التنـقية الذاتــية للفـضلات السائـلة لـوادي الــخرازي. الموصل.

عبد العزيز يونس طليع الصفاوي* وفاء عصام عبد القادر السنجري

جامعة الموصل / كلية التربية / قسم علوم الحياة

*E. mail: alsaffawia@yahoo.com

تاريخ الاستلام ٢٠١٣/٠٤/٣٠ **تاريخ القبول** ٢٠١٣/٠٦/٢٥

Abstract

The purpose of this study was to evaluate the quality of wastewater running through Al-Kharrazie, a seasonal rain water valley in Mosul city which considered now as a sewerage channel discharging their influents into Tigris river at Al-Ghabat region.

Physical, chemical and biological testes were run to evaluate its discharges quality, the results revealed high pollution loads, reflects by PO_4 and NO_3 which reached to (120,572,2.352 and2.319) ،TDS،BOD_5 mg\L respectively. Also, it shows that high total plate count TPC, *F.coliform* and *Esherishia coli* reaching(1071*105cell\ml,110*105and 110*105cell\100ml)respectively.Phytoremediation was going on passing through the valley to certain extent, reflected by the drop in the main pollutant parameters of BOD_5, PO_4, NO_3,TPC,*F.coliform* and *E. coli* by (57, 19, 11, 89, 93, 93)% respectively.

الخلاصة

تم دراسة نوعية الفضلات السائلة لمياه وادي الخرازي وهو من الوديان الطبيعية في مدينة الموصل لنقل مياه السيول والأمطار ومطروحات مياه المجاري لأحياء سكنية ويصب في نهر دجلة في منطقة الغابات، وقد أجريت له الفحوصات الفيزيائية والكيميائية والبايولوجية للتعرف على نوعية مياه الوادي، وأشارت النتائج الى ارتفاع تراكيز الملوثات المتمثلة بالحمل العضوي BOD_5 والـ TDS وأيونات الفوسفات PO_4 والنترات NO_3 والذي بلغ أعلى معدل لها (١٢٠ و٥٧٢ و٢.٣٥٢ و٢.٣١٩ ملغم. لتر$^{-١}$) على التوالي، كذلك ارتفاع أعداد أدلة التلوث البكتريولوجي المتمثلة بالـ TPC و*F.Coliform* و *E.coli* والتي وصلت الى (1071×10^5 خلية. ١مل$^{-١}$ و110×10^5 خلية. ١٠٠مل$^{-١}$ و 110×10^5 خلية. 100 مل$^{-١}$) على التوالي ومع ذلك فقد كان للنباتات المائية النامية في الوادي دوراً مهماً في الإزالة النسبية لبعض الملوثات بعمليات التقنية الذاتية حيث وصلت نسبة الإزالة لكل من BOD_5 وأيونات الفوسفات والنترات

والــ TPC والــ *F.colifrom* والــ *E.coli* الــى (٥٧، ١٩، ١١، ٨٩، ٩٣، ٩٣) % علــى التوالي.

الكلمـات المفتاحيـة: التنقيـة الذاتيـة لميـاه الفضـلات، تلـوث ميـاه الفضـلات، نوعيـة ميـاه وادي الخرازي.

المقدمة : Introduction

أضـحت مشكلة التلوث البيئي من القضـايا الأكثر حساسية في العالم وفرضت التعامل معها بجدية واحتلت مكانة مرموقة في سلم الاهتمامات العالمية لما لهذه المشكلة من علاقة مع وجود الإنسان وتطوره واقتصاده، ورغم التطور العمراني وزيادة عدد السكان والأنشطة الزراعية والتنموية في العراق فأنها لم تبلغ الى المستوى الذي وصلت إليه الدول المتقدمة وان غياب ومحدودية الضوابط البيئية لكافة الأنشطة قد خلفت من ورائها مشاكل بيئية متسارعة يخشى من وصولها الى حدود حرجة، لذلك لابد من تسليط الضوء على هذه المشاكل وبجدية عالية من أجل مواجهة مشاكل التلوث والحد منها[1].

أجريت في العراق العديد من الدراسات على نوعية مياه الفضلات منها دراسة [2] لعدد من المطروحات المدنية المصرفة الى نهر دجلة والتي أشارت الى تزايد مشكلة التلوث العضوي والمغذيات (النتروجين والفوسفور) في نهر دجلة, كذلك دراسة [3] لمياه مصب وادي عكاب في نهر دجلة والتي أشارت أيضاً الى ارتفاع قيم الحمل العضوي والمغذيات (النتوجين والفوسفور) نتيجة للتجاوزات في طرح قسم من الفضلات الثقيلة والصلبة مع مياه الصرف الصحي، وهذا ما أكده أيضاً[4] في دراسته لنوعية مياه مجاري مدينة الموصل والتي أشارت الى ارتفاع تركيز الـ BOD_5 وايونات الفوسفات في الفضلات السائلة المطروحة الى نهر دجلة والتي بلغت (10.2-1136) ملغم. لتر$^{-1}$ على التوالي, فضلا عن ارتفاع العدد الكلي للبكتريا وبكتريا القولون البرازية لتبلغ (54×10^5) خلية. 1 مل$^{-1}$ و (67×10^5) خلية. 100مل$^{-1}$، مما سيؤثر سلباً على النظام البيئي، كما أشارت [5] في دراستها لمياه فضلات وادي الدانفيلي في مدينة الموصل الى انعدام الاوكسجين المذاب وارتفاع الحمل العضوي والمغذيات (النتروجين والفوسفور) مما سيؤدي الى تشجيع نمو الهائمات النباتية ومن ضمنها الطحالب ومنها(الخضر المزرقة) فضلا عن النباتات الراقية ومنها القصب والبردي وبالتالي التأثير السلبي على مياه نهر دجلة, أما دراسة[6] عن نوعية مياه مجاري مصب قرى سراي فقد أشارت الى ارتفاع كل من العدد الكلي للبكتريا وبكتريا القولون البرازية E. coli مما يعطي دليلاً على احتمالية وجود المسببات المرضية كذلك وجد ارتفاع أعدادها عند الموقع الذي يبعد (100م) عن نقطة الالتقاء بنهر دجلة والذي يستمر حتى الموقع الذي يبعد (300 م) عن نقطة الالتقاء؛ إذ وصلت اعدادها الى (11×10^6) خلية. مل$^{-1}$ و93×10^3 و 93×10^3 خلية. 100مل$^{-1}$) على التوالي مما يؤكد

