دراسة بيئية وبايولوجية للفضلات السائلة لوادي الدانفلي وتأثيره على نوعية مياه نهر دجلة في مدينة الموصل العراق

عبد العزيز يونس طليع الصفاوي أزهار يونس رضا العساف

قسم علوم الحياة / كلية التربية

جامعة الموصل

الاستلام القبول

2012 / 04 / 29 2012 / 06 / 25

ABSTRACT

The present study includes ecological properties of danfeeli valley which is located at the south eastern part of Mosul city of Iraq. Danfeeli valley transports seasonal rainfall water domestic and industrial wastes to Tigris river, so that, creates additional water pollution of this river, water samples were collected from five stations along the valley inside Mosul city to examine the physical, chemical, and biological properties, as well as, the role of self purification in elimination of the pollution problems, Also, samples of Tigris river were collected to determine the effect of polluted valley water on the river water parameters.

Results of the present study indicates for dimension of dissolved oxygen in the valley water especially dty Dryweather due to high biological oxygen demand which reachs to 177.4 mg/L in one of some warm month. Relative increase in sulphate ions concentration was found as a result of proteolysis of protein matters in the valley water.

The dominant phytoplankton genera were: *Clamydomonas*. *Euglena*, *Fragelaria*, *Nitizschia* and *Navicula*. It was found high significant pollution effect of Danfeeli wastewater on Tigris river at station 50 m south meetings, this deterioration was continued till at station 250 m, therefore, ecosystem pollution will be increased later.

Also it was investigated the relative effect of self purification event (pathways) on some investigated parameters of water wastes through its streaming in the valley; namely, biological oxygen demand, chloride ions, sulphate ions and phosphate ions.

It was considered that Danfeeli and Tigris water proper for irrigation usages for pH, sodium percentages sodium adsorption ratio,

residual sodium carbonate and potential salinity. However, some problems in salinity were obtained according to standard international classifications.

الخلاصة

شملت الدراسة وادي الدانفيلي الواقع في الجهة الجنوبية الشرقية من مدينة الموصل اذ يقوم بنقل كميات كبيرة من مياه السيول والفضلات المدنية والصناعية الى نهر دجلة مسبباً زيادة أعباء التلوث فيه. وقد تم جمع العينات المائية من خمسة مواقع على طول مجراه داخل المدينة للتعرف على التغيرات الحاصلة في الصفات الفيزيائية والكيميائية والبايولوجية ودور عمليات التنقية الذاتية في تقليل مشاكل التلوث. كما تم جمع العينات من مياه نهر دجلة للتعرف على مدى تأثير مياه الوادي على خصائص النهر.

أشارت نتائج الدراسة الى انعدام تركيز الأوكسجين المذاب في مياه الوادي لاسيما في الأشهر الحارة من السنة بسبب الحمل العضوي العالي الذي وصل تركيزه في بعض الأشهر الى (177.4) ملغم/لتر كذلك وجد ارتفاع نسبي في تركيز أيونات الكبريتات نتيجة لعمليات التحلل للمواد البروتينية المطروحةالى الوادي كذلك وجد بأن الأجناس الطحلبية السائدة في مياه الوادي (*Oscillatoria*, *Fragelaria*, *Euglena*, *Nitizschia*, *Navicula*, *Clamydomonas*) على التوالي. كما وجد ان هناك تأثيراً واضحاً لمياه الوادي على نهر دجلة جنوب مدينة الموصل خاصة عند الموقع الذي يبعد 50 م عن نقطة التقاء مياه الوادي مع نهر دجلة وقد يستمر هذا التأثير عند الموقع الذي يبعد 250 م. مما يزيد من مشاكل التلوث لنهر دجلة، كما وجد ان هناك تأثيراً نسبياً لعمليات التنقية الذاتية على بعض الصفات المدروسة لمياه الفضلات عبر جريانها في الوادي وبخاصة الحمل العضوي وايونات الكلوريد والكبريتات والفوسفات وتعد مياه الوادي ومياه نهر دجلة صالحة لأغراض الري بالنسبة لكل من الدالة الحامضية والنسبة المئوية للصوديوم ونسبة امتزاز الصوديوم وكاربونات الصوديوم المتبقية والملوحة الكامنة مع وجود بعض المشاكل المتعلقة بالملوحة الكامنة حسب التصانيف العالمية المعتمدة.

المقدمة Introduction

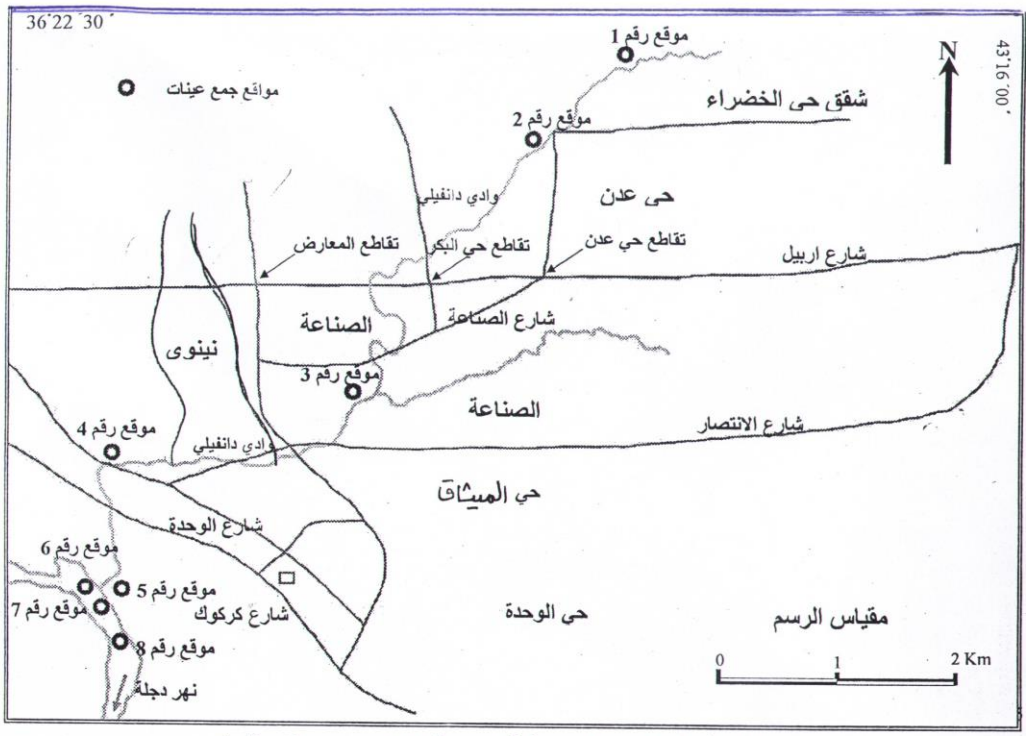
أظهرت الحكمة الإلهية سر المياه بوصفها روح كل مخلوق حي على الأرض، الماء والحياة وجهان لحقيقة واحدة وهي حاجة الإنسان لديمومة حياته على وجه البسيطة، اذ يشارك الماء في جميع العمليات الكيميائية اللازمة لتطور صور الحياة، لذلك يعد الماء أساس الحياة، ومن ذلك نقل المغذيات والعناصر الضرورية لحياة الكائن الحي، فضلا عن أدواره ووظائفه

