تكييف خصائص المياه الجوفية لاستخدامات الري باستخدام تقنية المغنطة لبعض آبار مدينة كركوك

آلاء عماد حميد [1]

- **[1] قسم تقنيات الموارد المائية ، المعهد التقني الموصل**
- تاريخ استلام البحث 2018/2/27 وقبوله 2018/11/15

الخلاصة

استخدمت التقنية المغناطيسية لمعالجة مياه بعض الابار المختارة في محافظة كركوك لاغراض الري في الدراسة الحالية ،وبالأمر الذي يتعلق بالمواد الصلبة الذائبة الكلية T.D.S و نسبة امتزاز الصوديوم S.A.R. وايون الكبريتات $SO_4^{=}$، اظهرت نتائج الدراسة بان هناك تغيير كبير قد حدث للنماذج قيد الدراسة بعد امرارها بالمجال المغناطيسي وبخاصة قيم T.D.S. حيث انخفضت فيها القيم بنسبة 31.25%، 31.3%، 30.4%، 30.5% لكل من بئر بابا كركر، بئر رقم 1 وبئر حمام الساعة، بئر رقم 2 وبئر حي العروبة، بئر رقم 3 وبئر حي المعلمين، بئر رقم 4 على التوالي، حيث تم تغيير صنف ماء بئر حمام الساعة من C_3 (عالي الملوحة) الى C_2 (متوسط الملوحة)، بالاضافة الى قلة ايون الكالسيوم Ca^{++} وانخفاض قيمة ايون الكبريتات $SO_4^{=}$ وزيادة فرصة ترشيح الاملاح من التربة، وهذا مما يبين ان التقنية المغناطيسية لها تأثير ايجابي في خواص الماء.

الكلمات المفتاحية : المياه الجوفية، الري ، المغنطة ، كركوك.

Modification properties Groundwater for Irrigation Use By Magnetic Technique Of Some Wells Kirkuk city

Alaa Imad Hameed [1]

- **[1] Water Sources Techniques Department, Mosul Institutes**

Abstract

The current research studied the using of the magnetic technique for treatment water of some selected wells in kirkuk province for irrigation scope in current study, and in the relevant issue of total dissolve solid T.D.S., sodium adsorption ratio S.A.R., and Sulphate ions $SO_4^{=}$., Results showed that big change have happened after subduing the samples to the magnetic field, especially T.D.S. where the value recede in the rate of 31.25%, 31.3%, 30.4%, 30.5% for the well of bab a gurgur, well number 1,well of hamam al-saa , well number 2, well of hay al-auruba well number 3, well of hay al-mualimeen , well number 4 respectively, where orphan change kind water for the well of hamam al-saa from C_3 to C_2,over and above recede calicume ions and Sluphat ions and incresase chance of salts infliltration from soil and that show the positive effected of magnetic field in the water quality.

Key Words : Groundwater , Irrigation , Magnetic Technique , Kirkuk .

المقدمة

إن محدودية الموارد الطبيعية في المناطق الجافة يرافقها انخفاض حصة الزراعة من هذه الموارد يحتم ايجاد مصادر بديلة لتلبية الاحتياجات المتزايدة من الغذاء، برزت في السنوات الأخيرة التقنية المغناطيسية كوسيلة فاعلة في تكييف خواص المياه المستخدمة للأغراض الزراعية والصناعية والبشرية بما يؤدي الى تحسين هذه الخواص، المياه المعالجة مغناطيسيا هي المياه التي يتم تمريرها من خلال مجال مغناطيسي معين ، يوفر الماء الممغنط حوالي 30% من الماء المستعمل للري، وباستعمال الماء الممغنط في الري تحصل عملية غسيل التربة من الملح بصورة كبيرة جدا ، ان تأثير الحقول المغناطيسية في المياه المارة خلال الانابيب قد لوحظ منذ عقود حول معاملة المياه المارة خلال الانابيب، حيث اكتشف ان المياه الممغنطة المارة خلال الانابيب يرافقها ترسيب اقل لكربونات الكالسيوم او لا يرافقها هذا الترسيب رغم الاستخدام الطويل (الراوي، 1984).

