وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة القادسية - كلية العلوم
قسم علوم الحياة

تقييم التلوث المحتمل في نهر الديوانية

بحـــث

مقدم إلى كلية العلوم /جامعة القادسية

وهي جزء من متطلبات نيل درجة بكالوريوس علوم في علوم الحياة

من قبل

نرمين اركان حسن

بأشـــراف

م.م كريم غافل مهجج

١٤٣٨هـ ٢٠١٧م

بسم الله الرحمن الرحيم

((وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاء كُلَّ شَيءٍ حَيٍّ أَفَلا يُؤْمِنونَ))

صَدَقَ اللهُ العَظيمْ

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على من ملك القلوب وأنارالدروب وأخرج الناس من الظلمات إلى النور سيدنا وحبيبنا وتاج رؤوسنا محمد (صلى الله عليه وعلى آله الطاهرين وسلم وصحبه المنتجبينومن تبعهم إلى يوم الدين)،وأنا أكمل بحثي يطيب لي أن أتقدم بأسمى معاني الشكر والعرفان لأستاذي الفاضلكريم غافل مهجج المشرف على بحثي الذي كان له الفضل بعد الله في اختيار موضوع البحث وجهده المتواصل في المتابعة والإرشاد ومساعدته في توفير الكثير من مستلزمات البحث فجزاه الله عني الجزاء الأوفى .

كما يدعوني الواجب أن أتقدم بوافر الشكرللاستاذالمساعد الدكتور حبيب وسيل شبررئيس قسم علوم الحياةعرفانا لما قدموه من عون طيلة فترة الدراسة وتوفير الكثير من مستلزمات البحث .

كما لايفوتني أن أتقدم بالشكر لكافة زملائي في قسم علوم الحياة في كلية العلوم و الشكر الجزيل لكل من ساعدني في انجاز هذه البحث ولم تسنح الفرصة لذكره .

نرمين

الخلاصة:

اجريت الدراسة الحالية لمعرفة التاثيرات البيئية الناتجة عن طرح مياه الصرف الصحي من محطة المعالجة في نوعية مياه نهر الديوانية. اذ جمعت عينات المياه من ثلاث محطات على نهر الديوانية تقع الاولى شمال نقطة التصريف (طرح مياه الصرف الصحي من محطة المعالجة الى النهر) بحوالي ١ كم والثانية بعد نقطة التصريف الى النهر مباشرةً اما المحطةالثالثهفتقع الى الجنوب من المحطة الثانية بمسافة ٢ كم .اظهرت الدراسة الحالية ان قيم التوصيلية الكهربائية فتراوحت بين (1092.67) مايكروسيمنز/سم في المحطة الاولى (1326.67) مايكروسيمنز/سم في المحطة الثانية و (1152.67)في المحطةالثالثه، كما تراوحت قيم العكورة بين (9_7.4) NTUفي المحطات الثلاثه، كما بينت الدراسة ان قيم الاس الهيدروجيني كانت متعادلة تميل الى القاعدية الخفيفة اذ تراوحت بين (7.07_6.9)، كما اظهر الاوكسجين المذاب انخفاضاً واضحاً اذ تراوحت قيمته بين (4.03_4.83) ملغم/لتر في المحطات.بينت الدراسة ان تركيز عسرة الكالسيوم تتراوح بين (169.33_250.67) ملغم$CaCO_3$/لتر والمغنسيوم بين (18.47_30.3) ملغم$CaCO_3$/لتر ,وتراوحت قيم الصوديوم بين (120.8_73.13) ملغم/ ، والبوتاسيوم بين (3_5.37) ملغم/لتر ، اما الكلوريد فقد تراوح بين (78-43.2) ملغرام/لتر ، والكبريتات تراوحت قيمها بين (184.33_270.63) ملغم/لتر.اما العناصر الثقيلة الذائبة في المياه فقد بينت الدراسة ان قيم الكادميوم تتراوح بين (0.49_0.52)والرصاص يتراوح بين (3.3_4.3) مايكروغرام/لتر في المحطة الثالثةمايكروغرام/لترو النحاسيتراوح بين (1.07_1.7) مايكروغرام/لتر في المحطة الثالثة .

المقدمه:

الماء هو مهد الحياة لكل الكائنات الحية اذ يرتبط وجودها ووفرتها في أية بيئة بوفرة المياه فيها، وتعد الانهار من اهم مصادر المياه العذبة المستخدمة من قبل الانسان اذ ان سهولة الحصول عليها يزيد من استخدامها ويجعلها عرضة للتلوث بشكل كبير.

وتعتمد الكثير من المجتمعات على مياه الانهار لاغراض الشرب والزراعة والنقل والاستخدامات الصناعية كما انها تعد انظمة بيئية توفر مواطن Habitats لمختلف انواع الكائنات الحية من حيوانات ونباتات بالاضافة الى اهميتها كمواقع للترفيه والسباحة (Murk,2005). وان تعرض الانهار الى انواع مختلفة من الملوثات يؤثر سلباً في تركيبها وتوازنها معرضاً مجتمعات الاحياء المختلفة الى الاخطار وخصوصاً المجتمعات البشرية التي تعتمد عليها بوصفها مصدراً رئيساً للمياه للاغراض المدنية والزراعية والصناعية (السعدي، ٢٠٠٦).

والتلوث هو تغير غير مرغوب فيه في البيئة عن طريق تاثيرات مباشرة او غير مباشرة في انماط الطاقة ومستويات الاشعاع والقوام الفيزيائي والكيميائي ووفرة الكائنات والتي تؤثر سلباً في حياة الانسان والاحياء الاخرى (Hoges, 1989). ويعرف تلوث المياه انه التغير في قيم الخواص الفيزيائية والكيميائيةوالبايولوجية بتركيز اوصفة تجعل الماء ضاراً للانسان او الاحياء او الممتلكات (السعدي، ٢٠٠٦).

غالباً ماتستخدم الانهار التي تجري في مناطق تحتوي انشطة بشرية مختلفة مثل الحقول الزراعية والمدن والمنشات الصناعية كمواقع لتصريف النفايات والفضلات البشرية ومياه فضلات المنازل والمجازر والفضلات الصناعية (Adewoye, 2010).

اذ يبدأ تلوث الماء من قبل الانسان الذي يستهلك كميات كبيرة من المياه النقية ويحولها الى مياه ملوثة تطرح في مياه الانهار (بوران و ابودية، ٢٠٠٣). لذا يعد طرح فضلات الصرف الصحي من المصادر الرئيسية لتلوث المياه حول العالم (UNESCO/WHO/UNEP,1996). نظراً لاحتوائها على العديد من الملوثات منها الفيزيائية مثل الرمال والمواد الصلبة والشوائب الخاملة، والكيميائية سواء كانت عضوية مثل الهايدروكاربونات والزيوت والشحوم والمبيدات والبروتينات والفينولات او لاعضويةكالقلويدات والاحماض والعناصر الثقيلة ومركبات النايتروجين والفسفور والكبريت او غازية مثل كبريتيد الهايدروجين والامونيا والميثان، كذلك الملوثات الحيوية مثل البكتريا والفايروسات والديدان (منظمة الصحة العالمية، ٢٠٠٤).

