

دراسة حول استخدام بعض الطحالب الدقيقة في معالجة مياه الفضلات المنزلية .

مهند حمد صالح الجبوري¹، جهاد نياح محل الجنابي¹، يوسف عبد الجبار اسماعيل²

¹قسم علوم الحياة، كلية التربية للعلوم الصرفة، جامعة تكريت، تكريت، العراق

²قسم علوم الحياة، كلية التربية، جامعة الموصل، الموصل، العراق

الملخص

تضمنت دراستنا الحالية تنمية خمسة أنواع من الطحالب الدقيقة والتي هي :- *Chlorella vulgaris*, *Chlorella sacchrophila*, *Botryococcus braunii*, *Scendesmus obliquus* و *Chlamydomonas reinhardtii* واستخدامها في معالجة مياه الفضلات المنزلية. وأظهرت النتائج ان للطحالب المدروسة القابلية على خفض معدل الملوثات في مياه الفضلات المنزلية ولجميع المحطات . إذ أظهرت النتائج ان اعلى نسبة انخفاض في قيم التوصيلية الكهربائية بلغت (31%) لدى استعمال طحلب *C. reinhardtii*, بينما أدنى نسبة (5%) سجلت لدى استعمال طحلب *C. sacchrophila*. واختلفت الطحالب المستخدمة في قابليتها على اختزال قيم الملوحة إذ سجلت اعلى نسبة انخفاض (21%) لدى استعمال طحلب *C. vulgaris*, بينما ادنى نسبة انخفاض بلغت (6%) وذلك لدى استعمال طحلب *C. sacchrophila*. أعلى نسبة ارتفاع في قيم الاس الهيدروجيني بلغت (30%) وذلك لدى استعمال طحلب *C. reinhardtii*, بينما ادنى نسبة ارتفاع (9.3%) سجلت لدى استعمال طحلب *C. sacchrophila*. كما سجلت نتائج الدراسة ان أعلى نسبة انخفاض في قيم القاعدية الكلية كانت (85%) لدى استعمال طحلب *C. reinhardtii*, بينما ادنى نسبة انخفاض (54%) سجلت لدى استعمال طحلي *C. vulgaris* و *C. sacchrophila*, أعلى نسبة انخفاض لقيم عسرة الكالسيوم والمغنيسيوم سجلت لدى استعمال طحلب *B. braunii* والتي كانت قيمها (75% و 58%) على التوالي, بينما ادنى نسبة انخفاض لقيم عسرة الكالسيوم بلغت(11%) لدى استعمال طحلب *C. vulgaris*, في حين سجلت ادنى نسبة انخفاض لعسرة المغنيسيوم (37%) لدى استعمال طحلب *S. obliquus*. أعلى نسبة انخفاض في قيم العسرة الكلية بلغت (66%) وذلك لدى استعمال *B. braunii*, بينما ادنى نسبة انخفاض بلغت (26%) سجلت لدى استعمال طحلب *C. vulgaris*. أعلى نسبة ارتفاع في قيم الاوكسجين المذاب بلغت (56%) وذلك لدى استعمال طحلب *C. reinhardtii*, بينما ادنى نسبة ارتفاع بلغت (36%) لدى استعمال طحلب *C. vulgaris*. المتطلب الحيوي للأوكسجين انخفضت قيمة إذ سجلت اعلى نسبة انخفاض (43%) لدى استعمال طحلب *S. obliquus*, بينما ادنى نسبة انخفاض بلغت (21%) لدى استعمال طحلب *C. vulgaris*. المغذيات المتمثلة بالنترات والفسفور بلغت اعلى نسبة انخفاض للنترات (64%) لدى استعمال طحلب *B. braunii*, في حين أن أدنى نسبة انخفاض (38%) سجلت لدى استعمال طحلب *C. sacchrophila*; أدنى نسبة انخفاض للفسفور بلغت (32%) لدى استعمال طحلب *C. vulgaris*, بينما أعلى نسبة انخفاض للفسفور سجلت (64%) لدى استعمال طحلب *S. obliquus*.

المقدمة

العلمية والعملية المتراكمة خلال ربع قرن على فعالية نظام المعالجة الحياتية وأفضليتها على المعالجات الفيزيائية والكيميائية على الرغم من تطورها وحدائتها، ويعزى ذلك إلى أن نظام المعالجة الحياتية يعد وسيلة طبيعية آمنة صحياً وفي الوقت ذاته زهيدة الثمن بسيطة التجهيز لا تشكل عبئاً مالياً أو فنياً يضاف لتكاليف الإنتاج، فضلاً عن ذلك فإن لنظام المعالجة الحياتية ميزة هامة جداً وهي أنه نظام عملي يعتمد على الكائنات الحية الدقيقة (البكتيريا والطحالب والفطريات والابتنديات) التي تستوطن هذه المياه وهذا ما يبرر الانتشار الواسع لأنواع أنظمة المعالجة في مدن العالم المتقدم بدأت فكرة استخدام زراعة الطحالب في عملية معالجة مياه الفضلات بحدود عام 1970. ان استخدام الطحالب في معالجة مياه الفضلات المنزلية يعتبر افضل أهمية من الطرق التقليدية المستخدمة في معالجة مياه الفضلات وذلك لكونها تكون (أكثر ربحاً وتتطلب طاقة منخفضة وتخفيض من الاشعاعات التي تسبب ارتفاع درجات الحرارة وتساعد في تخفيض تشكيل الاوحال وتنتج مواد كيميائية فعالة اقتصادياً) كما ويعتبر

مياه الفضلات المنزلية لها تأثير كبير على البيئة المائية وذلك بسبب الفضلات التي تحتويها والتي تسبب تغير في الصفات الطبيعية للبيئة المائية وبالتالي فإنها سوف تؤثر على الحياة النباتية والحيوانية وبالنهاية على الحياة الانسانية . يسبب التلوث الناتج عن مياه المجاري المنزلية قلق كبير وبالتالي اصبح مصعب اهتمام في جميع مجالات البحث الحديث [1]. ان اطلاق مياه المجاري المنزلية الغير معالجة الى مجرى الانهار يعتبر من الظواهر التقليدية المعروفة في العديد من بلدان العالم وبالتالي فهي تسبب مشاكل مشتركة للمياه السطحية والمياه الجوفية , يعتبر العراق احدي الدول التي تطلق مياه المجاري المنزلية الى مجرى الانهار بصور مباشرة قبل ان تتم معالجتها وذلك بسبب قلة محطات معالجة المياه [2].

تستخدم الطحالب الدقيقة (Microalgae) في المعالجة البيولوجية لمياه الفضلات المنزلية حيث تمتلك قابلية طبيعية على ازالة الكاربون العضوي والنتروجين والفسفور من المياه الملوثة، وقد أكد المختصين بعلوم الحياة والهندسة في مجال معالجة المياه من خلال الخبرات

جمع العينات المائية

جمعت العينات المائية موضوعة البحث من ثلاث محطات لمعالجة مياه الفضلات المنزلية، بأخذ عينة من كل محطة كل 20 يوماً. إذ تم جمع العينات من كل محطة من محطات المعالجة بعد إتمام عملية المعالجة الفيزيائية لمياه الفضلات للتخلص من المواد الصلبة العالقة فيها بوساطة قنن بلاستيكية محكمة الغلق، وتم تعقيم مياه العينات داخل محطة المعالجة بوساطة الأشعة فوق البنفسجية للتخلص من الأحياء المجهرية المتوافرة في مياه الفضلات جميعها، ويتم بعدها نقل العينات إلى المختبر وتعقيمها ثانية بوساطة جهاز الأوتوكليف؛ لعدم إبقاء أي نوع من الأحياء المجهرية ثم تم أخذ العينة بنسبة (25%) من مياه الفضلات المنزلية و(75%) من المياه المعقمة؛ إذ تم استعمال (1500مل) من الماء المقطر (Distill water) و(500مل) من مياه الفضلات المنزلية (Domestic wastewater) وإضافة (200 مل) من عينة الطحالب إليهما حسب نوع الطحلب؛ ليكون الحجم الكلي للعينة (2200 مل). وبعدها جرى إجراء الفحوصات الفيزيائية والكيميائية قبل استعمال الطحالب في المعالجة وبعد استعمالها في المعالجة إذ جرى إجراء الفحص كل ثلاثة أيام ولمدة تسعة أيام.