وجود تأثير واضح لتصريف مياه المجاري الى النهر، كما أشارت دراستي [7] لمياه مجرى وادي دهوك الى ارتفاع كل من التوصيل الكهربائي والـ BOD_5 والعدد الكلي للبكتريا والتي بلغت (1292 uS/cm و 473 ملغم. لتر$^{-1}$ و29 × 10^4خلية.1 مل$^{-1}$) على التوالي ولوحظ من هذه الدراسة بأن تراكيز الملوثات انخفضت في مياه الوادي عند مرورها في الأراضي الزراعية ولمسافة (20 كم) لتصل نسبة الازالة للـ BOD_5 والعدد الكلي للبكتريا الى (84 و 94%) على التوالي بسبب عمليات التقنية الذاتية، كذلك دراسة [8] للفضلات السائلة المطروحة من مستشفيات مدينة الموصل بصورة مباشرة أو غير مباشرة الى نهر دجلة فقد أشارت الى ارتفاع تركيز الـ BOD_5 والفوسفات؛ اذ وصلت الى (119 و 22.6) ملغم. لتر$^{-1}$, على التوالي مع ارتفاع إعداد بكتريا القولون البرازية لتصل الى (460×10^4) خلية.1 مل-١ وتشخيص وجود العديد من المسببات المرضية مثل.*Salmonell ssp* و *Aeromonas hydrophila* و *Staph Saprophyticus* *Psedomonas ss*p و *Klebsiella spp* و وغيرها من المسببات المرضية وهذا بدوره سيؤدي الى انتشارها في مياه نهر دجلة وبالتالي سيؤثر سلباً على الإنسان والأحياء الأخرى.

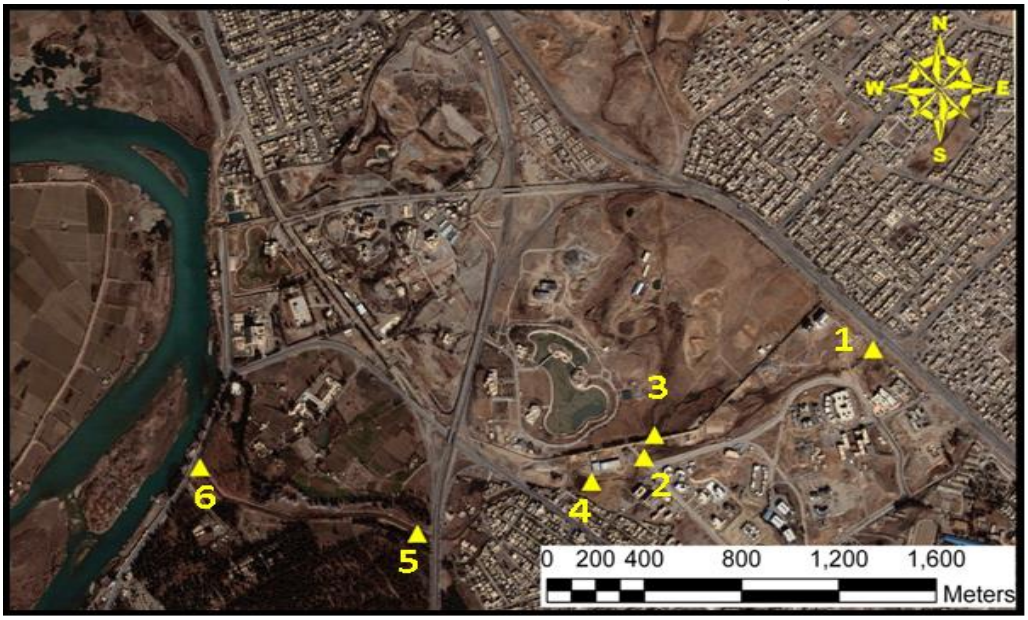
إن طرح المياه الملوثة الى الموارد المائية وبدون أي معاملة لها تأثيرات لا تحمد عقباها إذا لم تتخذ الإجراءات اللازمة لمعالجة هذه المطروحات قبل وصولها الى النهر وعليه جاءت هذه الدراسة بهدف تحديد نوعية مياه وادي الخرازي وتقدير تأثيراته السلبية على نهر دجلة.

المواد وطرائق العمل : Material & Methods

وادي الخرازي من الوديان الطبيعية في مدينة الموصل لنقل مياه السيول والأمطار من مناطق حي الحدباء وجامعة الموصل ليصب في نهر دجلة عند منطقة الغابات, ونتيجة للتوسع العمراني فقد تغير مجراه لينقل مياه الأمطار ومطروحات مياه المجاري لحي الحدباء والكفاءات وجامعة الموصل مروراً بحي الشرطة ثم غابة نينوى ليصب في نهر دجلة عند غابة نينوى قرب مجمع السدير السياحي شمال مدينة الموصل إذ يصل معدل تصريفه الى (٤١٢٩ م^3.ساعة$^{-1}$) [9]، اما مجراه القديم فتصله مياه مجاري حي الشرطة والمهندسين ليصب في نهر الخوصر عند مدينة الالعاب.

تم تحديد (6) مواقع لجمع العينات المائية من مياه الوادي ابتداءاً من حي الحدباء لحين وصوله الى النهر وبمعدل نموذجين شهرياً ابتداءاً من شهر ايلول ولغاية شهر كانون الأول 2012 م كما موضح في المخطط (١)، وقد اتبعت الطرق القياسية العالمية في جمع وتحليل عينات المياه [10]؛ إذا تم قياس كل من درجة حرارة المياه بمحرار زئبقي والأس الهيدروجيني بجهاز pH meter بعد معايرة الجهاز بمحاليل منظمة للدالة الحامضية (٤,٧,٩) كما تم تقدير الاوكسجين المذاب في الماء بطريقة (Azide Modification M.) والمتطلب الحيوي

للأوكسـجين (BOD_5) بـالتحميض للعينـات عنـد 25 مْ ولمـدة 5 ايـام, وتقـدير القاعديـة الكليـة والبيكاربونات بالمعايرة مع حامض الكبريتيك (0.02 N) بوجود دليل MO, كما تم تقدير كل من العسرة الكلية وعسرتي الكالسيوم والمغنسيوم بالمعايرة مع محلول Na_2DTA 0.02N



شكل (1) مرئية فضائية لمنطقة الدراسة (وادي الخرازي) توضح مواقع جمع العينات

القياسي، وايونات الكلوريدات بطريقة Mhor , والكبريتات بطريقة Turbidimeteric m. والنترات بطريقة Altraviolat spectrophotometer screening والفوسفات بطريقة StannusChlorid M. باستخدام جهاز UV-Spectrophotometer ياباني الصنع، أما بالنسبة للفحوصات البكتريولوجية فقد تم حساب العدد الكلي للبكتريا (TPC) باستخدام وسط (Nutrient agar) وبكتريا القولون البرازية بطريقة الأنابيب المتعددة Mutiple Tube Method، والعدد الأكثر احتمالاً (MPN)، كذلك تشخيص بعض الانواع البكتيرية السائدة باتباع نظام API 20 [11].

