International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 25 No. 4 Mar. 2019, pp. 1215-1224
© 2019 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

دراسة مقارنة لتاثير المجال المغناطيسي وجهد زيتا على الخصائص الفيزيائية للمياه

[Comparison Study to the Effect of Magnetic Field and Zeta Potential on the physical Properties of Water]

زينب فؤاد ناظم[1]، د. نذير جمال عمران[1]، د. شذى علي شفيق[2]، علي سالم عبد السادة[1]، عقيل كاظم علوان[1]، نهاد رحيم شندي[1]، غيداء صبري حسون[1]، جعفر صادق مرتضى[1]

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

[2]الجامعه المستنصرية / كلية العلوم - قسم علم الحياة- العراق / بغداد

Zainab Fouad Nadhem[1], Nather Jamal Omran[1], Shatha Ali Shafiq[2], Salem Abd Al-Sadaa[1], Akeel Kazim Alwan[1], Nihad Reheem Shindig[1], Gaidah Sabree Hasoon[1], and Jaafar Sadeq Murtadha[1]

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

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

Copyright © 2019 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 current study involves the effect of zeta potential and magnetic field on the physical properties (electrical conductivity, total dissolved solid, contact angel and surface tension) so as the absorbance by (UV-Visible) on the water in order to compared with them. Also, the use three magnetic devices with different intensities (1000, 2500, 5000) Gauss and zeta rod (ZRS-R) with constant voltage (30±) Kv. The operation system in zeta rod depended on re-cycling the water and sampling during (30, 60, 90) min, but in magnetic treatments were used the water directly after magnetized it. The physical tests showed a clear improvement in the properties of water especially in the surface tension and contact angel about 10% of the original value to the zeta rod treatment and 15% for magnetic treatment in the intensity 5000 Gauss also the results showed the increasing in absorbance, TDS, CON comparing with untreated water. The obvious improvement of the water physical properties approve that magnetic treatment is more effective about7% than zeta rod, especially in the high intensities.

KEYWORDS: Magnetic field, UV-Visible, Surface tension, Conductivity, Zeta potential.

ملخص: تم في هذه الدراسة تقييم تاثير كل من جهد زيتا والمجال المغناطيسي على الخصائص الفيزيائية للمياه المستخدمة في مختبرات بحوث المياه واجراء الفحوصات (الاملاح الذائبة الكلية,التوصيلية الكهربائية, زاوية التماس,الشد السطحي) وكذلك الامتصاصية بجهاز الاشعة فوق البنفسجية (UV-Visible) لغرض المقارنة بينهما, شملت التجارب التي تضمنها الدراسه استخدام عدد من المنظومات المغناطيسية بشدة (5000,2500,1000) كاوس, وكذلك استخدام جهاز توليد جهد زيتا (ZRS-R) ثابت الفولتية (±30 كيلوفولت). اعتمد مبدأ التدوير للمياه في منظومة قطب زيتا بعد مدة (90,60,30) دقيقة اما في المعالجة المغناطيسية فيتم تعريض الماء داخل المنظومة بصورة مباشرة. بينت نتائج الفحوصات الفيزياوية انخفاض قيمة الشد السطحي وزاوية التماس, حيث بلغ مقدار التخفيض بحدود 10% من القيمة الاصلية عند المعالجة بقطب زيتا و15% عند المعالجة المغناطيسية بشدة 5000 كاوس,كما وبينت النتائج الزيادة الحاصلة في معدلات الامتصاصية وال TDS,CON عن مثيلاتها من الماء غير المعالج. وبذلك كانت نتيجة المقارنة لصالح المعالجة المغناطيسية عند الشدد العليا وبفارق لايتجاوز 7% عن المعالجة بجهد زيتا.

كلمات دلالية: المجال المغناطيسي, الاشعة فوق البنفسجية, الشد السطحي, التوصيلية الكهربائية, جهد زيتا.

