i> . Janet.	148	116	127	106	32
	1004	644	509		
BACILLARIOPHYCEAE					
<i>Cymbella affinis</i> Kützing	11	9	3	0	0
<i>Diatoma elongatum</i> Bory	43	35	22	4	0
<i>Diatoma vulgare</i> Bory	65	62	58	22	15
<i>Nitzschia acicularis</i> . (Greg.) Grunow	87	53	46	21	18
<i>N. sigma</i> (Ehr.) W. Smith	42	42	32	21	21
<i>Navicula resola</i>	43	11	11	11	11
	291	212	172		
Total	1816	1077	828	460	227



صورة (3) استخدام مستوى 6 فولت على خفض الكتلة الحية للطحالب

باستخدام مستوى الفولتية 4.5 فولت على الكتلة الحيوية للطحالب كان التأثير متدرجا في زمن التجربة المختلف من خلال الدقيقة 15 من بدء التجربة بلغت الكتلة الحيوية الكلية لمجاميع الطحالب الخضراء والخضر المزرقة والدايتومية 467 و 851 و 199 خلية / مليلتر على التوالي والدقيقة 30 بلغت 366 و 627 و 175 خلية / مليلتر على التوالي ، أما الدقيقة 45 اذ بلغت الكتلة الحيوية للطحالب الى 220 و 459 و 138 خلية / مليلتر على التوالي وبالدقيقة 60 من بدء التجربة وصلت الى 49 و 183 و 68 خلية / مليلتر على التوالي ، قياسا بالسيطرة البالغة 521 و 1004 و 291 خلية / مليلتر على التوالي والجدول (4) والصورة (4) يبين ذلك .

جدول (4) تأثير مستوى الفولتية البالغ 4.5 فولت على الطحالب باوقات مختلفة

المجاميع الطحلبية	السيطرة خلية / مليلتر	V 4.5 / دقيقة			
		15 دقيقة	30 دقيقة	45 دقيقة	60 دقيقة
CHLOROPHYCEAE					
<i>Chlorella vulgaris</i>	233	212	196	146	32
<i>Kirchneriella obese</i>	63	54	42	21	6
<i>Kirchneriella lunaris</i>	38	30	23	18	0
<i>Kirchneriella subsolitaria</i> .	87	79	49	27	11
<i>Monorephidum arcuatum</i> .Hind	34	30	19	8	0
<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turp.) de Brébisson	66	62	37	0	0
	521	467	366	220	49
CYANOPHYCEAE					
<i>Anabaena wisconsinense</i>	63	58	28	0	0
Blue-green filamentous algae	42	42	31	23	8
<i>Chroococcus minor</i> . Lemmermann	127	114	100	84	43
<i>C. turgidus</i> (Kütz.) Nägeli	98	93	67	53	32
<i>Lyngbya aestuarii</i> Lammermann	84	82	67	40	21
<i>L. major</i> Meneghinii	87	80	53	49	14
<i>Microcystis aeruginosa</i> Kützing	53	51	40	32	12
<i>M. flos-aquae</i> (Wittr.) Kirchner	23	20	13	8	0
<i>Nostoc muscorum</i> Agardh	11	11	7	3	0
<i>Oscillatoria limnetica</i> Lemmermann	32	32	29	19	2
<i>O. lemmermanni</i> . Bory	87	83	31	23	12
<i>Phormidium ambiguum</i> Gomont	54	50	39	20	7
<i>Westiellopsis prolific</i> . Janet.	148	135	122	105	32
	1004	851	627	459	183
BACILLARIOPHYCEAE					
<i>Cymbella affinis</i> Kützing	11	9	4	4	0
<i>Diatoma elongatum</i> Bory	43	33	28	20	4
<i>Diatoma vulgare</i> Bory	65	63	60	49	32
<i>Nitzschia acicularis</i> . (Greg.) Grunow	87	63	60	48	24
<i>N. sigma</i> (Ehr.) W. Smith	42	31	23	17	8
	291	199	175	138	68
Total	1816	1517	1168	817	300