النتائج والمناقشة : Results & Dissections

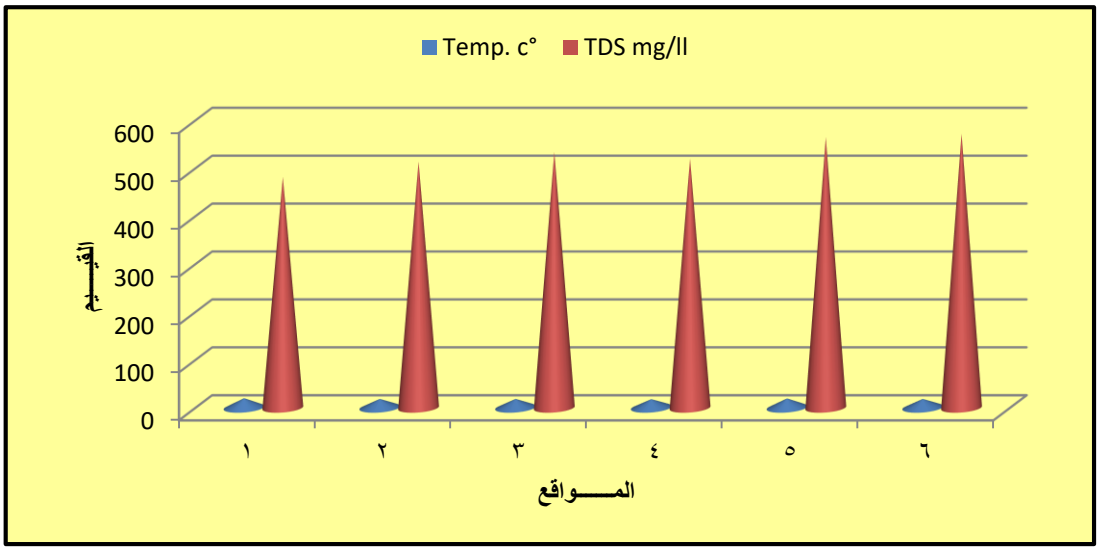
١.درجة الحرارة: Temp.C°

تشير النتائج المبينة في الجدول (1) والشكل (1) بأن درجة حرارة مياه وادي الخرازي تراوحت ما بين (11–24 مْ) وهذا الاختلاف يعتمد على حالة المناخ وفترة جمع العينات, وان الانخفاض بدرجات الحرارة سيؤدي الى تقليل نشاط الكائنات الحية في عمليات التحلل خاصة في فصل الشتاء نتيجة لانخفاض نشاط الأنزيمات والعمليات الايضية[7], بينما ارتفاع درجة الحرارة سيؤدي الى زيادة نشاط الكائنات الدقيقة والعمليات الايضية وبالتالي زيادة استهلاك الاوكسجين المذاب في الماء لعمليات التحلل وأكسدة المواد العضوية الذائبة مما يؤدي الى انخفاض تركيز

جدول (1): مدى نتائج تحليل الفضلات السائلة لوادي الخرازي (مغم/ لتر).

الموقع	١	٢	٣	٤	٥	٦
الصفات	Max. - min.	Max. - min.	Max.- min	Max-min.	Max- min.	Max.- min.
Temp.C°	24 - 15	24 -12	22 - 13	22 – 11	25 – 13	23 -12
pH	7.5- 6.1	7.3 - 6.3	7.3 - 61	8.0 - 6.6	7.2 - 6.3	7.4 - 6.6
TDS.	680-342	765-395	757 - 426	810- 303	876- 493	757-482
DO.	5.6 -2.4	6.8 - 1.2	6.6 - 0.56	7.9 -1.6	2.2 - 0.0	2.4 - 0.4
BOD_5	174-43	106 - 32	90 - 16	112 – 16	163- 4.8	90 -5.2
T.AIK	212 -148	280 - 120	280 -106	244 – 82	244 – 108	280- 124
T.H	300- 216	388- 180	400 - 204	436 -156	420 – 228	412-268
Ca.H	212 – 128	264 - 56	316 - 120	296 – 80	256 -112	268 – 64
Mg. H	108 – 56	248 - 64	168 - 84	152 – 76	168- 80	204- 84
Cl^-	50 – 26	44 - 14	44 - 14	50 – 8	50 -18	44 – 28
$SO_4^=$	332 – 35	272 - 78	279 - 74	291- 60	266 – 51	301- 46
PO_4^{-3}	4.12-1.20	2.22-0.17	2.52-0.35	5.48-1.10	3.72-0.12	5.48-1.31
NO_3	3.27-1.06	3.52-0.64	5.87 - 0.63	3.32-0.34	3.90-0.76	4.98 - 0.73
*F.col.***	110 - 1.5	110 -1.5	11-2.1	24^5-0.3	11.0-0.70	15.0-0.30
*E.coli***	110-1.5	110-1.5	11-2.1	24-0.3	11.0-0.70	15.0-0.30
TPC*	560-2.4	1071-10.5	22.4-4.9	824-22	666-2.00	631-5.0

** ×١٠°خلية/١٠٠ مل *خلية×١٠°/مل.



شكل (١) معدل درجات الحرارة م° والأملاح الذائبة (ملغم.لتر$^{-١}$) لمياه وادي الخرازي.

تركيز الاوكسجين الذي يعتمد على درجة الحرارة وتركيز المواد العضوية الذائبة في الماء[12].

٢.المواد الصلبة الذائبة TDS:

للمواد الذائبة الصلبة تأثير سلبي على نمو ونشاط الأحياء الدقيقة والطحالب والنباتات المائية عند التراكيز العالية[13] وتشير النتائج المبينة في الجدول (١) إلى أن التركيز قد بلغ (٨٧٦) ملغم. لتر$^{-١}$ في الموقع الخامس، كما يلاحظ من الشكل رقم (٢) بأن معدل القيم بلغ (٥٧٢) ملغم. لتر$^{-١}$ قبل وصول مياه الفضلات الى نهر دجلة، إن الارتفاع في التركيز يعود الى تأثير مياه الفضلات المصرفة الى الوادي فضلا عن تأثير عمليات التنقية الذاتية والتفاعلات التي تحدث بين النواتج الحامضية أو المركبات التي تنتج عن عمليات الأكسدة والتحلل البايولوجي مع المركبات القاعدية الموجودة في المواد العالقة والتربة المحيطة بالوادي مما يؤدي الى زيادة قيم المواد الصلبة الذائبة[14].

