

رقم الترتيب:

رقم التسلسل:

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الشهيد حمة لخضر الوادي
كلية علوم الطبيعة والحياة
قسم البيولوجيا



مذكرة تخرج

لنيل شهادة ماستر أكاديمي

ميدان: علوم الطبيعة والحياة

شعبة علوم بيولوجية

تخصص: التنوع الحيوي والمحيط

الموضوع

المساهمة في دراسة تقييم مدى صلاحية المياه الممغنطة
للري في منطقة وادي سوف (مزرعة الضاوية نموذجاً).

من إعداد:

• غمام نواس بوبكر

• فطحيزه علي الازهر

نوقشت يوم 2018/06/03 من طرف لجنة المناقشة :

خزاني بشير	أستاذ مساعد (أ)	رئيسا	جامعة الوادي
غمام عمارة الجيلاني	أستاذ محاضر (أ)	مؤطرا	جامعة الوادي
مصباحي محمد عادل	أستاذ مساعد (أ)	ممتحنا	جامعة الوادي

الموسم الجامعي: 2017 / 2018

الإهداء

الى:

دفع الحياة وعطفها وحنانها...

أمي رحمها الله

نبع الحياة ونبضها وأمنها...

أبي وزوجته

سند الحياة وظلها وعزها...

زوجتي

فرح الحياة ونورها وزينتها...

أبنائي أسامة وإلياس

حب الحياة وعطاؤها وأملها...

أخواتي وإخوتي

أهدي هذا العمل المتواضع....

غمام نواس بوبكر

التشكرات

بسم الله الرحمن الرحيم

(رَبِّ أَوْزِرْ عَنِّي أَنْ أَشْكُرَ نِعْمَتَكَ الَّتِي أَنْعَمْتَ عَلَيَّ)

نحمد الله الذي وفقنا وهدانا وأعاننا على إتمام هذا البحث بعد جهد واجتهاد، ووقوفاً عند قول النبي صلى الله عليه وسلم (من لم يشكر الناس لم يشكر الله) نجد أنفسنا لزاماً على أن نوفي صاحب المعروف حقه، وصاحب الفضل فضله، فنقدم بخالص الشكر الى أستاذنا الفاضل، الدكتور *غمام عمارة الجيلاني* على ما تفضل بالإشراف على هذه الرسالة، وما أولانا به من نصح وإرشاد وصبر جميل، ولم يدخر جهداً في مساعدتنا وتقديم النصح الكامل لنا براحة صدر ورجاحة عقل، ومنحنا من علمه ودقة ملاحظاته ورصانة عبارته، ما أثرى به البحث، فجزاه الله عنا خير الجزاء، كما أن الواجب يحثنا على شكر الأستاذين الفاضلين :

– الأستاذ خزاني بشير رئيس لجنة المناقشة والأستاذ مصباحي محمد عادل عضو لجنة المناقشة .

على ما بذلاه من جهد في قراءة بحثنا وتصويبه وتنقيحه وإسداء النصح والتوجيهات، كما نشكر إدارة مزرعة الضاوية وعملها وعلى رأسهم مسير الموارد البشرية والمهندسين فتحي وزير الذين لم يدخرا جهداً في سبيل حصولنا على المعلومات ومساعدتنا على أخذ العينات، كما نتقدم بالشكر الجزيل إلى كل عمال ومهندسي مخبر الجزائرية للمياه على كل ما قدموه لنا من مساعدة، ونشكر الأستاذ الفاضل *عبد القادر موساوي* على وقوفه معنا ومساعدته لنا تقنياً ومعلوماتياً ليخرج البحث في أبهى حلة فجزاه الله عنا كل الجزاء .

وفي النهاية نشكر الأسرة الجامعية من أساتذة وعمال خاصة في كلية علوم الطبيعة والحياة والي كل من ساعدنا من قريب أو من بعيد ولوبكلمة طيبة أو بابتسامة صادقة أو دعاء خالص .

إن أصبنا فمن الله وإن أخطأنا فمن أنفسنا ومن الشيطان ولله الحمد والشكر أولاً وأخيراً .

الملخص

انجزت هذه الدراسة خلال سنة 2018 في مزرعة الضاوية غرب مدينة الوادي، بهدف تقييم استخدام التقنيات المغناطيسية لمعالجة مياه الآبار المالحة ومدى صلاحيتها للري حيث تضمنت هذه الدراسة مقارنة الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمياه المستخدمة في الري قبل وبعد تعرضها لمجال مغناطيسي بقوة 8000 غاوس ، ومدى محافظتها على التغيرات المكتسبة، اظهرت النتائج ارتفاع طفيف في PH وانخفاض في تراكيز الكالسيوم والصوديوم والمنغنيزيوم و الكلوريد والبيكربونات ، بالإضافة الى تراجع قيم الناقلية الكهربائية و TDS بنسبة 31 % و 32.70 % على التوالي وتزيد هذه النسب بزيادة مدة التعرض للمجال المغناطيسي ، يظل الماء الممغنط محتفظا بهذه الصفات المكتسبة 12 ساعة ثم يبدأ في التناقص التدريجي البطيء، التغيرات التي تحدث مباشرة بعد التعرض للمجال المغناطيسي تحول تصنيف المياه من شديدة الملوحة الى متوسطة بعد مغنطتها حسب FAO (1985)، كما بينت النتائج ان مغنطة المياه تؤدي الى زيادة الذوبانية ونسبة الأوكسجين المنحل 9% وتقلل التبخر والكثافة ، كل هذه العوامل بالإضافة نقص تراكيز الأملاح ذات تأثير الايجابي على الكثير من عوامل النظام البيئي للمزرعة حيث تتحسن بعض خواص التربة وتقل صلابتها السطحية وتزيد نسبة الانبات ويتحسن نمو وانتاج النباتات، هذا ما يجعل المياه الممغنطة أكثر صلاحية للري في ظل وجود معايير أخرى مساعدة كنوع التربة ونوع النبات إضافة الى عوامل المناخ .

الكلمات المفتاحية: المياه الممغنطة- الملوحة – خصائص الماء الفيزيائية الكيميائية- المجال المغناطيسي -

مياه الري

Résumé:

Cette étude a été réalisée au cours de 2018 dans une ferme Addhaouia ouest de la ville d' Eloued , afin d'évaluer l'utilisation des techniques magnétiques pour le traitement de l'eau salée des puits et son aptitude à l'irrigation où cette étude comprenait une comparaison des propriétés physiques et chimiques de l'eau utilisée pour l'irrigation avant et après exposition à une intensité de champ magnétique de 8000 gauss, et dans la mesure de maintenir les changements acquise, les résultats ont montré une légère augmentation du pH et une diminution des concentrations de calcium, de sodium, de potassium et de magnésium, chlorure, sulfate et bicarbonate, en plus d'une diminution des valeurs de conductivité et de TDS électriques de 31% et 32,70%, respectivement, et augmentent ces pourcentages Augmenter la durée de l'exposition au champ magnétique, l'eau magnétisée conserve ces qualités acquises 12 heures, puis commence à diminuer progressivement lents, les changements qui se produisent immédiatement après l'exposition au champ magnétique, cette opération transforme la classification de l'eau très saline à moyenne après son magnétisme selon la FAO(1985), les résultats montrent que la magnétisation de l'eau conduit à une augmentation de la solubilité et le taux d'oxygène soluble de 9% et à réduire l'évaporation et la densité, l'ensemble de ces facteurs, ainsi que le manque de concentration de sels avec un impact positif sur la plupart de l'écosystème de la ferme, où améliorer certaines des propriétés du sol et de moins de la dureté de surface durcie et d'augmenter le pourcentage de germination et d'améliorer les facteurs de croissance et de production des plantes Cela rend l'eau magnétisée plus adaptée à l'irrigation avec d'autres critères tels que le type de sol et le type de plante ainsi que les facteurs climatiques

Mots clés: Eau Magnétisée - Salinité - Propriétés Physiques et chimiques de l'Eau - Champ Magnétique - Eau d'Irrigation

Abstract:

This study was conducted during 2018 on a farm Addhaouia west of the city of Eloued, to evaluate the use of magnetic techniques for the treatment of salt water wells and its ability to irrigate where this study included a comparison of the physical and chemical properties of water used for irrigation before and after exposure to a magnetic field strength of 8000 gauss, and to the extent to maintain the acquired changes, the results showed a slight increase in pH and decreased concentrations of calcium, sodium, potassium and magnesium, chloride, sulfate and bicarbonate, in addition to a decrease in electrical conductivity and TDS values of 31% and 32.70%, respectively, and increase these percentages Increase the duration of exposure to the magnetic field, the magnetized water retains these qualities acquired 12 hours, then begins to decrease gradually slow, the chan that occur immediately after exposure to the magnetic field, this operation transforms the classification of very saline water to medium after its magnetism according to the FAO(1985), the results show that the magnetization of water leads to an increase in solubility and the 9% soluble oxygen level and reduce evaporation and density, all of these factors, as well as the lack of salt concentration with a positive impact on most of the farm's ecosystem, where to improve some of the properties of the soil and less of the hardened surface hardness and to increase the percentage of germination and to improve the growth and production factors of the plants This makes the magnetized water more suitable for irrigation with other criteria such as soil type and plant type as well as climatic factors.

Key words: Magnetized water - Salinity - Physical and chemical properties of water - Magnetic field - Irrigation water

الفهرس

قائمة الاختصارات والرموز

فهرس الجداول

فهرس الوثائق

الملخص

المقدمة

الجزء النظري

الفصل الأول: عموميات عن مياه الري

I- مصادر مياه الري.....	07
I. 1- مصادر تقليدية	07
I. 1-1- المياه السطحية	07
I. 1-2- المياه الجوفية	07
I. 2- مصادر غير تقليدية	07
I. 2-1- تحلية مياه البحر.....	07
I. 2-2- مياه الصرف الصحي المعالجة	08
I. 2-3- تحلية المياه السطحية أو الجوفية المالحة	07
II. العوامل المحددة لصلاحية مياه الري	08
II. 1- التركيب الكيميائي والفيزيائي للمياه.....	08
II. 1-1- التركيز الكلي للأملاح	08
II. 1-2- تركيز أيون الصوديوم بالنسبة الى تركيز أيونات الكالسيوم والمنغنيزيوم	08
II. 1-3- تركيز الأيونات ذات التأثيرات السمية	09
II. 1-3-4- تركيز البيكربونات.....	09
II. 1-3-5- قياس درجة الحموضة	09
II. 2- نوعية النبات	10
II. 3- العوامل المناخية	11
II. 4- نوع التربة	11
II. 5- نظام الري.....	12
III- تقسيم جودة مياه الري.....	12
IV. تصنيف مدى صلاحية المياه للري.....	14
IV. تصنيف معمل الملوحة الأمريكي.....	14
IV. 2- التصنيف الروسي.....	14
IV. 3- دليل تقييم مياه الري حسب FAO.....	14
IV. 4- التصنيف الجزائري.....	14
IV. 5- دليل نوعية المياه حسب التصنيف الاردني الالمانى	15

- V. التأثيرات السلبية لمياه الري على التربة..... 15
- V. 1- العلاقة بين ملوحة ماء الري وملوحة التربة..... 15
- V. 1-1- التأثير على نفاذية التربة..... 16
- V. 2-1- التأثير على خصوبة التربة..... 16
- VI. التأثيرات السلبية لمياه الري على النبات..... 17
- VI. 1- تأثير ملوحة مياه الري على النبات..... 17
- VI. 1-1- تأثير ملوحة مياه الري على الانبات..... 17
- VI. 1-2- تأثير ملوحة مياه الري على النمو الخضري..... 17
- VI. 1-3- تأثير ملوحة مياه الري على النمو الجذري..... 17
- VI. 1-4- تأثير ملوحة مياه الري على انتاجية النبات..... 18
- VI. 2- تأثير الأيونات السامة الموجودة في مياه الري..... 18

الفصل الثاني: مغطة مياه الري

- I - لمحة تاريخية عن مغطة المياه:..... 21
- I - تعريف المجال المغناطيسي..... 21
- I-2- الماء الممغنط..... 22
- II - تأثير عملية المغطة على الماء..... 22
- II-1- تأثير المغطة على جزيئة الماء..... 22
- II-2- تأثير عملية المغطة على خواص الماء الفيزيائية والكيميائية..... 23
- III استخدام الماء الممغنط في الري..... 24
- III-1- تأثير ماء الري الممغنط على التربة..... 24
- III-1-1- غسل الاملاح من التربة..... 24
- III-1-2- خصوبة التربة..... 25
- III-1-3- تقليل القشرة السطحية للتربة..... 25
- III-2- التأثير على النبات..... 26
- III-2-1- تأثير الماء الممغنط على الانبات..... 26
- III-2-2- تأثير الماء الممغنط على نمو المجموع الخضري والمجموع الجذري..... 26
- III-2-3- تأثير الماء الممغنط على الانتاجية..... 27

الجزء العملي

الفصل الأول: تقديم منطقة الدراسة

- I- تقديم منطقة الدراسة..... 30
- I-1- الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة..... 30

30.....	2-I- الميزات المناخية لمنطقة سوف
30.....	1-2-I- الحرارة
30.....	2-2-I- التساقط
31.....	3-2-I- الرياح
31.....	4-2-I- الشمس (سطوع الشمس)
31.....	5-2-I- الرطوبة
31.....	6-2-I- التبخر
32.....	7-2-I- تصنيف مناخ منطقة الدراسة
32.....	3-I- الخصائص الطبيعية للمنطقة
32.....	1-3-I- هيدرولوجيا
32.....	2-3-I- تربة المنطقة
33.....	II - مواد وطرق البحث
33.....	II -1- موقع التجربة
34.....	II-1-1- النباتات الموجودة بالمزرعة
34.....	II-1-2- التربة
34.....	II-1-3- الموارد المائية
34.....	II-1-4- نظام الري
35.....	II-1-5- التركيب المستعمل في مغطة المياه
35.....	III الإجراءات المنجزة
35.....	III-1- الدراسة الفيزيوكيميائية
36.....	III-1-1- قياس الكمون الهيدروجيني (pH)
36.....	III-1-2- قياس الناقلية الكهربائية
36.....	III-1-3- قياس الاملاح الكلية الذائبة
36.....	III-1-4- قياس القساوة TH
36.....	III-1-5- قياس تركيز الكالسيوم
37.....	III-1-6- حساب المغنيزيوم
37.....	III-1-7- معايرة شوارد الصوديوم
37.....	III-1-9- حساب نسبة ادمصاص الصوديوم
37.....	III-1-10- قياس تركيز الكلور
38.....	III-1-11- قياس البيكربونات
38.....	III-2- طريقة تقييم صلاحية المياه الممغطة للري
38.....	III-2-1- دليل نوعية مياه الري
39.....	III-2-2- دليل تقييم مياه الري
40.....	III-2-3- التصنيف الأمريكي لتقييم مياه الري

40.....	III-2-4- التصنيف الروسي لتحديد مدى صلاحية المياه للري
40.....	III-3- طريقة دراسة تأثير مغنطة المياه على بعض عوامل النظام البيئي لمزرعة الضاوية
40.....	III-3-1- التأثير على التربة
41.....	III-3-2- التأثير على النبات
41.....	III-3-2-1- صفات النمو الخضري
41.....	III-3-2-2- المجموع الجذري
41.....	III-3-3- تأثير المغنطة على بعض خصائص للماء
41.....	III-3-3-1- الأوكسجين المنحل في الماء
41.....	III-3-3-2- الذوبانية
41.....	III-3-3-3- التبخر
41.....	III-3-4- الوزن الجزيئي
42.....	III-4- التأثير على شبكات الري
42.....	III-4-1- الانسداد الكيميائي
42.....	III-4-2- الانسداد الحيوي

الفصل الثالث: النتائج و المناقشة

44.....	I - نتائج الدراسة الفيزيوكيميائية
44.....	I-1- الرقم الهيدروجيني
45.....	I-2- الناقلية الكهربائية
46.....	I-3- كمية الأملاح الكلية الذائبة
47.....	I-4- نسبة ادمصاص الصوديوم
48.....	I-5- تراكيز الكالسيوم والمنغيزيوم
49.....	I-6- تراكيز الكلوريد والبيكربونات
50.....	II- تقييم صلاحية مياه الري قبل وبعد مغنطتها
50.....	II-1- تطبيق و مقارنة النتائج مع التصنيفات العالمية
51.....	II-2- المناقشة
54.....	III- تأثير مغنطة المياه على بعض عوامل النظام البيئي لمزرعة الضاوية
54.....	III-1- التأثير على التربة
55.....	III-2- التأثير على النبات
55.....	III-2-1- المجموع الخضري
56.....	III-2-2- المجموع الجذري
57.....	III-3- التأثير على الماء
57.....	III-3-1- الأوكسجين المنحل في الماء

58.....	III-3-2- الذوبانية
58.....	III-3-3- التبخر
58.....	III-3-4- الوزن الجزيئي
58.....	III-4- التأثير على شبكات الري
58.....	III-4-1- الانسداد الكيميائي
58.....	III-4-2- الانسداد الحيوي

الخاتمة

المراجع

الملاحق

قائمة الاختصارات والرموز

الاختصار	المعني
A B C	درجات ملوحة حسب التصنيف الروسي
C1 C2 C3 C4	درجات ملوحة حسب التصنيف الامريكي
EDTA	اثيلين ثنائي امين رباعي الاسيتات
EC	الناقلية الكهربائية
FAO	منظمة الزراعة والتغذية
G	كاوس وحدة قياس قوة المجال المغناطيسي
H	الرطوبة النسبية
P	كمية الامطار
pH	الرقم الهيدروجيني
S1 S2 S3 S4	درجات خطورة الصوديوم
SAR	نسبة ادمصاص الصوديوم
T (C°)	درجة الحرارة
TDS	كمية الاملاح الكلية الذائبة
USDA	دائرة الزراعة الامريكية
USSL	معامل الملوحة الامريكي

فهرس الجداول

الصفحة	العنوان	رقم الجدول
08	المعايير المستعملة في تقييم نوعية مياه الري	01
09	مستويات تحمل بعض النباتات لملوحة مياه الري	02
10	الحد الأعلى للملوحة المسموح به في مياه الري تبعا لأنواع التربة ومدى تحمل النبات للملوحة	03
11	تقييم مدى صلاحية استخدام المياه الصالحة في نظام الري الشائع	04
15	المحاصيل وتصنيفها وأفضل ملوحة ملائمة للمحصول بالإضافة الى كمية النقص في الانتاج نتيجة زيادة ملوحة مياه الري	05
32	دليل نوعية مياه الري	06
33	دليل تقييم مياه الري FAO 1985	07
34	مقياس معامل الملوحة الأمريكي	08
34	التصنيف الروسي لملوحة المياه	09
42	التحليل الكيميائي لعينات مياه قبل مغنطتها مصنفة طبقا لتصانيف عالمية	10
42	التحليل الكيميائي لعينات مياه بعد مغنطتها مصنفة طبقا لتصانيف عالمية	11

فهرسة الوثائق

الرقم	العنوان	الصفحة
01	جزينات الماء قبل المغنطة	19
02	ترتيب جزينات الماء بعد المغنطة	19
03	تأثير الماء الممغنط على الانتاجية	23
04	الموقع الجغرافي لمزرعة الضاوية	28
05	صورة ورسم تخطيطي لجهاز GMX المستعمل في مغنطة المياه	29
06	أعمدة بيانية توضح تغيرات درجة الحموضة PH	37
07	تغيرات الناقلية الكهربائية	38
08	تغيرات كمية الأملاح الكلية الذائبة TDS	39
09	تغيرات نسبة ادمصاص الصوديوم SAR	40
10	تغيرات تراكيز الكالسيوم والمنغنيزيوم	40
11	تغيرات تراكيز الكلوريد والبيكربونات	41
12	التربة المسقية بالماء بعد مغنطته	45
13	التربة المسقية بالماء قبل مغنطته	45
14	صورة لبذور الفول السوداني مسقية بالماء قبل المغنطة	46
15	صورة لبذور الفول السوداني مسقية بالماء بعد المغنطة	46
16	صورة لإنبات بذور الشعير مسقية بالماء قبل مغنطته	47
17	صورة لإنبات بذور الشعير مسقية بالماء بعد مغنطته	47
18	صورة للماء الممغنط	48
19	صورة للماء غير الممغنط	48
20	صورة تبين وجود انسدادات ناتجة عن ترسب الاملاح في شبكات الري بالماء العادي	49
21	صورة تبين عدم وجود انسدادات في شبكات الري بالماء الممغنط	49
22	صورة تبين انسداد في شبكات الري بالماء شبكات بالماء العادي نتيجة تكاثر الطحالب	49
23	صورة تبين غياب الطحالب في الري بالماء الممغنط	49

مقدمة

أصبح انتشار ملوحة ماء الري معوقاً بيئياً رئيسياً يحد من إنتاج النباتات في معظم الأراضي الجافة وشبه الجافة بالعالم، حيث تندر المياه الصالحة للري وتزداد ملوحة المياه الجوفية في معظم هذه الحالات مما يزيد من نسبة تملح التربة في هذه المناطق (م ت ب؛ 2016)، ولسوء الحظ فإن هذا الأمر يهدد الأراضي الزراعية في كثير من مناطق الجنوب بالجزائر وخاصة منها وادي سوف ذات النشاط الفلاحي الكبير والتي تعاني من وجود مشكلة ندرة المياه السطحية حيث أن المصدر الوحيد لها هو المياه الجوفية التي يغلب عليها طابع الملوحة وذات مواصفات غير ملائمة للري في كثير من الحالات لذلك ظهر تأثير مساحات كبيرة من الأراضي بالملوحة نتج عنها عدة آثار سلبية على نمو وإنتاج النباتات (غ ف؛ 2016).

وقد كان لظهور تطبيقات التقنيات المغناطيسية في عدة مجالات الفضل في تشجيع الباحثين لاستخدام هذه التكنولوجيا في تكييف ومعالجة بعض صفات المياه الجوفية المالحة وامكانية التوسع في استخدامها في زراعة المحاصيل الحقلية وتقليل تأثيرات الملوحة السلبية على الإنتاجية والتربة، كان للنتائج التي حصل عليها Oleshko (1981) و Takachenko (1995) السبق في فتح المجال أمام استخدام التقنيات المغناطيسية كمصدر من الطاقة الرخيصة في تحسين ورفع صلاحية المياه المالحة لاستخدامها في الري (مزاحم وآخرون؛ 2015).

وقد ذكرت العديد من الدراسات أنه توجد 14 خاصية فيزيائية وكيميائية تتغير في الماء بعد مروره على مجال مغناطيسي ومنها خاصية الناقلية الكهربائية، زيادة نسبة الأوكسجين الذائب في الماء، زيادة القدرة على تذويب الأملاح والأحماض، التبلر، التوتر السطحي، التغير في سرعة التفاعلات الكيميائية، خاصية التبخر، التبلل، الليونة، الخواص البصرية، قياس العزل الكهربائي، زيادة النفاذية ويظل الماء محتفظا بقوته المغناطيسية 12 ساعة ثم يبدأ في التناقص التدريجي البطيء (الحلفي؛ 2011)، وكذلك ما أشار إليه (رشدي وآخرون؛ 2016) أن تعريض المياه إلى مجال مغناطيسي يحدث تغيرات على خواصه الفيزيائية والكيميائية الذي يستمر بعضها دقائق إلى عدة أيام، وأيضا ما توصل إليه (عبد العزيز وآخرون؛ 2017) أن الماء الممغنط يساعد على تكسير الروابط الهيدروجينية في المياه المالحة مما يساعد على غسل التربة ومساعدة النبات على امتصاص الماء والمعادن بسهولة من الترب العالية الملوحة وبناء على ذلك فإن استخدام الماء المعالج مغناطيسيا يساعد على زيادة الإنتاج الزراعي كما ونوعا وزيادة قدرة النبات على مقاومة الأمراض، والأهم من ذلك أن مغنطة الماء تساعد في توفير الماء المستخدم في الري ويقلل من استخدام الأسمدة الكيميائية مما ينعكس ايجابيا على صحة الإنسان والبيئة (محمد؛ 2014)، وأيضا أن

استخدام مياه الري الممغنطة تساعد في سرعة الإنبات والنضج المبكر للمحصول بالإضافة إلى رفع الإنتاج وجودته بنسبة (20-30%) عن الظروف العادية لنفس النبات (رعد وهند؛ 2012)، ونظرا لأن الدراسات عن المياه الممغنطة حديثة و قليلة في الوطن العربي بصورة عامة وفي الجزائر بصفة خاصة، وقد كثر الجدل عليها بين المهتمين بهذا المجال في السنوات الأخيرة ، لذا تم اقتراح موضوع مساهمة في دراسة تقييم صلاحية المياه الممغنطة للري وقد تم اختيار مزرعة الضاوية كنموذج لهذه الدراسة نظرا للأسباب التالية :

- هذه المزرعة متعاقدة مع شركة تونسية تشتغل في المجال الفلاحي تسمى AMIRAL agro، وهي الممثل الرئيسي للشركة الأمريكية GMX في تونس، ليبيا والجزائر، حيث ان هذه الشركة متخصصة في إنتاج الأجهزة المغناطيسية و متحصلة على براءة اختراع في مجال Magneto hydrodynamique لعلوم المياه.