التحاليل الفيزيائية والكيميائية (Physical and chemical analysis):

التوصيلية الكهربائية والملوحة (Electrical conductivity and salinity):

تم قياس قابلية التوصيل الكهربائي والملوحة للماء في المختبر مباشرة باستعمال جهاز Benchtop meter وحيث عبر عن التوصيلية بوحدة (μs/cm)، بينما عبر عن الملوحة بوحدة (ppt).

الأس الهيدروجيني (pH):

قيس الأس الهيدروجيني للعينات مختبرياً بصورة مباشرة باستعمال جهاز قياس الأس الهيدروجيني pH meter يحتوي على قطب يوضع في أنبوبة الـ Photobioreactors وذلك بعد معايرته بالمحاليل القياسية ذات الأس الهيدروجيني 4 و7 و10.

القاعدية (Alkalinity):

قيست القاعدية لمياه الفضلات المنزلية في المختبر وذلك باستخدام جهاز HANNA اوري المنشأ وذلك بعد تصفير الجهاز واستخدام كاشف HI 93755-0 اللازم لتحديد قيمة القاعدية وذلك حسب طريقة العمل الموضحة في [6] وعبر عن النتائج بوحدة ملغم /لتر.

عسرة الكالسيوم (Calcium hardness):

تم قياس مقدار ايونات الكالسيوم للعينات في المختبر بواسطة جهاز HANNA اوري المنشأ وذلك بعد تصفير الجهاز واستخدام كل من كاشف HI 93720A-0، HI 93720B-0، و HI 93720C-0 اللازمة لتحديد قيمة عسرة الكالسيوم وذلك حسب طريقة العمل الموضحة في [6] وعبر عن النتائج بوحدة ملغم /لتر.

استخدام الطحالب في المعالجة من التقنيات الفعالة ومصدر من مصادر الوقود المستخرج [3].

المواد وطرائق العمل

محطات الدراسة. Studied stations.

جميع محطات معالجة مياه الفضلات المنزلية التي تم اخذ العينات منها تقع في مقاطعة (Nova Scotia) الكندية والتي تقع في الجزء الجنوبي الشرقي من كندا وعاصمتها مدينة Halifax واهم مدنها هي Dartmouth, Halifax, و Truro (الصورة 1)، إذ يتم جمع مياه الفضلات المنزلية ومياه الامطار في هذه المحطات. تم دراسته الخصائص الفيزيائية والكيميائية لمياه الفضلات قبل وبعد استعمال الطحالب وذلك بقياس العوامل الفيزيائية والكيميائية للعينات كل ثلاثة ايام ولمدة تسعة ايام لكل نوع من انواع الطحالب الدقيقة.



الصورة (1) خارطة لمقاطعة Nova scotia الكندية وتبين محطات جمع العينات

عزلات الطحالب المستعملة في الدراسة

تم الحصول على عزلات نقية بمقدار 10مل من كل من C. braunii و C. reinhardtii من المركز الكندي للدراسات البيئية. بعد ذلك نقلت عزلات الطحالب المختلفة إلى الاوساط السائلة الملائمة لتنمية الطحالب المختلة اذ استخدم وسط Bold's Basal Medium و C. vulgairs و C. saccharophila و S. obliquus [4]. في حين استخدم وسط Bold's Basal Medium with 3fold Nitrogen and Vitamins High Salt Medium و B. braunii، بينما استعمل وسط السائل لتنمية C. reinhardtii [5] في دوارق زجاجية حجم 250 مل، يحتوي كل دورق على 100مل من الوسط اضيف اليه 10 مل من العزلة الطحلبية، وتركت لتنمو بدرجة حرارة 25 م°، وبعد فترة أسبوع تكون الطحالب قد نمت بشكل جيد، بعدها تم نقلها الى دوارق مخروطية سعة 1000مل وضع فيها بحدود 700مل من الوسط و100مل من عينات الطحالب وتركت لمدة اسبوع لتنمو بعدها تم استخدامها في عمليات المعالجة.

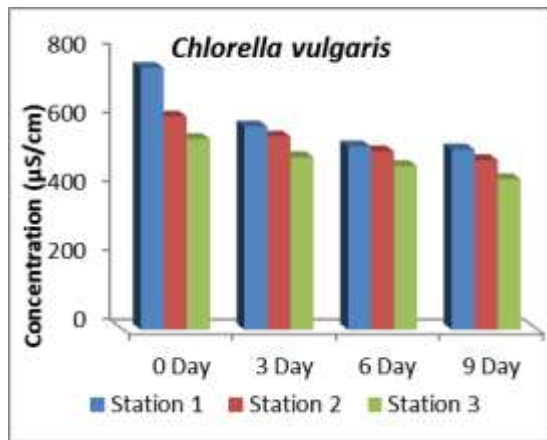
النتائج والمناقشة

Electrical conductivity and التوصيلية الكهربائية والملوحة (salinity)

التوصيلية الكهربائية هي مقياس لقابلية الماء على إيصال التيار الكهربائي وهذه تعتمد على المواد الصلبة الذائبة وعلى كمية الأملاح الذائبة في الماء وعدد تكافؤها ودرجة حرارة الماء ، ونظراً لأن الأيونات الموجودة في الماء تقوم بنقل الشحنة الكهربائية فإن العلاقة مباشرة بين كمية ونوعية الأملاح المذابة وقيمة التوصيل الكهربائي ويسبب هذه العلاقة يمكن استخدام التوصيلية الكهربائية بوصفها مقياساً تقريبياً للأملاح الذائبة في الماء [9].

نلاحظ من خلال نتائج دراستنا الحالية ان اعلى نسبة اختزال في قيم التوصيلية الكهربائية بلغت (31%) في المحطة الاولى لدى استخدام *C. vulgaris* (الشكل 1)، بينما ادنى نسبة اختزال سجلت في المحطة الثانية لدى استعمال *C. sacchrophila* والتي كانت (5%) (الشكل 2)، في حين سجلت اعلى نسبة انخفاض للملوحة من مياه الفضلات (21%) وذلك في المحطة الثالثة لدى استعمال *C. vulgaris* (الشكل 3)، بينما ادنى نسبة انخفاض بلغت (5%) والتي سجلت في المحطة الثانية لدى استعمال *C. Sacchrophila* (الشكل 4).

من خلال النتائج نلاحظ بان للطحالب قدرة على معالجة مياه الفضلات وتخفيض قيم التوصيلية الكهربائية وقيم الأملاح المذابة في الماء ، وبما ان التوصيلية الكهربائية تعبر عن مجموعة من الايونات الموجبة والسالبة والأملاح المذابة في الماء والتي قد تشمل (NO_3^- ، NO_2^- ، Ca^{+2} ، Mg^{+2} ، PO_4^{-2} ، CO_3^{-2} و HCO_3^{-}) وهذه تعتبر عناصر مغذية تستخدمها الطحالب لأغراض التغذية والنمو وبذلك تعمل الطحالب على خفض نسبة هذه العناصر والايونات في الماء وبالتالي هذا يؤدي الى خفض نسبة التوصيلية الكهربائية والملوحة في الماء [10].



الشكل (1) التغير في قيم التوصيلية الكهربائية

عسرة المغنيسيوم (Magnesium hardness) :

تم قياس مقدار ايونات الكالسيوم للعينات في المختبر بواسطة جهاز HANNA اوري المنشأ وذلك بعد تصفير الجهاز واستخدام كل من الكواشف HI 93719B-0 ، HI 93719A-0 و HI 93719C-0 و HI 93719D-0 اللازمة لتحديد قيمة عسرة الكالسيوم وذلك حسب طريقة العمل الموضحة في [6] وعبر عن النتائج بوحدة ملغم /لتر .