٣.الدالة الحامضية: pH

يلاحظ من الجدول (١) بأن قيم الـ pH تراوحت ما بين (8-6.1) وان الانخفاض في القيم يعود الى نواتج عمليات التحلل البايولوجي للمواد العضوية كالأحماض الكاربوكسيلية والمعدنية كما موضح في المعادلة [15, 12]:

$$4\ C_3H_7O_2NS + 8\ H_2O \rightarrow 4\ CH_3COOH + 4\ NH_3 + 4\ H_2S + 4CO2 + 8H\ .$$

$$\text{Organic} - S \xrightarrow{\text{anoxic Bac}} H_2S$$

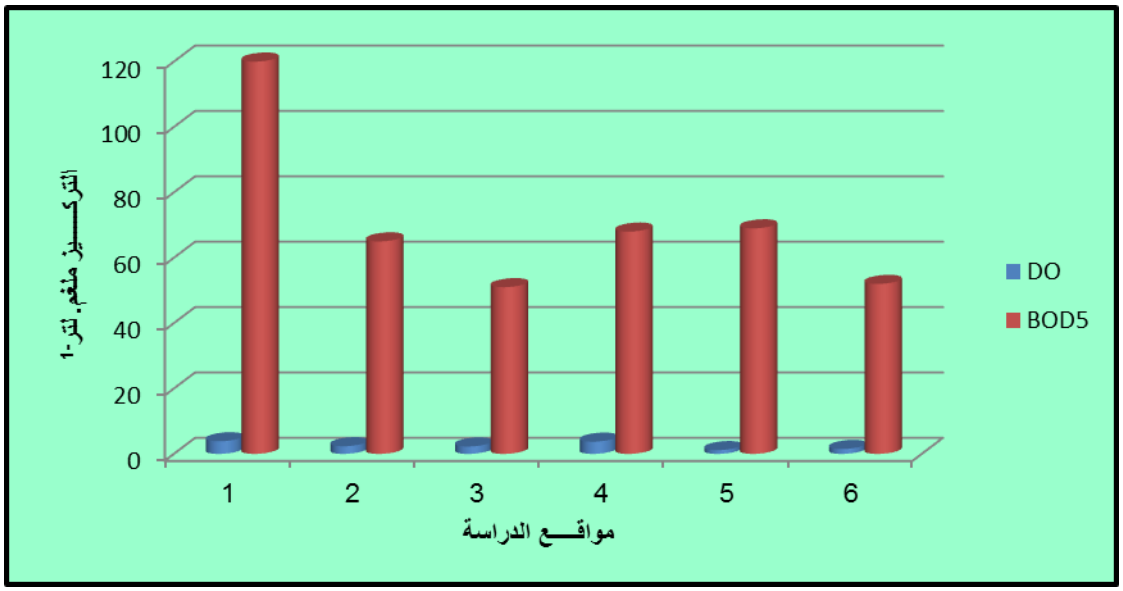
$$2\ H_2S + 5O_2 \rightarrow 2\ SO_4 + 2\ H_2O$$

$$2\ H_2SO_3 + O_2 \rightarrow 2\ H_2SO_4$$

فضلا عن تأثير ايونات النترات والكلوريدات والكبريتات وغيرها من الأملاح ذات التأثير الحامضي[16], كما إن وجود النباتات المائية كالقصب وعدس الماء والطحالب في مياه الوادي تلعب دوراً في رفع قيمة الـ pH لتصل الى 8 عند الموقع (4)؛ إذ يتجمع الماء بشكل بركة تنمو فيها هذه النباتات التي تقوم بعملية البناء الضوئي وسحب غاز CO_2 فضلاً عن قابلية معادلة الحامضية العالية (ANC) للبيئات العراقية ولولا هذه القابلية لكانت التأثيرات السلبية أكثر سوءاً للنظام البيئي المائي[17]، ولقد ازدادت مواد التنظيف في مياه المجاري المطروحة حديثاً والمصرفة الى الوادي التي لها تأثير قاعدي[6].

٤.الاوكسجين المذاب والحمل العضوي : DO & BOD_5

يلاحظ من الجدول (1) والشكل (٢) الانخفاض الشديد في قيم الأوكسجين المذاب؛ إذ ينعدم في بعض الفترات وذلك لكثرة المواد العضوية الناتجة عن تصريف الفضلات السائلة الى الوادي وزيادة إعداد الكائنات الدقيقة وبالتالي زيادة عمليات التحلل والأكسدة للمواد العضوية مما يؤدي الى استنفاذ الأوكسجين[18]، وعلى هذا الأساس فأن نوعية مياه الوادي تعتبر متجاوزة



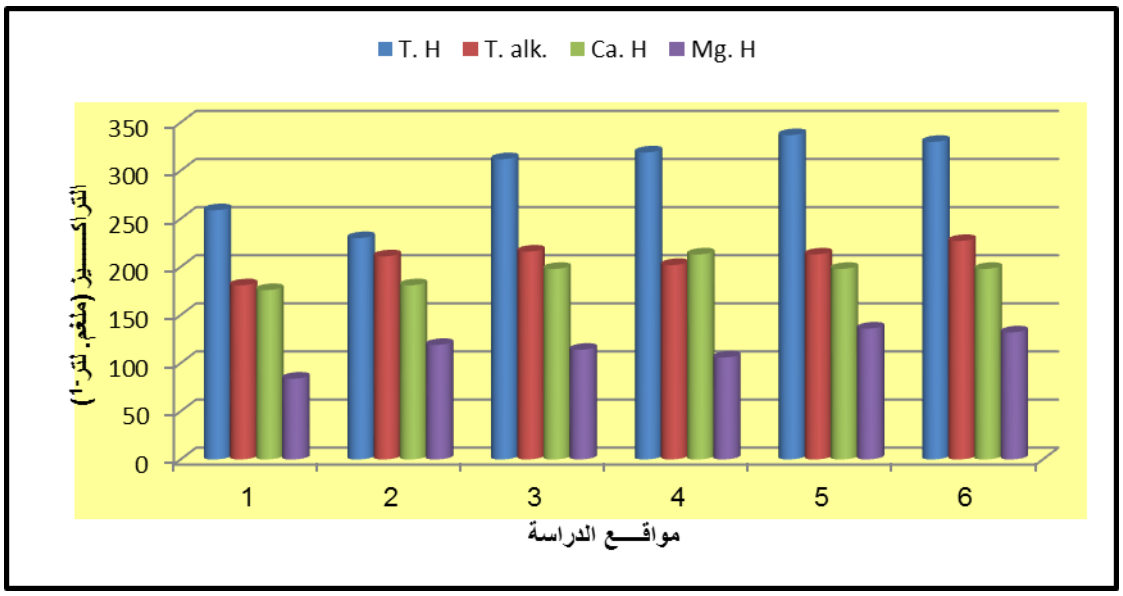
شكل (٢) معدل الأوكسجين المذاب والحمل العضوي لمياه وادي الخرازي.