رغم أن التفسيرات العلمية لما يحدث للماء الممغنط من تغييرات فيزيائية أو كيميائية لم يكن موثقا في المقالات العلمية، الا ان هناك اشارات لهذا التغيير. من هذه التفسيرات ان الماء هو سائل قطبي اي ان جزء من جزيئة الماء لها شحنة كهربائية موجبة والجزء الاخر له شحنة كهربائية سالبة. ولكن محصلة الشحنة الكهربائية تكون سالبة. وبتعبير اخر ان الماء

ثنائي القطب وان مجاله المغناطيسي او الكهربائي قابل للتغيير عن طريق تدوير الجزيئة باتجاه واحد او الاتجاه الاخر لتأخذ جهد عالي سالب او موجب اعتمادا على المجال المغناطيسي الخارجي المستخدم على القطب الجنوبي (موجب) او الشمالي (سالب). اصبح من المؤكد علميا ان حقل التأثير الموجب الممتد للقطب الجنوبي يجعل السوائل اكثر ذوبانية (تخفيض الشد السطحي) وبذلك يزيد الهدرتة واذابة المعادن وهكذا تغييرات فيزيائية (فهد واخرون ،2005).

بئر حمام الساعة

N 35 25 57.5 , E 44 23 6.8

بئر حي المعلمين

N 35 25 40.8 , 44 23 2.5

بئر بابا كركر

N 35 25 38.9 , E 44 22 38.9

بئر حي العروبة

N 35 25 16 , E 44 22 54.1

مقياس الرسم 1 cm: 50m

ولتقنية المغنطة فوائد عدة منها الانتاجية المبكرة للمحصول و زيادة التفتيح والازهار بالإضافة الى ان المغنطة تعمل على منع وجود التكلسات في الجدران الداخلية لأنابيب الماء ومن خلال التجارب التي اجريت على ماء الحنفية ومياه الابار والمجاري وعلى ماء البحر تبين بان الاملاح الذائبة الكلية تقل وقيمة الاس الهيدروجيني تزداد وذلك بسبب تراصف جزيئات الماء باتجاه واحد وقلة زاوية الاواصر بين ذرات الماء وزيادة حجم ذرة الماء (Rameen,2011) كما اجريت دراسة في ايران على تأثير الماء الممغنط على تقليل ايونات كبريتات التربة بطريقة الري بالتنقيط وبينت النتائج بان ايونات كبريتات التربة لكل الاعماق المروية بالماء الممغنط اقل من الماء غير الممغنط (Behrouz,2011).

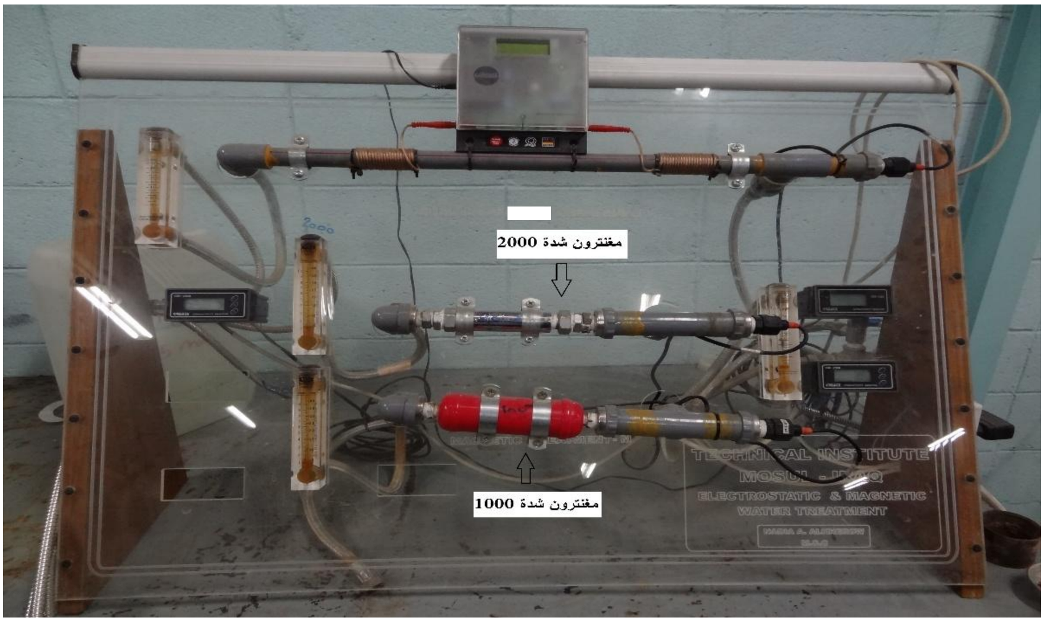
تهدف هذه الدراسة الى بيان تأثير استخدام التقنيات المغناطيسية للمياه ومدى التغير الذي يحدث في قيمة الاملاح الذائبة الكلية T.D.S. و نسبة امتزاز الصوديوم S.A.R. وايون الكبريتات SO_4، وذلك عند استخدام نماذج من أربعة آبار مختلفة من مدينة كركوك ومن ثم اخضاعها للتقنية المغناطيسية (المغنطة) لبيان التغيرات التي ستحصل لهذه الخواص، الامر الذي يعمل على تقليل نسبة الملوحة وبالتالي مساعدة النبات على النمو في الوسط الملحيّ بشكل جيد.

