International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 12 No. 3 Aug. 2015, pp. 552-558
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

تأثير استخدام جهد زيتا في التقليل من نمو الطبقات الاحيائية في خزانات مياه الشرب

[The Effect of Using Zeta Potential to Prevent Biofilm from water Tanks]

زينب فؤاد ناظم[1]، عقيل كاظم علوان[1]، منار أحمد محمود[1]، د.شذى علي شفيق[2]، أحمد عيدان الحسيني[1]، حيدر جاسم محمد[1]، ، جعفر صادق مرتضى[1]، غنية عيال حمدان[1]

[1]وزارة العلوم والتكنولوجيا/دائرة البيئة والمياه -العراق / بغداد

[2]الجامعه المستنصرية / كلية العلوم – قسم علم الحياة

Zainab Fouad Nadhem[1], Akeel Kazim Alwan[1], Manar Ahmed Ehmud[1], Dr. Shatha Ali Shafiq[2], Ahmed Aidan Al- Hussien[1], Hayder Jasim Mohammad[1], Jaafar Sadeq Murtadha[1], and Ghania Ayaal[1]

[1]Ministry of Science and Technology, Environment & Water Research Directorate, Baghdad, Iraq

[2]Mustansiriyah University, College of Science, Department of Biology, Iraq

Copyright © 2015 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the ***Creative Commons Attribution License***, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The effects of zeta potential on drinking water tanks were studied to find a suitable and cheap method to conserve the water specification biologically by preventing the growth of biofilm inside the inner surfaces of the tanks without any additives. Three plastic tanks were used (1 m^3 each); the first one is feed tank, the second is control tank and the third is connected with zeta rod (ZRS-R) that gives constant voltage (±30) kV. The process is designed to simulate houses tanks where storage and consuming tab water. Physical properties (electrical conductivity, total dissolved solid, salinity and acidity index), and biological properties (including the existence of bacteria, fungi's, alga) were studied for their effect on biofilm growth on the inside surfaces during short period of time. The results showed improvement in water properties subjected to zeta rod from preventing sediment and scale formation. Biologically, water was batter, concerning to bacterial growth and fungi's approach to (zero) in treated water tank.

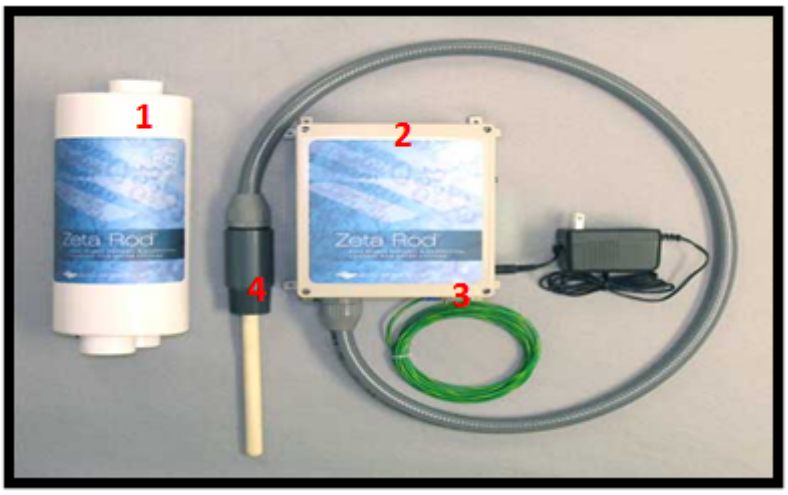
KEYWORDS: Zeta potential, Zeta rod, Biofilm, bacteria colony, Suspended particles.

خلاصة: تطرق البحث إلى تأثير جهد زيتا على خزانات مياه الشرب وإيجاد طريقة سهلة وغير مكلفة للمحافظة على مواصفات المياه داخلها, وذلك بالتقليل من نمو الطبقات الإحيائية على أسطح الجدران الداخلية لها دون أي مضافات كيميائية, لأجراء التجارب تم نصب ثلاث خزانات بلاستيكية سعة 1م^3 الخزان الأول هو خزان التغذية الرئيسي والثاني خزان السيطرة بالرمز(A) وهو بدون معالجة أما الخزان الثالث يزود بجهاز توليد جهد زيتا (ZRS-R) ثابت الفولتية (±30 كيلو فولت) بالرمز (B). يتم العمل بصورة مماثلة للحالة الفعلية من خزن واستهلاك يومي للماء, لتقيم النتائج درست المواصفات الفيزيائية (الأملاح الذائبة الكلية,التوصيلية الكهربائية, الأس الهيدروجيني, درجة الملوحة) وكذلك المواصفات البيولوجية المتضمنة في الكشف عن الأحياء المجهرية (البكتريا ,الفطريات والطحالب) العالقة في الماء والمسببة فيما بعد للطبقة الإحيائية. أثبت نتائج الفحوصات الفيزيائية تحسنا في مواصفات المياه المعرضة لجهد زيتا في الحد من الترسبات الملحية والطينية, أما الفحوصات البيولوجية كانت أفضل في تقييم أداء جهد زيتا بسبب النتائج المقاربة لقيمة(0) خلية بكتيرية و(0) خلية فطرية وكذلك انحسار نمو الطحالب في الخزان (B) عن خزان السيطرة (A) الذي كان لظهور المستعمرات البكتيرية والفطرية ظهورا واضحا.