المهمة الناتجة عن خواصه الفيزيائية الفريدة. وبما ان الماء مذيب جيد للاملاح العضوية وغير العضوية فان عملية ازالتها منه أثناء عمليات التصفية تكون معقدة ومكلفة (1). ولقد اصبحت مشكلة التلوث البيئي من اخطر المشاكل التي تواجه الإنسانية وبخاصة دول العالم الثالث التي تعيش بعيدة وللأسف الشديد عن قضايا البيئة اذ تتم الإساءة الى البيئة في جزيئات الحياة اليومية وعدم المبالاة في مراعاة الاعتبارات البيئية في اعمال الأجهزة والمؤسسات الحكومية، ففي العراق مثلاً وبسبب الظروف التي يمر بها القطر وانعدام الخدمات وتحطيم البنية التحتية؛ اذ يلاحظ تكدس اكوام النفايات المدنية والتجارية بكميات كبيرة داخل المدنية ونقل الكثير من الملوثات عن طريق الامطار والسيول وكذلك تصريف الفضلات السائلة المدنية والصناعية الى مياه نهر دجلة مما يزيد من التأثيرات السلبية على مياه النهر (2). وقد وصلت التجاوزات الفردية لعدد من المواطنين الى قيامهم بتصريف مياه خزانات التعفين لمنازلهم الى المجاري العمومية، وهذا بدوره سيؤدي إلى تفاقم المشكلة لمياه النهر فضلا عن مخاطر انتقال الاوبئة والامراض (3). وخير دليل على ذلك انتشار مرض الكوليرا في صيف (2008) في عدد من محافظات العراق الجنوبية، وبصورة عامة فان ان مياه نهر دجلة تعاني من مشاكل التلوث البيئي بسبب تصريف الفضلات المدنية والصناعية والزراعية عبر مصبات مباشرة الى النهر من دون اجراء أي معالجة في الغالب على طول مجرى النهر. اذ تقدر كمية المطروحات السائلة المصرفة الى نهر دجلة من مدينة الموصل فقط اكثر من 6598 م^3/ساعة، اذ اصبح نهر دجلة مجرى لنقل النفايات والفضلات المختلفة بحيث تم تشويه الناحية الجمالية لضفاف النهر في عدد من المواقع في مدينة الموصل فضلا عن انبعاث الروائح الكريهة من المناطق القريبة من مصبات فضلات المجاري الى جانب التأثيرات السلبية على بيئة مياه النهر (3،4)، لذلك جاءت الدراسة لتحديد خصائص مياه الفضلات على طول المجرى ومدى حدوث عمليات التنقية الذاتية لهذه المياه قبل وصولها الى نهر دجلة وتأثير هذه المطروحات على نوعية مياه نهر دجلة جنوب مدينة الموصل, تحديد الاجناس الطحلبية التي تنمو في هذه المياه باعتبارها كدليل حيوي للتلوث العضوي.

المواد وطرائق العمل Materials and methods

شملت منطقة الدراسة وادي الدانفيلي الواقع جنوب شرق مدينة الموصل؛اذ يقوم بنقل كميات كبيرة من مياه السيول والفضلات الصناعية والمدنية السائلة عبر مجراه البالغ 12 كم الى نهر دجلة جنوب مدينة الموصل ويصل معدل تصريفه الى 2736 م^3/ساعة، ولقد تم اختيار خمسة مواقع على الوادي وثلاثة مواقع على نهر دجلة عند المصب، كما موضح في الخارطة (1):

الموقع (2،1): يمثل وادي الدانفيلي قرب حي الخضراء وحي عدن عدن على التوالي.
الموقع (4،3): مياه الوادي عند منطقة الصناعة الساحل الايسر وحي الغفران.
الموقع (5): وادي الدانفيلي قبل التقائه بمياه نهر دجلة جنوب مدينة الموصل.
المواقع (6): مياه نهر دجلة قبل التقائها بوادي الدانفيلي (موقع مقارنة Control).
الموقع (8،7): مياه نهر دجلة على بعد (50 و250) م من التقائه بفضلات وادي الدانفيلي على التوالي، وقد تم جمع العينات من المواقع المشار اليها بمعدل نموذج واحد شهرياً من كل موقع (ابتداءاً من شهر تشرين الثاني 2007 ولغاية شهر آب 2008) باستخدام قناني نظيفة من البولي اثيلين والتي تم غسلها ثانية بمياه العينة قبل ملئها. اما العينات المتعلقة بالاوكسجين المذاب في الماء والحمل العضوي فقد جمعت بقنانن زجاجية خاصة, وقد اجريت معظم الفحوصات وفق الطرائق المستخدمة عالمياً (5), اذ تم قياس كل من درجة حرارة الماء والتوصيل الكهربائي والمواد الصلبة الكلية T.S والدالة الحامضية PH، والاوكسجين المذاب



الخارطة رقم (1) يوضح منطقة الدراسة واماكن جمع عينات المياه

في الماء بطريقة تحوير الازايد (Azide modification M), والمتطلب الحيوي للأوكسجين، والقاعدية الكلية T.Alk وأيونات البيكاربونات HCO_3^-, والعسرة الكلية وعسرة الكالسيوم وعسرة المغنيسيوم، اتبعت طريقة، بالمعايرة مع محلول EDTA لملح الصوديوم القياسي (N 0.02)، وتركيز ايونات الصوديوم والبوتاسيوم باستخدام جهاز طيف اللهب الانبعاثي (Flame photometer). وتم تقدير تركيز ايونات الكلوريد بطريقة مور، وايونات الكبريتات بطريقة

Turbidimetric Method، وتركيز ايونات الفوسفات بطريقة كلوريد القصديروز كما تم حساب النسبة المئوية للصوديوم Na% ونسبة امتزاز الصوديوم SAR باستخدام المعادلات الاتية:

$$\%Na = \frac{Na \times 100}{Na + K + Ca + Mg}$$

$$SAR = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca + Mg}{2}}}$$

اما كاربونات الصوديوم المتبقية RSC والملوحة الكامنة PS (ملمكافى/لتر) فقد حسبت من المعادلات الاتية (6):

$$\mathbf{RSC = (CO_3 + HCO_3) - (Ca + Mg)}$$
$$\mathbf{P.S = CL + 1/2SO_4}$$

كما تم اجراء الاختبارات البايولوجية ولاجل ذلك تم تحديد موقعين أولهما عند بداية وادي الدانفيلي والاخر عند نهاية الوادي وقبل التقائه بنهر دجلة. وقد تم تشخيص الاجناس السائدة في منطقة الدراسة بالاعتماد على المراجع العلمية المعتمدة عالميا(7،8،9).

النتائج والمناقشة Results and Discussion

درجة حرارة المياه: Temp. C°

تختلف درجة حرارة المياه باختلاف الموقع الجغرافي وحالة الطقس على مدار السنة وتأثير فعاليات الانسان وتشير النتائج المبينة في الجدول (1) الى ان درجة حرارة مياه وادي الدانفيلي ونهر دجلة تراوحت مابين (6.5–31) (9.5–23)° م على التوالي, وان انخفاض درجات حرارة المياه خاصة في فصل الشتاء سيؤدي إلى تقليل نشاط الأحياء المجهرية في عمليات التحلل للمواد العضوية نتيجة لانخفاض نشاط الانزيمات والعمليات الايضية، اما ارتفاع درجات الحرارة وخاصة في فصل الصيف فانه سيؤدي الى زيادة نشاط الكائنات الدقيقة وبالتالي زيادة استهلاك الاوكسجين المذاب لتحليل وأكسدة المواد العضوية وهذا بدوره يؤدي الى انخفاض تركيز الاوكسجين المذاب حسب تركيز المواد العضوية في الماء (3،10), وتتفق هذه النتائج مع ماتوصل اليه (3) في دراسته للفضلات السائلة المصرفة الى مياه نهر دجلة.

الدالة الحامضية: pH

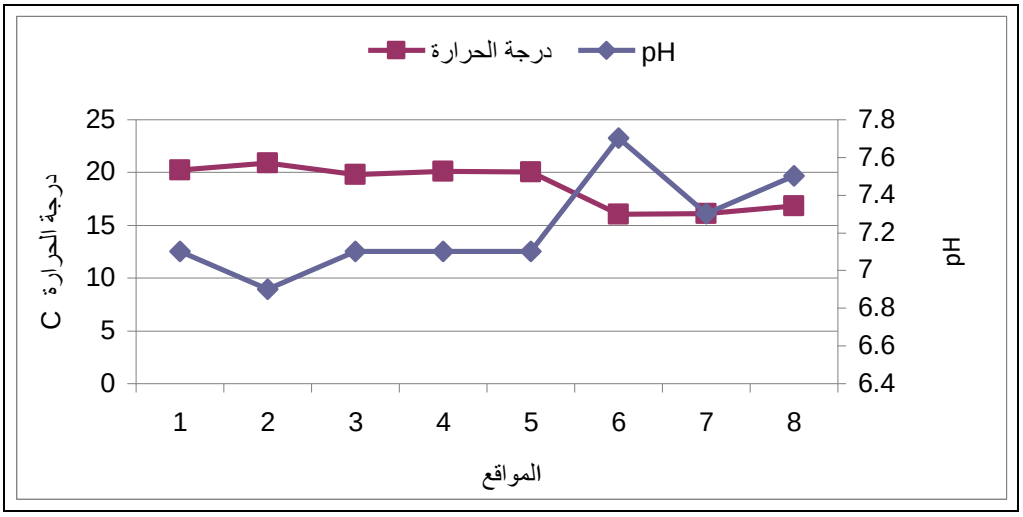
تعد الدالة الحامضية وسيلة التعبير عن نشاط وفعالية أيونات الهيدروجين في المياه والتي تتأثر بالعديد من العوامل الناتجة عن نشاطات الإنسان، وتشير النتائج المبينة في الجدول (1) والشكل (1) الى ان قيم الدالة الحامضية لمياه وادي الدانفيلي تراوحت مابين (5.38–8.08)؛ اذ ان القيمة المنخفضة كانت عند الموقع (2) والتي تعود الى عدة أسباب: منها غاز