العسرة الكلية (Total hardness) :

أُتبعَت الطريقة المعتمدة من قبل [7] في تقدير العسرة الكلية باتخاذ طريقة EDTA ، إذ تم أخذ (50 مل) من ماء العينة وأضيف إليها (0.5 مل) من المحلول المنظم، وبعد ذلك تمت إضافة بعض قطرات من دليل (Erichrom black T) فيصبح اللون بنفسجياً وتم التسحيح مع محلول EDTA بتركيز (0.05 N) لحين تحول اللون إلى الأزرق ، وتحسب كمية العسرة الكلية حسب القانون الآتي الذي يمثل العسرة الكلية لماء العينة بدلاله وحدات ملغرام كاربونات الكالسيوم لكل لتر .

$$\text{Total Hardness} = \frac{V_{\text{EDTA}} \times N_{\text{EDTA}} \times 1000 \times \text{Mole-wt as CaCO}_3}{V_{\text{Sample}} \times 2}$$

الأوكسجين الذائب والمتطلب الحيوي للأوكسجين (B.O.D) :

تم قياس الأوكسجين الذائب والمتطلب الحيوي للأوكسجين في الماء في المختبر بصورة مباشرة وذلك باستعمال جهاز AB40 Dissolved oxygen meter وذلك بعد تصفير الجهاز بواسطة الكاشف المناسب ومن ثم يتم وضع القطب في العينة وبهذا يتم قياس كمية الأوكسجين المذاب والمتطلب الحيوي للأوكسجين في الماء وعبر عن الناتج بـ ملغم/لتر.

النترات (Nitrate) :

تم قياس مقدار النترات الموجود في الماء للعينات في المختبر بواسطة جهاز HANNA اوري المنشأ وذلك بعد تصفير الجهاز واستخدام كاشف HI 93728-0 اللازم لتحديد قيمة النترات وذلك حسب طريقة العمل الموضحة في [6] وعبر عن النتائج بوحدة ملغم /لتر .

الفسفور (Phosphorus) :

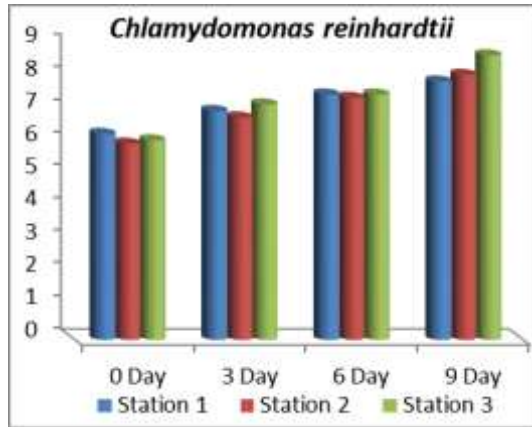
تم تحديد كمية الفسفور الموجودة في الماء وذلك بواسطة استعمال جهاز HANNA اوري المنشأ ذلك بعد تصفير الجهاز واستخدام كل من كاشف HI 93706A-0 و HI 93706B-0 التي تلزم لتحديد قيم الفسفور وذلك حسب طريقة العمل الموضحة في [6] وعبر عن النتائج بوحدة ملغم /لتر .

التحليل الاحصائي (Statistical analysis) :

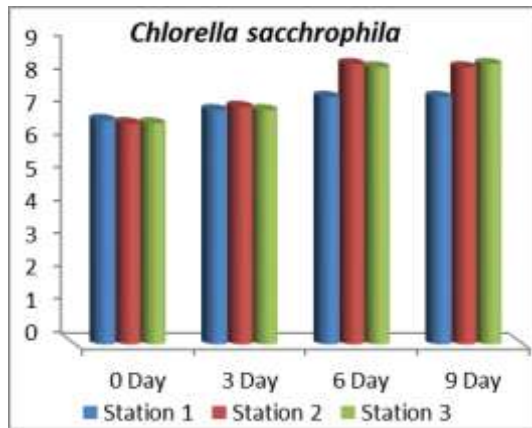
حللت نتائج الدراسة الحالية بالنسبة للخصائص الفيزيائية والكيميائية وذلك برنامج التحليل الاحصائي [8].

الاس الهيدروجيني للماء [11]. تستهلك الطحالب ثنائي اوكسيد الكربون لغرض القيام بعملية التركيب الضوئي فترتفع قيمة pH في النهار ، كما أن الاحياء المجهرية المحللة وبقية الاحياء تستهلك الاوكسجين وتطلق ثنائي اوكسيد الكربون بعملية التنفس Respiration فتتخفض قيمة pH. وبهذا تعتمد قيمة الاس الهيدروجيني بالدرجة الاساس على التوازن ما بين العمليتين البناء الضوئي والتنفس ، بالإضافة الى التفاعلات الكيماوية الاخرى التي تحصل في البيئة المائية كتفاعلات الاكسدة والاختزال [12].

من خلال النتائج نلاحظ ان اعلى نسبة ارتفاع في قيم الاس الهيدروجيني كانت (30%) والتي سجلت في المحطة الثالثة لدى استعمال *C. reinhardtii* (الشكل 5)، بينما ادنى نسبة ارتفاع في قيم الاس الهيدروجيني بلغت (9.3%) والتي سجلت في المحطة الاولى عند المعالجة بـ *C. sacchrophila* (الشكل 6).



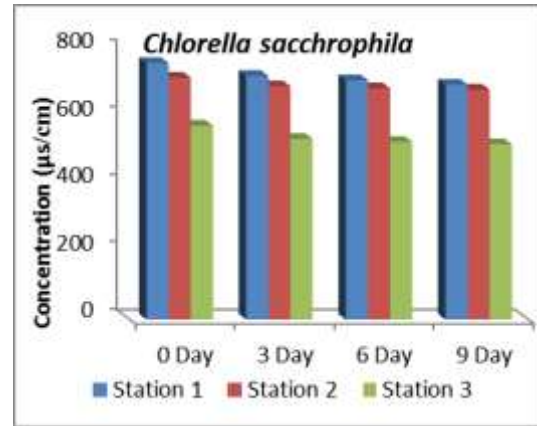
الشكل (5) التغير في قيم الاس الهيدروجيني خلال مدة المعالجة



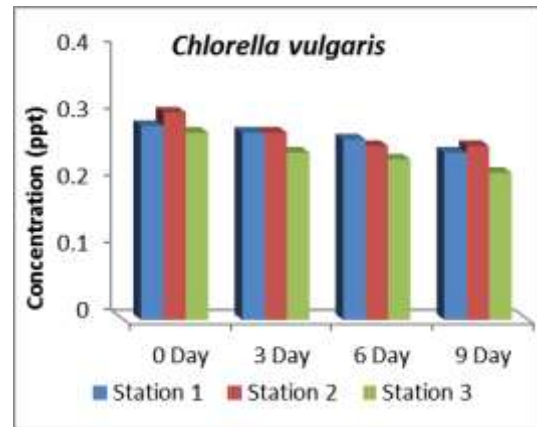
الشكل (6) التغير في قيم الاس الهيدروجيني خلال مدة المعالجة

نلاحظ من خلال النتائج لجميع المعاملات ولجميع الطحالب وجود ارتفاع تدريجي في الاس الهيدروجيني الذي تراوح بين (6-8.8) أي ان للطحالب الدقيقة القابلية على رفع قيم الاس الهيدروجيني وتحويل الوسط من الحامضي الى القاعدي هذا ربما يعزى إلى عملية البناء الضوئي التي تقوم بها الطحالب [13].