Corresponding Author: شذى علي شفيق

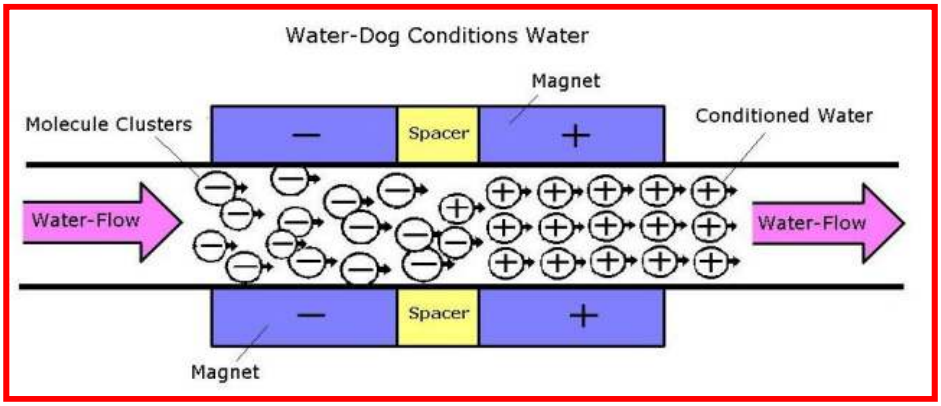
المقدمة

تحتاج جميع الكائنات الحية الماء من اجل النمو والبقاء فهو المادة الاساسية والأكثر ألفة في الطبيعة لامتلاكه خصائص فريدة تميزه عن باقي المواد منها قابليته على إذابة معظم المواد لكونه يستطيع التأثير على الروابط مابين الجزيئات ويعمل على تفكيكها، للماء درجة ذوبان ودرجة غليان عالية نسبيا", وكذلك السعة الحرارية النوعية العالية. اما الخاصية الأهم للماء فهي احتوائه على الروابط الهيدروجينية التي تعمل على ربط جزيئاته, حيث تعزى العديد من خصائصه لهذه الروابط (فارس،2009) أن الحاجة الى طرق أمنة بسيطة، ولا تؤثر على البيئة وذات كلفة تشغيلية منخفضة ادت الى ظهور تقنيات عديدة تحسن من مواصفات الماء ومنها استخدام المعالجة المغناطيسية(Magnetic treatment) والمعالجة بجهد زيتا (zeta potential). طرائق المعالجة الحديثة هذه تعمل على الحد من التلوث ورفع كفاءة وحدات معالجة المياه دون اللجوء إلى أي مضافات كيميائية من شأنها ترك مخلفات من الصعب التخلص منها ولذلك يطلق عليها أسم التقنية الخضراء (green technology). اكتشف(Glemaout , 2018) أن امتصاصية الماء للأطوال الموجية القريبة من المنطقة تحت الحمراء (900-2000) نانومتر ومعامل الانكسار سوف تتأثران عند تعرض الماء للمجال المغناطيسي, وكذلك إلى احتمالية تأثير هذا المجال على شكل الروابط الهيدروجينية من خلال دراسته التي استخدم فيها مجالات مغناطيسية قوية حيث وصلت الى اكثر من 14000 كاوس. درس(Inaba , 2004) تاثير المجال المغناطيسي الخارجي على قوة الروابط الهيدروجينية لجزيئات الماء, ووجد بأن هناك تاثيرا في قوة هذه الروابط بين الجزيئات كلما ازدادت قوة المجال لأكثر من 10000 كاوس , وهذا ينعكس على الشد السطحي.

اجرى (Norris and Gorbe,2010) تقييم لفعالية الجهاز المغناطيسي وكذلك تقنية المتسعات عالية الجهد (Zeta Rod) كبدائل ممكنة لاستخدام المواد الكيمياوية (antiscalant) في منع الترسبات خلال اغشية التناضح العكسي في عملية الاسترداد العالي (high recovery) حصل على نتائج ايجابية ومشجعة من حيث انخفاض كمية المواد المترسبة. جرب (Hoggard *et al.*, 2005) طريقة تشتيت الجسيمات الغروية العضوية وغير العضوية، وكذلك الكائنات الدقيقة بوساطة التقنية الكهروكيميائية لسنوات عديدة لمعالجة المياه في شبكات المياه الصغيرة وكذلك التجارية والصناعية. وقد تبين ان هذه التقنية وكذلك تقنية المتسعات عالية الجهد وسيلة فعالة لمنع تشكيل الترسبات البايولوجية على اغشية التناضح العكسي.

اولا-تاثير المجال المغناطيسي على المياه

اثبت معظم الباحثين أن الماء يمكن أن يكتسب خواص مغناطيسية عند تعرضه للمجال المغناطيسي وأن الماء الممغنط مفيد جدا" في الاستخدامات الصناعية الزراعية والطبية، لذلك يمكن القول أن عددا" من الخواص الكهرومغناطيسية والميكانيكية, وبسبب إزاحة واستقطاب هذه الجزيئات والذرات, ويحدث انتقال في العزوم ثنائية القطب الالكترونية وكذلك تغيير في حالات اهتزاز الجزيئات واحتمالية انتقال الالكترونات, ولكن لا يغير في تكوين ومحتوى الجزيئات والذرات(Zaidi *et al.*, 2013). يمكن السيطرة على هذه الخواص للماء بوساطة تغيير سرعة التدفق وشدة المجال المغناطيسي المسلط وزمن التعرض. تمرير الماء خلال المجال المغناطيسي فيحدث تغييرات في الخواص الفيزياوية ونتيجة لهذه التغيرات فان عدد الجزيئات في تكتلات الماء سينخفض الى 5 او 6 جزيئات والذي يسبب انخفاض في الشد السطحي. (Ibrahim,2006) وكما مبين في شكل 1.



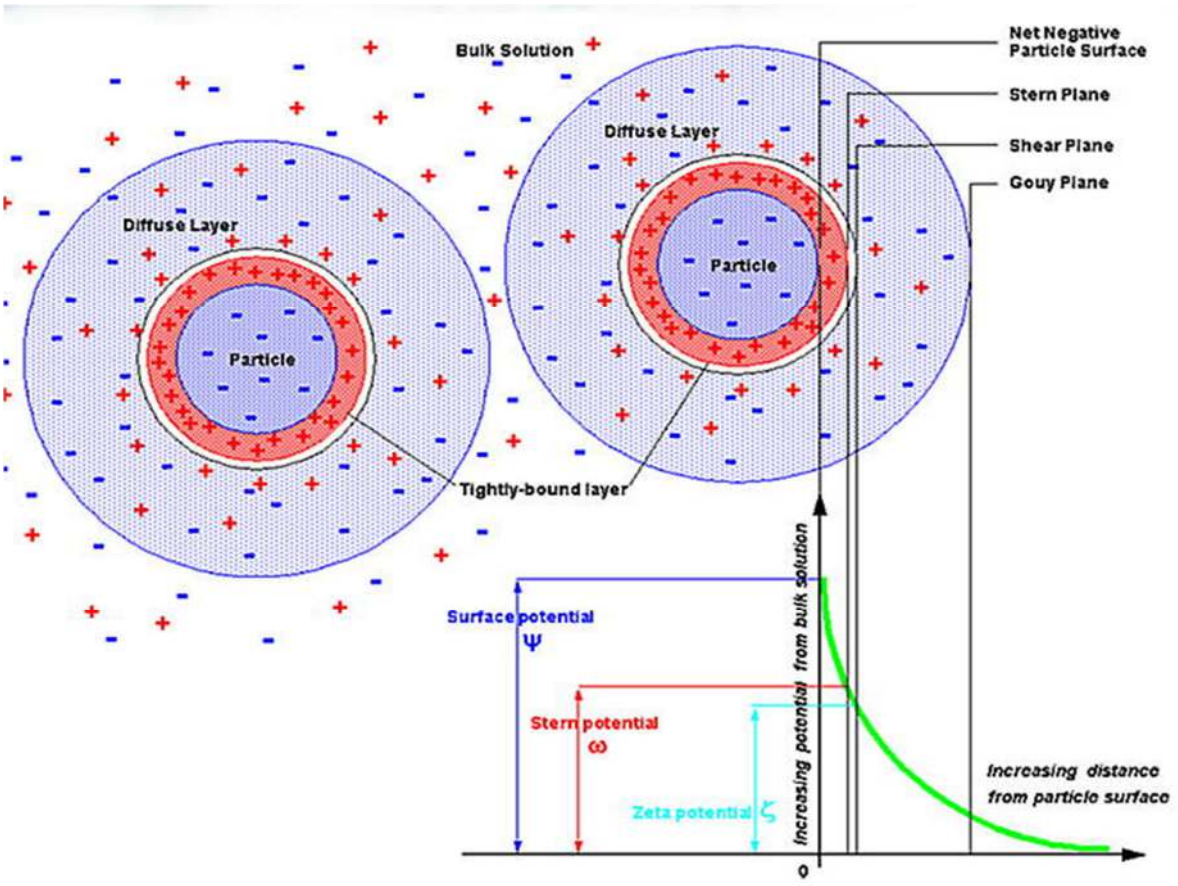
(شكل 1 يوضح تاثير المجال المغناطيسي على جزيئات الماء)