ثنائي اوكسيد الكاربون او الكبريتات والنترات والكلوريدات وغيرها من الاملاح ذات التأثير الحامضي (11)، كذلك عمليات التحلل والاكسدة الحيوية Biological Oxidation للمواد العضوية لاهوائيا Anoxic condition تؤدي الى انتاج كبريتيد الهيدروجين والذي ممكن ان يتأكسد هوائياً لتكوين حامض الكبريتيك كما مبين في المعادلات (2،10) التالية:

$$\text{Organic} - S \xrightarrow{\text{anoxicBacti}} H_2S$$

$$2H_2S + O_2 \longrightarrow 2SO_2 + 2H_2O$$

$$2H_2SO_3 + O_2 \longrightarrow 2H_2SO_4$$



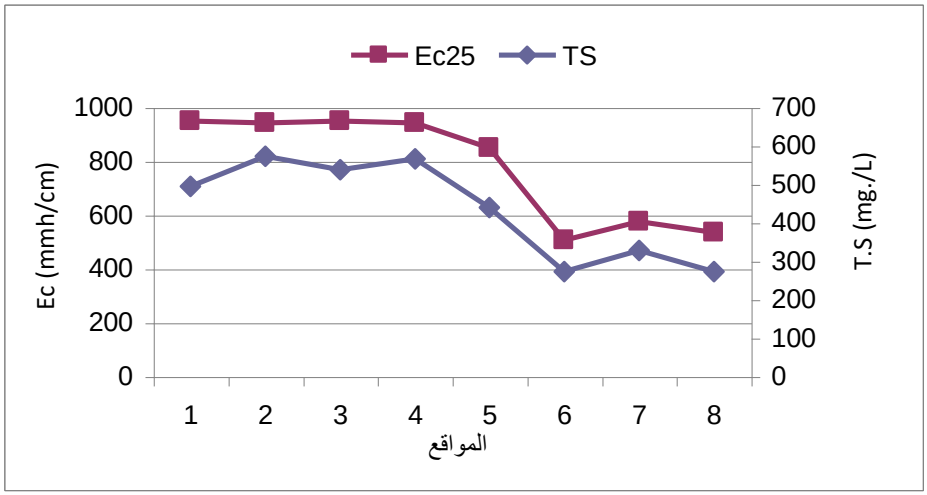
الشكل (1): معدل قيم درجات الحرارة والـ pH للمواقع المدروسة.

فضلا عن تكوين عدد من المركبات الحامضية مثل حامض الخليك والحوامض الكاربوكسيلية وكذلك الحوامض المعدنية ولكنها لا تنخفض كثيرا اثناء جريان المياه في الوادي بسبب القدرة التنظمية العالية Buffer Capacity للمياه العراقية لاحتوائها على ايونات البيكاربونات فضلاً عما يدخل الجسم المائي من هذه المركبات من الترب المحيطة بها باعتبار ان الترب العراقية غنية بمركبات الكاربونات التي تعمل على معادلة الحامضية عند دخولها إلى المياه (2،12،13)، ويلاحظ من الشكل (1) ان القيم لمياه النهر اعلى نسبياً مما هي عليه في مياه الوادي والذي قد يعود الى كثرة طرح الفضلات المدنية من حقول تربية المواشي في المنطقة والغنية بالمواد المغذية مما يؤدي إلى زيادة نمو الطحالب والنباتات المائية وهذا ما يلاحظ بوضوح عند الشواطئ في المنطقة، والتي تستهلك غاز ثنائي اوكسيد الكاربون وايونات البيكاربونات كمصدر للكاربون اللاعضوي في عمليات التركيب الضوئي (10) مما يؤدي الى رفع قيمة الدالة الحامضية كما مبين في المعادلة التالية:

$$HCO_3^- + H_2O + hr \longrightarrow \{CH_2O\} + O_2 + OH^-$$

التوصيل الكهربائي: EC_{25}

هو مقياس لقابلية الماء على نقل التيار الكهربائي ويعتمد على تركيز ونوعية الايونات الموجودة في الماء ودرجة الحرارة، تشير النتائج في الجدول (1) الى ان قيم التوصيل الكهربائي لمياه الوادي قد تراوحت خلال فترة الدراسة مابين (746-1323) مايكروسيمنز/سم, ويعود ارتفاع قيم التوصيل الكهربائي لمياه الوادي إلى تأثير الفضلات السائلة المصرفة اليه، فضلا عن التفاعلات التي تحدث بين المركبات الحامضية المتكونة من عمليات الأكسدة والتحلل البايولوجي مع المركبات القاعدية الموجودة في المواد العالقة وفي التربة المحيطة بمياه الوادي مثل كاربونات الكالسيوم التي ستتحول الى بيكاربونات الكالسيوم الذائبة مما سيزيد من قيم التوصيل الكهربائي وتأثير عمليات التبخر (14،2), كما ويلاحظ من الشكل (2) ارتفاع معدل قيم التوصيل الكهربائي في مياه الوادي والذي يعود إلى تصريف الفضلات السائلة الحاوية على الاملاح والمركبات الذائبة ثم انخفاضها نسبيا عند الموقع (5) والذي قد يعزى إلى عمليات التنقية الذاتية self purification كذلك دور نباتات القصب المنتشرة في مواقع كثيرة من الوادي في امتصاص العناصر المغذية فضلا عن عمليات الترسيب التي تحدث فيها (15)، اما بالنسبة لتأثير مياه الوادي على نوعية مياه نهر دجلة فيلاحظ من الجدول (1) والشكل (1) بان هناك تغيراً ملحوظاً طرأ في القيم عند الموقع (7) ويستمر هذا التأثير حتى الموقع الذي يبعد 250 م عن نقطة التقاء مياه الوادي بنهر دجلة.



شكل (2): معدل قيم التوصيل الكهربائي المواد الصلبة الكلية للمواقع المدروسة.

المواد الصلبة الكلية: Total Solids

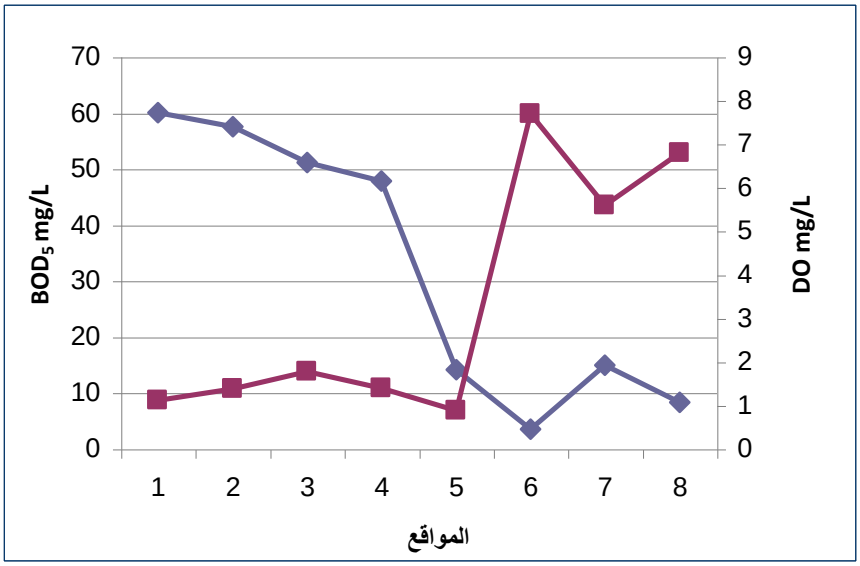
تعد المواد الصلبة الكلية في المياه من الملوثات المهمة وهي تشتمل على المواد الذائبة الصلبة والمواد العالقة القابلة للترسيب في قاع المجرى المائي؛اذ تسبب المواد العالقة إعاقة دخول الضوء الى ألاعماق مما ينعكس سلباً على نشاط الطحالب المائيه (5) وتشير النتائج المبينة في الجدول (1) والشكل (2) الى ارتفاع تركيز المواد الصلبة الكلية مع جريان مياه الوادي لتصل الى (824) ملغم/لتر بسبب الكم الهائل من مياه المجاري المصرفة اليه عند الموقع الثالث ولكنه

