مجلة القادسية للعلوم الصرفة المجلد 18 العدد 2 سنة 2013

استخدام ادلة التلوث المايكروبي لتقييم التلوث الناتج عن طرح مياه الصرف الصحي الى نهر الديوانية / العراق

محمد كاظم القصير
كلية العلوم/جامعة القادسية

ميسون مهدي الطائي
كلية العلوم/جامعة بابل

الخلاصة

يؤدي تصريف مياه الصرف الصحي غير المعالجة بشكل تام الى طرح العديد من الملوثات في المياه المستقبلة وخصوصاً الاحياء الدقيقة الممرضة التي تسبب العديد من الامراض للاحياء المائية والاشخاص المستخدمين لهذه المياه، لذا اجريت الدراسة الحالية لتحديد التلوث المايكروبي الناتج عن طرح مياه الصرف الصحي الى نهر الديوانية عن طريق قياس العدد الكلي للبكتريا TBC والعدد الاكثر احتمالاً لبكتريا القولون الكلية TC والقولون البرازية FC والمسبحيات البرازية FS.

جمعت العينات شهرياً لمدة سنة كاملة من اربعة محطات على النهر، الاولى تقع الى الشمال من موقع طرح فضلات الصرف الصحي واستخدمت لاغراض المقارنة وثلاثة محطات تقع جنوب موقع الطرح.

بينت النتائج ارتفاع اعداد جميع انواع البكتريا في المحطة الثانية والثالثة والرابعة نتيجة لطرح مياه الفضلات الى النهر مقارنتاً بالمحطة الاولى اذ تراوحت اعدادها بين (17.33×10^2 - 310×10^4) خلية/مل و(4.2 - 403.3×10^2) و (3 - 273.3×10^2) و (29 - 1100×10^2) خلية/100 مل لكل من بكتريا TBC و TC و FC و FS على التوالي.

كما بينت النتائج ان اعداد البكتريا الدالة على التلوث قد تجاوزت الحدود المسموح بها من قبل منظمة الصحة العالمية للمياه المستخدمة لاغراض الشرب بل انها تجاوزت الحدود الموصى بها للمياه المستخدمة لاغراض السباحة والترفية.

المقدمة:

مـن اهـم الاخطـار الصـحية الشـائعة والواسـعة الانتشـار تلـك التـي تـرتبط بتلـوث ميـاه الشـرب ومصـادرها بشـكل مباشـر او غيـر مباشـر بمطروحـات الانسـان والحيـوان وخصوصـاً المـواد البرازيـة faeces والتـي تحمـل احيـاء مجهريـة ممرضـة تكـون مسـؤولة عـن العديـد مـن الامـراض المعديـة [22]. وان طـرح فضـلات الانسـان يعـد المصـدرالرئيس الـذي عـن طريقـة تـدخل المايكروبـات الممرضـة مثـل البكتريـا المرضـية والطفيليـات المعديـة والمايكروبات الاخرى الى الماء [4] [18].

يعـد المـاء وسـطاً نـاقلاً للاحيـاء المجهريـة الممرضـة مثـل *Salmonella typhi* و *Shigella* spp. والعديـد مـن انـواع الفايروسـات والطفيليـات التـي تسـبب العديـد مـن الامـراض للانسـان مثـل الهيضـة والحمـى والتهـاب الكبـد الفايروسـي وشـلل الاطفـال اضـافة الـى الملاريـا والبلهارزيـا [7] [16]. اذ ان % 80 مـن الامـراض المنتشـرة فـي العـالم تعـزى الـى طـرح ميـاه الصـرف الصـحي غيـر الكاملـة المعالجـة والميـاه الملوثـة [9]. اذ تتسـبب المياه الملوثة بوفاة 25 الف شخص يومياً في العالم [2].

ان تقيـيم نوعيـه الميـاه باسـتخدام الادلـة المايكروبيـة يعـد ذا اهميـة كبيـرة وهـو موضـوع العديـد مـن الدراسـات التـي حاولـت تحديـد الـدليل الاكثـر وثاقـة الـذي يشـير الـى وجـود المسـببات المرضـية وتحديـد مسـتوياتها التـي ستضـمن نوعية مياه مقبولة [19].