للحدود المسموح بها لمياه الفضلات المصرفة الى الانهار حسب المحددات العراقية [8]، وهذه النتائج تتفق مع ما توصل إليه كل من [6] في دراستها لتركيز الأوكسجين لمياه مجاري مصب قرى سراي في مدينة الموصل [18]، في دراستيهما للفضلات السائلة لوادي الدانفيلي، وهذا ما يؤكده قيم الحمل العضوي؛ إذ تبلغ في بعض الفترات الى (174) ملغم. لتر$^{-١}$، وان الارتفاع في قيم الحمل العضوي تعود الى تصريف الفضلات المدنية لحي الحدباء وجامعة الموصل وحي الأندلس وما تحتويه من مواد عضوية متمثلة بكل من المواد الكاربوهيدراتية والدهون والتراكيز العالية لهذه المواد تؤدي الى تقليل الأوكسجين المذاب في الماء، مما سيؤثر سلباً على النظام البيئي للوادي ومياه نهر دجلة، إذ تؤدي عمليات التحلل البايولوجي للمواد العضوية الى استنزاف الأوكسجين وخلق ظروف لاهوائية وبالتالي تكوين نواتج ضارة بالبيئة المائية مثل H_2S ومسببات الرائحة الكريهة، ومع ذلك تنخفض التراكيز لقيم الـ (BOD_5) عند الموقع (6) بسبب عمليات التنقية الذاتية لتصل نسبة الإزالة الى (57%) مقارنة بالموقع الأول، وهذه النتائج تتفق مع النتائج التي توصل إليها[18] لمياه وادي الدانفيلي في مدينة الموصل والتي بلغت (177) ملغم. لتر$^{-١}$ وكذلك النتائج التي توصل إليها[8] لفضلات الصرف الصحي لمستشفيات مدينة الموصل والتي بلغت (120) ملغم. لتر$^{-١}$.

٥. العسرة الكلية وانواعها: T. Hardness

يعتمد تركيز العسرة الكلية في المياه الطبيعية على العوامل الجيولوجية؛ إذ يعد الكالسيوم والمغنسيوم من أكثر الأيونات المسببة للعسرة شيوعاً في المياه الطبيعية [10, 19]؛ إذ وصل

تركيـز العسـرة الكليـة ومسـبباتها الميـاه الـوادي الـى (436 – 316 – 248) ملغـم. لتـر$^{-1}$ علـى التوالي وكـان أعلـى معدل للعسرة الكلية (337) ملغم. لتر$^{-1}$ في الموقع الخـامس كما مبين في الجدول (1) والشكل (5) ويعزى السبب الى زيادة تركيز أيونات الكالسيوم والمغنسيوم الى طرح



شكل (٣) معدل تركيز القاعدية والعسرة الكلية بأنواعها (mg / L) لمياه وادي الخرازي.

ميـاه المجـاري الحاويـة علـى ملـح الطعـام خاصـة الأمـلاح غيـر النقيـة المحتويـة علـى أمـلاح الكالسيوم والمغنسيوم كشوائب فضلا عن تصريف المياه الثقيلة مع مياه المجاري[4].

٦. القاعدية: T. ALK.

يشير الجدول (1) والشكل (٣) الـى أن القاعدية الكلية لمياه وادي الخرازي تراوحت ما بين (82– 280) ملغم. لتر$^{-1}$، بينما وصل أعلى معدل لها (227) ملغم. لتر$^{-1}$ عند الموقع السادس، وقد يعزى سبب ذلك الى تأثير المطروحات وعمليات التحلل البايولوجي للمواد العضوية في المياه التي تؤدي الى تكوين العديد من المركبات الحامضية مثل حامض الكاربونيك الذي يعمل على إذابة كاربونات الكالسيوم وبالتالي زيادة قاعدية المياه[20, 21]:

$$(CH_2O) + O_2 \xrightarrow{\text{Micro organisms}} H_2CO_3$$
$$H_2CO_3 + CaCO_3 \rightarrow Ca(HCO_3)_2$$

أن قيم الـ pH لـم تتجـاوز (8.3) فهذا يعنـي أن المسبب الرئيسـي للقاعديـة فـي ميـاه الـوادي المدروسة هو أيونات البيكاربونات [18].

٧.الكبريتات والكلوريدات: SO_4 & Cl

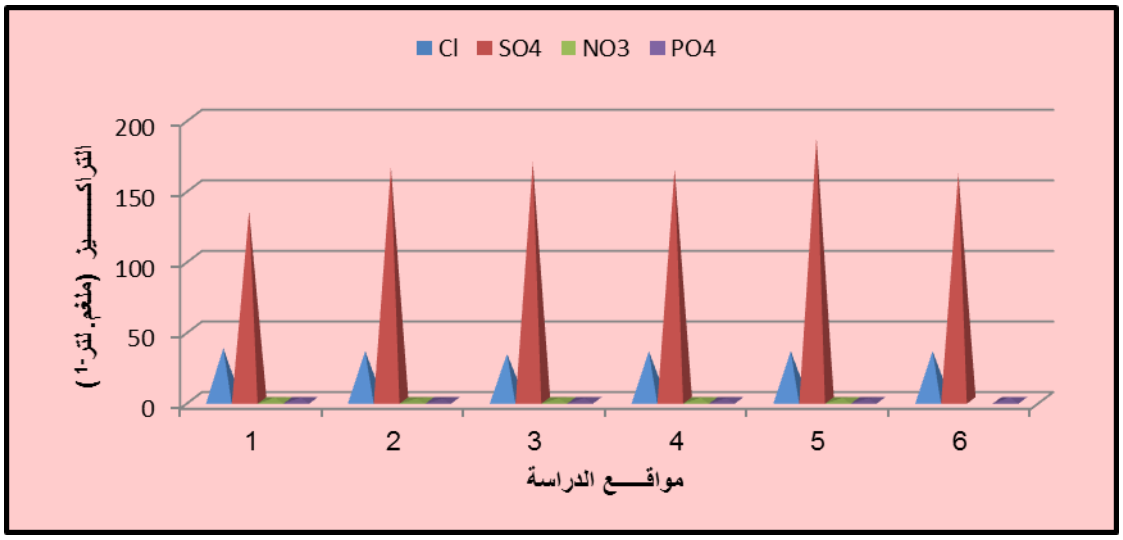
يلاحظ من الجدول (1) والشكل (٣) ارتفاع تركيز أيونـات الكبريتـات SO_4 فـي ميـاه الوادي والتي تراوحت ما بين (35 – 332) ملغم. لتر$^{-1}$ وبلغ أعلى معدل لها (186) ملغم. لتر$^{-1}$

