

*دراسة مقارنة لنوعية المياه العادمة المطروحة من مصنع نسيج الديوانية
ومحطة معالجة المياه العادمة في الديوانية

تاريخ القبول: ٢٠١٣/٦/١٨

تاريخ الاستلام: ٢٠١٣/٥/١٩

فؤاد منحر علكم حسين يوسف خلف الركابي* راند كاظم عبد الاسدي
قسم علوم الحياة-كلية التربية-جامعة القادسية *** المعهد التقني الناصريةالخلاصة

أجريت الدراسة الحالية على نوعين من المياه العادمة الصناعية المطروحة من مصنع نسيج الديوانية S1 وS2 والبلدية مياه محطة معالجة الديوانية S3 وS4 في مدينة الديوانية_العراق. أكدت هذه الدراسة على التغيرات المكانية – الزمانية لبعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية والمحتوى الطحلي لهذه المواقع، ان اهمية هذه الدراسة نابعة من اهمية نهر الديوانية الذي يستقبل احمالاً كبيرة من الملوثات من كلا الموقعين قيد الدراسة (المصنع ومحطة المعالجة). جمعت عينات المياه والطحالب شهرياً طيلة فترة الدراسة (من ربيع ٢٠١١- ربيع ٢٠١٢).

أظهرت نتائج الفحوصات الفيزيائية والكيميائية المديات التالية درجة الحرارة (١٣.٧-٣١.١ م°) الاس الهيدروجيني (٧.٨-٧.٠) التوصيلية الكهربائية (١٢٢٥-٢٠٤٥ مايكرسيمنز/سم) المواد الصلبة العالقة الكلية TSS (٥٨.٥-٢٧٧.٢ ملغم/لتر) الاوكسجين الذائب (٠.٧-٨.١١ ملغم/لتر) متطلب الاوكسجين الكيميائي الحيوي BOD (٤١.٤٩-٢٠٠.٤٣ ملغم /لتر) النتريت NO2 (٠.٤٢٣-١٢.٢٥ ملغم/لتر) النترات NO3 (١٦١.٨٥-٦٣٧.٥٧ ملغم/لتر) الفوسفات الفعالة (٨١.٣-١٤١ مكغم/لتر) العدد الكلي للهائمات (١٧.٠٠٠-١٤٢٠٢.٧٥ فرد/لتر) لقد أظهرت التغيرات المكانية والزمانية فروقاً معنوية عند (p≤0.05) بين محطات الدراسة وفصولها كما أظهرت الدراسة النوعية للطحالب ان السيادة كانت للطحالب الخضراء المزرقة بنسبة ٤٦% تلتها الطحالب العسوية (الدايتومات) بنسبة ٢٧% وأخيراً الطحالب السوطية الدوارة بنسبة ٣%. من جهة أخرى وطبقاً لبيانات دليل شانون-وينر (H) للتنوع فإن فصلي الخريف والشتاء صنفا على انهما شديدي التلوث فيجميع المحطات ٠.٣٧٧ و ٠.٦٦٩ على التوالي بينما كان فصلي الصيف والربيع معتدلي التلوث أي ضمن الفئة (II) وكانت قيم دليل شانون-وينر هي ١.٣٧٤ و ١.٣٩٥ على التوالي ، موقعياً فقد لوحظ ان المحطات كانت جميعها تصنف شديدة التلوث و عدت ضمن الفئة (I) ورتبت كما يلي S3<S4<S2<S1 حسب قيم دليل شانون-وينر . وطبقاً لدليل غنى الانواع فإن المحطة الاولى كانت الافضل تلتها المحطة الرابعة فالثالثة وجاءت الثانية بالمرتبة الاخيرة ، أما من حيث الوفرة فان المحطة الثالثة تصدرت بقية المحطات تلتها الرابعة فالثانية واخيراً الاولى . وكاستنتاج فإن الدراسة الحالية بينت ان الدراسات الطحلبية يمكن ان تعطي انذاراً مبكراً و تقييماً دقيقاً حول نوعية مياه الصرف الصحي قبل القائها الى النهر .

المقدمة :

لعل واحدة من أهم المشاكل في عصرنا الحديث هي مشكلة معالجة المياه العادمة بنوعها البلدية Municipal waste water (MWW) أو الصناعية Industrial waste water (IWW) من أجل توفير الماء الصالح للاستهلاك البشري وذلك للتقليل من الآثار السلبية للملوثات عند وصولها الى المسطحات المائية. تمر المياه المراد معالجتها بمراحل عديدة منها المعالجة الأولية Primary treatment وهي مرحلة معالجة فيزيائية في الغالب وتعمل على إزالة كل المواد الصلبة العالقة والطافية بالإضافة الى إزالة الزيوت والشحوم وتستخدم لهذا الغرض غرابيل أو مناخل (Screens) (١,٢). تتبعها مرحلة المعالجة الثانوية Secondary Treatment وهدفها التخلص من المواد العضوية وكميات كبيرة من المواد الصلبة العالقة ، وتجري هذه المرحلة بانتقال المياه العادمة من المعالجة الأولية الى أحواض أو وحدات تسمى وحدات التخثر الكيميائي Chemical flocculation unit او تدعى أحواض التهوية Aeration tanks حيث تخلط المياه العادمة مع الهواء والحماة الحاوية على البكتريا وتبقى لساعات طويلة وفي هذه الاثناء تقوم البكتريا بتحليل (تحطيم) المادة العضوية الى منتجات غير ضارة و بعد ذلك تنساب المياه العادمة الى أحواض أخرى للترسيب Sedimentation tanks (الترسيب الثانوي) لغرض إزالة المواد الصلبة الفائضة (٣). وأخيراً مرحلة المعالجة الثالثة Tertiary Treatment وهي قد تكون مدمجة مع الخطوة السابقة و تتضمن هذه المرحلة استعمال الكائنات الحية كالأحياء المجهرية والنباتات لتكسير الملوثات كالهيدروكربونات وسحبها وكذلك المعادن الثقيلة

*البحث مستل من اطروحة دكتوراه للباحث الثالث

التي لم تتم أزالتها بالمراحل السابقة وتشمل وحدات المعالجة بالحماة المنشطة Activated Sludge والمعالجة النباتية Phytoremediation (٥,٤).