يبدأ بالانخفاض عند نهاية الوادي وقبل التقائه بنهر دجلة، وهذا الانخفاض في التركيز قد يعود إلى عمليات التنقية الذاتية self purification اثناء جريان الفضلات السائلة في الوادي وكذلك تأثير نباتات القصب المنتشرة على طول الوادي في تقليل سرعة الجريان وبالتالي ترسيب عدد من المركبات غير الذائبة (15)، اما بالنسبة لتأثير مياه الوادي على نهر دجلة فيلاحظ الارتفاع النسبي لتركيز المواد الصلبة الكلية عند الموقع الذي يبعد 50 م عن نقطة الالتقاء ثم تنخفض عند الموقع (8) بسبب عاملي التخفيف والانتشار.

الأوكسجين المذاب بالماء والاحتياج البايوكيميائي $DO \& BOD_5$

وتشير النتائج المبينة في الجدول (1) إلى ان تركيز الاوكسجين المذاب في مياه الوادي (0.0-9.2) ملغم/لتر يكون معدوماً خلال الأشهر الحارة من السنة نتيجة للحمل العضوي العالي مع ارتفاع درجة حرارة الماء التي تعمل على تقليل قابلية الذوبان للاوكسجين في الماء يضاف الى ذلك زيادة نشاط الاحياء الدقيقة في تحليل المواد العضوية وبالتالي زيادة استهلاك الاوكسجين المذاب في الماء (10،14)، بينما يرتفع التركيز الأشهر الباردة من السنة ليصل التركيز الى(9.2) ملغم/لتر خلال شهر كانون الأول؛ اذ ان درجات الحرارة المنخفضة ستؤدي الى زيادة قابلية الماء للتشبع بالاوكسجين، مع انخفاض نشاط الاحياء المجهرية في تحليل المواد العضوية.

اما بالنسبة لتأثير مياه الوادي على نوعية مياه نهر دجلة فيلاحظ من الجدول (1) والشكل (3) الى الانخفاض الشديد في تركيز الاوكسجين حتى يصل الى دون المستويات الحرجة عند الموقع الذي عند الموقع الذي يبعد 50م عن نقطة الالتقاء بنهر دجلة، كذلك يلاحظ ارتفاع تركيز المتطلب البايوكميائي للاوكسجين BOD_5 لمياه الوادي والتي وصلت الى (177.4) ملغم/لتر عند الموقع (2) بسبب الكم الهائل من المطروحات المصرفة الى الوادي



الشكل (3): معدل تركيز الأوكسجين المذاب والحمل العضوي للمواقع المدروسة.

مما ينعكس سلبا على تركيز الاوكسجين المذاب في الماء وبالتالي حدوث عمليات التحلل اللاهوائي Anoxic degradation للمواد العضوية وتكوين مركبات الكبريتيد مثل H_2S وغاز الامونيا وانبعاث الروائح الكريهة والمزعجة وهذا مايشعر به سكان الأحياء القريبة من وادي الدانفيلي مثل حي الاطباء وحي الغفران، اما بالنسبة لمعدل تركيز الـ BOD_5 لمياه وادي الدانفيلي فيلاحظ انخفاض التركيز عند نهاية الوادي وقبل التقائه بمياه نهر دجلة، اذ تصل النسبة المئوية للانخفاض الى (49%) وهذا الانخفاض يعزى الى عمليات التنقية الذاتية والمتمثلة بعمليات التحلل البايولوجي والكيمياوي إضافة إلى عمليات الاكسدة الضوئية بفعل ضوء الشمس (15)، كذلك ارتفاع قيم الحمل العضوي لمياه النهر عند الموقع الذي يبعد 50م عن نقطة التقاء لتصل نسبة الارتفاع الى اكثر من 6 اضعاف مقارنة بالموقع (6) ويستمر هذا التأثير حتى عند الموقع الذي يبعد 250 م عن نقطة الالتقاء على الرغم من انخفاضها النسبي.

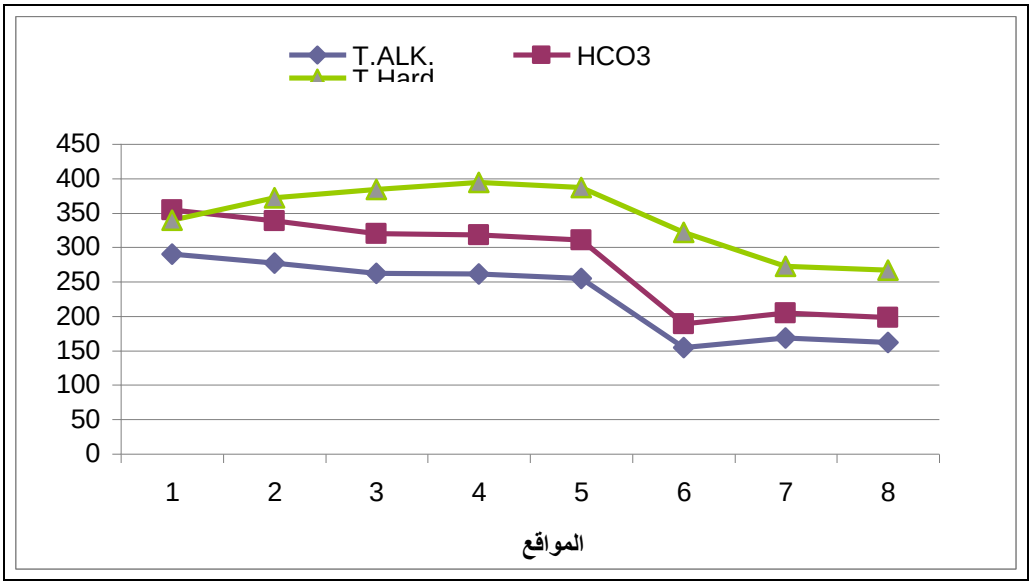
العسرة الكلية وعسرتا الكالسيوم والمغنسيوم: Total Hardness, Ca. H and Mg. H

تشير النتائج المبينة في الجدول (1) الى ارتفاع تراكيز العسرة الكلية وعسرتي الكالسيوم والمغنسيوم في مياه الفضلات لوادي الدانفيلي مقارنة بمياه نهر دجلة اذ تصل احياناً الى الضعف وقد وصلت اعلى التراكيز الى (432، 292، 200) ملغم/لتر على التوالي.

اما معدل تراكيز العسرة الكلية وعسرتي الكالسيوم والمغنسيوم فيلاحظ من الشكلين (4،5) الارتفاع النسبي للتراكيز مع مسار المياه في الوادي بسبب التفاعلات التي تحدث في المياه والتي تؤدي الى تكوين المركبات الحامضية التي تعمل على ذوبان مسببات العسرة في الترسبات القاعية وفي المواد العالقة في المياه (20) وعموماً فان كمية العسرة التي ينقلها الوادي الى مياه نهر دجلة جنوب مدينة الموصل تصل الى (476) طنً شهرياً. اما تأثير مياه الفضلات على نوعية مياه نهر دجلة فيلاحظ وجود ارتفاع نسبي طرأ على نوعية مياه نهر دجلة عند الموقع (7) وقد يستمر هذا الارتفاع حتى عند الموقع الذي يبعد 250 م من نقطة التقاء مياه الوادي بنهر دجلة.

القاعدية الكلية وايونات البيكاربونات: T.Alkalinity & Bicarbonate Ions

تشير النتائج المبينة في الجدول (1) الى ارتفاع تراكيز كل من القاعدية الكلية وايونات البيكاربونات لمياه وادي الدانفيلي والتي تراوحت ما بين (196–374) و (239–456) ملغم/لتر على التوالي وكانت أعلى التراكيز خلال شهر تموز عند الموقع (3) ويعود هذا الارتفاع إلى



الشكل (4): معدل تركيز القاعدية الكلية وايونات البيكاربونات (ملغم/لتر) للمواقع المدروسة.