- هذه المزرعة بها طاقم تقني ومهندسين مختصين في المجال الفلاحي والري.

- المزرعة رائدة في انتاج التمور و الزيتون حيث تحوي 16259 نخلة و 1570 شجرة زيتون.

ويهدف هذا البحث إلى تقييم مدى صلاحية استخدام تقنية المعالجة المغناطيسية لماء الري المستخدم في المزرعة ومدى محافظة الماء على الخصائص الجديدة المكتسبة بعد مغنطته، وذلك من خلال مقارنة نتائج التحاليل الفيزيائية والكيميائية المتحصل عليها لماء الري قبل و بعد مروره على مجال مغناطيسي ذو قوة 8000 كاوس لفترات مختلفة، ثم يتم مطابقة نتائج التحاليل الفيزيائية والكيميائية مع التصنيفات العالمية المعتمدة في تقييم مياه الري، وقد قسمنا هذه الدراسة الى جزئين :

- الجزء النظري: يحتوي علي فصلين :

- الفصل الأول: عموميات حول مياه الري .

- الفصل الثاني: مغنطة مياه الري وتأثيراتها على التربة والنبات.

- الجزء العملي: يحتوي على فصلين :

- الفصل الأول: وسائل و طرق البحث.

- الفصل الثاني: النتائج والمناقشة.

الجزء النظري

الفصل الأول

عموميات عن مياه الري

يعتبر الري تزويد التربة بالماء لتوفير الرطوبة والاحتياجات المائية اللازمة لنمو النبات وتفادي الجفاف وخطر الصقيع بالإضافة الى غسل التربة لإزالة الاملاح وتحسين خواصها الفيزيائية والكيميائية (م ح ث ز ب؛ 2012)، كما يجعل الماء المضاف إلى التربة المواد الغذائية والأسمدة مهيةة للامتصاص بواسطة الجذور، والري ضروري خاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة، حيث تختلف خصائص مياه الري تبعا لتعدد مصادره وتنوع المناخ واختلاف المنطقة.

I – مصادر مياه الري:

يمكن تقسيم مصادر مياه الري في الجزائر الى قسمين رئيسيين هما:

I. 1- مصادر تقليدية :

I. 1-1- المياه السطحية :

هي المياه التي توجد على سطح الأرض على هيئة سيول نتيجة هطول الأمطار أو الثلوج التي تغذي الأودية والأنهار أو تتسرب الى الخزانات الجوفية، حيث توصف المياه السطحية بأنها متجددة، كما تعتبر مياه الأمطار المصدر الرئيسي لهذه المياه في المناطق الجافة وشبه الجافة في الجزائر (فريجة؛ 2014).

I. 1-2- المياه الجوفية :

تتمثل في المياه المخزنة بباطن الأرض في أعماق قد تصل آلاف الأمتار، منها ما هو متجدد ومنها ما هو غير متجدد، ويوجد في الصحراء الجزائرية أحد أهم 06 أحواض مائية في الوطن العربي يدعى حوض العرق الكبير 600 ألف كلم² (المعالج وبوقشة؛ 2000)

I. 2- مصادر غير تقليدية :

I. 2-1- تحلية مياه البحر:

هي عملية تجرى لإزالة الاملاح الزائدة من المياه لتصبح صالحة للاستعمال في شتى مجالات الحياة (الشرب – الصناعة – الزراعة الخ)، وقد لجأت الدولة الجزائرية لتحلية مياه البحر كوسيلة لتعزيز أمن إمدادات المياه أين برمجت 21 محطة تحلية منذ عام 2002 م، يبلغ حاليا حجم المياه التي يتم الحصول عليه في تحلية من تحلية مياه البحر حوالي 111.5 مليون م³ (رواينية؛ 2011).

I . 2-2- مياه الصرف الصحي المعالجة :

يعتبر استصلاح مياه الصرف الصحي وإعادة استعمالها أحد الخيارات العملية في سبيل توفير مصادر جديدة لسد النقص في الموارد المائية و لتخفيف استنزاف المياه الجوفية (FAO، 2000)، وقد قامت الجزائر بإنجاز 177 محطة معالجة وتصفية مياه الصرف الصحي ليصل حجم المياه المعالجة 1 مليار م³ تستعمل في السقي (و م م؛ 2016).

I . 2-3- تحلية المياه السطحية أو الجوفية المالحة :

تهدف هذه العملية الى إزالة أو خفض الأملاح الذائبة بالمياه السطحية أو الجوفية المالحة بالاعتماد على تغيير الحالة الطبيعية للمياه بالطرق الحرارية، بالإضافة الى عدة طرق فيزيائية واخرى كيميائية عن طريق الترسيب باستعمال مواد كيميائية، كما يمكن استخدام الخواص الانتقالية للأيونات في إزالة الملوحة (المعالج وبوقشة؛ 2000)، كان لظهور تقنيات المغناطيسية في مجالات عديدة الفضل في تشجيع المهتمين بعلوم المياه إلى محاولة استخدام هذه التكنولوجيا في علاج الأضرار الناتجة عن ملوحة المياه ومحاولة استخدامها في مجال أوسع خاصة ري المحاصيل (مزاحم وآخرون؛ 2015).

II . العوامل المحددة لصلاحية مياه الري :

تعتمد صلاحية مياه الري على العديد من العوامل أهمها :

II . 1- التركيب الكيميائي والفيزيائي للمياه :

تعتبر منظمة الزراعة والتغذية (FAO) أن الخصائص الكيميائية والفيزيائية المبينة في الجدول (01) هي المعايير الرئيسية في تقييم صلاحية مياه الري (Pescod, 1992)، ومن أهمها:

II -1-1- التركيز الكلي للأملاح:

يعبر عنه بوحدة الناقلية الكهربائية (ميكرو سيمنس/ سم) أو بتركيز الأملاح الذائبة الكلية TDS (مغ/ل) حيث تعد كمية ونوع الأملاح الموجودة في المياه مهمة في تقدير مدى ملائمة المياه للري، اما مشكلة الملوحة المحتملة فتكون مرتبطة بالمحتوى الاجمالي من الأملاح ونوعها أو بمدى تركيز واحد أو أكثر من العناصر المالحة (FAO, 2000).

II-1-2- تركيز أيون الصوديوم بالنسبة الى تركيز أيونات الكالسيوم والمنغنيزيوم (SAR):

تأتي أهمية تركيز الصوديوم في مياه الري في المرحلة التالية للتركيز الكلي للأملاح، حيث ان ارتفاع قيمة الصوديوم المدمص (SAR) تؤدي الى خلق مشكلة في نفاذية التربة حيث تسبب في تدمير التركيب الطبيعي لحبيبات التربة فتصبح تربة صلبة مندمجة عند جفافها وغير منفذة للماء، أما تواجد الكالسيوم والمنغنيزيوم بنسب مرتفعة في التربة، فان ذلك يصاد تأثير الصوديوم محافظا بذلك على جودة التربة (الوكيل؛ 2013).

II-1-3- تركيز الأيونات ذات التأثيرات السمية :

توجد في المياه أيونات ذات تأثيرات سمية خاصة الصوديوم و الكلوريد والبورون الذي يتسبب في أكثر حالات التسمم، و رغم أن البورون يعد أحد العناصر الأساسية للنبات إلا أن وجوده بتركيزات تزيد عن 0.5 ملغ/ل يمكن ان يؤدي الى تسمم المحاصيل الحساسة (FAO, 2000)، يرتبط تأثير الصوديوم والكلوريد بشكل عام بمحتوى التربة من الكالسيوم، وكلما ازداد محتوى التربة من الكالسيوم كلما انخفض التأثير السلبي للصوديوم والكلوريد (GTZ, 2006)

II-1-3-4- تركيز البيكربونات:

يعتبر أيون البيكربونات مهم في مياه الري وذلك لميله في ترسيب الكالسيوم والمنغنيزيوم وبذلك تزيد نسبة إدمصاص الصوديوم SAR بسبب سيادة أيون الصوديوم وانخفاض تركيز كل من الكالسيوم والمنغنيزيوم في مياه الري وبالتالي زيادة خطورة الصوديوم (هيل ؛ 2007).

II-1-3-5- قياس درجة الحموضة pH :

تتراوح درجة الأس الهيدروجيني الطبيعية بين (6.5 - 8.5)، وليس هناك في هذا المجال أي تأثير سلبي ملحوظ على النبات أو التربة حسب (FAO, 1985)، ويرتكز تأثير pH على العناصر الغذائية خاصة منها الحديد الذي يتفاعل في محلول التربة مع أيون الهيدروكسيد فيترسب في شكل هيدروكسيد الحديد وبالتالي ينخفض نشاط الحديد الذي يدخل في التفاعلات الانزيمية والتنفس والتركيب الضوئي ووجوده ضروري لتكوين الكلوروفيل، وارتفاع رقم pH ماء الري يرفع من pH التربة وبالتالي يؤثر على تركيز كربونات الكالسيوم ويبدأ في ترسيبها وتراكمها بالأفق تحت السطحية (الجبوري وزايد؛ 2006)، كما تؤثر درجة pH على أجهزة الري حيث يمكن ان تسبب تآكل هذه الأجهزة وترسيب الكربونات عليها (GTZ, 2006).

جدول (01) يبين المعايير المستعملة في تقييم نوعية مياه الري

الرمز	الوحدة	المعايير	
TDS	مغ/ل	مجموع المواد المنحلة الصلبة	فيزيائية
EC	ميكرو سيمنس /سم	الناقلية الكهربائية	
T	درجة مئوية (°C)	درجة الحرارة	
TUR	NTU	العكارة	
TH	مغ/ل	القساوة الكلية	
pH	مغ/ل	الرقم الهيدروجيني	كيميائية
Ca ⁺⁺	مغ/ل	الكالسيوم	
Mg ⁺⁺	مغ/ل	المغنيزيوم	
Na ⁺	مغ/ل	الصوديوم	
HCO ₃ ⁻	مغ/ل	البيكربونات	
Ca ⁻	مغ/ل	الكربونات	
Cl ⁻	مغ/ل	الكلوريد	
SO ₄ ⁻	مغ/ل	الكبريتات	
B	مغ/ل	البورون	
NO ₃ -N	مغ/ل	النترات و النيتروجين	
PO ₄ -P	مغ/ل	الفوسفات – الفوسفور	
K	مغ/ل	البوتاسيوم	

II-2- نوعية النبات:

تختلف النباتات فيما بينهما في درجة تحملها لملوحة مياه الري سواء من ناحية النوع أو السلالة أو حتى من ناحية طور النمو في السلالة الواحدة ابتداء من القدرة علي الإنبات وسرعة النمو إلي طور النضج (الشويقر وعبد الحفيظ؛ 2009)، وقد قسمها (جويهل وابتسام؛ 2014) الى أربعة أقسام حسب تحملها لدرجة الملوحة (حساسة للملوحة، متوسطة الحساسية للملوحة، متوسطة التحمل للملوحة و متحملة للملوحة)، وهو موافق تقريبا لما جاء في تقرير منظمة الزراعة والأغذية العالمية (FAO, 2000) كما هو مبين في الجدول(02):

جدول (02) مستويات تحمل بعض النباتات لملوحة مياه الري (FAO, 2000)

أقل من 2	3 - 2	4 - 3	5 - 4	6 - 5	أكثر من 6	CE dS/m
أقل من 1280	1920 - 1280	2500 - 1920	3200-2500	4880-3200	أكثر من 4880	TDS mg/l
الحمضيات	التين	الذرة الرفيعة	فول الصويا	القرطم	القطن	المحاصيل
التفاح	الزيتون	الفاول السوداني	نخيل التمر	القمح	الشعير	
الخوخ	البروكلي	الأرز	حشيشة هاردنج	بتجر السكر	القمح (كعشب)	
العنب	الطماطم	البنجر	البرسيم	الشعير (كعشب)		
الفراولة	الخيار	عكرش	الخرشوف	حشيشة برمودا		
البطاطس	الكانتلوب					
الفلل	البطيخ					
الجزر	السبانخ					
البصل	البقية					
الفاول	حشيشة السودان					
الذرة	البرسيم الحجازي					

II-3- العوامل المناخية :

تحتوي مياه الري على كمية من الأملاح الذائبة التي يتراكم جزء منها على التربة نتيجة تأثير التبخر و النتج للذان يذهبان بالماء فقط وبالتالي تزداد الاملاح في محلول التربة بكميات لا يتحملها النبات، تتأثر معدلات التبخر والنتج بعوامل المناخ حيث ان زيادة درجة الحرارة يزيد من معدلات التبخر والنتج وكذلك سرعة الرياح التي تتناسب طرديا مع التبخر والنتج (GTZ, 2006)، ان المياه في المناطق الصحراوية غالبا ما تحتوي على نسبة من الأملاح كما تتميز هذه المناطق بالحرارة الشديدة التي تتسبب في تبخر الماء وبالتالي تجمع الأملاح على سطح التربة (الجبوري وزايد؛ 2006).

II-4- نوع التربة:

تختلف أنواع التربة في درجة تحملها للملوحة حيث أنه عادة لا تتراكم الأملاح وخاصة أملاح الصوديوم في التربة الرملية لنفذيتها وصرفها العالين، ويمكن استخدام انواع مختلفة من المياه بها دون خوف إذا ما قورنت

بالأنواع الأخرى من التربة، حيث يقل خطر استخدام مياه ري غير جيدة في الأراضي الخشنة، لسهولة غسل الأملاح منها إذا قورنت بالأراضي الناعمة (الشويقر وعبد الحفيظ؛ 2009) والجدول (03) يوضح ذلك.

جدول (03) الحد الأعلى للملوحة المسموح به في مياه الري تبعا لأنواع التربة ومدى تحمل النبات للملوحة

نوع التربة	نوع النبات	الناقلية الكهربائية لمياه الري (dS/m)
رملية	النخيل الخضر المحاصيل الحقلية	15 8 10
طمية	النخيل الخضر المحاصيل الحقلية	8 3 4
طينية	النخيل الخضر المحاصيل الحقلية	1 1 1

II-5- نظام الري:

يتوقف اختيار نظام الري على نوعية المياه ونوع المحصول والتقاليد والتجارب السابقة وقدرة المزارعين على التعامل مع مختلف الطرق وعلى ما يمثله نظام الري من مخاطر محتملة على صحة المزارعين و البيئة، ويبين الجدول (04) المنجز من طرف (FAO, 2000) تقييما لمدى صلاحية المياه المالحة في نظم الري المشهورة .

III- تقسيم جودة مياه الري:

قسمت منظمة الزراعة والأغذية FAO لعام 1992 مياه الري الى ستة أصناف وأنواع للمياه المالحة اعتمادا على التركيز الملحي و الناقلية الكهربائية (فاضل وآخرون؛ 2012)، وهي تتوافق مع ما ذكره (الوكيل؛ 2013) أن جامعات ولاية أوكلاهوما الأمريكية قامت بالتعاون مع دائرة الزراعة الأمريكية USDA بتقسيم المياه الخاصة بالري الى ستة مراتب وهي :

❖ **المرتبة الأولى:** مياه ممتازة وتتميز بأن الأملاح الكلية الذائبة والنسبة المئوية للصوديوم بها منخفضة لدرجة لا ينتج عن استخدامها أي مشكلة .

❖ **المرتبة الثانية:** مياه جيدة، تناسب هذه المياه معظم المحاصيل تحت أي ظروف بيئية مختلفة .

❖ **المرتبة الثالثة:** مياه مناسبة، يمكن استخدام هذه النوعية بنجاح في معظم المحاصيل عند اتخاذ الاحتياطات اللازمة لمنع تراكم الأملاح الذائبة على التربة بما فيها الصوديوم .

❖ **المرتبة الرابعة:** مياه فقيرة، تستخدم هذه المياه فقط في المناطق جيدة الصرف والتربة المسامية وذلك لري المحاصيل التي تتحمل الملوحة، في حالة استخدام هذه النوعية من المياه يجب اتخاذ عناية فائقة لمنع تراكم الأملاح، مع استعمال كميات كبيرة من المياه في الري للمساعدة على غسل الأملاح خاصة في المناطق التي يشح فيها نزول الأمطار وذلك للمحافظة على التركيب الطبيعي للتربة عند مستوى مقبول، وهذه المياه لا تناسب الأراضي ذات التركيب الحبيبي الناعم.

❖ **المرتبة الخامسة:** مياه رديئة للغاية ، يتحدد استخدام هذه المياه في الأراضي الرملية ذات المستوى الجيد جدا من الصرف.

❖ **المرتبة السادسة :** مياه غير ملائمة للري وتحدد هذه النوعية بناء على التحليلات المتبعة لتحديد مدى صلاحية المياه للري من عدمه.

الجدول (04): تقييم مدى صلاحية استخدام المياه المالحة في نظام الري الشائعة (FAO, 2000)

معالم التقييم	الري بالخطوط	الري بالغمر	الري بالرش	الري بالتقطير
ابتلال الأوراق وما يترتب عليه من إتلاف لها يؤدي لضعف المحصول	الأوراق لا تتعرض لأضرار نظرا لان المحصول يزرع على حواف الخطوط	ربما تصاب بعض أوراق الجزء الأسفل من ساق النبات ولكن ليس الى الحد الذي يؤدي ضعف المحصول	أضرار شديدة تصيب الأوراق فتؤدي الى خسائر كبيرة في المحصول	لا تتعرض الأوراق لأية أضرار
تتراكم الأملاح في منطقة الجذور مع تكرار الري	تتراكم الأملاح في الحواف على نحو ربما يضر بالمحصول	تتحرك الأملاح عموديا الى الأسفل ولا يحتمل ان تتراكم في منطقة الجذور	تتحرك الأملاح الى الأسفل ولا يحتمل ان تتراكم في منطقة الجذور	تتحرك الأملاح في اتجاه حركة الماء وتتكون رواسب ملحية فيها بين النقاطات
القدرة على تحمل ارتفاع نسبة الماء في التربة	ربما تتعرض النباتات لإجهاد في الفترات الفاصلة بين نوبات الري	ربما تتعرض النباتات لإجهاد في الفترات الفاصلة بين نوبات الري	من غير الممكن المحافظة على ارتفاع نسبة الرطوبة في التربة طوال فترة النمو	يسمح باستمرار ارتفاع نسبة الرطوبة في التربة طوال فترة النمو ويقلل تأثير الملوحة الى ادنى حد
مدى صلاحية استخدام المياه المالحة دون التعرض لخسائر كبيرة في المحصول	مقبول الى متوسط ويمكن الحصول على محصول معقول بشرط جودة معاملات الري والصرف	مقبول الى متوسط ويمكن الحصول على محصول معقول بشرط جودة معاملات الري والصرف	سيئ الى مقبول تتعرض معظم المحاصيل لتلف في الأوراق وانخفاض في الغلة	ممتاز الى جيد ويمكن زراعة جميع المحاصيل تقريبا دون التعرض لانخفاض الغلة

IV. تصنيفات تقييم مدى صلاحية المياه للري:

يوجد الكثير من التصنيفات المشهورة لتقييم مياه الري لكننا اخترنا التصنيفات المعتمدة في معظم دول العالم، كما اخترنا تصنيفات عربية وجزائرية.

IV.1- التصنيف الأمريكي لملوحة المياه:

تم اقتراح هذا النظام في بداية الخمسينات، ويعتبر من أكثر الأنظمة استعمالاً في العالم، حيث يستخدم مؤشرين أساسيين في تقييم المياه هما التركيز الكلي للأملاح (الناقلية الكهربائية) ونسبة ادمصاص الصوديوم SAR، ان زيادة الرقم المرافق لكل من الناقلية (C) والصودية (S) يشير الى خطورة كل منهما (خان وآخرون؛ 2012).

IV.2- التصنيف الروسي لملوحة المياه:

يعتمد في تقييم صلاحية المياه لأغراض الري على اساس تركيز الأملاح الكلي الذائب في الماء TDS (غ/ل) (هيل؛ 2007).

IV.3- دليل تقييم مياه الري حسب FAO (1985):

يرتكز هذا الدليل في تقييمه لمياه الري على أساس عدة مفاهيم و المشاكل المحتملة الناتجة عن كل منها :

- مشكلة الملوحة وترتبط بقياس TDS أو الناقلية الكهربائية.

- مشكلة النفاذية وترتبط بقياس SAR .

- مشكلة التسمم بالأيونات وأهمها الصوديوم والكلور والبيرون التي تؤثر على النبات والتربة.

- مشكلات متنوعة تتعلق بالآزوت والبيكربونات وحموضة المياه.

IV.4- التصنيف الجزائري :

حسب الجريدة الرسمية الجزائرية العدد 41 الصادرة في 15 جانفي 2012 التي نصت على المواصفات الجزائرية لتحديد صلاحية مياه السقي وهي تتوافق تماماً مع دليل تقييم مياه الري لمنظمة الزراعة والتغذية FAO لسنة 1985، مع العلم أن الموصفات الجزائرية حددت فقط خصائص المياه القذرة المصفاة المستعملة لأغراض السقي إلا أن دليل FAO (1985) أكد على تماثل المعايير الكيميائية والفيزيائية المحددة لصلاحية المياه العادمة المعالجة مع أي مياه أخرى تستعمل في الري.

IV.5- دليل نوعية المياه حسب التصنيف الاردني الالمانى (GTZ, 2006):

يعتمد في تقييمه لمياه الري على الأسس التالية:

- تركيز المواد الصلبة الذائبة الكلية TDS التي تؤثر بشكل رئيسي على انتاج المحاصيل.
- تركيز بعض الأيونات التي يمكن ان تكون سامة على النبات أو ذات تأثيرات غير مرغوب فيها على المحاصيل والتربة والصحة العامة .
- تركيز الأيونات الموجبة والتي تؤثر على قوام التربة ونفاذيتها SAR.
- عوامل أخرى مثل عوامل المناخ ونوع النبات ونوع التربة واساليب الري.

V. التأثيرات السلبية لمياه الري على التربة :

تتأثر الخواص الطبيعية للتربة تبعاً لدرجة تركيز الأملاح في مياه الري ونوعها ومن هذه التأثيرات :

V.1- العلاقة بين ملوحة ماء الري وملوحة التربة:

المقصود بملوحة التربة هو حدوث تراكم كمي للأملاح الذائبة في منطقة انتشار الجذور بتركيز عالي لدرجة تعيق فيها النمو المثالي للنبات وتحول قطاع التربة إلى بيئة غير صالحة لانتشار الجذور، وتتكون الأملاح الذائبة عادة من الصوديوم والكالسيوم والمغنسيوم و الكلوريد و الكبريتات بصفة أساسية ومن البوتاسيوم والبيكربونات، والنترات، البورون بصفة ثانوية (عبد المومن وآخرون؛ 2010) ويقصد بمصطلح الملوحة أيضاً كل الأملاح الموجودة في التربة قبل السقي والأملاح المضافة عن طريق السقي (GTZ, 2006)، وتعد عملية تجوية المعادن الأولية المصدر الرئيسي للأملاح في الترب إلا أن هذا المصدر في حد ذاته لا يؤدي إلى ملوحة التربة، فعادة ما تنشأ الملوحة نتيجة لانتقال الأملاح بواسطة ماء الري من مكان إلى آخر ثم تجمعها بسبب ظروف طبوغرافية معينة، ويتحكم في ملوحة التربة عدة عوامل أهمها: خصائص الترب التي تروى بالماء المالح، وطبيعة المناخ السائد في المنطقة، سيما درجة الحرارة ومعدل سقوط الأمطار، فضلاً عن حالة الصرف في التربة، وقد اقترح العالم Kovda (1964) إتباع نظام التبادل بين المياه الملحية والعذبة في المناطق ذات الجو الحار، ففي مثل هذه الظروف تحمل المياه المالحة إلى الأرض مقادير كبيرة من الأملاح قد تصل إلى 10-20 طن للهكتار سنوياً، وبمقتضى رأي Kovda فإنه يجب أن يصحب الري بماء مالح ري بماء عذب يعمل على طرد الأملاح التي تحتفظ بها التربة من المياه الملحية عند منطقة نمو الجذور وتزداد مرات الري بالماء العذب كلما زاد تركيز الأملاح (عبد المومن وآخرون، 2010).