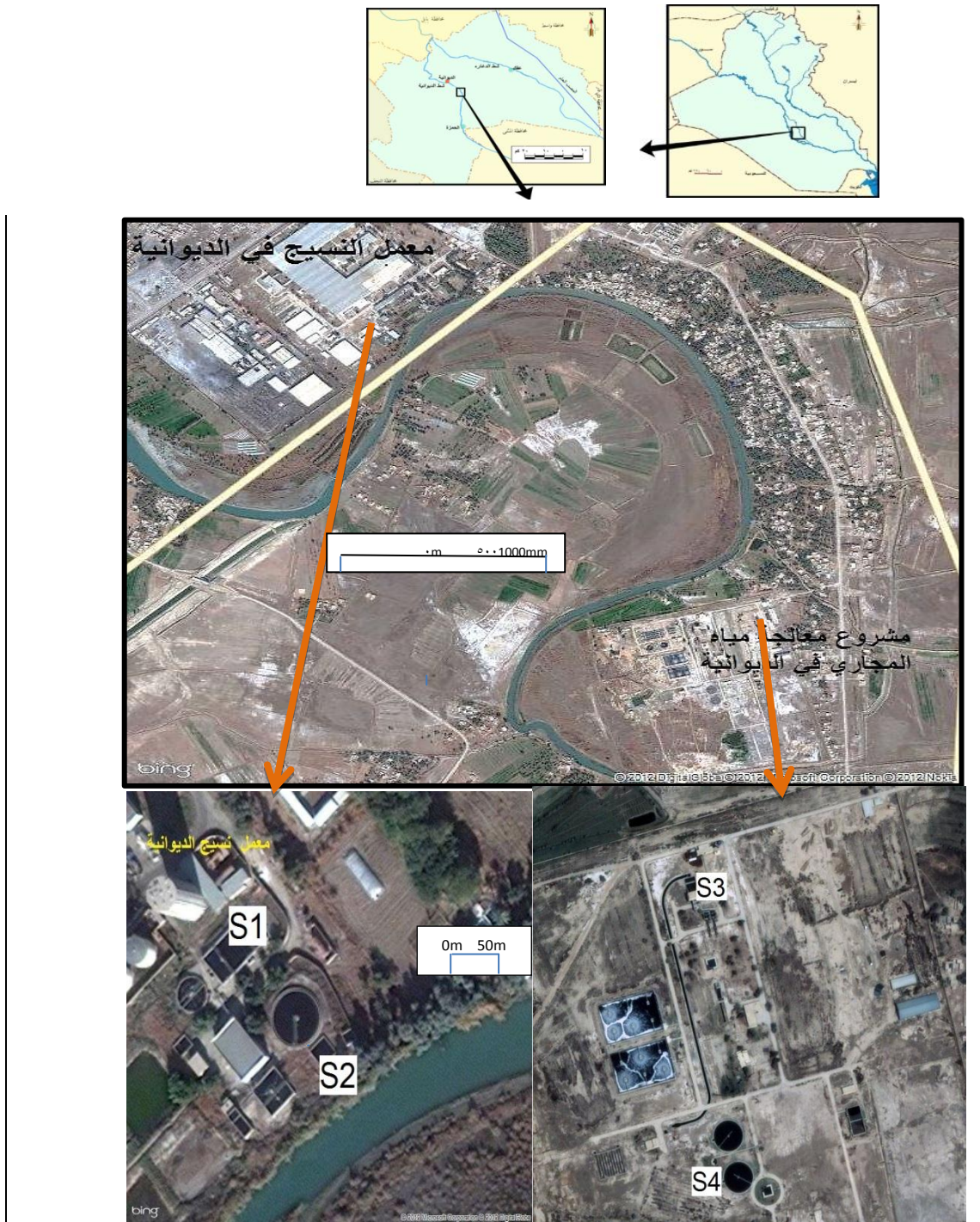
وكما هو معلوم فإن المياه العادمة تحوي على العديد من مجاميع الكائنات الحية كالبكتريا والفطريات واللافقاريات فضلاً عن الطحالب Algae التي تلعب دوراً مهماً في تحسين أو تدهور نوعية المياه حسب وفرة الأنواع المتواجدة فيها فهذه الكائنات الحية يمكنها أحداث أضرار كبيرة في محطات التصفية كغلق المرشحات وإضفاء طعم أو رائحة غير مقبولين لنوعية المياه، ومن الجدير بالذكر ان بعض انواع الطحالب الخضراء امزرقه والسوطيات تشكل مخاطر صحية كبيرة على الانسان اذا ما أستهلك تلك المياه الملوثة بهذه الطحالب والتي تفرز سموما تسبب انواعا من الحساسية للجلد Dermato toxins وانواعاً أخرتؤثر على الجهاز العصبي neurotoxins أوأنها تساهم في أستهداف الكبد وتلفه hepatotoxins كالميكروستستينات والنوديولارينات microcystins & nodularins أضف الى ذلك تحطم هذه السموم حال تفاعلها مع الكلورين اثناء عمليات

التعقيم في محطات المياه مماينتج موادا أشد خطورة واكثر ضررا على البيئة والصحة العامة(٦) .
ومن الجدير بالذكر قلة الدراسات المحلية التي تتعلق بنوعية المياه العادمة داخل محطات المعالجة إذ ان اغلب الدراسات تكون لبيان تأثير المطر وحاحات على نوعية مياه الانهار(٧و٨). فضلا عن اهمال تواجد الطحالب في تلك المحطات واعتبارها ادلة للتلوث لذلك جاءت هذه الدراسة والتي هدفت التحري عن بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية والمحتوى الطحلي في نوعين من المياه العادمة احدهما صناعية (مياه محطة المعالجة في مصنع نسيج الديوانية ومياه الصرف الصحي في محطة معالجة الديوانية) .

المواد وطرائق العمل :

منطقة الدراسة:

شملت الدراسة الحالية أربعة محطات توزعت بالتساوي بين محطة معالجة المياه العادمة الصناعية في مصنع نسيج الديوانية الواقع جنوب مدينة الديوانية في محافظة القادسية /العراق. وشملت موقعين الاول (S1) عند حوض التجميع الاول في وحدة المعالجة والموقع الثاني (S2) عند حوض الترسيب النهائي بالقرب من نقطة التصريف الى نهر الديوانية. أما الموقع الثالث (S3) فكان عند محطة الرفع الرئيسية(السحب) في محطة معالجة المياه العادمة في مدينة الديوانية والتي تقع على بعد ١١ كم جنوب مدينة الديوانية وأخيراً الموقع الرابع (S4) عند أحواض الترسيب النهائية في المحطة شكل(١) .



شكل (١) خريطة توضح منطقة الدراسة (صور الاقمار الصناعية من موقع www.bing.com_maps)

تم جمع عينات المياه شهرياً ولمدة سنة كاملة من محطات الدراسة الأربعة ابتداءً من كانون الاول ٢٠١٠ ولغاية تشرين الثاني ٢٠١١ وقد عبر عن النتائج بشكل معدلات فصلية وقد استخدمت قناني نظيفة ومعقمة من البولي أثيلين سعة (٥) لتر لغرض قياس بعض العوامل الفيزيائية والكيميائية بالإضافة الى عزل ١ لتر لغرض الترسيب من اجل عد وتشخيص الهائمات النباتية (الطحالب) بعد رج العينة جيداً ثم اضافة محلول اللوكل-logul-iodine لغرض الحفظ

العوامل الفيزيائية والكيميائية:

تم قياس درجة حرارة الماء حقلياً بواسطة محرار زئبقي ٠.٠١ ملم زئبق. وقيس الأس الهيدروجيني (pH) حقلياً باستخدام جهاز pH meter حقلتي نوع Milwaukee موديل Sm 801 بعد معايرته بالمحاليل الدارئة القياسية. كما تم قياس التوصيلية الكهربائية بواسطة جهاز قياس التوصيلية الكهربائية بعد معايرته بالمحاليل القياسية وعبر عن النتائج بالميكروسيمنز/سم. أما المواد الصلبة العالقة الكلية Total suspended solid (T.S.S.) فتم قياسها باتباع الطريقة الموضحة من قبل جمعية الصحة العامة الأمريكية (9) وذلك بترشيح ١٠٠ مل من العينة خلال ورق ترشيح ٠.٤٥ مايكرومتر معلومة الوزن ثم جففت الورقة بدرجة حراره (١٠٣-١٠٥) °C ثم تقديرت قيمة المواد الصلبة العالقة وعبر عن النتائج بوحدت ملغم/لتر.

وقيس الاوكسجين الذائب Dissolved Oxygen (D.O) والمتطلب الحيوي للأوكسجين BOD5 باتباع طريقة ونكلر لقياس الاوكسجين الذائب والموضحة من قبل (10) وعبر عن الناتج بملغم/لتر. ولقياس الBOD تم حضن النموذج الثاني في الحاضنة بدرجة حرارة ٢٠ °C في الظلام وتم حساب الفرق بين القراءتين وتم التعبير عن الناتج بملغم/لتر. (9) في حين تم قياس النتريت بإضافة ٢ مل من المحلول الملون (color reagent) الى ٥٠ مل من العينة المرشحة خلال ورق ترشيح ٠.٤٥ مايكرومتر ثم قرئت الامتصاصية على طول موجي ٥٤٣ نانومتر بواسطة جهاز المطياف الضوئي وعبر عن النتائج بوحدت ملغم/لتر (9). كما قيست النترات Nitrate (NO3): بطريقة الاختزال بواسطة عمود الكاديوم (Cadmium reduction column) والموضحة من قبل جمعية الصحة العامة الأمريكية (9) حيث تم اختزال النترات الى نتريت ثم قيست الامتصاصية على طول موجي ٥٤٣ وعبر عن النتائج بوحدت ملغم/لتر. من جهة أخرى فقد اتبعت طريقة كلوريد القصديروز (Stannous chloride) الموضحة من قبل جمعية الصحة العامة الأمريكية لقياس الفوسفات Phosphate ثم قيست الامتصاصية على طول موجي ٦٩٠ نانومتر بواسطة جهاز المطياف الضوئي وعبر عن النتائج بوحدات مايكروغرام/لتر (9). وتمت دراسة نوعية للهائمات النباتية التي ركزت بطريقة الترسيب بتحضير شرائح وقتية وذلك باستخدام قطرة من العينة وفحصها بواسطة المجهر الضوئي نوع CYANO-lab على القوة ٤٠X أما الدايتومات فقد تم ايضاح هيكلها حسب طريقة (١١). ولتشخيص الانواع اعتمدت المصادر التالية (12,13,14) واعتمد دليل شانون-وينر الموضح في (١٥) لحساب معامل التنوع.