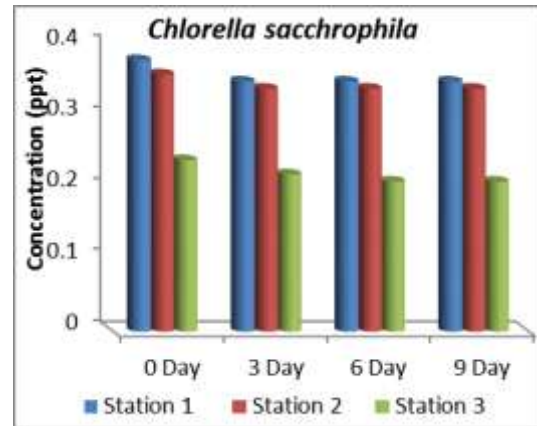
دلت نتائج التحليل عدم وجود فروق معنوية بين كل من *C. sacchrophila* و *C. vulgaris* و *S. obliquus* و *B.*



الشكل (2) التغير في قيم التوصيلية الكهربائية



الشكل (3) التغير في قيم الملوحة خلال مدة المعالجة



الشكل (4) التغير في قيم الملوحة خلال مدة المعالجة

أظهرت نتائج التحليل الاحصائي عدم وجود فروق معنوية بين *B. braunii* و *S. obliquus* ، *C. reinhardtii* بينما أظهرت النتائج ان هناك فروق معنوية بين هذه الطحالب وطحلي *C. vulgaris* و *sacchrophila* في حين لم تظهر النتائج أي فروق معنوية بين *C. vulgaris* و *C. sacchrophila* .
الاس الهيدروجيني (pH) :

يعتبر الرقم الهيدروجيني من العوامل المهمة والمؤثرة في جوانب عديدة منها تأثيره في نمو الاحياء وبصورة خاصة في نمو الطحالب، اذ يعتمد نشاط الاحياء المجهرية والطحالب بصورة خاصة على مقدار

فروق معنوية بين كل من *B. obliquus*, *C. vulgaris*, *B. braunii* و *C. reinhardtii*. بينما اشارت الى وجود فروق معنوية بين كل من *C. vulgaris* و *C. sacchrophila* من جهة و *S. obliquus*, *B. braunii* و *C. reinhardtii* من جهة اخرى.

عسرتا الكالسيوم والمغنيسيوم (Calcium and magnesium hardness) :

يعتبر عنصر الكالسيوم والمغنيسيوم السبب الرئيس المكون لعسرة الماء بالرغم من وجود عناصر فلزية اخرى مثل الحديد والالمنيوم والزنك والمنغنيز والسترونتيوم ، يعدّ عنصر الكالسيوم من العناصر الشائعة في الماء والذي يعتبر من المغذيات التي تحتاجها النباتات والأحياء المائية بكميات قليلة وله القابلية على اختزال قابلية ذوبان ثنائي اوكسيد الكاربون في الماء ، أما المغنيسيوم فإنه يوجد بكميات أقل من الكالسيوم بصورة دائمة وذلك لقابليته على الترسب بكميات كبيرة [17]. يوجد المغنيسيوم في المياه الطبيعية ويكثر وجوده في مياه العيون المعدنية والبحار وله تأثير على صحة الإنسان إذا زاد تركيزه في الماء عن الحد المسموح به وهو ضروري للاستعمال الزراعي فهو من العناصر الضرورية لنمو النباتات وتكوين الكلوروفيل إلا أن لزيادة تركيز هذين الأيونين تأثيراً سلبياً على صلاحية الماء للاستخدامات المختلفة [10].

من خلال النتائج نلاحظ بان للطحالب قابلية كبيرة على اختزال قيم عسرة الكالسيوم والمغنيسيوم حيث سجلت اعلى نسبة انخفاض لعسرة الكالسيوم (75%) في المحطة الاولى لدى استعمال *B. braunii* (الشكل 9)، بينما ادنى نسبة انخفاض سجلت في المحطة الاولى لدى استعمال *C. vulgaris* (11%) (الشكل 10)؛ اما بالنسبة لعسرة المغنيسيوم فقد سجلت اعلى نسبة اختزال لقيمها (58%) وذلك في المحطة الاولى لدى استعمال *B. braunii* (الشكل 11)، في حين ادنى نسبة اختزال سجلت في المحطة الاولى بقيمة (37%) وذلك لدى استعمال *S. obliquus* (الشكل 12).

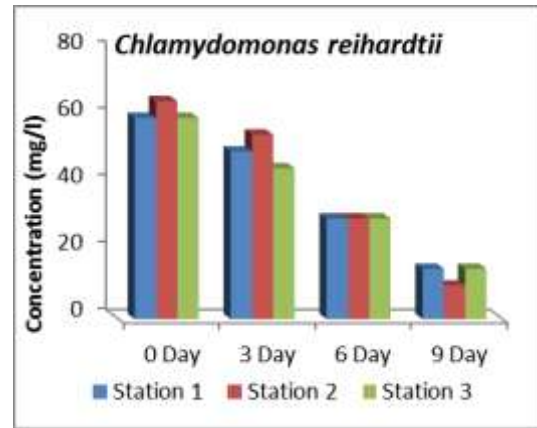
ان الزيادة في أعداد الطحلب نتيجة نموها قد تعمل على ترسيب كربونات الكالسيوم التي بدورها أدت إلى تقليل عسرة الكالسيوم الماء وذلك بسبب استعمال الطحلب الدقيقة غاز CO₂ نصف الذائب في عملية البناء الضوئي ونتيجة لذلك تزداد قيم الأس الهيدروجيني الذي بدوره يساعد في ترسيب كربونات الكالسيوم ولهذا تنخفض قيم العسرة [18]. كما تعمل الطحالب على خفض قيم عسرة المغنيسيوم وقد يعود سبب ذلك الى استخدام الطحالب الدقيقة ايونات المغنيسيوم في بناء صبغة الكلوروفيل فزيادة نمو الطحالب تؤدي الى زيادة في تكوين صبغة الكلوروفيل وهذا بدوره يؤدي الى زيادة استهلاك ايونات المغنيسيوم والتي تعتبر الذرة المركزية للكلوروفيل وبالتالي تنخفض قيم ايونات المغنيسيوم والتي تؤدي الى خفض قيم عسرة المغنيسيوم [19]. إضافة الى ذلك تعمل الطحالب الدقيقة على استخدام ايونات الكالسيوم والمغنيسيوم والتي تعتبر كعناصر مغذية تستخدمها الطحالب للتغذية

braunii , بينما سجلت فروق معنوية بين هذه الطحالب و *C. reinhardtii*.

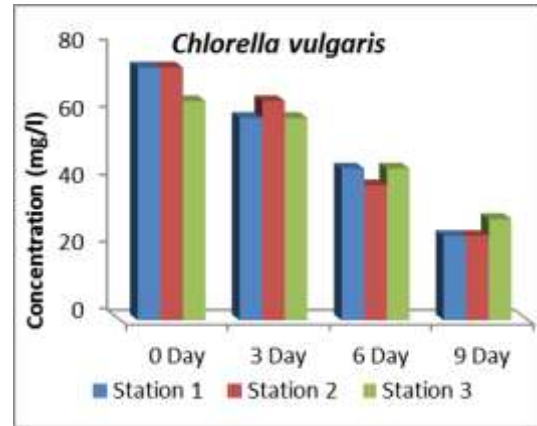
القاعدية (Alkalinity) :

القاعدية هي مقدار ما يحتويه الماء من ايونات البيكربونات و الكربونات والهيدروكسيد وتعمل لمعرفة صلاحية الماء للاستخدام لأغراض مختلفة وتعتبر احدى دلائل التلوث [14]. وقد تعزى إلى وجود أملاح الحوامض والقواعد الضعيفة والقوية فضلاً على أملاح أخرى تؤثر فيها كأملاح حامض اليوريك والسليكات وأحماض عضوية أخرى مثل حامض الدبال التي تزيد من قاعدية الماء [15].

أظهرت النتائج في الدراسة الحالية حدوث انخفاض للقاعدية إذ بلغت اعلى نسبة اختزال للقاعدية (85%) وذلك في المحطة الثانية لدى استعمال *C. reinhardtii* (الشكل 7)، بينما ادنى نسبة اختزال سجلت لدى استعمال *C. vulgaris* والتي بلغت (54%) (الشكل 8).