عند الموقع الخامس، إذ تقدر كمية أيونات الكبريتات (SO_4) المنقولة الى نهر دجلة بـ (665) كغم. ساعة$^{-1}$، وقد يعزى هذا الارتفاع الى عمليات التحلل اللاهوائي للمركبات الحاوية على الكبريت مما يؤدي الى تكوين كبريتيد الهيدروجين وعند توفر الظروف الهوائية يتأكسد الى حامض الكبريتيك كما في المعادلات الآتية[20] :

$$2\{CH_2O\} + SO_4 \xrightarrow{\text{Anoxic bact.}} 2CO_2 + 2H_2O + S^{=}$$

$$S^{=} + 2H^{+} \rightarrow H_2S$$

$$H_2S + 2O_2 \xrightarrow{\text{Earobic bact.}} H_2SO_4$$



شكل (٤) معدل تركيز الأيونات (mg / L) في مياه وادي الخرازي.

وهذا يفسر أحد أسباب الرائحة الكريهة المنبعثة من الوادي وخاصة عندما تكون الـ (pH < 8) لكون صور الكبريت المختزلة تكون بشكل H_2S والتي تصل نسبته الى 80% من صور الكبريت المختزلة عند pH (7) مقارنة بالصورتين ($S^{=}$،HS^{-}).

اما تركيز ايونات الكلوريد فقد تراوح ما بين (8– 50 ملغم / لتر) وكان أعلى معدل (37) ملغم. لتر$^{-1}$ عند الموقع الأول والذي يعزى الى طرح كمية من الاملاح مع مياه المجاري حيث تشير الدراسات الى أن كمية الكلوريد التي يطرحها الإنسان تصل الى (6 غم. فرد$^{-1}$) يومياً [7] وتقدر كمية الكلوريدات الواصلة الى نهر دجلة بـ (151) كغم. ساعة$^{-1}$ من الوادي، وتتفق هذه النتائج مع دراسة[18] لفضلات مياه وادي الدانفيلي في مدينة الموصل، بينما كانت النتائج أقل من نتائج دراسة [7] في تحليله لمياه الفضلات المطروحة في وادي دهوك التي تراوحت قيمتها ما بين (42 – 197) ملغم. لتر$^{-1}$.

٨.المغذيات: Nutrients

يشير الجدول (١) الى تذبذب تركيز أيونات الفوسفات في فضلات مياه الوادي خلال فترة الدراسة والتي تراوحت ما بين (0.110 – 5.483) ملغم. لتر$^{-1}$؛ اذ تعد انواع مواد التنظيف

الحاوية على متعدد الفوسفات(polyphosphate) من اهم مصادر الفوسفات في المياه والتي تتفاعل مع الماء مكونة أيونات الفوسفات كما في المعادلة[22]:

$$P_3 O_{10} + H_2O \rightarrow 4 H^+ + 3 PO_4^{-3}$$

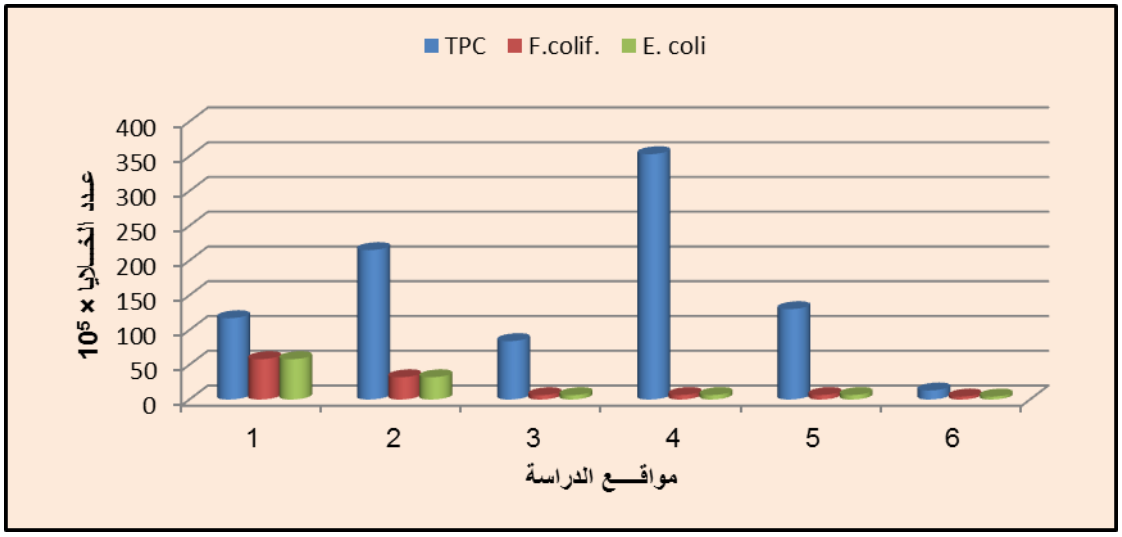
ويلاحظ من الشكل (4) الانخفاض النسبي لمعدل تركيز أيونات الفوسفات عند الموقع الخامس حيث وصل الى (1.650) ملغم. لتر$^{-1}$ لتصل نسبة الإزالة الى (19%) مقارنة بالموقع الأول، وقد يعود السبب الى عمليات التنقية الذاتية وامتصاص أيونات الفوسفات من قبل النباتات المائية النامية في الوادي مثل القصب والهائمات النباتية التي تستهلك جزء كبير من أيونات الفوسفات لأهميته في بناء وتركيب الأحماض النووية وتركيب الادينوسين ثلاثي الفوسفات ATP [14]، كما بلغ تركيز أيونات النترات (5.8٧) ملغم. لتر$^{-1}$ عند الموقع الثالث وهذا الارتفاع مع وجود أيونات الفوسفات سيشجع على نمو ونشاط الطحالب المائية مما سيؤدي الى حدوث ظاهرة الإثراء الغذائي ذات التأثير السلبي على النظام البيئي المائي وخصوصاً الطحالب الخضر المزرقة التي تتميز بتكوينها لأنواع من السموم Cyanototoxins كالسموم المحفزة للسرطان والسموم الكبدية والسموم العصبية[24, 23]، كذلك احتمالية تفاعل النترات مع الامينات الثانوية الناتجة عن تحلل بعض المركبات العضوية مكونة مركبات النتروز امين ذات التأثير المسرطن، ويعود سبب ارتفاع تركيز ايونات النترات الى كثرة المواد العضوية (البروتينية والأمينات) الموجودة في مياه الفضلات، ويشير الشكل(4) الى الانخفاض النسبي لتركيزها عند الموقع الخامس لتبلغ نسبة الإزالة (11%) بسبب عمليات التنقية الذاتية وامتصاص تلك المغذيات من قبل النباتات المائية النامية في الوادي وكذلك احتمالية تفاعل النترات مع المركبات العضوية كما في المعادلة التالية[25]:

$$4NO_3^- + 5\{CH_2O\} + 4H_3O^+ \rightarrow 2N2 + 5CO_2 + 11H_2O$$

٩.الاختبارات المكروبية: Microbial tests

تشير النتائج المبينة في الجدول (1) والشكل (5) الى ارتفاع إعداد المجاميع البكتيرية المدروسة ليصل العدد الكلي للبكتريا (TPC) الى (1071 × 10^5 خلية. ١مل$^{-1}$) وإعداد كل من بكتريا القولون البرازية والـ *E. coli* الى 110×10^5 خلية. 100 مل$^{-1}$ وهذا الارتفاع يعود الى مياه الصرف الصحي للأحياء السكنية إضافة الى التجاوزات في طرح المياه الثقيلة الى مياه الوادي، وان وجود هذه الدلائل تعد كمؤشر لوجود المسببات المرضية وانتقالها الى مياه نهر دجلة مما له تأثيرات سلبية على الأحياء المائية وصحة الإنسان، كما يلاحظ من الشكل انخفاض إعداد الأنواع البكتيرية المدروسة عند الموقع السادس ليصل معدل العدد الكلي للبكتريا (TPC) الى (13 × 10^5) خلية. ١مل$^{-1}$ وبكتريا القولون البرازية والـ *E. coli* الى (4.2× 10^5) خلية.

100 مل$^{-1}$؛ اذ بلغت نسبة الإزالة (89% و 93% و 93%) على التوالي، وهذا الانخفاض في إعداد البكتريا قد يعود الى عمليات التنقية الذاتية؛ كما أن وجود تجمعات نباتات القصب يعمل على تخفيف سرعة جريان مياه الوادي بدرجة كبيرة وبالتالي حدوث الترسيب للمواد العالقة وما يرافقها من الخلايا البكتيرية[26]. تم عزل بعض انواع الجراثيم السائدة مثل الـ (*E. Coli* و *Chrysobacterium meningosepticum* و *Pseudomonas luteola* و *Aeromonas hydrophilia* و *Stenotrophomonas maltiphilia*)، فالـ *E.Coli* من



شكل (٥) معدل إعداد الأنواع البكتيرية(x 10^5) المدروسة لمياه وادي الخرازي.

الكائنات الدقيقة المستوطنة في امعاء الانسان والحيوانات وتفيد خلايا الغشاء المخاطي في جسم الانسان والحيوان عن طريق التصاقها به مما يمنع تكاثر البكتريا الممرضة عن طريق انتاج مادة سامة تدعى (Bacteracin) والقاتلة للأنواع المرضية الاخرى [27] ويمكن ان تسبب بعض الحالات المرضية للثديات والطيور مثل الاسهال الابيض في العجول والحملان حديثي الولادة والاطفال الرضع، اما بالنسبة للنوع الاخر *Chrysobacterium meningosepticum* فان بعض سلالاتها مسؤولة عن حالات السحايا لدى الاطفال، كما تسبب بعض السلالات التهاب السحايا والشغاف والالتهاب الرئوي والتهاب الشعب الهوائية وغيرها من الامراض[28, 29]، كذلك تسبب الـ *Pseudomonas luteola* الاصابة ببعض الامراض كالتهاب السحايا والتهاب الشغاف وبخاصة الاشخاص الذين يعانون من نقص المناعة كما تعتبر من الانواع الشائعة لتجرثم الدم وحدوث الالتهابات ما بعد العمليات الجراحية[30] والنوع *Aeromonas hydrophila* تسبب الالتهابات المعوية لدى الاطفال[11] كما تسبب تقرحات الجلد والنزف وتنخر الاعضاء الحشوية للأسماك كذلك الاسهال الحاد للإنسان نتيجة لإفرازها بعض السموم Endotoxins [31]. *اما بكتريا* S.maltiphilia فهي انتهازية تسبب عدة امراض

تتراوح بين ذات الرئة وتجرثم الدم والجروح وتنتقل العدوى عن طريق السعال والعطاس والرشح[32].

الاستنتاجات: Conclusions

١. ارتفـاع تركيـز كـل مـن الحمـل العضـوي BOD_5 والمغـذيات النباتيـة وأدلـة التلـوث البكتريولـوجي بسـبب التجـاوزات فـي طـرح الميـاه الثقيلـة مـع ميـاه الصـرف الصـحي ممـا سيزيد من أعباء التلوث في مياه نهر دجلة .

٢. هناك تأثير ملحوظ في إزالة بعض الملوثات بسبب عمليات التنقية الذاتية التي تقوم بها بعض الأحياء الدقيقة ووجود النباتات المائية كالقصب بامتصاص المغذيات وترسيب بعض الملوثات والمواد العالقة وما تحتويه من أحياء دقيقة .

٣. انخفاض إعداد أدلة التلوث البكتريولوجي أثناء مرور المياه بالوادي لتصل نسبة الإزالة قبل وصولها الى النهر الى (89% و 93% و 93%) لكل من الـ TPC و *F.col* و *E.coli* على التوالي .

التوصيات: Recommendations

١.الاستمرار في أجراء الدراسات على الموارد المائية للوقوف على حالة التلوث والحد منها.

٢. توعية المواطنين بعدم التجاوز بطرح الفضلات الثقيلة والصلبة الى المسطحات المائية.

٣. الحد من أعمال العبث وتغيير مجرى الوادي لما له من آثار سلبية على بيئة المدينة والتأثير على عمليات التنقية الذاتية التي تقوم بها العوامل البيئية.

المصادر : References

١. السردار، نور ميسر (2012)، دراسة الخصائص النوعية لبعض مصادر المياه وبعض تقنيات تحسين نوعيتها للاستخدام المدني، رسالة ماجستير، جامعة الموصل.

2. Al- Rawi، S.M. (2005) . Contribution of Man – Made Activities to the pollution of the Tigris within Mosul Area, IRAQ . International Journal of Environmental Research and public Health، 2 (2) : 245 – 250.

٣.بلال، عادل علي والتمر، مصعب عبد الجبار وسعيد، محمد أحمد (2007). تقييم نوعية مطروحات مصب فضلات وادي عكاب وتأثيرها على نهر دجلة في مدينة الموصل، مجلة هندسة الرافدين، مجلد (١٥)، الإصدار (١): ٤٦ – ٦٠.