وادلـة التلـوث البـرازي هـي احيـاء مجهريـة يـدل وجودهـا علـى ان الميـاه ملوثـة ببـراز الانسـان او الحيوانـات ذات الـدم الحـار ولـذلك ربمـا تكـون حاويـة علـى العديـد مـن المسـببات المرضـية [20]. وهنالـك العديـد مـن الخصـائص التـي يتصـف بهـا الـدليل البكتيـري للتلـوث البـرازي منهـا: 1) ان يكـون احـد الافـراد التـي تتواجـد طبيعيـاً فـي امعـاء الحيوانـات ذات الـدم الحـار 2) غيـر ممـرض 3) يوجـد عنـد تواجـد المسـببات المرضـية ويختفـي عنـد اختفائهـا 4) يوجـد باعـداد اكبـر مـن عـدد المسـببات المرضـية 5) غيـر قـادر علـى التضـاعف فـي البيئـة 6) مقـاوم علـى حـد سـواء علـى الاقـل كالمسـبب المرضـي للعوامـل البيئيـة والمطهـرات فـي محطـات معالجـة الميـاه ومياه الفضـلات 7) قابـل للكشف بواسطة الوسائل السريعة والسهلة والرخيصة [15].

ويسـتخدم العـدد الكلـي لبكتريـا القولـون Total Coliforms (TC) والقولـون البرازيـة Feacal coliforms (FC) كـدليل علـى التلـوث البـرازي لان بكتريـا القولـون معتـرف بهـا دوليـاً فـي تقيـيم النوعيـة المايكروبيـة للميـاه كمـا ان قيـاس بكتريـا القولـون البرازيـة FC ثبـت انـه المؤشـر الاكثـر وثوقـاً للتلـوث البـرازي للمـاء [14]. كمـا تسـتخدم بكتريـا المسـبحيات البرازيـة Feacal streptococci (FS) كـدليل علـى التلـوث البـرازي بسـبب امكانيـة هـذه المجموعـة علـى البقـاء فـي البيئـة المائيـة اكثـر مـن TC وFC لـذا فهـي تعطـي اشـارة الـى ان التلـوث البـرازي ربمـا يكـون بعيـداً زمانيـاً او مكانيـاً [6]. وعليـة تسـتخدم هـذه المجـاميع الثلاثـة مـن البكيريـا (FS,FC,TC) فـي الولايـات المتحـدة وبقيـة بلـدان العـالم فـي الادارة والسـيطرة علـى نوعيـة وسـلامة الميـاه المسـتخدمة للاغـراض المختلفـة [12] [10]. كمـا انهـا مهمـة لتحديـد نوعيـة الميـاه الخـام لـيس فقـط مـن ناحيـة تقيـيم درجـة التلـوث لكـن ايظـاً لتحديد افضل موقع لمصادر المياه المستخدمة واختيار افضل شكل للمعالجة [22].