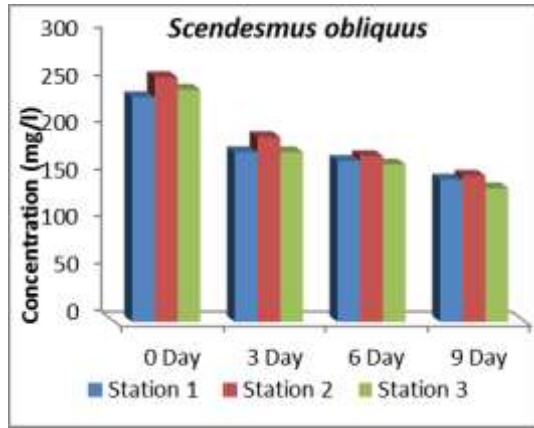


الشكل (7) التغير في قيم القاعدية خلال مدة المعالجة



الشكل (8) التغير في قيم القاعدية خلال مدة المعالجة

نلاحظ من خلال هذه النتائج أن الطحالب لها القابلية على خفض القاعدية من خلال تكوين كربونات الكالسيوم بواسطة عملية (Calcification) وكذلك استهلاك الطحالب لغاز ثنائي اوكسيد الكاربون CO₂ الموجود في الماء الضروري لعملية البناء الضوئي (Photosynthesis) وبذلك تنخفض القاعدية [65]. دلت نتائج تحليل البيانات احصائياً عدم فروق معنوية عند مستوى معنوية بين طحلي *C. vulgaris* و *C. sacchrophila* ، وكذلك عدم وجود



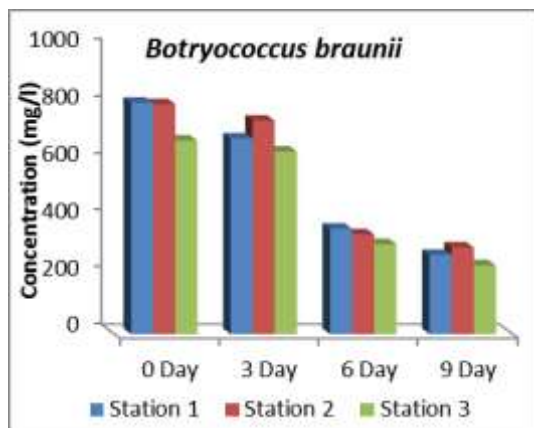
الشكل (12) التغير في قيم عسرة المغنيسيوم خلال مدة المعالجة

نتائج التحليل الاحصائي لبيانات كل من عسرة الكالسيوم والمغنيسيوم أظهرت عدم وجود فروق معنوية بين كل من طحلي *C. vulgaris* و *S. obliquus* وكذلك بين كل من *C. sacchrophila* و *C. reinhardtii*, بينما كشفت عن وجود فروق معنوية بين *C. vulgaris* و *C. sacchrophila* و *B. braunii*, كما أظهرت النتائج وجود فروق معنوية بين *S. obliquus* و *C. sacchrophila* و *B. braunii*.

العسرة الكلية (Total Hardness) :

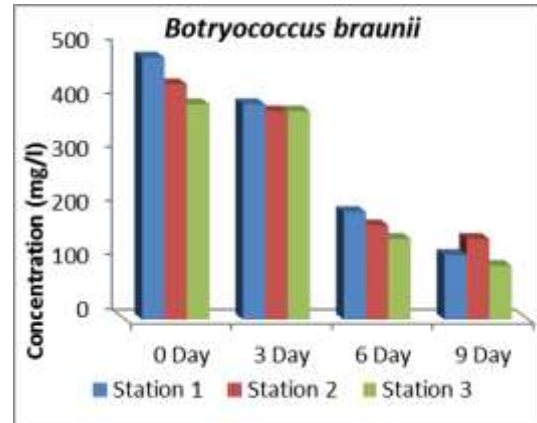
العسرة الكلية هي تعبير عن التركيز الكلي للعديد من الأيونات الموجبة خاصة أيونات الكالسيوم والمغنيسيوم [20]. ويعد قياس العسرة الكلية للماء بانها من الأمور المهمة التي تحدد مدى ملائمة الماء للاستخدامات المختلفة وتعتبر احدى مؤشرات تلوث الماء وهي لا تتسبب من تأثير مادة واحدة ولكن بوساطة مختلف الأيونات المعدنية المتعددة التكافؤ مثل أيونات الكالسيوم والمغنيسيوم الموجبة التي تعد الأيونات السائدة فضلاً على أيونات موجبة أخرى مثل الباريوم والحديد والمنغنيز والزنك تشارك في جعل الماء عسراً [21].

بينت نتائج دراستنا الحالية ان اعلى نسبة اختزال لقيم العسرة الكلية بلغت (66%) وذلك في المحطة الثانية لدى استعمال *B. braunii* (الشكل 13)، بينما ادنى نسبة اختزال سجلت في المحطة الاولى لدى استعمال *C. vulgaris* وقيمة بلغ مقدارها (26%) (الشكل 14).

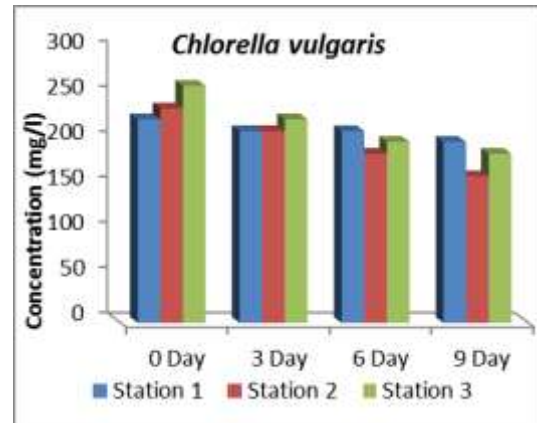


الشكل (13) التغير في قيم العسرة الكلية خلال مدة المعالجة

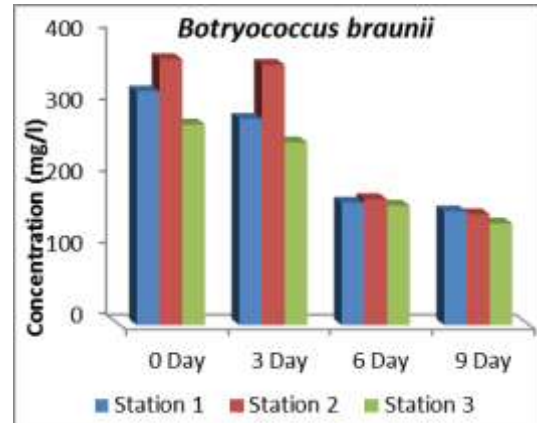
والنمو وبالتالي تنخفض قيم هذه العناصر مما يسبب الى خفض قيم عسرة الكالسيوم والمغنيسيوم [10].



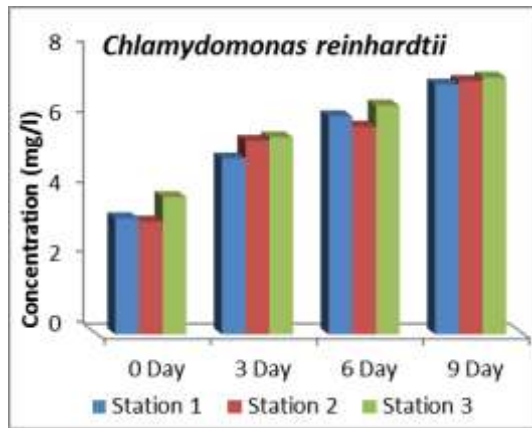
الشكل (9) التغير في قيم عسرة الكالسيوم خلال مدة المعالجة



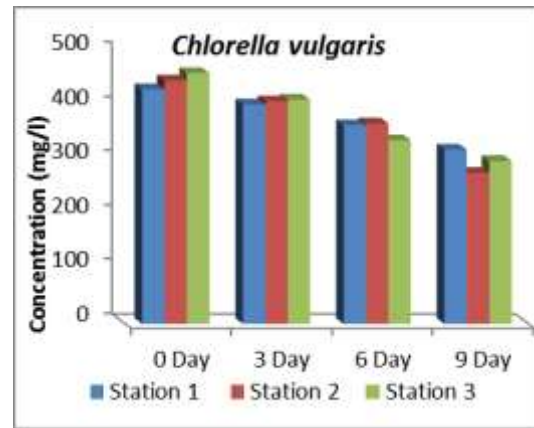
الشكل (10) التغير في قيم عسرة الكالسيوم خلال مدة المعالجة