المواد وطرائق البحث

جمعت عينات مياه أربعة آبار في مدينة كركوك وهي بئر حي العروبة و حي المعلمين و حمام الساعة وبئر بابا كركر حيث يتم ضخ المياه من هذه الابار واستخدامها للشرب والري في المدينة كما موضح في الشكل رقم 1، وذلك لثلاثة أشهر من سنة 2013 نيسان وأيار وحزيران، ووضعت النماذج في قناني نظيفة محكمة الغلق لحين اجراء التحاليل والفحوصات المطلوبة.

تم مغنطة الماء بواسطة جهاز المغنطة المبين في الشكل رقم 2 وبعد أخذ النماذج من الآبار ونقلها الى مدينة الموصل لمغنطتها وذلك لتوفر الجهاز في المعهد التقني/ الموصل في مختبر تقنيات الموارد المائية، حيث تم ضخ الماء من خلال خزان بسعة 15 لتر ومغنطة الماء بكثافة فيض مقدارها 2000 كاوس ثم اعادة النماذج الممغنطة الى مديرية ماء كركوك لإجراء الفحوصات عليها مع العلم بانه تم فحص النماذج قبل مغنطتها ليتم المقارنة بين النماذج الممغنطة وغير الممغنطة.

صور ماخوذة من خرائط كوكل تبين مواقع اخذ عينات مياه الري المدروسة في منطقة شارع الكورنيش ضمن حدود مدينة كركوك



شكل رقم 2 مخطط توضيحي لجهاز المغنطة

نتائج الفحوصات

ان تقييم ماء الري وتحديد صلاحيته يعتمد على عدة خصائص تحدد امكانية استخدام الماء للري وبيان مدى خطورته ومن هذه الخصائص الملوحة Salinity، لقد دخلت الملوحة بعدد من المؤشرات التي تحدد صلاحية الماء للري ومن هذه المؤشرات مقياس التركيز الكلي للأملاح الذائبة (Total Dissolved Solid)،ويتم قياس قيمة الأملاح الذائبة الكلية بموجب الطرق القياسية لفحوصات المياه (جابرو واخرون، 1993) ،وقد تم تصنيف مياه الري بالنسبة لمحتواه من الأملاح الذائبة الكلية حسب تصنيف مختبر الملوحة الأمريكي وكما مبين في الجدول رقم 1 (عباوي واخرون، 1990) .

جدول رقم 1 تصنيف ماء الري بالنسبة لمحتواه من الأملاح الذائبة حسب تصنيف مختبر الملوحة الأمريكي U.S .Salinity

صنف	كمية الأملاح الذائبة الكلية ملغم /لتر	مدى ملائمة الماء للملوحة
C1 قليل الملوحة	160-0	الماء ملائم لأغلب النباتات ولمعظم الترب مع احتمال قليل جدا لنشوء ملوحة التربة
C2 متوسط الملوحة	480-160	الماء ملائم للنباتات جيدة التحمل للأملاح في حالة وجود غسل متوسط للتربة
C3 عالي الملوحة	1440-480	الماء ملائم للنباتات متحملة الملوحة وعلى ترب جيدة البزل مع ضرورة وجود نظام بزل وغسل جيد للتربة
C4 عالي الملوحة جدا	3200-1440 *	الماء ملائم للنباتات المتحملة جدا للملوحة على تربة نفاذة جيدة للبزل مع وجود غسل شديد الأملاح