اهداف الدراسة:

تهدف الدراسة الحالية الى تقييم التأثير الناتج عن طرح مياه الصرف الصحي على نوعية مياه نهر الديوانية من خلال:

١- دراسة التغيرات في بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية للماء.

٢- دراسة التغيرات في تركيز بعض العناصر الرئيسيه(Na^{+}, Ca^{+2}, Mg^{+2} , K^{+} , Cl^{-}, SO_4^{-2}) والثانويه (Cd ، Pb ، Cu) في المياه بشكلها الذائب خلال حركة المياه من الغرب باتجاه جنوب والى الجنوب من محطة الصرف الصحي ومن خلال ثلاث مناطق نمذجه.

منطقة الدراسة :

يمثل نهر الديوانية الفرع الغربي لشط الحلة والذي يمر بمدينة الديوانية والسدير والحمزوالرميثة التي يتفرع النهر فيها الى ثلاثة فروع تتلاشى في الاراضي الزراعية ويبلغ طوله حوالي 124 كم (الخشاب وآخرون، ١٩٨٣).

ويتراوح عرض النهر بين (٤٥-٥٠) متر ويتوسع في بعض المناطق ليصل الى ٧٠ متر وعمقه يتراوح بين (٣-٤) متر ويبلغ معدل عمق الماء فيه بين(١,٥-٣) متر حسب التغيرات الفصلية (ابراهيم، ٢٠٠٠).

ويعد نهر الديوانية مصدرالمياه الرئيس للأغراض الزراعية والمدنية، إذ تبلغ مساحة الأراضي الزراعية التي تروى من مياه النهر حوالي ٥٠٥ الف دونم (ابراهيم، ٢٠٠٥). كما انه مصدر للمياه لـ ٥٣ مشروع ومجمع لمياه الاسالة والتي تزود السكان المحليين بما مقداره ٩٥٨٧ م^3/ساعة من المياه الصالحة للاستخدام المدني (مديرية ماء الديوانية،2011).

ويخترق النهر تجمعات سكانية وأراضي زراعية وتصب فيه مخلفات صناعية وبشرية متعددة، تؤثر هذه العوامل جميعها في نوعية مياهه وتغير من مواصفاتها وصلاحيتها للاغراض البشرية (عبد الرضا وآخرون، ١٩٩٦).

تقع منطقة الدراسة على نهر الديوانية الى الجنوب من مركز المدينة بحوالي ٣ كم حيث تقع محطة معالجة مياه الصرف الصحي القادمة من المدينة،والتيانشأت عام 1984 من قبل شركة Continental Construction limted الهندية وشركة passavant الالمانية بطاقة تصميمية مقدارها 12000م^3 /يوم (ادارة محطة المعالجة، ٢٠١١). لتأمين متطلبات معالجة الفضلات لـ ٨٠٠٠٠ شخص.

شملت الدراسة الحالية تحديد ثلاث محطات على النهر(شكل-1)،اذ تقع **المحطة الاولى** الى الشمال من نقطة التصريف (تصريف مياه الفضلات من محطة المعالجة الى النهر) بحوالي ١ كم اما **المحطة الثانية** فتبعد مسافة 5 م الى الجنوب من نقطة التصريف وتقع **المحطة الثالثة** الى الجنوب من المحطة الثانية بحوالي ١ كم (خارطة رقم ١).

خارطة رقم ١ توضح منطقة الدراسة

مياه الصرف الصحي تأثيراتها وسبل معالجتها

ان التوسع والتطور الذي تشهده المدن على مختلف المستويات الاجتماعية والاقتصادية والصناعية رافقة زيادة في استهلاك المياه لتلبية الاحتياجات المختلفة والذي نتج عنه زيادة في كمية مياه الفضلات ونوعية المواد الملوثة التي تحملها.

و تعد مياه الصرف الصحي واحدة من اخطر المشاكل على الصحة العامة في معظم دول العالم الثالث اذ ان معالجة مياه الفضلات لا تعطى الاولوية التي تستحقها ولذلك فأن الفضلات الصناعية والمنزلية تصرف مباشرة الى الاجسام المائية المستقبلة من دون معالجة والنتيجة هي زيادة تلوث الانهار وفقدان الحياة المائية واستهلاك الحيوانات والنباتات للمياه الملوثه والتي تصل في النهاية الى جسم الانسان مسببةً مشاكل صحية مختلفة (Danazumi and Bichi, 2010). ويعتمد تأثير هذه الملوثات في المحيط البيئي بدرجة كبيرة على كمية ونوعية هذه الملوثات والتي لابد من اجراء معالجة كفوءة لها قبل طرحها وبخلافه تحدث اضراراً مباشرة على مستويات مختلفة من الكائنات الحية ينجم عنها تغير كبير في تنوع ووفرة هذه الكائنات (مولود وآخرون، ١٩٩١؛ الربيعي، ٢٠٠٢).

ومياه فضلات الصرف الصحي هي كافة انواع المياه المتخلفة الصادرة عن الفعاليات البشرية المختلفة منزلية اوتجارية او صناعية ويطلق عليها احيانا مياه المجاري او مياه الصرف الصحي لانها في الغالب تنتقل في شبكة المجاري العامة في المدينة (منظمة الصحة العالمية، ٢٠٠٤) اوهي المياه الناتجة عن الاستعمالات المنزلية المختلفة والتي قد تختلط بمياه عادمه صناعية (الصفدي والظاهر، ٢٠٠٨).

ان تصريف مياه الفضلات غير المعالجة ينتج عنه طرح حمل مستمر من المواد العضوية والمغذيات الى الجسم المائي المستلم مؤدياً الى عدد من التاثيرات الواضحة في مكوناته البيئية تشمل تغيرات جسيمة في نوعية المياه تتمثل في نقص الاوكسجين المذاب وزيادة في تركيز الامونيا الناتجة من التحلل الجزئي للبروتين والذي يؤدي الى زيادة في تركيز النتريت والنترات، وارتفاع في عكورة المياه، واسوداد في الطبقة السفلية للجسم المائي (Santra,2010).

كما تحتوي مياه الصرف الصحي على كميات كبيرة من المنظفات التي يؤدي طرحها الى تكوين طبقة من الرغوة على سطح الماء تعيق عملية التبادل الغازي بين الماء والهواء كما انها تسبب زيادة في تركيز الفوسفات في المياه المستقبلة (السعدي، ٢٠٠٦).