1.1.V- التأثير على نفاذية التربة:

يعد ارتفاع نسبة تركيز أيون الصوديوم إلى تركيز أيوني الكالسيوم والمغنيسيوم في محلول التربة من أهم المؤثرات في تفكك كتل التربة إلى كتل ثانوية أصغر، إضافة إلى تشتت معادن الطين وترسيبها في مسامات التربة وعلى سطحها، مما يؤدي إلى تصلب القشرة وانخفاض المسامية ونفايتها، وبما أن صلاحية التربة للزراعة تعتمد اعتماداً كبيراً على قابليتها لتوصيل الماء والهواء (النفاذية)، وعلى خصائص كتلتها التي تتحكم في سهولة إجراء عملية الحراثة فإن زيادة صودية التربة تشكل مشكلة رئيسية في الأراضي المروية، هذا يسهم في ترسيب معادن الطين بين مسامات التربة فيقلل من نفاذية التربة، وعلى سطح التربة مكونا قشرة صلبة تعيق عملية الإنبات في مراحلها الأولى، لذلك عند تقييم مدى خطر ازدياد نسبة الصوديوم على الخصائص الفيزيائية للتربة يؤخذ في الحسبان نسبة إدمصاص الصوديوم SAR فقد وجد أن أثر الأملاح في نفاذية التربة يظهر بوضوح وإلى حد كبير في الترب ذات الحبيبات الناعمة كالترب الطينية، بينما يقل هذا الأثر كثيراً أو لا يظهر إلا بعد مضي حقبة من الزمن في الترب ذات الحبيبات الخشنة كالترب الرملية، وعليه فإن وجود الأملاح في الترب الثقيلة (الطينية) يتسبب عنه مشكلة زراعية (الشقوير وعبد الحفيظ؛ 2009).

1.1.V-2- التأثير على خصوبة التربة :

عند زيادة تركيز أيون الصوديوم في محلول التربة أو على سطوح معقدات التبادل الغروية يؤدي إلى تقليل جاهزية العناصر الغذائية، لاسيما الكالسيوم والمغنيسيوم والبوتاسيوم، ويقلل وجودها على تلك السطوح، مما يعيق امتصاصها من قبل النبات. فضلا عن وجود الصوديوم في الترب الغنية به يسبب نقصان في الأوكسجين الذي بدوره يقلل من جاهزية العناصر، وأن تفاعل التربة (pH) يقل بزيادة الملوحة في محلول التربة والمياه الأرضية، تقوم هذه الكائنات الحية بدور كبير في انحلال المواد العضوية والعديد من التفاعلات الحيوية المفيدة لخصوبة التربة، ولكن في الترب المتأثرة بالأملاح فإن بعض الكائنات الحية التي تقوم بدور مفيد يحل محلها كائنات أخرى ضارة مثل بكتريا التعفن، وتدل العديد من البحوث والدراسات على أن الأملاح تؤثر سلبا في انحلال المادة العضوية الموجودة أصلا في التربة والمضافة إليها، وتؤثر الأملاح في نشاط أو فاعلية الأنزيمات التي تنتجها الكائنات الحية المختلفة في التربة للقيام بالتفاعلات الحيوية المختصة والمتعلقة بالمادة العضوية، وبعض الأملاح تثبط هذه الأنزيمات من القيام بنشاطها بمعدله الطبيعي (جزدان وآخرون؛ 2010).

VI. التأثيرات السلبية لمياه الري على النبات:

VI.1- تأثير ملوحة مياه الري على النبات:

من الدراسات والملاحظات العديدة أصبح من المؤكد ان النباتات تختلف فيما بينهما سواء من ناحية النوع أو السلالة أو حتى من ناحية طور النمو في السلالة الواحدة ابتداء من القدرة على الإنبات وسرعة نمو البادرات إلى طور النضج في درجة تحملها لملوحة مياه الري (الشقوير وعبد الحفيظ؛ 2009)، وللأملاح تأثيرات واضحة على عملية الانبات والنمو والانتاج وهي:

VI.1-1- تأثير ملوحة مياه الري على الانبات:

تؤدي زيادة الملوحة الى حدوث تغيرات جوهريّة في الوظائف الحيوية بسبب امتصاص البذور للأملاح الذي ينتج عنه تلف الخلايا الجنينية (جويهل وابتسام؛ 2014)، يتأثر إنبات بذور النخيل بتركيز الأملاح ونوعها فكلما زاد تركيز الملح انخفضت نسبة الإنبات (غالب؛ 2003)، إن زيادة ملوحة ماء الري سبب انخفاض معنوي في معدلات النمو والوزن الجاف للرويشة والجذير (الانباري وآخرون؛ 2009).

VI.1-2- تأثير ملوحة مياه الري على النمو الخضري:

تكون النباتات النامية في الترب المتأثرة بالملوحة صغيرة الحجم ضعيفة النمو، مجموعها الخضري قليل مع اصفرار النبات العام، تغطي الأوراق طبقة شمعية، أوراقها متلفة وأطراف النبات وقممها محترقة (جويهل وابتسام؛ 2014) يتناسب النمو الخضري لبادرات النخيل عكسيا مع تركيز الأملاح فكلما زاد تركيز الأملاح كلما انخفض نمو البادرات حتى تركيز 3% بعده يتوقف النمو (غالب؛ 2003) عند استخدام مياه ذات تركيز عالي من الأملاح في الري حيث تتراكم الأملاح في منطقة انتشار الجذور وذلك ما يؤدي الى رفع الضغط الأسموزي بحيث يجد النبات صعوبة في إمتصاص الماء ونتيجة لذلك تقوم الخلايا النباتية برفع الضغط الأسموزي الداخلي للسيتوبلازما من أجل امتصاص الماء وهذا ما يجعل النبات يفقد جزء من الطاقة الحيوية اللازمة لتطوره ونموه مما يؤدي إلى ضعفه وقلة إنتاجيته وكلما ازدادت الملوحة الكلية لمحلول التربة في منطقة جذور النبات ازداد تراجع نموّه وإنتاجيته إلى أن يموت . (عبد المومن وآخرون؛ 2010).

VI.1-3- تأثير ملوحة مياه الري على النمو الجذري:

ان نمو الجذور واجزاء النبات العليا ومساحة الورقة يقل في وجود التأثير الملحي، وهذا لأن الأملاح الذائبة تخفض الجهد المائي للوسط الغذائي وبهذا فإنها تعيق امتصاص الماء من قبل الجذور، وقد يرجع سبب انخفاض النمو الجذري الى انخفاض النمو الخضري مع ارتفاع مستويات الملوحة مما يقلل من قدرة الجذور

على امتصاص الماء والمغذيات بسبب التأثير الأسموزي والاجهاد الملحي في عمليات التركيب الضوئي وعدم انتقال المنتجات الايضية الى الجذور (جويهل وابنتسام؛ 2014).

VI.1-4- تأثير ملوحة مياه الري على انتاجية النبات:

تؤثر نوعية مياه الري بصورة مباشرة وغير مباشرة في الانتاج الزراعي، وان التأثير المباشر يكون من خلال السمية لبعض الايونات عند زيادة تركيزها في مياه الري كالصوديوم والكلور، اما التأثير غير المباشر فيكون من خلال تأثير مكونات مياه الري في بعض خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية (الجبوري وحمزة؛ 2012)، لا تعني حساسية المحاصيل للملوحة عدم تحملها لمياه الري ذات تراكيز عالية من الاملاح ولكن انتاجية هذه المحاصيل تنخفض باستخدام هذه المياه وبشكل عام فان تجاوز الحد الأعلى المسموح به بنسبة 30% قد يؤدي الى انخفاض الإنتاج بنسبة 10% (GTZ, 2006)، زيادة الملوحة في ماء الري تؤثر علي المحصول بتحديد النوع الممكن زراعته وينقص غلته ويتغير صفاته، ويرجع ذلك لأسباب فسيولوجية أهمها نقص مقدرة النبات في الحصول علي كفايته من الماء اللازم لنموه، وذكر (إبراهيم؛ 2006) ان نخيل التمر يتحمل ارتفاع الملوحة في مياه الري فهو ينتج محصولا كاملا اذا كان مجموع الاملاح 2000 مغ /ل واذا كانت الملوحة 3000 مغ /ل فان المحصول ينخفض بنسبة 10% وينخفض المحصول بنسبة 25% اذا بلغت الملوحة 5000 مغ/ل اما اذا بلغت الملوحة 8000 مغ/ل فان المحصول ينخفض بنسبة 50% ولقد أمكن في كثير من المناطق وتحت ظروف خاصة من البيئة الصناعية ترتيب المحاصيل حسب قدرتها علي تحمل ملوحة المياه التي تروي منها وفي الجدول (05) ترتيب لبعض المحاصيل الحقلية ومحاصيل الخضر والفاكهة تبعا لدرجة مقاومتها للملوحة.

VI.2- تأثير الأيونات السامة الموجودة في مياه الري:

ان معظم الأيونات الداخلة في تركيب الأملاح والمسببة لزيادة ملوحة التربة مثل الصوديوم والكلور والكالسيوم والمغنيسيوم، وكذلك الكبريتات والكربونات والبيكربونات يمكن ان تسبب زيادة تراكيزها تأثيرات نوعية، لاسيما في نمو وإنتاجية المحاصيل الزراعية إما عن طريق التأثيرات السمية في النبات أو عن طريق تأثيرها في الاتزان الغذائي بين العناصر الغذائية في وسط النمو، فعلى سبيل المثال زيادة تركيز الصوديوم يؤدي الى السمية والاختلال بالاتزان الغذائي في آن واحد، وان وجود الصوديوم والكلوريد يسببان حرق في أوراق عدد كبير من النباتات، كما ان للبورون تأثير سمي لمعظم المحاصيل الزراعية عند وجوده بتركيز عالية في الترب الملحية، ويقدر التأثير السمي لتركيز للبورون والكلور في المحلول المائي للتربة عند منطقة جذور النبات في نموّه وإنتاجيته (عبد المومن وآخرون؛ 2010) وذكر (إبراهيم؛ 2011) ان مياه الري المالحة تحتوي على نسبة من تراكيز بعض العناصر الضارة بالنبات، هي الصوديوم، الكلور و البورون.

جدول (05) المحاصيل وتصنيفها وفضل ملوحة ملائمة للمحصول بالإضافة الى كمية النقص في

الانتاج نتيجة زيادة ملوحة مياه الري (GTZ, 2006)

الإنتاج المحتمل					
%0 EC _{iw}	%50 EC _{iw}	%75 EC _{iw}	%90 EC _{iw}	%100 EC _{iw}	المحاصيل الحقلية الاسم الشائع
19	12	8.7	6.7	5.3	الشعير
16	10	7.5	5.8	4.7	الشمندر
8.7	6.7	5.6	5	4.5	الذرة البيضاء
13	8.7	6.3	4.9	4	القمح
16	10	6.9	5	3.8	القمح القاسي
6.7	5	4.2	3.7	3.3	فول الصويا
8.8	6	4.7	3.8	3.3	لوبيا
12	6.8	4	2.3	1.1	قصب السكري
6.7	3.9	2.5	1.7	1.1	الذرة
8	4.5	2	1.8	1.1	البازيلاء
4.2	2.4	1.5	1	0.7	الفاصوليا
محاصيل الخضراوات					
10	6.7	4.9	3.8	3.1	كوسا زكيني
10	6.4	4.5	3.4	2.7	البنجر
6.3	4.2	3.2	2.6	2.1	كوسا سكالوب
9.1	5.5	3.7	2.6	1.9	بروكلي
8.4	5	3.4	2.3	1.7	البندورة
6.8	4.2	2.9	2.2	1.7	الخيار
10	5.7	3.5	2.2	1.3	السبانخ
12	6.6	3.9	2.3	1.2	الكرفس
8.1	4.6	2.9	1.9	1.2	الملفوف
6.7	3.9	2.5	1.7	1.1	البطاطا
6.7	3.9	2.5	1.7	1.1	ذرة حلوة
7.1	4	2.5	1.6	1	بطاطة حلوة
5.8	3.4	2.2	1.5	1	الفلفل
6	3.4	2.1	1.4	0.9	الخس
5.9	3.4	2.1	1.3	0.8	الفجل
5	2.9	1.8	1.2	0.8	البصل
5.4	3	1.9	1.1	0.7	الجزر
4.2	2.4	1.5	1	0.7	الفاصوليا
8	4.3	2.5	1.3	0.6	اللفت
أشجار مثمرة					
21	12	7.3	4.4	2.7	النخيل
5.4	3.3	2.2	1.6	1.2	جريب فراولة
5.3	3.2	2.2	1.6	1.1	برتقال
4.3	2.7	1.9	1.5	1.1	دراق
3.8	2.5	1.8	1.3	1.1	مشمش
7.9	4.5	2.7	1.7	1	عنب
4.5	2.8	1.9	1.4	1	لوز
4.7	2.9	1.9	1.4	1	برقوق، خوخ
4	2.5	1.8	1.3	1	توت اسود
2.7	1.7	1.2	0.9	0.7	فراولة

الفصل الثاني

مغنطة مياه الري

I. لمحة تاريخية عن مغنطة المياه:

يعود استخدام المغناطيس الى زمن بعيد، إذ استخدمه الفراعنة والصينيون والهنود في مجالات مختلفة، ولقد تطورت العلوم المغناطيسية مشيرةً الى ان الخواص المغناطيسية ليست حكرًا على عناصر معينة كالحديد والمنغنيز، بل هي خاصية ترتبط بجميع المواد الصلبة والسائلة والغازية والاحياء كافة (زياد وآخرون؛ 2015)، وان هذه التقنية ليست حديثة إلا على البلدان النامية، إذ سُجلت أول براءة اختراع لمعالجة المياه مغناطيسياً والتخلص من الترسبات الكلسية التي تتشكل على الأنابيب في أوروبا عام 1890، لقد واجهت نتائج الأبحاث التي أجريت في المعاهد الروسية ودول أوربا والصين بين عام 1960-1980 بنوع من التشكيك، لعدم تناولها تفسيرات مقنعة لتأثير المجال المغناطيسي، على عكس اليوم إذ أصبحت هذه المفاهيم حقائق علمية يمكن تبنيها والدفاع عنها (الصميدعي؛ 2012)، ولقد تم تطوير أول جهاز لمعالجة المياه مغناطيسياً من قبل مهندس استرالي مختص بالمغناطيس في بداية عام 1990، ولذلك أصبحت هذه التقنية محط انظار الباحثين مقارنة بالطرق الفيزيائية والكيميائية الأخرى لمعالجة المياه، لما توفره من نقاوة بيئية وسلامة صحية وسهولة في الاستخدام (الجبوري وحمزة؛ 2012).

I. 1- تعريف المجال المغناطيسي:

المقصود بكلمة مجال هو تأثير فيزيائي يأخذ قيما مختلفة في الفراغ، ويمكن تمثيل المجال المغناطيسي بخطوط القوى المغناطيسية وأن خط المجال المغناطيسي هو خط وهمي يمثل مسار حركة وحدة الأقطاب الشمالية الافتراضية حيث تبدو خارجة من القطب الشمالي وداخلة الى الجنوبي خارج المغناطيس وداخلة من الجنوبي الى الشمالي، والمجال المغناطيسي هو كمية اتجاهية يمثل بخطوط وهمية تسمى خطوط التدفق المغناطيسي وتكون بشكل حلقات مغلقة تنتج من تبادل الخطوط لمجالات مغناطيسية صغيرة تتولد من ذرات المغناطيس نتيجة الحركة اللولبية أو المدارية للإلكترون، وان عدد الخطوط العمودية على وحدة المساحة تعرف بشدة التدفق المغناطيسي ويرمز لها بالحرف B ويسمى كل خط تدفق بالنظام العالمي بالويبر لذا فان وحدات B هي ويبر/م²، أما في النظام العلمي والكهرومغناطيسي فتقاس وحدة التدفق بال ماكسويل/سم² ويطلق عليها غاوس Gauss حيث ان :

$$1 \text{ غاوس} = 1 \text{ ماكسويل} / \text{سم}^2 = 1 \text{ ويبر} / \text{م}^2 = 10^4 \text{ تسلا (Tesla) (الموصللي؛ 2013)}.$$

هو الماء الذي يتم تمريره على مجال مغناطيسي معين، أو بوضع المغناطيس داخله أو بالقرب منه لفترة من الزمن، حيث يسبب التعرض لتأثير تلك المجالات المغناطيسية تغيير الكثير من خواصه، وهناك عدة عوامل تتحكم في درجة تمغنط الماء هي كميته المعدة للمغنطة، قوة المغناطيس المستخدم ومدة التماس بين الماء والمغناطيس (مدة المغنطة) (كاظم؛ 2010).

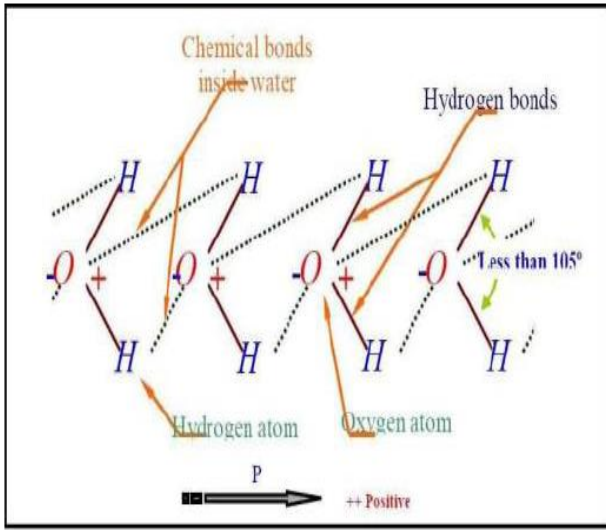
بينما عرف الحلفي (2011) الماء الممغنط بأنه عبارة عن تعريض الماء الى مجالات مغناطيسية تؤدي الى ترتيب الشحنات فيه، وذكر (الجبوري وحمزة ؛ 2012) في تعريفهما للماء المعالج مغناطيسياً أنه ماء تم تعريضه لمجال مغناطيسي مما تسبب في إكسابه صفات مغناطيسية تميزه عن الماء العادي و ان معالجة المياه مغناطيسياً تتم باستخدام اجهزة مغناطيسية تدعى Magnetron بشدة معينة ولمدة معينة ، اذ يجري تمرير الماء من خلالها.

II. تأثير عملية المغنطة على الماء :

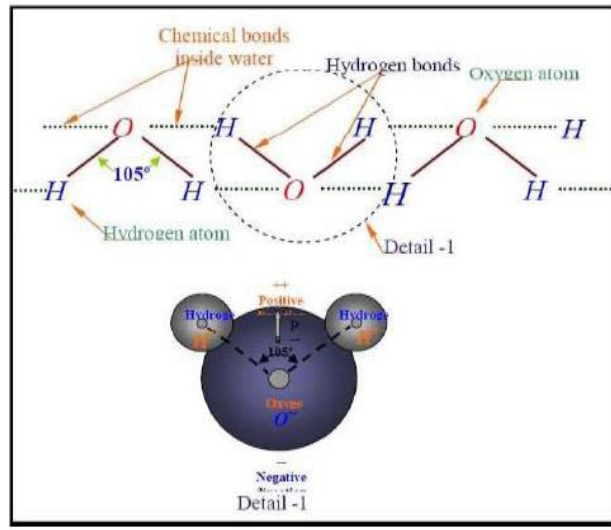
II. 1- تأثير المغنطة على جزيئة الماء:

أن الماء مكون من ذرات هيدروجين وأوكسجين وجزيء الماء في غاية البساطة، وجزيئاته ترتبط ببعضها بروابط هيدروجينية، وقد تكون هذه الروابط ثنائية أو متعددة الروابط، وعند وضع جزيئات الماء داخل مجال مغناطيسي فإن الروابط الهيدروجينية بين الجزيئات إما تتغير أو تتفكك وهذا التفكك يعمل على امتصاص الطاقة ويقلل من مستوى اتحاد جزيئات الماء ويزيد من قابلية التحليل الكهربائي ويؤثر على تحلل البلورات (زياد وآخرون؛ 2015)، توضح الوثيقة (01) جزيئات الماء قبل تعرضها لمجال مغناطيسي، بينما يوضح الوثيقة (02) ترتيب جزيئات الماء بعد تعرضها لمجال مغناطيسي، أرجعت (الصميدعي؛ 2012) انتظام جزيئات الماء في اتجاه واحد بعد مرور الماء على مجال مغناطيسي إلى تأثير هذا الأخير على زاوية ارتباط ذرة الأكسجين مع ذرتي الهيدروجين التي تتغير وتصبح أقل 103° بدلا من 105° (زاوية الارتباط الطبيعي)، وهذا ما يؤدي الى خفض تجمع جزيئات الماء مع بعضها البعض في عناقيد مكونة من 6-7 جزيئات بدلا من 10-12 جزيئة بالحالة الطبيعية، مما يعطيه القدرة على اختراق جدران الخلايا بسهولة ويعطي امتصاص أفضل وأسرع للنبات (رعد وهند؛ 2012)، وهو نفس التفسير الذي اعتمده (الجبلي ودحل؛ 2012) وأضافا الى ذلك تغيرات أخرى تحدث لجزيئات عند مرورها خلال مجال مغناطيسي، مثل زيادة حجم جزيئة الماء مما يؤدي الى زيادة القابلية الذوبانية وتقليل اللزوجة والشد السطحي وتزداد المساحة السطحية فينتج عن ذلك سهولة عبور جزيئات الماء خلال غشاء الخلية ومن ثم زيادة ما تحمله من مغذيات، علاوة على ذلك تزداد قابلية الماء على اذابة الأملاح وزيادة نسبة الأكسجين المذاب وتزداد سرعة التفاعلات الكيميائية، ولكن الماء الممغنط وما

يحتويه من أيونات يفقد تأثير المغنطة بعد مرور 24-72 ساعة، كل هذه الخائص وأخرى وافقها (الجبوري وحمزة؛ 2012)



الوثيقة (02): ترتيب جزيئات الماء بعد المغنطة



الوثيقة (01): جزيئات الماء قبل المغنطة

II. 2- تأثير عملية المغنطة على خواص الماء الفيزيائية والكيميائية :

توجد 14 خاصية فيزيائية وكيميائية تتغير في الماء بعد مروره على مجال مغناطيسي ومنها خاصية الناقلية الكهربائية، زيادة نسبة الأوكسجين الذائب في الماء، زيادة القدرة على تذويب الأملاح والأحماض، التبلر، التوتر السطحي، التغير في سرعة التفاعلات الكيميائية، خاصية التبخر، التبلل، الليونة، الخواص البصرية، قياس العزل الكهربائي وزيادة النفاذية، ويظل الماء محتفظا بقوته المغناطيسية 12 ساعة ثم يبدأ في التناقص التدريجي البطيء (الحلفي؛ 2011) وكذلك ما أشار اليه (رشيد وآخرون؛ 2016) ان تعريض المياه الى مجال مغناطيسي يحدث تغيرات على خواصه الفيزيائية والكيميائية التي يستمر بعضها دقائق الى عدة أيام وأيضا ما توصل اليه (عبد العزيز وآخرون؛ 2017) الذين وجدوا ان تطبيق مجال مغناطيسي بقوة 6560 كاوس يرفع قيمة pH بنسبة 12% بينما انخفضت كمية الأملاح الكلية الذائبة TDS وقمة الناقلية الكهربائية بنسبة 33% و 36% على التوالي ونقصان في تراكيز كل من الكالسيوم، الصوديوم، المنغنيزيوم، البوتاسيوم، الكبريتات، الكلور، كما لاحظوا انخفاض اللزوجة والتوتر السطحي بنسبة 23% و 18%، وأكدت (كاظم؛ 2010) ان مرور الماء عبر مجال مغناطيسي يعمل على زيادة درجة تفاعله نحو القاعدية ويحسن خواصه الفيزيائية والكيميائية، وذكر (الحلفي؛ 2011) أن الخواص الفيزيائية والكيميائية للماء تتحسن عند مغنطته، مثل الكثافة، نقطة الغليان، الناقلية الكهربائية والشد السطحي واللزوجة.