النتائج والمناقشة:

حرارة الماء: بوضح الشكل (٢) التغيرات الفصلية في درجة حرارة الماء في محطات الدراسة أذ بلغت أعلى درجة حرارة للماء ٣١.١ °C عند المحطة الثالثة في فصل الصيف بينما سجلت أدنى درجة حرارة للماء عند المحطة الثانية في فصل الشتاء وبلغت ١٣.٧ °C م كما واطهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية (P≤0.05) بين محطات الدراسة وفصولها. ومن المعلوم ان الحرارة تؤثر بصورة مباشرة أو غير مباشرة على الهائمات، أذ أن التأثير المباشر يتوضح فيحركة الطحالب التي تجري في ظروف حرارية مفضلة، أما التأثير غير المباشر فيتم عن طريق تغيير لزوجة الماء وكذلك محتوى المياه من الغازات الذائبة ومنها الاوكسجين وثاني اوكسيد الكربون (١٦).

الأس الهيدروجيني: بلغت أعلى قيمة للأس الهيدروجيني ٧.٨ عند المحطة الثانية في فصل الصيف فيما سجلت ادنى قيمة لها ٧.٠ عند المحطة الاولى في فصل الربيع ٢٠١٢ شكل (٣) وظهرت فروق معنوية بين المحطات وبين فصول الدراسة عند (P≤0.05). لقد وجد ان قيم الاس الهيدروجيني للعينات في جميع المحطات الاربع متعادلة أو تميل ميلا طفيفاً للقاعدية وهي تقع ضمن المحددات العراقية للمياه السطحية (٦.٥-٨.٥) وكذلك مع المحددات العراقية للمياه الثقيلة [٦.٠-٩.٥] (١٧) ويعد الاس الهيدروجيني عاملاً مهماً في تقييم نوعية المياه هو يتأثر بالعديد من العوامل البيولوجية (كالبناء الضوئي والتنفس) والعمليات الكيميائية كالتحلل الحاصل للملوثات ومن المعلوم ان الاس الهيدروجيني في البيئات المائية يخضع للخاصية البفرية التي تتحكم بها العوامل الموجودة في الماء مثل وجود CO2 و HCO3 اذ تعمل النباتات والطحالب على أخذ وسحب الايونات الموجبة والسالبة وبذلك تحافظ على الخاصية الدارئة (البفرية) للماء وتركيز الاس الهيدروجيني فيه ثابتاً تقريباً (٤).

التوصيلية الكهربائية: سجلت أعلى قيمة للتوصيلية الكهربائية ٢٠٤٥ مايكروسيمنز/سم عند المحطة الأولى في فصل الربيع ٢٠١١ فيما كانت أقل قيمة للتوصيلية ١٢٢٥ مايكروسيمنز/سم عند المحطة الرابعة في فصل الربيع ٢٠١٢ شكل (٤) وكانت هناك فروقاً معنوية عند (P≤0.05). يعبر عن التوصيلية الكهربائية انها مقدرة المحلول على ايصال التيار الكهربائي من خلاله، اشارت الدراسات الى ان التوصيلية الكهربائية تعد دالة جيدة للتعرف على كمية المحتوى الملحي في المياه اذ تعد تعبيراً عن الايونات الذائبة في الماء وقد وجد ان لها ارتباط

موجب مع المستوى الغذائي ووفرة الكائنات (19). كما ان مصادر الملوثات كالمياه العادمة الصناعية ومياه المصروفات الزراعية والحضرية تزيد من الايونات في الماء والتي تؤدي الى الزيادة في التوصيلية (20).

المواد الصلبة العالقة الكلية (TSS): أظهرت الدراسة الحالية ان اعلى تركيز للمواد الصلبة العالقة الكلية كان عند المحطة الثالثة في فصل الصيف وبلغ ٢٧٧.٢ ملغم/لتر. فيما كان أقل تركيز لها عند المحطة الرابعة في فصل الربيع ٢٠١٢ وبلغ ٥٨.٥ ملغم/لتر. الشكل (٥) وأظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية بين المحطات اضافة الى الفصول عند ($P \leq 0.05$). تعكس المواد الصلبة العالقة مقدار ما يحويه الماء من دقائق غير قابلة للترشيح عبر المرشحات الدقيقة وهي تتألف من الرمل والطين والدقائق الاخرى، كما أن تركيز المواد الصلبة العالقة يعكس مدى كفاءة عمليات معالجة المياه العادمة في محطات المعالجة (٢) ان من التأثيرات لزيادة المواد الصلبة العالقة هي تقليل النفاذية الضوء خلال الماء مما يؤدي الى قلة عمليات البناء الضوئي (21).

الأوكسجين الذائب: بينت النتائج ان تركيز الأوكسجين الذائب قد بلغ اعلى مستوى له عند المحطة الرابعة في فصل الشتاء ٨.١١ ملغم/لتر. فيما سجل أقل تركيز له عند المحطة الاولى في فصل الربيع ٢٠١٢ وبلغ ٠.٧ ملغم/لتر. الشكل (٦) كما واطهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية ($P \leq 0.05$) بين محطات الدراسة وفصولها. يعد الأوكسجين الذائب مهما لجميع اشكال الحياة المائية وان الأوكسجين الذائب يتأثر بشكل كبير بنشاط عملية البناء الضوئي ودرجة الحرارة وقد وجد ان هناك ارتباط معنوي سلبي بين تركيز الأوكسجين الذائب ودرجة الحرارة بالإضافة الى تأثيره بالضغط والملوحة كما ان احتواء الماء على كميات كبيرة من المادة العضوية من المجاري يقلل من تركيز الأوكسجين الذائب بسبب عمليات التحلل الهوائية الحاصلة على المادة العضوية

متطلب الأوكسجين الكيميائي الحيوي (B.O.D): سجل أعلى تركيز BOD عند المحطة الثانية في فصل الصيف وبلغ ٢٠٤.١٦٦ ملغم/لتر. فيما كان أقل تركيز للـ BOD عند المحطة الاولى في فصل الربيع ٢٠١١ وبلغ ٤٩.٤١ ملغم/لتر. الشكل (٧). من جهة فقد افادت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية بين المحطات وفصول الدراسة عند ($P \leq 0.05$). يعد الـ BOD واحدا من اهم مؤشرات التلوث العضوي وهو يعبر عن كمية الأوكسجين المستهلكة من قبل الاحياء اثناء عملية تحلل المادة العضوية (٢٢). ويلاحظ ان كمية الـ BOD عند المحطة الاولى (حوض الترسيب في محطة معالجة مصنع النسيج) كانت مرتفعة في فصل الصيف وذلك بسبب عدم المعالجة وارتفاع درجة الحرارة وبالتالي قلة الأوكسجين الذائب بالإضافة الى وجود طبقات من الزيوت والشحوم الطافية على حوض الترسيب وقد يكون بسبب ترسيب المواد الثقيلة وحصول ظروف لاهوائية وهذا يتفق مع (الضايف، ٢٠٠٦).