التفاعلات التي تحدث في المياه في الظروف اللاهوائية كما موضح في المعادلة التالية (16):

$$SO_4^{=} + CH_4 \xrightarrow{\text{Bacteria}} HS^- + H_2O + HCO_3^{=}$$

$$CaSO_4 + CnH_2n{+}2 \xrightarrow{\text{Bacteria}} CaS + CO_2 + H_2O$$

$$CaS + H_2O + CO_2 \longrightarrow H_2S + Ca(HCO_3)$$

وبشكل عام ان التراكيز اعلى من مثيلاتها في مياه نهر دجلة اذ تصل نسبة الزيادة في شهر تموز الى 149 % ويعود السبب الى وجود كمية من الاوكسجين مع ارتفاع تركيز المواد العضوية التي تستغل من قبل الاحياء المجهرية الى انتاج غاز CO_2 بالإضافة الى الأحماض الكاربوكسيلية والتي تتفاعل مع كاربونات الكالسيوم الموجودة في الترسبات القاعية او في المواد العالقة وتحويلها الى بيكاربونات الكالسيوم الذائبة في الماء (10،2) كما في المعادلات التالية:

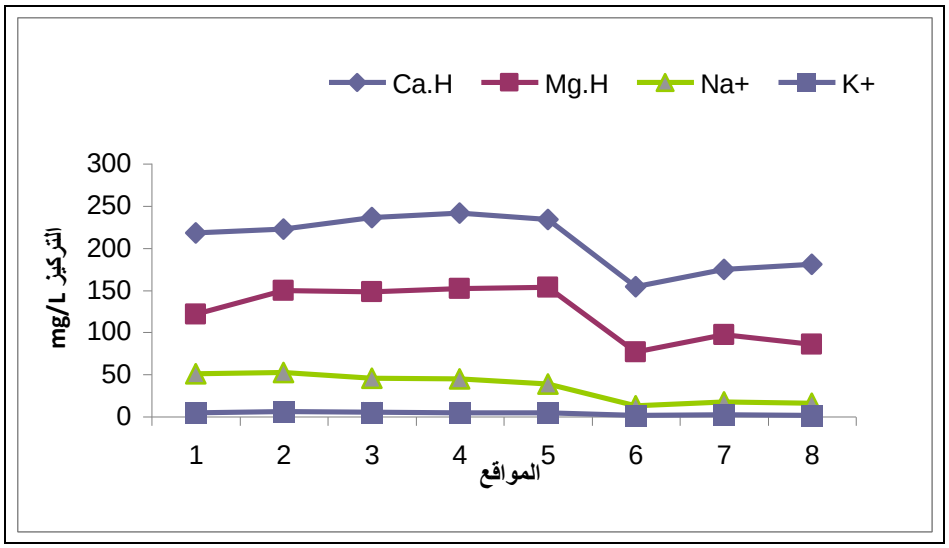
$$\mathbf{\{CH_2O\} + O_2 \xrightarrow{\text{Microorganisms}} CO + 2H_2O}$$

$$\mathbf{H_2CO_3 + CaCO_3 \longrightarrow Ca(HCO_3}$$

ايونات الصوديوم والبوتاسيوم: Na & K

تشير النتائج المبينة في الجدول (1) والشكل (5) الى ان تراكيز ايونات الصوديوم والبوتاسيوم لمياه الوادي تراوحت مابين (29–106) ملغم/لتر و (2.3–9.1) ملغم/لتر على التوالي. وعموماً فان المعدل العام لمياه الوادي كما يلاحظ ارتفاع معدل التراكيز لاسيما في الموقعين الثاني والثالث والذي يعزى الى تأثير الفضلات السائلة المطروحة التي تحتوي على

كميات من ملح الطعام مما يؤدي الى ارتفاع التراكيز في حين نلاحظ انخفاض التراكيز عند الموقع الخامس والذي يعزى الى عمليات التنقية الذاتية للمياه (3).



الشكل (5): معدل تركيز الايونات الموجبة للمواقع المدروسة.

اما تأثير مياه وادي الدانفيلي على نوعية مياه نهر دجلة فيلاحظ ارتفاع تركيز ايونات الصوديوم والبوتاسيوم في مياه نهر دجلة عند الموقع الذي يبعد 50 م من نقطة الالتقاء لتصل نسبة الزيادة في الصوديوم الى 53% في شهر تموز وقد يستمر التأثير حتى عند الموقع الذي يبعد 250 م عن نقطة الالتقاء والتي تراوحت ما بين (11–25)، (0.6–3.7) ملغم/لتر على التوالي.

تركيز ايونات الكلوريد والكبريتات: Cl & SO_4

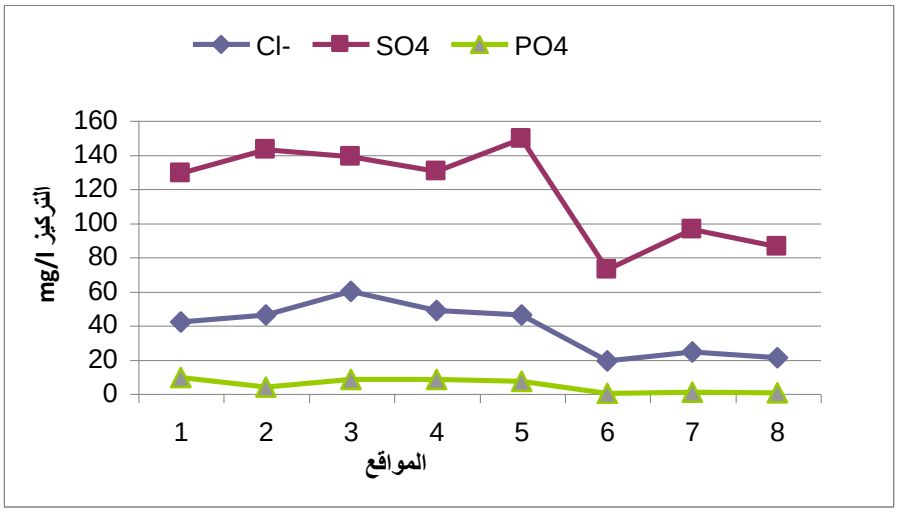
تشير النتائج المبينة في الجدول (1) والشكل (6) الى الارتفاع النسبي لتركيز ايونات الكلوريد في مياه وادي الدانفيلي والتي وصلت الى (69) ملغم/لتر وقد يعزى ذلك الى الكم الهائل من مياه مجاري الاحياء السكنية المصرفة الى الوادي؛ اذ تقدر كمية الكلوريد التي يطرحها الفرد الواحد يوميا الى (6 غم) مما يؤدي الى ارتفاع تركيز ايونات الكلوريد في مياه المجاري (3)، اما تأثير مياه الوادي على نوعية مياه نهر دجلة فتشير النتائج الى ارتفاع تركيز الكلوريدات عند الموقع (7) ليصل اعلى تركيز الى (30) ملغم/لتر في شهر حزيران ويستمر التأثير حتى عند الموقع الذي يبعد 250 م عن موقع المقارنة، كذلك يلاحظ الارتفاع النسبي لتركيز ايونات الكبريتات والذي قد يعزى الى عمليات التحلل اللاهوائي للمركبات الحاوية على الكبريت؛ اذ يتم اختزالها بوساطة بكتريا Desulfovibrio desulfuricons لتكوين مركبات الكبريتيد وعند توفر الظروف الهوائية يتم اكسدتها الى حامض الكبريتيك (10، 16) كما في المعادلات الاتية:

$$CaSO_4 + CH_4 \xrightarrow{AnoxicBact} CaCO_3 + H_2S + H_2O$$

$$2\{CH_2O\} + SO_4^{=} \xrightarrow{AnoxicBact} 2CO_2 + 2H_2O + S^{=}$$

$$S^{=} + 2H+ \longrightarrow H_2S$$
$$H_2S + 2O_2 \xrightarrow{\text{Oxicbact}} H_2SO_4$$

وهذه التفاعلات تفسر أيضاً أسباب الرائحة المزعجة المنبعثة من مياه الوادي التي يحس بها الساكنين في المناطق القريبة من الوادي مثل حي الغفران وحي الاطباء، فعند (pH<8) تكون صور الكبريت المختزلة بشكل H2S والتي تصل نسبته إلى 80% من صور الكبريت المختزلة عند (pH=7) مقارنة بالصورتين ($S^{=}$, HS^{-}) في حين تكون كمية H_2S الحر قليلة عند (Ph ≥8) أي ان الكبريتات تكون ابرز نواتج اكسدة الكبرتيد (5) وعموماً فان مياه الوادي تنقل كمية من الكبريتات الى نهر دجلة تصل الى (183) طناً شهريا، اما تأثير مياه الوادي على نوعية مياه نهر دجلة فتشير النتائج المبينة في الجدول والشكل أعلاه الى ارتفاع تركيز الكبريتات عند الموقع السابع ويستمر التأثير حتى عند الموقع الذي يبعد 250 م عن موقع المقارنة لتصل النسبة المئوية للزيادة الى (65-68%) على التوالي.



