ISSN: 1812-0512 (Print) 2790-346X (online)

Wasit Journal For Human Sciences

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

1- Assistant Lecturer Ameena Hashim Abduljaleel *
2- Asst. Prof. Dr. Istabraq Kazem Shabout

1&2 Wasit University / College of Education for Human Sciences/ Department of Geography

---

*** Corresponding Author**
Email:
ameena@uowasit.edu.iq
ishabboot@uowasit.edu.iq

Keywords:
nanotechnology, water purification, magnetized water, surface water:..

Article history:
Received: 21 April., 2024
Accepted: 10 July., 2024
Available online: 30 Aug. 2024

CC BY

Designing a Research System that Includes Nanofilters and Magnetic Fields to Purify the Surface Water of the Crescent Lake in Numaniyah and the Dujaila River in Wasit Province

A B S T R A C T

A research system was designed to purify water using nanofilters and magnetic fields. Samples were brought from the Crescent Lake in the city of Numaniyah and from the Dujaila River. The qualitative characteristics of the water were measured, such as pH, electrical conductivity, and dissolved salts such as sodium and magnesium before and after treatment. The results showed significant purification of impurities, salts, and plankton.

The results were compared with the Iraqi standards for drinking water, the Iraqi standards for bottled water, as well as the World Health Organization WHO standards. The results showed that this water treated with the system designed conforms to all the aforementioned standards and is of very high purity.

DOI: https://doi.org/10.31185/wjfh.Vol20.Iss3.585

تصميم منظومة بحثية تتضمن الفلاتر النانوية والمجالات المغناطيسية لتنقية المياه السطحية للبحيرة الهلالية في النعمانية ونهر الدجيلة في محافظة واسط

م.م. امينة هاشم عبد الجليل أ.م.د. استبرق كاظم شبوط
جامعة واسط - كلية التربية للعلوم الإنسانية - قسم الجغرافية جامعة

الخلاصة

صممت منظومة بحثية وذلك لتنقية المياه باستخدام الفلاتر النانوية والمجالات المغناطيسية، وجلبت العينات من البحيرة الهلالية في مدينة النعمانية ومن نهر الدجيلة، و قيست الخصائص النوعية للمياه مثل الرقم الهيدروجيني والتوصيلية الكهربائية والأملاح الذائبة مثل الصوديوم والمغنيسيوم قبل المعالجة و بعد المعالجة ، وأظهرت النتائج تنقية كبيرة للشوائب والأملاح والعوالق، وقورنت النتائج مع المعايير العراقية لمياه الشرب والمعايير العراقية للمياه المعبأة وكذلك معايير الصحة العالمية WHO و بينت النتائج أن هذه المياه المعالجة بالمنظومة المصممة تتفق مع جميع المعايير المذكورة وبنقاوة عالية جدا .

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

المقدمة

أولت الأبحاث والدراسات أهمية كبيرة للمياه وطبيعتها وخصائصها، وذلك لأهمية الماء باعتباره مادة هبة الطبيعة وخصوصيتها للإنسان والحيوان والنبات. فهو سبب للبقاء ومعنى واضح للحياة. الماء ركيزة أساسية للحياة، وأساس الوجود، وداعم لجميع جوانب البقاء. تشكل المياه العذبة نسبة ضئيلة جداً لا تتجاوز ٢% من إجمالي كمية المياه الموجودة على الأرض، والتي تغطي 71% من مساحة الأرض. وتأتي هذه الأهمية بشكل أساسي فيما يتعلق بالإنسان وحياته؛ لأنه مصدر لمياه الشرب بالنسبة له. يشكل الماء نسبة كبيرة من محتوى المادة الحية للخلية في جميع الكائنات الحية من نبات وحيوان، وهو وسط للتفاعلات الحيوية التي لا تتم إلا عن طريق التحلل. فضلا عن أنها تحتوي على العديد من العناصر والأملاح التي تساعد الجسم على البقاء واستمرار الحياة. الأبحاث

المنشورة تؤكد التقارير الأخيرة ارتفاع نسبة الأمراض التي تنتقل عن طريق مياه الشرب وكثرة الوفيات الناجمة عنها، فضلا عن أن ٧١% من سكان العالم ما زالوا يعانون من المياه غير الصحية والملوثة (الحمداني وفضل، ٢٠١٥).

يعد هذا البحث من الأبحاث الرائدة في تنقية المياه السطحية بتصميم منظومة بحثية للتنقية تتضمن الفلاتر النانوية والمجالات المغناطيسية.

مشكلة البحث:

١. هل يمكن استخدام التقنيات الحديثة لتنقية المياه ؟

٢. هل يمكن استخدام الفلاتر النانوية والمجالات المغناطيسية في تنقية المياه السطحية ؟

فرضية البحث:

١. من الممكن استخدام التقنيات الحديثة في تنقية المياه

٢. من الممكن استخدام تقنية النانو والمجالات المغناطيسية في تنقية المياه السطحية

الهدف من البحث:

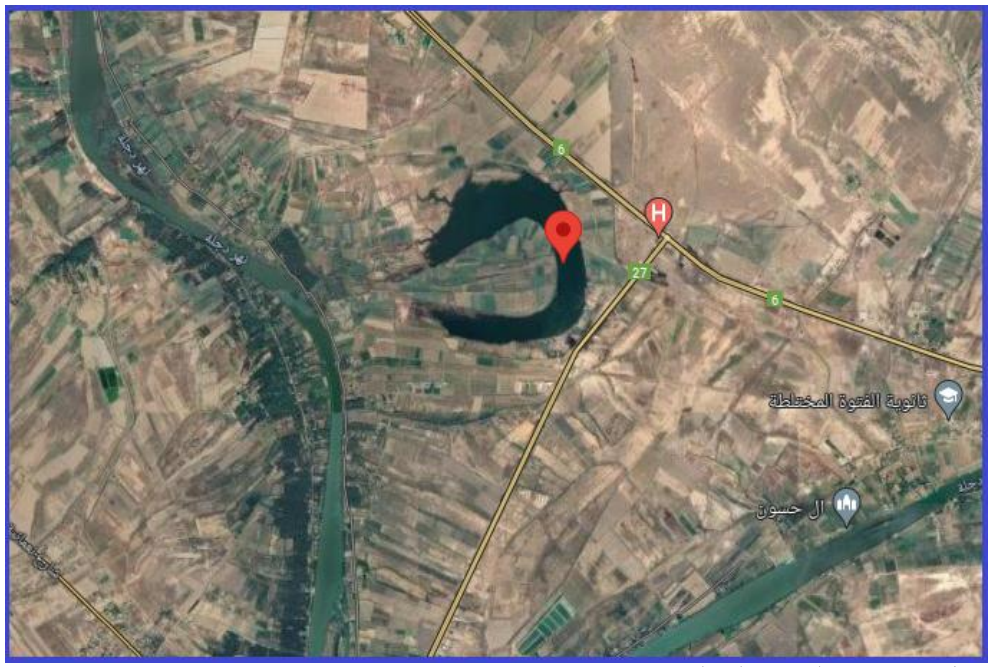
١. تصميم منظومة بحثية تحتوي على فلاتر نانوية بخصائص فيزيائية وكيميائية لتنقية المياه السطحية والقضاء على الملوثات المائية والبكتيرية .

٢. وضع المغانط في المنظومة البحثية المصممة لمعرفة تأثير المجالات المغناطيسية على عينات المياه التي يتم جلبها من المياه السطحية في محافظة واسط لغرض تنقيتها.

الحدود المكانية:

موقع محافظة واسط يكون بين دائرتي عرض (´´15 ´54 °31 – ´30 °33) شمالا و خطي الطول (´´50 ´31 °44 – ´´51 ´34 °46) شرقا . تقع محافظة واسط في القسم الجنوبي الشرقي من وسط العراق ، يحدها من جهة الشرق إيران ، تحد محافظة واسط من الشمال محافظة ديالى ومن الجنوب محافظتا ميسان وذي قار، ومن الغرب محافظتا بابل والقادسية .(عودة ، ٢٠١٧)

الحدود الزمنية : سنوات إجراء البحث هي (٢٠٢٢ ، ٢٠٢٣).



شكل (١) موقع البحيرة الهلالية (موقع خرائط Google بتاريخ ٢٠٢٤/٤/٢)

شكل(٢) موقع عينة نهر الدجيلة (موقع خرائط Google بتاريخ ٢٠٢٤/٤/٢)

تلوث المياه السطحية في العراق

يعرف التلوث المائي من المنظور العلمي بأنه إحداث خلل وتلف لنوعية المياه والنظام الأيكولوجي حيث تصبح المياه غير صالحة لاستخداماتها الأساسية (زامل ، ٢٠١٧) تواجه مصادر العراق المائية الكثير من التحديات الجدية، حيث تكون نسبة المياه المعالجة بحدود ٢٠% من المياه الملوثة التي يتم تصريفها إلى الأنهار. إن كثرة مياه أنابيب الصرف الصحي الثقيلة التي تصب في نهري دجلة والفرات، وكذلك في روافدهما في أغلب المحافظات العراقية يتسبب ذلك بتلوث بيئي كبير (الدباغ ،٢٠٢٢)، تعد مشكلة التلوث للمياه العراقية من أكبر المشكلات التي ظهرت وأخذت بالتزايد، مما استدعى المعنيين إلى إيجاد السبل الكفيلة بمكافحتها والتقليل من آثارها الكارثية، إذ إن شواطئ الأنهار والبحيرات هي التي تجتذب إليها المجتمعات البشرية الأساسية، وتقع أغلب القرى والمدن في العراق غالبا على حافات الأنهار والبحيرات، فكما كان النهر من أهم المصادر لكل متطلبات الناس من المياه بالمقابل كانت هذه التجمعات السكانية مصدرا كبيرا لتلوث هذه الأنهار والبحيرات بسبب المخلفات والفضلات التي تلقى إلى هذه الأنهار وإن نوعية المياه لأنهار العراق تعتمد على ما يلي (البطاط، ٢٠٠٩):

١. تختلف مصادر المياه العراقية لتراكيز الأملاح والتي تعد مقبولة بصورة عامة، ولكن هذه التراكيز بدأت بالارتفاع ولاسيما مياه نهر الفرات بسبب أن دول الجوار قامت بإنشاء المشاريع الضخمة للسدود على نهري دجلة والفرات.

٢. المخلفات وبأنواعها سواء كانت أو بشرية أو صناعية أو زراعية والتي تصب إلى الأنهار والمعالجات الخاصة بها إن وجدت.