النترت (NO₂): بينت النتائج ان أعلى قيمة للنترت بلغت ١٢.٢٥ ملغم/لتر. عند المحطة الثانية في فصل الصيف فيما كانت ادنى قيمة لها ٠.٤٢٣ ملغم/لتر. عند المحطة الاولى في ربيع ٢٠١١ الشكل (٨) وظهرت فروق معنوية ($P \leq 0.05$) بين محطات الدراسة وفصولها. تختلف اشكال النتروجين في الماء فمنها النتروجين اللاعضوي الذائب Dissolved Inorganic Nitrogen (DIN) ويشمل النتروجين N₂ والامونيوم و النترت والنترات والنوع الاخر من النتروجين هو النتروجين العضوي الذائب Dissolved Organic Nitrogen (DON) وان الاكثر استعمالا من قبل النباتات وشيوعا النوع الاول (٢٣). لقد لوحظ ان اغلب النترت يتأكسد بسرعة الى النترات في الظروف الهوائية ووفرة الأوكسجين (٢٤).

النترات (NO₃): أشرت النتائج ان أعلى تركيز للنترات كان ٦٣٧.٥٧ ملغم/لتر. عند المحطة الاولى في ربيع ٢٠١٢ وأقلها ١٦١.٨٥ ملغم/لتر عند المحطة الرابعة في الصيف وبلغ ١٦١.٨٥٧ ملغم/لتر شكل (٩)، كما اشارت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية فيما بين المحطات وفصول الدراسة عند مستوى معنوية ($P \leq 0.05$). تعد النترات الشكل الشائع من النتروجين المتحد في المياه الطبيعية وهو من المغذيات الاساسية للنباتات المائية والطحالب وبشكل عام فان النترات لاتتواجد بكميات كبيرة في المياه الطبيعية لكنها تصبح غنية بها من خلال تصريف الاراضي الزراعية (٢٣). ان أكسدة الاشكال المختزلة من النتروجين (الامونيا) الى نترت ومن ثم الى نترات ينتج عنه استهلاك الأوكسجين الذائب مسبباً انخفاض تركيزه في المياه (٢٥).

الفسفات الفعالة: بينت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية بين المحطات وكذلك بين الفصول عند مستوى معنوية ($P \leq 0.05$). وكان اعلى تركيز للفسفور عند المحطة الرابعة في فصل الصيف وبلغ ٢٠٢٤ مايكغم/لتر وادنى تركيز له ٨١.٣ مايكغم/لتر. عند المحطة الثانية في فصل الصيف ايضاً شكل (١٠). يعد الفسفور احد المغذيات الرئيسية المهمة اذ يمثل عنصراً وسطياً في عمليات ايض الطاقة لكل الكائنات الحية

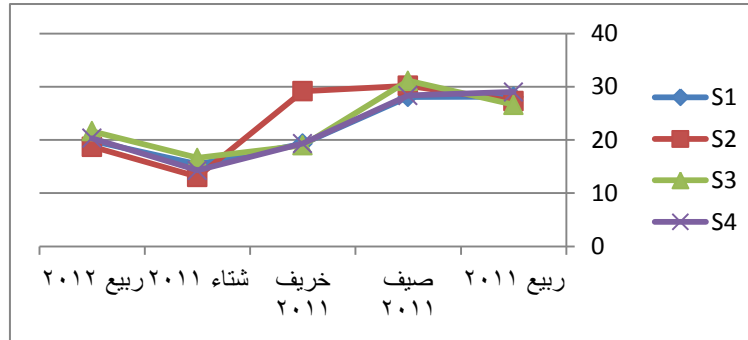
(٢٦). الا ان وجوده في الماء بتركيز عالية أمر غير مرغوب فيه اذ يعد من العوامل المحددة التي تؤدي زيادتها الى حدوث ظاهرة الاثراء الغذائي والتي تجعل المياه غير ملائمة للحياة المائية (٢٧) ان السبب في ارتفاع تركيز الفوسفات الفعالة في محطات الدراسة هو ناجم عن غسل المكائن الموجودة في العمليات الانتاجية بالمنظفات والحاوية على مركبات البولي فوسفات والذي يتحلل ببطء الى الاورثوفوسفات في البيئة المائية (٢٠).

العد الكلي للهائمات النباتية (الطحالب): سجل اعلى عدد كلي للطحالب عند المحطة الثالثة في فصل الصيف وبلغ ١٤٢٠٢.٧٥ فرد/لتر فيما كان أقل عدد كلي للطحالب قد سجل عند نفس المحطة ولكن في فصل الخريف وبلغ ١٧.٩٧٤ فرد/لتر الشكل (١١).

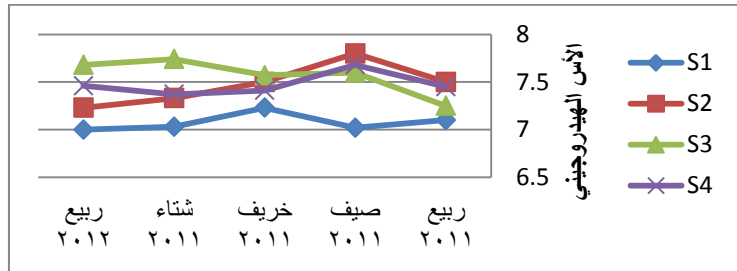
الدراسة النوعية للطحالب: سجل في الدراسة الحالية ٦٥ نوعاً من الطحالب تبدو السيادة فيها للطحالب الخضراء المزرقة *Cyanophyceae* بنسبة ٤٦% تلتها الطحالب العنصوية (الدايتومات) *Bacillariophyceae* (Diatoms) بنسبة بلغت ٢٧% فيما تلتها الطحالب الخضراء *Chlorophyceae* بنسبة ١٨% والبيوجلينية *Euglenophyceae* بنسبة ٧% وأخيراً الطحالب السوطية *Dinophyceae* بنسبة ٣% شكل (١٢). من جانب اخر فإن اعلى تواجد للطحالب كان في فصل الصيف بنسبة ٦٨% تلاه فصل الربيع ٢٠١٢ بنسبة ٢٤% وفصل الشتاء بنسبة ٥% وأخيراً فصل الخريف بنسبة ٣% الشكل (١٣). لقد لوحظ ان اغلب الدراسات التي تؤكد على سيادة الدايتومات في المياه السطحية العراقية على عكس نتائج الدراسة الحالية اذ ظهرت السيادة للطحالب الخضراء المزرقة وقد يعزى ذلك الى قابلية التحمل العالية التي تمتاز بها الطحالب الخضراء المزرقة وأمكانيتها العالية على التواجد في بيئات متطرفة من الظروف البيئية الصعبة (28,29). كما لوحظ ان الدراسات التي تجري على نوعية المياه العادمة في محطات المعالجة تستثني او لا تبدي ذلك الاهتمام الكافي بالمحتوى الطحلي في المراحل المختلفة من المعالجة غير اخذين بنظر الاعتبار الامكانية الكبيرة التي تمتلكها هذه الكائنات في كونها ادلة حيوية لاقبل الشك في اعطاء صورة لنوعية المياه فهي تعد دليلاً لتحديد مقدار تلوث المياه فقد أشار (٢٤) ان ازدياد تلوث المياه كان مرتبطاً بتواجد نوع معين من الهائمات النباتية ("dinoflagellates") كما ان كونها مياهاً ملوثة لا يمنع من دراسة المحتوى الطحلي لتلك المياه وذلك كي يؤخذ بنظر الاعتبار نوعية واعداد الطحالب التي سوف تنساب الى النهر في نهاية المطاف وبالتالي يمكن تحديد العوامل والظروف المسيطرة على تلك العملية كما اننا نجد ندرة الدراسات التي تتعلق بهذا الخصوص على الصعيد المحلي.