الشكل (6): معدل تركيز الايونات السالبة للمواقع المدروسة.

تركيز أيونات الفوسفات: Orthophosphate

توجد مركبات الفسفور في المياه الطبيعية وفي مياه الفضلات المنزلية والصناعية بشكل ذائب او بشكل بقايا عالقة كما يمكن ان توجد في الرواسب القاعية (5)، وتشير النتائج إلى ان تركيز ايونات الفوسفات لمياه الوادي وصلت الى (38.0) ملغم/لتر، وهذا الارتفاع في التركيز لمياه الوادي يعود الى وجود مواد التنظيف ومساحيق الغسيل في مياه المجاري؛ اذ تحتوي مساحيق التنظيف الصناعية على ايون Tripoly Phosphate الذي يتفاعل مع الماء مكوناً ايونات الفوسفات كما في المعادلة الاتية (17):

$$P_3O_{10} + 2H_2O \longrightarrow 4H^{+} + 3PO^{-3}_4$$

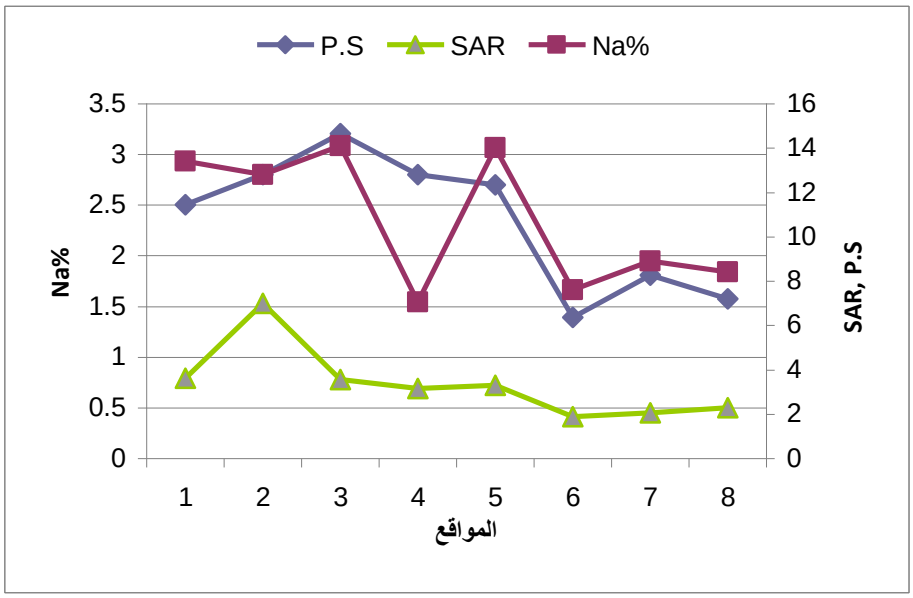
فضلا عما يصل الى الوادي من الأسمدة الفوسفاتية ولاسيما الأراضي الزراعية القريبة من الوادي كذلك ان هناك علاقة عكسية بين تركيز ايونات الفوسفات والأوكسجين المذاب اذ ان انخفاض تركيز الأوكسجين المذاب في الماء يعمل على زيادة تحول مركبات الفوسفات من الشكل غير الذائب الى الشكل الذائب مما يؤدي الى زيادة تركيز ايونات الفوسفات الذائبة في هذه المياه(3)، اما تأثير مياه الوادي على نوعية مياه نهر دجلة فتشير النتائج المبينة في الجدول الى ارتفاع تركيز ايونات الفوسفات عند الموقع الذي يبعد 50 م عن نقطة الالتقاء لتصل نسبة الزيادة الى (93%) مقارنة بالموقع السادس والتي يستمر حتى عند الموقع الذي يبعد 250 م لتصل النسبة الى (92%) خلال شهر حزيران مما سينعكس سلباً على النظام البيئي المائي.

النسبة المئوية ونسبة امتزاز للصوديوم: % Na &SAR

وصلت اعلى قيمة للنسبة المئوية للصوديوم والـ SAR لمياه وادي الدانفيلي الى (24.4–1.12) على التوالي وهي بذلك ضمن الحدود الملائمة للري (6) ويلاحظ من الشكل (7) ان اعلى معدل لقيم الـ SAR كان عند الموقع والثاني بينما Na% عند الموقعين الثالث والخامس والذي يعود الى تاثير المطروحات المصرفة الى مياه الوادي والحاوية على تراكيز مرتفعة من ايونات الصوديوم مقارنة بايوني الكالسيوم والمغنسيوم، اما تأثير مياه الوادي على نوعية مياه نهر دجلة فيلاحظ من الجدول (1) ان هناك تأثيراً واضحاً طرأ على نوعيته عند الموقع السابع وقد يستمر هذا التأثير حتى عند الموقع الذي يبعد 250 م عن نقطة الالتقاء.

الملوحة الكامنة وكاربونات الصوديوم المتبقية: P.S & RSC

تشير النتائج المبينة في الجدول (1) إلى ارتفاع قيم الملوحة الكامنة في مياه وادي الدانفيلي والتي تراوحت مابين (1.4–6.0) مليمكافئ/لتر وهي مناسبة للري حسب تصنيف دونين (16), وهذه الاختلافات تعود الى الاختلاف في تركيز ايوني الكبريتات والكلوريد خلال فترة الدراسة. اما تأثير مياه الوادي على نوعية مياه نهر دجلة فتشير النتائج الى ارتفاع قيم الـ P.S عند الموقع الذي يبعد 50 م عن نقطة التقائه بمياه الوادي وقد يستمر هذا التأثير نسبياً حتى عند الموقع الذي يبعد 250 م، كما ان قيم الملوحة الكامنة في مياه نهر دجلة في منطقة الدراسة تراوحت بين (1.1–2.9) مليمكافئ/لتر، بينما لم تلاحظ أي قيمة لـ RSC في مياه وادي الدانفيلي ومياه نهر دجلة خلال مدة الدراسة, بسبب ارتفاع تركيز ايوني الكالسيوم والمغنسيوم مقارنة بتركيز ايوني الكاربونات والبيكاربونات في المياه المدروسة (18).



الشكل (7): معدل قيم PS(meq.l^{-1})، SAR و Na% للمواقع المدروسة.