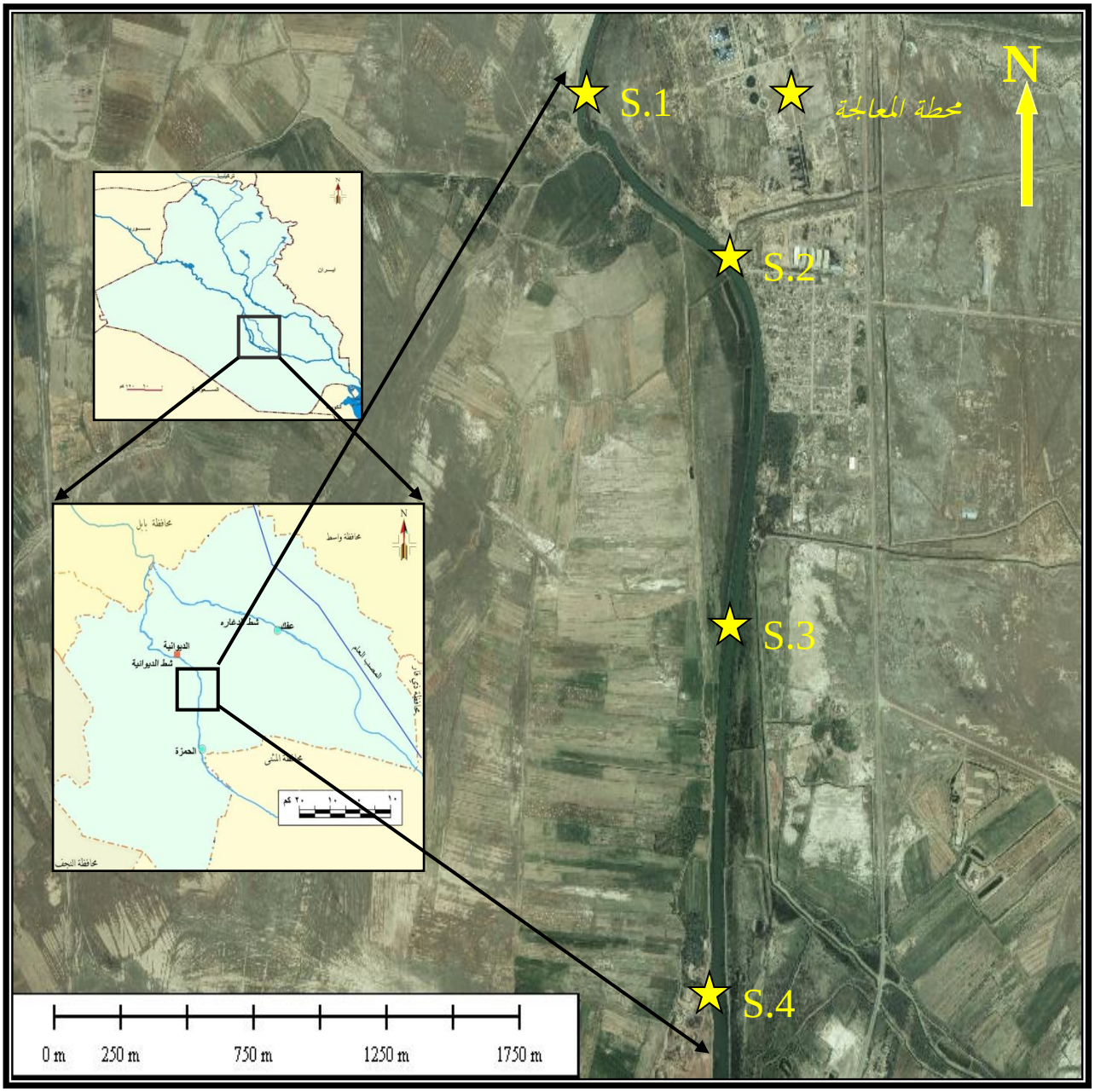
طرائق العمل:

تقـع منطقـة الدراسـة الـى الجنـوب مـن مدينـة الديوانيـة حيـث تقـع محطـة معالجـة ميـاه الصـرف الصـحي القادمة من المدينة والتي تصرف مياه الفضلات مباشره الى النهر.

جمعـت عينـات الميـاه لمـدة 12 شـهراً ابتـداءاً مـن كـانون الاول 2010 لغايـة تشـرين الثـاني 2011 باسـتخدام قنـاني زجاجيـة معقمـة مـن اربـع محطـات، اذ تقـع المحطـة الاولـى (S.1) الـى الشـمال مـن نقطـة تصـريف ميـاه الصـرف الصـحي الـى النهربحـوالي 1 كـم وتقـع المحطـة الثانيـة (S.2) بعـد نقطـة التصـريف امـا المحطـة الثالثـة (S.3) والمحطة الرابعة (S.4) فتقع الى الجنوب من نقطة التصريف بحوالي 1 و 2 كم على التوالي شكل (1).

اعتمـدت الطـرق الموضـحة مـن قبـل وكالـة الصـحة العامـة الامريكيـة [11]. لتقـدير العـدد الكلـي للبكتريـا TBC باسـتخدام طريقـة صـب الاطبـاق pour plate والعـدد الاكثـر احتمـالاً Most probable number (MPN) لبكتريـا القولـون الكليـة (TC) والقولـون البرازيـة (FC) والمسـبحيات البرازيـة (FS) باسـتخدام تقنيـة الانابيب المتعددة Multiple-tube technique .

كمـــا تـــم قيـــاس درجـــة حـــرارة المـــاء والعكـــورة والاس الهيـــدروجيني pH والمتطلـــب البايوكيميـــاوي للاوكسجين BOD_5 باستخدام تحوير الازايد Azide modification لطريقة ونكلر [11].



شكل (1) منطقة الدراسة

النتائج والمناقشة:

ان طـرح ميـاه الصـرف الصـحي الـى النهـر يـؤدي بشـكل عـام الـى زيـادة فـي اعـداد البكتريـا [1]. اذ تحتـوي الميـاه الملوثـة بفضـلات الصـرف الصـحي عوامـل ممرضـة كالبكتريـا والفايروسـات والطفيليـات المعويـة والتـي

تنتقل مباشرة الى المستهلكين اثناء شرب الماء مما يؤدي الى حدوث العديد من الامراض [8]. كما ان السباحة في مثل هذه المياه تؤدي الى الاصابة بالعديد من الامراض المعوية وغير المعوية [17].

