ISSN: 1994-4217 (Print) 2518-5586(online)

Journal of College of Education

Available online at: https://eduj.uowasit.edu.iq

Evaluating the Efficiency of the Water Purification System Using Nanofilters and Magnetic Fields: The Eastern Parts of Wasit Province are an Example

Rese. Ameena Hashim Abduljaleel

Assis.Prof.Estabraq Kazem Shabout

Wasit University
College of Education for Human Sciences

Email:
ameena@uowasit.edu.iq
ishabboot@uowasit.edu.iq

Keywords:

nanotechnology, water purification, magnetized water, surface water

CC BY

A r t i c l e i n f o

Article history:

Received 20.Febr.2024

Accepted 23.Apr.2024

Published 20.May.2024

A B S T R A C T

In this research, a research system was designed to purify water by adopting nanofilters and magnetic fields. Samples were brought from seven areas where surface water is located in the east of Wasit Governorate, namely (Nazim Umm Al-Jari, Tigris River / North Sheikh Saad, Tigris River / Sheikh Saad Center, Al-Jabab River, Hor al-Shuwayjah, Ain al-Jabal /Kani Sakht, Ain al-Jabal /Jabal Center). The qualitative characteristics of the water were measured, such as pH, electrical conductivity, and dissolved salts before and after treatment. The results showed significant purification of all impurities, plankton, and salts. The results were compared with Iraqi standards for water. Drinking and bottled water and WHO World Health Standards. The results showed that the water treated with this system conforms to these standards and is of very high purity.

© 2022 EDUJ, College of Education for Human Science, Wasit University

DOI: https://doi.org/10.31185/eduj.Vol55.Iss1.3883

تقييم كفاءة منظومة تنقية المياه باستخدام الفلاتر النانوية والمجالات المغناطيسية: الاجزاء الشرقية من محافظة واسط انموذجاً

الباحثة: امينة هاشم عبد الجليل أ.م.د. استبرق كاظم شبوط
جامعة واسط / كلية التربية للعلوم الإنسانية

الخلاصة

تم في هذا البحث تصميم منظومة بحثية لتنقية المياه باعتماد الفلاتر النانوية والمجالات المغناطيسية وتم جلب العينات من سبعة مناطق تتواجد فيها المياه السطحية شرق محافظة واسط وهي (ناظم أم الجري، نهر دجلة/ شمال شيخ سعد، نهر دجلة / مركز شيخ سعد، نهر الجباب، هور الشويجة، عين الجبل/ كاني ساخت، عين الجبل / مركز الجبل)، تم قياس الخصائص النوعية للمياه مثل الرقم الهيدروجيني والتوصيلية الكهربائية والاملاح الذائبة قبل المعالجة و بعد المعالجة حيث أظهرت النتائج تنقية كبيرة لجميع الشوائب و العوالق والأملاح وتم مقارنة النتائج مع المعايير العراقية لمياه الشرب والمياه المعبأة ومعايير الصحة العالمية WHO حيث بينت النتائج ان المياه المعالجة بهذه المنظومة تتفق مع هذه المعايير وبنقاوة عالية جدا .

الكلمات المفتاحية: تقنية النانو ، تنقية المياه، المياه الممغنطة، المياه السطحية

المقدمة

يعد الماء من أهم العناصر الأساسية التي تعتمد عليها برامج التنمية المختلفة بأنواعها البشرية والزراعية والصناعية ، وله أهمية قصوى في المناطق الجافة وشبه الجافة بسبب ندرته. ويعد النمو السكاني وكذلك المتغيرات الاجتماعية والاقتصادية من أهم العوامل الأساسية التي تسبب زيادة استهلاك المياه. (الساعدي، ٢٠١٥) . من أهم التقنيات الحديثة هي تقنية النانو التي يتم خلالها تصميم و هندسة المواد بأبعاد نانوية تعاد حجم عدد قليل من الذرات ، ودراسة خصائصها وتحضيرها بدقة عالية باستخدام تقنيات فيزيائية و كيميائية وبيولوجية مختلفة. تستخدم تقنية النانو في تعقيم المياه ومعالجتها من العوالق و الشوائب بطرق مختلفة ، ومن أهم هذه الطرق هي استخدام الأغشية النانوية المستخدمة في تنقية المياه الخاصة بالشرب ومعالجة المياه الآسنة و تصفية الملوثات ذات الابعاد بين ١ و١٠٠ نانومتر ، ونظرًا لدقة المسامات لذا فإنها تعد تقنية فعالة لتصفية كدرة المياه وعسرتها، و إزالة أيونات الصوديوم و الكالسيوم والكائنات الدقيقة مثل البكتيريا والفيروسات، ولذلك تعد تقنية النانو هي التقنية الأوسع استعمالًا لتنقية المياه (Al-Alawy ، ٢٠١٧). تُستخدم أغشية النانو لغرض تنقية و تلطيف المياه وإزالة الملوثات منها مثل الملوثات الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية.

يعاني العراق من مشكلة التلوث بصورة كبيرة نظرا لشحة سقوط الأمطار وانخفاض مناسيب المياه الانهار و خاصة دجلة والفرات بسبب مشاكل تعود لمنابع الأنهار و خاصة السدود التي أقيمت عليها من دول الجوار، أن تعرض مصادر المياه للتلوث وبنسب مختلفة مثل الملوثات الزراعية والصناعية و كذلك مياه المجاري تسبب في شحة المياه بصورة عامة و شحة المياه الصالحة للشرب بصورة خاصة (عبد الرزاق، ٢٠١٤) ، يمتلك العراق كميات جيدة من المياه ولكن المشكلة تكمن في توزيع هذه المياه أذ تكون غير متساوية من جهة و تكون غير مطابقة للمواصفات التي تصدرها منظمة الصحة العالمية WHO من جهة أخرى، ومن بين الأسباب هي عدم كفاءة محطات التصفية و خبرة الكادر المنفذ لعمليات التنقية بالإضافة الى الأحمال والملوثات المتنوعة الواصلة الى مصادر المياه المجهزة للمحطات وذلك نتيجة لإهمال الشروط الخاصة بالإصحاح البيئي وعدم حماية المصادر المائية في معظم مناطق العراق (النصراوي،٢٠١٤) .

طريقة البحث الحالية هي طريقة مبتكرة لتنقية المياه وازالة الملوثات وهي استخدام الفلاتر النانوية و استخدام المجالات المغناطيسية.

مشكلة البحث:

ما هي كفاءة تقنية النانو في تنقية المياه مقارنة بالطرق المعتمدة والبديلة للطرق الكلاسيكية القديمة ؟؟

فرضية البحث:

في ضوء التجارب النظرية تعد تنقية المياه بتقنية النانو من الطرق الجيدة مقارنة بالطرق المعتمدة والبديلة للطرق الكلاسيكية القديمة .

الهدف من البحث:

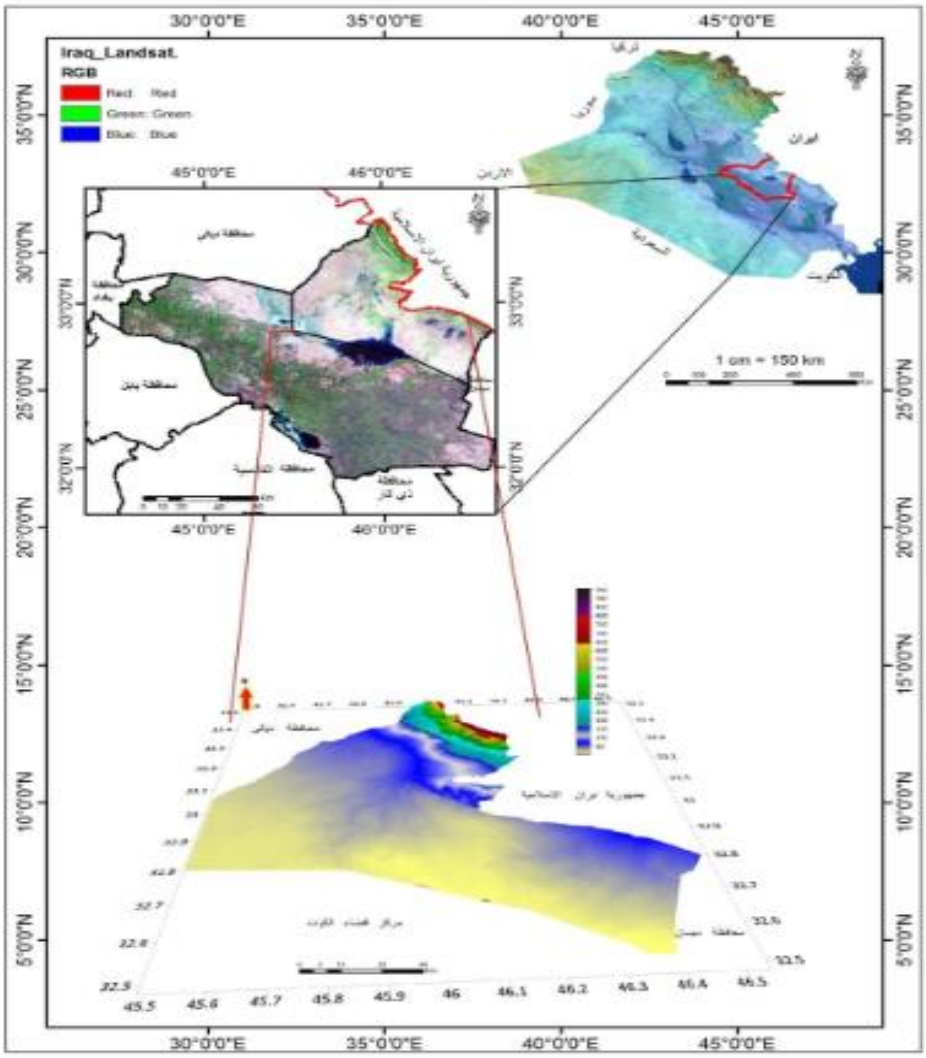
١. تصميم منظومة تتضمن فلاتر نانوية تتميز بعدة خصائص فيزيائية وكيميائية بهدف تنقية المياه والقضاء على الملوثات المائية ومن ضمنها البكتريا.
٢. دراسة تأثير المجالات المغناطيسية لتنقية عينات المياه التي يتم جلبها من المياه السطحية في محافظة واسط

الحدود المكانية:

تقع منطقة شرق محافظة واسط فلكيا بين خطي الطول (45°.57 – 46°.15) شرقا وبين دائرتي العرض (33°.30 – 33°.50) شمالا اما جغرافيا فتقع في محافظة واسط وهي منطقة قضاء بدرة وناحية شيخ سعد و هور الشويجة بين قضاء الكوت و ناحية جصان .