الكلمات المفتاحية: جهد زيتا, قطب زيتا ,الطبقة الإحيائية, المستعمرات البكتيرية, الجسيمات الغروية.

المقدمة

وبالرغم من أهميته للحياة إلا إن الملوثات الناتجة من استخدامه في المجالات المتعددة تجعله غير صالح للاستخدام. المقصود بتلوث الماء هو إفساد نوعيته سواء كان مياه أنهار أو مياه البحار والمحيطات بالإضافة إلى مياه الآبار الجوفية مما يجعله غير صالح للاستخدام. ونتيجة للاستهلاك المتزايد للماء على مستوى العالم والتبخر الحاصل بسبب ارتفاع درجات الحرارة ظهرت مشكلة زيادة معدلات الملوحة تاركة أثارها السلبية في أنابيب نقل الماء وكذلك الخزانات الخاصة بالحفظ, هذا إلى جانب ظهور مشكلة أخرى متمثلة في تجمع للأحياء المجهرية على السطح الداخلي للخزانات وتكوينها طبقة لزجة تحتوي أنواع من الفطريات والبكتريا والأحياء المجهرية الأخرى تنتج عن تباعد فترات الصيانة وتوافر البيئة الملائمة للنمو[1]. جهد زيتا إحدى طرق المعالجة الحديثة التي تعمل على الحد من التلوث ورفع كفاءة وحدات معالجة المياه دون اللجوء إلى أي مضافات كيميائية من شأنها ترك مخلفات جانبية من الصعب التخلص منها ولذلك يطلق عليها أسم التكنولوجيا الخضراء (green technology) . تعمل منظومة توليد جهد زيتا على منع تكوين الترسبات الملحية والبيلوجية مثل (البكتريا , الفطريات , الطحالب) من خلال تشتيها وأبقاءها بصورة عالقة في الماء و بالتالي الحد من تكاثرها. جهد زيتا لا يقضي على الملوثات فهو لايزيل المواد الكيمياوية اوالعناصر الثقيلة في حالة وجودها ولكن يحد من تأثيراتها. جهد زيتا هو الجهد الكهربائي أو الشحنة الكهربائية الموجودة بين الجسيمات الغروية للمحاليل المختلفة والمشحونة كهربائيا بسبب خصائصها الأيونية الثنائية القطب, والتي غالبا ما تكون على مقربة من السطح الخارجي. تحاط كل جزيئه في المحلول الغروي بشحنة مغايرة لشحنتها تكون ما يسمى عندها بالطبقة الثابتة, خارج هذه الطبقة الثابتة توجد أيونات تحمل شحنات مختلفة مكونة منطقة ضبابية (أيونات موجبة وسالبة) وبهذا يمكن القول أن كل جزيئه محاطة بطبقة داخلية ذات شحنات جذب قوية الى السطح وخارجية ذات شحنات ضعيفة الارتباط مع السطح الخارجي للجزئية [2]. معظم المواد العالقة في الماء كالمركبات العضوية والبيولوجية (البكتيريا ، والبيروجينات (شظايا البكتيرية)) تحمل إمكانية تطبيق جهد زيتا عليها. ولهذا السبب يتم أطلاق شحنة كهربائية معلومة المقدار في المحاليل الغروية من أجل معادلة الشحنة الموجودة في الأجسام الغروية العالقة وجعل مقدارها مقاربا الصفر لغرض ترسيبها أو تجميعها أو تحميلها بشحنة أضافية تشتتها. قطب زيتا عبارة عن مكثف كهربائي يشتت إلكترونيا البكتيريا والغرويات الموجودة داخل النظم المائية دون استخدام المواد الكيميائية المضافة عن طريق مكثف (قطب سيراميكي) داخل حاوية من مادة الستنلس ستيل ومعزول أرضيا لغرض تفريغ الشحنة الزائدة. يشحن بواسطة مجهز قدرة يقوم بتحويل (120- 240VAC) إلى (30000VDC) يعمل على تكثيف الشحنة وإطلاقها داخل الماء لتحملها الغرويات الموجودة فيه [3]. الصورة (1) تبين جهاز توليد جهد زيت.

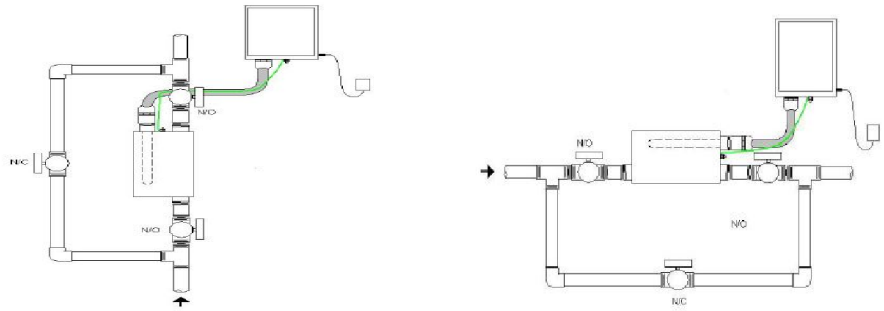


صورة (1) جهاز توليد جهد زيتا (1- وعاء التفاعل، 2- مجهز قدرة ,3 - قطب الأرضي، 4 - قطب زيتا)