*** عباوي واخرون 1990**

ومن الخصائص الأخرى التي تحدد صلاحية الماء للري الصودية Sodicity ، يعتبر الصوديوم أحد أهم العوامل الرئيسية المسؤولة عن تقييم ماء الري، ويمتلك الصوديوم هذه الأهمية بسبب تغييره لبعض خصائص التربة عند وجوده بها نسبة الى وجود الأيونات الأخرى كالكالسيوم والمغنسيوم ويساهم الصوديوم بشكل كبير في مشكلة النفاذية وقد دخل بعدة مؤشرات للتعبير عن خطورته في الري ومن هذه المؤشرات نسبة امتزاز الصوديوم (Sodium Adsorption Ratio)، وقد صنف مختبر الملوحة الأمريكي مياه الري حسب (S.A.R) الى أربعة أقسام وكما مبين في جدول (2) (عباوي واخرون 1990) ويتم قياس قيمة نسبة امتزاز الصوديوم (S.A.R) عن طريق حساب تركيز كل من الصوديوم والكالسيوم والمغنيسيوم ثم يتم حساب هذه النسبة بالقانون التالي:

جدول رقم 2 تقييم مياه الري على أساس SAR

صنف الماء	قيمة SAR	مدى ملائمة الماء
S1 قليل الصوديوم	10-0	الماء ملائم لري معظم المحاصيل ولجميع أنواع الترب تقريبا عدا المحاصيل الحساسة جدا للصوديوم
S2 متوسط الصوديوم	18-10	الماء ملائم للترب ذات النسجة الخشنة وذات نفاذية جيدة وغير ملائم للترب الناعمة النسجة خاصة عند عدم كفاية الغسل
S3 عالي الصوديوم	26-18	الماء ضار لأغلب الترب ويتطلب غسل وبزل جيد
S4 عالي الصوديوم جدا	أكثر من 26	الماء عادة ما يكون غير صالح لأغراض الري

ولكون أيون الكبريتات يعد عاملا مهما في تحديد صلاحية الماء للري، فهي مهمة لنمو النباتات واي نقص فيها يؤدي الى قلة في النمو وكذلك زيادتها، ويتم قياس أيون الكبريتات بموجب الطرق القياسية لفحوصات المياه (جابرو واخرون، 1993) ،توضح الجداول 8،7،6،5 قيم خصائص الماء قبل المغنطة وبعدها للابار المختارة على التوالي.

التحليل الاحصائي

تم اجراء تحليل التباين F-Distribution لغرض معرفة هل ان العلاقة بين فحوصات هذه الابار ذات اختلاف معنوي ام لا، اي هل ان هذه الابار مستقلة بعضها عن البعض ام لا، والذي تضمن ايجاد قيم (الراوي،1994):

1- مجموع المربعات الكلي SST
2- مجموع المربعات للمعاملات SSt
3- مجموع مربعات الخطأ SSe

ويبين الجدول رقم 3 قيم الاملاح الذائبة الكلية للآبار الاربعة قبل المغنطة ليتم تحليلها بواسطة F-Distribution.

جدول رقم 3 قيم TDS قبل المغنطة للآبار الاربعة في منطقة الدراسة

الابار	TDS ملغرام/لتر	الشهر الرابع	TDS	الشهر الخامس	TDS	الشهر السادس
بئر حي العروبة	1020		986		999	
بئر حي المعلمين	808		792		790	
بئر حمام الساعة	658		604		598	
بئر بابا كركر	768		634		620	

ولغرض اجراء تحليل التباين يجب معرفة عدة قيم منها درجة الحرية (d.f.)، مجموع المربعات (SS)، ومتوسط مجموع المربعات (ms)، قيمة F المحسوبة، قيم F من الجدول، وكما مبين من الجدول رقم 4.