الحدود الزمنية : االقتصرت الدراسة على السنوات (٢٠٢٢ ، ٢٠٢٣) وهي سنوات اجراء البحث وتم اجراء الدراسة الميدانية بتاريخ ٢٠٢٣/٣/٤ وارسلت العينات الى المختبر بتاريخ ٢٠٢٣/٣/٥ .

خريطة (١) موقع شرق محافظة واسط



المصدر : (القريشي ، ماجد و الموسوي ، حسين ٢٠٢٠)

تنقية المياه السطحية

تعرف التنقية بأنها التخلص من كل أو بعض المواد الغريبة و الدخيلة على المياه سواء كانت هذه المواد ذائبة أو عالقة أو غروية و كذلك القضاء على كل الكائنات الحية التي تسبب الامراض لأن المياه السطحية معرضة لعدة عوامل التي تؤدي إلى تلوثه هذه المياه فتصبح غير صالحة للاستعمال إلا بعد أن يتم تنقيتها (دليل المتدرب ، ٢٠١٥) .تحتوي أغلب المياه السطحية على بعض الشوائب العالقة إضافة إلى بعض أنواع من البكتريا والطحالب. أما فيما يخص درجة تركيز الأملاح الذائبة فغالباً ما تكون مقبولة ومرغوبة في نفس الوقت ، وتتم أعمال التنقية لتحقيق الآتي (دليل المتدرب ، ٢٠١٥) :

١. تحسين الصفات الفيزيائية للماء عن طريق إزالة اللون والعكارة والرائحة وجعلها ذات طعم مستساغ و رائحة مقبولة.
٢. إزالة بعض من المركبات الكيماوية والتي تتعارض مع بعض الاستخدامات الخاصة.
٣. إزالة الكائنات الحية الدقيقة مثل البكتريا الممرضة والقضاء عليها.

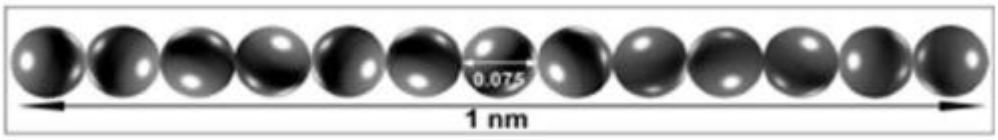
نالك طرق عديدة للتنقية، وهي تعتمد في استخدامها على نوع وكمية المواد العالقة بالمياه المراد تنقيتها، وأيضا على الغرض من الاستخدام لهذه المياه المنقاة. تعتمد معايير عديدة و أساسية لضمان نقاء ماء الشرب التي يتماشى مع المواصفات التي وضعت من قبل منظمة الصحة العالمية، ومن أهمها(معاييرالماء الصالح للشرب، موقع الكتروني) : أن يكون نقياً أي لا طعم لو ولا لون ولا رائحة و بكون خاليا من الشوائب ومن العوالق الطبيعية و الحيوية، و كذلك من وجود أي مركبات غير عضوية أو عضوية و من أية ملوثات بيولوجية مثل الجراثيم و الميكروبات و ناقلات الأمراض . يحتوي الماء الصالح للشرب على العناصر المعدنية بنسب محددة ، عدا المعادن الثقيلة التي يجب ان لا يحتويها هذا الماء مثل الكادميوم ، الرصاص، و النحاس والحديد، و يجب أن لا ترتفع نسبة المواد الذائبة في الماء عن مستوى معين.إن من أكبر التحديات التي تواجه البشرية اليوم هو توفير بيئة نظيفة، وبسبب أنشطة الإنسان المختلفة خلال السنين في الزراعة و الصناعة و الإسكان، وحرق الوقود، و كذلك القضاء على أغلب المساحات الخضراء فقد لحق بالبيئة الدمار الكبير و نتج عنه المخاطر والمشاكل العديدة التي بدأت تهدد البشرية ومن أهمها انتشار الأمراض والأوبئة وتلوثما يسمى المصفوفة البيئية (الماء والهواء والتربة) (غرايبة ، ٢٠١٠).

النانو: Nano ظهرت كلمة نانو Nan في العصر اليوناني ، وهي مشتقة من كلمة(نانوس Nanos) باللغة اليونانية القديمة وتعني باللغة الإنكليزية Midget أي (القزم) ، يقصد بالنانو الشيء الصغير جدا (الأشياء المتناهية في الصغر) ، اما في مجال العلوم يعنى النانو (جزءاً من المليار من المتر) وفي لغة الأرقام (10^{-9} m) (كامل ، ٢٠١٢).

علم النانوNanoscience : هو العلم الذي يتعامل مع المواد في مستواها الجزيئي و الذري بمقياس (1–100 نانو متر) ، ودراسة الخصائص المميزة للمواد النانوية (الرفاعي، ٢٠١٦).

تقنية النانو (تكنولوجيا النانوNanotechnology): تشمل تقنية النانو الأبحاث والتطورات التقنية على المستوى الذري والجزيئي ذات الأبعاد (١–١٠٠ نانومتر) والتي تعرف بمقياس النانو، وذلك لتوفير فهم أساسي للظواهر والمواد على مقياس النانو، والذي يستخدم ويصنع المواد والمركبات تمتلك خصائص فريدة بسبب صغر حجمها. (محمد وعلي، ٢٠١٨).

مقياس النانو Nanoscale: هو مقياس الأطوال الصغيرة جداً التي لا يمكن رؤيتها إلا تحت المجهر الإلكتروني. تستخدم هذه الوحدة لتعبر عن أبعاد أقطار وقياسات الذرات والجزيئات والمركبات والخلايا و كذلك الاحياء المجهرية مثل الفيروسات. والنانومتر الواحد يساوي جزءًا واحدًا من مليار جزء من المتر، أو بمعنى آخر، يحتوي المتر الواحد على مليار نانومتر (1 nm = 10^9 m)، وعلى سبيل المقارنة، فإن النانومتر الواحد يساوي تقريباً طول صف يتكون من ٢٣ ذرة من غاز الهيدروجين (الشكل(١))، فإذا تخيلنا أنها موضوعة بجانب بعضها البعض، كما هو موضح. وفي الشكل (طواهر وطواهر، ٢٠٢٢).



الشكل (١) طول الصف الأفقي المكون من ٢٣ ذرة هيدروجين حوالي نانومتر واحد.

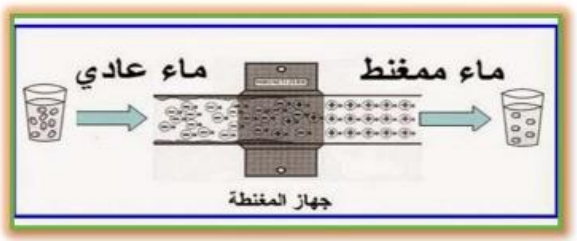
الفلتر نانوي Nanofilter

يعد الفلتر النانوي أو الترشيح النانوي عملية ترشيحٍ غشائي حديثة، غالبًا ما كانت تستخدم لتنقية المياه ومنها المياه السطحية ، بهدف إزالة الأيونات المتعددة التكافؤ مثل الحديد والمنغنيز الزائدة عن الحد. وكذلك إزالة المواد العالقة للمنتجات

العضوية الطبيعية و كذلك المواد العضوية الاصطناعية. طبقا لتعريف الترشيحات النانوية فهو يختص باستخدام الاغشية ذات المسام في حدود ٢ نانومتر. تستخدم طريقة التناضح العكسي الضغوط العالية تصل غلى نحو ٦٠ ضغط جوي أما طريقة الفلاتر النانوية فهي تتم عند ضغوط صغيرة.

الماء الممغنط Magnetized water

وهو الماء الذي يتم تمريره عبر مجال مغناطيسي بواسطة أنابيب مغناطيسية خاصة عملها هو مغنطة هذا الماء أو وضع المغناطيس داخل الماء أو قريبا منه لمدة من الزمن ومن ثم يتم الحصول على المياه الممغنطة (الموصلي ، ٢٠١٩) (الحلفي ، ٢٠١١) . ان عمليه المغنطة هدفها اعادة تنظيم شحنات الماء بالشكل الصحيح بينما يكون شكل هذه الشحنات بصورة عشوائيا في الماء العادي. يتم مغنطة الماء عن طريق تسليط مجال مغناطيسي ذي شدة معينة على الماء لمدة زمنية معينة باستخدام أقطاب مغناطيسية طبيعية أو مصنعة أو عن طريق مجالات مغناطيسية متولدة من تيارات كهربائية تكفي لمغنطة الماء. عند تسليط المجال المغناطيسي على شكل خطوط موازية لأنبوب المياه فان الماء سوف يتأثر بالمجال المغناطيسي، حيث يزداد عدد وترتيب الجزيئات االمتبلورة (شكل(٢)) وتزداد حركة الأملاح، مما يسبب تكسير الروابط الهيدروجينية بين جزيئات الماء التي يرتبط بعضها البعض بروابط قوية وجعلها أكثر قدرة على الذوبان (الطالب والسنجري، ٢٠٠٩) ، وهذا التغير في خصائص المياه يحول المياه المستخدمة في الزراعة، من الماء العسر إلى ما يسمى بالماء اليسر (الصميدعي، ٢٠١٢).