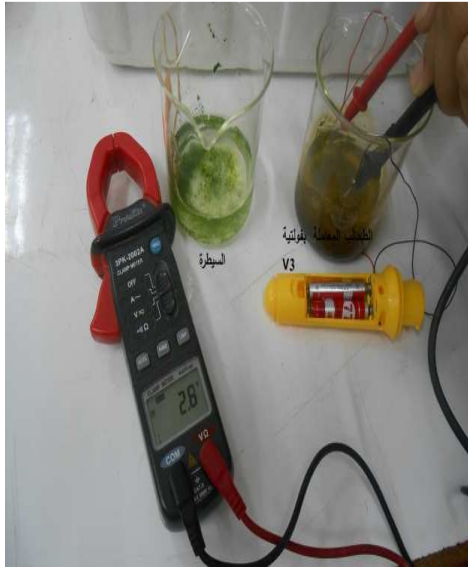


صورة (4) استخدام مستوى 4.5 فولت على خفض الكتلة الحية للطحالب

عند استخدام مستوى الفولتية 3 فولت على الكتلة الحيوية للطحالب كان التأثير متدرجا في زمن التجربة المختلف من خلال الدقيقة 15 من بدء التجربة بلغت الكتلة الحيوية الكلية لمجاميع الطحالب الخضراء والمزرقة والدايتومية 397 و 857 و 140 خلية / مليلتر على التوالي والدقيقة 30 بلغت 297 و 618 و 107 خلية / مليلتر على التوالي ، أما الدقيقة 45 اذ بلغت الكتلة الحيوية للطحالب الى 178 و 362 و 80 خلية / مليلتر على التوالي وبالذقيقة 60 من بدء التجربة وصلت الى 97 و 211 و 40 خلية / مليلتر على التوالي ، قياسا بالسيطرة البالغة 521 و 1004 و 291 خلية / مليلتر على التوالي .والجدول (5) والصورة (5) يبين ذلك .

جدول (5) تأثير مستوى الفولتية البالغ 3 فولت على الطحالب باوقات مختلفة

المجاميع الطحلبية	السيطرة خلية / مليلتر	V 3 / دقيقة			
		15 دقيقة	30 دقيقة	45 دقيقة	60 دقيقة
CHLOROPHYCEAE					
<i>Chlorella vulgaris</i>	233	165	115	100	52
<i>Kirchneriella obesa</i>	63	56	34	11	4
<i>Kirchneriella lunaris</i>	38	23	21	7	0
<i>Kirchneriella subsolitaria</i>	87	67	56	18	11
<i>Monorephidum arcuatum</i> . Hind	34	32	28	21	17
<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turp.)	66	54	43	21	13
	521	397	297	178	97
CYANOPHYCEAE					
<i>Anabaena wisconsinense</i>	63	11	6	0	0
Blue-green filamentous algae	42	11	8	0	0
<i>Chroococcus montanus</i> . Lemmermann	177	159	127	63	54
<i>Lyngbya aestuarii</i> Lammermann	84	43	33	17	0
<i>L. major</i> Meneghinii	87	65	49	32	21
<i>Microcystis aeruginosa</i> Kützing	53	34	21	14	0
<i>M. flos-aquae</i> (Wittr.) Kirchner	123	116	97	65	53
<i>Nostoc muscorum</i> Agardh	11	7	3	0	0
<i>Oscillatoria limnetica</i> Lemmermann	213	148	86	63	32
<i>O. lemmermanni</i> . Bory	87	76	56	34	13
<i>Phormidium ambiguuum</i> Gomont	54	45	37	21	6
<i>Westiellopsis prolifica</i> . Janet.	148	137	95	53	32
	1004	857	618	362	211
BACILLARIOPHYCEAE					
<i>Cymbella affinis</i> Kützing	11	8	8	3	0
<i>Diatoma elongatum</i> Bory	43	23	21	12	6
<i>Diatoma vulgare</i> Bory	65	45	34	30	12
<i>Nitzschia acicularis</i> . (Greg.) Grunow	87	21	11	11	11
<i>N. sigma</i> (Ehr.) W. Smith	42	11	11	8	0
<i>Navicula resola</i>	43	32	22	16	11
	291	140	107	80	40
Total	1816	1394	1022	620	348