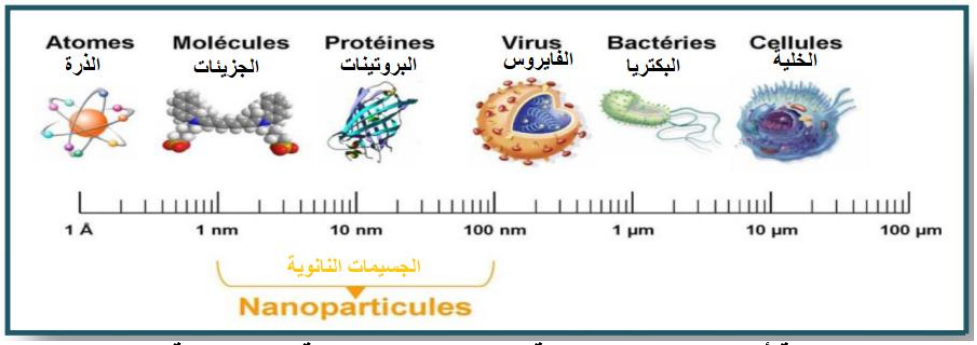
٣. سقوط الأمطار وبقية العوامل المناخية المؤثرة وارتباط ذلك بتحسن نوعية المياه الخاصة بالأنهار من عدمه.

٤. التشريعات البيئية العراقية الخاصة بالمحافظة على بيئية الأنهار العراقية وبقية المياه السطحية بسبب التلوث المستمر لهذه الأنهار .

تقنية النانو Nanotechnology

جاءت كلمة النانو من الشيء الصغير جدا أو الأشياء المتناهية في الصغر ، وفي لغة الأرقام فإن مقدار النانو 10^{-9} m و في مجال العلوم فإن النانو يمثل جزءاً من المليار من المتر (كامل ، ٢٠١٢). مصطلح علم النانو Nanoscience يمثل في المستوى الجزيئي والذري ذات المقياس من 1−100 نانو متر ، ودراسة خصائص المواد النانوية (الرفاعي، ٢٠١٦). أما تقنية النانو فهي

التقنية التي تشمل الأبحاث والتقنية على المستوى الذري والجزيئي ذات الأبعاد ١-١٠٠ نانومتر والتي يعرف مقياسها بمقياس النانو (محمد وعلي، ٢٠١٨) يمثل الشكل(٣) الأبعاد النانوية مقارنة بالأبعاد الخاصة بالتراكيب الكيميائية والبيولوجية.



شكل(٣) مقارنة أبعاد الجسيمات النانوية مع التراكيب الكيميائية والبيولوجية (تي سهام و ممادي نرجس،٢٠١٩)

تقنية النانو في تنقية المياه

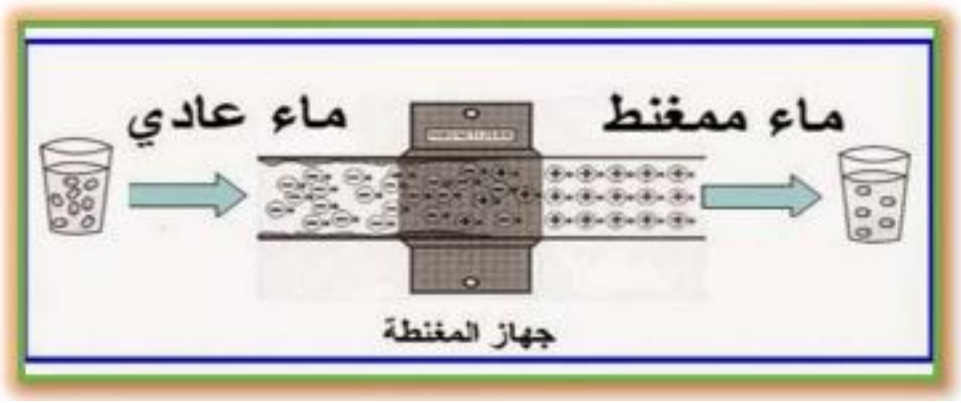
يعد الفلتر النانوي أو الترشيح النانوي Nanofiltration هي عملية ترشيح غشائي membrane filtrationوتعد عملية حديثة نسبياً تستخدم لتنقية المياه السطحية وكذلك المياه الجوفية groundwater لفصل وإزالة الأيونات متعددة التكافؤ مثل العناصر الثقيلة مثل الحديد والكادميوم و المنغنيز من هذه المياه ، وإزالة المواد العالقة منها ولاسيما للمنتجات العضوية الطبيعية وكذلك المواد العضوية الاصطناعية . تكون مسامات الأغشية النانوية بحدود ٢ نانومتر. تكون ضغوط طريقة التناضح العكسي عالية تصل إلى ٦٠ ضغط جوي بينما طريقة الفلاتر النانوية تتم عند ضغوط صغيرة.

الماء الممغنط Magnetized water

الماء الممغنط هو الماء الذي يمرر من خلال مجال مغناطيسي باستخدام الأنابيب المغناطيسية، ويكون عملها مغنطة هذا الماء، ويمكن وضع مغناطيس داخل الماء أو قريبا منه ولمدة معينة من الزمن، وبعد ذلك يتم الحصول على الماء الممغنط (الموصلي، ٢٠١٩) (الحلفي، ٢٠١١). إن هدف عملية المغنطة هو إعادة التنظيم لشحنات الماء بشكل صحيح حيث يكون شكل الشحنات في الماء العادي بصورة عشوائيا، ويمكن تسليط مجال مغناطيسي ذي شدة مختلفة لمغنطة الماء ولمدة زمنية معينة، وكذلك عن طريق استخدام الأقطاب المغناطيسية الطبيعية أو المصنعة أو بواسطة

المجالات المغناطيسية المتولدة من تيارات كهربائية. عندما يتم تسليط مجال مغناطيسي بشكل خطوط موازية للأنبوب الذي يحوي المياه فإن جزيئات الماء سوف تتأثر بالمجال المغناطيسي، وعندها سوف يزداد عدد وترتيب الجزيئات المتبلورة (شكل(٤)) ومن ثم تزداد حركة الأملاح، الذي يسبب تكسير الروابط الهيدروجينية الموجودة بين جزيئات الماء وجعل هذه الأملاح أكثر قدرة على الذوبان (الطالب والسنجري، ٢٠٠٩) ، والتغير لخصائص المياه يحول هذه المياه التي تستخدم في الزراعة، وكذلك في الشرب من الماء العسر إلى ما يسمى بالماء اليسر (الصميدعي، ٢٠١٢).

-



الشكل (٤) الماء الممغنط

تصميم المنظومة

صممت المنظومة البحثية ذات أربعة مراحل (شكل(٥)) وهي:

المرحلة الاولى: مرشح إزالة الرواسب والأطيان وكذلك العوالق قطر المرشح ٥ مايكرون.

المرحلة الثانية: مرشح الكاربون الفعال GAC ويستخدم لإزالة الكلور وكذلك المواد الناتجة من التفاعلات الكيميائية بين الكلور والماء.

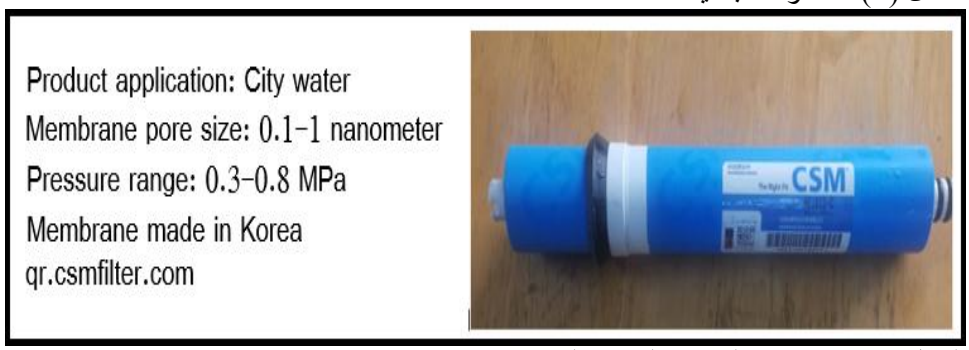
المرحلة الثالثة: مرشح الكاربون الصلب CTO ويستخدم لعزل الكلورين وكذلك بقايا الكلور الموجود في المياه وأيضا امتصاص المركبات العضوية والمواد البيولوجية الموجودة في المياه.

المرحلة الرابعة: الفلتر النانوي Nanofiltration وموقع الفلتر هو الأخير في هذه المنظومة وخصائص المرشح النانوي الذي تم استخدامه موضحة في الشكل (٦) .

المغناطيس : تم استخدام اثنين من المغانط وتكون شدة المجال المغناطيسي لكل مغناطيس بحدود (١٠٠) كاوس

وتعد هذه المنظومة البحثية هي المنظومة الأولى التي يتم تصميمها في أقسام الجغرافية في عموم الجامعات العراقية التي تتضمن مرشح نانوي لتنقية المياه.

الشكل (٥) المنظومة البحثية المصممة



الشكل (٦) مواصفات المرشح النانوي المستخدم

النتائج والمناقشة

عينات منطقتي (البحيرة الهلالية / النعمانية ونهر الدجيلة)

جدول (١) رمز العينات لمناطق الدراسة

ت	اسم المنطقة	رمز العينة قبل المعالجة	رمز العينة بعد المعالجة
١	البحيرة الهلالية / النعمانية	N1	N2
٢	نهر الدجيلة	O1	O2

جدول (٢) الإحداثيات

ت	اسم المنطقة	الاحداثيات		رمز العينة قبل المعالجة	رمز العينة بعد المعالجة
١	البحيرة الهلالية / النعمانية	32°36'45.1"N	32.612500000000004	N1	N2
		45°26'35.8"E	45.44305555555555		
2	نهر الدجيلة	32°28'42.2"N	٣٢,٤٧٨٣٣٣٣٣٣٣٣٣	O1	O2
		45°52'32.9"E	٤٥,٨٧٥٥٥٥٥٥٥٥٥٦		

الجدول (٣) نتائج العينات قبل المعالجة وبعدها

الكمية المقاسة	Ca ملغم /لتر	Mg ملغم /لتر	Na ملغم /لتر	K ملغم /لتر	Clملغم /لتر	SO_4 ملغم /لتر	T.D.S ملغم /لتر	T.H ملغم /لتر	E.C (µS/cm)	Turbidity (NTU)
البحيرة الهلالية قبل المعالجة N1	٨٠٠	٦٧١	٩٢٥	41.3	11250	3664	650	4750	12540	7.3
البحيرة الهلالية بعد المعالجةN2	٦	٣	٧	0.2	8	24	24	27	193	0.26
الدجيلة قبل المعالجة O1	٣١٥	٣٢	٣٢٢	3.4	86	166	15	315	900	8.6
الدجيلة بعد المعالجة O2	١٥	١	13	0.1	10	5	6	15	26	0.6

جدول (٤) المواصفات القياسية العراقية لمياه الشرب ولمياه الشرب المعبأة ومواصفات الصحة العلمية WHO

المعايير	المواصفة العراقية الخاصة بمياه الشرب	المواصفة العراقية لمياه الشرب المعبأة	مواصفات WHO
الرقم الهيدروجيني	8.5 – 6.5	6.5 – 8.5	8.5 – 7
التوصيلية الكهربائية مايكروسيمنز/سم	–	1000-500	1000
الأملاح الصلبة الذائبة ملغم/لتر	1000	300	500
العسرة الكلية ملغم/لتر	500	300	1000
الكالسيوم ملغم/لتر	200	75	100
المغنيسيوم ملغم/لتر	150	50	30
الكلوريدات ملغم/لتر	600	250	250
الكبريتات ملغم/لتر	400	250	500
الصوديوم ملغم/لتر	–	–	–
البوتاسيوم ملغم/لتر	–	–	10
النترات ملغم/لتر	–	45	50
Aerobic Plate count (A.P.C) 1 ml	(CFU) 100/ml	(CFU) 10/ml	(CFU) 100/ml
Total coliform (T.C.) 100 ml	0	0	0
Fecal coliform (F.C.) 100 ml	0	0	0
***E. coli* 100 ml**	0	0	0
***pseudomonas aeruginosa* 100ml**	0	0	0

أولا– قياس الكاتيونات Cations : وهي الأيونات الموجبة الذائبة في الماء مثل الصوديوم والكالسيوم والمغنيسيوم والبوتاسيوم.