وان احتواء مياه الصرف الصحي على المغذيات وخصوصاً مركبات النايتروجين والفسفور يؤدي الى حدوث ظاهرة الاثراء الغذائي Eutrophication والتي ينتج عنها ازدهار في نمو الطحالب وخصوصاً بعض الانواع غير المرغوبة من الطحالب الخضر المزرقة (Cyanobacteria) والتي لاتستهلك كغذاء من قبل اللافقريات والهائمات الحيوانية مما ينعكس سلباً على التوازن البيئي (Agarwal, 2009a). فضلاً عن انتاجها للسموم التي يمكن ان تسبب ضرراً في الكبد والامعاء وتلف في الجهاز العصبي وتهيج الجلد لدى الانسان (WHO,2006a). كما ينتج عن الاثراء الغذائي زيادة في الكتلة الحية والتي يؤدي موتها وترسبها في قعر الجسم المائي الى استهلاك الاوكسجين المذاب معرضاً حياة الاسماك والحيوانات الاخرى للخطر، وتكوين طعم ورائحة غير مرغوبة في المياه (Smol, 2008).

وتعد المواد الكيميائية التي تعمل عمل الهورمونات او التي تثبط عملها من اهم الملوثات التي توجد في مياه الصرف الصحي والتي يكون مصدرها الادوية البشرية والبيطرية والمنظفات غير الايونية والمبيدات، والتي تؤثر في عمل جهاز الغدد الصماء في الجسم وتؤدي الى حدوث سرطانات مختلفة وتخلف عقلي وضعف في جهاز المناعة وغدة الثايروويد وخصوصاً لدى الاطفال كما انها تؤثر على عملية التكاثر وتؤدي الى حدوث تشوهات ولادية في الانسان والزواحف والاسماك والطيور واللافقرياتواللبائن(WHO, 2006a).

كما تعد مياه الصرف الصحي غير المعالجة مصدراً للاحياء الممرضة كالبكتريا مثل *E. coli* و*Vibrio cholerae* و*Salmonella* spp. و*Shigella* spp. والديدان مثل *Ancylostoma* spp. و *Taenia* spp. و *Fasciola* spp. و *Shistosoma* spp.والابتدائيات مثل *Giardia* spp. و *Entamoeba* spp. والفايروسات مثل hepatitis A&E و adenovirus و rotavirus التي تسبب العديد من الامراض مثل التايفوئيد والكوليرا والاسهال والامراض الجلدية (الاكزما) وغيرها (WHO, 2006b).

وبالنظر للتاثيرات السابقة الذكر وبهدف تقليل الاضرار الناتجة عن تصريف مياه الصرف الصحي مباشرةً الى الانهار فقد انشأت الدول المختلفة محطات لاغراض معالجة هذه المياه وتقليل الملوثات الموجودة فيها الى الحد المسموح به الذي لايضر بالحياة المائية ولابنوعية المياه وتتضمن المعالجة مجموعة من العمليات الفيزيائية والكيميائية والحيوية التي تجري على هذه المياه بهدف تحسين خواصها والتقليل من تأثيراتها السلبية والضاره على البيئة وتعتمد درجة المعالجة على عدة عوامل منها نوعية وطبيعة المواد الملوثة التي تحتويها مياه الفضلات والخواص المطلوبة في المخلفات السائلة بعد معالجتها والغرض الذي من اجله تستخدم تلك المياه المطلوب معالجتها وطريقة التخلص من هذه المياه وكمية التخفيف الموجود في المياه المستقبلة (السعدي وآخرون، ١٩٨٦؛ ابراهيم، ٢٠٠٩).

وتتكون عملية معالجة مياه الفضلات بشكل عام من ثلاث مراحل (Raven *et al.*, 2010 ؛ Cunnigham and Cunnigham, 2010) هي:

- **المعالجة الابتدائية Primary treatment:**

تهدف هذه المعالجة الى ازالة المواد الصلبة الكبيرة والمواد الطافية والعالقة مثل الرمال والمواد الصلبة والزيوت والشحوم وغيرها بأستخدام بعض العمليات الفيزيائية مثل المصافي (المشابك) والتعويم (التطويف) والترسيب وغيرها .

- **المعالجة الثانوية او الحيوية Secondary or biological treatment**:

يتم في هذه المرحلة تحطيم للمواد العضوية بوساطة الاحياء المجهرية عن طريق استخدام تقنيات مختلفة مثل احواض التهوية Aeration tanks (الحمأهالمنشطه) والمرشحات الوشيله Trickling filters وبحيرات الاكسدة Lagoon lakes.

- **المعالجة الثالثية او المتقدمة Tertiary or advanced treatment:**

تهدف هذه المرحلة الى تحسين نوعية المياه التي تمت معالجتها في المراحل السابقة عن طريق ازالة بعض المواد مثل المغذيات النباتية وخصوصاً النترات والفوسفات والمعادن الثقيلة والبكتريا والفيروسات بوساطة مجموعة من العمليات الحيوية والفيزيائية والكيميائية .

الخصائص الفيزيائية والكيميائية:

ان لصفات المياه الفيزيائية والكيميائية دوراً في التأثير على احياء تلك المياه اذ تلعب درجة الحرارة والاس الهيدروجيني والتوصيل الكهربائي والعكورة دوراً في التفاعلات الكيميائية للبيئة المائية لذلك فهي تؤثر في ايض الاحياء المائية وقدرتها على التنافس مع بعضها البعض (Weiner, 2000). كما تعتمد هذه الصفات كمعيار لتقييم نوعية المياه water quality وبالتالي تحديد مدى صلاحيتها للاستخدامات المختلفة (السعدي، 2006).

يؤدي طرح مياه الفضلات غير المعالجة او غير تامة المعالجة (المعالجة جزئياً) الى فساد الجسم المائي المستقبل محدثةً اضراراً صحية وبيئية ناتجة عن تاثيرها السلبي على الخصائص الفيزيائية والكيميائية لمياه المجرى المائي المستقبل (Akpor and Muchie, 2011؛ Igbinosa and Okoh, 2009).

ومن الدراسات في هذا المجال دراسة طليع والبرهاوي(2000) عن تلوث مياه نهر دجلة بالفضلات المنزلية شمال مدينة الموصل اذ تم تحديد الخصائص الفيزيائية والكيميائية والحيوية واظهرت النتائج ارتفاع اغلب المعايير

المدروسة لمياه المجاري بحيث تجاوزت الحدود المسموح بها للفضلات السائلة المصرفة الى الانهار. وقد وجد مشكور (2002) زيادة في قيم العكورة والمواد الصلبة الكلية والمواد الصلبة الذائبة والمواد الصلبة العالقة والتوصيل الكهربائي واملاح العسرة والمتطلب البايوكيمياويللاوكسجين والفوسفات والنترات في مياه نهر الفرات عند مدينة السماوه وقد عزا ذلك الى تأثير مواقع التلوث بالمياه الثقيلة والصناعية. اما التميمي (2006) فقد لاحظ زيادة في قيم اغلب الخصائص الفيزيائية والكيميائية المقاسة عند دراسته لتلوث الجزء الاسفل من نهر ديالى.