الدلائل الحيوية Biological indices: تم اعتماد دليل شانون-وينر للتنوع بالاضافة الى دليل غنى الانواع Richness والوفرة الكلية Total Abundance لتقييم تواجد الطحالب في محطات الدراسة اثناء فصول الدراسة وقد أشارت النتائج الى ان اعلى قيمة لدليل شانون-وينر قد سجلت عند فصل الربيع وكانت من جانب الطحالب الخضراء وبلغت ٢.٢١٧، تلتها الطحالب الدايتومية (العنصوية) وبلغت ١.٨٨٦ في فصل الخريف، فالطحالب الخضراء المزرقة ١.٧١٩ في فصل الربيع جدول (١) فيما كانت اعلى وفرة كلية للطحالب قد سجلت من قبل الطحالب الخضراء المزرقة في فصل الصيف وبلغت ٢٣١١٩ وأقلها سجلت من قبل الطحالب الخضراء في الخريف وبلغت ١٣ فيما لم يسجل للطحالب السوطية اي وفرة كلية الشتاء وكان اكثر فصل من حيث غنى الانواع هو الصيف اذ سجل فيه ٣٢.٠ نوعاً من الطحالب الخضراء المزرقة فيما سجل فصل الخريف اقل غنى في الانواع ١.٠ بالنسبة لكل المجاميع الطحلية عدا الدايتومات جدول (١)، اما فيما يتعلق بتواجد الانواع في المحطات فقد لوحظ اعلى قيمة لدليل شانون-وينر قد بلغت ١.٠٨١ و ١.٠٤٥ في المحطتين الثانية والاولى للطحالب الخضراء المزرقة على التوالي فيما كان نفس الدليل قد بلغ صفراً في المحطات الاولى والثانية والثالثة بالنسبة للطحالب السوطية والدايتومية والخضراء والبيوجلينية على التوالي من جهة اخرى فان دليل غنى الانواع قد سجل اعلى قيمة له ٤ عند المحطة الاولى بالنسبة للطحالب الخضراء المزرقة والدايتومية وبشكل عام فقد كان ترتيب المحطات حسب دليل شانون-وينر كمايلي: $S3 < S4 < S2 < S1$ وترتيبها حسب دليل الغنى كمايلي $S2 < S3 < S4 < S1$ وأخيراً حسب الوفرة الكلية كمايلي: $S1 < S2 < S4 < S3$ جدول (٢) ان مقياس التنوع diversity هودالة على تركيبية المجتمع والتي ترتبط باعداد افراد ذلك النوع غنى النوع (species richness) والوفرة، وواحد من اهم دلائل التنوع هو دليل شانون-وينر او (ويفر) كما في بعض المصادر [H'] (30). لقد وجد بان بنقصان قيمة ليل شانون فان الوضع التغذوي للجسم المائي يتحول من قليل التغذية Oligotrophic الى غني التغذية eutrophic (٣١). كذلك وجد كل من Salusso and Morana (٣٢) ان هناك ثلاث مستويات منحالات التلوث مبنية على قيمة دليل شانون-وينر، فالاجسام المائية التي يبلغ مقياس شانون فيها ٣ او اكثر تعد غير ملوثة، أما اذا كانت قيمة [H'] من ١-٣ فهي تحوي تلوثاً معتدلاً وأذ كانت قيمة $[H'] < ١$ فهي تدل على مستوى عال من التلوث. في بعض الدراسات فان استخدام دليل الغنى والوفرة والتوزيع المتساوي للمقارنة بين المستويات التغذوية المختلفة. ويلاحظ من الجدول (١) ان قيم دليل شانون-وينر تشير الى تلوث معتدل في فصلي الصيف والربيع بينما كان التلوث شديداً عند فصلي الخريف والشتاء، فيما أكد الجدول (٢) ان

التلوث هو السمة السائدة في جميع المحطات وكان اشدها في المحطة الثالثة (أي عند محطة السحب في محطة المعالجة) أي قبل معالجة المياه العادمة في محطة الصرف الصحي كذلك يمكن ملاحظة ان الطحالب الخضراء المزرققة هي السائدة من حيث المجاميع اذ امتلكت ادنى قيمة $[H']$ ١.٧١ تلتها الطحالب العسوية (الدايتومات) فالطحالب الخضراء التي كانت قيمة $[H']$ ٢.٢ .



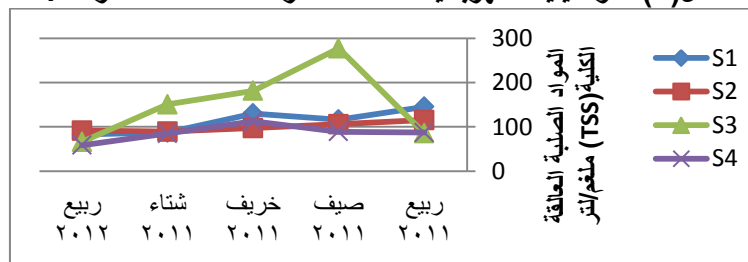
شكل (٢) درجة حرارة الماء لمحطات الدراسة أثناء مدة الدراسة.



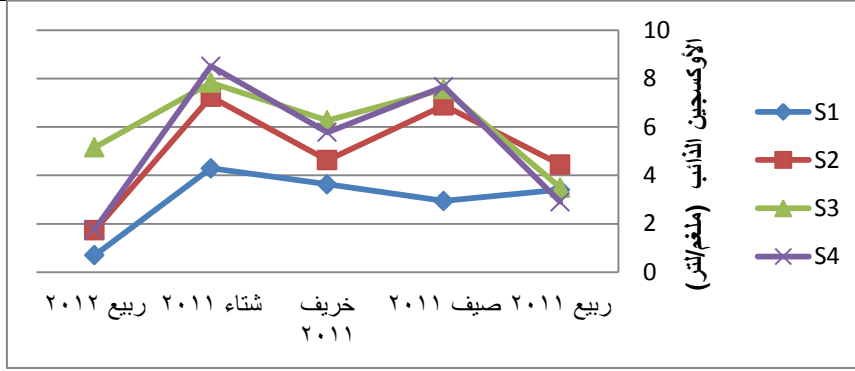
شكل (٣) الـ اس الهيدروجيني لمحطات الدراسة أثناء مدة الدراسة.



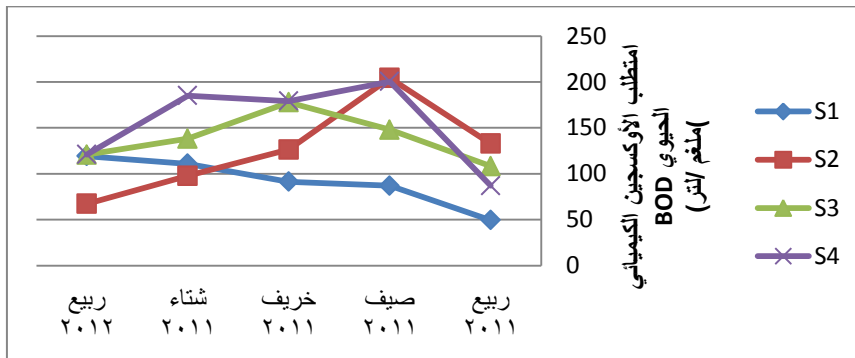
شكل (٤) التوصيلية الكهربائية لمحطات الدراسة أثناء مدة الدراسة.



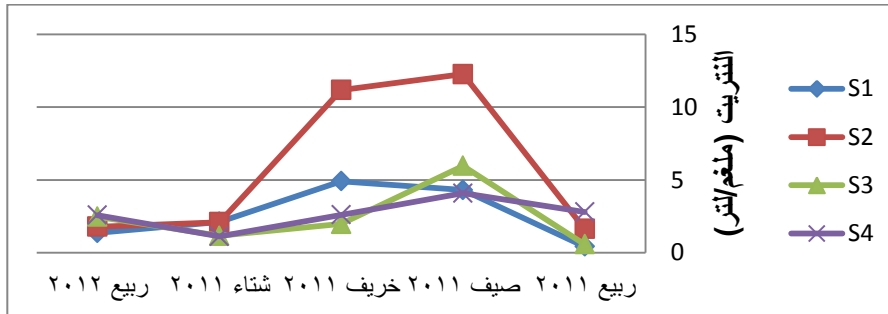
شكل (٥) المواد الصلبة العالقة الكلية (TSS) لمحطات الدراسة أثناء مدة الدراسة.