٤.الصفاوي، عبد العزيز يونس طليع (2007). دراسة كمية ونوعية الفضلات السائلة المطروحة من مدينة الموصل وتأثيرها على نوعية مياه نهر دجلة، وقائع المؤتمر العلمي الأول لمركز بحوث البيئة والسيطرة على التلوث جامعة الموصل، ٥-٦ حزيران: ١-١٠.

٥.العساف، أزهار يونس رضا (2009) دراسة بيئية لمطروحات وادي الدانفيلي في مدينة الموصل، رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة الموصل.

٦.طلعت، ريم أياد (2012)، دراسة بيئية وبكتريولوجية لمياه الصرف الصحي لمصب قرى سراي في مدينة الموصل وبعض تقنيات المعالجة، رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة الموصل .

٧.الصفاوي، عبد العزيز يونس طليع والبرواري، مشير رشيد وخدر، نوزت خلف، (2009). دراسة الخصائص الطبيعية والكيميائية والبايولوجية لمياه وادي دهوك، مجلة تكريت العلوم الصرفة. ١٤ (٢): ٥٤ – ٦٠.

٨.الصفاوي، عبد العزيز يونس طليع والطائي، نور ضياء (2013)، دراسة بيئية وبكتريولوجية للفضلات السائلة من مستشفيات مدينة الموصل، مجلة تكريت للعلوم الصرفة. ١٨(٤):٨٦-٩٧.

٩.سعيد، إبراهيم عمر ومحمد، محمود إسماعيل (2011)، اختبار كفاءة نبات المديد *Convolvulus sp.* في المعالجة النباتية لمياه المجاري، مجلة جامعة تكريت للعلوم، المجلد (١١)، العدد (٣) : ٣٦ – ٣٩ .

10. APHA, AWWA and WCPE.(1998) standard methods for the examination of water and wastewater. Washington DC, USA.

١١. الطائي، نور ضياء (2011)، دراسة وبيئة وبكتريولوجية للفضلات السائلة من مستشفيات مدينة الموصل، رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة الموصل.

12. Welch, E.B. and Jacoby, J. M. (2004). Pollutant Effects in freshwater Applied Limnology. 3rd ed. Spon press. New york. 504.

13. Hayat, S., Mori, M., pichtel, J. and Ahmed, A. (2010). Nitric oxide in plant physiology. wiley–VCH verlag Gmbh & CO. K GaA Germany. 203.

١٤. السنجري، مازن نزار فضل (2011). اختبار كفاءة نبات القصب في المعالجة الأولية للمياه الملوثة، مجلة تكريت للعلوم الصرفة، ١٦(٦): ١٢٣ – ١٢٧.

15. Able, P.D. (2002). Water pollution biology. 2ed Edit. Tyalor Francis library. UK. 286.

١٦. سعود، قيس جاسم (2008). مقارنة تلوث نهر دجلة قبل وبعد توقف الإنتاج في منجم كبريت المشراق جنوب الموصل، مجلة الجيولوجيا والتعدين العراقية، ٦٤(٢): ٢٥ – ٣٦.

١٧.الصفاوي، عبد العزيز يونس طليع (2006). التلوث البيئي لمدينة الموصل وطرق المعالجة، أطروحة دكتوراه، كلية التربية، جامعة الموصل.

١٨. الصفاوي، عبد العزيز يونس طليع والعساف، أزهار يونس رضا (2014)، دراسة بيئية وبايولوجية للفضلات السائلة لوادي الدانفيلي وتأثيره على نوعية مياه نهر دجلة في مدينة الموصل، العراق، مجلة التربية والعلم. ٢١(١): ٧١-٨٩.

١٩.عباوي، سعاد عبد وحسن, محمود سليمان (1990)، الهندسة العلمية للبيئة وفحوصات الماء، جامعة الموصل. ٢٩٦ .

20. Manahan S. E., "Environmental Chemistry". 8th ed ., CRC press، Washington DC, USA, 2004, 781.

21. Schwedt, G.,(2001). "The Essential Guide to Environmental Chemistry", Translated by Book Hader lie. John wiley and sons, Ltd. UK.

22. Baird C. and Cann M., Enveronmental chemistry . 3rd ed . W. H. Freeman and Company، USA، 2005, p. 652.

٢٣. عيسى، محسن أيوب وأمين، غيداء أحمد (2011)، انتشار وتواجد البكتريا الخضراء المزرقة *Cyanobacteria* في مصادر مائية مختلفة لمحافظة نينوى وعلاقتها بالعوامل البيئية لتلك المياه ودراسة أفضل الظروف الملائمة لنموها، وقائع المؤتمر العلمي الدوري الثاني لمركز بحوث البيئة والسيطرة على التلوث، جامعة الموصل، ١٤١ – ١٥٨.

24. WHO (2009). Toxictuence cyanobacteria in water. Aguide to their public health consequences monitorirg and mana gement . 2ed Edit. .

٢٥.النجدي، مدحت (٢٠١٠). كيمياء البيئة، جامعة الملك عبدالعزيز. المملكة العربية السعودية.

26.Ostroumoy. S. A., International Journal of Oceans and Oceanography, 1(1) (2006): 111 – 118.

٢٧.البستاني، رنا رمزي عبد زيدان (2011). تحضير ودراسة تأثير الفعالية البايولوجية والليزر على معتقدات Mn^{+2}، Co^{+2}، Cu^{+2} الجديدة الحاوية على مزيج من الليكندات، رسالة ماجستير، جامعة الموصل.

28. Barnes, H. J. Vaillancourt, J. p. and Gross.W. B. (2003) Colibacillosis . ln: Diseases of poultry. Eds. By calnek, B. W., Barnes, H. J., Borad, B. W. Raid, W. M. and yoder, H. W. Jr ., 11th ed., lowa State University press, Ames, lowa state, USA: 44 – 631.

29.Kirby, J. T., Sader, HS, Walsh T. R, Lones, R. N (2004). Antimicrobial susceptibility and epidemiology of a worldwide collection of *Chrysobacterium spp*. : report from the SENTRY Antimicrobial Surveillance program (1977 – 2001). J. clin Mirobiol. 42: 445 – 448.

30. Ozdemir، G . ; Geyhan، N . Manv، E . (2006) "Utilization of an exopolysaxxharide produced by *chrysomonas luteola* TEMO 5 in alginate beads for Cadmium and Cobalt ions" Bioresource Technology، 96 (15) : 82 – 1677.

31.Yardimic B. and Aydin، y. (2011). Pathological findings of experimental *Aeromonas hydrophila* infection in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Ankara vniv. vet fak Derg، 58: 47–54.

32.Nseir,S.(2006).Intensivecare,unit-aequired S*enotrophomonas maltophilia*: incidence,risk factors and outcome"Critical Care.10(5):10-143.