بينت نتائج الدراسة ان الاعداد الكلية للبكتريا TBC قد تراوحت بين ($10^4\times310$ – $10^2\times17.33$) خلية/مل جدول (1) وقد سجلت اقل القيم في المحطة 1 واقلها كانت في تشرين الاول اذ بلغت ($10^2\times17.33$) خلية/مل شكل (2) في حين سجلت اعلى القيم في المحطة 2 خلال آذار اذ بلغت ($10^4\times310$) خلية/مل شكل (2) ويعزى ذلك الى طرح مياه الصرف الصحي الحاوية على اعداد كبيرة من البكتريا الى النهر والتي تكون غنية بالمواد العضوية التي توفر بيئة ملائمة لنمو وتكاثر البكتريا [5]. وهذا مايؤكدة وجود علاقة ارتباط طردية (r =0.807) مع قيم الـ BOD_5 والتي سجلت ارتفاعاً في المحطة 2 اذ تراوحت قيمها بين (16.1 – 68.6) ملغم/لتر جدول(2) بسبب طرح فضلات الصرف الصحي الى النهر.

كما بينت نتائج الدراسة ان الاعداد الكلية لبكتريا القولون TC قد ارتفعت في المحطة 2 اذ تراوحت بين ($10^2\times26.3$ – $10^2\times403.3$) خلية/100 مل جدول (1) مقارنةً بالمحطة 1 التي تراوحت فيها الاعداد الكلية لبكتريا القولون TC بين (4.2 – 41.3) خلية/100 مل جدول (1)، اذ سجلت اعلى قيمة لها ($10^2\times403.3$) خلية/100 مل خلال تموز في المحطة 2 شكل (3) واقل قيمة (4.2) خلية/100 مل خلال تشرين الاول في المحطة 1 شكل (3) ولعل ذلك يعود الى ان الارتفاع في درجة الحرارة مع توفر المواد الغذائية يؤدي الى تكاثر البكتريا وزيادة اعدادها [21]. وهذا مايؤكد وجود علاقة ارتباط طردية مع كل من درجة الحرارة والـ BOD_5 جدول(2).

وبينت النتائج ان بكتريا القولون البرازية FC سجلت اعلى القيم ($10^2\times273.3$) خلية/100 مل في المحطة 2 خلال تموز شكل (4) واقلها (3) خلية/100 مل في المحطة (1) خلال تشرين الثاني شكل (4) ، وان وجود هذه البكتريا في المياه يدل على احتمالية وجود احياء مجهرية تسبب امراض خطيرة للانسان [13].

كما بينت نتائج الدراسة ان اعداد بكتريا المسبحيات البرازية FS تراوحت بين ($10^2\times1100$ – 29) خلية/100 مل خلال مدة الدراسة جدول (1) وقد سجلت اعلى القيم ($10^2\times1100$) خلية/100 مل في المحطة 2 خلال آذار وتموز وايلول وفي المحطة 3 خلال تموز شكل (5)، واظهرت النتائج ارتفاع اعداد بكتريا المسبحيات البرازية FS مقارنة ببكتريا القولون TC والقولون البرازية FC ولعل ذلك يعود الى كونها اكثر مقاومة للظروف البيئية [22] .

الاستنتاجات:

ان طرح مياه الصرف الصحي الى النهر ادى الى ارتفاع في اعداد البكتريا الدالة على التلوث في مياه المحطات الواقعة جنوب نقطة التصريف وكانت المحطة 2 قد سجلت اعلى القيم فيما يخص البكتريا الدالة على التلوث مقارنة بمحطة المقارنة (محطة 1) والذي يؤكد احتمالية وجود العديد من الاحياء الممرضة التي تسبب امراض مختلفة لمستخدمي هذه المياه.

وهذا ناتج عن عدم معالجة مياه الصرف الصحي من الناحية المايكروبية قبل طرحها الى النهر.

اذ جاءت اعداد البكتريا الدالة على التلوث خارج الحدود المسموح بها من قبل منظمة الصحة العالمية للمياه المستخدمة لاغراض الشرب [22]. بل انها تجاوزت الحدود الموصى بها للمياه المستخدمة لاغراض السباحة والترفية [23] [24].