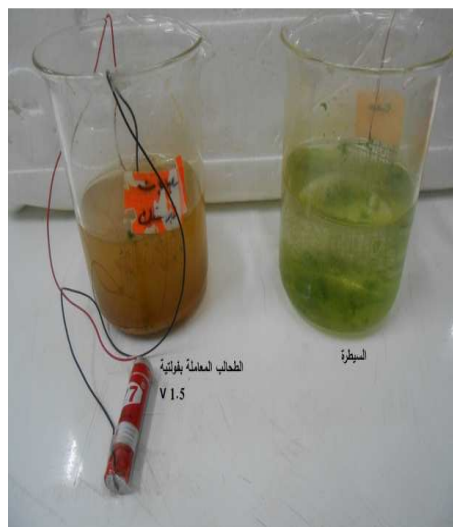


صورة (5) استخدام مستوى 3 فولت على خفض الكتلة الحية للطحالب

أما بمستوى الفولتية 1.5 فولت على الكتلة الحيوية للطحالب فقد كان التأثير متدرجا في زمن التجربة المختلف من خلال الدقيقة 15 من بدء التجربة بلغت الكتلة الحيوية الكلية لمجاميع الطحالب الخضراء والخضر المزرقة والدايوتومية 350 و 1037 و 256 خلية / مليلتر على التوالي والدقيقة 30 بلغت 284 و 913 و 197 خلية / مليلتر على التوالي ، يستخدم التيار الكهربائي كنظام ضد الالتصاق حيث تكون الاحياء المجهرية ذات شحنة سالبة على الغالب لذلك فان القطب الموجب يقوم بسحب تلك الاحياء وبذلك يقتلها بتيار كهربائي منخفض حوالي 1-1.5 فولت وبذلك يمنع الاحياء من التجمع حول القطب لفترات زمنية طويلة باستخدام تيار كهربائي متناوب ، أما الدقيقة 45 اذ بلغت الكتلة الحيوية للطحالب 244 و 801 و 162 خلية / مليلتر على التوالي بالدقيقة 60 من بدء التجربة وصلت الى 175 و 643 و 92 خلية / مليلتر على التوالي ، قياسا بالسيطرة البالغة 521 و 1004 و 291 خلية / مليلتر على التوالي والجدول (6) و الصورة (6) يبين ذلك .