الشكل (٢) الية عمل الماء الممغنط

تصميم المنظومة

تم تصميم المنظومة كمرشح مياه بأربعة مراحل (شكل(٣)) وهي:

المرحلة الاولى: المرشح الخاص بإزالة الرواسب والاطيان و العوالق باستخدام مرشح ببعد ٥ مايكرون.

المرحلة الثانية: المرشح الكربوني الفعال GAC الذي يستخدم لإزالة الكلور والمواد التي تنتج من التفاعلات الكيميائية والمواد الناتجة من التفاعلات الكيميائية بين الكلور والماء.

المرحلة الثالثة: المرشح الكربوني الصلب CTO يستخدم لعزل الكلورين وبقايا الكلور الموجود في المياه و كذلك امتصاص المركبات العضوية والمواد البيولوجية الموجودة في المياه.

المرحلة الرابعة: المرشح النانوي أو الفلتر النانوي Nanofiltration وهو الفلتر الاخير في هذه المنظومة ومواصفات المرشح النانوي المستخدم موضحة في الشكل (٤) وقد تم الاستغناء عن بقية الفلاتر التي تصمم لمنظومات (R.O)

المغناطيس : تم استخدام مغناطيس عدد ٢ شدة المجال المغناطيسي لكل منهما تقريبا (١٠٠) كاوس .

وهذه المنظومة البحثية هي الأولى التي تصمم في مدينة الكوت وفي أقسام الجغرافية على عموم العراق التي تتضمن مرشح نانوي لتنقية المياه.

يستخدم الترشيح النانوي في ازالة الملوثات الميكروية والنترات والزرنيخ والمبيدات والفلور والفايروسات . كما ان الترشيح النانوي بحجز أكثر من ٩٠% من الأيونات عديدة التكافؤ و ٦٠-٧٠% من الأيونات أحادية التكافؤ ومن فوائد الترشيح النانوي أنه يحتاج الى ضغط منخفض وينتج ماء ذو نوعية عالية بتكاليف استثمارية قليلة .

الشكل (٣) المنظومة البحثية المصممة

:

الشكل (٤) مواصفات المرشح النانوي المستخدم

جمع العينات: تم جمع العينات من المناطق في الجدول (١) بتاريخ ٢٠٢٣/٣/٤

جدول (١) رمز العينات لمناطق شرق محافظة واسط

ت	اسم المنطقة	رمز العينة قبل المعالجة	رمز العينة بعد المعالجة
١	ناظم ام الجري	A1	A2
٢	نهر دجلة/شيخ سعد	B1	B2
٣	نهر دجلة /مركز شيخ سعد	C1	C2
٤	نهر الجباب	D1	D2
٥	هور الشويجة	E1	E2
٦	عين الجبل/كاني ساخت	F1	F2
٧	عين الجبل/مركز العين	G1	G2

جدول (٢) الاحداثيات لمواقع اخذ العينات من المناطق المذكورة في الجدول

المنطقة	الاحداثيات (دقيقة، درجة، ثانية)	الاحداثيات (درجة)
مركز شيخ سعد	32°33'55.18"N	32.56527777777777
	46°16'19.15"E	46.27194444444444
شمال شيخ سعد	32°39'22.24"N	32.65617850933836
	46°07'55.6"E	46.13211224891893
ناظم ام الجري	32°39'29.14"N	32.65809502047914
	46°07'54.32"E	46.1317555149634
نهر الجباب	32°38'01.0"N	32.63361111111111
	46°11'20.0"E	46.18888888888888
هور الشويجة	32°43'17.0"N	32.72138888888889
	45°48'24.0"E	45.806666666666665
كاني ساخت / مركز العين	33°15'59.0"N	33.26638888888889
	46°03'48.4"E	46.06333333333333
كاني ساخت / الجبل	33°15'36.6"N	33.26000000000000
	46°04'29.6"E	46.07472222222223

النتائج والمناقشة :

يتضمن الجدول رقم (٣) نتائج الفحوصات للعينات قبل وبعد معالجتها في المنظومة المصممة :

جدول رقم (٣) نتائج العينات قبل وبعد المعالجة

CO_3 mg/l	T.D.S mg/l	HCO_3 mg/l	Cl mg/l	SO_4 mg/l	Na mg/l	Ca mg/l	K mg/l	Mg mg/l	PH	EC (dS/m)	الرمز
Nill	804	58.8	6084.7	3050.59	4025	440	29.406	460.8	7.61	23.62	A1
Nill	32	7.84	21.3	155.184	7.797	40	2.106	19.2	7.18	0.40	A2
Nill	919	78.4	177.5	678.96	152.49	120	4.485	96	7.32	2.07	B1
Nill	23	4.9	17.75	218.4	2.208	60	2.106	24	7.21	0.52	B2
Nill	761	78.4	188.15	465.168	148.994	140	4.407	36	7.25	1.66	C1
Nill	8	7.84	24.85	156.432	1.495	60	2.106	12	7.09	0.41	C2
Nill	325	49	1065	554.976	489.9	220	10.218	120	7.42	4.26	D1
Nill	4	2.94	14.2	3.456	1.794	4	2.106	2.4	7.04	0.05	D2
Nill	983	49	41978.8	12576.7	27499.95	940	72.696	2412	7.53	144.55	E1
Nill	15	9.8	21.3	177.456	10.189	60	2.106	12	7.15	0.45	E2
Nill	311	49	582.2	2000.02	353.97	540	10.803	196.8	7.31	5.91	F1
Nill	31	2.94	35.5	79.296	14.95	20	2.418	12	7.13	0.27	F2
Nill	295	58.8	525.4	1366.59	28.405	540	9.516	192	7.38	4.45	G1
Nill	6	4.9	17.75	0.912	1.495	6	2.106	2.4	7.05	0.06	G2

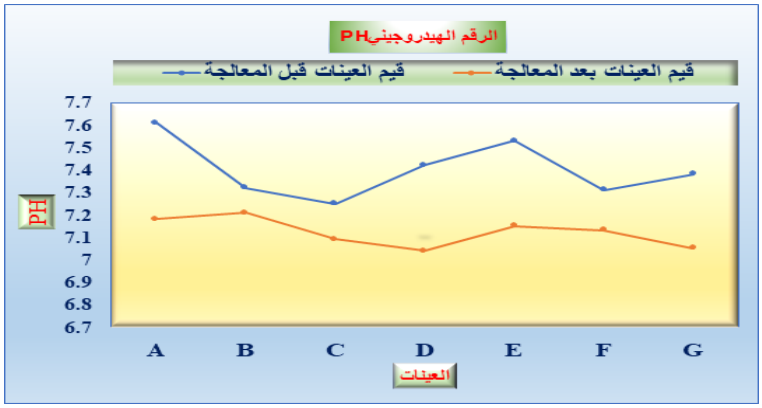
١ – الرقم الهيدروجيني PH

يمثل الرقم الهيدروجيني PH مقياساً للحامضية وللقاعدية الخاصة بالمحاليل، وتتراوح قيمته بين (٠ – ١٤) وعندما تصبح قيمته تساوي ٧ يكون الماء متعادلا وعندما تكون قيمة الرقم الهيدروجيني اقل من ٧ فان هذا يدل على ان الوسط يكون حامضي اما إذا زادت القيمة عن ٧ فهذا يدل على ان الوسط يكون قاعديا.

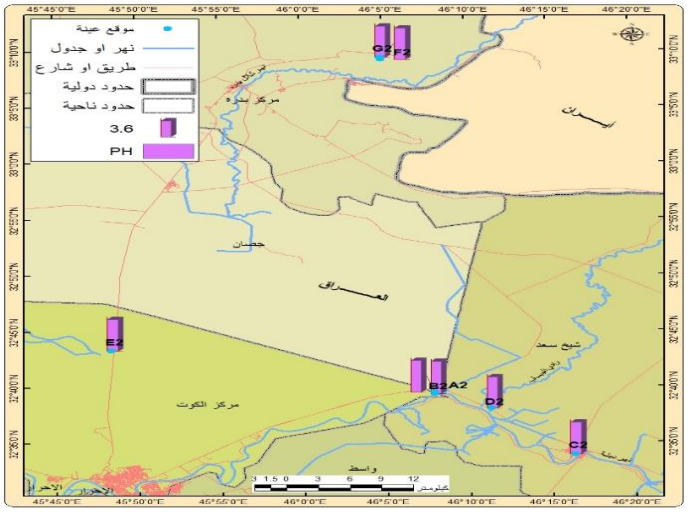
يبين **الجدول (٣)** نتائج الرقم الهيدروجيني **PH** قبل وبعد المعالجة :

يتضح من الجدول ان قيم **PH** قبل المعالجة تقع بين (٧,٢٥ – ٧,٦١) وبعد المعالجة تقع القيم بين (7.21 7.04) وان هذه القيم قبل وبعد المعالجة مطابقة للمعايير العراقية التي تحدد قيم الرقم الهيدروجيني من (٨,٦,٥) والمعايير العالمية التي تحدد قيم الرقم الهيدروجيني من (8.5–7).يوضح شكل (٥) قيم الرقم الهيدروجيني قبل و بعد المعالجة والخريطتين (٢) و(٣) قيم الرقم الهيدروجيني قبل و بعد المعالجة على التوالي