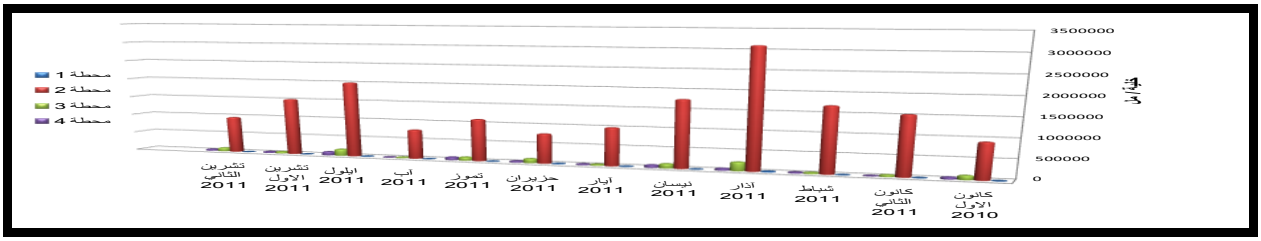
كما ان طرح مياه الفضلات غير تامة المعالجة الى النهر ادى الى ارتفاع في قيم المتطلب البايوكيمياوي للاوكسجين BOD_5.

المصادر:

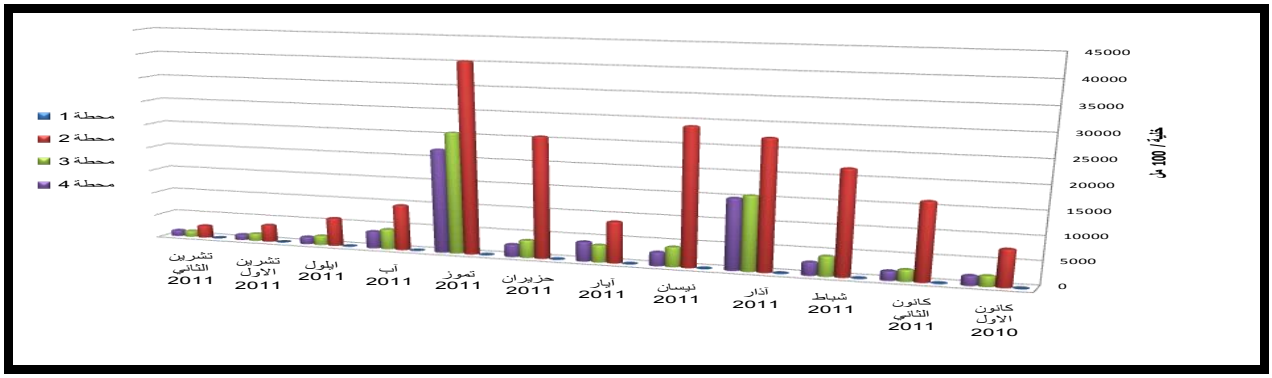
1. الناشي، علي عبد الرحيم (2002). الاثراء الغذائي في نهر الدغارة وانعكاساته على صلاحية استخدامات المياه في مدينة عفك. مجلة القادسية. 7(1): 63-52.
2. السعدي، حسين علي (2006). اساسيات علم البيئة والتلوث. دار اليازوري. عمان-الاردن.
3. صبري، انمار وهبي؛ يونس، محمد حسن وسلطان، حسن هندي (2001). التلوث البكتيري في نهر الفرات. مجلة ابحاث البيئة والتنمية المستدامة. 4(1): 42-30.
4. عباوي، سعاد عبد وحسن، محمد سليمان (1990). الهندسة العملية للبيئة. فحوصات الماء. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة الموصل.

5. العزاوي، اثير سايب ناجي (2008). دراسة بعض العوامل البيئية الملوثة لمياه نهر شط الحلة في محافظة بابل/ العراق. مجلة القادسية. 13(3):1- 9.
6. منظمة الصحة العالمية (1997). دليل تشغيل برنامج جيمس/ للمياه. المكتب الاقليمي لشرق المتوسط/ المركز الاقليمي لأنشطة صحة البيئة.
7. سرحان، عبد الرضا طه (2002). شحة الموارد المائية وانعكاساتها على نوعية المياه وتلوثها. مجلة القادسية. 7(4): 133-148.
8. نظام، عدنان علي وحمد، ابتسام (2001). المؤشرات الفيزيائية – الكيميائية والجرثومية الصحية لمياه نهر بردى. مجلة ابحاث البيئة والتنمية المستدامة .4(1):29-18.