ثانيا- تاثير جهد زيتا على المياه

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 متداخلة (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 وهكذا تتكون طبقة مزدوجة الكهربائية في المنطقة المواجهة للمحلول الغروي كما موضح في الشكل (2). (Alice *et* al., 2003)

قطب زيتا عبارة عن مكثف كهربائي يشتت إلكترونيا البكتيريا والغرويات الموجودة داخل النظم المائية، وخفض فرصة حصول الطبقات الاحيائية ال biofilm على 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) إلى30000 VDC) يعمل على تكثيف الشحنة وإطلاقها داخل الماء لتحملها الغرويات الموجودة فيه

الشكل (3) يبين جهاز توليد جهد زيتا. (Jin *et al.*, 2018) .جهد زيتا يساعد في فهم كيفية السيطرة على الجزيئات العالقة وهو طريقة مثالية في السيطرة على عمليات الترسيب والترشيح في مجال معالجة المياه أو مياه الصرف الصحي. (Hoggard *et al.*,2005).



شكل (2) يوضح الطبقة المزدوجة للجسيمات داخل المحاليل الغروية

تاثير المجال المغناطيسي وقطب زيتا على الخواص الفيزياوية للماء

توجد العديد من الخصائص الفيزياوية للماء التي من خلالها نستطيع معرفة التغيرات الحاصلة في الماء نتيجة تعرضه لاحد المعالجات المتقدمة، وغالبا ماتكون متباينه من خاصية لاخرى حسب نوع المعالجة ومنها:

أ- التاثير على الاملاح الذائبة الكلية (TOTAL DISSOLVED SOLID)

الجزيئات القطبية مثل جزيئات الماء تكون اتجاهاتها عشوائية ولكنها تسلك سلوكا مغايرا عندما تكون تحت تاثير خارجي كأن يكون مجالا مغناطيسيا او مجالا كهربائيا. حيث تزاح شحنتها وتصبح مستقطبة تحت تأثير المجال المغناطيسي وتسمى ثنائية الاقطاب المحتثة وهذا يجعل اذابتها اسهل وخاصة تحت تاثير الشدد العالية للمجال المغناطيسي اوقد تتفكك وتبقى بصورة عالقة في الماء نتيجة تعريضها لشحنات قطب زيتا وهكذا تضاف مواد مذابة اخرى الى الاملاح الذائبة الكلية وتزداد قيمتها نتيجة زيادة تحسس الاجهزة للجزيئات العالقة (ناظم واخرون,2014).

ب-التأثير على التوصيلية الكهربائية (ELECTRICAL CONDUCTIVITY)

ان قيمة التوصيلية الكهربائية للماء تتأثر صعوداً وذلك بسبب كـون أن التقنية المستخدمـة في هـذا البحث (تقنية المتسعات عاليـة الجهد قطب زيتا (Zeta rod)) تعمل على زيادة صافي الشحنة للجسيمات العالقة وذلك بتسليط جهد عالي جدا من خلال قطب زيتا السيراميكي في المنظومة(Bereschenko, 2010) ان تركز المواد الذائبة الكلية سوف تزداد مع زيادة المجال المغناطيسي وتبعا لذلك تزداد قيم التوصيلية الكهربائية للماء المعالج نتيجة لزيادة هذه الاملاح.

ان التوصيلية الكهربائية هي قياس النشاط او الفعالية الايونية للمحاليل على نقل التيار وبهذا يعتبر الماء المقطر هو الاضعف تاثيرا للمعالجات بسبب قلة تراكيز الاملاح فيه (Zaidi *et al.*, 2013)

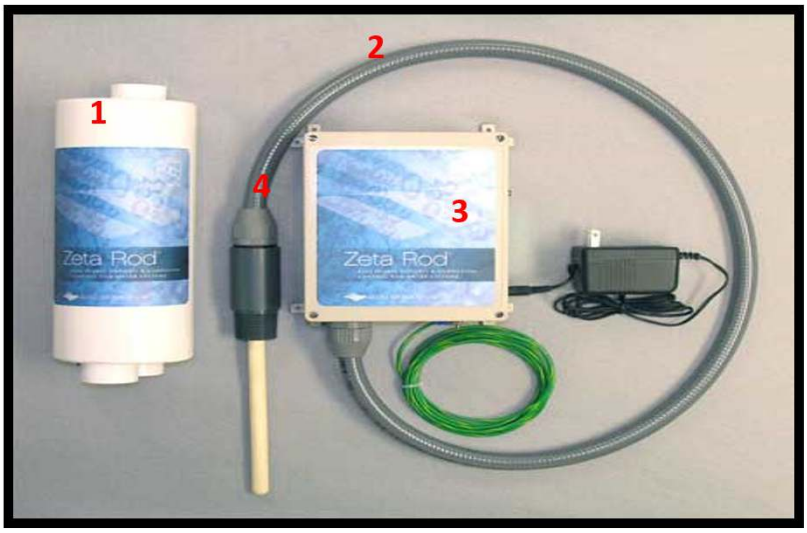
ج-التأثير على الشد السطحي (SURFACE TENSION)وزاوية الالتقاء (CONTACT ANGEL).