١. الكالسيوم Ca^{++}

يعد الكالسيوم من أهم الأيونات الموجبة الموجودة في الماء، ومن أكثر العناصر وجودا في القشرة الأرضية؛ لذا فإنه يوجد في المياه السطحية وبتراكيز مختلفة، ويعد من أهم عوامل عسرة المياه ، وإن مصدره الأساسي يأتي من التجوية الكيميائية التي تخص الصخور الكربونية مثل الصخور الكلسية والجيرية ويعد ذا أهمية كبيرة على نوعية المياه وتركيز الكالسيوم فيه ، كذلك يعد من العناصر المهمة للإنسان فإذا نقص تركيز هذا العنصر فإنه يسبب هشاشة العظام عند كبار السن ولين العظام للأطفال، ويسبب تسوس الاسنان، أما زيادته فلها آثار سلبية كثيرة .

نلاحظ من الجدول (٣) أن قيم أيون الكالسيوم في البحيرة الهلالية (٨٠٠ ملغم/لتر) ونهر الدجيلة (٣١٥ ملغم/لتر) **قبل المعالجة** وهي قيم عالية نسبيا، وتتجاوز المعايير العراقية لمياه الشرب (٢٠٠ ملغم/لتر) والمعايير العراقية لمياه الشرب المعبأة (٧٥ ملغم/لتر) ومعايير الصحة العالمية WHO(١٠٠ ملغم/لتر) (لاحظ جدول رقم (٤)) ، لكن القيم **بعد المعالجة** للبحيرة الهلالية (٦ ملغم/لتر) ونهر الدجيلة (١٥ ملغم/لتر) وهي قيم ذات نقاوة عالية جدا وتتوافق مع جميع المعايير المذكورة .لاحظ الشكل(٧) والشكل (٨).

٢. المغنيسيوم Mg^{++}

تعد الصخور الرسوبية المصدر الرئيس لأيون المغنسيوم إذ يوجد فيها بنسبة ٤،٧ ويوجد أيون المغنيسيوم في الصخور النارية مثل البايروكسين والصخور الرسوبية مثل الانهايدرايت ويشترك مع الكالسيوم مسببا عسرة المياه، ويكون تركيز المغنيسيوم في المياه الطبيعية أقل من الكالسيوم بسبب أن حجمه اقل، ويعد من العناصر المهمة لنمو النبات، وله دور مهم في التفاعلات الأنزيمية وكذلك في بناء البروتين والأحماض النووية، وزيادة تركيز المغنيسيوم عن الحد الطبيعي في مياه الشرب يكون ضاراً للإنسان.

نلاحظ من الجدول (٣) أن قيم أيون المغنيسيوم في البحيرة الهلالية (٦٧١ ملغم/لتر) ونهر الدجيلة (٣٢ ملغم/لتر) **قبل المعالجة** وهي قيم عالية نسبيا بالنسبة للبحيرة الهلالية، وتتجاوز المعايير العراقية لمياه الشرب (١٥٠ ملغم/لتر) والمعايير العراقية لمياه الشرب المعبأة (٥٠ ملغم/لتر) ومعايير الصحة العالمية WHO(٣٠ ملغم/لتر) بينما نهر الدجيلة تتوافق مع المعايير العراقية لمياه الشرب والمعايير العراقية لمياه الشرب المعبأة، وتتجاوز معايير الصحة العالمية WHO (لاحظ جدول رقم (٤)) ، لكن القيم **بعد المعالجة** للبحيرة الهلالية (٣ ملغم/لتر) ونهر الدجيلة (١ ملغم/لتر) وهي قيم تعد ذات نقاوة عالية جدا، وتتوافق مع جميع المعايير المذكورة .لاحظ الشكل(٩) والشكل (١٠).

٣. الصوديوم Na^{+}

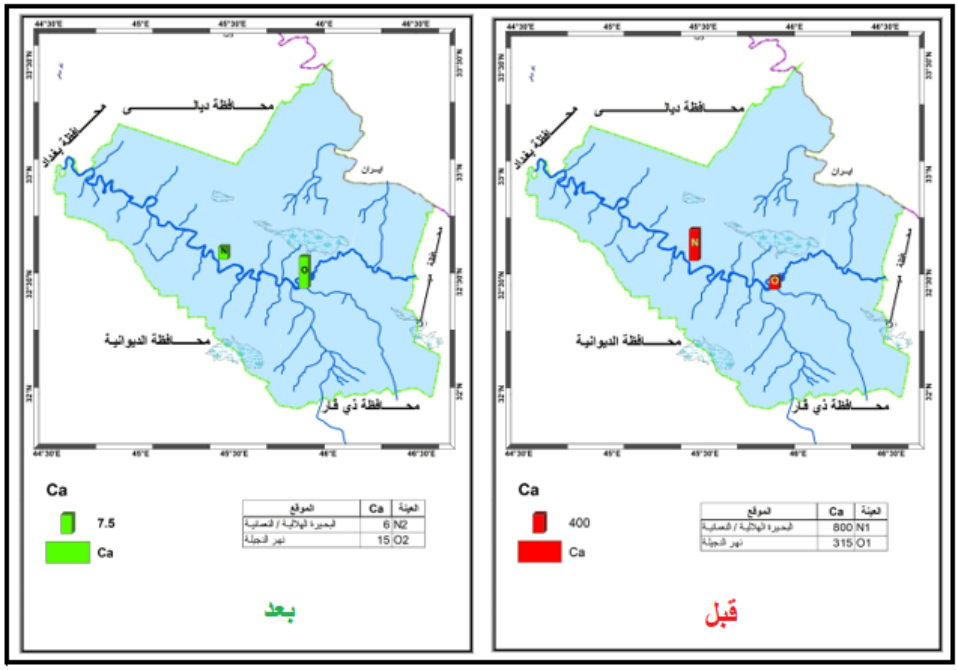
يعد أيون الصوديوم في معظم المياه الطبيعية، وهو من أكثر العناصر وفرة في القشرة الأرضية، ويسهم في تكوين عسرة المياه، ويؤدي الصوديوم دورا رئيسا في المحافظة على التوزيع الطبيعي للماء في أنسجة الجسم وكذلك في المحافظة على ضغط الدم وكذلك تنظيم ضربات القلب و المصدر الرئيس لأيونات الصوديوم، هي معدن الهالايت الذي يتميز بسرعة الذوبان ويعد الصوديوم من العناصر الأساسية في غذاء الإنسان ، ولاسيما كلوريد الصوديوم أو ما يعرف بملح الطعام.

نلاحظ من الجدول (٣) أن قيم أيون الصوديوم في البحيرة الهلالية (٩٢٥ ملغم/لتر) ونهر الدجيلة (٣٢٢ ملغم/لتر) **قبل المعالجة** وهي عالية نسبيا و لكن القيم **بعد المعالجة** للبحيرة الهلالية (٧ ملغم/لتر) ونهر الدجيلة (١٣ ملغم/لتر) وهي قيم ذات نقاوة عالية جدا. لا توجد قيم للصوديوم في المواصفات القياسية العراقية والمواصفات الخاصة بمنظمة الصحة العالمية ولكن وكالة حماية البيئة الأمريكية أكدت أن لا يتجاوز قيمة الصوديوم عن (٢٠ ملغم / لتر)) لاحظ الشكل(١١) والشكل (١٢).

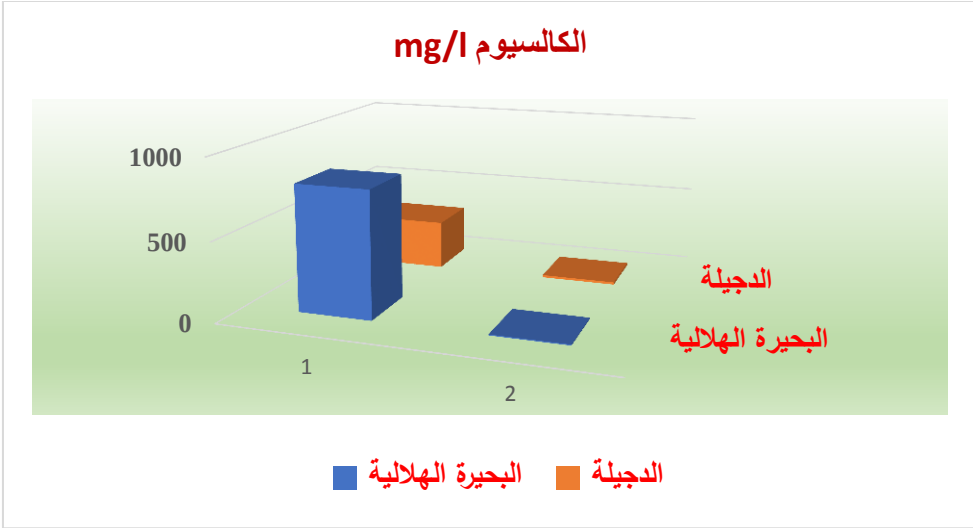
٤. البوتاسيوم k^+

يعد البوتاسيوم عنصرا أساسيا ويوجد في المياه بشكل طبيعي بسبب عمليات التجوية وتآكل السليكا، وتكون مرتبته السابعة بين المعادن نسبة لوجوده، ويكون تركيزه أقل من تركيز أيون الصوديوم بسبب أن ذوبانه قليل في المياه، ويكون في الصخور النارية و الرسوبية . وللبوتاسيوم أهمية في عمل الغدد الصماء وزيادة نسبة البوتاسيوم يؤدي إلى الزيادة في سيولة الدم .