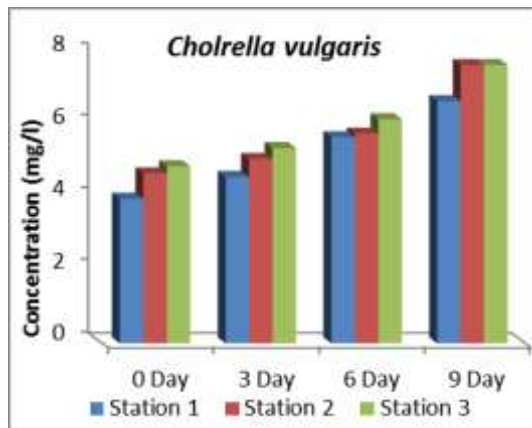
الشكل (11) التغير في قيم عسرة المغنيسيوم خلال مدة المعالجة



الشكل (15) التغير في قيم الأوكسجين المذاب خلال مدة المعالجة



الشكل (14) التغير في قيم العسرة الكلية خلال مدة المعالجة



الشكل (16) التغير في قيم الأوكسجين المذاب خلال مدة المعالجة

ان زيادة نمو الطحالب اثناء معالجة مياه الفضلات المنزلية في الانظمة المغلقة أدت إلى انخفاض العسرة الكلية من وبشكل كبير وهذه الزيادة في أعداد الطحلب قد تكون هي التي شجعت على ترسيب كربونات الكالسيوم التي بدورها أدت إلى تقليل عسرة الماء لأن الطحلب استعمل CO₂ نصف الذائب في عملية البناء الضوئي وهذا يؤدي إلى زيادة الأس الهيدروجيني الذي بدوره يساعد في ترسيب كربونات الكالسيوم [22].

كشفت نتائج التحليل الاحصائي على عدم وجود فروق معنوية بين طحلي *C. vulgaris* و *C. reinhaedtii* من جهة و *S. obliquus* و *B. braunii* من جهة اخرى , في حين لم تسجل أي فروق معنوي بين *C. vulgaris* , *C. sacchrophila* , *S. obliquus* و *B. braunii* .

الايوكسجين المذاب (Dissolved oxygen) :

يعد الأوكسجين المذاب احد اهم المعايير التي تحدد مدى صلاحية وتلوث الماء، اذ يمكن من خلال معرفة تركيزه في الماء التنبؤ بحالة ذلك المصدر المائي فيما يتعلق بمدى صلاحيته لدعم الحياة المائية . يعد الأوكسجين أحد اهم الغازات الحيوية الذائبة في الماء إذ تكمن أهميته في كونه منظماً للأفعال الحيوية، وهو من بين العوامل الكيميائية الأكثر حرجاً في البيئة المائية وذلك لأن معظم الكائنات الحية باستثناء الأشكال اللاهوائية تحتاج إلى الأوكسجين في عملية التنفس [23].

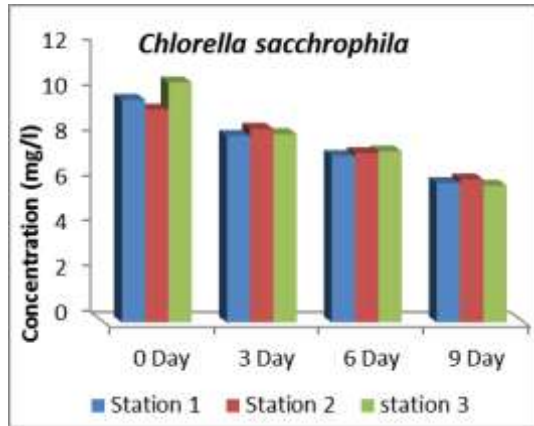
بينت نتائج دراستنا الحالية ان للطحالب القابلية على رفع قيم الأوكسجين المذاب في الماء , اذ سجلت اعلى نسبة ارتفاع في قيم الأوكسجين المذاب (56%) في المحطة الثانية عند استعمال *C. reinhardtii* (الشكل 15), بينما أدنى نسبة ارتفاع سجلت في المحطة الثالثة لدى استعمال *C. vulgaris* وقيمة بلغت (36%) (الشكل 16) .

أظهرت نتائج الدراسة الحالية بان للطحالب قابلية على زيادة قيم الأوكسجين المذاب في الماء بسبب كونه احد النواتج الرئيسية لعملية البناء الضوئي والتي تؤدي الى اختزال كمية ثنائي اوكسيد الكربون وزيادة كمية الأوكسجين والتي قد تؤدي الى اختزال نسبة تلوث الماء [24].

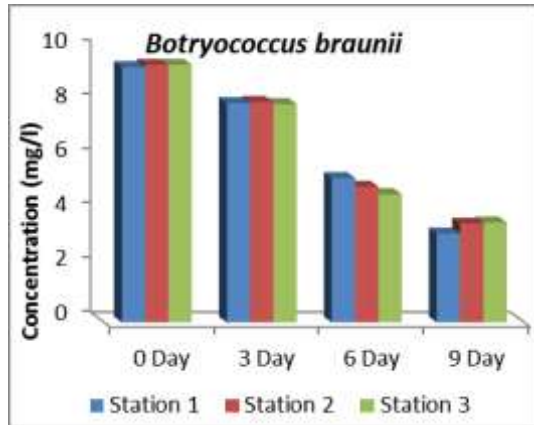
المتطلب الحيوي للأوكسجين (Biological oxygen demand) :
المتطلب الحيوي للأوكسجين يمثل كمية الأوكسجين التي تحتاجها الاحياء المجهرية الهوائية المتواجدة في البيئة المائية لغرض تحليل المادة العضوية مما يؤثر سلباً في نوعية هذه المياه، اي ان ارتفاع قيمة هذا المؤشر يدل على وجود تلوث عضوي [25].

أظهرت النتائج بان للطحالب قدرة على اختزال قيم المتطلب الحيوي للأوكسجين مياه الفضلات اثناء معالجتها اذ سجلت اعلى نسبة انخفاض (43%) وذلك في المحطة الثالثة لدى استعمال *S. obliquus* (الشكل 17), بينما سجلت ادنى نسبة انخفاض للمتطلب الحيوي للأوكسجين (21%) سجلت في المطحة الثالثة ايضاً لكن عند استعمال *C. vulgaris* (الشكل 18).

سجلت في المحطة الاولى عند استعمال *B. braunii* وبقية بلغت (%64) (الشكل 20) .



شكل (19) التغير في قيم النترات خلال مدة المعالجة

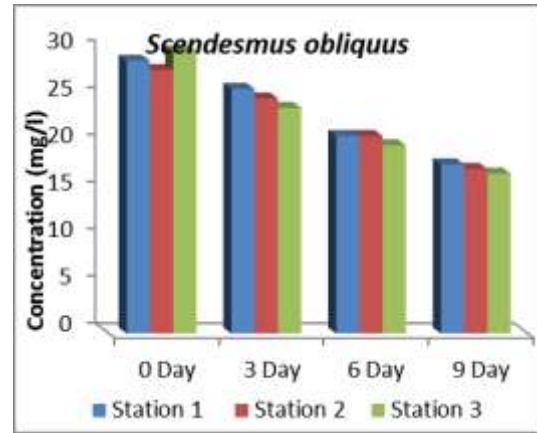


شكل (20) التغير في قيم النترات خلال مدة المعالجة

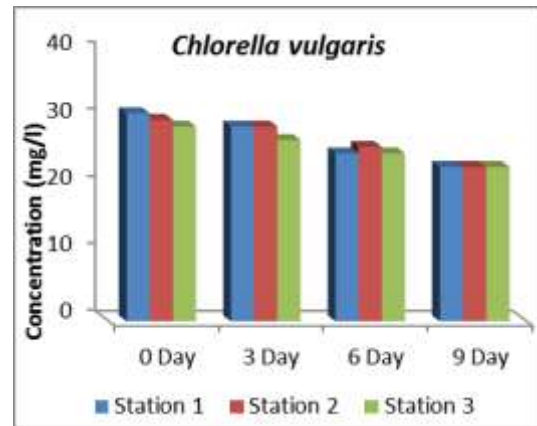
نلاحظ من خلال النتائج بان للطحلب الدقيقة قابلية كبيرة على اختزال قيم النترات من مياه الفضلات المنزلية وذلك بسبب استخدامها في عملية التغذية والنمو [27]. يمكن استخدام الطحالب الدقيقة في معالجة مياه الفضلات المنزلية وذلك لقابليتها على اختزال النترات [28]. وبهذا يمكن استخدام الطحالب الدقيقة في المعالجة الثالثة لمياه الفضلات بسبب قابليتها على ازالة المواد المغذية الموجودة في مياه الفضلات وتعتبر احدى الطرق الرئيسية في المعالجة لقلّة تكاليفها [29].