تحت تأثير القوى المتولدة من المجال المغناطيسي والفولتية العالية تنخفض قيمة الشد السطحي وزاوية الالتقاء التي تتناسب طرديا معه ويعود ذلك الى تأثير عملية الاستقطاب وكذلك تغير توزيع التركيب العنقودي لجزيئات الماء، أن عملية الاستقطاب تحدث عندما يمر الماء خلال المجال المغناطيسي حيث ستذوب الايونات الموجودة فيه وتتصادم مع الايونات الاخرى مكونة دقائق غروية جديدة تزداد بالحجم من خلال عملية التدوير(Amiri and Dadkhah, 2006).

المواد وطريقة العمل

تاثير استخدام قطب زيتا على الماء

1. يتم تثبيت جهاز زيتا بصورة محكمة على انبوب تغذية الخزان الرئيسي بعد المضخة وايصاله بمصدر كهربائي ذو فولتية تتراوح بين(240-100) فولت.
2. يتم ضخ الماء داخل الخزان الرئيسي لضمان توحيد مواصفات الماء المستخدم في التجربة .
3. تشغل المضخة الكهربائية ولمدة 2 ساعة لأخذ نماذج متعاقبة عند زمن (30,60,90) دقيقة.
4. تجرى الفحوصات الفزياوية (الشد السطحي, زاوية التماس ,التوصيلية, الآملاح الذائبة الكلية) والفحوصات الكيميائية (الاس الهيدروجيني, الامتصاصية)
5. يعتمد مبدا العمل على تدوير الماء داخل المنظومة طول فترة التشغيل لبيان تاثير زيادة زمن التعرض وأخذ نماذج متعاقبة كل 30 دقيقة بدأ من الزمن 0 وهو النموذج الغير معالج.(Nadhem *et al.*, 2015)



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

تاثير المجال المغناطيسي على المياه

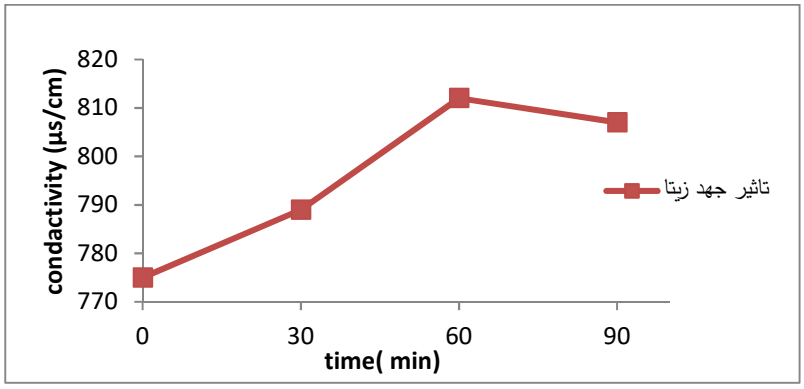
تختلف استخدام المعالجات المغناطيسية في طريقة العمل عن جهد زيتا حيث يتم تعريض الماء بصورة مباشرة داخل المنظومة المغناطيسية وبدون عملية تدوير لعدم حصول اي اختلاف في نتائج الفحوصات (فارس,2009). استخدمت ثلاث شدد مختلف (1000,2500,5000) كاوس كلا على حدة وتم اخذ القراءات بصورة مباشرة للنموذج بعد مروره داخل المنظومة

توثيق النتائج للمعالجات المستخدمة كلا على حدى لاختلاف طريقة العمل ومناقشة النتائج المستحصلة.

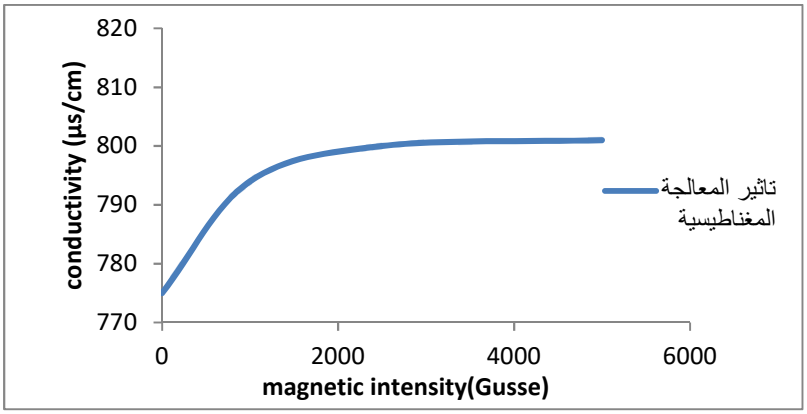
النتائج والمناقشة

من أجل تقيم تأثيرات قطب زيتا والمجالات المغناطيسية على خواص الماء تم قياس بعض الخواص الفيزيائية مثل (التوصيلية, الأملاح الذائبة الكلية, الشد السطحي , زاوية التماس و الامتصاصية) وعلى الرغم من اختلاف اسلوب العمل في المعالجتين تم توحيد الفحوصات لاغراض المقارنة وبيان الاكفأ. أكدت النتائج وجود تأثير متباين ومتقارب في بعض الحالات لكلتا المعالجتين على المياه من خلال الرسوم البيانية التي تبين تاثير استخدام قطب زيتا في عملية تدوير الماء وبنمذجة متعاقبة كل **30** دقيقة ومقارنتها مع التاثير الحاصل على الماء نتيجة تغير الشدة المغناطيسية وبدون تدوير .