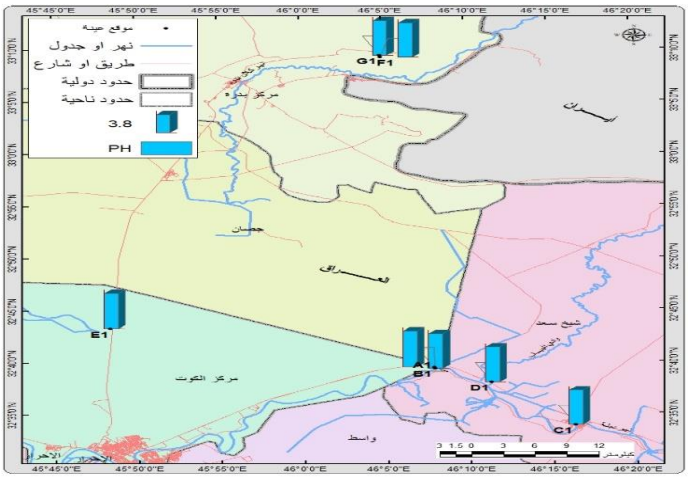
شكل (٥) رسم بياتي لقيم الرقم الهيدروجيني قبل و بعد المعالجة



خريطة (٢) قيم الرقم الهيدروجيني قبل المعالجة



خريطة (٣) قيم الرقم الهيدروجيني بعد المعالجة



٢ – التوصيلة الكهربائية EC :

يبين الجدول (٣) نتائج التوصيلية الكهربائية قبل وبعد المعالجة وهي قيمة عددية تعبر عن قدرة الماء على توصيل التيار الكهربائي ، وتعتمد هذه القيمة على تركيز وتكافؤ الأيونات الذائبة الموجودة فيه، وكذلك على تأثير درجة حرارة الماء أثناء القياس. ترتبط الموصلية الكهربائية بعلاقة وثيقة بالملوحة والمواد الصلبة الذائبة الكلية (T.D.S). عادة ما يستخدم قياس التوصيلية كمؤشر لوجود مشاكل تتعلق بنوعية المياه، فإن الارتفاع المفاجئ في قيمها يشير إلى وجود مصدر للأيونات الذائبة في ذلك الوسط.

ان وحدة القياس للتوصيلية الكهربائية هي **dS/m** فقد أعطى مختبر الملوحة الأمريكي أربع درجات للتوصيلية الكهربائية كما موضح في جدول (٤):

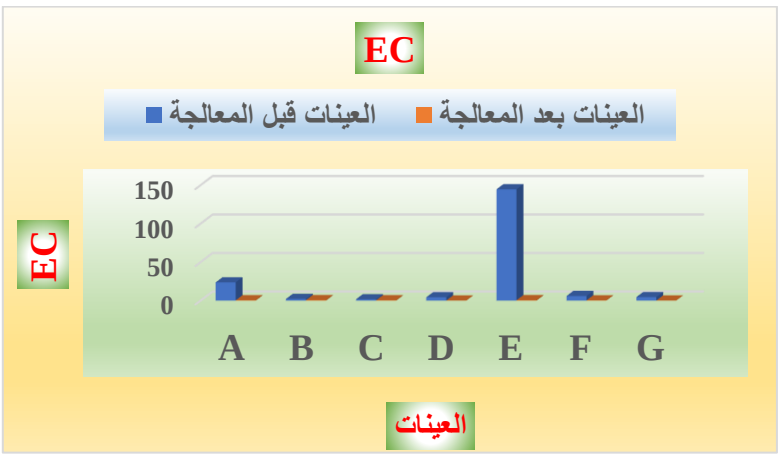
جدول (٤) قيم التوصيلية الكهربائية بوحدة dS/m ومدى ملائمة الماء للاستخدامات المختلفة

النوعية	E.C (dS/m)	مدى ملائمة الماء
مياه ذات ملوحة منخفضة	0.250–0.100	ملائم لأغلب النباتات
مياه ذات ملوحة متوسطة	0.750–0.250	ملائم للنباتات جيدة التحمل للملوحة في حال وجود بزل متوسط
مياه ذات ملوحة عالية	2.250 0.750	ملائم للنباتات مقاومة الملوحة مع ضرورة وجود نظام بزل
مياه ذات ملوحة عالية جدا	5.000–2.250	نباتات المتحملة للملوحة مع سل شديد للأملاح

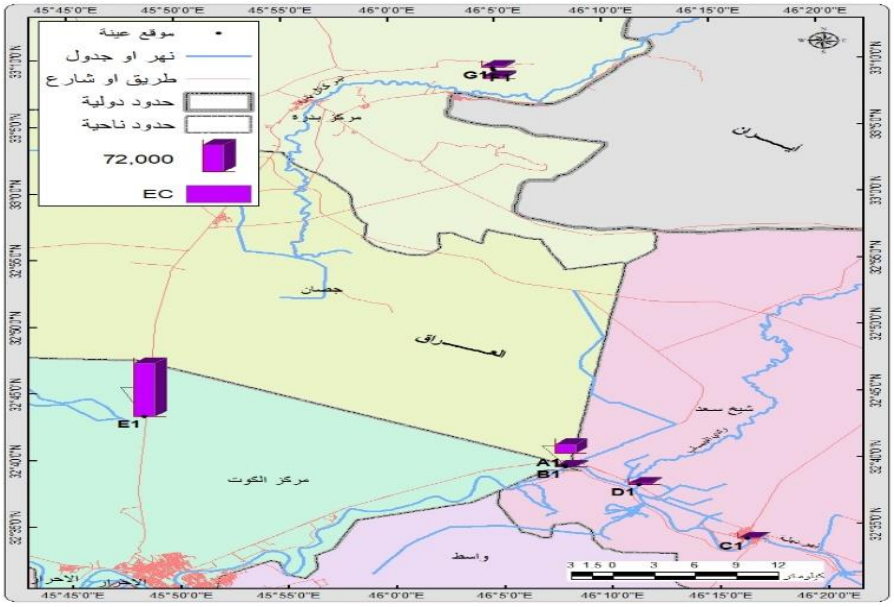
نلاحظ من قيم التوصيلية الكهربائية للعينات **قبل المعالجة في الجدول (٤)** :

ان العينتان C1 و B1 تعد مياه ذات ملوحة متوسطة بينما بقية العينات تعد مياهها ذات ملوحة عالية جدا وخاصة العينة E1 والعينة A1 . ان اعلى قيمة للتوصيلية هي للعينة E1 وهي خاصة بهور الشويجة بسبب ملوحة الارض وركود الماء خلال هذه السنة بسبب قلة الوارد المائي. بينما نجد ان قيم التوصيلية الكهربائية للعينات بعد المعالجة في الجدول (٣) : ان العينات D2 و G2 تعد مياهها ذات ملوحة منخفضة بينما العينات F2 و A2 و C2 و E2 و B2 تعد مياهها ذات ملوحة متوسطة . يوضح شكل (٦) والخريطتين (٤) و(٥) قيم التوصيلية الكهربائية قبل و بعد المعالجة على التوالي .

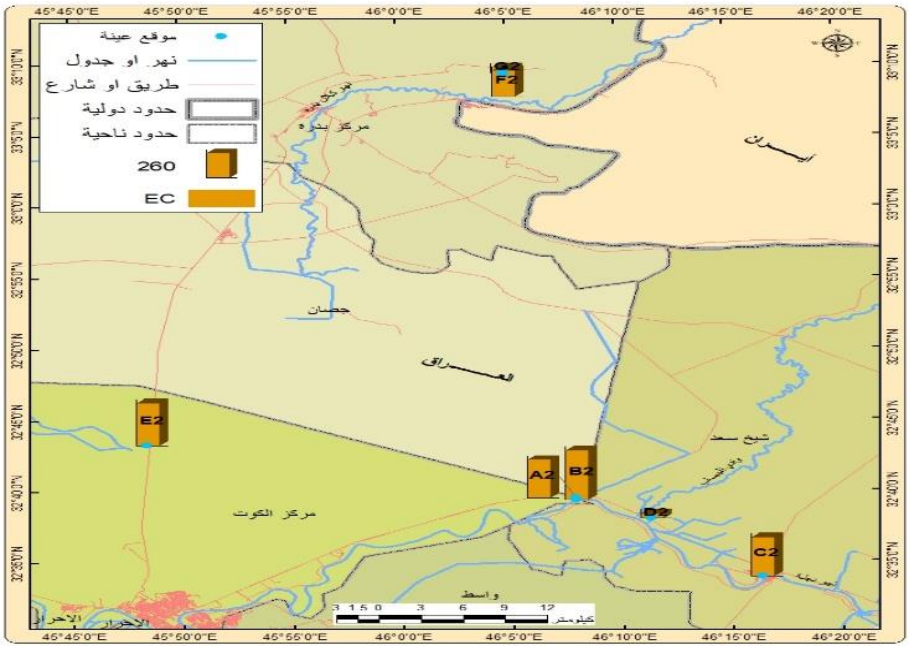
شكل (٦) مخطط بياني لقيم التوصيلية الكهربائية قبل و بعد المعالجة



خريطة (٤) قيم التوصيلية الكهربائية قبل المعالجة



خريطة (٥) قيم التوصيلية الكهربائية بعد المعالجة



الايونات الموجبة Cations :

الايونات الموجبة المقاسة هي الكالسيوم Ca^{++} و الصوديوم Na^{+} و البوتاسيوم K^{+} و المغنيسيوم Mg^{++} وبينت النتائج للعناصر المذكورة قبل وبعد المعالجة الاتي :

١. الكالسيوم Ca^{++}

يعتبر الكالسيوم من العناصر الأساسية التي تشكل عسر الماء وتؤثر على استخدام الماء للأغراض المنزلية. يوجد أيون الكالسيوم بتركيزات أعلى من أيون عنصر المغنيسيوم في الأنظمة المائية. كما أنه يتواجد بشكل طبيعي في الماء وله

علاقة مباشرة بالصحة العامة لجسم الإنسان ويعتبر من العناصر الضرورية خلال مراحل نمو الجنين. وتبرز أهمية الكالسيوم في تكوين العظام والأسنان وكذلك عمل الجهاز العصبي. ان وجود الكالسيوم بتراكيز عالية يسبب رائحة كريهة في الماء، كما أن ترسبه على شكل كربونات الكالسيوم يؤدي إلى مشاكل فنية في أنظمة توزيع المياه.