البايوفلم هي عبارة عن تجمع معقد من الأحياء المجهرية والمواد الأخرى التي تنمو وتتجمع على السطوح الصلبة ومن أهم مكوناتها الطحالب, الفطريات, البكتريا, مركبات لا عضوية إضافة إلى بعض الجزيئات العضوية المحتجزة داخل هذه الطبقة. تتكون هذه الطبقة بارتباط بعض هذه الكائنات الحية المجهرية الطافية في الماء بالالتصاق مع بعضها البعض وتشكيل المستعمرة الأولى ومن ثم الالتصاق بالأسطح الداخلية القريبة من تكونها مع تقادم المدة الزمنية للنشوء تثبت الكائنات الحية نفسها جيدا في محاولة منها للنمو والتكاثر وكذلك تسهل عملية الارتباط مع الكائنات الحرة الأخرى الطافية في الماء وتجذبها أليها وخاصة عند توافر الظروف الملائمة من درجة حرارة ومغذيات طبيعية [4] . تتواجد الطبقات الإحيائية عادة على السطوح الصلبة الغاطسة في الماء أو المعرضة للمحاليل المائية بين فترة وأخرى. لا يمكن اعتبار جهد زيتا أحد أنظمة تعقيم المياه لأنه لا يضيف أو يسحب أي شيء من المحاليل التي يسلط عليها, وإنما يؤثر على الخواص والسلوك الفيزيائي للجزيئات العالقة فيها وأنه يهيأ بيئة الكترونية ملائمة للمعالجة دون مضافات كيماوية أي انه يحسن نظم التعقيم ويزيد من كفاءة عملها دون الحاجة للصيانة الدورية. أما بالنسبة للطبقات الإحيائية المتكونة قديما في الأنابيب والخزانات فأنه سوف يزيلها بسبب انحلال وضعف الروابط بينها وعدم وصول الغذاء الكافي للكائنات المتواجدة هناك نتيجة قوة الشحنة المضافة للماء وبالتالي موتها وتسلخها عن السطح الرابط لها عملية الإزالة هذه تتطلب عادة فترة من الزمن على عكس الأنظمة الجديدة والتي يتم تزويدها بنظام زيتا قبل بدأ العمل لضمان بقاءها خالية من نشوء الطبقات الإحيائية وضمان استمرار عملها دون الحاجة للتنظيف والغسل المستمر[5] .

المواد وطرائق العمل

تعتمد التجربة بالأساس على نصب الجهاز الخاص بالمعالجة ولذلك يجب ذكر الطريقة الصحيحة للنصب وبيان الأسلوب الأمثل للعمل حيث يكون موقع نصب الجهاز عند المأخذ الرئيسي لدخول الماء بحيث يسهل الوصول اليه وأن كل من خط الماء الحار والماء البارد الداخل للمنزل يكون معالج بجهد زيتا. الجهاز يحوي على حاوية من مادة الحديد المقاوم للصدأ(stainless-steel) تعمل بمثابة متسعة فمن الجائز تثبيته بصورة عمودية أو أفقية لخط جريان الماء, وكما بالشكل (1), مع مراعاة التوصيل الأرضي للخزان لضمان تفريغ الشحنة [6].



(ب) (أ)

شكل (1) طريقة تثبيت جهاز جهد زيتا (أ-الوضع الافقي ، ب- الوضع العمودي)

طريقة العمل

أستمر العمل في التجربة لمدة 3 اشهر في موقع دائرة البيئة والمياه صورة (2) تبين موقع العمل واهم اجزاء المنظومة

1- يبدأ العمل بضخ الماء داخل الخزان الرئيسي ليكون المصدر الأساس للخزانين الآخرين ولضمان توحيد مواصفات الماء الداخل في خزان السيطرة وخزان التجربة .

2- يتم تثبيت جهاز زيتا بصورة محكمة على أنبوب تغذية الخزان الرئيسي بعد المضخة وإيصاله بمصدر كهربائي ذو فولتية (240) فولت.

3- تشغل المضخات الكهربائية يوميا ولمدة 4 ساعات لتغذية الخزانات الفرعية مع مراعاة التفريغ منها بصورة مستمرة ولجعل الحالة مماثلة عما عليه في الاستخدام المنزلي .

4- تجرى الفحوصات الفيزيائية (الشد السطحي ,التوصيلية, الأملاح الذائبة الكلية ,الأس الهيدروجيني) كل 48 ساعة أما الفحوصات البيولوجية تجرى كل 10 أيام في وذلك عن طريق فحص نماذج مياه لخزان السيطرة وخزان التجربة وتجري الفحوصات كالأتي