جدول (6) تأثير مستوى الفولتية البالغ 1.5 فولت على الطحالب باوقات مختلفة

المجاميع الطحلبية	السيطرة خلية / مليلتر	V 1.5 / دقيقة			
		15 دقيقة	30 دقيقة	45 دقيقة	60 دقيقة
CHLOROPHYCEAE					
<i>Chlorella vulgaris</i>	233	116	106	106	85
<i>Kirchneriella obese</i>	63	54	43	33	21
<i>Kirchneriella lunaris</i>	38	32	25	21	13
<i>Kirchneriella subsolitaria</i> .	87	66	47	37	26
<i>Monorephidum arcuatum</i> .Hind	34	31	21	15	9
<i>Scenedesmus quadricauda</i> .	66	51	42	32	21
	521	350	284	244	175
CYANOPHYCEAE					
<i>Anabaena wisconsinense</i>	63	54	32	21	21
Blue-green filamentous algae	53	42	34	28	22
<i>Chroococcus montanus</i> . Lemmermann	184	177	176	169	152
<i>Lyngbya aestuarii</i> Lammermann	84	80	76	56	32
<i>L. major</i> Meneghinii	256	87	65	49	34
<i>Microcystis aeruginosa</i> Kützing	53	31	22	16	12
<i>M. flos-aquae</i> (Wittr.) Kirchner	148	123	112	102	98
<i>Nostoc muscorum</i> Agardh	11	11	9	5	0
<i>Oscillatoria limnetica</i> Lemmermann	213	190	176	154	132
<i>O. lemmermanni</i> . Bory	87	70	67	56	34
<i>Phormidium ambiguum</i> Gomont	54	45	37	29	21
<i>Westiellopsis prolific</i> . Janet.	148	127	116	116	85
	1004	1037	913	801	643
BACILLARIOPHYCEAE					
<i>Cymbella affinis</i> Kützing	11	11	8	6	0
<i>Diatoma elongatum</i> Bory	43	41	34	21	11
<i>Diatoma vulgare</i> Bory	65	61	53	37	26
<i>Nitzschia acicularis</i> . (Greg.) Grunow	87	63	42	42	21
<i>N. sigma</i> (Ehr.) W. Smith	42	39	26	23	13
<i>Navicula resola</i>	43	41	34	33	21
	291	256	197	162	92
Total	1816	1643	1394	1207	910



صورة (6) استخدام مستوى 1.5 فولت على خفض الكتلة الحية للطحالب