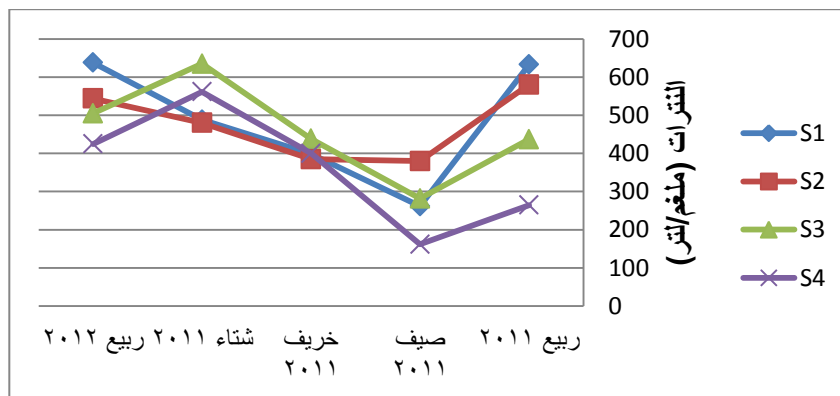
شكل(٦) تراكيز الاوكسجين الذائب لمحطات الدراسة أثناء مدة الدراسة.



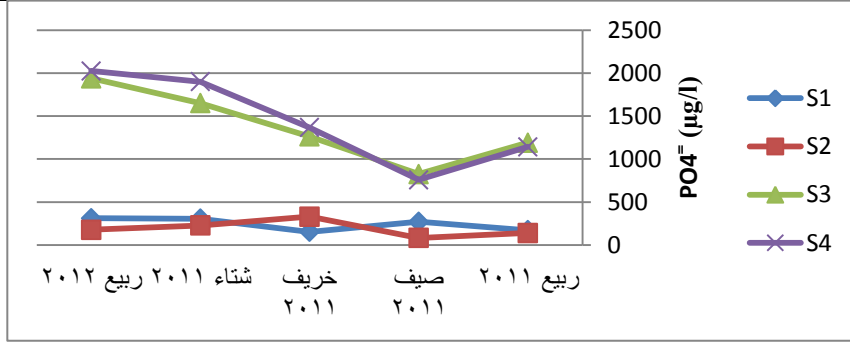
شكل (٧) تراكيز متطلب الاوكسجين الكيماي الحيوي (BOD) للمحطات الأربعة أثناء مدة الدراسة.



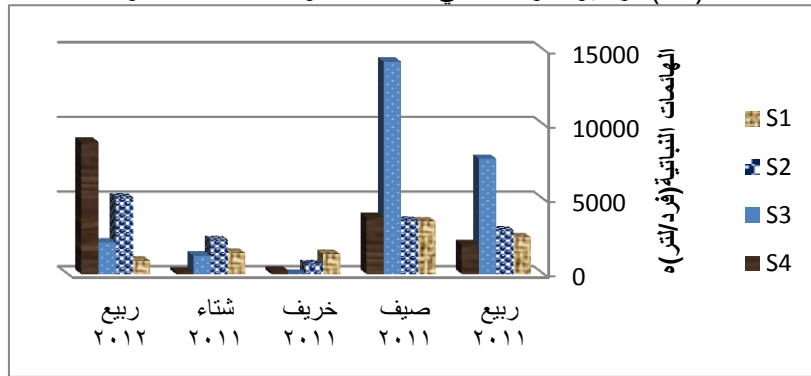
شكل(٨) تركيز النتريت في محطات الدراسة أثناء مدة الدراسة.



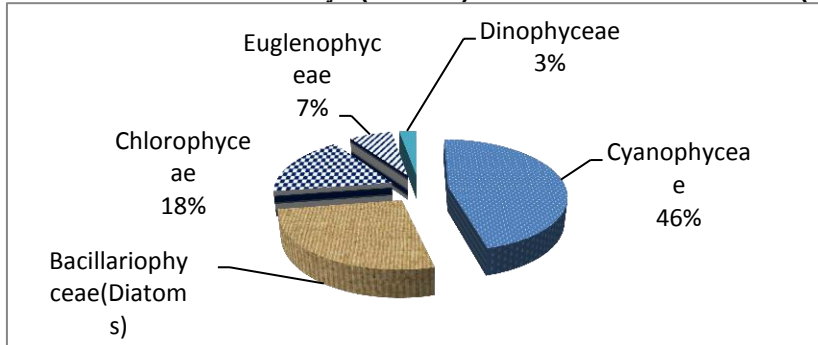
شكل(٩) تركيز النترات في محطات الدراسة أثناء مدة الدراسة.



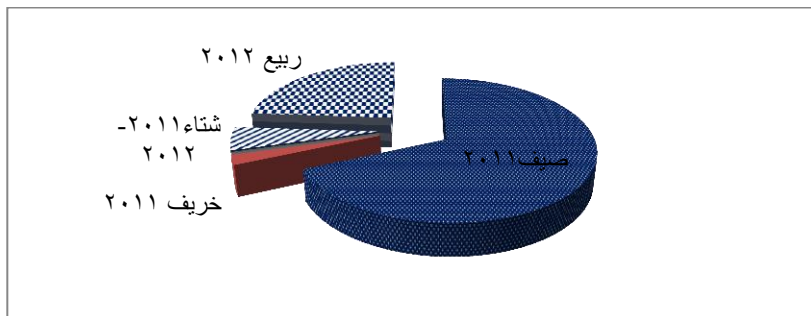
شكل (١٠) تراكيز الفوسفات في محطات الدراسة أثناء مدة الدراسة.



شكل (١١) الاعداد الكلية للاهتمام النباتية (الطحالب) في محطات الدراسة خلال فصول الدراسة.



شكل (١٢) النسب المئوية لتواجد المجموعات الطحلبية حسب المجموعات التصنيفية أثناء مدة الدراسة.



شكل (١٣) النسب المئوية لتواجد المجموعات الطحلبية حسب فصول السنة طيلة مدة الدراسة.

جدول (١) الدلائل الحيوية للمجاميع الطحلبية المسجلة خلال فصول السنة.

الربيع	الشتاء	الخريف	الصيف	الفصول
				المجاميع الطحلبية
				<i>Cyanophyceae</i>
١.٧١٩	١.٥٤٦	٠.٠	١.٥٦٦	دليل شانون-ويفر للتنوع (H)
٢٦.٠	١١.٠	١.٠	٣٢.٠	دليل غنى الانواع Richness
١٢٥١٦	٢٤٤٨	١٣٣٤	٢٣١١٩	الوفرة الكلية Total Abundance
				<i>Chlorophyceae</i>
٢.٢١٧	٠.٥٠٠	٠.٠	١.٧٠٦	دليل شانون-ويفر للتنوع (H)
١٤.٠	٢.٠	١.٠	٨.٠	دليل غنى الانواع Richness
١٨٢١	٦٦	١٣	٢٧٧	الوفرة الكلية Total Abundance
				<i>Bacillariophyceae</i>
٠.٨١٢	٠.٠٧٨	١.٨٨٦	١.٥٥٦	دليل شانون-ويفر للتنوع (H)
١٩.٠	٢.٠	٧.٠	٧.٠	دليل غنى الانواع Richness
١٩٣٩	١١٧٦	٨٣	١١٧٤	الوفرة الكلية Total Abundance
				<i>Euglenophyceae</i>
١.٢٤٩	١.٢٢٤	٠.٠	٠.٩٨٢٣	دليل شانون-ويفر للتنوع (H)
٦.٠	٤.٠	١.٠	٤.٠	دليل غنى الانواع Richness
٤٧٨	١٦٩	٤٠	٤٥١	الوفرة الكلية Total Abundance
				<i>Dinophyceae</i>
٠.٩٨٠	—	٠.٠	١.٠٦٠	دليل شانون-ويفر للتنوع (H)
٣.٠	—	١.٠	٣.٠	دليل غنى الانواع Richness
٢٣٩	—	١.٠٦	١١٩	الوفرة الكلية Total Abundance
١.٣٩٥٤	٠.٦٦٩	٠.٣٧٧	١.٣٧٤	دليل شانون-ويفر للتنوع (H) (المعدل)
١٣.٦	٣.٨	٢.٢	١٠.٨	دليل غنى الانواع Richness (المعدل)
٣٣٩٨.٦	٧٧١.٨	٣١٥.٢	٥٠٢٨	الوفرة الكلية Total Abundance (المعدل)

جدول (٢) الدلائل الحيوية للمجاميع الطحلبية المسجلة خلال محطات الدراسة.