يبين **الجدول (٣)** نتائج قيم عنصر الكالسيوم قبل وبعد المعالجة حيث تراوحت قيم عنصر الكالسيوم للعينات قبل المعالجة بين **(١٢٠ –٩٤٠) ملغرام / لتر** و سجلت أعلى قراءة للكالسيوم **٩٤٠ ملغرام / لتر** في هور الشويجة في حين سجلت أوطأ قراءة للكالسيوم ١٢٠ **ملغرام / لتر** لمنطقة (نهر دجلة شيخ سعد)، وتعد جميع العينات غير مطابقة للمواصفات الخاصة بمنظمة الصحة العالمية **WHO** لمياه الشرب **(١٠٠ ملغرام / لتر)** في حين هنالك عينتان تطابق المواصفات العراقية الخاصة لمياه الشرب **(٢٠٠ ملغرام / لتر)** وهي العينة **B1** (نهر دجلة/ شيخ سعد) والعينة **C1** (نهر دجلة مركز شيخ سعد) ونلاحظ من قيم عنصر الكالسيوم للعينات **بعد المعالجة** ان القيم تراوحت بعد المعالجة من **(٤–٦٠) ملغرام / لتر** وهذه القيم ضمن المواصفات العراقية الخاصة لمياه الشرب لعنصر الكالسيوم **(٢٠٠ ملغرام / لتر)** وضمن المواصفات العراقية الخاصة لمياه الشرب المعبأة لعنصر الكالسيوم **(٧٥ ملغرام / لتر)** وكذلك ضمن المواصفات الخاصة بمنظمة الصحة العالمية **WHO** لمياه الشرب لعنصر عنصر الكالسيوم **(١٠٠ ملغرام / لتر)**.

٢. الصوديوم Na Sodium

يوجد الصوديوم في معظم المياه الطبيعية وهو سادس أكثر العناصر وفرة في القشرة الأرضية. وهو أحد الأيونات التي تشترك في تكوين عسر الماء. ويلعب الصوديوم الدور المهم في الحفاظ على التوزيع الطبيعي للماء في أنسجة الجسم، بالإضافة إلى الحفاظ على ضغط الدم وكذلك تنظيم ضربات القلب. يعد عنصر الصوديوم له تأثير على النشاط الرياضي و يساهم في نقل الايعازات العصبية إلى عضلات الجسم. يبين الجدول (٣) نتائج قيم الصوديوم قبل وبعد المعالجة حيث تراوحت قيم الصوديوم للعينات قبل المعالجة بين **(٢٨,٤٠٥ –٢٧٤٩٩,٩٥ ملغرام / لتر)** حيث سجلت أعلى قراءة للصوديوم **(٢٧٤٩٩,٩٥ ملغرام / لتر)** في (هور الشويجة) في حين سجلت أوطأ قراءة للصوديوم **(٢٨,٤٠٥ ملغرام / لتر)** لمنطقة (عين الجبل / مركز الجبل) وتعد العينات **B1** و**Cl** و **G1** مطابقة للمواصفات الخاصة بمنظمة الصحة العالمية **WHO** لمياه الشرب **(٢٠٠ ملغرام / لتر)**.

ونلاحظ من قيم عنصر الصوديوم للعينات **بعد المعالجة في الجدول (٣) أن** قيم الصوديوم للعينات بعد المعالجة تراوحت بين **(١,٤٩٥ –١٤,٩٥ ملغرام / لتر)** وهذه القيم تقع ضمن الحدود المسموح بها للمواصفات العراقية الخاصة لمياه الشرب **(ملغرام / لتر)** وكذلك تقع ضمن الحدود المسموح بها للمواصفات العراقية الخاصة لمياه الشرب المعبأة **(ملغرام / لتر)** وكذلك تقع ضمن الحدود المسموح بها للمواصفات الخاصة بمنظمة الصحة العالمية **WHO** لمياه الشرب **(٢٠٠ ملغرام لتر)**

٣. البوتاسيوم K potassium

البوتاسيوم عنصر أساسي ويتواجد بشكل طبيعي في المياه نتيجة عمليات التجوية وتاكل السيليكا والمواد الطينية وهو أحد العناصر الغذائية الثلاث الهامة للنبات ويتواجد بنسب أقل من الصوديوم وهو مهم في غذاء الأنسان والنبات وتزداد كمية البوتاسيوم في المياه الملوثة بمياه الصرف الصحي وهو عنصر هام لنقل الأيعازات العصبية كما أنه ضروري لعمل العديد من الأنزيمات داخل الجسم .

يعد البوتاسيوم عنصرا أساسيا ويوجد بشكل طبيعي في الماء نتيجة لعوامل التجوية وتآكل المواد الطينية و السيليكا. وهو أحد العناصر الغذائية الثلاثة المهمة للنباتات ويوجد بمستويات أقل من الصوديوم و له أهمية في غذاء الإنسان والنبات

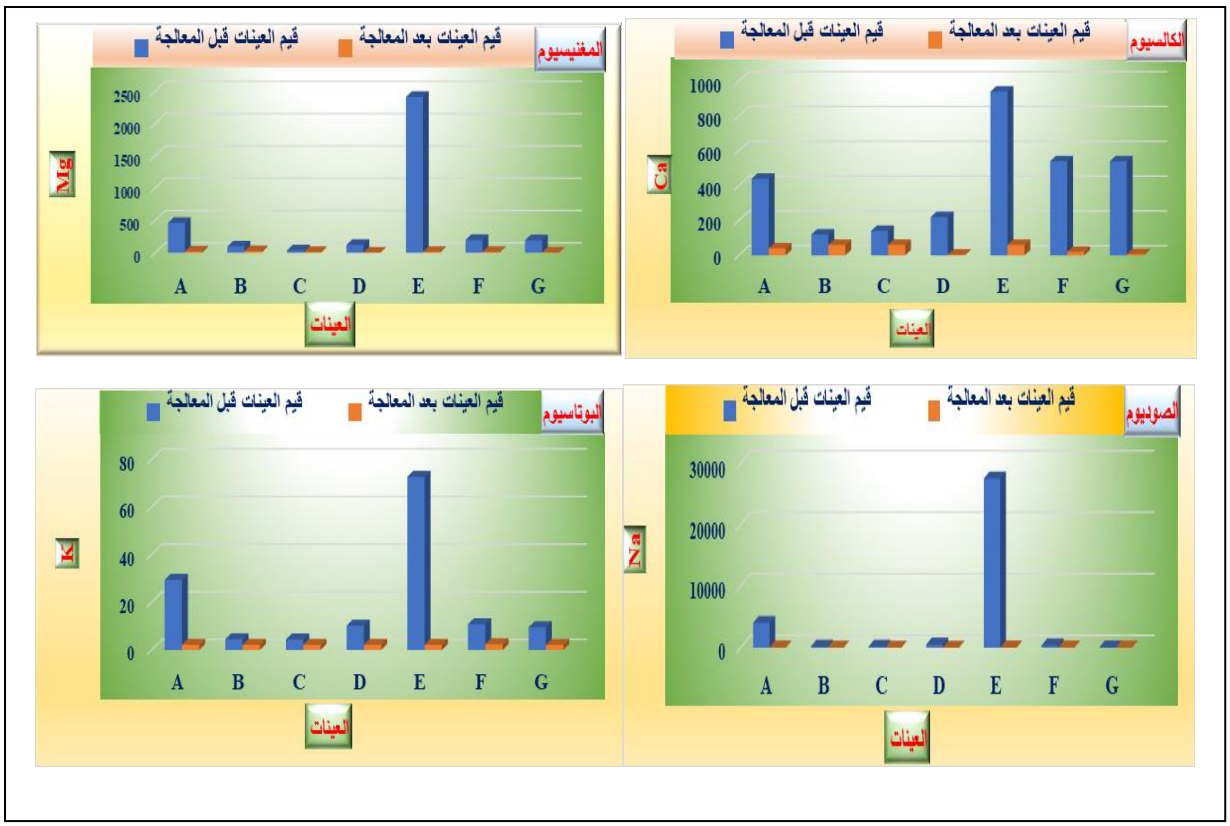
وتزداد كمية عنصر البوتاسيوم عند المياه الملوثة بمياه الصرف الصحي، وهو عنصر مهم لنقل الإشارات العصبية و هو ضروري لعمل العديد من الإنزيمات في داخل الجسم.

يبين الجدول (٣) نتائج قيم البوتاسيوم قبل وبعد المعالجة و نلاحظ من قيم البوتاسيوم للعينات **قبل المعالجة في الجدول (9)**حيث تراوحت قيم البوتاسيوم للعينات قبل المعالجة بين **(٤,٤٠٧ – ٧٢,٦٩٦ ملغرام / لتر)** حيث سجلت أعلى قراءة للكلوريد **(٧٢,٦٩٦ ملغرام / لتر)** في (هور الشويجة) في حين سجلت أوطأ قراءة للكلوريد **(٤,٤٠٧ ملغرام / لتر)** لمنطقة نهر دجلة مركز شيخ سعد وتعد العينات **B1 و C1 و G1** مطابقة للمواصفات الخاصة بمنظمة الصحة العالمية **WHO** لمياه الشرب **(١٠ ملغرام / لتر)**. ونلاحظ من قيم البوتاسيوم للعينات **بعد المعالجة في الجدول** ان القيم للبوتاسيوم للعينات بعد المعالجة تراوحت بين **(٢,١٠٦ –٢,٤١٨ ملغرام / لتر)** وهذه القيم تقع ضمن الحدود المسموح بها للمواصفات الخاصة بمنظمة الصحة العالمية **WHO** لمياه الشرب **(١٠ ملغرام/لتر)**.