اما عكورة الماء فهي ناجمة عن وجود مواد صلبة عالقة فيه مثل دقائق التربة والرمل والطين والمواد العضوية واللاعضوية العالقة، كما يمكن ان تكون بسبب وجود بكتريا وكائنات حية دقيقة (عباوي وحسن، ١٩٩٠). وقد وجد مشكور (2002) ان طرح مياه الفضلات سبب زيادة في قيم العكورة في مياه نهر الفرات عند مدينة السماوه. وتعمل زيادة العكورة على عرقلة وصول الضوء الى اعماق المياه مما يؤدي الى تثبيط عملية البناء الضوئي للهائمات النباتية وبالتالي تقليل الانتاجية الحيوية في تلك المياه (السعدي، ٢٠٠٦). كما ان زيادة العكورة في المياه السطحية يزيد من الضغط على محطات تصفية المياه التي تعتمد على هذه المصادر من اجل انتاج مياه صافية لسد حاجة الانسان لاغراض الشرب والصناعات المختلفة (APHA, 2003).

وتعد التوصيلية الكهربائية من العوامل المهمة التي تستخدم في تقييم تاثير التركيز الكلي للايونات على التوازن الكيمياوي للمياه وتقييم التاثيراتالفسلجية على النباتات والحيوانات ومعدل التآكل في المنشآت كما انها تعطي دلالة عن تركيز الاملاح الذائبة في المياه الخام ومياه الفضلات والتغايرات الفصلية واليومية التي تحدث في بعض الانهار الملوثة (APHA, 2003).

يعد الاس الهيدروجيني (pH) من العوامل المؤثرة على الاحياء المائية لان معظم الفعاليات الايضية تعتمد عليه (Wang *et al.*, 2002). كما ان ذوبانية العناصر في المياه تعتمد على الـ pH اذ ان معظم العناصر تبقى في حالة ذائبة في الـ pH المنخفض ومع زيادته تتكون كاربونات ومن ثم اكاسيد وهيدروكسيدات تلك العناصر والتي يمكن ان تستقر في القعر كرواسب غير ذائبة (Agarwal, 2009b). كما ان لقيمة الـ pH تأثيراً كبيراً على سير عمليات المعالجة داخل محطات المعالجة سواء في محطات تصفية المياه لاغراض الشرب او معالجة مياه الصرف الصحي (كاظم وآخرون، ٢٠٠٥). وقد تتأثر قيمة الاس الهيدروجيني بوجود الاحماض العضوية والعمليات الحيوية (مثل عمليات البناء الضوئي والنتح) والعمليات الفيزيائية (مثل الاضطراب والتهوية) والتي من الممكن ان تغير تركيز ثنائي اوكسيد الكاربون المذاب اذ ان قيمة الاس الهيدروجيني محددة بالتوازن بين ثنائي اوكسيد الكاربون - البيكاربونات- الكاربونات (منظمة الصحة العالمية، ١٩٩٧).

يعد الاوكسجين المذاب DO واحداً من اهم القياسات المستخدمة لتقييم نوعية المياه فهو يعكس العمليات الفيزيائية والحيوية السائدة في الماء (Sangpal*et al.*, 2011). ويتأثر تركيز الاوكسجين في الماء بعدد من العوامل منها

عمق الماء والامواج والحركة السطحية كما تعد عملية البناء الضوئي للنباتات المائية والطحالب مصدراً مهماً للاوكسجين الذائب في الماء وتعتمد وفرة الاوكسجين في الماء على درجة الحرارة وتركيز الاملاح والمواد العضوية الموجودة فيه (عباوي وحسن، ١٩٩٠). كما يعد الاوكسجين المذاب من اهم العوامل التي تتحكم بوفرة الاحياء المائية وذلك لأهميته في العمليات الايضية لهذه الاحياء (Wetzel, 2001). اذ ان انخفاض تركيز الاوكسجين المذاب في الماء الى اقل من ٥ ملغرام/لتر سوف يؤثر سلباً على وظيفة وبقاء المجتمعات الحية في حين ان انخفاضه الى اقل من ٢ ملغرام/لتر يؤدي الى موت معظم الاسماك (UNESCO/WHO/UNEP, 1996).

وقد اوضح طليع (1999) ان انعدام تركيز الاوكسجين المذاب في مياه فضلات الصرف الصحي سببه ارتفاع تركيز المادة العضوية الذي يؤدي تحللها الى استهلاك الاوكسجين. كما اشار الجهصاني(2003) في دراسته عن تأثير مياه المطروحات المدنية والصناعية على نوعية مياه نهر دجلة في مدينة الموصل الى ان تصريف الفضلات الى النهر ادى الى انخفاض في قيم الاوكسجين المذاب. اما سبتي (٢٠٠٥) فقد بين ان الزيادة في طرح الفضلات العضوية الى الاجسام المائية تعد من الاسباب الرئيسية التي تؤدي الى خفض مستويات الاوكسجين الذائب في المياه وذلك بسبب الاكسدة الهوائية لهذه الفضلات بوساطة البكتريا والفطريات.

اما المتطلب البايوكيمياويللاوكسجينBOD_5 فيشير الى كمية الاوكسجين المستهلكة من قبل الاحياء المجهرية بعمليات الاكسدة الهوائية للمواد العضوية عند درجة حرارة ٢٠ °م (Stirling, 1985) ويستخدم الـ BOD_5 بوصفه مقياساً للمادة العضوية القابلة للتحلل في المياه (Al-Layla*et al.*, 1980). ويطبق هذا الاختبار بشكل واسع لقياس احمال الفضلات على محطات المعالجة وتقييم كفاءة مثل هذه الانظمة في ازالة الطلب على الاوكسجين كما يقيس كمية الاوكسجين المستهلكة للتحطيم البايوكيمياوي للمواد العضوية (المتطلب الكاربوني) والاوكسجين المستخدم لاكسدة المواد غير العضوية حيوياً مثل الكبريتييدوالحديدوز والاشكال المختزلة من النايتروجين (المتطلب النايتروجيني) (APHA, 2003).