III. استخدام الماء الممغنط في الري :

كان لظهور تطبيقات تقنيات المغناطيسية في مجالات عديدة الفضل في تشجيع الباحثين في مجالات الري إلى محاولة دراسة أثر استخدام هذه التكنولوجيا في تكييف ومعالجة بعض صفات المياه الجوفية المالحة وإمكانية التوسع في استخدامها في زراعة المحاصيل الحقلية ولتقليل تأثيراتها السلبية على الإنتاجية وملوحة التربة. كان للنتائج التي حصل عليها Oleshko (1981) و Takachenko (1995) السبق في فتح المجال أمام استخدام التقنيات المغناطيسية كمصدر من الطاقة الرخيصة في تحسين ورفع صلاحية المياه المالحة لاستخدامها في الري وذلك للتقليل من مزار المياه الجوفية المالحة في بعض مناطق المحافظة وتكييف بعض خواصها لغرض التوسع في استخدامها في مجالات الري والزراعة، خصوصاً بعد التوجه الحديث لاستخدام هذه التقنيات في مجالات كثيرة لمعالجة مشاكل المياه باعتبارها إحدى الوسائل التي لا تحتاج إلى طاقة كبيرة عند الاستخدام (مزاحم وآخرون؛ 2015).

III.1- تأثير ماء الري الممغنط على التربة :

اثبتت الدراسات إمكانية استعمال الماء المالح في الري عن طريق مغنطته حيث تؤدي هذه العملية إلى تخفيف تأثير الأيونات الضارة على النبات وتحسين خصائص التربة وتقليل ملوحتها من خلال غسل الأملاح وتخليص المنطقة المروية من ضررها (أمين وقاسم؛ 2009).

III.1-1- غسل الأملاح من التربة :

الماء المعالج مغناطيسياً يمتلك القدرة على غسل (50%- 80%) من الأملاح الموجودة في التربة مقارنةً بنسبة (30%) لماء الري الاعتيادي، كما تعمل على تحسين خصائص التربة وتقليل مزار ملوحتها من خلال زيادة سرعة غسل الأملاح وتخليص المنطقة الجذرية من ضررها (مزاحم وآخرون؛ 2015)، المياه الممغنطة تستخدم في إزالة الأملاح من التربة وغسلها وتصلح من شأن التربة المدمرة نتيجة استعمال تراكيز عالية من الأسمدة الاصطناعية حيث أن قابلية إزالة الأملاح للماء الممغنط تفوق قابلية الماء العادي ضعفين (كاظم؛ 2010)، وتعد ملوحة التربة من أكبر مشاكل الزراعة، إذ يؤدي تراكم الأملاح في مسامات التربة إلى نقصان شديد في طاقتها وفي تركيز الأملاح في شعيرات جذور النباتات، فيؤدي ذلك إلى نقصان محصول النبات على مقدار حاجته الغذائية، مما يؤدي إلى الذبول ومن ثم موت النبات، إن مهمة الأنظمة المغناطيسية هي تكسير البلورات الكبيرة إلى بلورات صغيرة، لتتم بسهولة عبر شعيرات جذور النباتات ومسامات التربة، وعليه فإن كمية الأملاح في الماء لا تقل ولكنها لا تكون ضارة، لأن النبات سيأخذ كل ما يحتاج لنموه من هذا النوع من الماء، ويرمي إلى المصارف باقي بلورات الأملاح والمكونات الأخرى عديمة الفائدة، كما أن بلورات الملح الصغيرة ومكوناتها ستكون أسهل في المرور من خلال مسامات التربة، لتصل إلى مصارف المياه الأرضية في الطبقات السفلى من التربة، وقد

أشارت بعض الأبحاث الى ان اتباع التقنية المغناطيسية للحصول على المياه المعالجة مغناطيسياً في الزراعة تؤدي الى زيادة القابلية الذوبانية للماء وغسل الاملاح من التربة (الجبوري وحمزة؛ 2012).

III.1-2- خصوبة التربة :

ان تقنية المغناطيسية تكيف الماء وتجعله أكثر مقدرة على الاذابة وله قدرة عالية على غسل الاملاح من التربة وكذلك يزيد من جاهزية العناصر المغذية في التربة، اذ وجد ان الري بالمياه الممغنطة يزيد من سرعة غسل الكلوريد 50-80% بالمقارنة مع الماء العادي 30% والبيكربونات بنسبة 30% فضلاً عن مضاعفة غسل الكبريتات كما يحصل زيادة في محتوى الأوكسجين المذاب 10 %، كما أن الماء الممغنط يعمل على تحسين سطح التربة بتقليل الشد السطحي وتقليل اللزوجة والضغط الاسموزي، كما يساعد على تحسين بناء التربة وزيادة الذوبان بالماء ويعمل على تفتيت كتل التربة المحيطة بالجذور وبذلك يشجع الجذور على التغلغل في التربة وهذا بدوره يزيد من نمو وانتاجية النبات (الموصلي؛ 2013)، الماء المعالج مغناطيسياً يزيد من جاهزية العناصر الغذائية في التربة من خلال دوره في اذابة الاملاح والمعادن وهذا ما يؤدي الى زيادة امتصاص العناصر الاساسية التي يحتاجها النبات والذي يترتب عليه زيادة الانتاجية (رعد وهند؛ 2012).

III.1-3- تقليل القشرة السطحية للتربة :

تتصف القشرة المتكونة على سطح التربة عادة بصلابة عالية وينعكس ذلك على ظروف تهوية رديئة في التربة فضلاً عن بعض الصفات الفيزيائية غير المناسبة لنمو وتطور النبات، هناك العديد من الطرق استخدمت للتقليل من صلابة التربة منها اضافة المواد الكيميائية ذات الضرر السلبي على صحة الانسان والبيئة، وقد استعمل في الآونة الأخيرة الماء المعالج مغناطيسياً للسيطرة على القشرة المتكونة على التربة بسبب تغير خواصه الفيزيائية والكيميائية نتيجة المعالجة المغناطيسية، فهو يعمل على زيادة قابلية الذوبان عن طريق تغير الحالة الايونية لبعضها وخفض تراكيز البعض الآخر وخصوصاً املاح الصوديوم وبالتالي يمنع ايون الصوديوم من الالتصاق بسطوح التربة وبذلك يقلل من تأثيرها السلبي في زيادة صلابة القشرة السطحية للتربة أي ان الماء معالج مغناطيسياً ادى الى تقليل صلابة القشرة السطحية فضلاً عن قدرته على ازالة التأثير السلبي لأملاح الصوديوم وتحسينه لبعض صفات التربة المتعلقة بالبناء (عبد؛ 2012).

III-2- التأثير على النبات :

ان استعمال تقنية مغنطة مياه الري للأغراض الزراعية سوف يؤدي الى تحسينات في خواص الماء وهذا سيؤدي الى زيادة معدلات الانبات وتحسين ظروف التربة والى زيادة النمو، وكذلك يساعد على زيادة الانتاج الزراعي (محمد؛ 2012).

III-2-1- تأثير الماء الممغنط على الانبات :

تعد مرحلة الانبات من أهم المراحل في حياة النبات فنجاح النمو وانتاجية المحاصيل تعتمد على هذه المرحلة، فهي مرحلة حرجية يقاوم فيه النبات الاجهادات البيئية خاصة منها الاجهاد المائي الذي يلعب دورا مهما في تسريع نمو النبات خلال مرحلة الانبات في المناطق الجافة وشبه الجافة، يقلل الماء الممغنط من تأثير الاجهاد المائي ويزيد في نشاط البذرة ومعدل الانبات بنسبة 6 و 9 % على التوالي، والآلية المسؤولة عن سرعة الانبات عند النباتات المسقية بالماء الممغنط غير معروفة بشكل جيد لحد الآن ولكن هناك بعض الآراء المقترحة حول حدوث تغيرات كيموحيوية وتغير في فعالية الانزيمات أو بسبب زيادة امتصاص الماء وزيادة نفاذية المواد عبر غلاف البذرة (الصميدعي؛ 2012)، الماء المعالج مغناطيسيا ساهم في الحصول على نسبة 100% في انبات بذور القمح بعد 6 أيام و 83% بعد 9 أيام للبذور المسقية بالماء العادي، كما انه بعد 7 ايام من سقي القمح بالماء الممغنط يؤدي الى تبكير التجذير و زيادة في اطوال الجذور وعددها وحجمها مقارنة مع القمح المسقي بالماء العادي (الموصلي؛ 2013)، مياه الري الممغنطة تساعد في سرعة الانبات وزيادة المحصول وجودة الانتاج في مدة زمنية لا تقل عن نسبة (20-30%) عن الظروف العادية لنفس النبات (رعد وهند؛ 2012) .

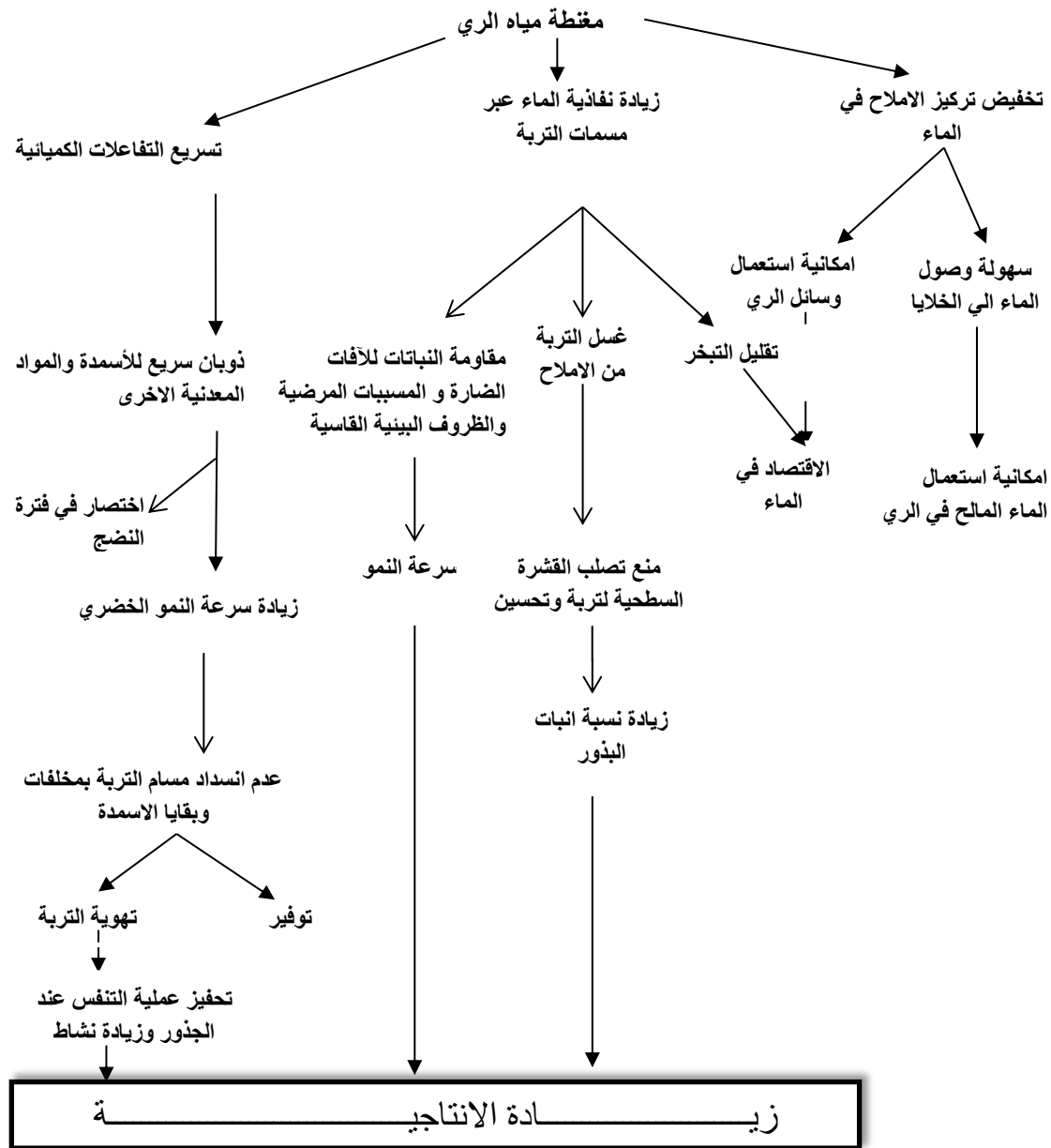
III-2-2- تأثير الماء الممغنط على نمو المجموع الخضري والمجموع الجذري :

أدى استعمال الماء المعالج مغناطيسيا إلى تحسين في صفات النمو الخضري والجذري لنبات الجربيرا حيث حصلت زيادة في معدل عدد الاوراق والمساحة الورقية والوزن الرطب والجاف للمجموع الخضري والوزن الجاف للمجموع الجذري وايضا زيادة في نسبة النباتات المزهرة الكلية وعدد الازهار (الموصلي؛ 2013)، أن الري بالماء الممغنط يعمل على غسل التربة من الاملاح ويزيد من تيسير العناصر الغذائية ، وهذا بدوره يزيد من نمو النبات (أمين وقاسم؛ 2009)، عند استخدام الري بالمياه الممغنطة مقارنة بالري بالمياه غير الممغنطة نجد ان المياه الممغنطة تفوقت في صفات النمو الخضري والجذري (طول النبات، المساحة الورقية، وزن الجذو، وزن الجزء الخضري الجاف) (محمد؛ 2014)، استجاب نبات الذرة البيضاء للمجال المغناطيسي والمياه الممغنطة في عدد من الصفات التابعة للنمو الخضري والجذري (الانبات، الطول، عدد الاوراق، المساحة الورقية، عدد الجذور، الوزن الرطب والوزن الجاف) (رعد وهند؛ 2012)، ان تطبيق المجال المغناطيسي ادى الى حصول زيادة

معنوية في معدل ارتفاع النبات، عدد الفروع، عدد الورقات، عدد الاوراق، الوزن الطري والجاف للجذر، الوزن الطري والجاف للمجموع الخضري (الجبوري وحمزة ؛ 2016).

III.2-3- تأثير الماء الممغنط على الانتاجية :

ان استخدام الماء المعالج مغناطيسيا يساعد على زيادة الانتاج الزراعي كما ونوعا وزيادة قدرة النبات على مقاومة الامراض ويقلل من استخدام الاسمدة الكيميائية مما ينعكس ايجابا على صحة النسان والبيئة(محمد؛ 2014)، سقي بذور الخيار بمياه عرضت لمجال مغناطيسي أدى الى تكبير النمو وزيادة طول وقطر وعدد ووزن الثمار وكمية الحاصل الكلي للنبات (الصميدعي؛ 2012)، وقد لخص (الموصلي؛ 2013) دور الماء الممغنط في تأثيره على الانتاجية في المخطط التالي :



الوثيقة (03): مخطط يبين تأثير الماء الممغنط على الانتاجية

الجزء العظمي

الفصل الأول

تقديم منطقة الدراسة

I- تقديم منطقة الدراسة:

I-1-الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة :

تقع منطقة سوف فلكيا بين خطي طول 8° و 6° شرقا و دائرتي عرض 30° و 34° شمالا، وتقع جغرافيا بالجنوب الشرقي الجزائري، يحدها شمالا منطقة الشطوط و جنوبا العرق الشرقي الكبير وغربا واد ريغ أما شرقا الحدود التونسية، تقع المنطقة على بعد 560 كلم جنوب شرق العاصمة و 350 كلم غرب خليج قابس (تونس)، تتربع على مساحة تقدر ب 35752 كلم²، الوثيقة (01) من (الملحق)، من الناحية التضارسية يغلب على منطقة وادي سوف طابع الكثبان الرملية التي تغطي ثلثي مساحة الولاية حيث ان يصل ارتفاعها في بعض المناطق 123 م عن سطح البحر (غمام؛ 2016).

I-2- الميزات المناخية لمنطقة سوف:

تشمل عوامل المناخ درجات الحرارة والضوء والرطوبة الجوية والرياح والأمطار ويأتي تأثيرها مباشرة أو غير مباشر على التربة وعلى نمو وانتاج النباتات، ومع تباين الأحوال الجوية تختلف الاحتياجات المائية للنباتات (م ح ث زب؛ 2012)، وتعد عوامل المناخ أحد العوامل المهمة في تحديد صلاحية مياه الري (GTZ, 2006) ولتوضيح الطبيعة المناخية لمنطقة الدراسة تم الاعتماد على معطيات مكتب الأرصاد الجوية بمحطة قمار.

I-2-1 الحرارة:

يبين الجدول (01) الموضح في (الملحق) متوسطات درجة الحرارة للفترة الممتدة من 2008-2017 حيث لاحظنا ان درجة الحرارة تكون شديدة في الصيف إذ تبلغ ذروتها في شهر جويلية بمتوسط حراري 34.43 م°، أما في الشتاء فتكون منخفضة إذ سجلت أدنى قيمة لها في شهر جانفي بمتوسط حراري 11.68 م°، وان متوسط درجة الحرارة السنوي قدر ب 22.68 م°.

I-2-2- التساقط:

التساقطات متذبذبة ومنقطعة في بعض الفترات وهذا ما استخرجناه من الجدول (03) المبين في (الملحق)، و الذي يوضح متوسط التساقط في الفترة ما بين 2008-2017 حيث لاحظنا الفترة الممتدة من سبتمبر حتى أفريل تعتبر ممطرة مقارنة مع فترة الجفاف التي ميزت باقي الشهور الأخرى ، كانت أعلى قيمة للتساقط في شهر جانفي بمتوسط 13.40 ملم بينما ينقطع التساقط تقريبا في شهرة جويلية حيث سجلت

ادنى قيمة له 0.19 ملم، وقدرت كمية متوسط التساقط السنوي بـ 61.73 ملم وهذا يدل على قلة و ندرة التساقط مما يعني عدم الاعتماد عليها كأحد مصادر مياه الري في المنطقة.

I-2-3- الرياح:

. الرياح في منطقة وادي سوف عموما منخفضة ، ولكن في الربيع تصبح عنيفة وتسبب في حركة الرمال (Khezzani and Bouchemal , 2018)، يظهر الجدول (05) الوارد في (الملحق) السرعة المتوسطة للرياح في الفترة 2001- 2015 حيث نلاحظ ان المنطقة تهب عليها رياح ذات سرعات مختلفة، ترتفع في فصل الربيع في الفترة التي تمتد من أفريل الى جويلية اذ تتراوح سرعتها بين 3.59 - 4.09 م/ثا وتنخفض في الشتاء في الفترة الممتدة بين نوفمبر و ديسمبر بسرعة 2.1- 2.32 م/ثا، أما المتوسط السنوي لسرعة الرياح فقدر بـ 3.20 م/ثا، كذلك تهب على المنطقة رياح حارة جدا تسمى السيروكو (الشهيلي) تؤدي الى جفاف النباتات وزيادة التبخر والنتح (غرياني؛ 2009).

I-2-4-التشمس (سطوع الشمس):

تتلقى المنطقة كميات هائلة من الاشعاع الشمسي التي تقاس بعدد الساعات المضاءة في وحدة الزمن، وهذا ما يبينه الجدول (06) الواردة تفاصيله في (الملحق) حيث نلاحظ من خلال متابعة متوسط التشمس الشهري لسنوات 2008-2017 ان اكبر كمية للإشعاع الشمسي تسقط على الارض تكون في فيصل الصيف إذ تتراوح بين 339 – 363 ساعة مما يؤدي إلى رفع درجة الحرارة والتبخر وتمكين الرياح من التأثير في التربة والغطاء النباتي والمحاصيل(غمام؛ 2016)، بلغت أقصى مدة تشمس 363.58 ساعة في شهر جويلية وكانت أدنى قيمة لها 237.75 ساعة في شهر جانفي، في حين كان معدل مجموع السطوع السنوي 3346.35 ساعة.

I-2-5- الرطوبة :

تؤثر في الرطوبة عدة عوامل متداخلة خاصة منها المتعلقة بالرياح والحرارة والتساقطات، حيث يتضح من خلال الجدول (04) المبين في (الملحق) الذي يمثل توزيع متوسطات الرطوبة الشهرية بمنطقة وادي سوف في الفترة 2008-2017 ان منطقة الدراسة تمتاز برطوبة ضعيفة خاصة في فصل الصيف وقدرت ادنى قيمة لها في شهر جويلية 33.53% بينما كانت أعلى قيمة لها في شهر ديسمبر 63.20% ، أما متوسط الرطوبة السنوي فقدر بـ 47.55% .

I-2-6- التبخر:

تتأثر معدلات التبخر والنتح بعوامل المناخ حيث ان زيادة درجة الحرارة تزيد من معدلات التبخر والنتح

وكذلك سرعة الرياح التي تتناسب طرديا مع التبخر والنتح وهذا ما يؤدي الى زيادة ترسب الأملاح على التربة (م ع ث زب؛ 2012)، يبين الجدول (07) الموضحة تفاصيله في (الملحق) تغيرات الرطوبة للفترة الممتدة من 2008-2017 حيث نلاحظ ان المنطقة تعاني من نسبة تبخر كبيرة خاصة في فصل الصيف تتراوح قيمتها بين 280.33 – 354.93 ملم، وتكون منخفضة نوعا ما في فصل الشتاء، وقد سجلت أدنى قيمة للتبخر في شهر ديسمبر 79.58 ملم، اما المجموع السنوي فكانت قيمته 2376.30 ملم وهي قيمة مرتفعة جدا.

I-2-7- تصنيف مناخ منطقة الدراسة:

تسود على المنطقة فترة جافة طوال السنة وذلك حسب منحني قوسن المبين في الوثيقة (02) من (الملحق) الذي يتم الحصول عليه من خلال العلاقة بين الحرارة والرطوبة في المخطط الحراري المطري الوثيقة (02) من (الملحق)، ويمكن حساب المكافئ المطري- الحراري من خلال تطبيق العلاقة ($Q = 2000P/M^2 - m^2$) حصلنا على قيمة 0.53، ثم قمنا بإسقاطها على مخطط لا مبيرجي فوجدنا ان المنطقة تدخل ضمن إقليم صحراوي وشتاء معتدل كما هي مبين في الوثيقة (03) في الملحق.

I-3- الخصائص الطبيعية للمنطقة:

I-3-1- هيدرولوجيا :

تتربع منطقة وادي سوف على أحد أهم 06 أحواض مائية في الوطن العربي يدعى حوض العرق الكبير مساحته 600 ألف كلم² (المعالج وبوقشة؛ 2000) يتكون هذا الحوض من ثلاث طبقات هيدرولوجية (Khezzani and Bouchemal , 2018)، وهي:

- الطبقة المائية الحرة: تتواجد على عمق 10 - 40 م تحت سطح التربة، تستغل في الري .
- الطبقة المائية في المعقد النهائي: تستغل في السقي والاحتياجات الحضرية، يتراوح عمقها بين 400-600 م.
- الطبقة المائية لتداخل القارات: تتواجد على عمق يتعدى 1800 - 2200م، وهي مستغلة للشرب.

I-3-2- تربة المنطقة :

تسود منطقة الدراسة تربة رملية تحتوي على أقل من 10% من الطين وعلى حبيبات الرمل التي تصل الى 90% حيث صنفت من الترب الكلسية المنغيزية (غمام؛ 2016).