عند مناقشة النتائج نلاحظ تاثير جهد زيتا والمجال المغناطيسي في زيادة التوصيلية الكهربائية كما مبين في الشكل (4) و (5) وذلك نتيجة لزيادة معدل الايونات السالبة الحرة في الماء المعالج إضافة إلى زيادة في معدلات الأملاح الموجودة نتيجة تولد لشحنات سالبة يطلقها جهاز قطب زيتا ستكتسبها عدد من المركبات الموجودة في الماء تجعلها تتنافر مع مثيلاتها وبذلك تصبح التراكيب الجزيئية اصغر قابلة للاذابة يسهل تحسسها في أجهزة القياس وقد بلغت اعلى قيمة لها عند الدقيقة 060 وتبقى محافظة بنفس المعدلات عند الدقيقة 90, اما بالنسبة للمعالجة المغناطيسية فان زيادة الشدة المغناطيسية تؤثر في زيادة ذوبانية الاملاح وبلغت اعلى قيمة لها عند الشدة 5000 كاوس حيث ان زيادة طاقة شدة المجال تؤدي الى زيادة تفكك التراكيب العنقودية للماء وتكوين تراكيب جزيئية اصغر قابلة للتحسس(Alici *et al.*, 2006) .



شكل(4) تاثير جهد زيتا على توصيلية الماء

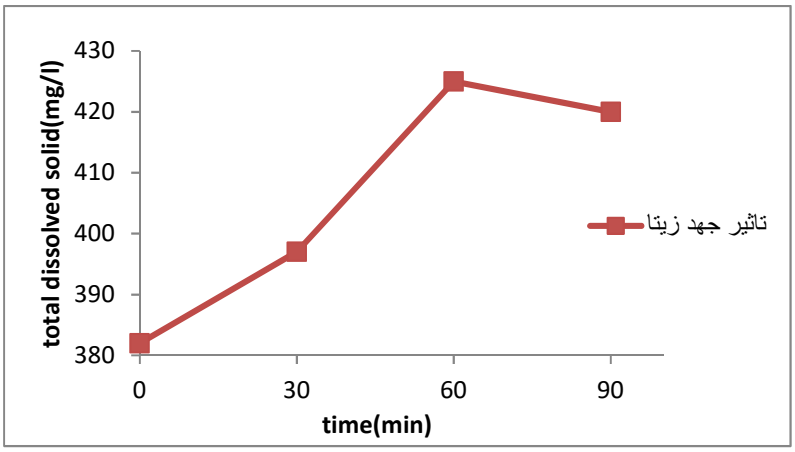


شكل (5) تاثير المجال المغناطيسي على توصيلية الماء

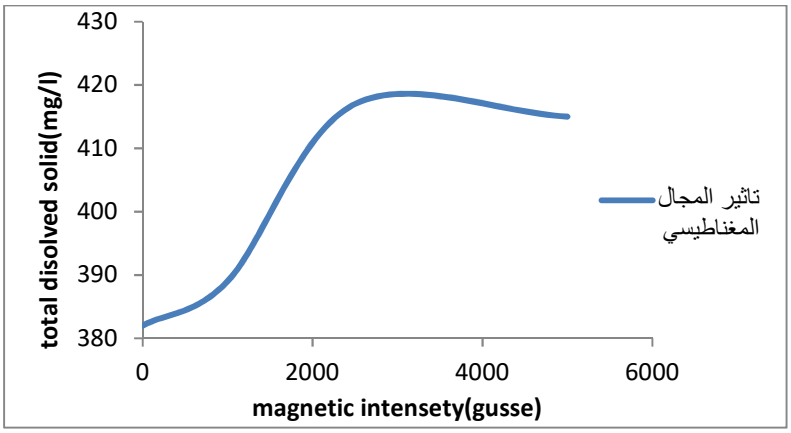
للتوصيلية علاقة مباشرة مع الأملاح الذائبة الكلية بدلالة المعادلة التقريبية:

(T.D.S=K×CON) eq (Feuge and Bo , 2008)

تتغير قيمة Kفي المعادلة السابقة حسب نوعية الماء. ونتيجة لذلك الارتباط نلاحظ زيادة في معدلات الاملاح الذائبة الكلية للماء المعالج بكلتا الطريقتين عن غير المعالج كما مبين في الشكل (6) و (7) بثبات قيمها عند الدقيقة 60 بالمعالجة بقطب زيتا واعلى قيمة لها عند الشدة المغناطيسية 5000 كاوس. من ذلك نستنتج بان النتائج متقاربة لكلتا المعالجتين بالاعتماد على التوصيلية والاملاح الذائبة الكلي, (ناظم واخرون , 2014),(Ibrahim, 2006).