أما باستخدام المستويات المختلفة من الفولتية المتمثلة بـ 1.5 و 3 و 4.5 و 6 و 9 و 12 فولت على الكتلة الحية للطحالب لمدة 24 ساعة ، اذ بينت النتائج ان الكتلة الحية للطحالب تأثرت بشكل كبير بمختلف المستويات ولكن ماعدا مستوى 1.5 كانت الكتلة الحية متذبذبة والجدول (7) يوضح ذلك .

جدول (7) تأثير مستوى الفولتية المختلفة على الطحالب خلال 24 ساعة من التجربة

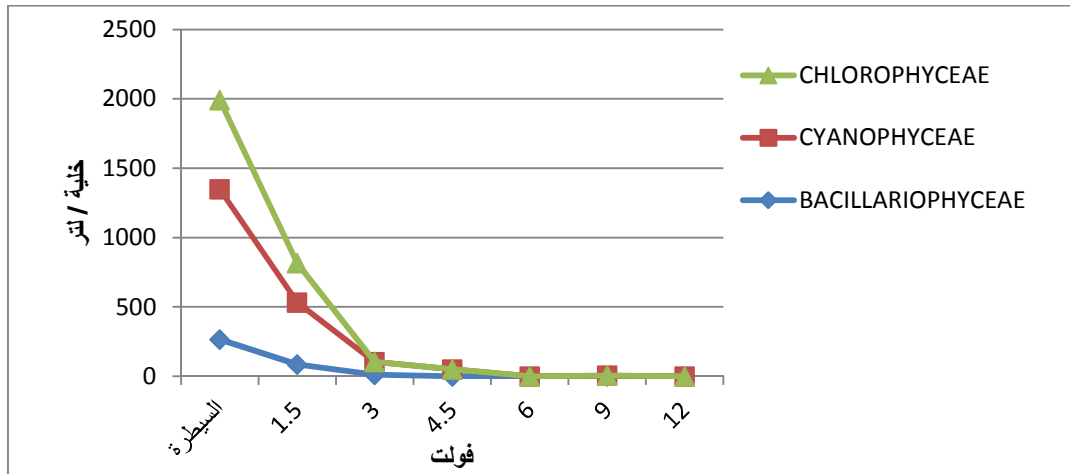
المجاميع الطحلبية	السيطرة خلية / مليون	انواع الفولتيات V					
		1.5	3	4.5	6	9	12
CHLOROPHYCEAE							
<i>Chlorella vulgaris</i>	317	242	0	0	0	0	0
<i>Kirchneriella obese</i>	95	42	0	0	0	0	0
<i>Kirchneriella lunaris</i>	39	0	0	0	0	0	0
<i>Kirchneriella subsolitaria</i>	78	0	0	0	0	0	0
<i>Monorephidum arcuatum</i> .Hind	53	0	0	0	0	0	0
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	60	0	0	0	0	0	0
CYANOPHYCEAE							
<i>Anabaena wisconsinense</i>	106	87	11	11	0	2	0
Blue-green filamentous algae	42	21	7	2	0	2	0
<i>Chroococcus minor</i> . Lemmermann	137	127	11	3	0	1	0
<i>C. turgidus</i> (Kütz.) Nägeli	76	0	0	0	0	0	0
<i>Lyngbya aestuarii</i> Lammermann	68	0	0	0	0	0	0
<i>L. major</i> Meneghinii	76	0	0	0	0	0	0
<i>Microcystis aeruginosa</i> Kützing	106	0	0	0	0	1	0
<i>M. flos-aquae</i> (Witr.) Kirchner	95	85	0	0	0	0	0
<i>Nostoc muscorum</i> Agardh	42	11	0	0	0	0	0
<i>Oscillatoria limnetica</i> Lemmermann	43	11	32	21	0	0	0
<i>O. lemmermanni</i> . Bory	78	0	0	0	0	0	0
<i>Phormidium ambiguum</i>	67	0	0	0	0	0	0
<i>Westiellopsis prolifc</i> . Janet.	148	106	32	13	0	0	0
BACILLARIOPHYCEAE							
<i>Cymbella affinis</i> Kützing	23	0	0	0	0	0	0
<i>Diatoma elongatum</i> Bory	54	0	0	0	0	0	0
<i>Diatoma vulgare</i> Bory	36	0	0	0	0	0	0
<i>Nitzschia acicularis</i> . (Greg.)	67	0	0	0	0	0	0
<i>N. sigma</i> (Ehr.) W. Smith	85	85	11	0	0	0	0