جدول رقم 4 التحليل التبايني للآبار الاربعة

S.O.V	d.f	S.S.	m.s.	$F_{calculation}$	$F_{tabulated}$
بين المعاملات (v1)	3	258 175 58 (SST-sse)	86 058.5 $\left(\frac{ss}{d.f}\right) = ms1$	42.18 $\frac{ms1}{ms2}$	4.066
الخطأ التجريبي (v2)	8	16 319.3 (sse)	2 039.9 $\left(\frac{ss}{d.f}\right) = ms2$		
المجموع	11	274 494.91 (SST)			

حيث أن:
k: عدد الابار=4
n: عدد الاشهر=3
v1 = 1 – k =3
v2 =(1 – n) × k =8
y_{nk}: قيم TDS لـ k من الابار و لـ n من الاشهر.

$$SST = \sum y_{nk}^2 - \frac{Y^2}{n \times k} \quad \ldots .2$$

$$SSt = \sum \frac{Y_k^2}{n} - \frac{Y^2}{n \times k} \quad \ldots 3$$

Y= مجموع قيم TDS الكلية.
Y_k: مجموع قيم TDS للآبار الاربعة.

ومن خلال جدول رقم 4 تبين بان $F_{cal} > F_{tab}$ وهذا يعني بان كل بئر مستقل عن البئر الاخر وكل بئر يأخذ مياهه من منبع يختلف عن البئر الاخر والذي اتفق مع الناحية الهيدرولوجية حيث ان الابار تقع بين مناطق متباعدة عن بعضها البعض ونوعية مياهها تختلف في كل بئر عن البئر الاخر، وهذا يتطابق مع تصريح مسؤول قسم الابار في مديرية ماء كركوك السيد شكر عسكر حسين بان مكمن الابار قيد الدراسة ليست واحدة، بالاضافة الى ان عمق الابار 110 م و 108 م و 106 م و 112 م لكل من بئر بابا كركر وحمام الساعة وحي العروبة وحي المعلمين على التوالي

جدول رقم 5 بعض صفات الماء لبئر حي العروبة قبل معالجته مغناطيسيا وبعدها

الخصائص	الوحدة	نموذج 1 شهر نيسان		نموذج 2 شهر أيار		نموذج 3 شهر حزيران	
		قبل المغنطة	بعد المغنطة	قبل المغنطة	بعد المغنطة	قبل المغنطة	بعد المغنطة
الاملاح الذائبة الكلية T.D.S.	ملغرام/لتر	1020	763	986	685.5	999	698
الكالسيوم	ملغرام/لتر	140	124	113	51	115	93
المغنيسيوم	ملغرام/لتر	76	84.6	48.9	96.7	46	67.4
الصوديوم	ملغرام/لتر	20	19.2	20	19.5	22	19.4
نسبة امتزاز الصوديوم S.A.R.	ملغرام/لتر	1.92	1.88	2.22	2.08	2.45	2.16
SO_4	ملغرام/لتر	480	458	272	260	270	266
صنف الماء S.A.R.	—	S_1	S_1	S_1	S_1	S_1	S_1
صنف الماء T.D.S	—	C_3	C_3	C_3	C_3	C_3	C_3

جدول رقم 6 بعض صفات الماء لبئر حي المعلمين قبل معالجته مغناطيسيا وبعدها

الخصائص	الوحدة	نموذج 1 شهر نيسان		نموذج 2 شهر أيار		نموذج 3 شهر حزيران	
		قبل المغنطة	بعد المغنطة	قبل المغنطة	بعد المغنطة	قبل المغنطة	بعد المغنطة
الاملاح الذائبة الكلية T.D.S.	ملغرام/لتر	808	599	792	550.5	790	687
الكالسيوم	ملغرام/لتر	118	114	113	103	110	110
المغنيسيوم	ملغرام/لتر	52	50	48.7	57.46	50	51.7
الصوديوم	ملغرام/لتر	23	17.3	24	23.8	25	18.3
نسبة امتزاز الصوديوم S.A.R.	ملغرام/لتر	2.49	1.91	2.669	2.55	2.795	2.028
SO_4	ملغرام/لتر	335	295	321	294	319	310
صنف الماء S.A.R.	—	S_1	S_1	S_1	S_1	S_1	S_1
صنف الماء T.D.S	—	C_3	C_3	C_3	C_3	C_3	C_3