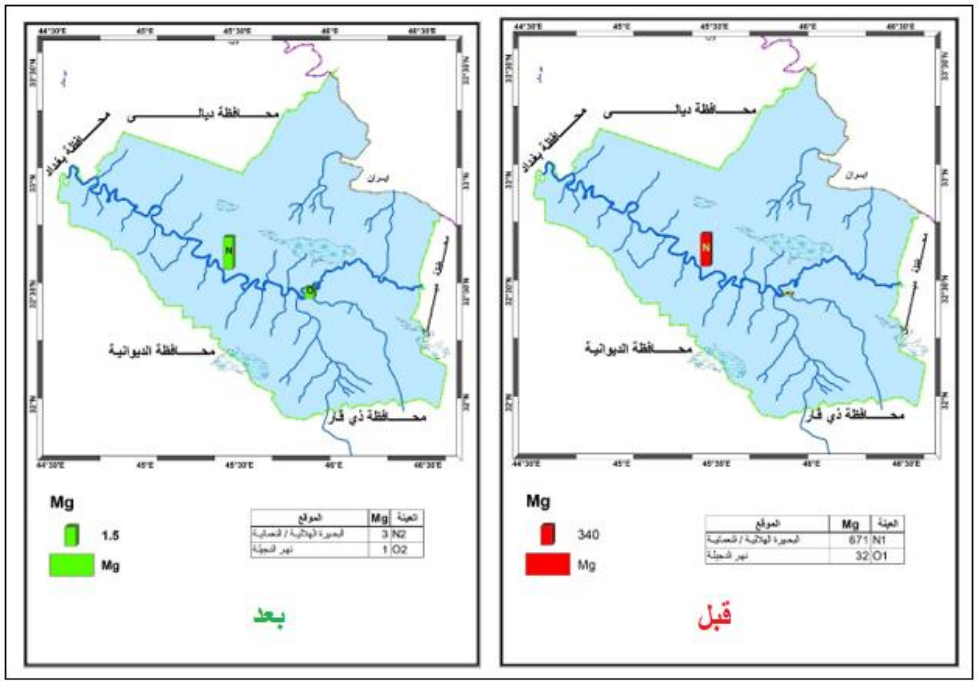
نلاحظ من الجدول (٣) أن قيم أيون البوتاسيوم في البحيرة الهلالية (٤١,٣ ملغم/لتر) ونهر الدجيلة (3.4ملغم/لتر) **قبل المعالجة** . لا توجد نسبة البوتاسيوم في المعايير العراقية لمياه الشرب والمعايير العراقية لمياه الشرب المعبأة ولكن نسبته في معايير الصحة العالمية WHO هي (١٠ ملغم/لتر) (لاحظ جدول رقم (٤)) ، إذ تتجاوز قيمة البوتاسيوم في البحيرة الهلالية هذا المعيار بينما قيمته في نهر الدجيلة تتوافق مع هذا المعيار ، لكن القيم **بعد المعالجة** للبحيرة الهلالية (0.2 ملغم/لتر) ونهر الدجيلة (0.1 ملغم/لتر) وهي قيم ذات نقاوة عالية جدا، وتتوافق مع معيار الصحة العالمية . لاحظ الشكل(١٣) والشكل (١٤).



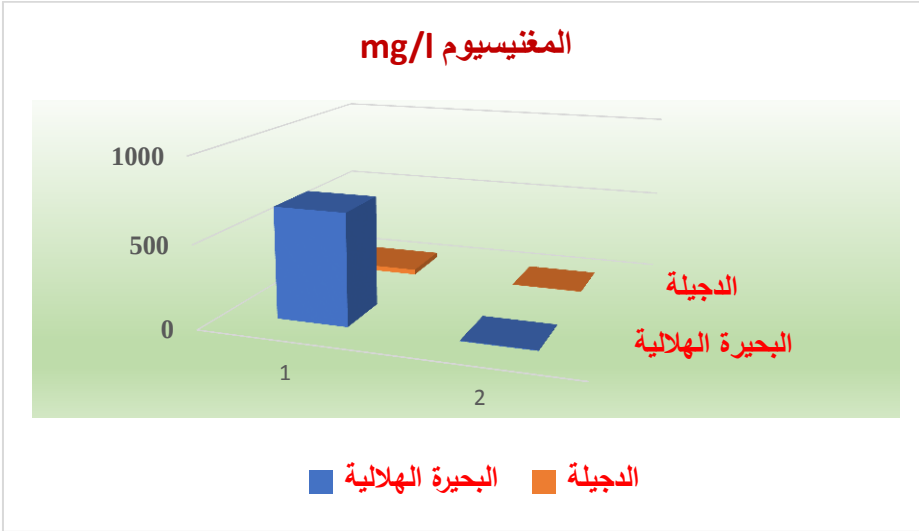
شكل (٧) قيم الكالسيوم للعينات قبل و بعد المعالجة



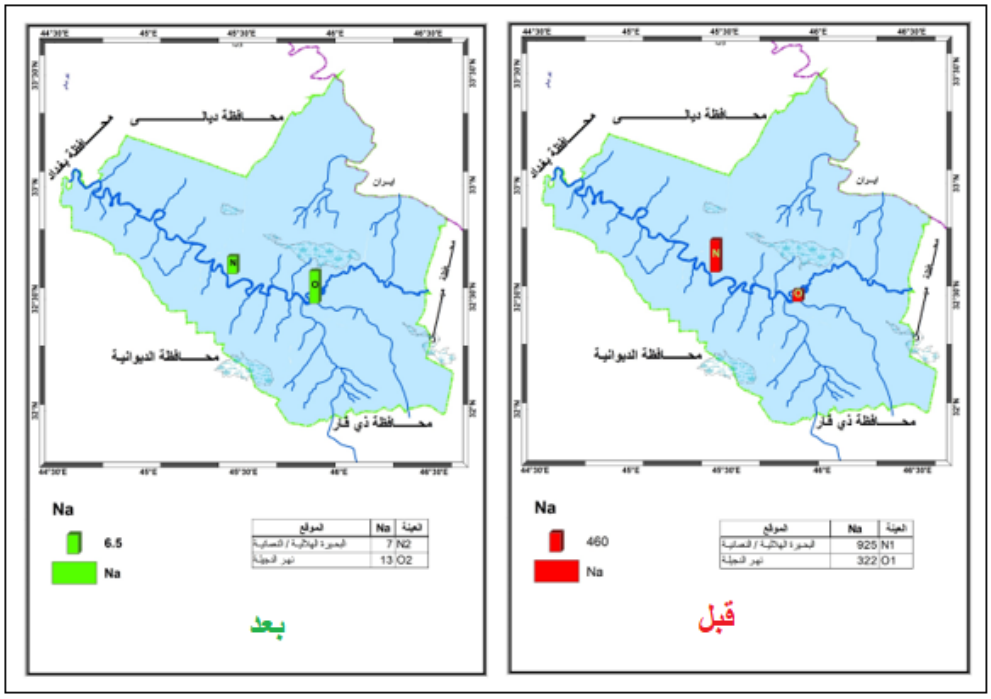
شكل (٨) مقارنة قيم الكالسيوم للعينات قبل



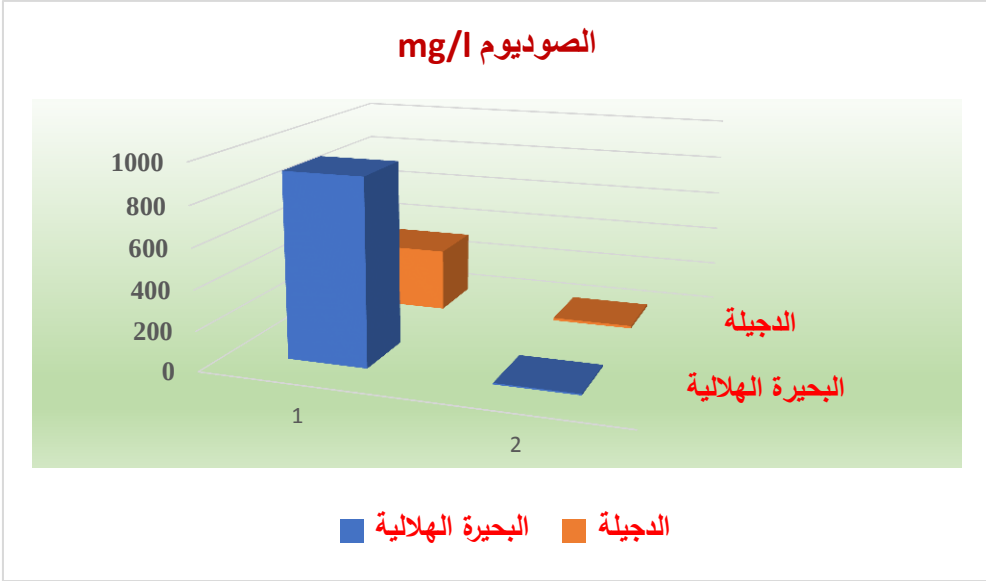
شكل (٩) قيم المغنيسيوم للعينات قبل المعالجة وبعدها



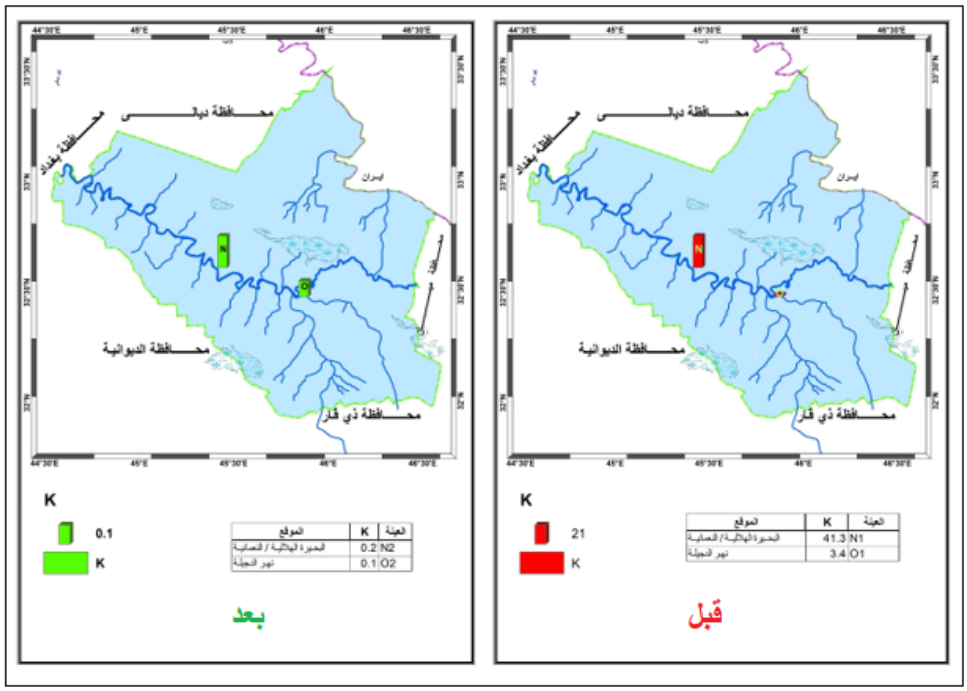
شكل (١٠) مقارنة قيم المغنيسيوم للعينات قبل المعالجة وبعدها