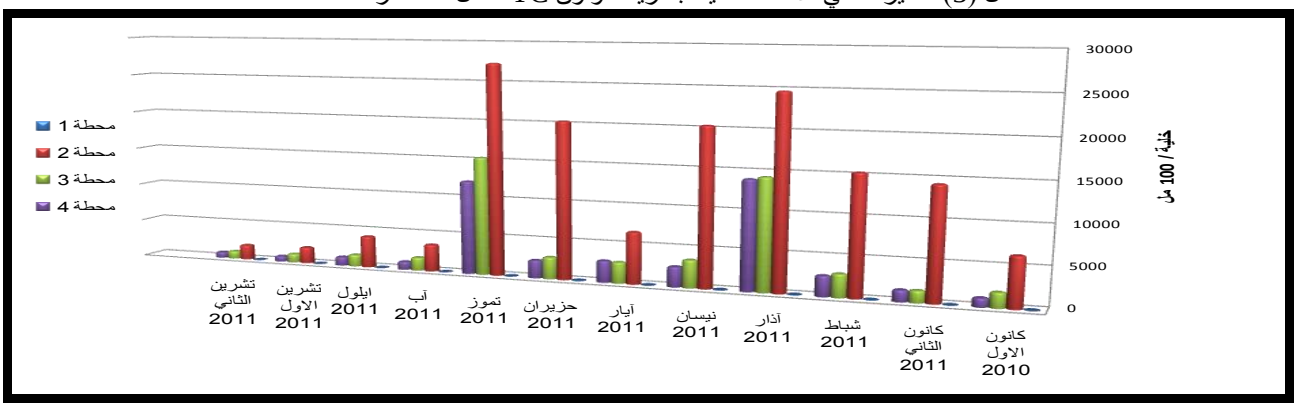
9. Abera, S.; Zeyinudin, A.; Kebede, B.; Deribew, A.; Ali, S. and Zemene, E. (2011). Bacteriological analysis of drinking water sources. African J. of microbiology research, 5(18): 2638-2641.
10. Anderson, K. L.; Whitlock, J. E. and Harwood, V. J. (2005). Persistence and differential survival of fecal indicator bacteria in subtropical waters and sediments. Applied and environ. microbiology, 71(6): 3041-3048.
11. APHA, American Public Health Association (2003). Standard methods for the examination of water and wastewater. 20th ed. Washington DC, USA.
12. Barrell, R. A.; Hunter, P. R. and Nichols, G. (2000). Microbiological standards for water and their relationship to health risk. Communicable disease and public health, 3 (1): 8-13.
13. Brown, A. E.(2005). Microbiological application. 9th ed. McGraw Hill, New York.
14. Fernandez- Alvarez, R. M.; Carballo-Cuervo, S.; Rosa-Jorge, M. C. and Lecea, J. R. (1991). The influence of agricultural run-off on bacterial populations in a river. J. of applied bacteriology, 70: 437-442.
15. Goodwin, K. D.; Matragrano, L.; Wanless, D.; Sinigalliano, C. D. and LaGier, M. J. (2009). A preliminary investigation of fecal indicator bacteria, human pathogens, and source tracking markers in beach water and sand. Environ. research J., 2(4): 395-417.
16. Ibekwe, A. M. and Lyon, S. R. (2008). Microbilogical evaluation of fecal bacterial composition from surface water through aquifer sand material. J. of water and health. 6 (3): 411- 421.
17. Marino, F. J.; Morinigo, M. A.; Manzanares, E. M. and Borrego, J. J. (1995).Microbiological-epidemiological study of selected marinebeaches in Malaga (Spain). Water Science technology, 31(5):5-9.
18. Mrello, J. A.; Mizer, H. E. and Granato, P. A.(2006). Laboratory manual and workbook in microbiology. 8th ed. McGraw Hill, New York.
19. Owili, M. A. (2003). Assessment of impact of sewage effluents on coastal water quality in Hafnarfjordar, Iceland. UNU-Fisheries.training program.
20. Vissman, W.; Hammer, M. J.; Perez, E. M. and Chadik, P. A. (2009). Water supply and pollution control. 8th ed. Pearson Prentice hall, New Jersey.
21. Wada, M. (1994). Relationship between bacteria decomposing organic substances and water pollution in river water Nippon Eiseiqaku. Zasshi. 49 (4): 782-790.
22. WHO, world health organization (1997). Guidelines for drinking – water quality. Vol. 2. 2nd ed. Amman, Jordan.
23. WHO, world health organization (2000). Monitoring bathing waters – a practical guide to the design and implementation of assessment and monitoring programmes. TJ international Ltd. Great Britain.
24. WHO, world health organization (2003). Guideline for safe recreational water environments. Vol.1, costal and fresh waters. Geneva.