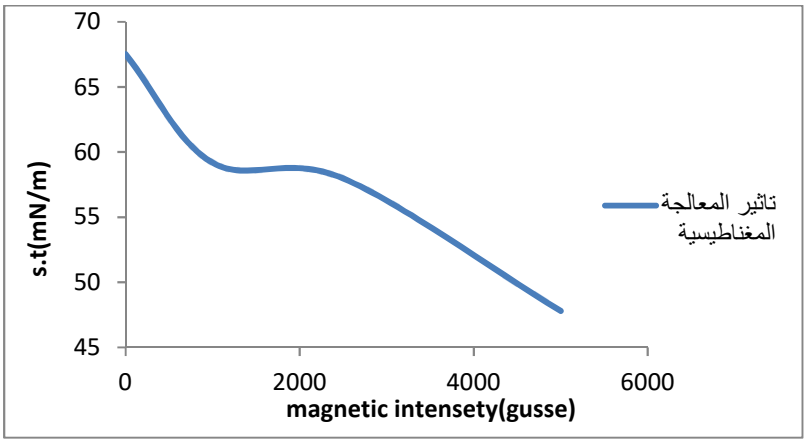


شكل (6) تاثير جهد زيتا على الاملاح الصلبة الذائبة الكلية

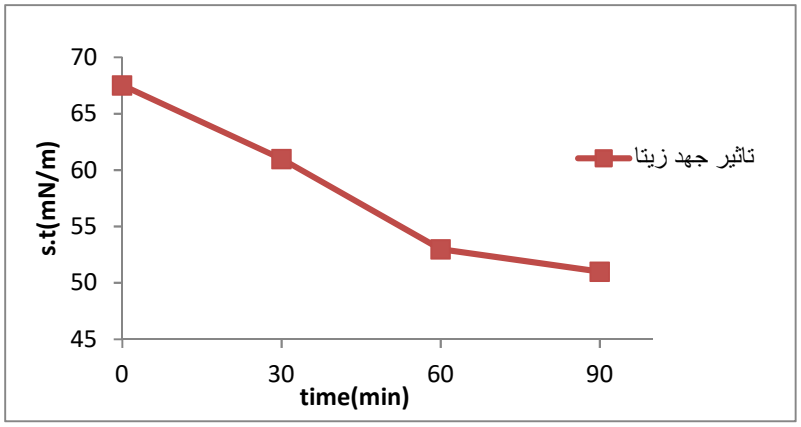


شكل(7) تاثير المجال المغناطيسي على الاملاح الصلبة الذائبة الكلية

أن قيمة الشد السطحي المبينة في الشكل (8) قد انخفضت بزيادة شدة المجال المغناطيسي وصولا لاقل انخفاض عند 5000 كاوس وبنتيجة(mg/l)47.8 ومقارنة لنتائج البحوث السابقة يعود ذلك الى تأثير عملية الاستقطاب وكذلك تغير توزيع التركيب العنقودي لجزيئات الماء، أن عملية الاستقطاب تحدث عندما يمر الماء خلال المجال المغناطيسي حيث ستذوب الايونات المعدنية الموجودة فيه والتاثير يكون اكبر عند الشدد الاعلى وكذلك يكون التأثير اكبر في الماء الحاوي على جسيمات غروية اكثر كماء النهر او مياه الابار(Amiri and Gorbeh , 2006),اما في الشكل (9) والذي يبين علاقة الشد السطحي بجهد زيتا والتي وصلت عند ادنى انخفاض لها بقيمة(mg/l) 51.8 بزيادة زمن التعرض والتدوير , يعود ذلك الى التنافر الحاصل لجزيئات الماء المتماثلة الشحنة والذي يقلل من الشد السطحي للمياه المارة داخل نظام توليد جهد زيتا وبسبب الأنتشار الواسع للأملاح والغرويات الأخرى داخل الماء نفسه مما يسبب ضعف قوى فاندرفالز الرابطة لجزيئات الماء وبالتالي يقل الشد السطحي(Hoggard *et al.,* 2005), نستنتج بذلك ان المجال المغناطيسي تاثيره اعلى من قطب زيتا في الحصول على شد سطحي منخفض.