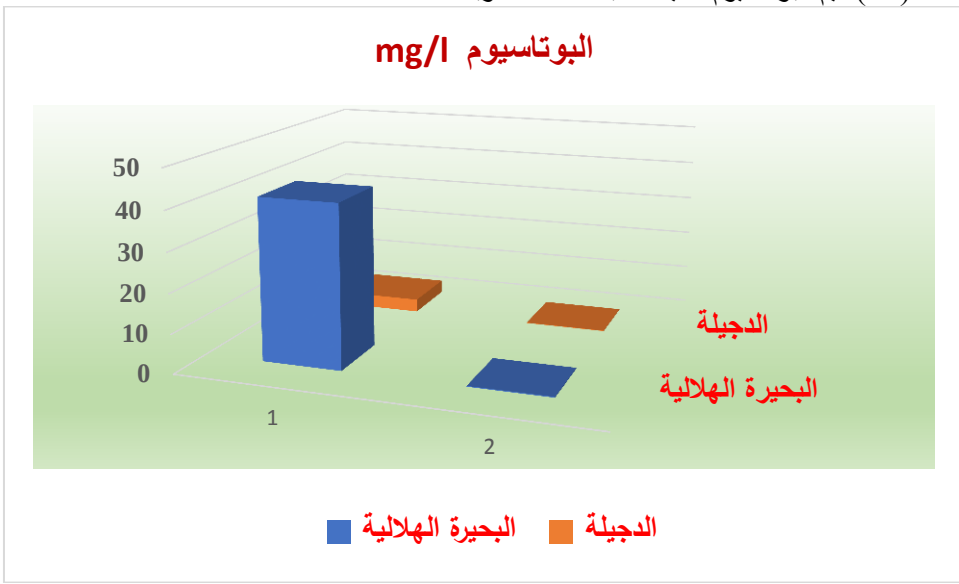
شكل (١١) قيم الصوديوم للعينات قبل المعالجة وبعدها



شكل (١٢) مقارنة قيم الصوديوم للعينات قبل المعالجة وبعدها



شكل (١٣) قيم البوتاسيوم للعينات قبل المعالجة وبعدها



شكل (١٤) مقارنة قيم البوتاسيوم للعينات قبل المعالجة وبعدها

ثانيا– قياس الانيونات Anions : وهي الأيونات السالبة الذائبة في الماء مثل الكلوريد والكبريتات .

١. الكلوريد Cl^-

يعد أيون الكلوريد السالب من أكثر الأيونات شيوعا في الطبيعة، وقد اشتق اسمه من الكلور، وهو غاز ولكن الكلوريد هو أيون سالب، ويكون تركيز هذا الأيون كبيرا في المياه التي تعالج بالكلور . يكون الجزء الأيوني السالب لملح كلوريد الصوديوم NaCl إذ ينتشر في جميع الصخور للقشرة الأرضية، وتكون مياه المحيطات والبحار خزينا هائلا له ، تكون جميع مركبات الكلوريد لها القابلية الكبيرة للذوبان في الماء؛ مما تؤدي إلى انتشاره في جميع أنواع المياه سواءً كانت سطحية أو جوفية . إن زيادة تركيز أيون الكلوريد في الماء يكسبه التأثير التأكلي، ويظهر ذلك في الأنابيب والأجهزة المعدنية وكذلك إن زيادة تركيزه يؤدي إلى المذاق الملحي للمياه المستخدمة في الشرب؛ مما يسبب ارتفاع ضغط الدم .

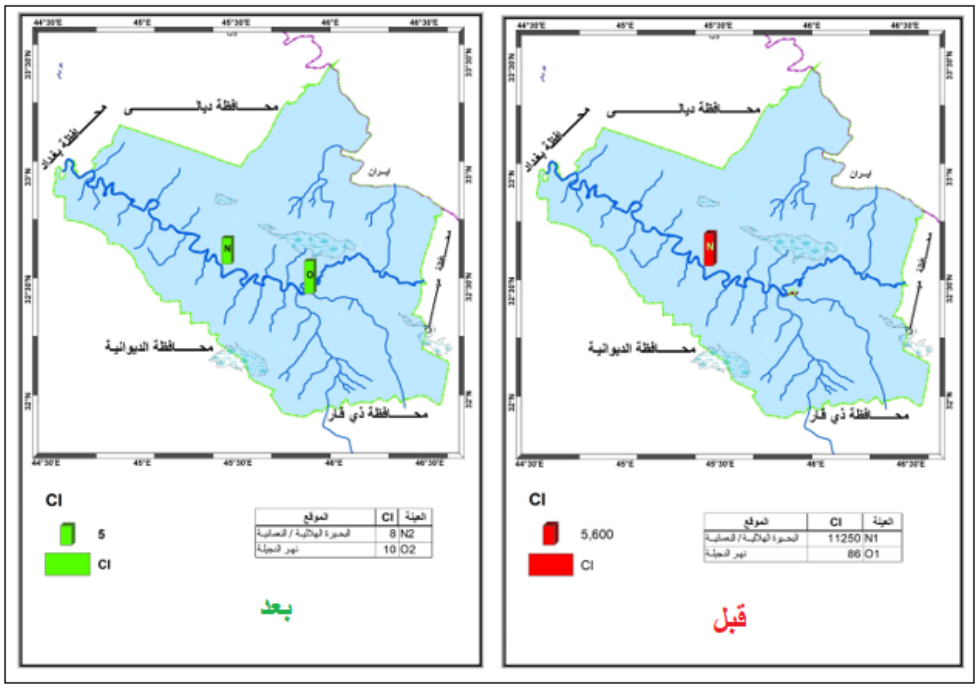
نلاحظ من الجدول (٣) أن قيم أيون الكلوريد في البحيرة الهلالية (١١٢٥٠ ملغم/لتر) **قبل المعالجة** وهي قيم عالية نسبيا وتتجاوز المعايير العراقية لمياه الشرب (٦٠٠ ملغم/لتر) والمعايير العراقية لمياه الشرب المعبأة (٢٥٠ ملغم/لتر) ومعايير الصحة العالمية WHO(٢٥٠ ملغم/لتر) (لاحظ جدول رقم (٤)) ونهر الدجيلة (٨٦ ملغم/لتر) فهي قيم تتوافق مع المعايير المذكورة ، لكن القيم **بعد المعالجة** للبحيرة الهلالية (٨ ملغم/لتر) ونهر الدجيلة (١٠ ملغم/لتر) وهي قيم تعد ذات نقاوة عالية جدا و تتوافق مع جميع المعايير المذكورة .لاحظ الشكل(١٥) والشكل (١٦).

٢. الكبريتات SO_4^{-2}

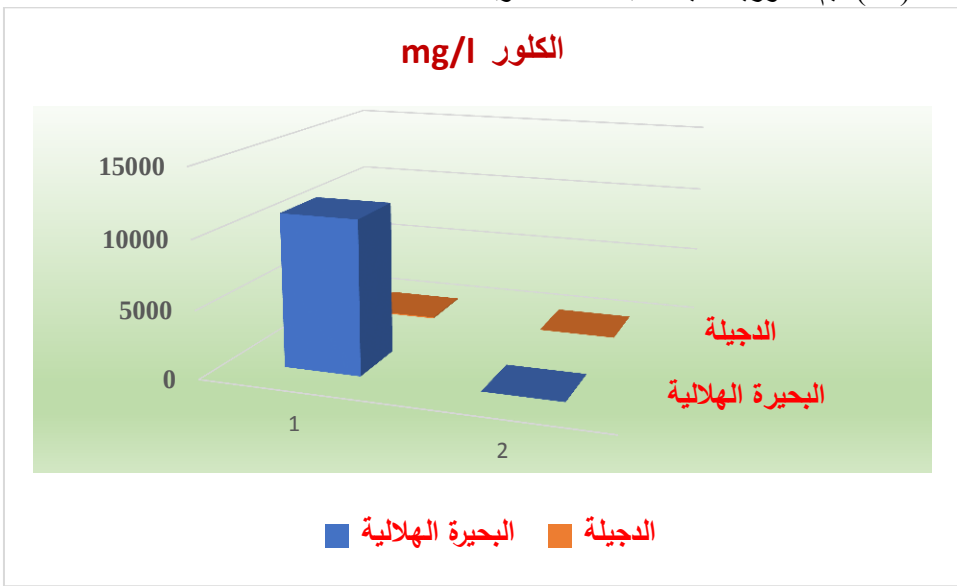
تنتشر أيونات الكبريتات بصورة واسعة في الصخور الخاصة بالقشرة الأرضية بسبب تحلل وإذابة الصخور الرسوبية مثل الجبس والانهايدرايت والطفل العضوي . إن أيون الكبريتات يسبب العسرة الدائمية للمياه إذا كان تركيزه بنسب عالية على شكل كبريتات الكالسيوم وكبريتات المغنيسيوم، وإن زيادة تركيزها في المياه يسبب المذاق المر، كذلك إن زيادة تراكيزه في المياه يسهم في قتل الأسماك وكذلك بيوضها؛ مما يؤدي إلى تلف الحياة المائية وتغيير خصائص الماء الطبيعية .

نلاحظ من الجدول (٣) أن قيم أيون االكبريتات في البحيرة الهلالية (٣٦٦٤ ملغم/لتر) **قبل المعالجة** وهي قيم عالية نسبيا، وتتجاوز المعايير العراقية لمياه الشرب (٤٠٠ ملغم/لتر) والمعايير العراقية لمياه الشرب المعبأة (٢٥٠ ملغم/لتر) ومعايير الصحة العالمية WHO (٥٠٠ ملغم/لتر) (لاحظ جدول رقم (٤)) ونهر الدجيلة (١٦٦ ملغم/لتر) فهي قيم تتوافق مع المعايير المذكورة ، لكن القيم **بعد المعالجة** للبحيرة الهلالية (٢٤ ملغم/لتر) ونهر الدجيلة (٥ ملغم/لتر) وهي

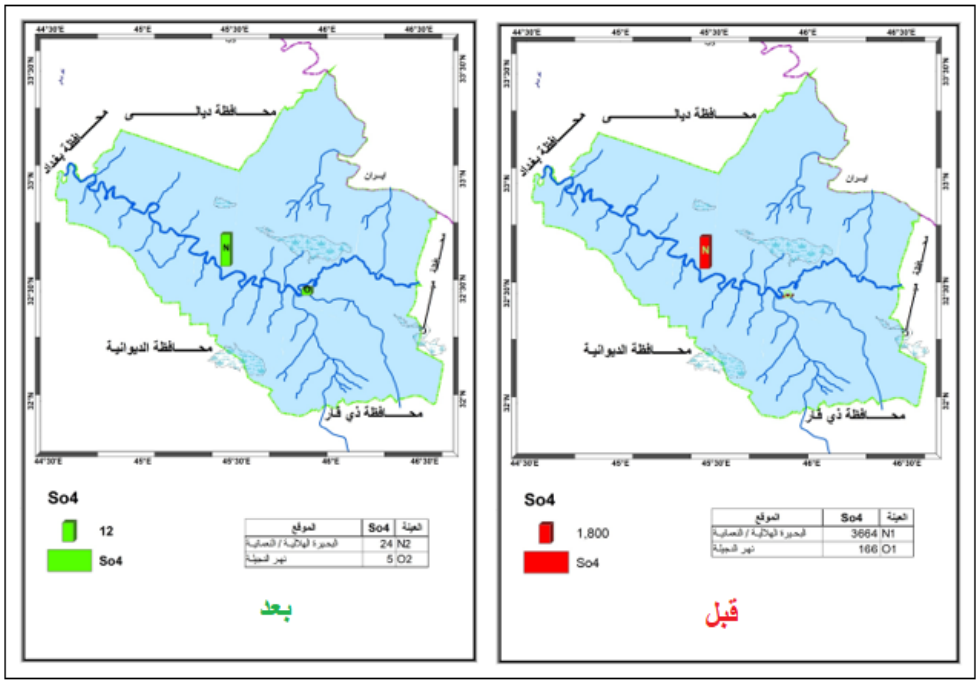
قيم تعد ذات نقاوة عالية جدا، وتتوافق مع جميع المعايير المذكورة .لاحظ الشكل(١٧) والشكل (١٨).