جدول رقم 7 بعض صفات الماء لبئر حمام الساعة قبل معالجته مغناطيسيا وبعدها

الخصائص	الوحدة	نموذج 1 شهر نيسان		نموذج 2 شهر أيار		نموذج 3 شهر حزيران	
		قبل المغنطة	بعد المغنطة	قبل المغنطة	بعد المغنطة	قبل المغنطة	بعد المغنطة
الاملاح الذائبة الكلية T.D.S.	ملغرام/لتر	658	452	604	440.5	598	458
الكالسيوم	ملغرام/لتر	80	75	79	71	72	74
المغنيسيوم	ملغرام/لتر	35.4	50.63	35	37.21	40	41.7
الصوديوم	ملغرام/لتر	18	18.3	17	17	18	17
نسبة امتزاز الصوديوم S.A.R.	ملغرام/لتر	2.369	2.271	2.251	2.075	2.405	2.236
SO_4	ملغرام/لتر	197	189	173	160	170	162
صنف الماء S.A.R.	—	S_1	S_1	S_1	S_1	S_1	S_1
صنف الماء T.D.S	—	C_3	C_2	C_3	C_2	C_3	C_2

جدول رقم 8 بعض صفات الماء لبئر بابا كركر قبل معالجته مغناطيسيا وبعدها

الخصائص	الوحدة	نموذج 1 شهر نيسان		نموذج 2 شهر أيار		نموذج 3 شهر حزيران	
		قبل المغنطة	بعد المغنطة	قبل المغنطة	بعد المغنطة	قبل المغنطة	بعد المغنطة
الاملاح الذائبة الكلية T.D.S.	ملغرام/لتر	768	528	634	498.5	620	503
الكالسيوم	ملغرام/لتر	107	82	92	66	96	74
المغنيسيوم	ملغرام/لتر	38.9	52.4	41	55.87	38.6	52.9
الصوديوم	ملغرام/لتر	23	18.3	24	20.6	26.4	23
نسبة امتزاز الصوديوم S.A.R.	ملغرام/لتر	2.692	2.232	2.943	2.59	3.218	2.887
SO_4	ملغرام/لتر	241	250	240	255	240	250
صنف الماء S.A.R.	—	S_1	S_1	S_1	S_1	S_1	S_1
صنف الماء T.D.S	—	C_3	C_3	C_3	C_3	C_3	C_3

التحليل والمناقشة

من خلال الجداول 8,7,6,5 يلاحظ من ذلك هبوط نسبة الملوحة في العينات T.D.S. نتيجة تعرضها لمجال مغناطيسي، الذي ادى الى تفكك جزيئات الاملاح وتحرر الايونات الطليقة والمساعدة على الاتحاد لتكوين مركبات غير ذائبة واخرى قابلة للامتصاص من قبل النبات ، ويمكن تفسير ذلك بان جزيئات الماء H_2O ترتبط ببعضها بروابط هيدروجينية وقد تكون هذه الروابط ثنائية او متعددة قد تصل الى عشرات الروابط، وعند اخضاع تلك الجزيئات للمجال المغناطيسي فان هذه الروابط تتغير من زاوية الى اخرى خلال اتصال ايوني الهيدروجين مع الاوكسجين وبالتالي يؤدي الى زيادة قابلية التحلل الكهربائي والتأثير في تحلل بلورات الملح، ان مهمة الأنظمة المغناطيسية هي تكسير البلورات الكبيرة الى بلورات صغيرة ، لتمر بسهولة عبر شعريات جذور النباتات ومسامات التربة ، وعليه فأن كمية الأملاح في الماء لا تقل ولكنها لا تكون ضارة ، لان النبات سيأخذ كل ما يحتاج لنموه من هذا النوع من الماء ، وترمى بواقي بلورات الأملاح والمكونات الاخرى عديمة الفائدة الى المبازل ، كما ان بلورات الملح الصغيرة ومكوناتها ستكون اسهل في المرور من خلال مسامات التربة ، لتصل إلى المبازل الأرضية في الطبقات السفلى من التربة (Black, 2000)