II - مواد وطرق البحث :

II-1- موقع التجربة:

تم انجاز الدراسة في مزرعة الضاوية الموسم الزراعي 2018، التي نشئت في عام 1965م من طرف عبد القادر مهري والد الجيلاني مهري المالك الحالي للمزرعة، وكانت بدايتها بزراعة النخيل بطرق بدائية وسقيها بالآبار التقليدية من المياه الجوفية وذلك لانعدام الكهرباء بالمنطقة ثم بدأت تتطور شيئا فشيئا ، وفي 28 جوان 1988 تم تسميتها شركة الاستغلال الفلاحي –الضاوية – ثم تواصل تطويرها حتى أصبحت مزرعة نموذجية رائدة في زراعة النخيل والزيتون تحت اشراف طاقم اداري وتقنيين ومهندسين مؤهلين (ش إ ف ض؛ 2018).

تقع مزرعة الضاوية غرب بلدية الوادي و تبعد عن مقر الولاية ب 10 كلم، تتربع على مساحة قدرها 650 هكتار غرب الطريق الوطني رقم 16 وتتميز بتموضعها بين اربعة بلديات (الوادي، واد العلندة، ورماس والرباح)، الموضحة في الوثيقة (04) المأخوذة من موقع [Google Earth](https://www.google.com/earth/)



الوثيقة رقم (04): الموقع الجغرافي لمزرعة الضاوية

II-1-1- النباتات الموجودة بالمزرعة :

- النخيل: تحتوي المزرعة على ثلاثة أنواع مهمة من النخيل والتي يصل مجموعها إلى 16259 نخلة والمقسمة كالآتي:

- صنف دقلة نور 9478 نخلة.

- صنف الغرس 2842 نخلة.

- صنف ما يسمى بالذكار 2031 نخلة والذي يستعمل للتلقيح .

- أصناف أخرى 210 نخلة.

كما تحتوي المزرعة على 5 غرف تبريد لتخزين التمور.

- الزيتون : تحتوي المزرعة على 1570 شجرة زيتون والتي توجد منها إلا 1230 شجرة مثمرة والبقية مازالت فتية ، كما تحتوي المزرعة على معصرة لزيت الزيتون .

II-1-2- التربة :

يغلب على منطقة التجربة تربة رملية التي تتميز بأنها عالية النفاذية وجيدة الصرف .

II-1-3- الموارد المائية:

تعتمد المزرعة في سقي المزروعات كلياً على المياه الجوفية التي يتم استخراجها من آبار ذات أعماق متباينة من مختلف الطبقات المائية من أجل الحصول على مياه أقل ملوحة و أكثر صلاحية للري وهي موزعة كالآتي:

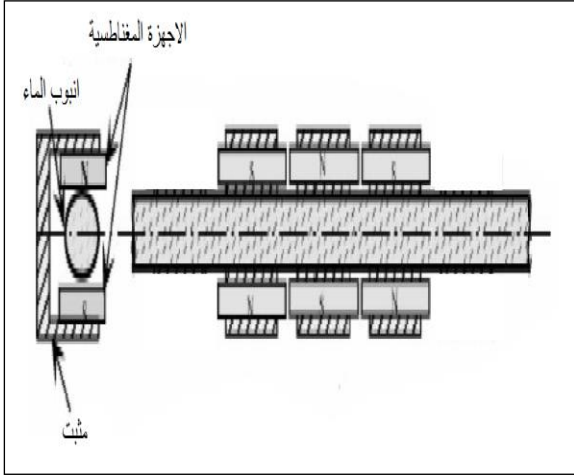
4 بئر تقليدي ذو عمق 12 م، 20 بئر تقليدي ذو عمق 35 م، 4 آبار ذات عمق 60 م، 2 آبار ذات عمق 90 م، 7 آبار ذات عمق 280 م و 01 بئر ذو عمق 1800 م.

II-1-4- نظام الري :

نظام الري المستخدم في المزرعة هو الري بالتقطير وهي طريقة حديثة يتم اللجوء اليها عندما تكون ملوحة المياه مرتفعة (م ح ث زب؛ 2012).

II- 1-5- التركيب المستعمل في مغطة المياه:

يتم تركيب ثلاثة أزواج مغناطيسية بالتجاور، وكل زوج مغناطيسي هو عبارة عن مغناطيسين متقابلين بقطبين مختلفين (شمالي وجنوبي) حيث يكون انتشار الماء على الحقل المغناطيسي عموديا كما هو مبين في الوثيقة (05).



الوثيقة (05): تبين صورة ورسم تخطيطي لجهاز GMX المستعمل في مغطة المياه

هذه المزرعة متعاقدة مع شركة تونسية تشتغل في المجال الفلاحي تسمى AMIRAL agro، وهي الممثل الرئيسي للشركة الأمريكية GMX في تونس، ليبيا والجزائر، وهي متخصصة في انتاج الأجهزة المغناطيسية ومتحصلة على براءة اختراع في مجال hydrodynamique magneto لعلوم المياه.

III- الإجراءات المنجزة:

تمثلت الإجراءات المنجزة خلال فترة البحث في ما يلي :

III-1- الدراسة الفيزيوكيميائية:

تم اخذ عينات من الماء بالاعتماد على خاصيتين، الأولى قبل مرور العينة على المجال المغناطيسي والثانية بعد المرور على المجال المغناطيسي مع الأخذ بعين الاعتبار حجم الضغط المطبق على الانبوب 1.7 و 2.4 بار (مدة تعرض العينة للمغطة)، من أجل الحصول على مجموعة من العينات تختلف عن بعضها البعض من حيث الشروط التجريبية الموفرة لكل عينة، مع ضرورة التأكيد على ان كل العينات المأخوذة لها نفس المصدر (بئر ذو عمق 280 م).

بعد الحصول على العينات قمنا بتحليلها تحليلًا فيزيوكيميائيًا ثم مقارنة النتائج المتحصل عليها قبل مغطة الماء (عينات شاهدة) مع عينات الماء الممغنط من أجل التعرف على التغيرات التي تحدث للخصائص الفيزيائية والكيميائية للماء تحت تأثير المجال المغناطيسي، ثم تكرار هذه التحليلات ثلاث مرات

(بعد يوم ، بعد يومين وبعد ثلاثة أيام) وهذا من أجل متابعة التغيرات التي تحدث على العناصر السابقة وبالتالي تحديد عمر تأثير المجال المغناطيسي.

III-1-1- قياس الكمون الهيدروجيني (pH):

نقوم بضبط الجهاز وذلك بغسل خلية الـ pH متر بواسطة الماء المقطر و نجففها بالقطن، ثم نضع الخلية في البيشر الذي يحتوي ماء العينة، فيبين لنا الجهاز قيمة الـ pH .

III-1-2- قياس الناقلية الكهربائية:

نقوم بغسل خلية جهاز conductromètre بالماء المقطر ثم نقوم بإدخالها في العينة المراد تحليلها و نضغط على زر cond، ثم نضغط read فتظهر النتيجة بوحدة us/cm .

III-1-3- قياس الاملاح الكلية الذائبة TDS:

وتقاس كل منهما بنفس جهاز قياس الناقلية، حيث نضغط على زر Sal لقياس الملوحة و وحدتها ms/cm أو us/cm ثم زر TDS لقياس الاملاح الذائبة بوحدة mg/l، ثم نضغط على read فيعطينا النتيجة مباشرة .

III-1-4- قياس القساوة TH:

وهي تمثل تركيز المغنيزيوم والكالسيوم. نأخذ 10 مل ماء العينة ونتمم بالماء المقطر الى غاية 50 مل، ونضيف إليه 4 مل من محلول لكرومات البوتاسيوم ذو pH=10 ونضيف 0.2 غ من أسود الايروكوم، ونعاير بواسطة EDTA إلى غاية ظهور اللون الأزرق. الحسابات:

$$\text{تركيز القساوة الكلية} = \frac{(C1 \times V1)}{V0} \text{ mol/l}$$

C1 : تركيز EDTA.

V : حجم الـ EDTA.

V0: حجم العينة .

III-1-5- قياس تركيز الكالسيوم (Ca⁺⁺):

$$\text{يتم تقدير تركيز الكالسيوم بواسطة العلاقة التالية : } [CA^{+2}] = \frac{V1.C1}{V0}$$

C1: تركيز (EDTA).

V0: حجم العينة.

V1: حجم لـ (EDTA).

III-1-6- حساب المغنيزيوم (Mg^{++}):

من خلال قياسنا للكالسيوم والـ TH نستنتج تركيز المغنيزيوم .

الحسابات: ($[Mg^{++}] = [TH] - [Ca^{++}]$).

III-1-7- معايرة شوارد الصوديوم :

نستعمل المحاليل العيارية : 50، 100، 150، 200، 300، 400، 500 مل من شوارد الصوديوم ، ثم نمرر هذه المحاليل على جهاز المعايرة Spectrophotomètre، وانطلاقاً من المنحنى العياري نحدد تركيز الصوديوم لعينة الماء المأخوذة من منطقة الدراسة.

III-1-9- حساب نسبة ادمصاص الصوديوم SAR (Sodium Adsorption Ratio) :

حساب قيمة نسبة SAR متعلقة بتركيز الصوديوم ونسبته لتركيز الكالسيوم و المغنيزيوم وفق المعادلة التالية:

$$SAR = \frac{Na^{+} \text{ meq/L}}{\sqrt{\frac{(Ca^{++} \text{ meq/L}) + (Mg^{++} \text{ meq/L})}{2}}}$$

حيث ان نسبة SAR تحسب ب ميلكافى/لتر (meq/l) والعلاقة بين (ميلكافى/لتر) و (ملغ/ل) تحكمها

$$\text{Meq/L} = \frac{\text{mg/L}}{\text{Atomic weight}}$$

علما ان الاوزان الذرية لعناصر الصوديوم والكالسيوم والمغنيزيوم هي 23، 40 و 24 على الترتيب.

10-1- قياس تركيز الكلور Cl^{-} :

$$[Cl^{-}] = \frac{Vb - Va}{Vc} \times C \times M$$

حيث:

V_b : حجم $AgNO_3$ اللازم لتعديل Cl^{-} شوارد الكلوريد الموجودة في العينة.

V_a : حجم $AgNO_3$ اللازم لتعديل Cl^{-} شوارد الكلوريد الموجودة في الماء المقطر.

V_c : حجم العينة.

C: التركيز المولي لمحلول $AgNO_3$ (مول/ل).

M: الكتلة المولية للكلور Cl^- ($M_{Cl}=35.453 \text{ g/mol}$). {1}.

III-1-11- قياس البيكربونات:

لمعايرة البيكربونات الموجودة في الماء نأخذ 10 مل من العينة المراد تحليلها ثم نضيف بعض من كاشف البروموكريزول حتى يصبح اللون أزرق .

نعاير بواسطة حمض الكبريت ألى غاية نقطة تغيير اللون من الأزرق الى الأصفر أي نهاية المعايرة والوصول الى نقطة التكافؤ.

نسجل حجم حمض الكبريت النازل من السحاحة ثم نقوم بحساب تركيز شوارد البيكربونات وفق المعادلة

$$[HCO_3^-] = 2 * V_{eq} * [H_2SO_4] * 61 * 1000 / V_e$$

III-2- طريقة تقييم صلاحية المياه الممغنطة للري :

وذلك من خلال مطابقة نتائج التحاليل الفيزيائية والكيميائية مع التصنيفات العالمية المعتمدة في تقييم مياه الري :

III-1-2- دليل نوعية مياه الري (التصنيف الاردني الالمانى) :

جدول (06): يبين دليل نوعية مياه الري (GTZ, 2006)

المعايير	الوحدة	الحد المسموح به
pH		6 - 9
EC	dm/cm	< 1.7
Salt sensitive-		3 - 1.7
Salt medium tolerant -		7.5 - 3
Salt tolerant -		> 7.5
Salt highly tolerant -		
Ca^{2+}	mg/L	< 400
Mg^{2+}	mg/L	< 150
K^+	mg/L	< 80
HCO_3^-	mg/L	< 520
SO_4^{2-}	mg/L	< 960

III-2-2- دليل تقييم مياه الري FAO (1985):

IV-جدول (07) يبين دليل تقييم مياه الري FAO (1985) (FAO, 2000)

درجة تقييد الاستعمال			الوحدة	مشكلة الري المحتملة
قيود شديدة	قيود خفيفة الى متوسطة	لا توجد قيود		
الملوحة				
3.0 <	3.0 - 0.7	0.7 >	ds / m	الناقلية الكهربائية CE
2000 <	2000 - 450	450 >	mg / l	أو TDS
نافذية التربة (التسرب)				
الناقلية الكهربائية CE ومعدل ادمصاص الصوديوم SAR				
0.7 <	0.7 - 0.2	0.2 >	ds / m	0 - 3
1.2 <	1.2 - 0.3	0.3 >		3 - 6
1.9 <	1.9 - 0.5	0.5 >		6 - 12
2.9 <	2.9 - 1.3	1.3 >		12 - 20
5.0 <	5.0 - 2.9	2.9 >		20 - 40
التسمم بالأيونات				
الصوديوم (Na ⁺)				
9 <	9 - 3	3 >		الري السطحي
	3 <	3 >		الري بالرش
الكلوريد (Cl ⁻)				
10 <	10 - 4	4 >	meq/l	الري السطحي
	3	3 >	m ³ /l	الري بالرش
3.0 <	3.0 - 0.7	0.7 >	meq/l	البورون (B)
تأثيرات متنوعة				
30 <	30 - 5	5 >	mg/l	النترات (NO ₃ - N)
8.5 <	8.5 - 1.5	1.5 >	meq/I	البيكربونات (HCO ₃ ⁻)
تتراوح النسبة المعتادة بين 8.5 - 6.5				pH

III-2-3- التصنيف الأمريكي لتقييم مياه الري :

جدول(08) : يبين مقياس معامل الملوحة الأمريكي (S.U. S-Lap. 1954) (فرجاني 2016)

الضرر الناتج عن القلوية	نسبة الصوديوم المدمص (SAR)	الضرر الناتج عن الأملاح	درجة الناقلية الكهربائية (E.C) ب cm/μs
منخفض	S1 10 - 0	منخفض	Class1 (C1 250 >
متوسط	S2 18 - 10	متوسط	Class2 (C2) 250 -750
مرتفع	S3 26 - 18	مرتفع	Class3 (C3) 750 -2250
شديد جدا	S4 30 - 26	شديد جدا	Class4 (C4) 2250 <

III-2-4- التصنيف الروسي لتحديد مدى صلاحية المياه للري :

جدول(09) : يبين التصنيف الروسي الملوحة المياه (قحطان وآخرون ؛ 2012)

رتبة المياه	تركيز الأملاح (غ/ل)	مدى صلاحية المياه للاستخدام
منخفضة الملوحة (A)	0.5 – 0.2	تعتبر أفضل نوعية مياه.
متوسطة الملوحة (B)	2 – 1	لا تسبب هذه المياه أي مشاكل للملوحة خاصة عند وجود نظام صرف جيد
عالية الملوحة (C)	7 – 3	تستخدم في حالة النباتات المقاومة للملوحة فقط مع إضافة احتياجات الغسيل ووجود نظام صرف جيد.

III-3- طريقة دراسة تأثير مغنطة المياه على بعض عوامل النظام البيئي لمزرعة الضاوية :

III-3-1- التأثير على التربة:

التقطنا صوراً بواسطة آلة فوتوغرافية للتربة المسقية بالماء العادي وصور أخرى للتربة المسقية بالماء الممغنط .

III-3-2- التأثير على النبات:

III-3-2-1- صفات النمو الخضري :

قمنا بمعاينة عينات عشوائية من أشجار النخيل الموجودة في المزرعة مسقية بالماء الممغنط والآخرى مسقية بالماء العادي ثم حساب عدد الجريد اليابس في كل نخلة.

III-3-2-2- المجموع الجذري :

نظرا لصعوبة متابعة نمو المجموع الجذري للنخيل قمنا بتجربة زرع لنبات الفول السوداني حيث تم تثبيت جميع العمليات الزراعية التي تجري تحت ظروف المنطقة باستثناء العامل المتغير (معاملة المياه المستخدمة في الري) حيث قسمت التجربة إلى قسمين الأول استخدام مياه الآبار مباشرة والثاني استخدام مياه الآبار بعد معالجتها مغناطيسياً .

III-3-3- تأثير المغنطة على بعض خصائص الماء :

III-3-3-1- الأوكسجين المنحل في الماء:

تم تقدير الاكسجين المنحل بواسطة جهاز الـ EXAO وذلك بأخذ (ml100) من ماء العينة قبل وبعد مغنطتها.

III-3-3-2- الذوبانية :

قمنا بتجربة بسيطة للتأكد من زيادة قدرة الذوبانية في المياه الممغنطة حيث قمنا بإذابة 1 غ من ملح الطعام في (ml100) من عينة الماء قبل مغنطتها وكذلك إذابة 1 غ من ملح الطعام في (ml100) من عينة الماء بعد مغنطتها ثم تركناها لمدة ساعة ووضعنا العينتين في جهاز EXAO الذي يقوم بحساب نسبة الشفافية.

III-3-3-3- التبخر :

قمنا بتجربة لقياس التبخر عند الماء قبل وبعد مغنطته حيث وفرنا نفس الشروط للعينتين من حرارة والإثناء المستعمل في التسخين وكمية الماء المقدرة بـ 50 مل في كل عينة

III-3-3-4- الوزن الجزيئي :

قمنا بوزن 10 مل من الماء الممغنط بواسطة استعمال الميزان الحساس .

III-4- التأثير على شبكات الري :

ينبغي الاهتمام بالمكونات التي تحتويها المياه المستخدمة في الري فقد تسبب انسداد شبكات الري، الذي له تأثير شديد على كفاءة الري، وتحدث أخطر حالات الانسداد في حالة الري بالتنقيط (FAO, 2000) تعرف شبكات الري بالماء العادي نوعين من مشاكل الانسداد حيث ان هذه المشاكل تكاد تكون منعدمة في شبكات الري بالماء الممغنط ، وتتمثل هذه المشاكل في:

III-4-1- الانسداد الكيميائي:

وهو الذي ينشأ عن ترسيب كيميائي داخلي او خارجي مثل كربونات الكالسيوم وبالتالي امكانية انسداد ثقب القطارات (م ح ث ب ز؛ 2012).

III-4-2- الانسداد الحيوي:

وهو الانسداد الناتج عن مواد بيولوجية مثل البكتيريا والطحالب ، والتي تسبب نقصان الصبيب وانسداد القطارات (م ح ث ب ز؛ 2012) وهذا ما يتوافق مع ما جاء في تقرير المكتب الاقليمي لمنظمة الاغذية والزراعة للأمم المتحدة (FAO, 2000). ان ازدهار الطحالب الخضراء يتعذر التغلب عليه و يصاحب ذلك مشكلات اهمها انسداد شبكات الري بالتنقيط وهذه المشكلة بالذات تؤرق المزارعين.

الفصل الثاني

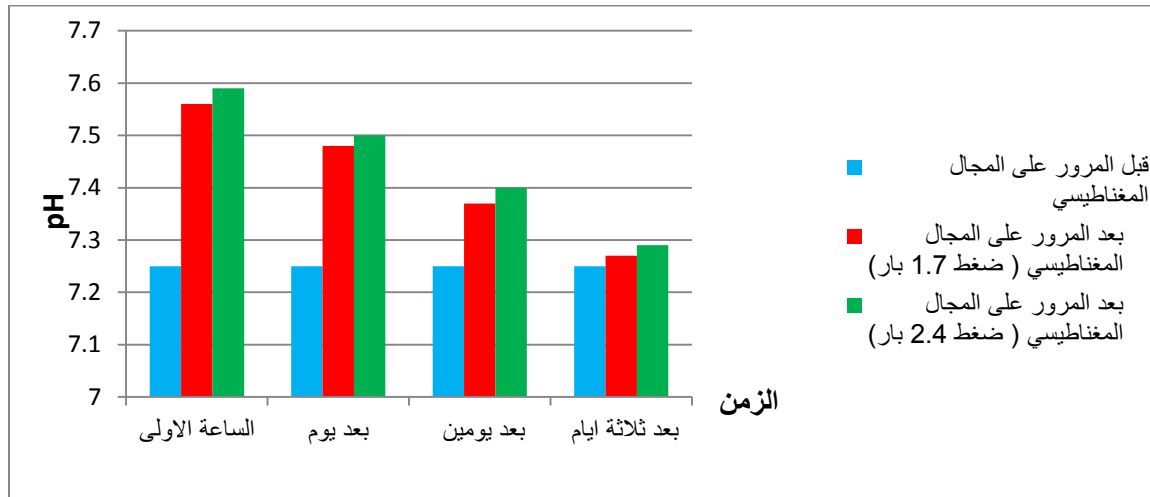
النتائج والمناقشة

I - نتائج الدراسة الفيزيوكيميائية:

I-1- الرقم الهيدروجيني pH :

تظهر الوثيقة (06) تغيرات درجة الحموضة pH بدلالة الزمن للمياه الممغنطة وغير الممغنطة بالإضافة الى تغير ضغط قنوات نقل المياه الممغنطة، حيث نلاحظ ثبات درجة الحموضة pH في عينة الماء غير الممغنطة عند قيمة (7.25) بينما نلاحظ ارتفاع في قيمتها (7.56- 7.59) بعد عملية المغنطة مباشرة لعينتي الضغط (1.7 بار و 2.4 بار) على الترتيب، ثم تبدأ في التراجع تدريجيا مع تتالي الايام حتى تصل قيمتها (7.27- 7.29) عند اليوم الثالث وهي قيمة مقاربة لقيمة pH العينة قبل مغنطتها، كما نلاحظ زيادة قيم pH بعد المغنطة مباشرة بـ (0.31، 0.34) عند المياه ذات ضغط 1.7 بار و 2.4 بار على الترتيب مقارنة مع الماء العادي، في حين بينت النتائج زيادة طفيفة في درجة حموضة الماء الممغنط ذات الضغط 2.4 بار في جميع لحظات القياس.

ويمكن ان نرجع ارتفاع قيم pH إلى أن تعرض المياه لمجال المغناطيسي ادى الى زيادة تركيز شوارد الهيدروكسيل (OH^-) التي تساهم في خفض الحموضة بالمياه الممغنطة، اضافة إلى تكسير الروابط الهيدروجينية وهو ما توصلت إليه قطر الندى (2015)، بينما يعود التغير الطفيف لـ pH الماء الممغنط باختلاف عامل الضغط الذي يساهم في زيادة مدة تعرض المياه للمجال المغناطيسي وبالتالي يزيد في تناقص تركيز أيون الهيدروجين (الموسى وآخرون؛ 2015)، كما فسر الجبوري وحمزة (2016) ما توصلوا له ان pH الماء العادي بحدود (7) بينما تصل (7.8) بعد تعريض الماء الى مجال مغناطيسي قوي لمدة زمنية بارتفاع تركيز ايونات الهيدروكسيل (OH^-) لتكوين بيكربونات الكالسيوم وبعض المواد القلوية الأخرى، وهذا ما يساعد على رفع قيمة pH، وهذه النتائج تتوافق مع ما توصل له (WQA, 2001) الذين وجدوا ان درجة حموضة الماء عند تعرضها لمجال مغناطيسي تزداد بقيمة (0.60) و تتوقف مع ازالة المجال المغناطيسي ثم تنخفض مع مرور الوقت لتعود الى قيمتها الاصلية اي قبل تعرض العينة للمغنطة، وكذلك (الموصلي؛ 2013) الذي وجد ان درجة حموضة الماء بعد مغنطته ترتفع من (7.75) الى (8.11) اي بفارق زيادة (0.36).