وقد اشار علكم (٢٠٠٢) الى ان طرح مياه الصرف الصحي الى نهر الديوانية ادى الى رفع قيمة الـ BOD_5 الى 3.9 ملغرام/لتر. اما سلمان وآخرون (٢٠٠٨) فقد وجد ان تصريف مياه الفضلات الى نهر العباسية ادى الى رفع قيمة الـ BOD_5 الى 5.5 ملغرام/لتر. كما اشار مشكور (2002) في دراسته تأثير المياه الثقيلة والصناعية لمدينة السماوه على تلوث مياه نهر الفرات الى ان قيمة الـ BOD_5 لمياه الفضلات جاءت خارج الحدود المسموح بها من قبل مديرية البيئة البشرية العامة لسنة ١٩٨٢ اذ بلغت قيمته 60.5 ملغرام/لتر.

ويحدث التحلل الحيوي للمواد العضوية ببطئ بوساطة الاكسدة الحيوية مستخدماً الاوكسجين الذائب في الماء لذلك فان الفضلات المتطلبة للاوكسجين (حاوية على مواد عضوية) سوف تستنزف الاوكسجين المذاب مؤدية الى انخفاضه وبالتالي تعريض الاسماك والاحياء المائية الى الخطر او الموت في الحالات الشديدة (Maitera*et al.*, 2010).

ويلعب ايون الكالسيوم دوراً مهماً في نظام الاس الهايدروجيني- ثنائي اوكسيد الكاربون - البيكاربونات في المياه العذبة فهو يؤثر في تجهيز الكاربون المتوفر لفعالية البناء الضوئي وايضاً يؤثر في فعالية الماء الدارئة للتذبذب في قيم الاس الهيدروجيني (Al-Mousawi*et al.*, 1994) . ويعد الكالسيوم من العناصر الاساسية لكل الكائنات الحية فهو يدخل في تكوين اصداف العديد من اللافقريات المائية وتكوين العظام في كل الكائنات الحية (UNESCO/WHO/UNEP, 1996).

اما ايون المغنسيوم فانه يدخل في تركيب جزيئة الكلوروفيل وفي انزيمات النقل في عملية الفسفرة الضوئية في الطحالب والنباتات المائية كما ان الحاجة لايون المغنسيوم في العمليات الايضية تعتبر قليلة بالمقارنة مع ما متوفر منه في المياه العذبة (Wetzel, 2001). وان زيادة تركيز المغنسيوم عن ١٢٥ ملغرام/لتر في مياه الشرب قد يسبب حالات من الاسهال لدى الانسان (منظمة الصحة العالمية، ١٩٩٧).

يعد الصوديوم واحداً من اكثر العناصر وفرةً في المياه الطبيعية اذ يتراوح تركيزه بين قيم قليلة في المياه السطحية الى عالية نسبياً في المياه الجوفية العميقة الى عالية جداً في المياه البحرية (منظمة الصحة العالمية، ١٩٩٧). ويتميز ايون الصوديوم بقابليته العالية للاذابة وهو من الايونات المهمة التي تدخل في عملية تنظيم السوائل داخل جسم الكائن الحي كما ان له تاثيرات سلبية على الحالة الفسلجية في جسم الانسان اذ ان التراكيز الكبيرة من الصوديوم قد تؤثر على الأشخاص الذين يعانون من اضطرابات قلبية (APHA, 2003). ويعد وجود ايونات الصوديوم في المياه ذات اهمية كبيرة في الاغراض الزراعية اذ يؤدي الى الاضرار ببناء التربة والتأثير على نفاذيتها خاصة عند التراكيز العالية (الجهصاني، ٢٠٠٣).

اما البوتاسيوم فيتميز بكونه اقل وفرة وذوباناً من ايون الصوديوم (Hem, 1989). فهو يمثل العنصر السابع من حيث وجوده في المياه الطبيعية علماً بان تركيزه قليل في معظم مياه الشرب وقد يصل الى ٢٠ ملغرام/لتر فقط بينما يصل الى اكثر من ١٠٠ ملغرام/لتر في مياه البحار المالحة (عباوي وحسن، ١٩٩٠). كما ويعد البوتاسيوم من العناصر المهمة في غذاء الإنسان والنبات (APHA, 2003).

وقد أشار Al-Haidari*et al.*(1998) في دراسته لتقييم نوعية مياه نهر الحلة للاستخدامات المختلفة الى ان تصريف مياه الفضلات المنزلية ادى الى زيادة في قيم الصوديوم والبوتاسيوم.

توجد الكلوريدات في معظم المصادر المائية الطبيعية نتيجة ذوبان الصخور الرسوبية وتعد عمليات البزل للأراضي الزراعية من اهم مصادر الكلوريدات فضلاً عن المصادر الاخرى مثل الفضلات السائلة البشرية والحيوانية والفضلات الصناعية المختلفة (منى، ٢٠٠١). وقد اشار Mustafa (٢٠٠٦) في دراسته تأثير مياه الصرف الصحي على بيئة نهر وحوض تانجيرو ضمن مدينة السليمانية الى ان مياه الصرف الصحي تحتوي على تركيز عالٍ من الكلوريد والذي ربما يعود الى الاستخدام الكثير لكلوريد الصوديوم (NaCl). كما ان التركيز العالي للكلوريد قد يشير الى التلوث بفضلات الصرف الصحي وذلك لان الانسان والحيوانات تطرح كميات كبيرة من الكلوريدات(Sangpal*et al.*, 2011). اذ يطرح الشخص الواحد مايقارب من (٦) غم من الكلوريدات في اليوم (Al-Layla*et al.*, 1980). ولمحتوى المياه العالي من الكلوريد تأثيرات سلبية على المنشآت الصناعية وكذلك على المزروعات (منظمة الصحة العالمية، ١٩٩٧).

يعد ايون الكبريتات(SO_4^{-2}) هو الشكل الشائع لمركبات الكبريت في المياه العذبة (Wetzel, 2001). وتعد الصخور الرسوبية ذات الطبيعية الجبسية المصدر الرئيس للكبريتات الذائبة في المياه الطبيعية (طلك، ٢٠٠٤). كما يعد غاز ثنائي اوكسيد الكبريت الموجود في الغلاف الجوي والناتج عن احتراق الوقود الحجري ووقود المركبات والذي يصل الى المياه عن طريق المطر او يسقط بشكل دقائق جافة من مصادر الكبريتات في المياه السطحية (WHO, 1997) . كما تنتج الكبريتات من تحلل المركبات العضوية الحاوية على الكبريت والتي تطرح مع مياه الفضلات (منظمة الصحة العالمية، ١٩٩٧).

وقد اشار عبد الرضا وآخرون (1996) الى ان قيم الكبريتات في مياه نهر الديوانية تقترب من اعلى حد مسموح به حسب منظمة الصحة العالمية اذ بلغت ٣٦٠ ملغم /لتر. كما ان طرح مياه الصرف الصحي ادى الى زيادة تركيز الكبريتات في مياه نهر الحلة (Al-Haidari*et al.*, 1998) .