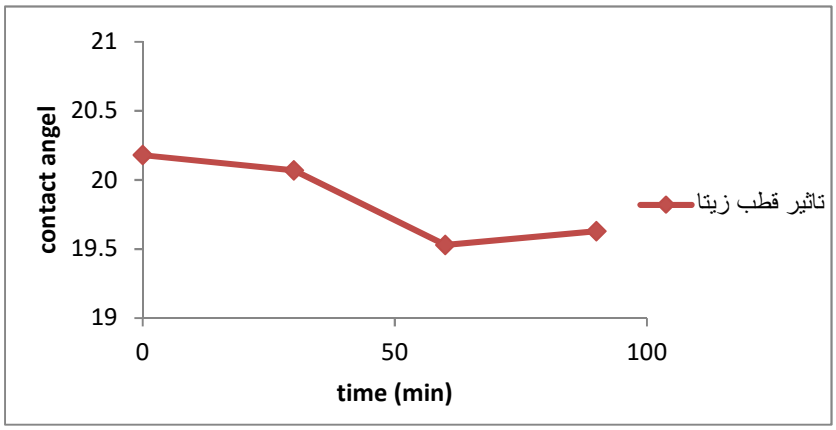


شكل 8 تاثير المجال المغناطيسي على الشد السطحي

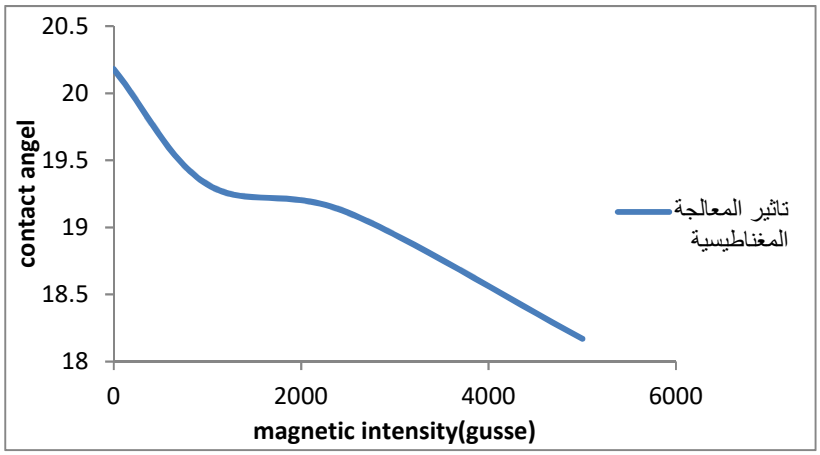


شكل(9) تاثير جهد زيتا على الشد السطحي

وعند دراسة تاثير المعالجات على زاوية التماس,بين الماء والسطح الزجاجي بينت النتائج أن المجال المغناطيسي– الخارجي يغير من الخاصية المسمات (hydrophobicity) عدم تقبل الماء أي عدم السماح له بالتغلغل خلال المواد أو جعل زاوية التماس بين قطرة الماء وسطح المادة قليلة. وهذا مايحدث ايضا عند استخدام قطب زيتا وكما مبين في الشكل (10) و (11) . أن هذا يعود الى تأثير عملية الاستقطاب وكذلك تغيير توزيع التركيب العنقودي لجزيئات الماء تحت تأثير المجال المغناطيسي حيث تقل زاوية التماس بزيادة شدة المجال المغناطيسي(فارس,2009) وزيادة مدة زمن التدوير بالنسبة لقطب زيتا (Inba *et al.*, 2004) ومن ناحية اخرى أذا كان الماء يحتوي على كمية من الأملاح أو مواد أخرى ذائبة فأن زاوية التماس تزداد كلما كانت قوى التلاصق بين جزيئات الماء والسطح اكبر من قوى التماسك بين جزيئات الماء ذاتها, أن هذا مايحصل لجزيئات الماء عند تعرضها الى قوة خارجية بالتالي فك ارتباطها مع جزيئات الماء. (Norris and Gorbeh, 2010)

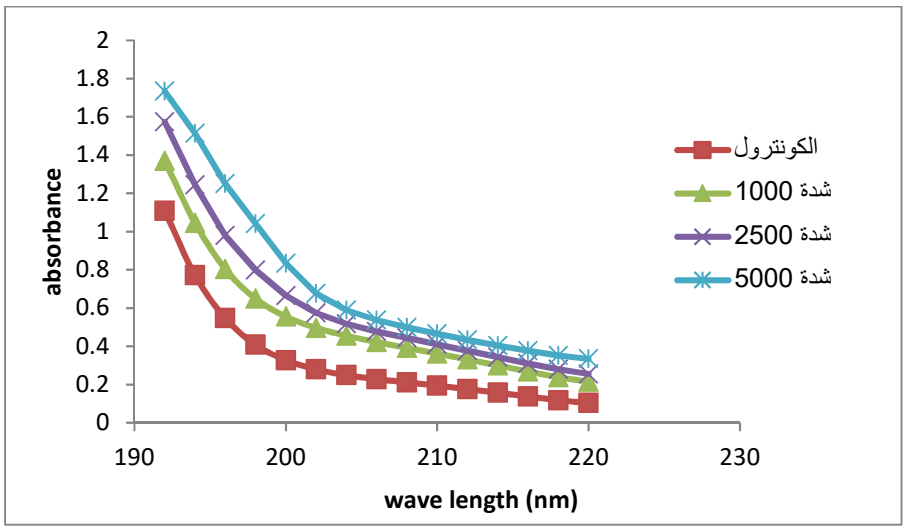


شكل(10) تاثير جهد زيتا على زاوية التماس

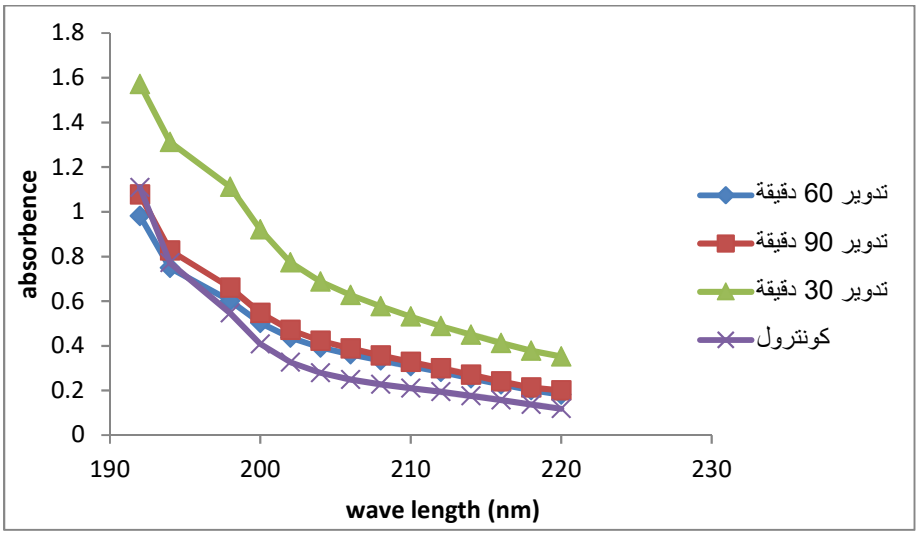


شكل (11) تاثير المعالجة المغناطيسية على زاوية التماس

يظهر شكل (12) و(13) بشكل واضح الزيادة الطردية في شدة امتصاصية الماء الممغنط بشدد مختلفة للأشعة فوق البنفسجية مع النقصان في الطول الموجي في منطقة (220-191) نانومتر مقارنة مع الماء الغير الممغنط,وان الزيادة في شدة الأمتصاصية تكون اكبر كلما ازدادت شدة المجال المغناطيسي- لغاية 5000 كاوس وهذا هو الحد الأعلى المستخدم في هذه الدراسة.وذلك مماثل لما حصل عند تدوير الماء وتعريضه لقطب زيتا حيث زادت الامتصاصية بزيادة زمن التدوير(Hammed,2007). أن اغلب المعالجات الفيزياوية تحدث تغيرات كبيرة في هيئة أو صورة الأمتصاصية للأشعة فوق البنفسجية للماء نتيجة انتقال الكترونات التكافؤ والألكترونات المقيدة في جزيئات الماء المتكتلة والمستقطبة والذي بدوره يساعد في انتقال العزوم ثنائية الاقطاب للألكترونات في الذرات طبقا" لنظرية انبعاث الأشعة فوق البنفسجية(فارس,2009).وعند متابعة الاشكال البيانية لقيم الامتصاصية نجد ان معدلاتها في المعالجة المغناطيسية اعلى من المعالجة بقطب زيتا حيث بلغت 108عند الشدة 5000 كاوس بينما لم تزداد قيمتها عن 106 عند التدوير بزمن 30 دقيقة والذي هو افضل من مثيلاتها عند زمن 60 و90 دقيقة علما ان قيم الكونترول ثابتة.