الفسفور الكلي (Total Phosphorus) :

يعدّ الفسفور احد العوامل المحددة في مواطن المياه العذبة ويعتبر من أهم المغذيات التي تستخدمها الطحالب اثناء نموها, يعتمد تركيز الفسفور على طبيعة وكمية المخلفات المنزلية المطروحة وعلى طبيعة الأرض المحيطة وكثافة الهائمات النباتية. يعتبر الفسفور من محددات النمو الرئيسية فهو يستعمل من قبل الهائمات النباتية والنباتات المائية الأخرى التي توجد في الأنهار والبحيرات وزيادة تركيزه تسبب ظاهر الإثراء الغذائي eutrophication والتي تؤدي إلى نمو مفرط مما يسبب نقص كبير في تركيز الأوكسجين المذاب مما يسبب قتل الأسماك والكائنات المائية [30].



الشكل (17) التغير في قيم BOD خلال مدة المعالجة

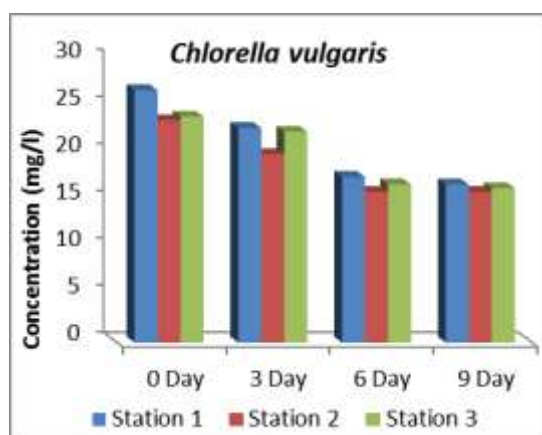


الشكل (18) التغير في قيم BOD خلال مدة المعالجة

نلاحظ من خلال النتائج ان للطحالب الدقيقة القابلية على اختزال قيم المتطلب الحيوي للأوكسجين وذلك بسبب قيامها بعملية البناء الضوئي والتي من خلالها يتم زيادة نسبة الأوكسجين المذاب في الماء والذي بدوره يساعد على تحليل المواد العضوية وخفض نسبة المتطلب الحيوي للأوكسجين وكذلك قد تقوم الطحالب باستخدام بعض المواد العضوية في عمليات التغذية وهذا ما يؤدي الى اختزال قيم المتطلب الحيوي للأوكسجين وبذلك نستنتج بان للطحالب الدقيقة قدرة كبيرة على معالجة مياه الفضلات المنزلية وتخفيض قيم المتطلب الحيوي للأوكسجين [22].

النترات (Nitrate) :

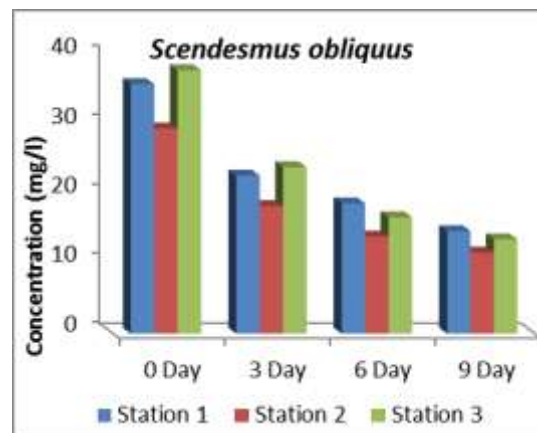
تعتبر النترات احدى اهم مصادر النتروجين الذي يكون له تأثير قوي على العمليات الايضية والنمو التي تحدث في الطحالب, وهي احدى اشكال النتروجين الموجودة في الماء والاكثر وفرة من الاشكال الأخرى وذلك بسبب تحول الصيغ الأخرى الى نترات , فالأمونيا هي احد اشكال النتروجين الموجودة في الماء اضافة الى النتريت والنتروجين العضوي . فالأمونيا عبارة عن غاز سرعان ما يتطاير ويخرج من الماء او يتأكسد الى نترات والذي يحد ذاته يتأكسد الى نترات [62] ادنى نسبة اختزال للنترات بلغت(38%) سجلت في المحطة الثانية عند استعمال *C. sacchrophila* (الشكل 19) , بينما اعلى نسبة اختزال



الشكل (22) التغير في قيم الفسفور خلال مدة المعالجة

نلاحظ من خلال النتائج ان تراكيز الفسفور كانت عالية جداً وقد تعزى هذه الزيادة إلى مواد التنظيف الحاوية على نسبة من الفوسفات وكذلك بسبب غسيل الارصفة والشوارع والتي تؤدي ايضاً الى زيادة تركيز الفسفور وبينت النتائج ان للطحالب قدرة كبيرة على اختزال قيم الفسفور وذلك بسبب استخدامها في عمليات التغذية والنمو [31].

تبين النتائج ان للطحالب قدرة كبيرة على اختزال قيم الفسفور والفوسفات اذ بلغت اعلى نسبة اختزال للفسفور (64%) وذلك في المحطة الثالثة لدى استعمال *S. obliquus* (الشكل 21)، بينما ادنى نسبة اختزال للفسفور سجلت في المحطتين الثانية والثالثة لدى استعمال *C. vulgaris* وبنسبة بلغت (32%) (الشكل 22).



الشكل (21) التغير في قيم الفسفور خلال مدة المعالجة

جدول يبين النسبة المئوية للاختزال لبعض الملوثات من مياه الفضلات المنزلية بواسطة الطحالب الدقيقة

<i>C. reinhardtii</i>			<i>B. braunii</i>			<i>S. obliquus</i>			<i>C. vulgaris</i>			<i>C. sacchrophila</i>			الفحوصات
النسب المئوية % للمعالجة			النسب المئوية % للمعالجة			النسب المئوية % للمعالجة			النسب المئوية % للمعالجة			النسب المئوية % للمعالجة			
S3	S2	S1	S3	S2	S1	S3	S2	S1	S3	S2	S1	S3	S2	S1	
17	13	13	18	13	6	23	26	27	21	26	31	10	5	8	E.C
13	12	7	7	12	7	13	13	7	21	16	14	13	6	8	Salinity
75	85	75	79	70	58	79	80	75	54	67	67	69	54	64	Alkalinity
30	26	20	26	27	18	26	27	18	27	29	21	21	20	9.3	PH
58	49	55	73	66	75	68	54	60	67	54	11	31	29	32	Ca. Har
50	50	55	49	58	58	43	40	37	44	45	42	53	40	46	Mg. Har
61	44	59	65	62	66	56	48	49	35	38	26	43	35	39	T.H
47	56	54	49	46	49	44	39	51	36	39	40	43	45	52	D.O
35	39	34	26	34	22	43	38	38	21	23	26	25	23	28	B.O.D
61	53	57	57	59	64	59	53	56	62	53	49	46	38	43	NO ₃
60	59	57	58	56	54	64	60	59	32	32	37	41	47	46	P

المصادر

- 1- Mishra, F. K. P. (2012). Characterization of sewage and design of sewage treatment plant. Dep. Civil Eng., National Institute of Technology, Rourkela.
- 2- APEGBC (Association of Professional Engineers and Geoscientists British Columbia). (2013). Professional Practice Guidelines Onsite Sewerage Systems. British Columbia. Version 1.2.
- 3- Roa, D.V. (2012). Algae Biofuel for wastewater treatment http://envionicspr.com/us/wp-content/uploads/2012/08/Roa_Algae-Biofuel-for-Wastewater-Treatment-3.pdf.
- 4- Stein, J.R. (1981). Hand book of phycological methods. Cambridge Univ. Press. Cambridge , U.K.
- 5- Guillard, R. R. L. and Ryther, J. H. (1962). Studies of marine planktonic diatoms. I. *Cyclotella*