٤. المغنيسيوم Mg^{++}

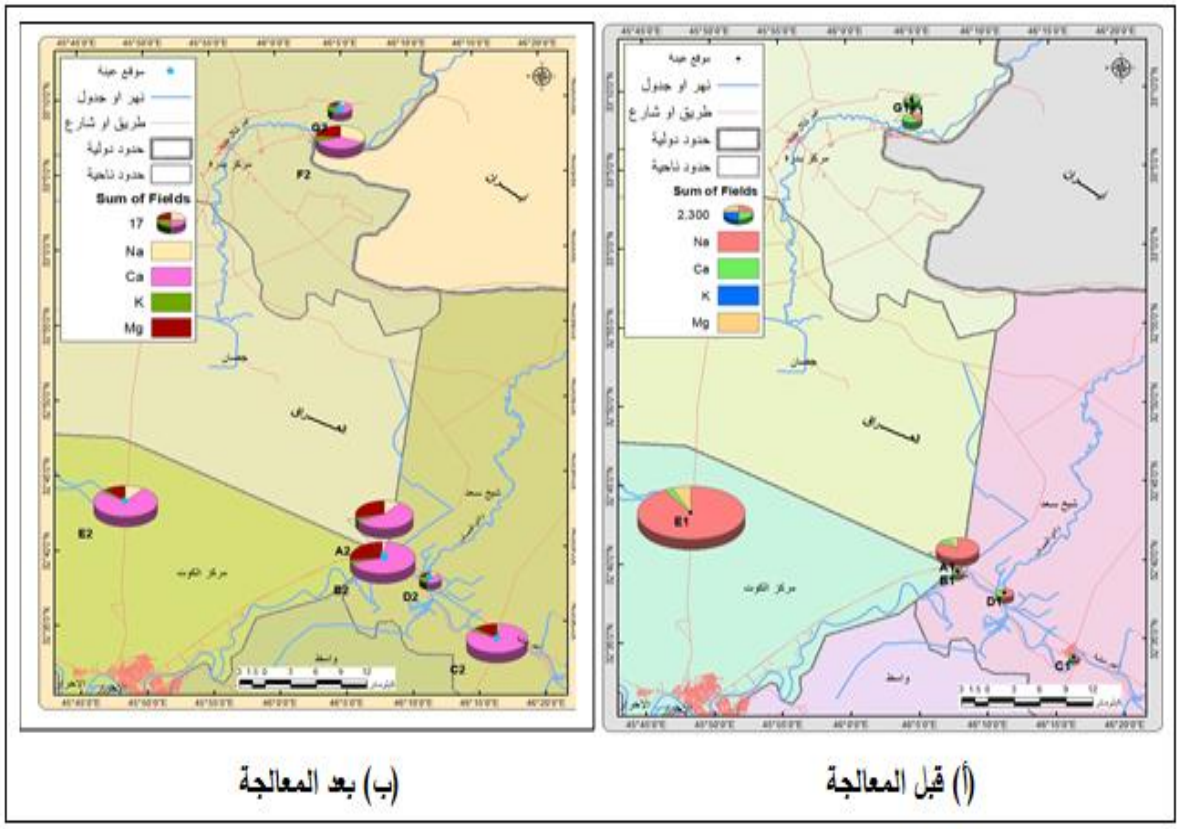
يعد المغنيسيوم هو العنصر الرئيسي بعد الكالسيوم لعسرة المياه . ويوجد المغنيسيوم في الماء بصورة طبيعية، وخاصة في مياه العيون المعدنية ومياه البحار و اذا زاد تركيزه عن المقدار (١٢٥ ملغم/لتر) فانه يؤثر على صحة الإنسان . للمغنيسيوم مهام فسيولوجية عديدة في جسم الإنسان و يعد عامل مساعد في العديد من التفاعلات الأنزيمية. تسبب تراكيز المغنيسيوم العالية طعم غير مرغوب للمياه و يؤثر في لون وعكارة المياه . .يبين الجدول (٣) نتائج قيم عنصر المغنسيوم قبل وبعد المعالجة حيث نلاحظ من قيم عنصر المغنسيوم للعينات **قبل المعالجة** في الجدول ان قيم عنصر المغنسيوم للعينات قبل المعالجة تراوحت بين (٣٦–٢٤١٢ ملغرام / لتر) حيث سجلت أعلى قراءة للمغنسيوم (٢٤١٢ ملغرام / لتر) في هور الشويجة في حين سجلت أوطأ قراءة للمغنيسيوم ٣٦ ملغرام / لتر لمنطقة (نهر دجلة / مركز شيخ سعد) وتعد معظم العينات غير مطابقة للمواصفات الخاصة بمنظمة الصحة العالمية **WHO** لمياه الشرب (١٠٠ ملغرام / لتر) في حين هنالك ثلاث عينات تطابق المواصفات العراقية الخاصة لمياه الشرب (١٥٠ ملغرام / لتر) وهي العينة B1 (نهر دجلة شيخ سعد) والعينة C1(نهر دجلة/ مركز شيخ سعد) والعينة D1 (نهر الجباب) . ونلاحظ من قيم عنصر الكالسيوم للعينات **بعد المعالجة** في الجدول ان قيم عنصر المغنيسيوم للعينات قبل المعالجة تراوحت بين (٢,٤ – ٢٤ ملغرام / لتر) وهذه القيم تقع ضمن المواصفات العراقية الخاصة لمياه الشرب لعنصر المغنيسيوم (١٥٠ ملغرام / لتر) وضمن قيم المواصفات العراقية الخاصة لمياه الشرب المعبأة لعنصر المغنيسيوم (٥٠ ملغرام / لتر) وكذلك ضمن قيم المواصفات الخاصة بمنظمة الصحة العالمية **WHO** لمياه الشرب لعنصر عنصر المغنيسيوم (٣٠ ملغرام / لتر) اي انها مطابقة للمواصفات القياسية الثلاثة المذكورة أعلاه.

يوضح شكل (٧) والخريطة رقم (٦) قيم عنصر الصوديوم و الكالسيوم و البوتاسيوم و المغنيسيوم قبل و بعد المعالجة والخريطة .



شكل (٧) مخططات بيانية لقياسات عنصر الصوديوم و الكالسيوم و البوتاسيوم و المغنيسيوم قبل وبعد المعالجة

خريطة (٦) قياسات عنصر الصوديوم و الكالسيوم و البوتاسيوم و المغنيسيوم (أ) قبل المعالجة ، (ب)بعد المعالجة



الايونات السالبة Anions

الايونات السالبة التي تم قياسها هي البيكربونات HCO_3^- و الكلوريد Cl^- و الكبريتات SO_4^-

١. البيكربونات HCO_3^-

تعد أيونات البيكربونات من المكونات الرئيسية للمياه الطبيعية. يُشتق البيكربونات من تجوية صخور الحجر الجيري المتناثرة التي قطعها النهر أثناء مجراه. تعد البيكربونات مصدرًا لقلوية المياه بالإضافة إلى الكربونات . يتأثر تركيز أيون البيكربونات بتغير قيمة دالة الأس الهيدروجيني، إذ يزداد لوغاريتم فعالية HCO_3 مرة واحدة مع زيادة دالة الأس الهيدروجيني بمقدار وحدة واحدة. .يبين **الجدول (٣)** نتائج قيم البيكربونات قبل وبعد المعالجة حيث نلاحظ من قيم ايونات البيكربونات للعينات **قبل المعالجة** في الجدول ان قيم ايونات البيكربونات للعينات قبل المعالجة تراوحت بين **(٤٩ – ٧٨,٤ ملغرام / لتر)** حيث سجلت أعلى قراءة البيكربونات **(٧٨,٤ ملغرام / لتر)** في (نهر دجلة / شيخ سعد) و (نهر دجلة مركز شيخ سعد) في حين سجلت أوطأ قراءة للبيكربونات ٤٩ ملغرام / لتر لمنطقة (نهر الجباب و هور الشويجة و عين الجبل/ كاني ساخت) وتعد العينات مطابقة للمواصفات الخاصة بمنظمة الصحة العالمية **WHO** لمياه الشرب **(٢٠٠ ملغرام / لتر)** . ونلاحظ من قيم ايونات الكربون للعينات **بعد المعالجة** في الجدول ان قيم البيكربونات للعينات بعد المعالجة تراوحت بين **(٢,٩٤– ٩,٨) ملغرام / لتر** وهذه القيم تقع ضمن الحدود المسموح بها للمواصفات العراقية الخاصة لمياه الشرب **(٢٠٠ ملغرام / لتر)** وكذلك تقع ضمن الحدود المسموح بها للمواصفات الخاصة بمنظمة الصحة العالمية **WHO** لمياه الشرب **(٢٠٠ ملغرام / لتر)**.