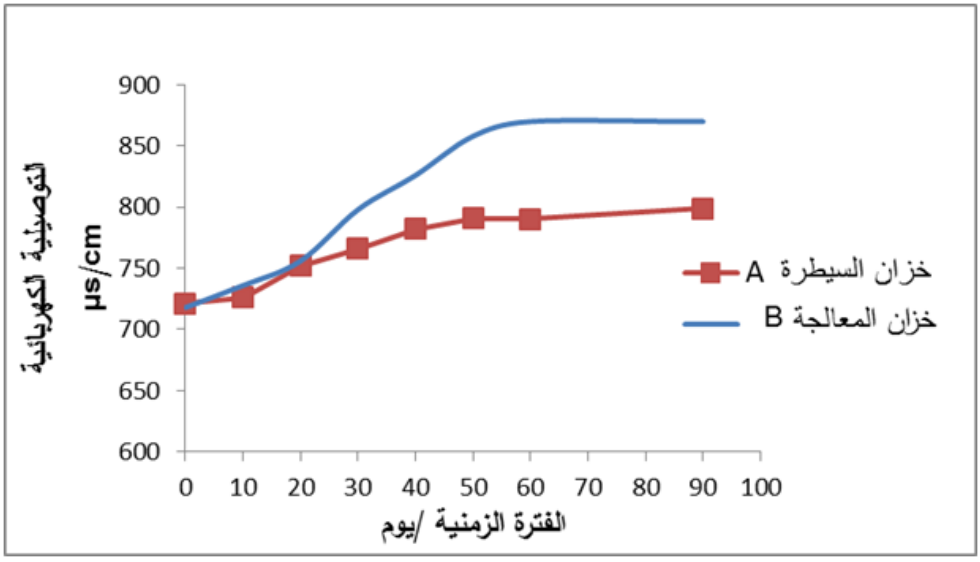
- لفحص الطحالب يؤخذ حجم 1لتر من مياه الخزان بعد أن يتم تحريكه لضمان تجانس طبقات الماء ومن ثم تحفظ خلايا الهائمات بإضافة مادة اللوكل بعدها يتم تشخيص الطحالب باستخدام شريحة الهيموسايتوميتر وفحصها على قوة 400X باستخدام مجهر ضوئي مركب.حيث يتم ذلك بعد إذابة المادة العضوية وإيضاح هياكلها باستخدام حامض النتريك المركز وفحصها بقوة تكبيرية 100X, بعدها تم احتساب العدد الكلي لجميع الأنواع الظاهرة في الشريحة.[7]
- لفحص الفطريات يتم حساب عدد المستعمرات النامية على الوسط ألزرعي الصلب المحضر من مادة أل(DPA) على طبق زجاجي بقطر 9سم مضافا إليه 1مل من عينة الماء المراد الكشف عنه وحضن النموذج لمدة 5 أيام وبدرجة حرارة 25 درجة مئوية وبعدها يتم حساب عدد المستعمرات الفطرية الظاهرة [8].
- للبكتريا فيتم حساب عدد المستعمرات لنموذج الماء بعد أن يضاف 1مل من النموذج في وسط من مادة (Nutrient Agar) على طبق زجاجي بقطر 9سم ويحضن النموذج لمدة 24 ساعة وبدرجة حرارة 37 درجة مئوية وبعدها يتم حساب عدد المستعمرات الظاهرة بصورة تقريبية لاختلاف أنواعها وظروف النمو.[9]

5- بعد استمرار عملية التشغيل للمنظومة ولمدة 3 أشهر متعاقبة يتوقف ضخ الماء داخل الخزانات الثلاثة بعدها يتم تفريغ الماء من الخزانات وتؤخذ نماذج من الطبقات الإحيائية أن وجدت لغرض التشخيص .

صورة (2) تبين الترتيب العام للمنظومة في وزارة العلوم والتكنولوجيا

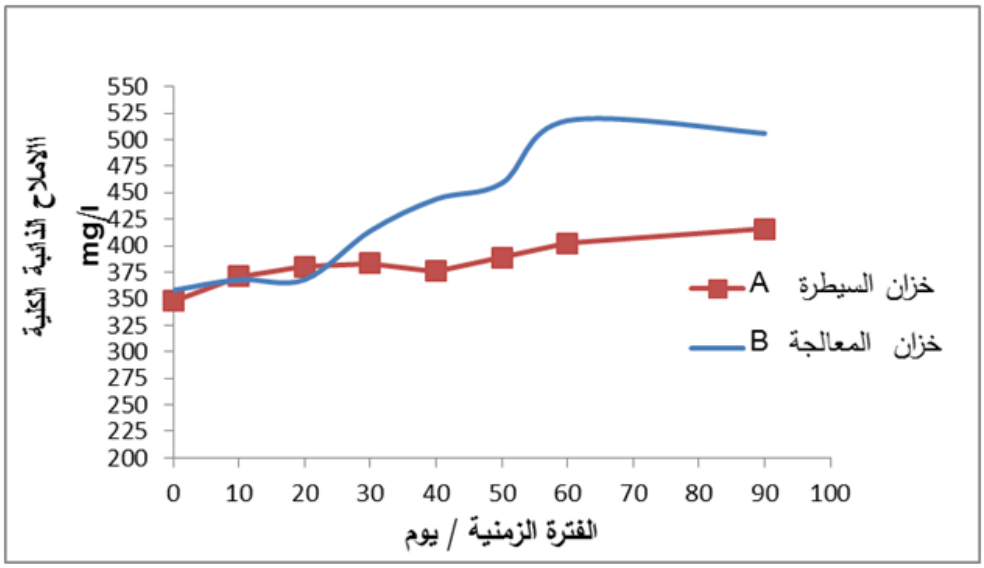
3- النتائج والمناقشة

من أجل تقيم تأثيرات جهد زيتا على مياه الخزانات تم دراسة بعض من خواصه الفيزيائية مثل (التوصيلية, الأملاح الذائبة الكلية ,الدالة الحامضية), ودراسة النمو البايولوجي (البكتريا ,الطحالب ,الفطريات), وقد أكدت النتائج وجود تأثير على المياه بصورة واضحة من خلال الاشكال البيانية التي تربط أحد الخواص الفيزيائية للنموذج والفترة الزمنية للتجربة بالأيام وكانت النتائج كما موضح في الأشكال ادناه :