- nana* Hustedt and *Detonula confervacea* Cleve. Can. J. Microbiol. 8: 229-239.
- 6- HI 83200 – Hanna Instruments 83200. Multiparameter Bench Photometer for Laboratories.
- 7- A.S.T.M (American society for testing and materials). (1984). Annual book of ASTM standard water, printed in Easton Md . U.S.A. pp. 1129.
- 8- SAS. (2010). Statistical Analysis System, User's Guide. Statistical. Version 9.1th ed. SAS.Inst. Inc. Cary. N.C. USA.
- 9- Ezzat, S. M.; Mahdy, H. M. and El-Bahnasawy, M. A. (2012). Water quality assessment of River Nile at rosetta branch: Impact of drains discharge . Middle-East J. Sci. Res., Vol. 12 (4): 413-423.
- 10- APHA (American Public Health Association). (2003). Standards methods for examination of water and wastewater, 2nd Ed. Washington, DC.

- 11- **Lawson, E.O.(2011).** Physico-chemical parameters and heavy metal contents of water from the mangrove swamps of Lagos Lagoon, Nigeria. *Advan. Biol. Res.*, 5 (1): 08-21.
- 12- **Yousry, M.; El-Sherbini,A.; Heikal, M. and Salem, T. (2009).** Suitability of water quality status of Rosetta branch for west Delta water conservation and irrigation rehabilitation project. *Water Sci.*, 46: 47-60.
- 13- **De la Noue, J. and De Pauw, N. (2008).** The potential of microalgal biotechnology. A review of production and uses of microalgae. *Biotechnol. Adv.* 6, 725–770.
- 14- **APHA (American Public Health Association). (1999).** Standards methods for examination of water and wastewater, 20th ed. Washington, DC.
- 15- **Maulood, B. K.; Al-Azzawi, M. N. and Saadalla, H. A.(1994).** An ecological study on the Tigris River pre and after crossing Baghdad. *J. Collage of Education Women .University of Baghdad*, 5(1):4-50.
- 16- **Graham, L.E. and Wilcox, L.W. (2000).** *Algae.* Prentice-Hall, Inc. upper Saddle River, NJ07458. Wisconsin University.
- 17- **Allen, J .; Robert, D. R. B. and Jonathan, W .(2000).** *Practical skills in environmental science,* Pearson Education Asidpteltd , Singapre.
- 18- **De-Fabricsius, M.; Maidana, N.; Gouez, N. and Sabater, S. (2003).** Distribution patterns of benthic diatoms in a pampean river exposed to seasonal floods: the cuarto. *River (Argentina). Biodiversity and conservation*, 12: 2443-2454.
- 19- **العزاوي ، احمد جاسم محمد (2004).** دراسة بيئية للعوالق النباتية في بعض ميازل الجزء الشمالي للمصب العام . رسالة ماجستير . جامعة بغداد .
- 20- **Smith, R. (2004).** *Current methods in aquatic science.* University of Waterloo, Canada.
- 21- **WHO (World Health Organization). (2004).** *Guidelines for Drinking-water Quality 2004 (3rd Ed.).* Geneva: World Health Organization.
- 22- **Alhattab, M. (2014).** Production of Oil from Freshwater and Marin water microalgae for biodiesel production. Master of Applied Science. Dalhousie University , Halifax, Nova Scotia. Canada.
- 23- **Bhattacharya, T.; Chakraborty, S. and Tuck, N.(2012).** Physico chemical characterization of ground water of Anand district, Gujarat, India, *I.Res. J. Env. Sci.*,1(1): 28-33.
- 24- **Pitt, R.E. (2000).** *Water Quality Conditions in the Cahaba River and Likely Pollution Sources.* Department of Civil and Environmental Engineering. University of Alabama.
- 25- **DON, C. (2001).** Drinking water treatment – understanding the processes and meeting the challenges. *Water Science and Technology: Water Supply Vol. 1 No 1 pp. 1–7 .*
- 26- **Crawford, N.M.; Kahn, M.L.; Leustek, T. and Long, S.R. (2000).** Nitrogen and sulfur. In: Buchanan, B., Gruissem, W., Jones, R. (Eds.), *Biochemistry and Molecular Biology of Plants.* Am. Soc. Plant.
- 27- **Richmond, A. (2009).** *Handbook of microalgal mass culture.* CRC Press, Boca Raton, Florida, pp.528 .
- 28- **Abdel-Raouf, N. and Homaidan, A.A. and Ibraheem, I.B.M. (2012).** Microalgae and wastewater treatment. *King Saud University, Saudi Journal of Biological Sciences.* vol.19: 257–275.
- 29- **Evonne, P. and Tang, Y. (2007).** Polar cyanobacteria versus green algae for tertiary wastewater treatment in cool climates. *J. Appl. Phycol.* 9, 371–381.
- 30- **EPA (Environmental Protection Agency). (2013).** Domestic waste water treatment systems, Ireland. www.epa.ie/whatwedo/advice/wastewater.
- 31- **Derrick, Y. F. L and Kin, C. L. (2008).** Phosphorus retention and release by sediments in the eutrophic. *Mai Po Marshes, Hong Kong. Marine Pollution Bulletin* 57 : 349–356.

Study of using some microalgae in treatment of domestic wastewater

Muhanad H. S. Al-Jubori¹, Jihad D. M. Al-Janabi¹, Youssef J. I. Al-Shahrii²

¹ Department of Biology, College of Education for pure science, University of Tikrit, Tikrit, Iraq

² Department of Biology, Collage of Education, University of Mosul, Mosul, Iraq

Abstract

The present study includes growing five species of microalgae which are *Chlorella sacchrophila*, *Chlorella vulgaris*, *Scendesmus obliquus*, *Botryococcus braunii*, *Chlamydomonas reinhardtii* algae and using of biological treatment of domestic wastewater. The present study shows that the studied microalgae has ability to reduce the pollutants average in domestic wastewater for all stations. As the results show that the highest percentage of removal in electrical conductivity (31%) register in case using *C. vulgaris*, while the lowest percentage (5%) register when using *C. sacchrophila*. The used algae variant in their ability to reduce Salinity value which reaches the highest percentage of reduce for salinity values (21%) when using *C. vulgaris* and the lowest percentage of reduce was (6%) register when using *C. sacchrophila*.

The highest percentage of highness of PH (30%) when using *C. reinhardtii*. The lowest percentage of highest (9.3%) register when using *C. sacchrophila*. The highest percentage of lowness in alkalinity value (85%) when using *C. reinhardtii*, whereas lowest percentage lowness was (54%) when using *C. sacchrophila* and *C. vulgaris*. The highest removal percentage of calcium and magnesium hardness value register when using *B. braunii* was (75% and 58%) respectively, while the lowest percentage of removal calcium hardness was (11%) when using *C. vulgaris*, whereas the lowest percentage of removal magnesium hardness was (37%) when using *S. obliquus*. The highest lowness percentage in values of total hardness when using *B. braunii* (66%), while the lowest percentage of lowness was registered in case using *C. vulgaris* which reaches (26%).

The highest percentage of highness for dissolved oxygen values was (56%) register when using *C. reinhardtii*, while the lowest percentage of highness was (36%) when using *C. vulgaris*. BOD values were low which reaches the highest percentage of lowness (43%) when using *S. obliquus*, while the lowest percentage of lowness (21%) when using *C. vulgaris*. Nutrients represented by nitrate and phosphors, reach the highest percentage of lowness for nitrate (64%) register when using *B. braunii*, whereas the lowest percentage was (38%) register when using *C. sacchrophila*. The lowest removal percentage of Phosphors reaches (32%) when using *C. vulgaris* whereas the highest removal percentage was registered (64%) in case using *S. obliquus*.