الاختبارات البايولوجية:

وتعد الدراسة الحالية هي اول محاولة لتشخيص وتقدير عدد الطحالب (الهائمات النباتية) في مياه وادي الدانفيلي الذي يتميز بكون مياهه حاوية على نسبة كبيرة جداً من الملوثات نتيجة لتصريف جميع مياه الفضلات المنزلية والصناعية للمناطق القريبة من الوادي الية, تشير النتائج المبينة في الجدولين (1،2) والشكل (8) الى ان المحطتين المدروستين قد تميزت بوجود ذروة واضحة لنمو الطحالب خلال شهر آيار وشكل اجناس طحالب *Oscillatoria spp.* (Cyanophycophyta) والطحالب العصوية *Nitizchia sp.*، *Fragellaria sp.* (Bucillariaphtcophyta) الغالبية العظمى من مجموع الهائمات النباتية الموجودة في مياه الوادي، اذ تميز الموقع (2) بارتفاع اعداد الهائمات النباتية مقارنة بالموقع (5). وعلى الرغم من تباين الطحالب في الموقعين المدروسين فانها اشتراكا بظاهرة ظهور ذروة واحدة لنمو الطحالب خلال فصل الربيع؛ اذ وصلت نسبة الزيادة للموقع (2) بحدود عشرة أمثال اعدادها في شهر كانون الثاني، كما يلاحظ من الجدول ان جنس *Oscillatoria sp.* شكل اكثر من 90% من مجموع الهائمات النباتية؛ اذ تراوحت اعدادها مابين (57800 – 573750) خلية/لتر ويليه جنس *Euglina sp.* (Euglinoaphcophata). كما يلاحظ ايضاً تباين اعداد اجناس الطحالب العصوية *Naviculla sp.*، *Nitizschia sp.*، *Fragellaria sp.* باختلاف اشهر السنة والتي تراوحت أعدادها ما بين (850–3400) و (850–8500) و (425–5950) خلية/لتر على التوالي في حين لم يلاحظ الطحالب العائدة الى جنس *Chlamydomonas sp.* (Chlarophycophyta) الا في أشهر الربيع وبداية الصيف.

جدول(2): العدد الكلي (خلية/لتر) لاجناس الطحالب السائدة في الموقع الثاني من وادي الدانفلي.

جنس / الاشهر	*Oscillatora*	*Fgelaria*	*Euglena*	*Natizschia*	*Nvicula*	*Clamydomonas*	Others
ت. ثاني	57800	5950	----	8500	----	----	8925
ك. اول	204000	1700	----	----	----	----	20400
ك. ثاني	59500	850	4250	----	850	----	1700
شباط	238000	425	44200	----	3400	----	1700
اذار	151000	1550	63200	850	2550	202300	----
نيسان	158650	2125	93500	3400	1700	8500	62900
ايار	573750	1700	11900	1700	----	8500	16150
حزيران	174250	----	2550	2550	----	5100	8500
تموز	136000	850	3400	2550	----	----	6800
اب	122500	----	----	----	----	----	850

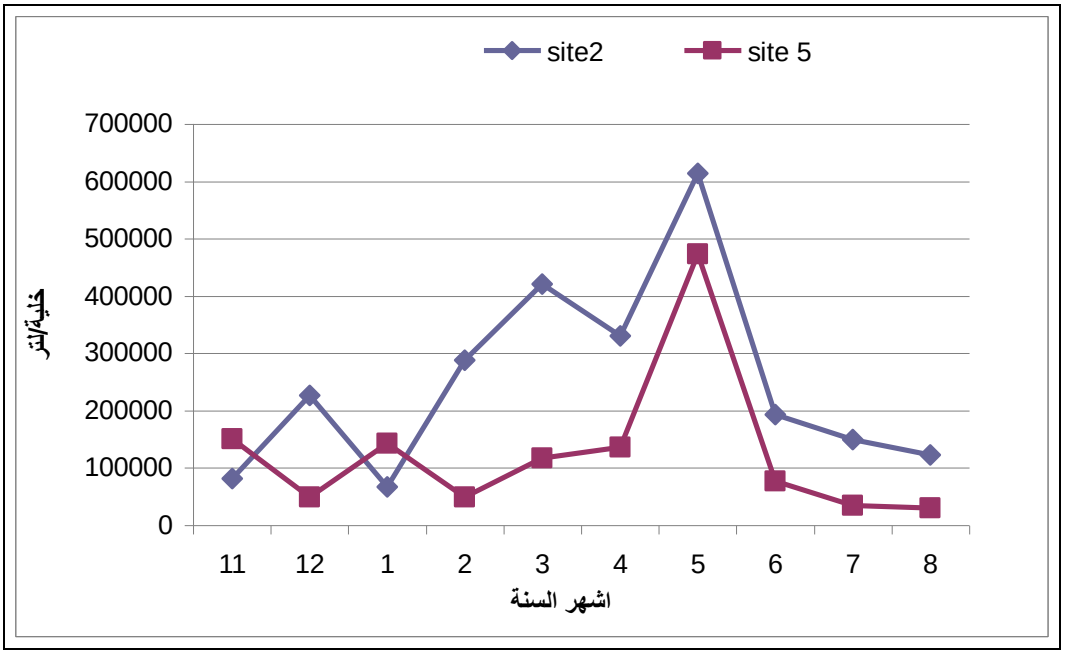
اما في الموقع الخامس فقد وصلت اعداد الهائمات النباتية فيها الى (473850) خلية/لتر خلال شهر آيار والتي تعادل تسعة امثال ما لوحظ خلال شهر آب وشكل جنس *Oscillatoria sp*. وحده اكثر من 95% تقريباً من مجموع الهائمات النباتية ويليه جنس *Euglena sp*، اما اعداد الطحالب العصوية *Nitizschia sp*. و *Fragellaria sp*. فقد تباينت اعدادها باختلاف الاشهر ولم يلاحظ اجناس طحلب *Chlamydomonas sp*. الا في اشهر الربيع وبداية الصيف وكذلك لم يلاحظ الطحالب العائدة لجنس *Navicula sp*. في الموقع الخامس على الرغم من ملاحظته في الموقع (2) والذي قد يعود الى كون الموقع (2) كانت المياه فيه محجوزة وساكنة نوعاً ما مقارنة بمياه الموقع (5) الذي يكون فيه الماء سريع الجريان نسبياً. ان الانخفاض الملحوظ في اعداد الطحالب لوادي الدانفيلي قد يعود بالدرجة الرئيسة الى الخصائص التي تميزت بها المياه ذات التلوث العضوي المرتفع مع انخفاض تركيز الاوكسجين المذاب والذي ينعدم في الاشهر الحارة من السنة.

واخيراً فان الطحالب الملاحظة في منطقة الدراسة تمتاز بقابليتها العالية على تحمل مدى واسع للملوثات الموجودة في المياه، اذ ان استخدام الطحالب الخضر المزرقة والطحالب اليوغلينية وبعض الطحالب العصوية بوصفها دالة على التلوث اصبحت وسيلة بايولوجية شائعة في كثير من مناطق العالم (19) فضلا عن أهميتها للأنظمة البيئية المائية وبخاصة الطحالب الخضر المزرقة التي تتميز بإطلاقها للسموم الى المياه كالسموم العصبية والكبدية والجلدية وغيرها من السموم التي لها تأثيرات خطيرة على الكائنات الحية ومن ضمنها الإنسان (20،21).

جدول (3): العدد الكلي(خلية/لتر) لاجناس الهائمات النباتية السائدة في الموقع الخامسمن وادي الدانفلي.

Others	*Clamydo monas*	*Natizschia*	*Euglena*	*Fgelaria*	*Oscillatora*	
37825	----	3825	----	6800	102000	ت. ثاني
5950	----	----	1700	2550	38050	ك. اول
5100	----	----	10625	3400	123250	ك. ثاني
10800	4250	----	24650	425	8500	شباط
61200	10300	----	33950	1257	9350	اذار
1200	11900	2550	22300	1275	95625	نيسان
12725	5525	1700	2550	425	450500	ايار
4675	425	425	1275	----	70125	حزيران
22525	----	850	2550	850	8375	تموز
----	----	----	850	125	26350	اب

اذ يلاحظ من الجداول اعلاه ارتفاع تركيز ايونات الفوسفات سيشجع على ازدهار نمو الطحالب، كذلك سيادة جنس *Oscillatoria* التي تتميز بتكوينها للسموم والتي تعتبر كمحفزات للإصابة



الشكل (8): معدل العدد الكلي للطحالب لبداية ونهاية وادي الدانفيلي.

بالأمراض السرطانية (22) فضلا عن قابليتها للتراكم والتضاعف عند دخولها السلسلة الغذائية مما يزيد من تأثيراتها السلبية على الكائنات الحية (23).