٦ –الكلوريد Cl

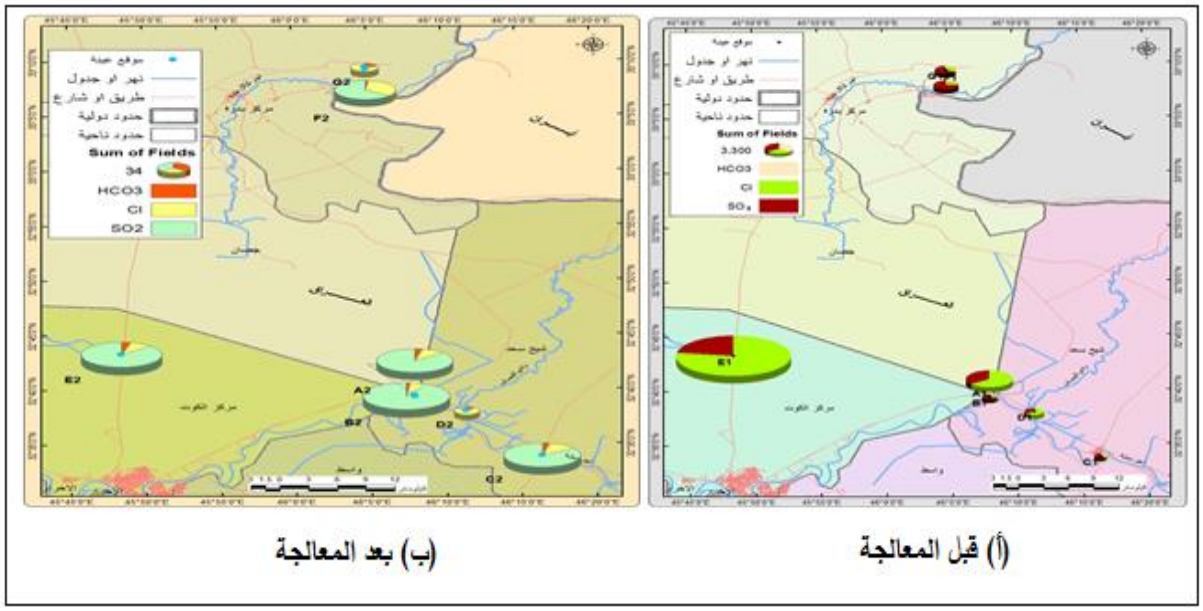
يعد أيون الكلوريد من أكثر العناصر انتشارا في الطبيعة، وهو الايون السالب لملح كلوريد الصوديوم **NaCl** و ينتشر تقريبا في أغلب صخور القشرة الأرضية، وتعد المياه الخاصة بالبحار وكذلك المحيطات مخزون هائل لهذه الاملاح ، ويكون لمعظم مركبات الكلوريد القابلية الكبيرة للذوبان في الماء، مما يؤدي ذلك إلى انتشارها الواسع في المياه السطحية والجوفية . تواجد الكلوريد في مياه الشرب يعد مؤشرا على الملوحة لأنه لديه الارتباط مع الصوديوم **Na** والبوتاسيوم **K** ، و يعطي زيادة الكلوريد في المياه طعما غير مستساغ، كما ويؤدي إل ارتفاع ضغط الدم. كما ويؤثر على وظائف الكلى مما قد يتسبب بالإصابة بمرض الفشل الكلوي. يبين **الجدول (٣)** نتائج قيم الكلوريد قبل وبعد المعالجة نلاحظ من قيم الكلوريد للعينات **قبل المعالجة** في الجدول ان قيم للكلوريد للعينات قبل المعالجة تراوحت بين **(١٧٧,٥ – ٤١٩٧٨,٨ ملغرام / لتر)** حيث سجلت أعلى قراءة للكلوريد **(٤١٩٧٨,٨ ملغرام / لتر)** في (هور الشويجة) في حين سجلت أوطأ قراءة للكلوريد **(١٧٧,٥ ملغرام / لتر)** لمنطقة (نهر دجلة شيخ سعد) وتعد العينات B1 و C1 و F1 و G1 مطابقة للمواصفات العراقية الخاصة بمياه الشرب **(٦٠٠ ملغرام / لتر)** بينما العينتان B1 و C1 مطابقة للمواصفات الخاصة بمنظمة الصحة العالمية **WHO** لمياه الشرب **(٢٥٠ ملغرام / لتر)**. ونلاحظ من قيم الكلوريد للعينات **بعد المعالجة** في الجدول ان قيم الكلوريد للعينات بعد المعالجة تراوحت بين **(١٤,٢– ٣٥,٥ ملغرام / لتر)** وهذه القيم تقع ضمن الحدود المسموح بها للمواصفات العراقية الخاصة لمياه الشرب **(٦٠٠ ملغرام / لتر)** وكذلك تقع ضمن الحدود المسموح بها للمواصفات العراقية الخاصة لمياه الشرب المعبأة **(٢٥٠ ملغرام / لتر)** وكذلك تقع ضمن الحدود المسموح بها للمواصفات الخاصة بمنظمة الصحة العالمية **WHO** لمياه الشرب **(٢٥٠ ملغرام / لتر)**.

٩ – الكبريتات SO_4

تعد محاليل معادن الكبريتات هي مصدر رئيسي لأيونات الكبريتات في المياه و تتواجد في الصخور الرسوبية . ان وجود الكبريتات بتراكيز عالية وكذلك على شكل كبريتات الصوديوم و كبريتات المغنيسيوم يسبب الكثير من الأمراض وتسبب الكبريتات كذلك عسرة المياه مع الكالسيوم والمغنسيوم واذا ارتفع تركيزها فوق **(٥٠٠ ملغم / لتر)** سوف يسبب المذاق المر للمياه ..يبين **الجدول (٣)** نتائج قيم الكبريتات قبل وبعد المعالجة و نلاحظ من قيم الكبريتات للعينات **قبل المعالجة** في الجدول ان قيم الكبريتات للعينات قبل المعالجة تراوحت بين **(465.168 – 12576.67 ملغرام / لتر)** حيث سجلت أعلى قراءة للكبريتات **(١٢٥٧٦,٦٧ ملغرام / لتر)** في (هور الشويجة) في حين سجلت أوطأ قراءة للكبريتات **(٤٦٥,١٦٨ ملغرام / لتر)** لمنطقة (نهر دجلة / مركز شيخ سعد) و التي تعد هي فقط مطابقة للمواصفات الخاصة بمنظمة الصحة العالمية **WHO** لمياه الشرب **(٥٠٠ ملغرام / لتر)** بينما بقية العينات لا تعد مطابقة للمواصفات الخاصة بمنظمة الصحة العالمية **WHO** لمياه الشرب وان جميع العينات غير مطابقة للمواصفات العراقية لمياه الشرب **(٤٠٠ ملغرام / لتر)** . ونلاحظ من قيم الكبريتات للعينات **بعد المعالجة** في الجدول انها تراوحت بعد المعالجة بين **(٠,٩١٢ – ٢١٨,٤ ملغرام / لتر)** وهذه القيم تقع ضمن الحدود المسموح بها للمواصفات العراقية الخاصة لمياه الشرب **(٤٠٠ ملغرام / لتر)** وكذلك تقع ضمن الحدود المسموح بها للمواصفات العراقية الخاصة لمياه الشرب المعبأة **(٢٥٠ ملغرام / لتر)** وكذلك تقع ضمن الحدود المسموح بها للمواصفات الخاصة بمنظمة الصحة العالمية **WHO**لمياه الشرب **(٥٠٠ ملغرام / لتر)** . يوضح شكل (٨) وخريطة (٧) قياسات عنصر ايونات البيكربونات و الكلوريد والكبريتات قبل المعالجة و بعد المعالجة.

شكل (٨) مخططات بيانية لقياسات عنصر ايونات البيكربونات و الكلورايد والكبريتات

خريطة (٧) قياسات عنصر ايونات البيكربونات و الكلورايد والكبريتات ،(أ) قبل المعالجة ،(ب) بعد المعالجة