وتعد الكبريتات من المواد المسببة للعسرة الدائمية في المياه وخاصة عند وجودها على شكل كبريتات الكالسيوم او المغنسيوم وتدخل ضمن المواد المسببة للملوحة اذ تعطي طعماً ملحياً عندما يكون تركيزها اكثر من ٢٠٠ ملغرام/لتر وتعد من المواد المسببة لحالات الاسهال اذا وجدت بتراكيز عالية وعلى شكل كبريتات المغنسيوم والصوديوم كما وتعد عاملاً مهماً في تحديد صلاحية الماء للري والبناء (عباوي وحسن، ١٩٩٠).

العناصر الثقيلة في المياه:

تتواجد العناصر الثقيلة في المياه بالشكل الذائب Dissolved heavy metals وهي ايونات هذه العناصر او بعض مركباتها الكيميائية او تكون بالشكل الدقائقيParticulate heavy Metals وتشمل بعض الكائنات الحية كالهائمات النباتية والحيوانية والبكتريا والفطريات او غير حية مثل جزيئات الطين والمركبات الكلسية والسليكية والمواد العضوية العالقة في المياه (Calmano*et al*., 1993 ؛ Forstner and Wittman, 1981).

وقد درس العديد من الباحثين العناصر الثقيلة في المياه، فقد اجرى(2010).Nair *et al* دراسة عن تلوث مياه نهرMeenachil في الهند بالعناصر الثقيلة وبين ان مياه هذا النهر غير صالحة لاغراض الشرب بسبب التراكيز العالية للحديد والرصاص والكادميوم وعزا ذلك الى تصريف مياه الفضلات المنزلية وفضلات المدن والانجرافات الزراعية بالاضافة الى الطبيعة الصخرية لحوض النهر لكون هذه المنطقة خالية من النشاطات الصناعية.

كما درست .Al-Taee*et al* (٢٠٠٧) اربعة من العناصر الثقيلة هي (Al، Cd، Pb، Hg) في مياه نهر الحلة في محافظة بابل ووجدت ان تركيزها قد تجاوز المحددات المسموح بها من قبل منظمة الصحة العالمية اذ بلغ معدل تركيزها 434 ،114 ، 36 ، 75مايكغم/ لترعلى التوالي.

كما درس .Hassan *et al* (2010) تركيز وتوزيع تسعة من العناصر الثقيلة هي Cd و Co و Cr و Cu و Fe و Mn و Ni و Pb و Zn في نهر الفرات ووجد ان تركيز العناصر الثقيلة في الحالة الدقائقية كان اعلى من تركيزها في الحاله الذائبة في المياه.

النتائج والمناقشة :

الخصائص الفيزيائية والكيميائية:

١ـ التوصيلية الكهربائية:

تعد التوصيلية الكهربائية من العوامل المهمة المستخدمة لمعرفة نوعية المياه وكمية العناصر الذائبة فيها (Goldman, 1981).

لقد اظهرت النتائج ارتفاعاً واضحاً في قيم التوصيلية الكهربائية في المحطة الثانيه والتي سجلت اعلى القيم (1326.67) مايكروسمنز/سم ويعزى ذلك الى طرح مياه الصرف الصحي من محطة المعالجة والحاوية على كميات كبيرة من ايونات الأملاح (Akan *et al*., 2008) (جذول رقم ١ و٢).

وبشكل عام لوحظ ارتفاع قيم التوصيلية الكهربائية اذ سجلت أعلاها (1326.67) مايكروسمنز/سم في المحطة الثانيه، اما بقية المحطات فقد سجلت اقل القيم (1152.67, 1092.76) مايكروسمنز/سم للمحطة الاولى والثالثة على التوالي ولعل ذلك يعود الى ان زيادة درجة الحرارة تؤدي الى زيادة ذوبان الأملاح وزيادة عمليات التبخر او كنتيجة لقرب موقع المحطهالثانيه من مركز المعالجه الرئيسي في الديوانيه.

٢ـ العكورة:

يعد صفاءوعكورة المياه من العوامل المهمة التي تحدد ظروف وانتاجية الأجسام المائية الطبيعية (APHA, 2003). اذ ان زيادة العكورة تؤدي الى اختزال في كمية الضوء النافذة الى أعماق المياه وبالتالي تقليل الانتاجية (Lind, 1979)(جذول رقم ١ و٢).

وقد سجلت النتائج اعلى قيمة للعكوره (٩) NTU في المحطة الثانية ويعزى ذلك الى طرح مياه الصرف الصحي الى النهر والتي تحتوي على كميات كبيرة من المواد العضوية واللاعضوية ودقائق الأتربة والرمال والاحياء المجهرية التي تزيد من العكورة (سبتي، 2005).

كما اظهرت النتائج ازدياد في قيم العكورة خلال المحطات, اذ سجلت (في الاولى والثانيهوالثالثه 7.07, 6.97, 7.) على التوالي ولعل ذلك يعود الى زيادة نشاط الكائنات الحية التي يزدهر نموها خلال هذه الفترة (الحيدري، 2003). او الى زيادة استخدام مياه النهر لاغراض السقي والنشاطات المختلفة (العزاوي، 2008). او قد يعزى الى هبوب العواصف الترابية خلال تلك الفترة كما أشارت الى ذلك (الزبيدي، 2012) التي أجرت دراسة على نفس النهر.

جدول (١) القياسات الفيزياويه والكيمياويه(الايونات الموجبه والسالبه)لمحطات منتخبه على نهر الديوانيه

المحطات العامل المقاس	الاولى	الثانية	الثالثة
التوصيلية الكهربائية µs/cm	1092.67	1326.67	1152.67
العكورةNTU	7.4	8.93	9
الاس الهيدروجيني	7.07	6.97	7
الاوكسجين المذاب mg/l	4.83	4.23	4.03
لبايوكيمياوي للاوكسجينmg/l	1.8	4.6	5
عسرة كالسيومmg $CaCO_3$/l	169.33	250.67	202.67
مغنسيومmg $CaCO_3$/l	18.47	26.7	30.3
صوديومmg/l	73.13	107.27	120.8
بوتاسيومmg/l	3	5.27	5.37
كلوريدmg/l	43.2	54.34	78
كبريتاتmg/l	184.33	262.67	270.63

جدول2) (تراكيز العناصر الثقيلة

المحطه الاولى	العنصر	
	Cd	0.49
	Pb	3.3
	Cu	1.07
المحطه الثانيه		
	Cd	0.62
	Pb	4.1
	Cu	1.7
المحطه الثالثه		
	Cd	0.52
	Pb	4.3
	Cu	1.07

٣- الاس الهيدروجيني:

يعد الاس الهيدروجيني واحداً من أهم الخصائص البيئية التي تؤثر على بقاء وأيض وفسلجة ونمو الاحياء المائية المختلفة (Lawson, 2011). فهو يعكس الفعاليات الحيوية والتغيرات الكيميائية في المياه الطبيعية بالاضافه الى تأثير الملوثات (Lind, 1979) (جذول رقم ١ و٢).