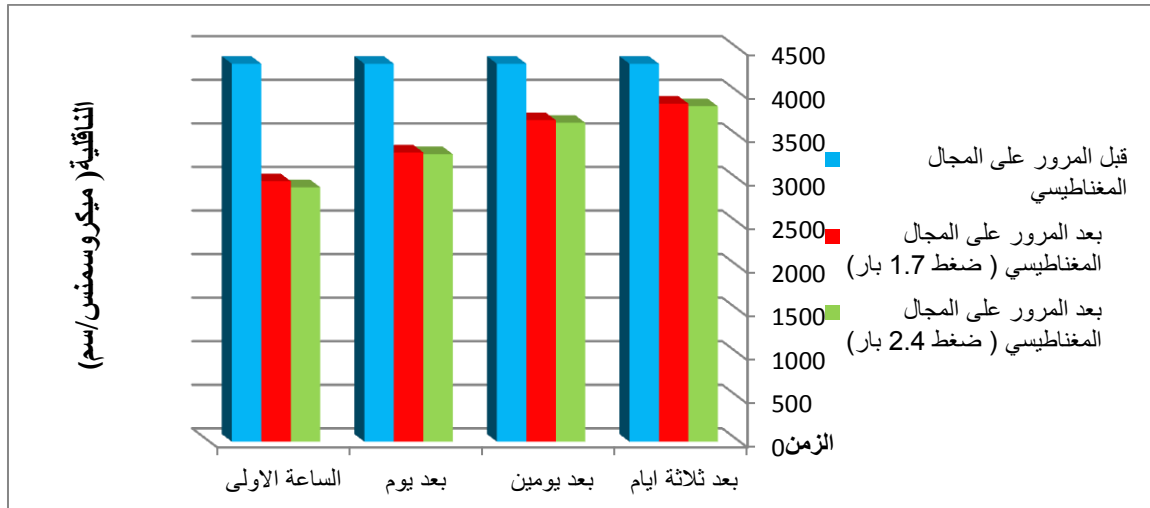
الوثيقة (06):أعمدة بيانية توضح تغيرات درجة الحموضة PH بدلالة الزمن .

I -2- الناقلية الكهربائية (CE):

تبين النتائج الموضحة في الوثيقة (07) تغيرات الناقلية الكهربائية بدلالة الزمن عند مياه ممغنطة ومياه غير ممغنطة بالإضافة الى تغير ضغط قنوات نقل المياه الممغنطة حيث نلاحظ ثبات الناقلية الكهربائية في عينة الماء غير الممغنط عند قيمة (4338 ميكرو سيمنس/سم)، بينما نلاحظ انخفاض كبير في قيمتها بعد عملية الممغنطة مباشرة (2990 - 2920 ميكرو سيمنس/سم) عند الضغطين 1.7 و 2.4 بار على التوالي، ثم تبدأ في التزايد تدريجيا كلما ابتعدنا عن لحظة الممغنطة حتى تصل قيمة (3880 - 3850 ميكرو سيمنس/سم) بعد ثلاثة أيام على الترتيب وهي قيم مقاربة لناقلية العينة قبل مغلطتها، ونرجع الانخفاض الكبير في الناقلية الكهربائية في اللحظات الأولى بعد الممغنطة الى ان المعالجة المغناطيسية للمياه تؤدي الى كسر الروابط الكيميائية وإعادة ترتيب الذرات داخل الجزيئات مما يؤدي الى اختلاف تأين المركبات الجديدة (شكير وآخرون؛ 2011)، كما يمكن تفسير الانخفاض بأن المجال المغناطيسي يؤثر في المياه بعملية تشكيل جزيئات ملحبة خاصة أملاح الكالسيوم والمغنيزيوم مما يؤدي الى نقص الشوارد والمواد المذابة في الماء باعتبار ان الناقلية الكهربائية ذات علاقة وطيدة بكمية الأيونات المتواجدة في الماء (الحايك؛ 1989) أما التغير الطفيف في الناقلية الكهربائية للمياه الممغنطة باختلاف عامل الضغط فيعود الى مدة تعرض المياه للمجال المغناطيسي حيث يؤدي إلى زيادة في تشكيل الاملاح والتغيرات الشاردية، وارجع الموصلي (2013) ذلك الى زيادة مدة التماس بين الماء والمجال المغناطيسي المطبق على العينة.

وهذا ما يتوافق مع النتائج التي تحصل عليها (حسان وآخرون؛ 2016) الذين وجدوا في تجاربهم أن الناقلية الكهربائية للمياه المعالجة مغناطيسيا تنخفض بنسبة 18%، وقدرها Ritchie وآخرون (2000) بنسبة انخفاض 21%، بينما أكد عبد العزيز وآخرون (2017) أن EC للمياه المعالجة مغناطيسيا تتناقص بنسبة 36% عند تطبيق المجال المغناطيسي بشدة 6560 G، في حين قدرت نسبة الانخفاض عندنا بـ 31 %

و32.68% باستعمال الضغط 1.7 بار و2.4 بار على التوالي و باستعمال مجال مغناطيسي شدته 800 G.

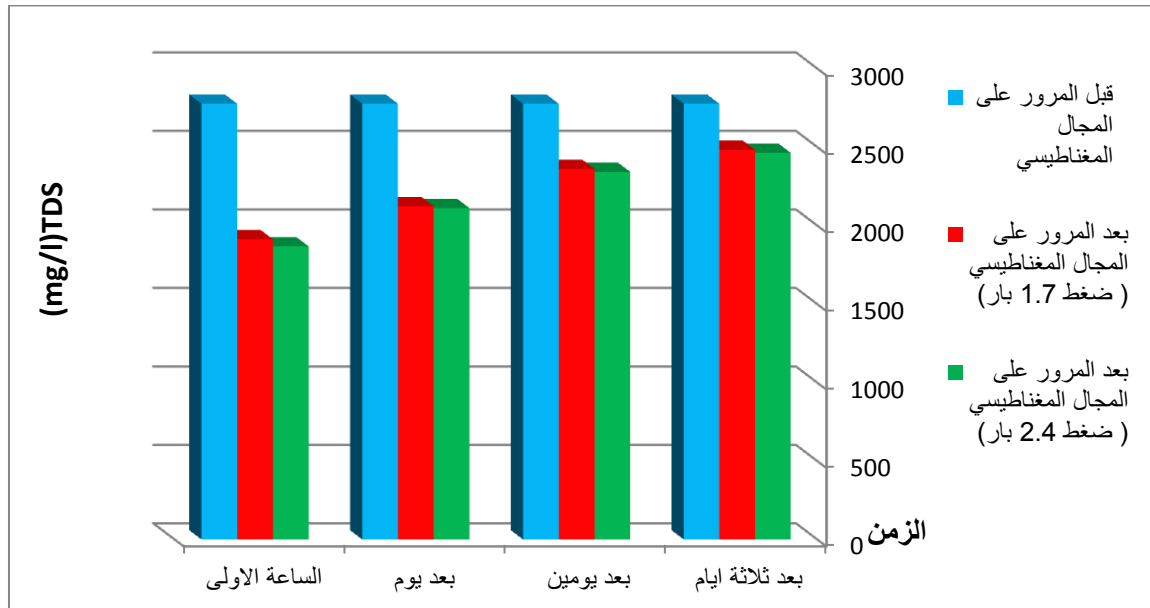


الوثيقة (07): توضح تغيرات الناقلية الكهربائية بدلالة الزمن .

I- 3 كمية الأملاح الكلية الذائبة TDS :

تبين الوثيقة (08) تغيرات كمية الأملاح الكلية الذائبة TDS بدلالة الزمن في عينة الماء قبل وبعد مغنتها بالإضافة الى تغير ضغط قنوات نقل المياه الممغنطة حيث نلاحظ ثبات TDS في عينة الماء غير الممغنطة عند قيمة (2776 مغ/ل) بينما نلاحظ انخفاض كبير في قيمتها (1913-1868 مغ/ل) بعد عملية المغنطة مباشرة في عيني الضغطين 1.7 و 2.4 بار على التوالي ثم تبدأ في التزايد تدريجيا كلما ابتعدنا عن لحظة المغنطة حتى تصل قيمة (2483-2464 مغ/ل) بعد ثلاثة أيام وهي قيمة مقاربة TDS قبل مغنتها.

نفس نقصان الاملاح الصلبة الذائبة في الماء بنسبة 31.08 % و32.70% باستعمال الضغطين 1.7 و 2.4 بار على التوالي الى نقصان تراكيز كل من Ca^{2+} ، Mg^{2+} ، Cl^- و Na^+ ، وهذا ما توصل اليه (عبد العزيز آخرون؛ 2017) الذين وجدوا ان TDS نقصت بنسبة 33% وأرجعوا هذا النقصان الى انخفاض تراكيز كل من Cl^- ، SO_4^{2-} ، Mg^{2+} ، Ca^{2+} و Na^+ ، وتتوافق هذه النتائج أيضا مع ما توصل إليه (Ritchie وآخرون؛ 2000) الذين قدروا كمية TDS بـ (2500 مغ/ل) قبل المغنطة ثم تنقص منها (520 مغ/ل) بعد المغنطة اي بنسبة 20.80%، وكذلك (أمين وقاسم؛ 2009) اللذان قدرا كمية TDS في ماء الحنفية بـ (453 مغ/ل) قبل المغنطة وبـ (395 مغ/ل) بعد المغنطة اي انخفاض بنسبة 12.8%، كما توصلا في نتائجهما الى انخفاض كل من Cl^- ، Mg^{2+} ، SO_4^{2-} ، Ca^{2+} و Na^+ بعد مغنطة الماء وخاصة الكالسيوم الذي ينخفض بنسبة 23.13%، أما الفارق الطفيف في نقصان TDS بين الضغط 1.7 بار و2.4 بار فنفسره الى زيادة مدة المغنطة عند المياه المارة بالأنبوب ذو الضغط 2.4 بار لأن زيادة مدة المغنطة هي أحد العوامل المحددة لدرجة معالجة الماء مغناطيسيا (الجبوري وحمزة؛ 2012).

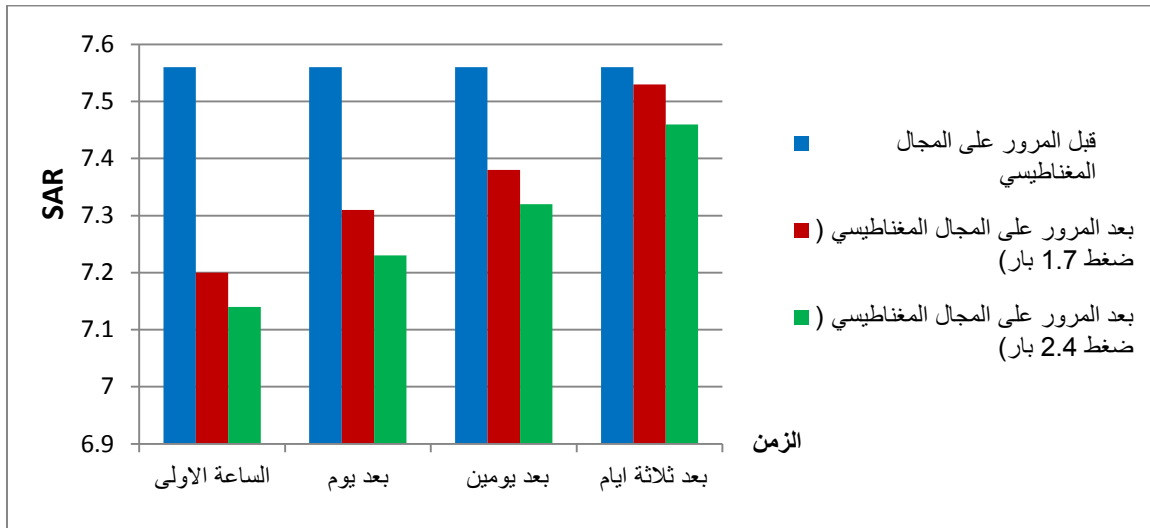


الوثيقة (08): توضح تغيرات كمية الأملاح الكلية الذائبة TDS بدلالة الزمن .

I- 4- نسبة ادمصاص الصوديوم SAR:

تظهر الوثيقة (09) تغيرات نسبة ادمصاص الصوديوم SAR بدلالة الزمن قبل وبعد مغنطة المياه الى تغير ضغط قنوات نقل المياه الممغنطة حيث نلاحظ ثبات SAR في عينة الماء غير الممغنطة عند قيمة (7.56) بينما نلاحظ انخفاض قليل في قيمتها (7.20- 7.14) في عيني الضغطين 1.7 و 2.4 بار على التوالي بعد عملية المغنطة مباشرة ثم تبدأ في التراجع تدريجيا مع تتالي الايام حتى تصل قيمتها (7.53- 7.46) بعد ثلاثة أيام وهي قيمة مقاربة لقيمة SAR العينة قبل مغنطتها.

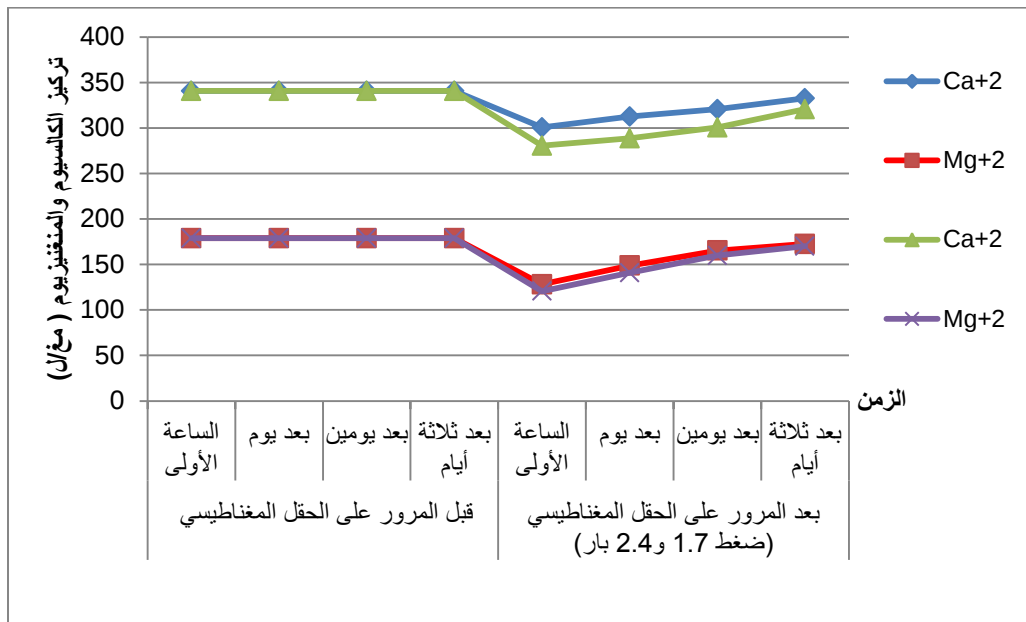
يرجع انخفاض SAR الى ان نقصان تركيز الصوديوم كان أكبر من نقصان تركيز الكالسيوم و المغنيزيوم، لأن حساب قيمة نسبة SAR متعلقة بتركيز الصوديوم ونسبته لتركيز الكالسيوم و المغنيزيوم (شكري وآخرون؛ 2007) بينما يعود التغير الطفيف لـ SAR في الماء الممغنط لاختلاف الضغط، ويرجع هذا الى ان تركيز الأيونات ينخفض مع زيادة مدة التعرض للمجال المغناطيسي المطبق على العينة (صياد ومحسن؛ 2011)، هذا التناقص في SAR من 7.56 الى (7.14 أو 7.20) بعد مغنطة المياه يتوافق مع ما توصل اليه (عبد؛ 2012) الذي وجد ان تعريض الماء لحقل مغناطيسي يؤدي الى تخفيض أيونات الصوديوم ويخفض بعض الأيونات الأخرى بنسب مختلفة مما يؤثر على نسبة الصوديوم المدمص SAR ، وكذلك (عبد العزيز وآخرون؛ 2017) الذين وجدوا في تجاربهم ان مغنطة مياه الري ادت الى انخفاض SAR من 6.97 قبل مغنطة المياه الى 6.92 بعد مغنطة المياه عند تطبيق المجالات المغناطيسية للقوة 2000 G .



الوثيقة (09): توضح تغيرات نسبة ادمصاص الصوديوم SAR بدلالة الزمن .

I-5- تراكيز الكالسيوم والمنغنيزيوم :

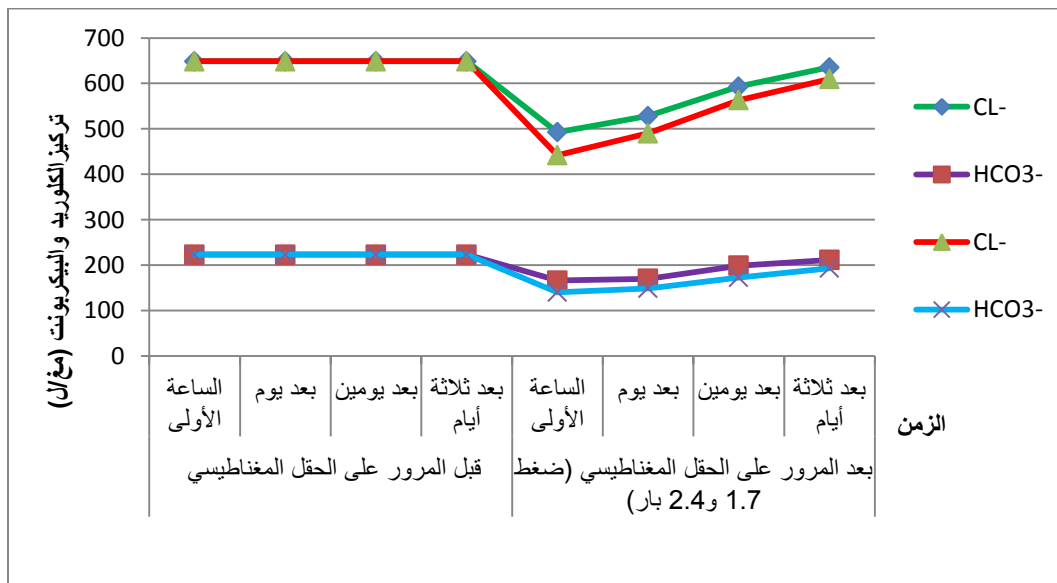
تبين الوثيقة (10) تغيرات تراكيز كل من الكالسيوم والمنغنيزيوم بدلالة الزمن بالإضافة الى تغير ضغط قنوات نقل المياه الممغنطة حيث نلاحظ : ثبات في تراكيز أيونات الكالسيوم والمنغنيزيوم في المياه العادية على طول زمن التجربة عند قيمة (Ca^{2+} ل 340.68 / Mg^{2+} ل 178.81 مغ/ل) بينما نلاحظ تنقاص بقيم متفاوتة في تراكيز الايونات بعد اللحظات الاولى لمغنطة المياه (Ca^{2+} ل 280.56 - 300.60 / Mg^{2+} ل 120.60 - 128.22 مغ/ل) في عینتي الضغطين 1.7 و 2.4 بار على التوالي ثم تبدأ في العودة للتراكيز الاصلية مع تتالي الايام حتى تبلغ (Ca^{2+} ل 320.64 - 332.65 / Mg^{2+} ل 170.02 - 172.59 مغ/ل) في اليوم الثالث .



الوثيقة (10): توضح تغيرات تراكيز الكالسيوم والمنغنيزيوم بدلالة الزمن .

I-6- تراكيز الكلوريد والبيكربونات:

توضح الوثيقة (11) تغيرات تراكيز كل من الكلوريد والبيكربونات بدلالة الزمن بالإضافة الى تغير ضغط قنوات نقل المياه الممغنطة بالإضافة حيث نلاحظ ثبات عند القيم التالية ($648.78 \text{ } \text{Cl}^- / \text{HCO}_3^-$ 223.26 HCO_3^- مغ/ل)، بينما نلاحظ تنقاصا بقيم متفاوتة في تراكيز هذه الايونات في عينتي الضغطين 1.7 و 2.4 بار ($441.89 - 492.79 \text{ } \text{Cl}^- / 140.89 - 165.93 \text{ } \text{HCO}_3^-$ مغ/ل) بعد اللحظات الاولى لمغنطة عيني الماء للضغطين 1.7 و 2.4 بار على الترتيب، ثم تبدأ تراكيز الأيونات في العودة تدريجيا الى القيم الاصلية أي قبل مغنطة المياه مع توالي الايام حتى تبلغ في اليوم الثالث ($609.58 - 635.41 \text{ } \text{Cl}^- / 193.24 - 211.65 \text{ } \text{HCO}_3^-$ مغ/ل).



الوثيقة (11): توضح تغيرات تراكيز الكلوريد والبيكربونات بدلالة الزمن .

يفسر هذا التناقص في تراكيز الايونات الموجبة والسالبة على انها حين تدخل المجال المغناطيسي يتم دفعها في اتجاهين متعاكسين فتحدث اصطدامات فتلتصق الايونات معا لتشكل شكلا صلبا، تضطر هذه البلورات المجهرية للتشكل اثناء التحرك في الماء، لذا ليس لديها فرصة التعلق بالأنابيب (Behrouz et al, 2011).

بسبب قطبية الماء، الأنيونات و الكاتيونات تهتز وتقترب من بعضها وأخيراً تلتصق، وتبقى على شكل ظاهرة كرة الثلج وتعلق في الماء، وتعتمد التغيرات التي يسببها التأثير المغناطيسي على العديد من العوامل، مثل القوة المغناطيسية للمجال، اتجاه المجال الممغنط المطبق، مدة التعرض المغناطيسي، معدل تدفق المحلول، ودرجة الحموضة (Chibowski et al, 2005).

هذه النتائج تتوافق مع ما توصل اليه (Holysz et al, 2007) الذي وجد العناصر المتشكلة بعد المغنطة هي CaCl_2 ، وكذلك (Alimi et al, 2009) الذين توصلوا الى ازدياد تشكل هذه العناصر

كربونات الكالسيوم في شكل vaterite و aragonite كما يوجد العديد من الابحاث تؤكد تشكل كربونات الكالسيوم CaCO_3 و MgSO_4 بعد مغنطة الماء نذكر البعض منهم فقط على سبيل المثال لا الحصر (wQA, 2001) و (Bastami et al, 2011) و (Saksono et al, 2007) و (Salman et al, 2015) أثبتت نتائج تجاربهم أن معالجة المياه المغناطيسية تؤثر على تبلور كربونات الكالسيوم من خلال تفضيل تكوينه في المحلول سائبا، بدلا من القشرة على الجدار يمكن أن يؤدي العلاج المغناطيسي إلى تكوين جسيمات CaCO_3 في الجزء الأكبر من محلول القياس ، بدلاً من الترسيب على السطح الداخلي ويتم نقل هذه الجسيمات بعيدا عن طريق تدفق المياه ، كما اشار الى ان انخفاض تركيز أيون Ca^{2+} يعود لتشكيل CaSO_4 ، وان المعالجة المغناطيسية أثرت على تركيز Ca^{2+} بقوة خلال الدقائق العشرة الأولى، ومع ذلك انخفض هذا التأثير مع زيادة الوقت.