المحطة الرابعة	المحطة الثالثة	المحطة الثانية	المحطة الأولى	المحطات
				المجاميع الطحلبية
				<i>Cyanophyceae</i>
٠.٦٧١	٠.٣٧٤	١.٠٨١	١.٠٤٥	دليل شانون-ويفر للتنوع (H)
٣.٠	٢.٠	٣.٠	٤.٠	دليل غنى الانواع Richness
٩٥١٠	١٦١٨١	٨٧٦٣	٥٠٣٥	الوفرة الكلية Total Abundance
				<i>Chlorophyceae</i>
٠.٢٤٦	٠.٠	٠.٣١٦	٠.٩٣٤	دليل شانون-ويفر للتنوع (H)
٣.٠	١.٠	٢.٠	٣.٠	دليل غنى الانواع Richness
٧٣٢	١٣	٢٤٩٣	١٤٥	الوفرة الكلية Total Abundance
				<i>Bacillariophyceae</i>
٠.٦٩٣	٠.٦٣٦	٠.٠	٠.٨٢٠٥	دليل شانون-ويفر للتنوع (H)
٣.٠	٢.٠	١.٠	٤.٠	دليل غنى الانواع Richness
٢٣٦٩	٥٢	١٢٥	١٨٥١	الوفرة الكلية Total Abundance
				<i>Euglenophyceae</i>
٠.٨٠١	٠.٠	٠.٩٥٣	٠.٩٧٤	دليل شانون-ويفر للتنوع (H)
٣.٠	٣.٠	١.٠	٣.٠	دليل غنى الانواع Richness
٢٦٢	٢٦	٦٦٦	١٠٦	الوفرة الكلية Total Abundance
				<i>Dinophyceae</i>
٠.٥٠٠	٠.٥٩٨	٠.٦٦١	٠.٠	دليل شانون-ويفر للتنوع (H)
٢.٠	٢.٠	٢.٠	١.٠	دليل غنى الانواع Richness
١٣٢	١٨٦	١٠٦	٤٠	الوفرة الكلية Total Abundance
٠.٥٨٢	٠.٣٢١	٠.٦٠٢	٠.٧٥٤	دليل شانون-ويفر للتنوع (H) (المعدل)
٢.٨	٢.٠	١.٨	٣	دليل غنى الانواع Richness (المعدل)
٢٦٠١	٣٢٩١.٦	٢٤٣٠.٦	١٤٣٥.٤	الوفرة الكلية Total Abundance (المعدل)

الترتيب التصنيفية للطحالب المسجلة المواقع	صيف ٢٠١١				خريف ٢٠١١				شتاء ٢٠١٢-٢٠١١				ربيع ٢٠١٢			
	نسيج		محطة معالجة		نسيج		محطة معالجة		نسيج		محطة معالجة		نسيج		محطة معالجة	
	داخل (S1)	خارج (S2)	داخل (S3)	خارج (S4)	داخل (S1)	خارج (S2)	داخل (S3)	خارج (S4)	داخل (S1)	خارج (S2)	داخل (S3)	خارج (S4)	داخل (S1)	خارج (S2)	داخل (S3)	خارج (S4)
CYANOPHYTA																
<i>Anabaena</i> sp.		١٣,٣ ٤		٤٠٠,٢									٤٠٠,٢		٢٦,٦٨	
<i>Aphanotheca endophytica</i>													١٣,٣ ٤			
<i>Astrocapsa submerza</i>		٢٦,٦ ٨											٢٦,٦ ٨			
<i>Chamaecalyx</i> sp.													٦٦,٧			
<i>Chlorogloea microcystodes</i>		١٣٣,٤	٥٣٣,٦	٦٦,٧				١٠٦,٧٢	٤٠٠,٢	٦٦,٧	٥٣٣,٦	٦٠٠,٣				
<i>Chroococcus</i> sp.																
<i>Cyanosacina</i> sp.		٥٣٣,٦	٤٠٠,٢													
<i>Geitlerbacteron</i> sp.			٤٠٠,٢													
<i>Gleocapsa</i> sp.													٦٦,٧			
<i>Leibleima epiphytica</i>	٦٦,٧			٦٦,٧												
<i>Leptolyngbya frigida</i>			١٣,٣٤	٥٣٣,٦				١٣,٣٤								
<i>Merismopedia elegans</i>		٢٦,٦ ٨														

<i>Microcystis aeruginosa</i>	٢٦٦٨	١٤٦ ٧,٤	١٣٤٠٦,٧	٢٢٩ ٤,٤٨	١٣٣٤				١٢٠٠,٦		١٣٣,٤	١٦٠٠ ٨	١٣٣٤	٦٤٠٣,٢
<i>Micocoleus</i> sp.		٤٠٠,٢ ٢	٤٠٠,٢						٦٦,٧					
<i>Monoraphidium contortum</i>	٨٠٠ ٨													
<i>Nostoc comminatum</i> (Keu- tz.)												١٣٣٤		
<i>Oscillatoria formosum</i>												٤٠٠ ٢		
<i>O. limosa</i>												٩٣,٣ ٨		
<i>O. anguina</i>												٥٣,٣ ٦		
<i>O. lacustris</i> (Kleb.) Geitler.		٦٦,٧										١٣,٣ ٤		
<i>Oscillatoria</i> sp.	٦٦,٧ ٠	١٣,٣ ٤	٤٠٠,٢					١٣,٣ ٤			٣٦٠,١ ٦		٤٠٠,٢	
<i>Phormidium formosum</i>				٦٦,٧								٤٠٠,٢		
<i>P. richardei</i>									٦٦,٧					
<i>Phormidium</i> sp.			٤٠٠,٢					٢٦,٦ ٨			٢٦,٦٨			٢٦,٦٨
<i>Spirulina major</i>		١٣,٣ ٤		١٣,٣ ٤								٦٦,٧		٢٦,٦٨
<i>Spirulina</i> sp.												١٣,٣ ٤		
<i>Tricocoleus</i> sp.	٢٦,٦ ٨	٢٦,٦ ٨	٢٦,٦٨					٤٦٦,٩		٢٦,٦ ٨		٢٦,٦ ٨		
Chlorophyta														

<i>Cladophora glomerata</i>												٢٦,٦٨	١٣٣,٤		
<i>Chlamydomonas sp.</i>		٢٦,٦ ٨		١٣,٣ ٤											
<i>Chlorella vulgaris</i>	١٣,٣ ٤	٢٦,٦ ٨						٥٣,٣ ٦					١٧٣,٤٢		٩٣,٣٨
<i>Cosmarium sp.</i>														١٣,٣٤	
<i>Gonium sp.</i>													٢٦,٦ ٨		
<i>Haematococcus pluvialis</i>												٤٠,٠٢	١٨٦,٧٢		
<i>Kirchneriella lunaris</i>													٤٦٦,٩		٨٠,٤٠
<i>Oedogonium sp.</i>													٤٠,٠٢		
<i>Pediastrum simplex</i>		١٣,٣ ٤													
<i>Scenedsmus dimorphus</i>								١٣,٣ ٤							١٨٦,٧٦
<i>S. quadriquadra</i>															٣٣٣,٥
<i>Trochiscia granulata</i>		١٢٠,٠٦						١٣,٣ ٤							
<i>Trochiscia reticulatus</i>		٥٣,٣ ٦		١٣,٣ ٤									٢٦,٦ ٨		
Bacillariophyta															
<i>Achnanthes longipes</i>					٨,٩٨٧			٨,٩٨٧							
<i>Achnanthes sp.</i>	٢٢٤,٥٨٧			٢١٥,٦٨									٨,٩٨٧	١٧,٩٧٤	

6- WHO ,World Health Organization(2011).Guidelines for drinking-water quality - 4th ed. (<http://www.who.int>).