شكل (2) تأثير جهد زيتا على مقدار التوصيلية لمياه الخزانات

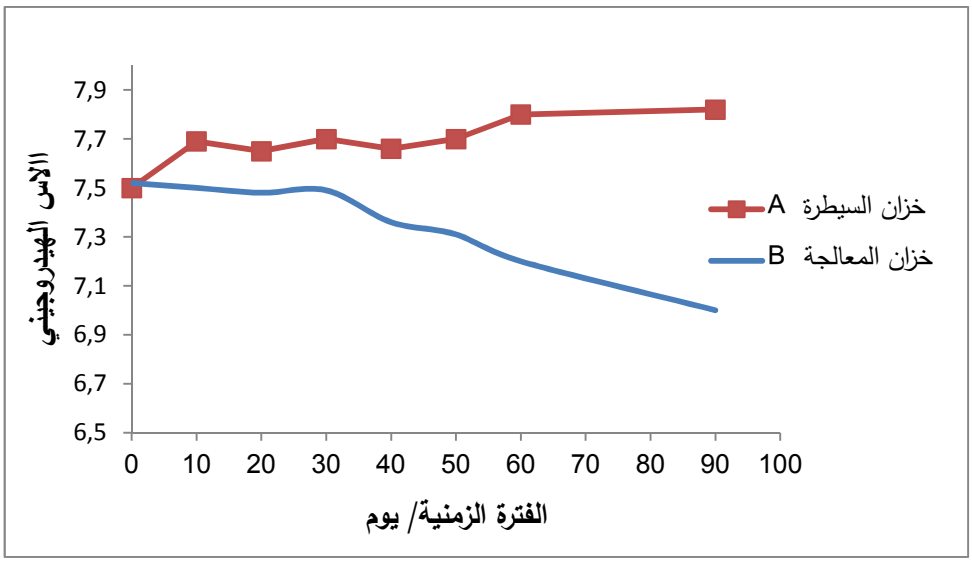
وعند مناقشة نتائج التوصيلية الكهربائية نجد ان القيم الاولية كانت متماثلة في المقدار نتيجة لاستخدام مصدر تغذية المياه ذاته بعدها نجد التأثير الواضح لجهد زيتا في زيادة التوصيلية الكهربائية كما مبين في الشكل (2) وذلك نتيجة لزيادة معدلات الايونات السالبة الحرة في الماء المعالج التي يطلقها الجهاز إضافة إلى زيادة في معدلات إذابة الأملاح الموجودة وبما أن (ZETA ROD) يضيف للماء ايونات سالبة ستكتسبها عدد من المركبات وتتنافر مع مثيلاتها وبذلك تصبح التراكيب الجزيئية اصغر يسهل تحسسها في أجهزة القياس وبعد فترة من انتهاء العمل في التجربة نجد ثبات هذه القيم نتيجة بقاء الماء في الخزان وعدم تدويره [10].



شكل (3) تأثير جهد زيتا على مقدار الأملاح الذائبة الكلية لمياه الخزانات

وبما أن للتوصيلية علاقة مباشرة مع الأملاح الذائبة الكلية فمن البديهي أن تزداد قيمها بصورة طردية معها للماء المعالج بجهد زيتا عن غير المعالج كما مبين في الشكل (3) مع مراعاة بان تغذية خزانات التجربة تتم عن طريق خزان رئيسي أخر وبصورة يومية تقريبا وان تغذية خزانات التجربة وتفريغها تكون غير تامة وبذلك تزداد معدلات الأملاح الذائبة الكلية بصورة تراكمية وكذلك نلاحظ الانخفاض في معدلات الترسيب داخل الخزانات ويعزى ذلك إلى التنافر الكهربائي المتزايد بين الغرويات وان الزيادة في شحنة السطح هي المسؤولة عن التنافر وبالتالي التشتيت وان هذه الزيادة هي نتيجة القوة الأيونية للمحلول. وبهذا تصبح الجسيمات أقل سلبية بسبب ضغط الطبقة المزدوجة (double layer) والتي تؤدي إلى انهيارها أما بالنسبة الى معدلات الملوحة فنجد أن خزان الماء المعالج بتأثير جهد زيتا معدل