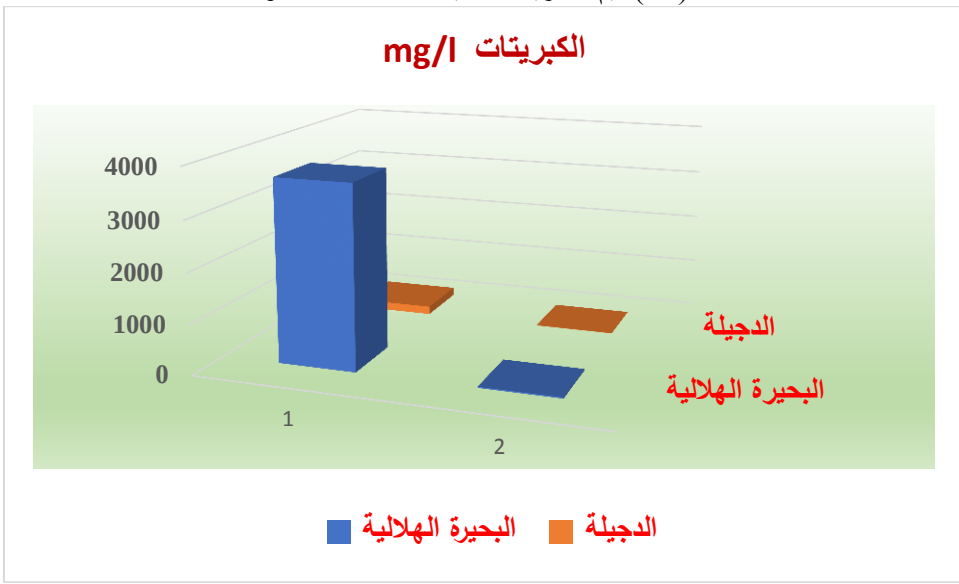
شكل (١٥) قيم الكلوريد للعينات قبل المعالجة وبعدها



شكل (١٦) مقارنة قيم الكلوريد للعينات قبل المعالجة وبعدها



شكل (١٧) قيم الكبريتات للعينات قبل المعالجة وبعدها



شكل (١٨) مقارنة قيم الكبريتات للعينات قبل المعالجة وبعدها

ثالثا–قياس الأملاح الكلية الذائبة T.D.S

وهي عبارة عن الأملاح اللاعضوية، وكذلك نسبة صغيرة من المواد العضوية المذابة في المياه، وإن أهم الأيونات التي تمثل الأملاح الكلية الذائبة هي (الصوديوم والكالسيوم والبوتاسيوم والمغنيسيوم والكربونات والبيكربونات والكلورايد والكبريتات والنترات) وهي مقياس لملوحة المياه . إن زيادة تركيز T.D.S يزيد من عسرة المياه، ويؤدي إلى طعم غير مرغوب فيه، ويؤدي كذلك إلى ترسب المعادن وتكوين تكلسات في الأنابيب الناقلة للمياه وحدوث التآكل . تعتمد التراكيز الخاصة بالمواد الذائبة الكلية على طبيعة التربة والصخور التي تمر بها مياه الأنهار، وكذلك على العمليات الهيدرولوجية وكمية الامطار وان زيادة نسبتها عن الحد الطبيعي تكون المياه ملوثة وتؤثر بشكل مباشر بصحة الأنسان .

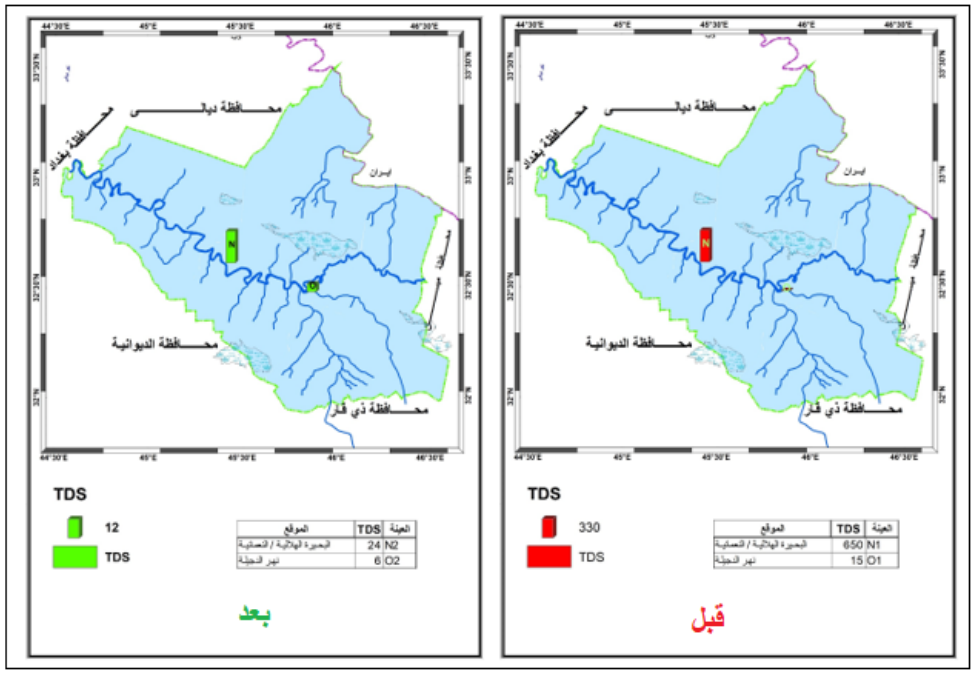
نلاحظ من الجدول (٣) أن قيم أيون الكبريتات في البحيرة الهلالية (٦٥٠ ملغم/لتر) **قبل المعالجة** وهي تتوافق مع المعايير العراقية لمياه الشرب (١٠٠٠ ملغم/لتر) بينما تتجاوز المعايير العراقية لمياه الشرب المعبأة (٣٠٠ ملغم/لتر) و كذلك تتجاوز معايير الصحة العالمية WHO (٥٠٠ ملغم/لتر) (لاحظ جدول رقم (٤)) أما نهر الدجيلة (١٥ ملغم/لتر) فهي قيم تتوافق مع المعايير جميع المذكورة ، فيما نجد القيم **بعد المعالجة** للبحيرة الهلالية (٢٤ ملغم/لتر) ونهر الدجيلة (٦ ملغم/لتر) وهي قيم تعد ذات نقاوة عالية جدا، وتتوافق مع جميع المعايير المذكورة .لاحظ الشكل(١٩) والشكل (٢٠).

رابعا–قياس العسرة الكلية T.H

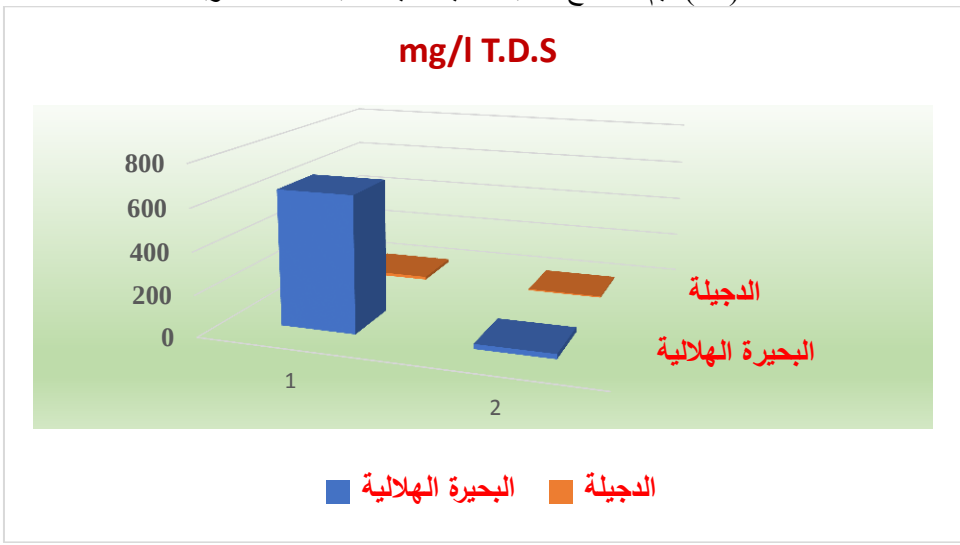
يعرف الماء العسر بأنه الماء الذي لا يرغو فيه الصابون أو يرغو فيه بصعوبة إضافة الى صعوبة طهي الطعام عند استخدام المياه العسرة، ويكون سبب ذلك زيادة تركيز أملاح الكالسيوم والمغنيسيوم مع نسبة صغيرة من أملاح أخرى مثل الحديد والقصدير والالمنيوم والمنغنيز ، وتقسم عسرة المياه الى عسرة دائمية وعسرة مؤقتة . تختلف العسرة للمياه باختلاف مصادر المياه، إذ تكون للمياه الجوفية أكبر من المياه السطحية .بينت الدراسات وجود علاقة بين عسرة المياه وبين امراض القلب والاوعية الدموية .