اما جدول (8) يبين مدى تأثير المستويات من الفولتية على حركة ولون وسلوكيات الكتلة الحية من الطحالب بمختلف المجاميع الطحلبية المستخدمة في التجربة خلال 24 ساعة من بدء التجربة .يستخدم التيار الكهربائي المباشر لتعقيم المياه مما يؤدي الى تجمع الطحالب على شكل جزينات غروية وبذلك يمكن فصلها من المحلول المائي (Feng et al., 2004). ان فعالية استخدام الكهربائية ذات تأثير عالي لقتل البكتريا تعتمد بالغال على الانود وعوامل التدفق للسائل والاس الهيدروجيني للمفاعل المستخدم للمعاملة يعتمد على المجال الكهربائي المسلط على غشاء الخلية (Vacca et al., 2011). ان المجاميع الكيميائية المكونة لجدار الخلايا البكتيرية تعطي شحنة سالبة لسطح الخلية وهذا يؤثر على حركة تلك الخلايا تحت تأثير المجال الكهربائي حيث تندفع الاحياء المجهرية سالبة الشحنة باتجاه الانود وتجري واحد من الانود الى الكاثود (Marks,2000) .

جدول (8) الصفات المظهرية للطحالب بعد 24 ساعة من المعاملة

المجاميع الطحلبية	انواع مستوى الفولتيات					
	1.5	3	4.5	6	9	12
CHLOROPHYCEAE						
<i>Chlorella vulgaris</i>	اصفرار	الطحالب	الطحالب	زيادة	اصفرار	اصفرار
<i>Kirchneriella obese</i>	الخلايا وانعدام	الخضر انعدمت	الخضر توقفت	التكتلات	بدون حركة	الخلايا وانعدام
<i>Kirchneriella lunaris</i>	الحركة	بها الحركة مع	عن الحركة مع	وزيادة		الحركة
<i>Kirchneriella subsolitaria</i>		اصفرار	اصفرار	الاصفرار		
<i>Monorephidum arcuatum</i> . Hind		البلاستيدي	البلاستيدي بدون			
<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turp.)			تغيير في شكل			
			الخلية مما ادى			
			الى ترسيبها			
CYANOPHYCEAE						
<i>Anabaena wisconsinense</i>	اصفرار	اصفرار	قليلة الحركة		اصفرار	اصفرار وعدم
					الخيوط بدون	انتظام الخيوط
					حركة	الطحلبية مع
Blue-green filamentous algae	اصفرار	اصفرار	قليلة الحركة		اصفرار	عدم الحركة
<i>Chroococcus minor</i> . Lemmermann	اصفرار	اصفرار	حركة جدا		اصفرار	بدون تمزيق
	وترسيب الخلية	وترسيب الخلية	بطيئة		بدون حركة	جدران الخلية
<i>C. turgidus</i> (Kütz.) Nägeli	اصفرار		حركة جدا		اصفرار	مع تكتل
	وترسيب الخلية		بطيئة			الخلايا
<i>Lyngbya aestuarii</i> Lammermann	قليلة الحركة				اصفرار	الطحلبية
<i>L. major</i> Meneghinii	قليلة الحركة				اصفرار	وخاصتا
<i>Microcystis aeruginosa</i> Kützing	اصفرار			اصفرار	اصفرار	الطحالب
	وترسيب الخلية			الخيوط	المستعمرة	الخطيبة
<i>M. flos-aquae</i> (Wittr.) Kirchner	اصفرار			دون تغيير	بدون حركة	مع تغيير
	وترسيب الخلية		قليلة الحركة	في شكل	مع تغيير	شكل الخلية
				الخيوط	توقف عن	الحركة مع
<i>Nostoc muscorum</i> Agardh	اصفرار	قليلة الحركة			الحركة مع	تغيير شكل
					الخيوط	الخيوط
<i>Oscillatoria limnetica</i>	اصفرار				اصفرار	بدون حركة
<i>O. lemmermanni</i> . Bory	اصفرار	اصفرار بدون			اصفرار	بدون حركة
		حركة			بدون حركة	توقف عن
<i>Phormidium ambiguum</i> Gomont	اصفرار	اصفرار الخيط			اصفرار	الحركة مع
					اصفرار	اصفرار
<i>Westiellopsis prolific</i> . Janet.	اصفرار بدون	انكماش في	اصفرار الخيط		اصفرار	بدون حركة
	حركة	شكل الخيط مما	مع قلة الحركة		مع تغيير	شكل الخيط
		ادى الى تكتله			شكل الخيط	
BACILLARIOPHYCEAE						
<i>Cymbella affinis</i> Kützing	حركة	بدون حركة او	حركة	قلة الحركة	التوقف عن	عدم الحركة
	الدايوتومات	حركة جدا	الدايوتومات	مع اصفرار	الحركة	
<i>Diatoma elongatum</i> Bory	قليلة جدا	ضعيفة	قليلة جدا قياسا	الخلايا بدون	التوقف عن	
			بالطحالب	تغيير في	الحركة	
<i>Diatoma vulgare</i> Bory			الخطيبة	اغلفة واغشية	التوقف عن	
				وجدران	الحركة	
<i>Nitzschia acicularis</i> . (Greg.) Grunow				الخلايا	التوقف عن	
				الطحلبية	الحركة	
<i>N. sigma</i> (Ehr.) W. Smith					توقف	
					الحركة	