كذلك نلاحظ من الجداول السابقة بان جميع الابار كانت قبل المغنطة من صنف C_3 (عالية الملوحة) وذلك بالاعتماد على تصنيف مختبر الملوحة الامريكي U.S. Salinity الجدول رقم 1 واعتمادا على هذا التصنيف فان المياه من صنف C_3 تصنف على انها مياه ملائمة للنباتات متحملة الملوحة مثل الشعير والقطن، وبعد اجراء معالجة مياه الابار مغناطيسيا اظهرت النتائج بانه بقي تصنيف الماء لجميع الآبار C_3 ماعدا بئر حمام الساعة اذ تحول صنف الماء من C_3 الى C_2 (مياه متوسطة الملوحة) وبذلك امكانية سقي اصناف اكثر من النباتات بمياه بئر حمام الساعة حيث اصبح الماء ملائم للنباتات جيدة التحمل للأملاح ويمكن ان نفسر ذلك بان بئر حمام الساعة تكون قيمة المواد الصلبة الذائبة الكلية قبل المغنطة اقل من باقي الابار لهذا بعد عملية المغنطة سيتحول تصنيف الماء من C_3 الى C_2 ، اما عند مقارنة مياه الري بالنسبة لنسبة امتزاز الصوديوم S.A.R. والتي تم قياسها من خلال معادلة 1 فتبين بانها من نوع S_1 وهي ملائمة لجميع انواع النباتات، ولكن فيما اذا كانت هناك مياه بدرجة عالية من S.A.R. فمن خلال هذه الدراسة تبين بان مغنطة المياه تعمل على التقليل من قيمة S.A.R.

كما بينت النتائج في الجداول 8,7,6,5 الى قلة ايون الكالسيوم Ca^{++} بعد المعالجة المغناطيسية للماء ويمكن تفسير ذلك الى قلة CO_2 عند التفاعل بسبب ارتفاع درجة الحرارة وعندما يقل CO_2 يؤدي الى سير التفاعل في الاتجاه العكسي وبهذا يقل ايون الكالسيوم كما مبين في المعادلة (4) (درادكة،1999).

$$CO_2+H_2O+CaCO_3 \rightleftharpoons Ca^{++}+2HCO_3^- \quad .... 4$$

بالإضافة الى ذلك، من خلال النتائج السابقة تم ملاحظة انخفاض قيمة أيون الكبريتات، حيث ان قلة ايون الكبريتات يقلل من فرص ترسيب كبريتات الكالسيوم بالتربة وزيادة فرصة ترشيح الأملاح من التربة (Behrouz واخرون،2011).

المصادر

1- الراوي ، خاشع محمود ، 1984، المدخل الى الاحصاء، جامعة الموصل، صفحة 409-416.
2- جابرو ، عدنان عزيزو أمل محمد سليم ، بغداد 1993 ،الكيمياء الصحية، المكتبة الوطنية، صفحة 52 و 112.
3- حسن ، قتيبة محمد و علي عبد فهد و عدنان شبار فالح و طارق لفتة رشيد. 2005. التكييف المغناطيسي لخواص المياه المالحة لأغراض ري المحاصيل. 1- زهرة الشمس. مجلة العلوم الزراعية العراقية. 36(1): 23-28.
4- درادكة ،خليفة عبد الحافظ ، 1999، هيدرولوجية المياه الجوفية ومبادئ في المياه السطحية، جامعة البلقاء التطبيقية، صفحة 488.
5- سليمان ،د.علي محمد ، 2010، الماء الممغنط وصفاته، جامعة الموصل، مركز بحوث السدود والموارد المائية، العدد الثاني، صفحة 37- 39.

6- عباوي ،سعاد عبد ومحمد سليمان حسن ، 1990، الهندسة العملية للبيئة ، دار بن الاثير للنشر/ جامعة الموصل ، صفحة 263.

7- فهد ، علي عبد و قتيبة محمد حسن و عدنان شبار فالح و طارق لفتة رشيد، 2005، التكيف المغناطيسي لخواص المياه المالحة لأغراض ري المحاصيل 2- الذرة الصفراء والحنطة. مجلة العلوم الزراعية العراقية. 36(1)، صفحة 29-34.

8- Behrouz Mostafazadeh-Fard, Mojtaba Khoshravesh-Farhad Mousavi and Ali-Reza Kiani, Effect of Magnetized Water on Soil Sulphate lons in Trickle Irrigation, 2011 2nd International Conference on Environmental Engineering and Application, IPCBEE Vol.17. 2011.

9- Blake, W. 2000. Physical and Biological effect of magnet. In: Santwani, M.T. (ed), The art of magnetic healing. B. Jain. India Gyaa.com. India.

10- Rameen S. Abdel Tawab, Mohammed Adel A. Younes, Ahmed M. Ibrahim, and Mohammed M. Abdel Aziz, 2011, Testing Commercial Magnetizers: A Study of TDS and PH, Fifteenth International Technology Conference. IWTC-15.