نلاحظ من الجدول (٣) أن قيم العسرة الكلية في البحيرة الهلالية (٤٧٥٠ ملغم/لتر) **قبل المعالجة** وهي تتوافق مع المعايير العراقية لمياه الشرب (٥٠٠ ملغم/لتر) بينما تتجاوز المعايير العراقية لمياه الشرب المعبأة (٣٠٠ ملغم/لتر) وكذلك تتجاوز معايير الصحة العالمية WHO (١٠٠٠ ملغم/لتر) (لاحظ جدول رقم (٤)) أما نهر الدجيلة (٣١٥ ملغم/لتر) فهي قيم تتوافق مع المعايير جميع المذكورة ، فيما نجد القيم **بعد المعالجة** للبحيرة الهلالية (٢٧ ملغم/لتر) ونهر

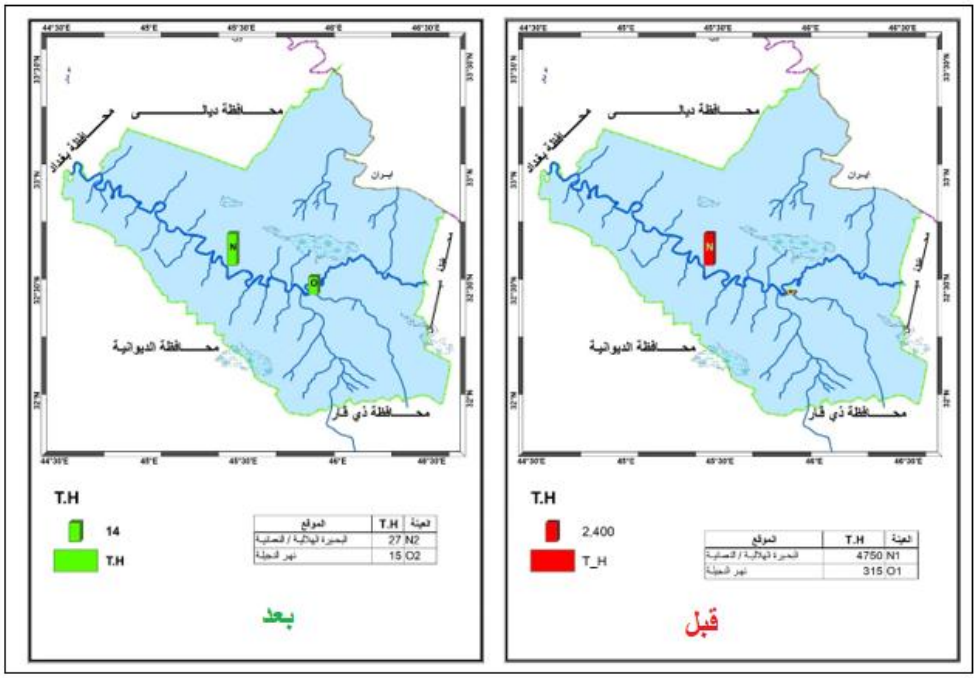
الدجيلة (١٥ ملغم/لتر) وهي قيم تعد ذات نقاوة عالية جدا، وتتوافق مع جميع المعايير المذكورة .لاحظ الشكل(٢١) والشكل (٢٢).



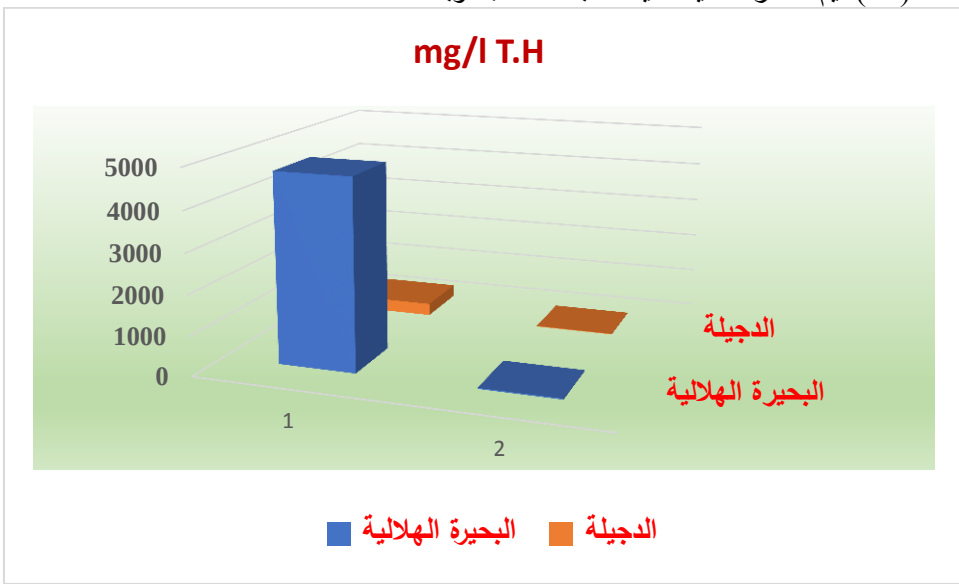
شكل (١٩) قيم الاملاح الذائبة الكلية للعينات قبل المعالجة وبعدها



شكل (٢٠) مقارنة قيم العكورة للعينات قبل المعالجة وبعدها



شكل (٢١) قيم العسرة الكلية للعينات قبل المعالجة وبعدها



شكل (٢٢) مقارنة قيم العسرة الكلية للعينات قبل المعالجة وبعدها

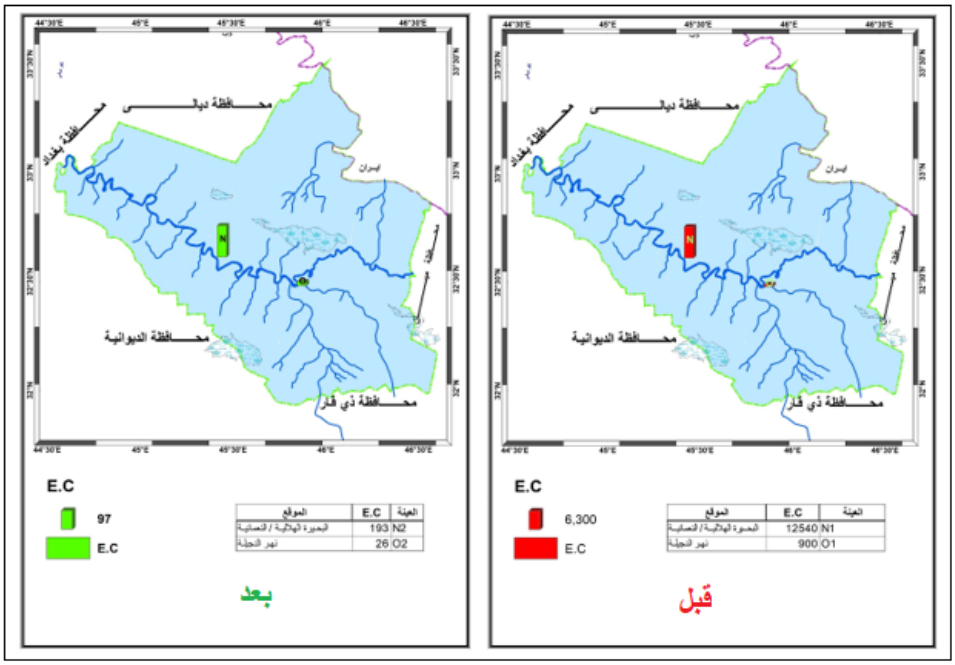
خامسا– قياس التوصيلية الكهربائية E.C

تعرف التوصيلية الكهربائية بكونها قيمة عددية تبين قدرة الماء على توصيل التيار الكهربائي، وتعتمد التوصيلية الكهربائية على عاملين هما: تراكيز الأملاح المذابة في المياه وكذلك على درجة الحرارة بسبب تأثيرها على حركة الأيونات إذ تزداد التوصيلية الكهربائية بنسبة ٢% إذا ازدادت درجة حرارة الماء درجة مئوية واحدة. تعد التوصيلية الكهربائية أحد المؤشرات على الزيادة والنقصان في ملوحة المياه لأن الماء النقي رديء التوصيل، وكلما زادت تراكيز العناصر زادت التوصيلية الكهربائية؛ لذا فإن العلاقة طردية بين الأملاح الذائبة والتوصيلية الكهربائية.

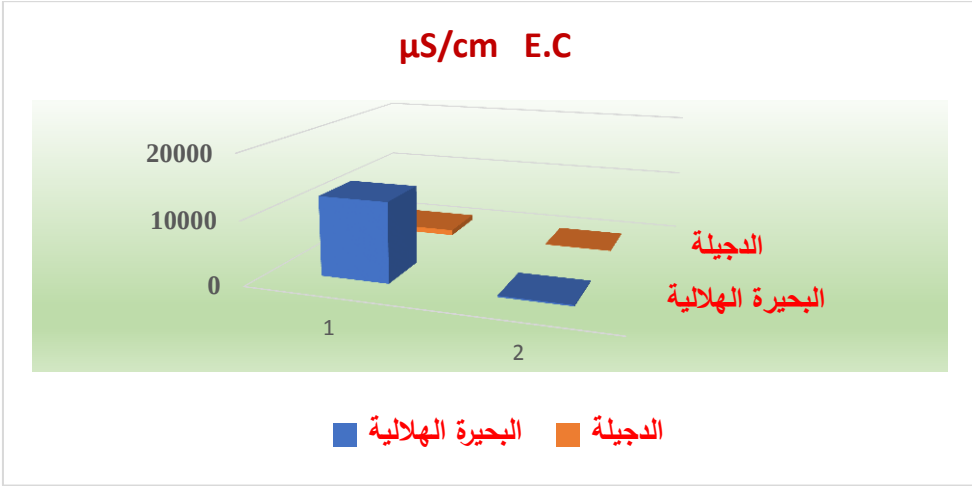
نلاحظ من الجدول (٣) أن قيم التوصيلية الكهربائية في البحيرة الهلالية (١٢٥٤٠ مايكروسيمينز/سم) **قبل المعالجة** لا توجد نسبة للتوصيلية الكهربائية في المعايير العراقية لمياه الشرب، بينما هذه القيمة تتجاوز المعايير العراقية لمياه الشرب المعبأة (٥٠٠–١٠٠٠ مايكروسيمينز/سم) و كذلك تتجاوز معايير الصحة العالمية WHO (١٠٠٠ مايكروسيمينز/سم) (لاحظ جدول رقم (٤)) أما نهر الدجيلة (٩٠٠ مايكروسيمينز/سم) فهي قيم تتوافق مع المعيارين المذكورين، فيما نجد القيم **بعد المعالجة** للبحيرة الهلالية (١٩٣ مايكروسيمينز/سم) ونهر الدجيلة (٢٦ مايكروسيمينز/سم) وهي قيم تعد ذات نقاوة عالية جدا، وتتوافق مع المعيارين المذكورين .لاحظ الشكل(٢٣) والشكل (٢٤).