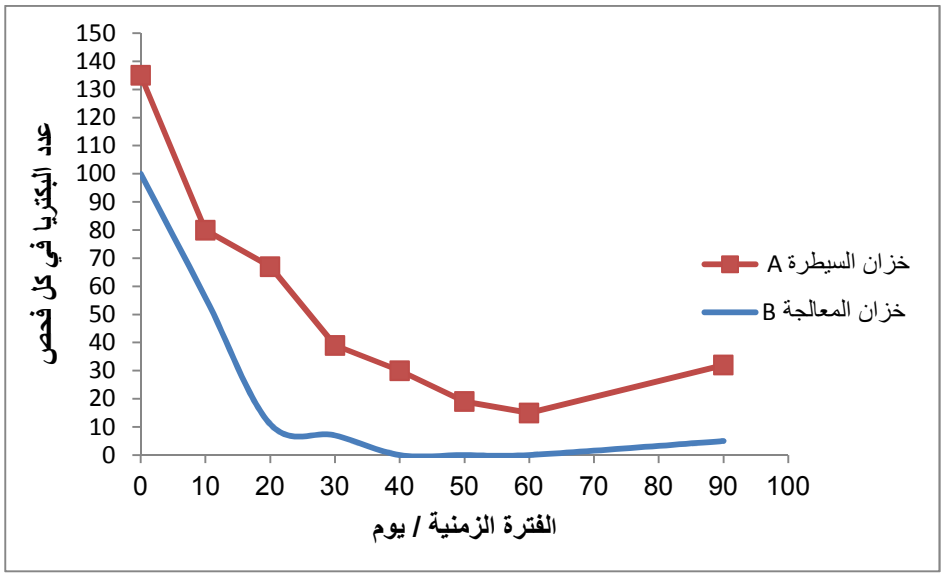
ملوحته أعلى من خزان المقارنة وهذا تأكيد للاستنتاج السابق من زيادة في ذوبانية الأملاح وبقائها بصورة ذائبة في مياه الخزان وعدم ترسبها على الجدران الداخلية له [11].



شكل (4) تأثير جهد زيتا على نسب الدالة الحامضية لمياه الخزانات

اما بالنسبة للدالة الحامضية والمتمثلة بالآس الهيدروجيني يعتبر العامل الأكثر تأثيرا على قيمة جهد زيتا حيث تزداد قيمته بزيادة أل $(OH)^-$ وبما أن جهاز ZETAROD يولد شحنة سالبة تطلق في الماء بصورة ايونات قد ترتبط بالجسيمات العالقة او قد تبقى عالقة بصورة حرة فتزداد عندها قيمة الأس الهيدروجيني وتصبح أعلى من 7 أي أن جهد زيتا للغرويات العالقة عالي, وعندما تنخفض قيمة الأس الهيدروجيني للماء ويميل الماء نحو الحامضية ستصبح الغرويات المتواجدة أكثر استعدادا لتقبل الأيونات السالبة المطروحة من جهاز توليد جهد زيتا [10]. وبما أن المياه المستخدمة في التجربة مياه صالحة للاستخدام تتراوح قيم (pH) فيها من (7-8) فأن تأثير جهد زيتا كان واضحا في خزان المعالجة من ارتفاع في قيمة الأس الهيدروجيني وكما يبين الشكل (4) على عكس ما هو حاصل في خزان المقارنة ومن المعلوم لدينا أن الوسط القاعدي يقلل من ترسبات الأملاح ويمنع إلى حد ما من تكون الطبقات الإحيائية لعدم قدرتها على التكيف مع محيطها الخارجي[3].

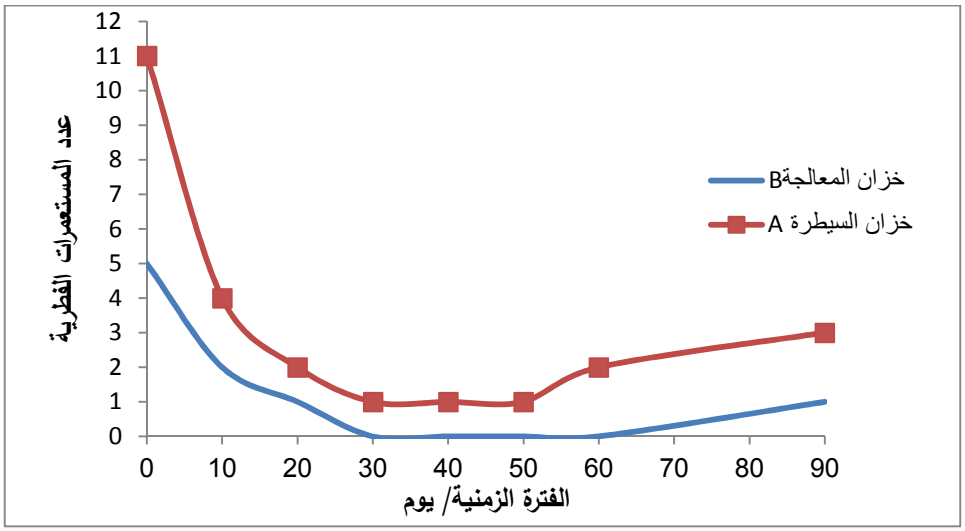
أما بالنسبة للفحوصات البيولوجية والمكونة للطبقات الإحيائية على الأسطح الداخلية للخزانات فقد تم حساب معدلات نمو كل من البكتريا والطحالب والفطريات وكانت النتائج موضحة بالأشكال:



شكل (5) تأثير جهد زيتا على النمو البكتيري لمياه الخزانات

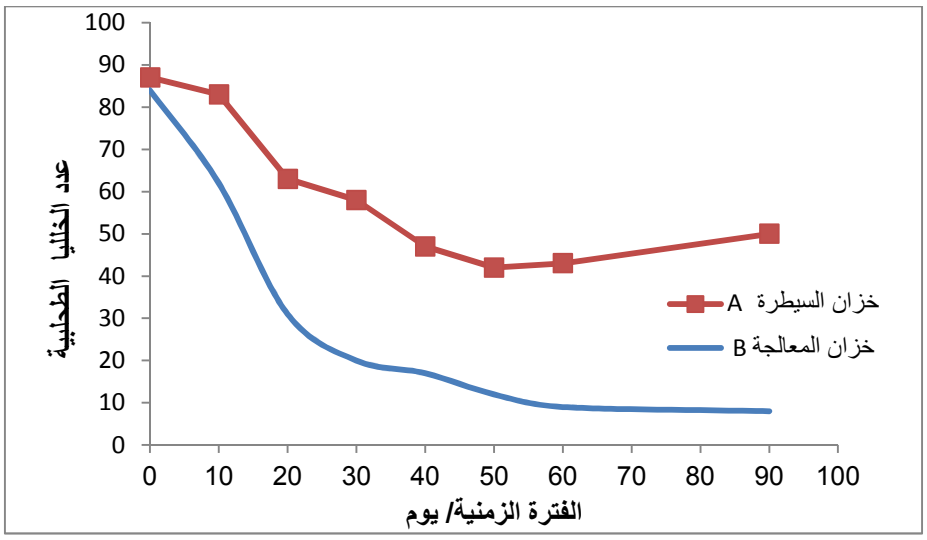
وعند مناقشة هذه النتائج نجد ان معدلات النمو للمستعمرات البكتيرية اختفت تماما بعد مدة 30 يوما تقريبا من تعرض الماء لجهد زيتا واستمرت بعدم الظهور للفترة المتبقية من التجربة, وان سبب عدم ظهورها يعود إلى تحجم البكتريا بشحنات متماثلة تمنع من اتحادها مع بعضها لتكوين المستعمرات البكتيرية أو من الالتصاق

مع الغرويات الأخرى (المركبات العضوية أو غير العضوية) وعدم حصولها على الغذاء الازم للنمو وبالتالي الترسب على الجدران الداخلية للخزانات حيث تبقى في حالة من عدم الاستقرار في الماء أما التلوث الذي ظهر في بداية التجربة فانه يعود إلى التلوث السابق للخزانات قبل بدء التجربة وهذا مبين في الشكل رقم (8), ومن أهم الأنواع التي تم تشخيصها (*Psendomonas* وكذلك *Klebsiella*) والتي تعتبر من المكونات الرئيسية للطبقات الإحيائية اللزجة في أنابيب مياه الشرب أو الخزانات. أن عدم ظهور التلوث البكتيري لا يعني خلو الماء من أنواع أخرى قد تنشط بعد فترة من تعرضها لظروف بيئية مناسبة للنمو وهذا واضح في الشكل اعلاه في عودة النشاط البكتيري بعد فترة التشغيل وظهورها فترة ال70 يوم ولكن بمعدلات نمو قليلة مقارنة مع خزان السيطرة [9].



شكل (6) تأثير جهد زيتا على نمو الفطريات لمياه الخزانات

اما بالنسبة للشكل رقم (6) والذي يمثل تلوث الأحواض بالفطريات فأن عدد المستعمرات الفطرية في كلا الخزانين كانت متواجدة نتيجة التلوث السابق للاسطح الداخلية فيها, التي من المعروف أنها تنتقل بشكل سبورات عبر أنابيب مياه الشرب وتمر من فتحات الفلاتر لحين توفر ظروف ملائمة من درجات الحرارة وانعدام الضوء والغذاء الامثل وبعد بدا التجربة وفي خزان المعالجة تحديدا اختفت بعد مرور فترة أقل من شهر و استمرت في عدم الظهور حتى بعد ترك الماء في الخزان بدون تدوير لتنافرها مع الغرويات الاخرى التي من الممكن ان تلتصق وتتغذى عليها وتبدا بعملية التكاثر ولغاية توقف العمل بجهاز توليد جهد زيتا عنها بدأت بالنمو ولكن بمعدلات اقل من خزان السيطرة وأن ميل الماء للدالة الحامضية بوجود المعالجة بجهاز توليد جهد زيتا قلل من نشاطها وقاليتها في ايجاد بيئة ملائمة للنمو والتكاثر. من أهم الأنواع التي ظهرت عند التشخيص هي (*Aspergillus niger ,Scopulariopsis Fusca*) [8].



شكل (7) تأثير جهد زيتا على نمو الطحالب لمياه الخزانات

وكذلك الحال بالنسبة للشكل رقم (7) الذي يوضح نمو الطحالب وبأنواعها في خزانات التجربة تم حساب المعدل الكلي لنمو الطحالب بمجاميعها المختلفة (الخضراء, الخضراء المزرقة, الدايتومات) وكانت حصة الطحالب الخضراء المزرقة مثل (*Microcystes flos-aquae* و *Nostoc linka*)هي الأكثر شيوعا

وذلك بسبب قابليتها على العيش في بيئة ذات مغذيات قليلة ودرجات حرارة عالية وكذلك أضاءة منخفضة وتتميز كذلك بمقاومة مادة الكلور المستخدم للتعقيم في محطات مياه الشرب وبما أن الطحالب عبارة عن كائنات حية تتأثر بالأس الهيدروجيني للوسط المحيط بها فأنها غالبا ماتفضل الوسط بين (7.2-6.8) لذ لك فأن تأثرها بتقنية زيتا المستخدمة كانت متباينة تبعا لدرجة الحامضية المتزايدة للماء التي يسببها جهاز توليد جهد زيتا, كذلك نلاحظ عدم ظهور الدايتومات في مياه الخزانات وخاصة خزان التجربة لميلها للعيش في الوسط المائل للقاعدية وطبيعة جدرانها المحبة للكلس[7]. وعند مقارنة النمو الحاصل في كلا الخزانين (السيطرة, المعالجة) نجد الفرق الواضح في نسب الحد من التكاثر والنمو على الرغم من عودة النشاط للطحالب في خزان السيطرة الى انها استمرت بنسب ثابتة تقريبا حتى بعد توقف العمل في التجربة والاحتفاظ بالماء في الخزانات.