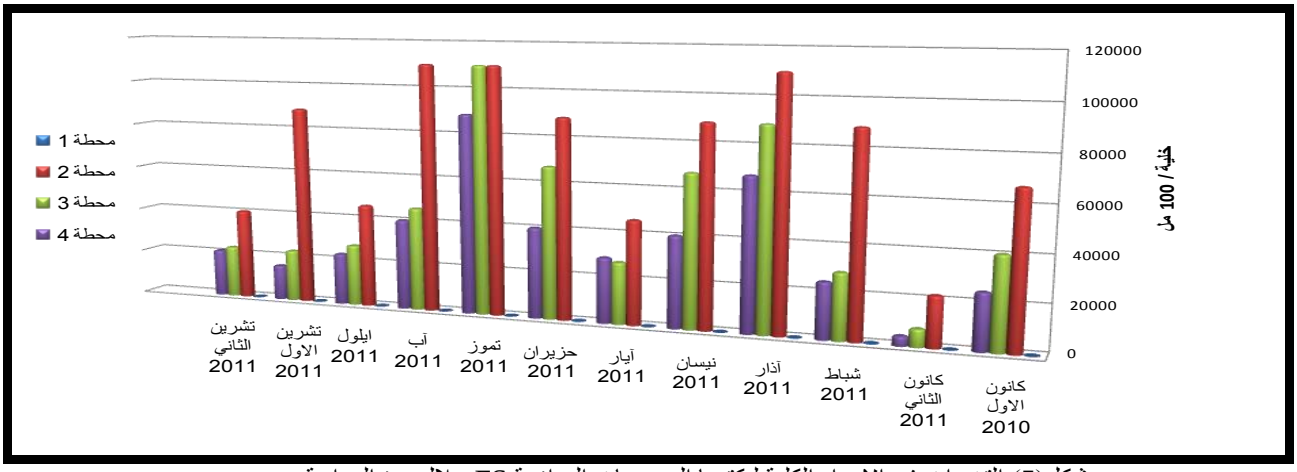
شكل (2) التغيرات في الاعداد الكلية للبكتريا TBC خلال مدة الدراسة



شكل (3) التغيرات في الاعداد الكلية لبكتريا القولون TC خلال مدة الدراسة



شكل (4) التغيرات في الاعداد الكلية لبكتريا القولون البرازية FC خلال مدة الدراسة



شكل(5) التغيرات في الاعداد الكلية لبكتريا المسبحيات البرازية FS خلال مدة الدراسة

جدول (1) اعداد البكتريا خلال مدة الدراسة

	الشهر / الاختبار	كانون الاول 2010	كانون الثاني 2011	شباط 2011	آذار 2011	نيسان 2011	آيار 2011	حزيران 2011	تموز 2011	آب 2011	ايلول 2011	تشرين الاول 2011	تشرين الثاني 2011
محطة 1	TBC×10^2 خلية/مل	49	45	32.33	214	42.33	89.33	83.33	40.66	22	93	17.33	25.66
	TC خلية/100مل	7.4	14.7	15.3	41.3	29.3	20	21.3	30	21.3	11	4.2	6.2
	FC خلية/100مل	6.5	7.6	11.3	34	20	14.7	20.7	20	11.3	7.8	4	3
	FS خلية/100مل	121	29	230	124.3	43.7	94.3	156.7	143.3	153.3	193.3	143.3	111.7
محطة 2	TBC×10^4 خلية/مل	92	152.33	169	310	175.66	107.33	106	110.33	77	199	150.33	95.66
	TC×10^2 خلية/100مل	77.3	163.3	220	273.3	290	87.7	256.7	403.3	96.7	60.3	36.3	26.3
	FC×10^2 خلية/100مل	64	143.3	153.3	246.7	203.3	67	203.3	273.3	35.3	41.3	21.3	19.3
	FS×10^2 خلية/100مل	673.3	220	886.7	1100	886.7	460	886.7	1100	1100	460	886.7	403.3
محطة 3	TBC×10^3 خلية/مل	104	49.33	36.33	224.66	112.66	34.33	110.66	86.33	21.33	171	46.33	88
	TC×10^2 خلية/100مل	21.7	24	41.6	156.7	41.7	36.3	37	256.7	42.7	19.3	15	12.3
	FC×10^2 خلية/100مل	19.3	15.3	29.7	143.3	35.7	27.3	28.3	153.3	17	15.3	11.1	9.8
	FS×10^2 خلية/100مل	403.3	77.3	290	886.7	673.3	273.3	673.3	1100	460	273.3	230	230
محطة 4	TBC×10^3 خلية/مل	52	15	31	51.66	71.33	30	40.33	75	11	91.33	34.33	41
	TC×10^2 خلية/100مل	20	19.3	27.3	150	28.7	41.3	26.3	220	36.3	15	11.3	12
	FC×10^2 خلية/100مل	11.3	14.7	26.3	140	26	28	23.3	121.7	10.4	11.3	7.1	7.5
	FS×10^2 خلية/100مل	246.7	42.7	246.7	673.3	403.3	290	403.3	886.7	403.3	230	156.7	210