سادسا– العكورة Turbidity

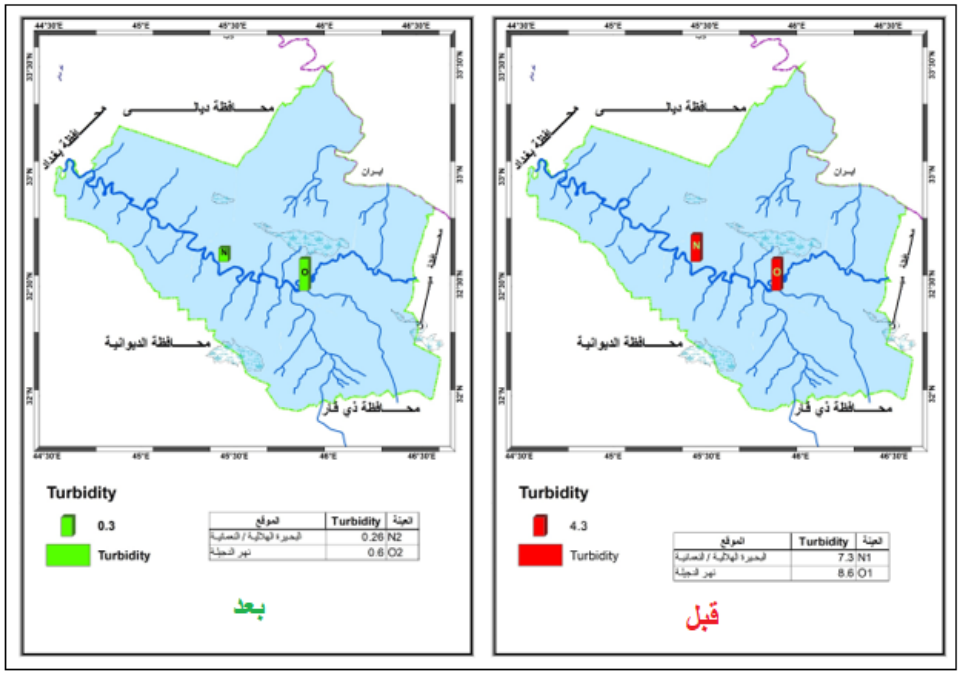
تعد العكورة (أو العكارة أو الكدرة) للمياه عن قياس درجة صفاء عينة الماء ويعتمد القياس على طول المسار للضوء خلال عينة الماء ووحدة العكورة هي NTU ، وللعكورة أهمية في تحديد صلاحية المياه للشرب، وكذلك للاستعمالات المنزلية. تدل العكورة على الجسيمات العالقة في الماء والمتسببة بحجب الضوء. وهي إما مواد غير عضوية مثل الطين أو جسيمات عضوية غروية وكائنات مجهرية ، ويمكن تقسيم المياه حسب درجة الشفافية إلى مياه شفافة (٥ وحدات) ومياه عكرة (أكثر من ٥ وحدات) والمياه التي تزيد عكورتها عن خمس وحدات فإنه يكون غير صالح للشرب وهنا يجب معالجة المياه للتخلص من العكورة. وتكون نسبة العكورة قليلة في المياه الراكدة كما في الاهوار . نلاحظ من الجدول (٣) ان قيم العكورة في البحيرة الهلالية (NTU 7.3) وفي نهر الدجيلة (NTU 8.6) **قبل المعالجة** وهي قيم تتجاوز (٥ وحدات) كما ذكر سابقا، أي إنها مياه عكرة (لاحظ جدول رقم (٤)) ، فيما نجد القيم **بعد المعالجة** للبحيرة الهلالية (NTU 0.26) ونهر الدجيلة (NTU 0.6) وهي قيم أقل من (٥ وحدات) و تعد ذات نقاوة عالية جدا. لاحظ الشكل(٢٥) والشكل (٢٦).



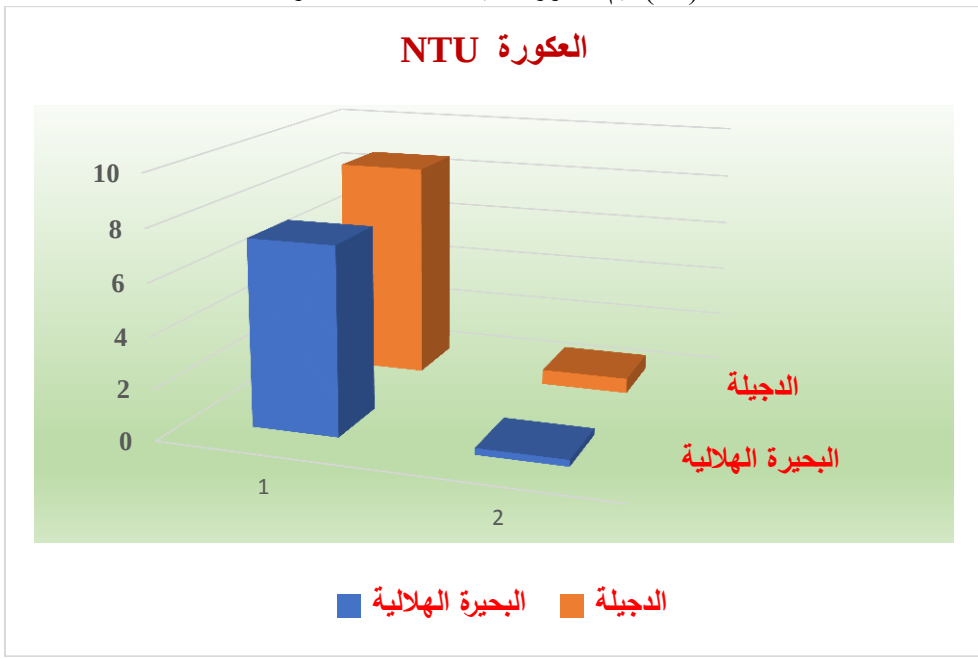
شكل (٢٣) قيم التوصيلية الكهربائية للعينات قبل المعالجة وبعدها



شكل (٢٤) مقارنة قيم التوصيلية الكهربائية للعينات قبل المعالجة وبعدها



شكل (٢٥) قيم العكورة للعينات قبل المعالجة وبعدها



شكل (٢٦) مقارنة قيم العكورة للعينات قبل المعالجة وبعدها

الاستنتاجات

١. أظهرت جميع النتائج الخاصة للعينات **بعد المعالجة** أن المنظومة المصممة كان لها الأثر الكبير في تنقية المياه بنقاوة عالية جدا.

٢. إن الفلاتر النانوية والمجال المغناطيسي في المنظومة المصممة لهما الأثر الكبير في تنقية المياه.

٣. أظهرت نتائج الكاتيونات (الايونات الموجبة) أن قيم أيونات الكالسيوم والمغنيسيوم والصوديوم والبوتاسيوم **قبل المعالجة** للبحيرة الهلالية أكبر من نهر الدجيلة؛ وذلك بسبب كون مياه البحيرة تكون راكدة، وبسبب التبخر تبقى الأملاح بتركيز كبير في هذه البحيرة بينما نهر الدجيلة هو نهر جارٍ ويكون أنقى نسبيا من البحيرة .

٤. بينت نتائج الأنيونات (الايونات السالبة) كذلك أن قيم الكلوريد والكبريتات **قبل المعالجة** للبحيرة الهلالية أكبر من قيمها لنهر الدجيلة لنفس السبب السابق علما أن قيمة أيون الكلوريد كبيرة جدا بسبب أن هذا الأيون ينتشر في جميع الصخور للقشرة الأرضية، وتكون جميع مركبات الكلوريد لها القابلية الكبيرة للذوبان في الماء؛ مما تؤدي إلى انتشاره في جميع أنواع المياه ومنها المياه السطحية.

٥. بالنسبة للأملاح الذائبة الكلية **T.D.S** بينت النتائج ان البحيرة الهلالية تذوب فيها الكثير من الأملاح نسبة إلى نهر الدجيلة؛ وذلك بسبب محدودية مساحة البحيرة، وتقع بين مناطق زراعية إذ تكون بمثابة بزل للأراضي المجاورة كما أن تأثير تبخر المياه يزيد من نسبة الأملاح .

٦. إن قيم العسرة الكلية للبحيرة الهلالية تكون اكبر بكثير من نهر الدجيلة بسبب أن قيم الكالسيوم والمغنيسيوم تكون كبيرة نسبيا مما هي لنهر الدجيلة ، وأن اعتماد العسرة الكلية على هذين العنصرين .

٧. تعتمد التوصيلية الكهربائية على الأملاح الذائبة وإن قيمتها الكبيرة جدا للبحيرة الهلالية هي بسبب قيمة الكلوريد العالية جدا مع بقية الأملاح وسبب هذا زيادة الأملاح في البحيرة .

٨. إن قيمة العكورة هي القيمة الوحيدة التي قيست للبحيرة الهلالية أقل منها لنهر الدجيلة وذلك بسبب أن أغلب العوالق في البحيرة سوف تنزل إلى القاع بينما في النهر الجاري تكون كثير من النباتات والطحالب والأطيان تكون في هذا النهر؛ مما يؤدي إلى زيادة العكورة .

المصادر

١. الحمداني، موج رياض اسماعيل، وفضل، مازن نزار (٢٠١٥)، دراسة نوعية مياه الشرب لبعض مشاريع تنقية المياه وشبكات نقل المياه ضمن مدينة الموصل، المجلة العراقية للعلوم، مجلد ٥٦، العدد ٣ ج، ص ٢٥٧٣-٢٥٦١.

٢. عودة، بخيت عبد الله (٢٠١٧)، تقويم جغرافي لشبكة الإرواء في محافظة واسط ، مجلة كلية التربية للبنات للعلوم الإنسانية، جامعة الكوفة كلية التربية للبنات المجلد ١١، العدد ٢٠ ، ص ٣٢ .

٣. تمن ، زامل ليلي (٢٠١٧) ، تلوث المياه الصالحة للشرب في مدينة بغداد ، مجلة الأستاذ ، المجلد الثاني ، العدد ٢٢٥ ، ص ١٧١.

٤. الدباغ ، دعاء فلاح (٢٠٢٢) ، التلوث الكيميائي والفيزيائي لمياه الأنهار في محافظات العراق لسنة ٢٠٢١ ، تقرير ، دائرة البحوث والدراسات النيابية ، مجلس النواب العراقي ، ص ٢ .

٥. البطاط ، منتظر فاضل (٢٠٠٩) ، تلوث المياه في العراق وآثاره البيئية ، مجلة القادسية للعلوم الإدارية والاقتصادية ، المجلد ١١ ، العدد ٤ ، ص ١٢٢ .

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

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

٨. محمد ، مرفت رشاد أحمد، وعلي، أيمن جابر حسونه (٢٠١٨) ، التطبيقات البيئية الخضراء لتكنولوجيا النانو في المستقبل ، المجلة الدولية للبحث العلمي و التنمية المستدامة ، المجلد ١، العدد ١ ، مصر، ص٩ .

٩. تي سهام و ممادي نرجس (٢٠١٩) ، تحضير تشخيص والفعالية البيولوجية لجسيمات أكسيد الجرافين GO النانوية المفعل ب ZnO ، مذكرة تخرج لنيل شهادة الماستر أكاديمي في الكيمياء، جامعة الشهيد حمو لخضر- الوادي- ، الجزائر .

10. Raymond D. Letterman (ed.)(1999) , Water Quality and Treatment, 5th Ed. New York: American Water Works Association and McGraw-Hill،ISBN 0-07-001659-3.

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

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

١٣. 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 .

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