ان تأثير التيار الكهربائي المضاعف المستخدم لتنشيط الاحياء المجهرية يختلف من نوع الى اخر وكذلك من طور الى اخر ضمن النوع نفسه (Ortega,2011) حيث وجد الباحثين ان الطور الوغارتمي للخلايا اكثر تحسسا من طوري الاقلمة وطور الثبات (Hülshager,1983 و Barbosa,1999). ومن خلال شكل (1) يبين مدى تأثير المستويات المختلفة من الفولتية المستخدمة في التجربة للمجاميع الطحلبية المتمثلة بـ Chlorophyceae و Cyanophyceae و Bacillariophyceae وكانت الطحالب الخضراء أكثر الانواع الطحلبية تحسسا اتجاه التيار الكهربائي بينما انواع الطحالب الخضراء المزرقه كانت مقاومة للتيار لبعض الوقت متمثل بطحلب *Anabaena wisconsinensis* و *Chroococcus minor* و *Westielloopsis prolifica* ، أما انواع الطحالب الدايتومية كانت متحسسة بنسبة 100% ما عدا طحلب *Nitzschia sigma* في 1.5 و 3 فولت والشكل (1) يوضح ذلك .



شكل (1) تأثير المستويات المختلفة من الفولتية على مجاميع المجتمع الطحلي

أستخدم العديد من باحثين مواد تؤدي إلى موت أو خفض معدلات النمو للطحالب إلا أنها ذات ضرر بيئي كبير مثل استخدام مادة كبريتات النحاس والتي تؤدي إلى تمزق الجدار الخارجي للطحالب مع خروج المواد السامة للوسط البيئي بدون التأثير عليها وهذا خطر جدا من خلال الطحالب التي تحمل جينات لإفراز تلك السموم ومنها شعبة الطحالب الخضراء المزرقه ، وفي دراسة (الحسيني،2014) التي خفضت الكتلة الحيوية للطحالب باستخدام مادة برمنغنات البوتاسيوم وبدون تمزق للجدار الخارجي للطحالب ومن ضمنها الطحالب المنتجة للسموم هذا ما يؤمن سلامة البيئة المائية وبقية الاحياء ، وهذا ما يطابق الدراسة الحالية باستخدام مستويات الفولتية الكهربائية لتنشيط النمو الطحلي بدون ضرر بيئي ناتج عند عدم تمزق الجدار الخارجي للطحالب .

الاستنتاجات والتوصيات

1. القوة الكهربائية المستخدمة ضمن الدراسة الحالية (الفولتية الكهربائية) واطئة الكلفة وذات كفاءة عالية في خفض الكتلة الحية لمجتمع الطحالب المتسبب في الاضرار لمحطات المعالجة المختلفة .
2. عدم تمزق جدران الخلايا الطحلبية وخاصة الطحالب التي تمتلك السموم وهذا دليل على عدم التسبب بانتشار السموم وتركيزها بالوسط .
3. عملية ازالة الخلايا الحية للطحالب بلغت 100 % بوقت قصير جدا وبدون تكلفة مادية عالية .
4. أظهرت المعاملة بالقوة الكهربائية الى ترسيب الخلايا الطحلبية بصورة تامة نتيجة لموت الخلايا وفقدانها مظاهر الحياة وهذا جعلها سهلة الازالة من احواض المعالجة ضمن المنظومات .
5. التيار الكهربائي المستخدم للمعالجة غير ضار للانسان او الحيوان في حالة التعرض المباشر لها .
6. استخدام الدراسة الحالية ضمن منظومة تدخل في معالجة مياه الصرف الصحي والصناعي كونها تزيل الاحياء المجهرية وحتى تفكيك المركبات الكيميائية .
7. من الممكن ازالة وتحلل السموم الحيوية باستخدام القوة الكهربائية .
8. اجراء دراسات واسعة على كل الاحياء المجهرية والتي من ضمنها البكتيريا والفطريات والهائمات الحيوانية والفايروسات .
9. اختبار الدراسة الحالية في القضاء على الامراض السرطانية .

المصادر

الحسيني، أحمد عيدان و محمد، ايلاف سمير و كامل، رويدة فاهم .(2014). خفض إنتاجية الكلوروفيل من متخلف الطحالب بمادة برمنغنات البوتاسيوم . مجلة وزارة العلوم والتكنولوجيا .المجلد الخامس العدد الثاني .