سجلت النتائج تذبذباً في قيم الاس الهيدروجيني اذ تراوحت بين(6.9-7.07) ويعود ذلك الى القابلية التنظيمية للمياه بسبب وجود الكاربوناتو البيكاربونات (مولود وآخرون، 1990). وهذا يتفق مع العديد من الدراسات (علكم و عبد، 2005؛ الشاوي وآخرون، 2007؛ الغانمي وآخرون، 2009).

٤- الاوكسجين المذاب:

يعد الاوكسجين المذاب من أهم القياسات المستخدمة لتحديد نوعية المياه (Maiti,2004). كما يعد من العوامل المحددة لنمو الكائنات الحية في البيئة المائية (السعدي، 2006)(جدول رقم ١ و٢).

اظهرت نتائج الدراسة انخفاضاً واضحاً في قيم الاوكسجين المذاب في المحطة الثانية نتيجةً لطرح مياه الصرف الصحي الحاوية على كميات كبيرة من المواد العضوية التي يؤدي تحللها الى استهلاك الاوكسجين المذاب (العلياويو الناشي، 2001). فقد سجلت اقل القيم (0.23) ملغرام/لترفي المحطة الثانية وقد يعزى ذلك الى ارتفاع كمية المادة

العضوية وهذا ما لوحظ من ارتفاع في قيمة المتطلب البايوكيمياويللاوكسجين خلال نفس الشهر وما يؤكد ذلك وجود علاقة ارتباط عكسية مع المتطلب البايوكيمياويللاوكسجين. وقد سجل الاوكسجين المذاب في المحطة الثانية قيمة اقل بكثير من قيم المحددات العراقية لنظام صيانة الانهار من التلوث مما قد يؤثر سلباً على حياة الاحياء المائية المختلفة.

٥- اولا: العناصر الرئيسيه

الكالسيوم والمغنسيوم:

يعد ايوني الكالسيوم والمغنسيوم من اهم مسببات العسرة (منظمة الصحة العالمية، 1997). كما ان التغاير في تركيز هذه الايونات في المياه الطبيعية يعود الى طبيعة التربة والصخور التي تمر عليها المياه (Lind, 1979).

اظهرت النتائجتاثيراً واضحاً لطرح مياه الصرف الصحي في رفع قيمة الكالسيوم والمغنسيوم (Al-Hidari*et al.*, 1998 ؛ العزاوي، 2008)(جذول رقم ١ و٢).

وقد يعزى ذلك الى زيادة معدلات التبخر وبالتالي زيادة تركيز الأملاح (كزار، 2009). او قد يعزى الى زيادة تحلل المواد العضوية التي تزيد من تركيز ثنائي اوكسيد الكاربون وبالتالي الزيادة في تحول كاربونات الكالسيوم غير الذائبة الى بيكاربونات الكالسيوم في حين اظهر المغنسيوم انخفاضاً وقد يعزى ذلك الى استهلاكه من قبل الهائمات النباتية (الزبيدي، 2012). او نتيجة لترسبه على شكل كبريتات المغنسيوم وبالتالي انخفاض تركيزه في المياه (حسن، 1998).

الصوديوم والبوتاسيوم:

يعد الصوديوم احد العناصر المسببة للملوحة في المياه (السعدي، 2006). كما ان تركيزه بالنسبة للفلزات الأخرى في المياه يلعب دوراً مهماً في الزراعة اذ يؤثر على تنافذ الماء والأملاح خلال التربة (عباويو حسن، 1990).

في حين يعد البوتاسيوم قليل الضرر فيما عدا كونه يدخل في زيادة قيمة المواد الصلبة الذائبة (منظمة الصحة العالمية، 1997).

وقد اظهرت النتائج تأثيراً واضحاً لطرح مياه الصرف الصحي في رفع قيم الصوديوم والبوتاسيوم في مياه النهر وهذا ناتج عن احتوائها على كميات مؤثره من الصوديوم والبوتاسيوم (Agarwal, 2009a).

الكلوريد:

يعد ايون الكلوريد من الايونات الشائعة التواجد في المياه الطبيعية ويختلف تركيزه بالأعتماد على طبيعة وتركيز الكلوريد في التكوينات الجيولوجية التي تمر عليها المياه (منظمة الصحة العالمية، 1997).

وقد سجلت النتائج تأثيراً واضحاً لطرح مياه الصرف الصحي في رفع قيمة الكلوريد في مياه النهر وهذا ناتج عن احتوائها على تراكيز عالية من الكلوريد (Ambasht and Ambasht, 2008 ؛ WHO, 1997). كما ان

مطروحات الانسان تحتوي على تراكيز عالية من الكلوريد ولذا فان ارتفاع تركيزه في المياه السطحية يمكن ان يستخدم كدليل على التلوث البرازي (Salpekar, 2008).

الكبريتات:

اظهرت نتائج الدراسة الحالية ارتفاعاً واضحاً في قيم الكبريتات في المحطة الثانيةوالثالثه ويعزى ذلك الى طرح مياه الصرف الصحي الى النهر (Al-Haidari*et al.*, 1998). اذ تحتوي الفضلات المنزلية على مواد عضوية حاوية على الكبريت مثل المثيونينواللستين والتي تضيف تراكيز عالية من الكبريت عند تحللها بفعل الاحياء المجهرية (حسين وآخرون، 2006).

ثانيا: العناصر الثقيلة:

تدخل العناصر الثقيلة الى الانهار من مصادر مختلفة قد تكون طبيعية مثل انجرافات التربة وتعرية الصخور وتساقط المواد الدقائقية من الغلاف الجوي بشكل دقائق صلبة او مع الامطار، او من مصادر بشرية مثل التعدين وطرح مياه الفضلات المنزلية والصناعية غير المعالجة واستخدام المخصبات والمبيدات الحاوية على العناصر الثقيلة في الزراعة .(Reza and Singh, 2010)

وخلافا للملوثات العضوية التي تدخل المياه فان عمليات التحلل الحيوي لا تستطيع ان تزيل العناصر الثقيلة من البيئة المائية (Vukovic*et al.*, 2002). ولذافانها تسبب العديد من التاثيرات السامة على مستويات مختلفة من الكائنات الحية في السلسلة الغذائية وصولا الى الانسان في نهاية السلسلة (Blo*et al.*, 2002).

اظهرت النتائج تاثيراً واضحاً لطرح مياه الصرف الصحي في رفع تركيز الرصاص والنحاس الذائبين مقارنةً بالمحطة الاولى، في حينلميظهرلهاتاثير بالنسبة لعنصر الكادميوم.