أن جهد زيتا موجود بصورة طبيعية في الدقائق وتتراوح قيمته بين (14-) إلى(30-) ملي فولت. وإذا أصبح مقدار الشحنة السالبة (جهد زيتا) اكبر من 30- ملي فولت سيكون التنافر أعلى وبالتالي يكون التشتت أفضل وهذا يؤدي الى عدم تكون الترسبات لان تجمع الدقائق وتكوين الرواسب يحدث عندما تقترب قيمة الشحنة السالبة من الصفر. بعد انتهاء التجربة تم تفريغ الخزانات من المياه وملاحظة النمو للطبقة الإحيائية التي ظهرت وبصورة واضحة في خزان المقارنة وعدم ظهورها في خزان التجربة [9] .

الاستنتاجات

- زيادة معدلات التوصيلية لمياه خزان التجربة لوجود عدد من الايونات السالبة الحرة الناقلة للكهرباء.
- أن الطحالب بمختلف انواعها لم تختفي تماما من خزان التجربة وخاصة الخضراء المزرقة كانت الأكثر تواجدا في مياه الخزانات وخاصة خزان المقارنة دليل على مقاومتها لتجمع الشحنات علما أن الدايتومات اختفت تماما من كلا الخزانين (خزان المقارن و خزان التجربة).
- اختفت البكتريا والفطريات من الماء المعرض لجهد زيتا وخاصة بعداقل من 30 يوم من فترة التشغيل دلالة على تأثر الخلايا الحية بزيادة الشحنة السالبة المطروحة للماء عن طريق جهاز توليد جهد زيتا والمتمثلة بالفارق الظاهر في النتائج.
- زيادة الشحنة السالبة للجسيمات الغروية داخل الماء وجعلها ذات شحنة واحدة تمنعها من التجمع. وتكوين تكتلات ملحية أو بيولوجية تلتصق بالتالي على السطوح الداخلية للخزانات أو الأنابيب.
- الجهاز المستخدم في التجربة يعطي شحنة 30 كيلو فولت وهي ملائمة للاستخدامات المنزلية والحفاظ على نوعية المياه المخزونة وليست بالضرورة هي الشحنة الامثل للاستخدام .

المصادر

REFERENCES

[1] الحسيني, أحمد عيدان و المعموري, تيسير خالد (2009). "تاثير الرصاص والزنك في طحلب *Scenedesmus quadricauda var. Longispina*". مجلة بغداد للعلوم . كلية التربية للبنات . مجلد6 .ص490

[2] Dobrestsor ,S,V,andP.Y.Qian,(2002).Effect of bacteria associated with the green alga Ulva reticulate on marine micro- and macrofouling.B i o f o u l i n g,18:802-806.DOI : 10.1080/08927010290013026

[3] Alice S.ze, David Erickson,Liqing Ren,and Dongqing Li.(2003) "Zeta Potential measurement using the Smoluchowski equation and the slope of the current-time relationship in electro osmotic flow" Department of Mechanical and Industrial Engineering University of Toronto

[4] Brent Corbett, E ., Charles Moody, D. and Michel Norris, D. (2003) "Evaluation Of Rverse Osmosis Scaling prevention Devices at High Recovery" Advanced Water Treatment Programme Report No.91,R-30-1,U.S.Department of the Interior Bureau of reclamation, March.

[5] السعدي, حسين علي (2002) علم البيئة والتلوث ، جامعة بغداد ،ص 615

[6] Bennt,J.W.; Wunch,K.G. and Fasion,B.D.(2008)"Use of Fungi Biodegradation".Manual of Environmental Microbiology, Sec Edition .ASM Press Washington,D.C.

[7] Edward,G.Bellinger. And David,C.Sigee.(2010)"Freshwater Algae Identification and Use as Bioindicators ".Printed in Great Britain by Antony Rowe, Ltd. Chippenham,Wilts.pp285

[8] Kassim.T.F.:Al-saadi.H.A,;N.AandDally,F.A.A(2002).In effluents of temperature light intensity and nutrient concentration on growth of scenedesmus acutus Meyen.Iraqi j-Biol.sci-(inpress).

[9] الحسيني, أحمد عيدان, رويدة فاهم كامل و عبير فائق (2013). " تشخيص بعض أنواع الطحالب الملتصقة على السطوح المغمورة في البيئة المائية لنهر دجلة" .مجلة علوم المستنصرية. مجلد 24. عدد3.ص15-28 ..

[10] Safonova,E.and Reisser,W.(2005).Growth promoting and inhibiting effect of extracellar substance of soil microalgae and cyanobacteria on Escherichia coli and Micrococus leuteus .Phycol.Res .53:189-193.

[11] Wiesmann,U.and Dombrowski,E.(2007)"Fundamentales of Biological Wastewater Treatment ".WILEY-VCH Verlag GmbH&Co. KGA, Weinheim, Federal Republic of Germany.pp 63-87.