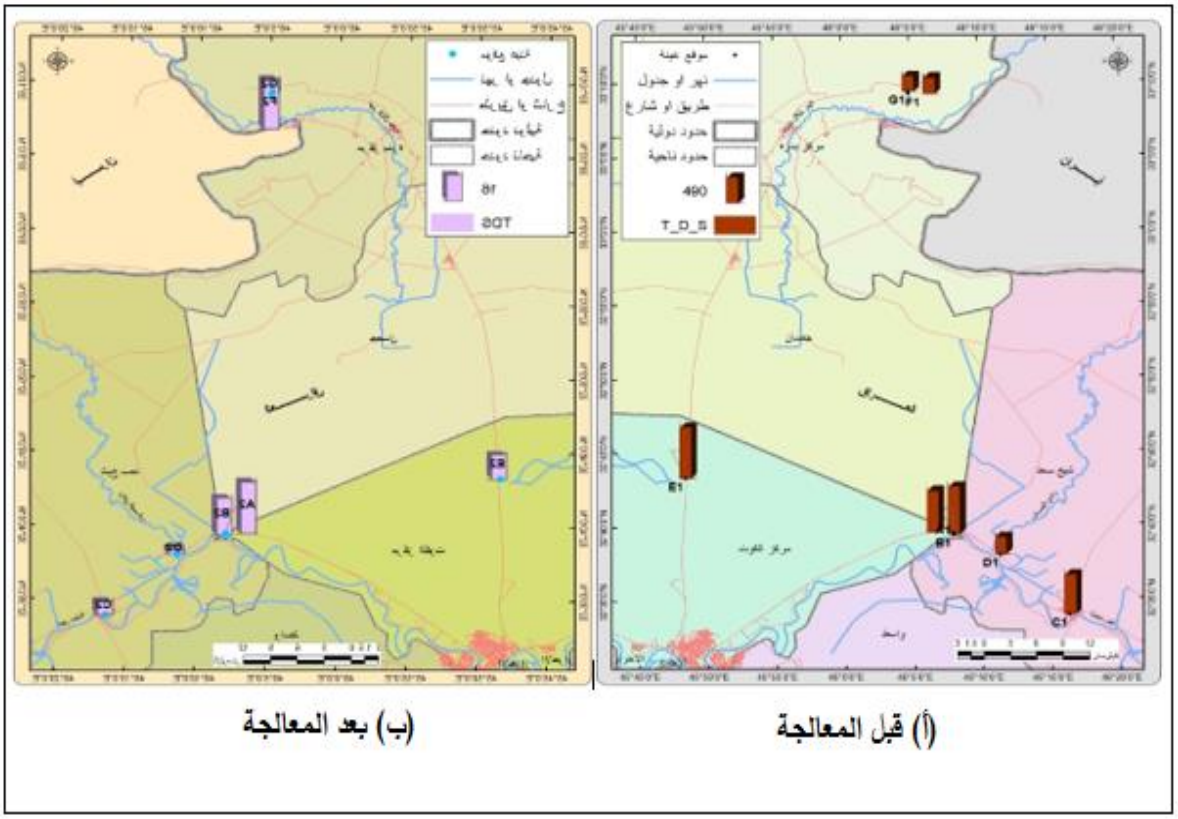


١٠ –المواد الصلبة الذائبة الكلية Total Dissolved Solids T.D.S

يوجد ترابط مباشر بين ملوحة المياه و المواد الصلبة الذائبة الكلية (Solids Total Dissolved TDS) حيث تعد مؤشرا لذوبان الاملاح في المياه و تمتلك هذه الاملاح القدرة على التوصيلية الكهربائية ويكون مصدر المواد الصلبة الذائبة الكلية في المياه أما مصادر طبيعية مثل مياه الأمطار الهاطلة فوق مناطق صخرية تكون غنية بالملاح أو من مصادر غير طبيعية مثل تصريف الأراضي الزراعية. يبين **الجدول (٣)** نتائج قيم **T.D.S** قبل وبعد المعالجة حيث نلاحظ من قيم **T.D.S** للعينات **قبل المعالجة** في الجدول ان قيم **T.D.S** للعينات قبل المعالجة تراوحت بين **(٢٩٥ ٩٨٣ ملغرام / لتر)** حيث سجلت أعلى قراءة **(٩٨٣ ملغرام / لتر)** في (هور الشويجة) في حين سجلت أوطأ قراءة كانت **(٢٩٥ ملغرام / لتر)** لمنطقة (عين الجبل / مركز الجبل) وجميع العينات مطابقة للمواصفات العراقية الخاصة لمياه الشرب **(١٠٠٠ ملغرام / لتر)** بينما تكون العينات **G1 و F1 و D1** مطابقة للمواصفات الخاصة بمنظمة الصحة العالمية **WHO** لمياه الشرب **(٥٠٠ ملغرام / لتر)** بينما بقية العينات لا تعد مطابقة لهذه المواصفات. ونلاحظ من قيم **T.D.S** للعينات **بعد المعالجة** في الجدول ان قيم **T.D.S** للعينات بعد المعالجة تراوحت بين **(٤ – ٣٢ ملغرام / لتر)** وهذه القيم تقع ضمن الحدود المسموح بها للمواصفات العراقية الخاصة لمياه الشرب **(١٠٠٠ ملغرام / لتر)** وكذلك تقع ضمن الحدود المسموح بها للمواصفات العراقية الخاصة لمياه الشرب المعبأة **(٣٠٠٠ ملغرام / لتر)** وكذلك تقع ضمن الحدود المسموح بها للمواصفات الخاصة بمنظمة الصحة العالمية WHO لمياه الشرب **(٥٠٠ ملغرام / لتر)**. يوضح شكل (٩) وخريطة (٨) قيم T.D.S قبل المعالجة و بعد المعالجة.

شكل (٩) مخطط بياتي لقيم T.D.S قبل و بعد المعالجة

خريطة (٨) قيم T.D.S ، (أ) قبل المعالجة ، (ب) بعد المعالجة



١١- الكربونات CO_2

مصدرها الحجر الجيري و الدولوميت ويكون تركيز الكربونات في المياه الطبيعية أقل من **(١٠ مليجرام / لتر)** وفي المياه عالية الصودية يصل التركيز إلى أكثر من **(٥٠ مليجرام / لتر)**. يتضح من جدول النتائج ان جميع العينات خالية من الكربونات. وتعد هذه صفة مميزة للمياه في المسطحات المائية في العراق (مويل،٢٠١٠).

الاستنتاجات

١. أبدت المنظومة المصممة نتائج دقيقة في تنقية المياه
٢. النتائج تشير الى ان خصائص المياه المعالجة تصل الى معايير المياه المقطرة
٣. المياه المستحصلة تتطابق مع المعايير العالمية والعراقية والمياه المعبأة
٤. يمكن استخدام المياه المعالجة في الشرب والري والصناعات الخاصة بالمياه المقطرة وحسب مسامات الفلتر النانوي وكذلك شدة المجال المغناطيسي .
٥. التأثير المشترك للفلتر النانوي والمجالات المغناطيسية هو الذي اعطى النتائج المميزة في تنقية المياه

التوصيات

١. اجراء دراسة مشابهة بنفس المنظومة لتنقية المياه الجوفية في محافظة واسط .
٢. تطوير المنظومة المصممة بإضافة فلاتر إضافية ومجالات مغناطيسية أكبر وأجراء دراسة تخص أهم العوامل التي تؤدي الى تنقية أفضل للمياه وحسب المعايير العراقية و معايير الصحة العالمية.
٣. أجراء دراسات وبحوث للتقنيات الحديثة في معالجة المياه مثل تقنية الأنابيب النانوية الصوتية و تقنية تنقية المياه الضوئية و تقنية الترشيح المتغير التلقائي (AVF) وغيرها من التقنيات الحديثة .

المصادر العربية

١. الحلفي ، أسعد رحمان سعد (٢٠١١) ،الماء الممغنط وتأثيره على الأغذية صحة المستهلك. نشرة علمية كلية الزراعة جامعة البصرة .

٢. الرفاعي، فؤاد نمر(٢٠١٦) ، مفاهيم اساسية في تقنية النانو، كلية العلوم ،جامعة ذي قار، (كتاب الكتروني).

٣. الساعدي ، حسين كريم حمد (٢٠١٥)، تقييم جغرافي لصلاحية مياه الشرب في مدينة الحي، لارك للفلسفة واللسانيات والعلوم الاجتماعية، العدد السابع عشر، السنة السابعة، جامعة واسط ، العراق.

٤. الصميدعي ،بثينة محمد حمود (٢٠١٢) تأثير مغنطة البذور ومياه الري على تحمل نبات الذرة الصفراء Zea mays L للجفاف ، رسالة ماجستير ، جامعة ديالى، العراق .

٥. الطالب ، أنمار عبد العزيز و السنجاري ، زياد أيوب (٢٠٠٩) ، تأثير الماء الممغنط على تناسق الارواء للري بالرش ، مجلة هندسة الرافدين ، المجلد ١٧ ، العدد ١ ،جامعة الموصل ، العراق .

٦. الموصلي ، مظفر احمد (٢٠١٩)، الماء الممغنط ، كتاب الكتروني ، العراق .

٧. النصراوي، وفاء صادق والسلمان، أبراهيم مهدي (٢٠١٤). تقييم كفاءة محطتي تنقية مياه الشرب ضمن مدينة كربلاء – العراق، المؤتمر العلمي الثاني، ، جامعة كربلاء،العراق.

٨. دليل المتدرب (٢٠١٥) ، البرنامج التدريبي لمهندس تشغيل مياه أساسيات تشغيل محطات مياه الشرب، برنامج المسار الوظيفي للعاملين بقطاع مياه الشرب والصرف الصحي، الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي قطاع تنمية الموارد البشرية، الادارة العامة لتخطيط المسار الوظيفي، مصر.

٩. دليل المتدرب (٢٠١٥) البرنامج التدريبي لكيميائي مياه تكنولوجيا تنقية المياه، برنامج المسار الوظيفي للعاملين بقطاع مياه الشرب والصرف الصحي، الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي قطاع تنمية الموارد البشرية، الادارة العامة لتخطيط المسار الوظيفي، مصر.

١٠. طواهر فاطمة ، و طواهر صبرينة (٢٠٢٢) ، مراجعة الأدب العلمي حول تحضير وتشخيص وتوصيف المواد النانوية العضوية المبنية على المركبات المعدنية، ماستر أكاديمي، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، الجزائر .

١١. عبد الرزاق، هالة عبد الحافظ (٢٠١٧)، التحري عن نوعية مياه الشرب للدور السكنية في منطقة حي المستنصرية/بغداد بدلالة البكتريا المخاطية خلال أشهر الصيف لسنة ٢٠١٦، مجلة المستنصرية للعلوم، المجلد (١) ٢٨.

١٢. غرايبة ، خليف مصطفى (٢٠١٠)، التلوث البيئي: مفهومه وأشكاله وكيفية التقليل من خطورته، مجلة الدراسات البيئية ،المجلد الثالث، الأردن.

١٣. القريشي ، ماجد راضي حسين و الموسوي ، حسين عذاب خليف (٢٠٢٠) ، التحليل المكاني لانحدارات سطح الارض شرق محافظة واسط ، مجلة واسط للعلوم الإنسانية ، المجلد (١٦) .

١٤. كامل ، عبد المنعم (٢٠٠٧) ، النانو تكنلوجي، كلية الصيدلة، جامعة القاهرة، ،(كتاب الكتروني) .

١٥. محمد ، مرفت رشاد أحمد، وعلي، أيمن جابر حسونه (٢٠١٨) ، التطبيقات البيئية الخضراء لتكنولوجيا النانو فى المستقبل ، المجلة الدولية للبحث العلمي و التنمية المستدامة ، المجلد ١، العدد ١ ، مصر.

١٦. مديرية زراعة واسط ، قسم الأراضي ، جداول بمساحات الوحدات الإدارية في محافظة واسط سنة ٢٠٠٢، واسط ، ٢٠٠٤ ، (بيانات غير منشورة) .

١٧. مويل، محمد سالم (٢٠١٠)، تقييم نوعية مياه الجزء الشمالي من شط العرب باستخدام دليل نوعية المياه (النموذج الكندي)،رسالة ماجستير ، جامعة البصرة ، العراق.

١٨. وزارة التخطيط ، الجهاز المركزي للإحصاء، المجموعة الإحصائية لعام ٢٠٠٢، بغداد، ٢٠٠٤، ص٤.

المصادر الانكليزية

1. Al-Alawy , Ahmed Faiq and Miqat Hasan Salih (2017) , Comparative Study between Nanofiltration and Reverse Osmosis Membranes or the Removal of Heavy Metals from Electroplating Wastewater , Journal of Engineering ,No 4 ,Volume 23.

المواقع الالكترونية

1. https://mawdoo3.io/article/70576 _معايير_الماء_الصالح_للشرب