اما الرصاص في مياه الصرف الصحي فقد ياتي من عدة مصادر مثل الانابيب المعدنية الحاوية على الرصاص والتي تستخدم في نقل المياه (عباوي وحسن،١٩٩٠) او انابيب PVC التي تحتوي على الرصاص (WHO, 1997). كما ان اماكن وورش غسل وتصليح السيارات تطرح كميات كبيرة من زيوت المحركات والوقود الحاوية على الرصاص الى شبكة المجاري (جمعة والانباري، ٢٠١٠) بالاضافة الى ان ورش تصليح البطاريات السائلة القابلة لاعادة الشحن والمنتشرة بكثرة قد تطرح كميات كبيرة من الرصاص الى شبكة المجاري .

المصادر

- **السعدي، حسين علي (٢٠٠٦).** اساسيات علم البيئة والتلوث. دار اليازوري. عمان-الاردن.
- **منظمة الصحة العالمية (٢٠٠٤).** ارشادات في تصميم وتشغيل وصيانة محطات معالجة المياه العادمة. المركز الاقليمي لانشطة صحة البيئة. عمان- الاردن.
- **مديرية ماء الديوانية (٢٠١١).** موقف المشاريع المائية لمحافظة الديوانية والاقضية والنواحي التابعة لها. بيانات غير منشورة.
- **إبراهيم، صاحب شنون (٢٠٠٠).** استخدام الديدان الحلقية قليلة الاهلابكادلة حياتية لتقييم التلوث في نهر الديوانية. رسالة ماجستير. كلية التربية-جامعة القادسية.
- **إبراهيم، صاحب شنون (٢٠٠٥).** التنوع الحياتي للافقريات في نهري الدغارة والديوانية/ العراق. اطروحة دكتوراه. كلية التربية-جامعة القادسية.
- **عبد الرضا، نبيل عبد؛ حبيب، حسن عباس؛ حسين، فلاح حسن والامارة، فارس جاسم محمد (١٩٩٦).** تقييم مواصفات مياه الشرب في مدينة الديوانية. مجلة القادسية، ٢(١):٥٣-٦١.
- **سبتي، حسين علي (٢٠٠٥).** دراسة استخدام طرائق التهوية الميكانيكية في زيادة المحتوى الاوكسجيني للمياه المصرفة وأثرها في بعض الاحياء المائية. رسالة ماجستير. كلية التربية ابن الهيثم-جامعة بغداد.
- **الحيدري، محمد جواد صالح (٢٠٠٣).** بعض التأثيرات البيئية لمياه الصرف الصناعي لشركة الفرات العامة للصناعات الكيميائية – سدة الهندية. رسالة ماجستير. كلية العلوم- جامعة بابل.
- **الزبيدي، ختام عباس مرهون (٢٠١٢).** تأثير مخلفات معمل نسيج الديوانية على نوعية مياه ورواسب نهر الديوانية - العراق. رسالة ماجستير. كلية العلوم-جامعة القادسية.
- **العزاوي، اثير سايب ناجي (٢٠٠٨).** دراسة بعض العوامل البيئية الملوثة لمياه نهر شط الحلة في محافظة بابل/ العراق. مجلة القادسية، ١٣(٣):١-٩.
- **علكم، فؤاد منحر وعبد، رائد كاظم (٢٠٠٥).** دراسة بعض العوامل البيئية وتأثيرها على كثافة ونوعية الهائمات النباتية في نهر الديوانية. مجلة القادسية، ١٠(٢):١٥٦-١٦٧.
- **مولود، بهرام خضر؛ السعدي، حسين علي والاعظمي، حسين احمد شريف (١٩٩٠).** البيئة والتلوث العملي. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة بغداد.
- **الغانمي، حيدر عبد الواحد؛ علكم، فؤاد منحر والاسدي، رائد كاظم (٢٠٠٩).** دراسة بيئية للطحالب الملتصقة على نباتي القصب والبردي في نهر الديوانية. مجلة القادسية، ١٤(١):٨٣-٩٣.
- **الشاوي، عماد جاسم؛ الربيعي، ايمن عبد اللطيف و عبد الله، شاكر بدر (٢٠٠٧).** دراسة لمنولوجية للجزء الجنوبي لنهري دجلة والفرات ومدى تأثيرهما على الصفات الفيزيائية والكيميائية لمصب شط العرب. مجلة المعلم الجامعي، ٦(١١):١٢٥-١٣٦.
- **السعدي، حسين علي (٢٠٠٦).** اساسيات علم البيئة والتلوث. دار اليازوري. عمان-الاردن.
- **العلياوي، فعال نعمه ذهيبو الناشي، علي عبد رحيم (٢٠٠١).** الكشف عن التلوث المائي في نهر الديوانية وتحديد التاثير المباشر لفضلات المياه السكنية في رفع حدة التلوث. مجلة القادسية، ٦(١): ٩٢-١٠٣.

- **Hoges, L. (1989).** Environmental Pollution. 2nd ed., Lowastate. Univ. of Holt. Rinehart & Winston. New York, USA.
- **Adewoye, S. O. (2010).** Effects of detergent effluent discharges on the aspect of water quality of ASA river, Ilorin, Nigeria. Agri. Bio. J. of North America, 1(4): 731-736.
- **UNESCO/WHO/UNEP (1996).** Water quality assessments - A guide to use of biota, sediments and water in environmental monitoring. 2nd ed. Cambridge university press, Great Britain.
- **Murck, B. W. (2005).** Environmental science a self-teaching guide. John Wiley & Sons publishing, New Jersey.
- **Palmer, S. J. (2004).** AL-Diwaniyah wastewater treatment plant, process description. Bechtel international system. Project No. 24910-602.
- **Goldman, C. R. and Horne, A. J. (1981).** Limnology. McGraw Hill, London.
- **Akan, J. C. ;Abdulrahman, F. I.; Dimari, G. A. and Ogugbuaja, V. O. (2008).** Physicochemical determination of pollutants in wastewater and vegetable samples along the Jakara wastewater channelin Kano Metropolis, Kano State, Nigeria. European journal of scientific research. 23(1):122-133.
- **APHA, American Public Health Association (2003).** Standard methods for the examination of water and wastewater. 20th ed. Washington DC, USA.
- **Lind, T. W. (1979).** Handbook of common methods in limnology. 2nd ed. London.
- **Lawson, E.O. (2011).**Physico-chemical parameters and heavy metal contents of water from the Mangrove Swamps of Lagos Lagoon, Lagos, Nigeria. Advan. Biol. Res., 5 (1): 08-21.
- **Maiti, S. K. (2004).** Handbook of methods in environmental studies, Vol. 1. ABD publisher, India.