جدول (2) قيم بعض الخصائص الفيزياوية و الكيمياوية المقاسة خلال مدة الدراسة

تشرين الثاني 2011	تشرين الاول 2011	ايلول 2011	آب 2011	تموز 2011	حزيران 2011	آيار 2011	نيسان 2011	آذار 2011	شباط 2011	كانون الثاني 2011	كانون الاول 2010	الشهر / الاختبار	
13	15	26	30	32	29	29	24	22	17.5	15.5	13.5	Temperature °C	محطة 1
9.17	15.33	27.77	33.33	48	43.37	27.7	12.93	7.4	10.53	9.9	9.7	Turbidity NTU	
7.37	7.4	7.07	7.47	8.27	8.1	7.8	7.73	7.8	7.9	8.03	7.87	pH	
0.9	1.8	1	0.3	1.1	0.5	0.3	0.8	1.5	1.1	1.2	1.5	BOD_5 mg/l	
13	15	26	30	32	29	29	24	22.5	17	15.5	13.5	Temperature °C	محطة 2
33.13	16.63	53.83	34.5	35.5	40.1	39.77	28.77	8.93	17.13	17.67	14.23	Turbidity NTU	
6.97	7.5	7.67	7.37	7.97	7.8	7.6	7.43	7.63	7.63	7.67	7.57	pH	
51	31	52	42	25	39	41	68.6	28.8	32	22.4	16.1	BOD_5 mg/l	
13	15	26	30	32	29	29	24	22.5	17.5	15.5	13.5	Temperature °C	محطة 3
11.03	14.2	32.03	32.13	38.53	37.53	28.77	12.2	7.4	9.43	10.43	11.33	Turbidity NTU	
7	7.47	7.57	7.6	8.13	8.23	7.77	7.6	7.83	7.87	8	7.73	pH	
2.3	2.1	1.9	1.9	1.7	1.1	1.9	3.8	2	1.6	2.9	2.4	BOD_5 mg/l	
13	15	26	30	32	29	29.5	24	23	17.5	15.5	13.5	Temperature °C	محطة 4
10.37	16.36	33.03	32.4	44.33	38.03	28.63	11.1	6.63	8.83	10.03	11.03	Turbidity NTU	
6.9	7.23	6.97	7.83	8.17	8.3	7.73	7.6	7.9	7.9	8	7.77	pH	
2.3	1.3	1.3	0.8	1.1	0.7	0.7	4.8	2.2	1.3	1.4	1.9	BOD_5 mg/l	

مجلة القادسية للعلوم الصرفة المجلد 18 العدد 2 سنة 2013

Using microbial indicator to assessment the pollution that resulting from the discharge of domestic wastewater to Al-Diwaniya river / Iraq

Mysoon M. Al-Taee
Science collage/
Babylon university

Mohammed K. Al-Kasser
Science collage/
Al-Qadisiya university

Abstract:

The discharge of untreated or incomplete treated domestic wastewater to receiving water is result to addition of many pollutants particularly pathogenic microorganisms, which has causing various diseases to aquatic organisms and humans are using this water, so that this study is executed to evaluate the microbial pollution resulting from the discharge of domestic wastewater to Al-Diwaniya river by measuring the total bacterial count (TBC) and most probable number of coliforms (TC), fecal coliforms (FC) and fecal streptococcus (FS).

The samples are collected monthly for one year from four stations on the river, first located at the north of wastewater discharge point and it's used as controlled station, and three stations located at the south of discharge point.

The results are showed elevation in number of all bacterial types in station two, three and four comparison with the station one, and the numbers range are between (17.33×10^2 - 310×10^4) cell/ml , (4.2 - 403.3×10^2) , (3 - 273.3×10^2) , (29 - 1100×10^2) cell/100ml for TBC, TC, FC and FS respectively.

The study results showed that the numbers of pollution indicating bacteria are outside the permissible limits of World Health Organization (WHO) for waters which are using for drinking, moreover it's exceeded permissible limits for swimming and recreational waters.