II - تقييم صلاحية مياه الري قبل وبعد مغنطتها :

II -1- تطبيق و مقارنة النتائج مع التصنيفات العالمية :

جدول(10) التحليل الكيميائي لعينات مياه قبل مغنطتها مصنفة طبقا لتصنيف عالمية

صنف الماء						
التصنيف الروسي	البرنامج الأردني الألماني 2006	FAO.1985	SUS-L 1954	قبل المغنطة	الوحدة	
	يصلح للنباتات المقاومة للملوحة	مياه ذات مشاكل حادة	ضرر الاملاح شديد جدا C4	4338	dS.m^{-1}	EC
متوسطة الى عالية الملوحة C3		احتمال حدوث مشاكل حادة		2776	mg/l	TDS
	مسموح به	احتمال حدوث مشاكل متوسطة	ضرر الصوديوم منخفض S1	7.56		SAR
	مسموح به	مسموح به		7.25		pH
		احتمال حدوث مشاكل حادة		18	meq/l	Cl^-
	مسموح به	احتمال حدوث مشاكل قليلة		3.65	meq/l	HCO_3^-

جدول (11) التحليل الكيميائي لعينات مياه بعد مغنتها مصنفة طبقا لتصانيف عالمية

صنف الماء							
التصنيف الروسي	البرنامج الأردني الألماني 2006	FAO.1985	SUS-L 1954	قبل المغنطة	الوحدة		
	يصلح للنباتات متوسطة الحساسية للملوحة	مياه ذات مشاكل متوسطة	ضرر الاملاح شديد جدا C4	2920	dS.m ⁻¹	EC	
متوسطة الملوحة C3		احتمال حدوث مشاكل متوسطة		1868	mg/l	TDS	
	مسموح به	احتمال حدوث مشاكل متوسطة	ضرر الصوديوم منخفض S1	7.20		SAR	
	مسموح به	مسموح به		7.59		pH	
		احتمال حدوث مشاكل حادة		12.6	meq/l	Cl ⁻	
	مسموح به	احتمال حدوث مشاكل قليلة		2.29	meq/l	HCO ₃ ⁻	

II -2- المناقشة :

بعد قياس أهم الخواص الكيميائية والفيزيائية المعتمدة في صلاحية مياه الري قبل وبعد مغنتها تم تدوينها ومقارنتها مع العديد من المقاييس والتصنيفات الدولية المستخدمة لتقييم المياه المستخدمة لأغراض الري في الجدول حيث بينت النتائج ما يلي :

• وفق دليل تقييم مياه الري (FAO, 1985) :

طبقا للدليل الذي وضعته منظمة الاغذية والزراعة (FAO, 1985) المبين في الجدول (07) فإن قيمة EC للمياه قبل مغنتها (4338 ميكرو سيمنس/سم) تصنف ضمن المياه ذات المشاكل الحادة لذا نتوقع حدوث مشكلة ملوحة شديدة من استعمال هذه النوعية من المياه، اما المياه الممغنطة قدرنا قيمة EC فيها بـ (2920 ميكرو سيمنس/سم) أي انها تصنف ضمن المياه ذات المشاكل المتوسطة وهو ما يجعلها أقل شدة من المياه قبل مغنتها، كما بينت النتائج أن تركيز TDS للمياه قبل مغنتها يدخل ضمن المجال (أكثر من 2000 مغ/ل) لذلك يحتمل لهذه النوعية من المياه ان تحدث مشاكل حادة، أما تركيز TDS للمياه بعد مغنتها فيدخل ضمن المجال (450- 2000 مغ/ل) وهذا ما يجعل هذه النوعية من المياه تصنف ضمن المياه ذات مشاكل متوسطة أي أنها أقل حدة من نوعية المياه قبل مغنتها .

كما اظهرت النتائج المتحصل عليها تقارب في نسبة SAR حيث تراوحت بين 7.56 و 7.20 في كل من المياه قبل وبعد مغنطتها على التوالي، أي ضمن المجال (3-9) لذا نتوقع احتمال تزايد مشكلة النفاذية والتي تنتج عن تأثير الصوديوم عند استعمال هذه النوعية من المياه.

ودلت النتائج ان درجة pH للمياه قبل وبعد مغنطتها 7.25 و 7.59 على التوالي، تصنف ضمن المجال (6.5- 8.5) وهي قيم مسموح بها.

بينت النتائج التي تحصلنا عليها أن تركيز الكلوريد كان في الماء قبل مغنطته (18 meq/l) وهذا التركيز قد يؤدي الى حدوث مشاكل حادة ناتجة عن الكلوريد وقد وجدنا ان تركيزه في الماء بعد مغنطته تناقص الى (12 meq/l) فكان أقل حدة وهو قريب من المعيار المسموح به (10 meq/l).

بناءً عن النتائج المتحصل عليها بلغ تركيز HCO_3^- في الماء قبل مغنطته (3.65 meq/l) وفي الماء بعد مغنطته (2.29 meq/l) أي ضمن المجال (1.5- 8.5) وبالتالي فإن تأثير البيكربونات يسبب مشاكل خفيفة، يعتبر أيون البيكربونات مهم في مياه الري وذلك لميله الى ترسيب كل من الكالسيوم والمغنيزيوم على شكل كربونات الكالسيوم والمغنيزيوم وبذلك تزيد نسبة ادمصاص الصوديوم لمياه الري بسبب سيادة ايون الصوديوم وانخفاض نسبة الكالسيوم والمغنيزيوم وبالتالي يتسبب في زيادة خطورة الصوديوم (هيل؛ 2007) .

• ووفق معمل الملوحة الأمريكي :

بينت النتائج الموضحة في الجدول (11) أن قيمة الناقلية في الماء قبل مغنطته (4338 ميكرو سيمنس/سم) اي ضمن المجال (أكثر من 3000 ميكرو سيمنس/سم) وهذا يعني أنها ضمن المياه ذات ملوحة عالية جدا C4 حسب هذا المقياس الموضحة تفاصيله في الجدول (08)، و كذلك تصنف المياه بعد مغنطتها ضمن هذا الصنف الا أنها أقل ملوحة لأن ناقليتها الكهربائية (2920 ميكرو سيمنس/سم)، لا يصلح هذا الصنف من المياه الا للأراضي ذات القوام المتوسط والخشن وذات الصرف الجيد وتستخدم مع المحاصيل ذات تحمل ملحي عالي، وهذا يوافق ما توصل اليه (فرجاني؛ 2016) أن هذه النوعية من المياه قد تحدث مشكلة ملوحة شديدة جدا وصالحة لري المحاصيل الأكثر تحملا للملوحة مثل النخيل، وتستعمل فقط في الأراضي جيدة النفاذية بشرط استعمال كميات زائدة من المياه تكفي لإزالة الأملاح المتراكمة في التربة من الريات السابقة.

كما اظهرت النتائج أن نسبة ادمصاص الصوديوم في الماء قبل مغنطته هي 7.56 وبعد مغنطته 7.20 ، رغم أنه يوجد اختلاف طفيف إلا أن هذه نسبة تدخل في المجال (0 - 10) أي ضمن الصنف S1 الذي يمثل رتبة التأثير المنخفض لذا نتوقع ان يكون الضرر الناتج عن الصوديوم على النفاذية منخفض .

•التصنيف الروسي :

نجد ان المياه قبل مغنطتها تصنف حسب هذا المقياس الواردة تفاصيله في الجدول (09) ضمن المياه عالية الملوحة (C) نظرا لاحتوائها على TDS تركيزه (2950مغ/ل) أي ضمن المجال (2000-7000مغ/ل) وهذه النوعية من المياه تستخدم في حالة النباتات المقاومة للملوحة فقط مع إضافة احتياجات الغسيل ووجود نظام صرف جيد، أما المياه بعد مغنطتها تصنف ضمن المياه متوسطة الملوحة لأن محتوى TDS فيها كان (1868مغ/ل) أي في المجال (1000-2000مغ/ل) وهذه النوعية من المياه لا تسبب أي مشاكل للملوحة خاصة عند وجود نظام صرف جيد مع إضافة احتياجات الغسيل المناسبة واختيار النباتات المقاومة أو متوسطة المقاومة للملوحة.

•التصنيف الأردني الألماني (2006):

إذا قارنا النتائج المتحصل في الجدول (11) مع هذا المقياس المبين في الجدول(06) نجد أن قيمة EC للمياه قبل مغنطتها (4338 ميكرو سيمنس/سم) أي أن هذه النوعية من المياه صالحة للنباتات المقاومة للملوحة مثل الشعير والقمح والنخيل، اما المياه الممغنطة قدرنا قيمة EC فيها بـ (2920 ميكروسيمنس / سم) أي ان هذه المياه صالحة للنباتات متوسطة الحساسية للملوحة مثل الزيتون والفلل، الخيار، القرنبيط، الخس، البطيخ، العنب.

درجة pH للمياه قبل وبعد مغنطتها (7.25- 7.59) على التوالي أي تصنف ضمن المجال مقبول (6- 9) وهي قيم مسموح بها وليس لها أي تأثير سلبي ملحوظ على النبات او التربة.

بينت النتائج التي تحصلنا عليها أن تركيز الكلوريد كان في الماء قبل مغنطته (18 meq/l) هذا التركيز قد يؤدي الى حدوث مشاكل حادة ناتجة عن الكلوريد وقد وجدنا تركيزه في الماء بعد مغنطته تناقص الى (12 meq/l) فكان أقل حدة وهو قريب من المعيار المسموح به (10 meq/l) وهو نفس المعيار المعتمد من طرف FAO، ينخفض التركيز السلبي للكلوريد كلما زاد محتوى التربة من الكالسيوم .

بناء على النتائج المتحصل عليها بلغ تركيز HCO_3^- في الماء قبل مغنطته (3.65 meq/l) وفي الماء بعد مغنطته (2.29 meq/l) وهي قيم مسموح بها ولا تشكل أي مشكلة .

تدخل نسبة SAR في المياه قبل وبعد مغنطتها في المجال المسموح به (6 – 9) لذا لا يتوقع ظهور أي مشاكل على التربة والنبات.

يذكر هذا الدليل أنه تضاف الى المعايير السابقة معايير أخرى تتداخل معها متمثلة في نوع النبات ونوع التربة ونفاذيتها وعوامل المناخ، لها دور كبير أيضا في تحديد صلاحية المياه للري، لذا لا يمكن صياغة ارشادات وموصفات لنوعية مياه الري تصلح لكل مكان وزمان ، حيث من الممكن ملائمة نوعية مياه

معينة لمنطقة معينة ومحصول معين في حين أنها قد لا تلائم منطقة أخرى ومحصول آخر، أضف الى ذلك التطور الكبير في تقنيات وعلوم الري مثل الري بالتنقيط وزراعة المحاصيل المقاومة للملوحة.

III. تأثير مغنطة المياه على بعض عوامل النظام البيئي لمزرعة الضاوية:

III.1- التأثير على التربة:

تبين الوثيقة (12-13) صوراً التقطناها من المزرعة تظهر وجود قشرة صلبة بيضاء على مستوى سطوح التربة المسقية بالماء العادي بينما لا تظهر هذه القشرة البيضاء في الترب المسقية بالماء الممغنط، كما لاحظنا اختلاف في بعض صفات بناء التربة حيث أن المسقية بالماء الممغنط تكون مفككة ومهتزة ورابيه لأن حبيباتها متفرقة وقليلة التجمع وهذا ما يجعلها ذات تهوية جيدة تسمح بالتخلص من ثاني أكسيد الكربون ويحل محله الأكسجين الضروري لتنفس الجذور والكائنات الحية بينما التربة المسقية بالماء العادي فتكون متجمعة في شكل قشرة سطحية صلبة نتيجة التحام حبيباتها بمواد لاحمة مثل الأملاح وهذا بعد عملي الابتلال والجفاف (التبخّر) حيث أنه كلما ازدادت معدلات التبخر ازداد تركيز الأملاح في التربة (م ح ث ز ب، 2012) مما يجعلها سيئة التهوية وذات تأثير سلبي على نمو النباتات و الكائنات الحية الترابية، وقد أكد (عبد؛ 2012) على أنه في الآونة الأخيرة يستعمل الماء المعالج مغناطيسياً للتقليل من صلابة القشرة المتكونة على سطح التربة بسبب تغير خصائصه الفيزيائية والكيميائية نتيجة المعالجة المغناطيسية، فهو يعمل على زيادة قابلية ذوبان الأملاح عن طريق تغيير الحالة الأيونية لبعضها وخفض تراكيز البعض الآخر وخصوصاً أملاح الصوديوم، ويمنع أيونات الصوديوم من الالتصاق على سطوح دقائق التربة وبذلك يقلل من تأثيرها السلبي في زيادة صلابة القشرة السطحية ويحسن بعض صفات التربة المتعلقة بالبناء، ويرجع نفس المصدر آلية تكوين القشرة السطحية الصلبة الى فقدان الماء من التربة عن طريق التبخر أما ابقاء التربة رطبة يقلل من صلابة قشرة التربة، وهذا ما يوافق ما توصل اليه (رعد؛ 2010) التي وجدت أن استعمال المياه الممغنطة تعمل على غسل التربة من الأملاح بصورة جيدة افضل من الترب المغسولة بالمياه العادية .



الوثيقة (12) : التربة المسقية بالماء قبل مغطته الوثيقة (13): التربة المسقية بالماء بعد مغطته

III.2- التأثير على النبات:

من خلال الدراسة الميدانية وجدنا ان تأثير الماء بعد مغطته على النبات غير تأثير الماء قبل مغطته وذلك من خلال اجراء مقارنة من ناحية :

III.2-1- المجموع الخضري :

وجدنا ان متوسط عدد الجريد اليابس 20 جريدة للنخيل المسقي بالماء العادي و 09 جريدة للنخيل المسقي بالماء الممغنط خلال سنة كامله، وهذا ما أكده لنا عمال ومهندسو المزرعة. وكذلك وجد ان أعراض الملوحة على النباتات تتشابه مع أعراض الجفاف الناتجة من نقص الري ومن بينها احتراق حواف الأوراق ثم جفاف الأوراق، وايضا (الجبوري وزايد؛ 2006) الذي يعتبر ان حجم وعدد و عمر السعف هو الدليل الأساسي لنشاط النخلة وقابليتها على الانتاج، ففي المناطق التي يكون فيها تركيز الاملاح مرتفع تكون اعقاب السعف صفراء بدلا ان تكون خضراء اللون، كلما زاد تركيز الاملاح انخفض معدل نمو الخضري وهذا نتيجة انخفاض الجهد المائي لمحلول التربة، وكذلك (غالبي؛ 2003) الذي يصب رأيه في نفس الاتجاه حيث أكد على ان النخلة تستجيب عادة وبشكل واضح لنوعية وكمية مياه الري وينعكس ذلك على الانتاجية ونوعية الثمر، وان نمو المجموع الخضري يتناسب عكسيا مع تركيز الأملاح، وقد يتوقف في التراكم العالية، واما انخفاض نمو السعف وحجم النخلة فيعود لزيادة تركيز الأملاح في التربة التي تعمل على زيادة الضغط الأسموزي في محلول التربة وتقلل من امتصاص الماء من قبل البذور وبالتالي يؤثر على نمو السعف.

III-2-2- المجموع الجذري :

أظهرت النتائج أن المعالجة المغناطيسية لمياه الري أحدثت تأثيراً إيجابياً على نسبة الإنبات إذ بلغت 100% بعد 12 يوماً من الزراعة مقارنةً بمعاملة المقارنة التي استخدم فيها الماء مباشرةً دون معالجة حيث أعطت نسب إنبات (80%)، كما بينت النتائج أن متوسط زيادة الطول في المجموع الجذري بلغ 7 سم بالنسبة للفاول السوداني المسقي بالماء الممغنط بينما كان متوسط زيادة الطول في المجموع الجذري 2 سم بالنسبة للفاول السوداني المسقي بالماء غير المعالج أي بفارق زيادة 5 سم كما هو موضح في الوثيقة (14-15)، هذه النتائج تتوافق مع العديد من الدراسات الحديثة التي أجريت على كثير من الأنواع النباتية خاصة منها التي تتأثر بالملوحة، ومن بينها ما توصل إليه (مزاحم وآخرون؛ 2015) و(رعد وهند؛ 2009) اللتان فسرتا سرعة نمو المجموع الجذري بزيادة امتصاص النبات للماء الممغنط نتيجة انخفاض الشد السطحي واللزوجة والكثافة فضلاً عن انصافه لمجاميع صغيرة من جزيئات الماء المرتبطة فيما بينها نتيجة لتكسير بعض الروابط الهيدروجينية مما يسهل اختراقها للأغشية الخلوية وامتصاصه من طرف خلايا البذور وزيادة كفاءة نقل العناصر الغذائية من محلول التربة الأمر الذي يؤدي إلى زيادة تحسين نمو وتطور النباتات .



الوثيقة (15): صورة لبذور الفول السوداني مسقية

بالماء بعد مغنطته



الوثيقة (14): صورة لبذور الفول السوداني مسقية

بالماء قبل مغنطته

ورغم ان الكثير من الدراسات العالمية تؤكد المعلومات السابقة الا ان هناك أنواع من النباتات لا تعطي نفس النتائج وقد تكون عكسية وهو ما وقفنا عليه تجريبيا حين اعدنا نفس التجربة السابقة واستبدلنا الفول السوداني بنبات الشعير فكانت نسبة الانبات بعد 12 يوما في الشعير المسقي بالماء الممغنط 50% بينما نسبة الانبات في الشعير المسقي بالماء العادي 90% وكان المجموع الخضري والجذري له أكبر من المجموع الخضري والجذري للشعير المسقي بالماء الممغنط كما هو موضح في الوثيقة (16-17) مع العلم أن الشعير يصنف ضمن النباتات المقاومة للملوحة حسب FAO (1985) وكذلك GTZ (2006) .



الوثيقة (17): صورة لإنبات بذور الشعير مسقية بالماء بعد مغنطته



الوثيقة (16): صورة لإنبات بذور الشعير مسقية بالماء قبل مغنطته

III.3- التأثير على الماء :

تبين الوثيقة (18-19) وجود اختلافات بين الماء قبل وبعد مغنطته حيث تظهر على الماء الممغنط فقاعات هوائية وهذا يؤكد ما توصلنا اليه سابقا ان المعالجة المغناطيسية تغير بعض الخواص الفيزيائية والكيميائية للماء لكننا في هذا الجزء نركز على الخواص التي لها علاقة مباشرة بالتأثيرات الملحوظة على التربة والنبات وشبكات الري.

III.3-1- الأوكسجين المنحل في الماء:

بينت النتائج أن قيم الأوكسجين المنحل في الماء الممغنط بلغت (6.20 مغ/ل) ، أي أنها زادت بنسبة 9.5% عن قيمة الاكسجين المنحل في الماء قبل مغنطته البالغة (5.7 مغ/ل) وهذا ما يوافق ما توصل اليه

(الموصلي؛ 2013) الذي وجد ان الماء المعرض للمغناطيس زاد فيه تركيز الأكسجين بنسبة 10% وان هذه النسبة سوف تؤثر ايجابيا في تنفس ونمو المجموع الجذري .

III.3-2- الذوبانية :

بينت النتائج المتحصل عليها ان نسبة الشفافية في الماء قبل مغنطته 68% اما نسبتها في الماء الممغنط كانت 80% وهذا يدل على ان ذوبانية الماء بعد مغنطته تفوق ذوبانية الماء قبل مغنطته بنسبة 12%.

III.3-3- التبخر :

وجدنا ان عينة الماء قبل مغنطته بعد وضعها في موقد التسخين يبدأ صعود بخار الماء منها بعد 2 دقيقة و 32 ثانية وتتبخر كل الكمية في 15 دقيقة و 56 ثانية بينما عينة الماء الممغنط بعد وضعها في موقد التسخين يبدأ صعود بخار الماء منها بعد 3 دقيقة و 8 ثواني وتتبخر كل الكمية في 21 دقيقة و 2 ثانية وهذا دليل آخر على ان الماء الممغنط يحتوي على تركيز أملاح اقل من الماء قبل مغنطته لأن الأملاح تسرع درجة غليان الماء .

III.3-4- الوزن الجزيئي :

بينت النتائج ان وزن الماء العادي كان 10.03 غ وبعد عملية المغنطة اصبح 9.92 غ، وهذا يعني ان كثافة الماء الممغنط 0.992 غ/ل أقل من كثافة الماء غير الممغنط 1.003 غ/ل ويرجع هذا لتناقص كمية الأملاح الذائبة وهو يوافق ما توصل اليه (أمين وقاسم؛ 2009) الذي وجد أن كثافة الماء غير الممغنط 0.9979 غ/ل أكبر من كثافة الماء الممغنط 0.9971 غ/ل.



الوثيقة (19):صورة للماء الممغنط



الوثيقة (18):صورة للماء غير الممغنط

III.4-التأثير على شبكات الري :

يطرأ على شبكات الري بالماء العادي نوعين من مشاكل الانسداد حيث ان هذه المشاكل تكاد تكون منعدمة في شبكات الري بالماء الممغنط، و تتمثل هذه المشاكل في:

III.4-1-الانسداد الكيميائي:

تبين الوثيقة (20-21) الصور التي التقطناها وجود انسدادات ناتجة عن ترسب الاملاح في شبكات الري بالماء العادي بينما لا تظهر ترسبات في شبكات الري بالماء الممغنط .



الوثيقة (20):صورة تبين وجود انسدادات ناتجة عن ترسب الاملاح في شبكات الري بالماء العادي
الوثيقة (21):صورة تبين عدم وجود انسدادات في شبكات الري بالماء الممغنط

III.4-2-الانسداد الحيوي:

توضح الوثيقة (22) ان مياه الري العادية في هذه للمزرعة تسمح بازدهار الطحالب الخضراء بينما توضح الوثيقة (23) ان الماء الممغنط لا يسمح بنمو هذه الطحالب، بالنسبة للبكتيريا والطحالب فهم يمتصون غذائهم عبر جدار الخلية ويمتصون الكثير من المياه عبره ولكن لا تصلهم الاملاح المعدنية بشكل كافي وعلى هذا فالماء الممغنط يساعد على قتل البكتيريا والطحالب (الحلفي؛ 2011)



الوثيقة (23): صورة تبين غياب الطحالب في شبكات الري بالماء الممغنط



الوثيقة (22): صورة تبين انسداد في شبكات الري بالماء العادي نتيجة تكاثر الطحالب

الخاتمة

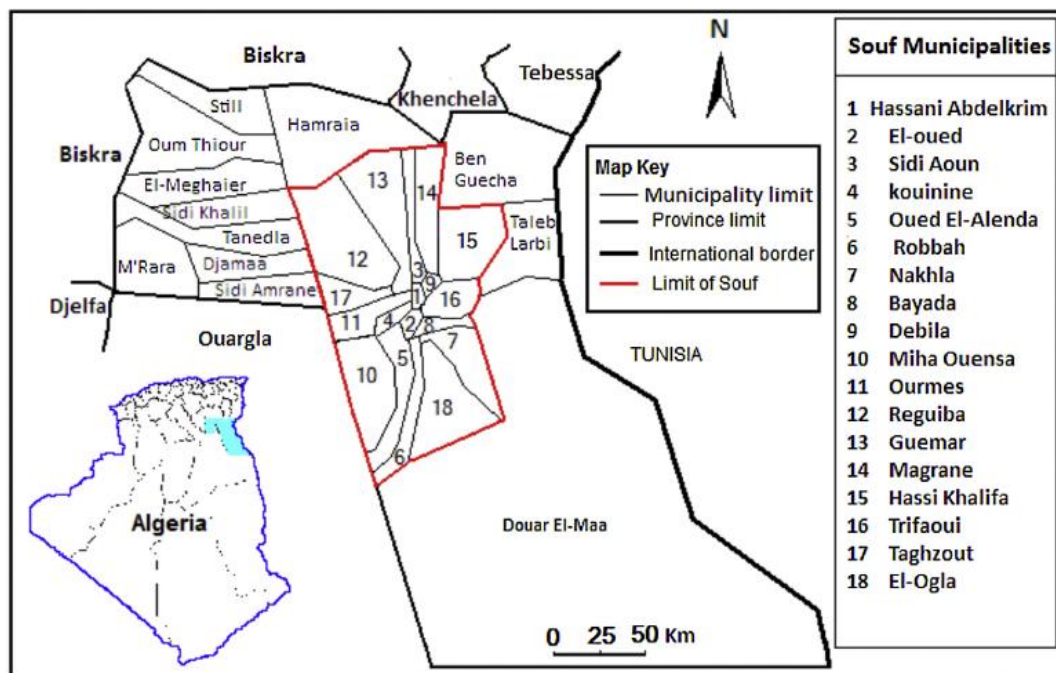
إن مشكلة الملوحة هي إحدى المشاكل الرئيسية التي تعاني منها المناطق الصحراوية في الجزائر خاصة منها منطقة وادي سوف التي تعتمد الزراعة فيها كلياً على المياه الجوفية التي تغلب عليها صفة الملوحة، لذا سارع المزارعون في هذه المنطقة إلى تجريب الكثير من التقنيات من أجل إيجاد حلول لهذه المشكلة ومن بينها مغنطة مياه الري التي استخدمت مؤخراً في كثير من دول العالم ، وكان القائمون على تسيير مزرعة الضاوية من بين الذين لجأوا إلى التعاقد مع شركة تونسية متخصصة في المجال الفلاحي واستخدام تقنية المعالجة المغناطيسية للتقليل من ملوحة المياه وتأثيراتها السلبية.