شكل (12) تاثير المجال المغناطيسي على توصيلية الماء



شكل (13) تاثير جهد زيتا على توصيلية الماء

الاستنتاجات

- التشابه والتقارب في التاثير على قيم التوصيلية الكهربائية Ec والاملاح الذائبة TDS للماء وزيادة معدلاتها بزيادة زمن التدوير لجهد زيتا والمجال المغناطيسي للمنظومات المغناطيسية وهذا دلالة على زيادة معدلات الاذابة للاملاح والتي تؤدي الى تقليل تجمع الجسيمات الغروية فيما بينها وتكوين كتل كبيرة داخل الماء
- حدوث زيادة طردية لمعدلات الأمتصاصية بزيادة شدة المجال المغناطيسي وزمن تدوير الماء لقطب زيتا وبفارق بسيط مقارنة بالمعالجة المغناطيسية.
- التاثير المباشر على خاصية الشد السطحي وزاوية التماس تجعل من المعالجتين ذات تاثير ايجابي للاستخدامات الزراعية والبيئية علما ان المنظومات المغناطيسية اثبتت كفاءة في هذا المجال نتيجة تجارب حقلية سابقة.
- المعالجات الفيزياوية عموما تكون مفضلة للاستخدام كونها تكنلوجيا نظيفة لاتترك مخلفات على عكس المعالجات الكيمياوية والبايلوجية التي تترك نواتج عرضية ومخلفات مابعد المعالجة.
- التاثير الايجابي الحاصل للخواص الفيزياوية للماء عند زيادة مدة التدوير داخل منظومة قطب زيتا تجعل منها معالجة غير عملية مقارنة بنفس التاثير الحاصل عند تعريضه للمجال المغناطيسي .
- سهولة النصب والتشغيل للمعالجة المغناطيسية وعدم الحاجة الى قطع غيار على عكس منظومة توليد جهد زيتا.
- المعالجة المغناطيسية لا تحتاج الى طاقة تشغيلية على عكس جهاز قطب زيتا وبهذا تكون ذات جدوى اقتصادية.

المصادر العربية

- ناظم، زينب فؤاد , ر[illegible]د عيسى جعفر، علي سالم عبد السادة، احمد عيدان الحسيني، نهاد رحيم شندي، رويدة فاهم كامل.(2014)." تحسين كفاءة عملية الترذيذ في الحد من الطحالب والترسبات الملحية للاحواض بأستخدام المجال المغناطيسي ". المجلة العراقية للعلوم والتكنولوجيا- وزارة العلوم والتكنولوجيا المجلد 5 (1)
- فارس, علي شنيار, نذير جمال, مزهر عبد كاطع ,زينب فؤاد ,عبادي فرحان ,نهاد رحيم ,حيدر جاسم (2009)" تأثير المجال المغناطيسي على[illegible]ص فيزياوية لثلاث انواع من المياه" مصر –جامعة اسيوط.

REFERENCES

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

[2] Amiri, M.C., Dadkhah, A.A. (2006) ''On Reduction in the Surface Tension of Water due to Magnetic Treatment'', Colloids and surfaces A, Physicochemical. Eng. Aspects 278 pp: 252-255.

[3] Bereschenko, L.A (2010 " Biofilm development on new and cleaned membrane surfaces. thesis Wageningen University.

[4] Feug P.X. and, Bo, D. (2008)'' The Changes of Macroscopic Features and Microscopic Structures of Water under Influence of Magnetic Field'', Elsevier, Physics B 403, pp:357-361.

[5] Hammad, S. (2007)'' Study the Effect of Magnetic Field on Tap Water and (CaCo3 and CaC2O4) Solutions'', University of Technology, M.Sc. a thesis, School of Applied Sciences.

[6] Hoggard, J.D., Sides, P. G. and Previe, D. (2005). "Measurement of the Streaming Potential and Streaming Current Near a Rotating Disk To Determine Its Zeta Potential." Langmuir. NO: (21). PP: 7433.

[7] Inba, H., Saitou, T., Tozaki, K. and Hayashi, H. (2004) "Effect of the Magnetic Field on the Melting Transition of H_2O and D_2O Measured by a High Resolution and Supersensitive Differential Scanning Calorimeter", J. Appl. Phys.,96, (11), pp: 6127.

[8] Ibrahim,L.H (2006)''Biophysical Properties of Magnetized Distilled Water'', Egypt. J. Sol., Vol. (29), No. (2).

[9] Jin, J., Wells,S., Li, D.F. and Yang, G. (2018). Thermal stratification and its relationship with water quality in the typical tributary bay of the Three Gorges Reservoir, Water Science & Technology Water Supply Journal, 124.

[10] Norris, M.D. and B.E. Corbett, (2010) "Evaluation of Reverse Osmosis Scaling Prevention Devices "Bureau of Reclamation Project Study Plan Approval for physical Advanced Water Treatment Research and Development Program, Yuma, Arizona, Sept.

[11] Ghernaout, D. (2018). Magnetic field generation in the water treatment perspectives: An overview, IJAAS International journal of advanced and applied sciences, 5(1): 193-203

[12] Nadhem, Z.F., Alwan, A. K., Ehmud, M.A., Shafiq, Sh. A., Al- Hussien, A.A. Mohammad, H., Murtadha, J.S. and Ayaal, Gh. (2015). The Effect of Using Zeta Potential to Prevent Biofilm from water Tanks. International Journal of Innovation and Applied Studies, 12 (3) : pp. 552-558.

[13] Zaidi, N. S., Sohili, J., Muda, K. and Sillanpa, M. (2013). Magnetic Field Application and its Potential in Water and Wastewater Treatment Systems, Journal Separation & Purification Reviews, 439(3): 206-240