الاستنتاجات التوصيات Recommendations & Conclusions

وجد من الدراسة انخفاض الاوكسجين المذاب في مياه وادي الدانفيلي الى مستويات حرجة وانعدامه مع ارتفاع درجة حرارة المياه في معظم اشهر السنة نتيجة لارتفاع قيم الحمل العضوي كذلك ارتفاع وسيادة جنس *Oscillatoria* مما له تأثيرات صحية خطيرة على الانسان، مع ملاحظة تاثير واضح لعمليات التنقية الذاتية على خفض تركيز بعض الملوثات نسبيا، كذلك هناك تأثير واضح لمياه وادي الدانفيلي على نوعية مياه نهر دجلة جنوب مدينة الموصل اذ تعد نوعية المياه سيئة جداً بالنسبة لقيم الـ BOD_5، لذلك نوصي بتشجيع نمو بعض النباتات المستهلكة للملوثات ضمن مجرى الوادي، مع اجراء معاملة اولية للمياه الملوثة كتصريفها الى الاراضي المنخفضة وتعريضها لاشعة الشمس للتقليل من التلوث البايولوجي والمواد العالقة، وإجراء الدراسات المستفيضة على الطحالب الموجودة في المياه للتعرف على الانواع السائدة لكل جنس وخاصة الطحالب الخضر المزرقة لمالها من تاثيرات سمية على الكائنات الحية.

المصادر References

1) الخطيب، السيد احمد (2004). تلوث الماء. سلسلة البيئة والتلوث، العدد (2). المكتبة المصرية للطباعة والنشر والتوزيع- الاسكندرية-مصر، 183.

2) الصفاوي، عبدالعزيز يونس طليع. (2006). التلوث البيئي لمدينة الموصل وطرق المعالجة. اطروحة دكتوارة-كلية التربية-جامعة الموصل.

3) الصفاوي، عبدالعزيز يونس طليع. (2007). دراسة كمية ونوعية الفضلات السائلة المطروحة من مدينة الموصل وتأثيرها على نوعية مياه نهر دجلة. وقائع المؤتمر العلمي الاول لمركز بحوث البيئة والسيطرة على التلوث، جامعة الموصل-العراق. 5-6 حزيران. 1-10.

4) الصفاوي، عبدالعزيز يونس طليع. (2012) دراسة بيئية وبكترولوجية للفضلات السائلة المطروحة من مستشفيات مدينة الموصل (مقبول النشر).

5) APHA, AWWA and WPCF (1998). "Standard Method for Examination of water and wastewater'', American Public Health. Association, 20th ed., Washington DC, USA.

6) راين، جون؛ اسطيفان، جورج وعبد الرشيد. (2003). تحليل التربة والنبات المركز الدولي للبحوث الزراعية للمناطق الجافة (ايكاردا). حلب-سوريا. ص 172.

7) Desikachary, T. V., (1959), Cyanophta, Univ. of Madrass. India.

8) Patrich, R. and Reimer C. W., (1966), "The Diatoms of the United States'', I. Vol. 1، Monger. Acad. Nat. Sci, New York, USA.

9) Prescott, G. W., (1978), "Freshwater Algae'', Univ. of Montana, USA.

10) Manhan,S.E., (2004), "Environmental Chemistry'', CRC press 8th ed., Washington Dc. USA, 781.

11) Mustafa, M. H., (2000), Tigris river water quality within Mosul area. Raf. J. Sci, 11(4):26-39.

12) Miyanaga, Y. and Ikeda, H., (1996), "Acidification of surface water and its predication on Japan'', proc. CR EPI Int. Seminar on transport and effects of acidic substance. Nov. 28-29, Japan Tokyo, 137-142.

13) Sato, K. and Ohkishi, H., (1996). Rapid acid neutralizing capacity of Japanese soils, proc. CRIEPI Int, I Seminer on transport and effects of acidic substances, P:143-153, Nov. 28-29, Tokyo, Japan.

14) الصفاوي، عبد العزيز يونس طليع؛ البرواري، مشير رشيد احمد؛ خدر، نوزت خلف. (2009). دراسة الخصائص الطبيعية والكيمياوية والبايولوجية لمياه وادي دهوك. مجلة تكريت للعلوم الصرفة. 14(2): 54–60.

15) Ostroumov,S.A., (2006). Self purification. Inter. J. of Oceans and Oceanog., 1(1), 111-118.

16) الشنونة، ريم عدنان عبدالرزاق (2012). دراسة بيئية وبايولوجية لنوعية المياه الجوفية جنوب شرق الموصل، رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة الموصل.

17) Baird, C. and Cann, M., (2005), "Environmental Chemistry'', 3rd ed., W.H. Freeman Company, USA. 652.

18) طليع، عبد العزيز يونس. (1999). تلوث مياه نهر دجلة ببعض الفضلات الصناعية والسكنية جنوب مدينة الموصل. مجلة التربية والعلم، العدد 35: 51–59.

19) Kureishy, Tariq. W., Abdel-Maati, M. A. R. and Al-Mufata A. R., (1995), Marine algae as bioindicators of pollution levels in the Arabian Gulf, Qatar Univ. of Sci.: J. 15:215-221.

20) WHO (2009) Toxic cyanobacteria in water. Aguid to their puplic health consequences monitoring & management.

21) Zhang,T, T., He, M., Wu.A.P., and Nie, L.W.(2009) Alleopathic effect of submerged macrophyte Chara Vulgaris on toxic Mcrocystis aeruginosa Alle.J. 23(2)391-402.

22) عيسى، محسن أيوب وأمين، غيداء أحمد (2011) انتشار وتواجد البكتريا الخضر المزرقة في مصادر مياه مختلفة من محافظة نينوى وعلاقتها بالعوامل البيئية. وقائع المؤتمر العلمي الثاني لمركز بحوث البيئة والسيطرة على التلوث، جامعة الموصل– العراق. 5–6 حزيران. 141–158.

23) Camargo,J,A. and Alonso,A, (2006). Ecological and toxicological effect of inorganic nitrogen pollution in aquatic ecosystems: Aglobal assessment. Enviroment international. 32: 831-849.

جدول (1): مدى نتائج تحليل مياه وادي الدانفيلي ونهر دجلة في مدينة الموصل

نهر دجلة			وادي الدانفيلي					المواقع / المعايير
8	7	6	5	4	3	2	1	
22.5-9.0	23-9.5	22-10	30-6.5	30-7.0	30-6.5	31-7.5	30-8.0	Temp. c°
8.3-6.8	8.2-6.3	8.3-7.1	8.0-6.3	7.5-6.4	7.4-6.6	7.5-5.4	7.5-6.4	PH
631-492	642-508	596-488	1037-824	1048-873	1323-832	1306-746	1323-845	Ec. µS/cm
346-236	258-392	328-208	592-448	690-470	824-494	752-336	734-260	T.S. mg/l
8.5-3.2	8.1-2.5	9.7-5.8	3.0-0.0	6.0-0.0	5.0-0.0	9.2-0.0	11.2-0.0	DO mg/l
19-3.3	43-6.0	7.8-1.4	71-12	74-22	89-30	177-34	106-18	BOD^5 mg/l
176-130	184-148	172-130	292-226	306-198	374-244	364-196	350-214	T.AL. mg/l
219-163	224-180	209-158	356-245	372-241	456-261	443-275	426-261	HCO^3 mg/l
272-224	324-240	264-200	420-344	432-330	420-329	416-372	430-288	T.H. mg/l
180-136	189-156	172-120	228-192	276-216	292-208	272-176	268-180	Ca.H mg/l
100-78	144-80	96-60	176-124	160-128	196-88	200-92	190-72	Mg.H mg/l
24-11	25-12	18-6.0	60-36	59-30	100-29	90-34	106-33	Na mg/l
3.0-0.6	3.5-0.6	2.7-0.6	8.0-2.6	7.0-2.7	9.1-2.6	8.0-3.9	7.6-3.3	K mg/l
28-16	30-16	24-14	56-34	62-38	69-40	60-36	46-30	CL mg/l
135-57	138-75	91-52	208-103	178-85	167-84	209-108	187-97	SO_4 mg/l
1.1-0.07	1.2-0.39	0.6-0.02	31.7-4.0	30.0-4.4	29.5-2.8	38.0-2.8	38.0-3.7	PO_4 mg/l
22.4-2.0	24.4-2.2	19.4-1.9	30-3.0	31-5.0	36-4.0	35-4.0	39-3.5	%Na
0.63-0.4	0.63- 0.5	0.54- 0.2	1.1-0.38	0.77- 0.6	1.08- 0.6	0.96-0.6	1.0-0.65	SAR
2.4-1.1	2.9-1.3	2.3-1.1	3.5-1.5	4.0-1.4	6.0-2.4	4.0-2.1	3.9-2.1	P.S. meq/l