7- القصير ،محمد كاظم خوين(٢٠١٢).دراسة تأثير تصريف مشروع معالجة مياه الصرف الصحي على نوعية مياه نهر الديوانية.رسالة ماجستير .كلية العلوم .جامعة القادسية.

٨- الزبيدي،ختم عباس مرهون(٢٠١٢). تأثير مخلفات معمل نسيج الديوانية على نوعية مياه ورواسب نهر الديوانية-العراق.رسالة ماجستير .كلية العلوم .جامعة القادسية

٩- APHA-AWWA-WEF (2003) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21th ed. American Public Health Association, American Water Works Association and Water Environment Federation, Washington D.C.1193p

10 - Lind, T. W. (1979). Handbook of common methods in limnology. 2nd ed. London.

11- Patrick R & Reimer CW (1975). The diatoms of the United States. Philadelphia Monogr. Academic Natural Science 58: 1335-1342.

12- Prescott GW (1970). *Algae of Western Great Lakes Area*. W.M.C.Brown Company Publishing, Iowa, USA.

13- Wehr, J.D., and Sheath, R.G., (2003). Freshwater algae of North America— Ecology and classification: San Diego, Calif., Academic Press, 918 pp.

14- DESIKACHARY, T.V. (1959) Cyanophyta, Indian Council of Agricultural Research, New Delhi. 686 pp.

15- Shannon, C. E. & Weaver, W. (1949). The Mathematical Theory of Communication. Urbana, IL: University of Illinois Press.

16- Sze, Philip. 1998. A Biology of the Algae. 3rd edition. McGraw- Hill. Boston, Massachusetts.

١٧- الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية(٢٠٠١). المواصفة القياسية العراقية رقم(٤١٧). ماء الشرب. ٢٠٠١ / م.ق.ع / ٤١. مجلس الوزراء ، جمهورية العراق.

18- Diaz, S., Lavorel, S., de Bello, F., Que´tier, F., Grigulis, K. & Robson, M.(2007) Incorporating plant functional diversity effects in ecosystem service assessments. Proceedings of the National Academy of Sciences, 104, 20684–20689.

19-Nather Khan, I.S.A(1990). Assessment of Water Pollution using Diatom Community Structure and Species Distribution. A case study in tropical river basin". Int. Revue ges Hydrobiol. 75. pp. 1-22.

20- عباوي ،سعاد وحسن ،سليمان حسن(١٩٩٠).الهندسة العملية البيئية.فحوصات الماء.وزارة التعليم العالي والبحث العلمي.جامعة الموصل ،مطبعة دار الحكمة للطباعة والنشر. ٢٩٦ص.

21- منظمة الصحة العالمية (١٩٩٧). دليل تشغيل برنامج جيمس/ للمياه. المكتب الاقليمي لشرق المتوسط/ المركز الاقليمي لأنشطة صحة البيئة.

22- الضاييف ،انتصار محسن عبود(٢٠٠٦). دراسة بعض العوامل البيئية والبكتريولوجية المؤثرة على نوعية مياه الفضلات في محطة حمدان ووحدة معالجة مياه الفضلات في الشركة العامة للاسمدة الكيماوية الجنوبية في محافظة البصرة ". رسالة ماجستير ،كلية العلوم ،جامعة البصرة.

23- Welch, E. B. (1992). Ecological effects of wastewater. 2nd ed. Chapman and Hall, London, UK.,

- 24- **Makhlough Asieh**. (2008). Water quality Characteristics of Mengkuang Reservoir based on phytoplankton community structure and physicochemical analysis. M.Sc.Thesis. w.w.w.<http://eprints.usm.my/10410/1/-visited> on 17-05-2013.
- 25- **Salpekar, A.**(2008). Water pollution .JananadaPrakashan publishing, New Delhi
- 26- **Schulze, E.**; Beck, E. and Hohenstein, K. (2005). Plant ecology. Springer Berlin, Heidelberg. Germany.
- 27- **Adedokun, O. A.**; Adeyemo, O. K.; Adeleye, E. and Yusuf, R. K. (2008). Seasonal limnological variation and nutrient load of the river system in Ibadan Metropolis, Nigeria. European J. of Sci. Res., 23(1): 98-108.
- 28- **Palmer, C.M.**, 1969, A composite rating of algae tolerating organic pollution: Journal of Phycology v. 5, p. 78–82
- ٢٩- **نرب، حمودي حيدر**(١٩٩٢). الطحالب وتلوث المياه. المكتبة الأكاديمية – الدقي - القاهرة.
- ٣٠- **Krebs, C.J.**, 1999. Ecological Methodology, 2nd edition. Addison-Wesley Longman.
- ٣١- **Rakocevic-Nedovic, J.** and **Hollert, H.** (2005). Phytoplankton community and chlorophyll a as trophic indices of Lake Skadar (Montenegro, Balkan). ESPR- Environ. sci and Pollut. Res., 12(3): 146-52.
- 32- **Salusso, MM and Morrana, LB**(2002). Comparison of Biotic Index Used in Monitoring of 2 Lotic Systems in North-Western Argentina. J. Biol Trop. Mar: 50 (1) 327-336.

A comparative study of the quality of sewage waste water of Diwaniyah textile mill and waste water treatment plant in Diwaniya

Foad M. Alkm, *Hussain Yousif Khalaf Al-Rekabi \ Raid Kadhim Abd Al-Asady

Technical Institute of Nassiriya* Biology Dept. college of Education
AQadisiyah Univ.

Abstract

The current study was conducted on two types of industrial wastewater of heavy water to a textile factory Diwaniyah S1 and S2 and municipal water treatment plant Diwaniya, S3 and S4 in the city of Diwaniyah _ Iraq. Confirmed this study on changes of spatial - temporal to some physical and chemical properties and algal content of these sites, the importance of this study stems from the importance of the Diwaniya River (Shatt al-Diwaniya), which receives large loads of pollutants from both sites under study (factory and processing plant). Monthly samples of water and algae were collected for the duration of study (Spring 2011 - Spring 2012).

The results of physical and chemical tests following temperature ranges (13.7-31.1 ° C) pH (7.0-7.8), electrical conductivity (1225-2045 $\mu\text{S} / \text{cm}$) Total suspended solids TSS (58.5-277.2 mg / L) of dissolved oxygen (0.7-8.11 mg / l), biochemical oxygen requirement BOD (41.49-200.43 mg / l) nitrite NO₂ (0.423-12.25 mg / L) of nitrate NO₃ (161.85-637.57 mg / l) effective phosphate (81.3-1141 Mcgm / l) the total number of phytoplankton (17,000- 14202.75 individual / L) the spatial and temporal have shown changes of high significant differences at ($p \leq 0.05$) among the stations and seasons, the results showed qualitative study of algae that dominance was for blue green algae (cyanophyceae) by 46%, followed by algae Bacillariophyceae (diatoms) by 27%, and finally algae dinophycesae by 3%. On the other hand, according to data of Shannon – Wiener index (H) of the diversity of the fall and winter varieties on they were extremely pollution in all stations 0.377 and 0.669, respectively, while summer and spring, moderate pollution of class (II) values were manual Shannon - Weiner is 1,374 According to the manual species richness, the first leg was the best, followed by the station fourth, third and second came in last, but in terms of abundance, the third leg of the rest of the stations topped followed fourth, second and finally the first. And as conclusion the current study showed that algal studies can give early warning and an accurate assessment about the quality of sewage before delivered to the river.

**The Research is apart of on Ph.D. dissertation in the case of the Third researcher