REFERENCES

- [1] Alvarez I, Condon S, Raso J.(2006). Microbial inactivation by pulsed electric fields. In: Raso J, Heinz V, eds. *Food Pulsed Electric Fields Technology for the Food Industry, Fundamentals and Applications*. New York, NY: Springer:97-129.
- [2] Barbosa-Cánovas GV, Góngora-Nieto MM, (1999).Pothakamury UR, Swanson BG. *Preservation of Foods with Pulsed Electric Fields*.San Diego, Academic Press.
- [3] Desikachary, T.V. (1959). Cyanophyta. Indian Council of Agricultural Rese- arch New Dalhi. 686 pp.
- [4] Edward G. Bellinger. And David C. Sigeo. (2010). Freshwater Algae Identification and Use as Bioindicators. Printed in Great Britain by Antony Rowe, Ltd. Chippenham, Wilts.pp 285.
- [5] Felisberto, S.A. & Rodrigues, L. (2004). Periphytic Desmids in Corumba', Goiás, Brazil: Genus *Cosmarium Corda*. *Braz. J. Biol.*, 64 (1):1-2.
- [6] Feng C.P., Suzuri K., Zhao S.Y., Sugiura N., Shimada S., Maekawa T., (2004). Water Disinfection by Electrochemical Treatment, *Bioresour. Technol.* 94, 21–25.
- [7] Grahl T, Markl H. (1996).Killing of microorganisms by pulsed electric fields. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 45(1/2):148-157.
- [8] Heng,L.,Jun,N.,Wen-Jie,H and Guidai,L.(2009).Algae removal by Ultrasonic irradiation- Coagulation.*Desalination*.239, 191 – 197.
- [9] Hülshager H, Potel J, Niemann EG.(1983). Electric field effects on bacteria and yeast cells. *Radiation & Environmental Biophysics*. 22:149-162.
- [10] Lado BH, Yousef AE. Alternative food-preservation technologies: efficacy and mechanisms. *Microbes and Infection*.2002;4:433-440.
- [11] Marks R. E., ACAR Y. B., GALE R. J., OZSU-ACAR E.(2000). In-situ bioelectrokinetic remediation of contaminated soils containing hazardous mixed wastes in “Bioremediation of Contaminated Soils”. Edited by Wise, D.L., and D.J. Trantolo, Cichon J. E., Inyang H. I., Stottmeister U., Marcel Dekker, Inc., New York-Basel,.
- [12] Ortega-Rivas E. (2011).Critical Issues Pertaining to Application of Pulsed Electric Fields in Microbial Control and Quality of Processed Fruit Juices. *Food and Bioprocess Technology*. 4:631-645.
- [13] Petrusevski,B.,van Breemen A.N .and Alaerts,G.(1996).effect of permanganate pretreatment and Coagulation with dual Coagulants on algae removal in direct filtration.*J.Water Supply Res- Technol-AQUA*, 45,316-326.
- [14] Prescott, G.W. (1964). *the Fresh-Water Algae*. William, C. Brown Co., Publ. Dubuque, Iowa, 222 pp.
- [15] Sun B,Aye N.N,Gao Zy,Lv D.Zhuxm and Sato M.(2012).Characteristic of gas –liquid pulsed discharge plasma reactor and dye decoloration efficiency.*J. Environ . Sci*.24(5) 5-840.
- [16] Tamelander,J,Riddering L,Haag.F, and Matheickal J.(2010).Glo Ballast Partnerships Project Coordination unit / International maritime organization.4Albert Embankment ,London.SE1.7SR.United Kingdom and IUCN.BOOK.
- [17] Vacca A., Mascia M., Palmas S., Da Pozzo A., (2011). Electrochemical Treatment of Water Containing Chlorides under Non Ideal Flow Conditions with BDD Anodes, *J. Appl. Electrochem*. 41, 1087–1097.
- [18] Zhang.G., Zhang.P.,Wang.B. and Liu,H.(2003).Ultrasonic frequency effects on the removal of microcystis aeruginosa.*Ultrasonic Sonochemistry* .13,446-450.