وقد قمنا من خلال هذه الدراسة بتقييم صلاحية هذه التقنية في معالجة مشكل ملوحة المياه وذلك بإجراء مقارنة بين أهم المعايير الفيزيائية والكيميائية للمياه المستخدمة في ري هذه المزرعة قبل وبعد مغنطتها ومدى قدرتها على الاحتفاظ بالصفات المكتسبة بعد التعرض لمجال مغناطيسي شدته 8000 غاوس، حيث وجدنا أن الماء بعد مغنطته ترتفع فيه pH بينما تتناقص فيه الناقلية الكهربائية و الأملاح الكلية الذائبة في الماء (TDS) و الكلوريد والبيكربونات وكذلك تنخفض تراكيز كل من الصوديوم والكالسيوم والمنغنيزيوم، بالإضافة إلى أننا وجدنا أن مغنطة الماء تؤدي إلى زيادة نسبة الأوكسجين المذاب فيه وزيادة قدرته الذوبانية، هذه الصفات المكتسبة تجعل الماء الممغنط يصنف في رتب أقل مشاكل ملوحة وأكثر صلاحية للري من الماء قبل مغنطته وذلك وفق جل التصنيفات العالمية المعتمدة.

وهذا ما لمسناه أيضاً في أرض الواقع من خلال المعاينات الميدانية التي قمنا بها حيث وجدنا الكثير من التأثيرات الايجابية لماء الري الممغنط على عوامل النظام البيئي للمزرعة المتمثلة في الماء والتربة والنبات مقارنة مع تأثيرات الري بالماء قبل مغنطته من بينها تحسين بعض خواص التربة وتقليل صلابة قشرتها السطحية وزيادة نسبة الانبات وتحسين نمو وانتاج النباتات، وهذا يعني أن المشاكل التي تسببها الملوحة يمكن تداركها نسبياً باستخدام تقنية المعالجة المغناطيسية للماء لما توفره من تأثيرات ايجابية على البيئة وسهولة في الاستخدام، وهذا ما اشارت اليه العديد من رسائل الدراسات العليا في الجامعات العالمية و البحوث المنفذة خلال السنوات الاخيرة والتي أكدت جميعها على الدور الايجابي للمياه المعالجة مغناطيسياً في اختصار مرحلة النمو وتقليل أمراض النبات وزيادة المحصول وتوفير المياه المستعملة للري والمساهمة في تجهيز العناصر الغذائية وزيادة ذوبان الاسمدة المضافة وغسل التربة من الاملاح.

ورغم اختلاف الباحثين في تفسير آلية تأثير المجال المغناطيسي على خصائص المياه إلا أن الدراسات المستمرة في هذا المجال ستساهم في فهم هذه الظاهرة والاستفادة منها في المجالات التطبيقية وفي زيادة الانتاجية الزراعية دون الاضرار بالبيئة.

الملحق



الوثيقة (01) الموقع الجغرافي لولاية الوادي (Khezzani and Bouchemal؛ 2017)

جدول (01): يوضح توزيع متوسطات الشهرية لدرجة الحرارة بمنطقة وادي سوف في الفترة 2008-2017

الاشهر	جانفي	فيفري	مارس	أفريل	ماي	جوان	جويلية	اوت	سبتمبر	اكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المعدل السنوي
M	18.8	19.8 4	23.9 5	28.9 7	33. 6	38.3 3	41.9 4	40. 98	36.04	30.4 6	23.3 9	18.49	29.50
m	5.28	6.48	10.2 8	14.7 5	19. 09	23.5 5	26.9 3	26. 7	23.1	17.4	10.5 9	5.97	15.84
M+m/2	11.6 8	13.1 6	17.1 1	21.8 6	26. 34	30.9 4	34.4 3	33. 84	29.57	23.9 3	16.9 9	12.23	22.67

جدول (02): العلاقة بين درجة الحرارة وكمية التساقط

[illegible]

جدول (03): يوضح توزيع متوسطات التساقط الشهرية بمنطقة وادي سوف في الفترة 2017-2008

الاشهر	جان	فيفري	مارس	أفريل	ماي	جوان	جويلية	اوت	سبتمبر	اكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المعدل السنوي
التساقط مم في	13.40	4.61	8.54	11.27	1.14	0.58	0.19	0.59	9.45	4.11	5.72	2.13	61.73

جدول (04): يوضح توزيع متوسطات الرطوبة الشهرية بمنطقة وادي سوف في الفترة 2017-2008

الاشهر	جانفي	فيفري	مارس	أفريل	ماي	جوان	جويلية	اوت	سبتمبر	اكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المعدل السنوي
الرطوبة القصوى	83.66	75.49	71.12	65.33	58.24	55.16	50.39	54.26	67.51	23.79	79.58	85.81	68.36
الرطوبة الدنيا	38.25	28.92	24.84	22.24	19.20	18.89	16.66	18.7	27.28	30.56	34.68	40.6	26.74
متوسط الرطوبة	60.95	52.21	47.98	43.78	38.72	37.02	33.53	36.48	47.4	52.18	57.13	63.2	47.55

جدول (05): يوضح توزيع متوسطات سرعة الرياح الشهرية بمنطقة وادي سوف في الفترة 2015-2001

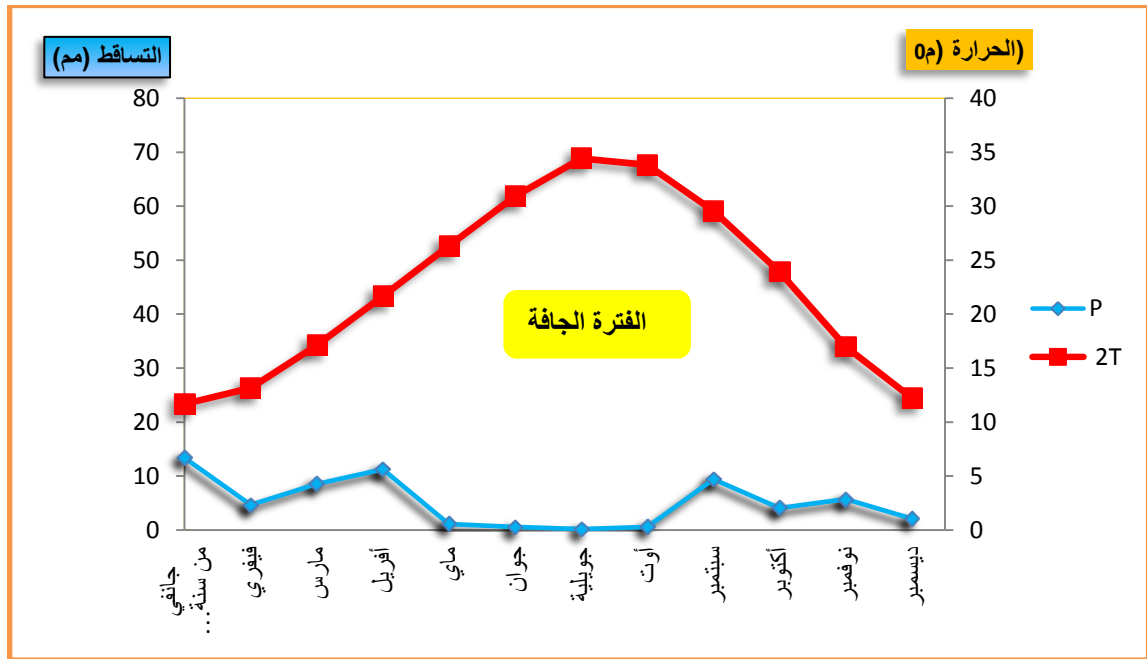
الاشهر	جانفي	فيفري	مارس	أفريل	ماي	جوان	جويلية	اوت	سبتمبر	اكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المعدل السنوي
سرعة الرياح	2.64	2.52	3.9	4.02	4.09	3.87	3.59	3.08	3.28	2.51	2.1	2.32	3.17

جدول (06): يوضح توزيع متوسطات الشمس الشهرية بمنطقة وادي سوف في الفترة 2017-2008

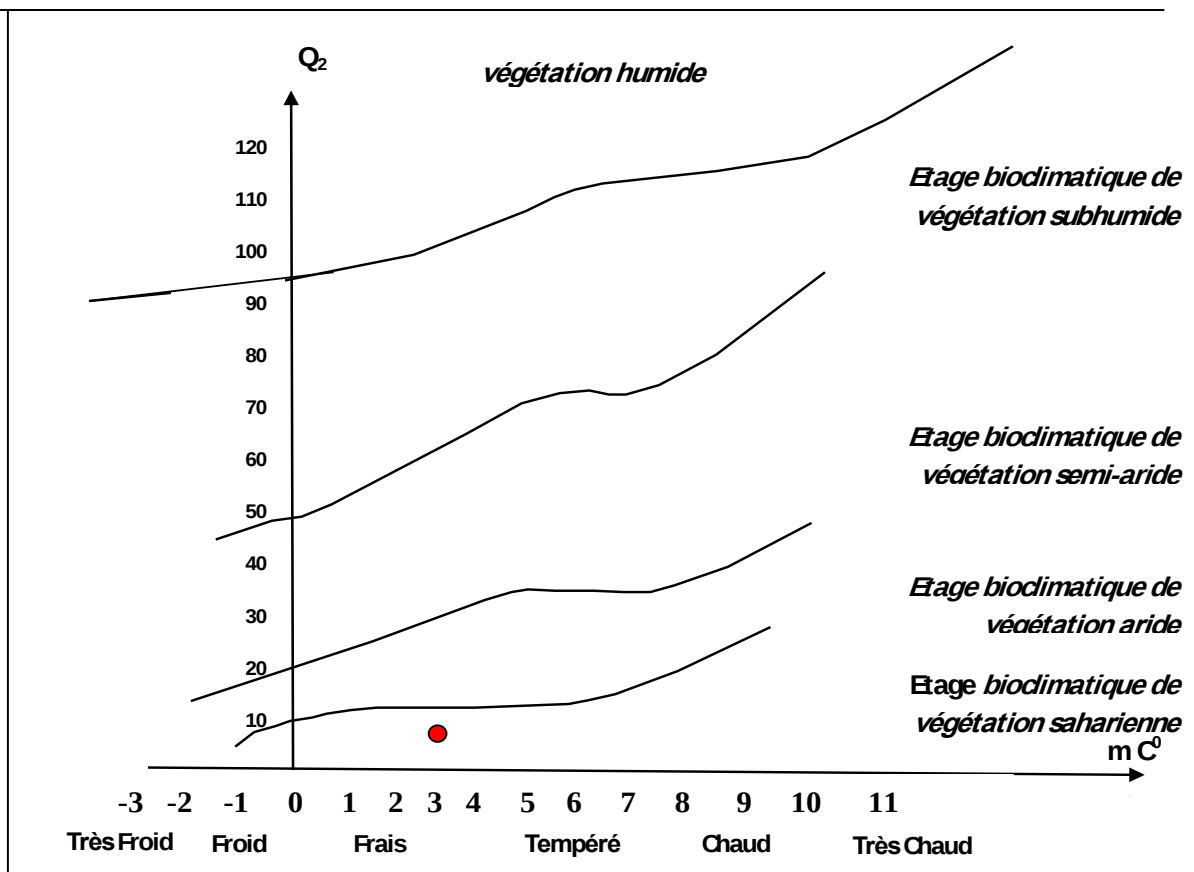
الاشهر	جانفي	فيفري	مارس	أفريل	ماي	جوان	جويلية	اوت	سبتمبر	اكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المعدل السنوي
الشمس سا	237.75	231.41	258.83	282.49	311.64	339.35	363.58	336.51	361.19	361.73	235.5	226.34	3346.35

جدول (07): يوضح توزيع متوسطات التبخر الشهرية بمنطقة وادي سوف في الفترة 2017-2008

الاشهر	جانفي	فيفري	مارس	أفريل	ماي	جوان	جويلية	اوت	سبتمبر	اكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المعدل السنوي
التبخر مم	89.09	99.15	146.15	216.82	280.33	296.44	354.93	340.92	210	155.81	107.08	79.58	198.02



الوثيقة (02) منحنى بنغول وغوسن لمنطقة الدراسة 2017-2008



الوثيقة (03) المنحنى المناخي لمبيرجي لمنطقة الدراسة 2017-2008

المراجع

المراجع العربية

أ

ابراهيم، عبد الباسط عودة. 2006. نخلة التمر شجرة الحياة. المركز العربي لدراسات المناطق الجافة و الأراضي القاحلة. 390 ص.

الانباري، محمد أحمد ابراهيم و الطائي، خالد على حسين وياس، خضير ياسر. 2009. تأثير الملوحة في انبات ونمو بادرات خمسة أصناف من حنطة الخبز، مجلة الفرات للعلوم الزراعية، 1 (4): 150 - 156 .

الجبلي، فائق توفيق. 2012. تأثير مياه الري الممغنطة ومستويات الأسمدة في صفات الحاصل لحنطة الخبز. مجلة العلوم الزراعية العراقية. 43(04): 1 - 13.

الجبوري، حميد جاسم وزايد، عبد الوهاب. 2006. تكنولوجيا زراعة وانتاج نخيل التمر. FAO. 505 ص

الجبوري، علاء الدين عبد المجيد علي و حمزة، جلال حميد. 2012. تقنية معالجة المياه مغناطيسياً وأثرها في المجال الزراعي، نشرة علمية كلية الزراعة جامعة بغداد. 22 ص.

الحاسي، عادل فرجاني مصطفى. 2016. تقييم نوعية مصادر المياه المستخدمة للأغراض الزراعية في منطقة طبرق. المجلة الليبية العالمية، العدد الثامن: 1 - 14.

الحايك ، نصر ، 1989 ، تلوث المياه وتنقيتها، الطبعة الثالثة، ديوان المطبوعات الجامعية، 177 ص.

الحلفي، أسعد رحمان سعيد. 2011. الماء الممغنط وتأثيره على الأغذية صحة المستهلك. نشرة علمية لكلية الزراعة جامعة البصرة. 9 ص .

الشقوير، محمد حماد عطيه و عبد الحفيظ، عبد الناصر أمين أحمد. 2009. إصلاح الأراضي. كلية الزراعة جامعة الفيوم. 143 ص.

الصميدعي، بثينة محمد حمود. 2012 . تأثير مغنطة البذور ومياه الري على تحمل نبات الذرة الصفراء. رسالة ماجستير. جامعة ديالى. كلية التربية للعلوم الصرفة قسم علوم الحياة. 88 ص.

المعالج، محمد و بوقشة، محمد الصالح. 2000. واقع وأفاق تحلية المياه في الوطن العربي ومدى إمكانية إستخدام الطاقات المتجددة، الجامعة العربية. 61 ص.

الموصللي ، مظفر أحمد ، 2013، الماء الممغنط، دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع بالأردن، 417 ص.

الوكيل، محمد عبد الرحمان. 2013. جوة مياه الري. دورية العلوم البيئية والتكنولوجية جامعة المنصورة. 14 ص.

أمين، سامي كريم محمد و قاسم، علي فاروق. 2009. تأثير ملوحة ماء الري الممغنط في صفات النمو الخضري لنبات الجريبيرا . مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية. 25 (1): 63-74.

ج

جزدان، عمر و عبد الرزاق، عمرو صالح، رفيق، 2010، تأثير نوعية مياه الري في بعض خصائص تربة حوض الفرات الأدنى وفي إنتاجية الكمون . المجلة العربية للبيئات الجافة، 03 (01): 20-36.

جويهل، محمود عبد الحسن وابتسام، عدنان رحمان. 2014. تأثير الأملاح في مياه الري على الزراعة في محافظة النجف، مجلة كلية التربية للبنات للعلوم الانسانية، 8 (15): 233-258.

خ

خان، طالب ولي و لفتة، مصطفى عبد الحسين و صعيو، عمران أحمد. 2012. التقييم النوعي لمياه قاطع جبلة – الصويرة من المصب العام ومدى صالحيته لأغراض الري. مجلة الفات للعلوم الزراعية. 3 (2): 77-85.

ر

رواينية، كمال. 2011. دور الزراعة في ادراك التنمية المستدامة بالجزائر. جامعة باجي مختار.

10ص

ز

زياد، علي محسن و الصافي، سليمان إسماعيل و المتوكل، محمد قاسم. 2015. تأثير الماء المعرض للمجال المغناطيسي على بعض خواص الخرسانة. مجلة العلوم والتكنولوجيا. 20 (01): 22-42.

س

سلطة وادي الأردن بالتعاون مع الوكالة الألمانية للتعاون الفني GTZ. 2006. دليل نوعية المياه. وزارة المياه والري بالأردن. 22 ص.

ش

شكري، حسين محمود ومجيد ، ندى حميد ا ورشيد، ابتسام مجيد. 2007. تقييم نوعية مياه ابار الزراعة كيميائياً و احيائياً و صلاحيتها للاستخدامات الزراعية طبقاً لتصانيف عالمية. مجلة العلوم الزراعية العراقية ، 06 (38) : 1-13.

شكير، حيدر كاظم و عبد، عمار حسن و الشمري، كرار عماد عبد الصاحب و موسى، غسان رشيد. 2013. تأثير استخدام الماء الممغنط في الشرب في بعض الصفات الدمية لفروج اللحم . مجلة جامعة كربلاء. 11 (01): 83-88

ع

عبد المومن ، صلاح محمد و سيدهم، هناء و خليل ، اشرف السعيد محمد. 2010. تأثير الاملاح علي النبات، نشرة علمية معهد بحوث امراض النبات ومركز البحوث الزراعية. 10 ص.

عبد، فريد مجيد. 2012. تأثير استخدام الماء المعالج مغناطيسياً وفترات الري في صلاحية القشرة السطحية لتربتين مختلفتين في نسبة الصوديوم المتبادل، مجلة التقني . 25 (04) : 1-9.

غ

غالب، حسام حسن علي. 2003. الري والتسميد وتأثير الملوحة على نمو نخيل التمر. نشرة علمية عن إدارة الارشاد التسوق الزراعي أبو ظبي. 10 ص.

غمام، عماره الجيلاني. 2016. دراسة تأثير الأسمدة العضوية المختلفة ومستوى النتروجين في نمو وانتاجية البطاطا صنف سبونتفا في منطقة وادي سوف، أطروحة دكتوراه جامعة قسنطينة، 209 ص.

غرياني، سفيان ، 2009، فعل الغسل على التربة الزراعية في حوض ورقلة ، رسالة ماجستير جامعة ورقلة. 80 ص.

ف

فريجة، محمد هشام. 2014. ترشيد استخدام الموارد المائية في الجزائر، الملتقى الدولي حول الأمن المائي: تشريعات الحماية وسياسات الادارة 14 و 15 ديسمبر 2014 بجامعة 08 ماي قالمة. 16 ص.
فاضل، وفاء غازي و شكري، حسين محمود و الحديثي، عزام حمودي خلف. 2012. تقييم نوعية مياه الآبار في منطقة الجادرية / بغداد. مجلة الكوفة للعلوم الزراعية . 4(01): 127 - 146.

ق

قحطان، محمد صالح حسن. 2012. تقييم نوعية مياه المبال عند شمال مدينة بغداد ومدى صلاحيتها لأغراض الري. مجلة التقني. 25 (3): 90-96.

ك

كاظم، رعد جواد محمد. 2010. استخدام المياه الممغنطة في استصلاح الترب المتأثرة بالأملح. مجلة الفرات للعلوم الزراعية. 2 (2) : 97 – 103 .

م

محمد، ضياء عبد. 2014. تأثير المياه المعالجة مغناطيسيا وعمق ماء الري بالتنقيط على نمو وحاصل الخيار في البيوت المحمية. مجلة ديالى للعلوم الزراعية . 6 (1) : 179 - 186 .

مزاحم، محمود عبد و العاني ، افتخار عبد الجواد و مرعي، نادية احمد. 2015. اثر تطبيقات تقنيات المغناطيسية في معالجة مياه الآبار المالحة لاستخدامها في ري نبات الحنطة والشعير. شمال العراق، مجلة جامعة بابل. العلوم الصرفة والتطبيقية. 23 (1): 278 – 286.

معهد الحسن الثاني للزراعة والبيطرة بالمملكة المغربية. 2012. دليل السقي الموضعي بالمعطيات المناخية . 47 ص.

منظمة الزراعة والأغذية للأمم المتحدة المكتب الإقليمي بمصر، 2000، دليل استعمال المياه العادمة للري، 65 ص.

هيل ، سعاد محمد. 2008. التقييم النوعي للمياه الجوفية في منطقة مشروع المسيب ومدى صلاحيته لأغراض الري. مجلة التقني. 2(01): 66-74.

- الجريدة الرسمية الجزائرية العدد 41 الصادرة 15 جانفي 2012
- الغرفة الفلاحية بالوادي؛ 2018،
- شركة الاستغلال الفلاحي الضاوية ، 2018.
- وزارة الموارد المائية، 2016.

المراجع الأجنبية

A. Abdel-Aziz ,Y.A. Arafa and A. Sadik¹, 2017 , Maximizing Water Use Efficiency for Some Plants by Treated Magnetic Water Technique under East Owainat Conditions , Egypt. J. Soil Sci. Vol. 57, No. 3, p: 353 – 369

Bachir Khezzani , Salah Bouchemal.2018. Variations in groundwater levels and quality due to agricultural over-exploitation in an arid environment: the phreatic aquifer of the Souf oasis (Algerian Sahara) . Environmental Earth Sciences.P 2-18.

Behrouz Mostafazadeh-Fard, Mojtaba Khoshravesh, Sayed-Farhad Mousavi and Ali-Reza Kiani2011, Effects of Magnetized Water on Soil Sulphate Ions in Trickle Irrigation 2nd International Conference on Environmental Engineering and Applications IPCBEE vol.17 (2011) © (2011) IACSIT Press, Singapore p 94-99.

Diaa F. Hassan, Rafal J. Mohammed, Alaa M. Akol, Esraa H. Abd, Thameena F. Kadhim, 2016, Effect of Magnetization of Fresh and Salt Water for Irrigation in Some of the Physical Characteristics of the Soil and the Growth of Wheat , Copyright to IJIRSET, p: 61-72.

F. Alimi, M. Tlili, M. Ben Amor, G. Maurin , C. Gabrielli. 2009. INFLUENCE OF MAGNETIC FIELD ON CALC IUM CARBONATE PRECIPITATION IN THE PRESENCE OF FOREIGN IONS, *Электронная обработка материалов*, , № 1, С. 65–72. .

Gaafar M. Moosa , M.Sc. jabbar Hussain. Khulaef , Ali Chaloob Khraibt Niehad Raheem Shandi Dr. Mohamed S.K Al Braich . 2015, Effect of Magnetic Water on Physical Properties of Different Kind of Water, and Studying Its Ability to Dissolving Kidney Stone *Journal of Natural Sciences Research* p85-94.

Hilal M. H.; El-Fakhrani, Y. M.; Mabrouk, S.S.; Mohamed, A.I.and Ebead, B.M. 2013.EFFECT OF MAGNETIC TREATED IRRIGATION WATER ON SALT REMOVAL FROM A SANDY SOIL AND ON THE AVAILABILITY OF CERTAIN NUTRIENTS *International Journal of Engineering and Applied Sciences* February 2013. Vol. 2, No.2 p 36-44.

Ibrahim I. H. Al-Mashhadani, Khalid A. Rasheedi, Eman N. Ismail, Salah M. Hassan. 2016. Effect of Magnetic Water Treatment on Salt Tolerance of Selected Wheat Cultivars. *Int. Environmental Application & Science*, Vol. 11(1): 105-109.

Lucyna Holysz, Aleksandra Szczes, Emil Chibowski2007. Effects of a static magnetic field on water and electrolyte solutions

M. A. Salman, M. Safar and G. Al- Nuwaibit, 2015, The Effect of Magnetic Treatment on Retarding Scaling Deposition *The Online Journal of Science and Technology*, Volume 5, Issue 3, p62 -77.

M.B Pescod, .1992. Wastewater treatment and use in agriculture. Other. Food and Agriculture Organization, Rome, Italy p 21.

Qater Al-nada Ali Kanaem AL-Ibady , 2015, Influence of the Dipolar Magnetized Water on the Ecological Factors of Freshwater Ostracod *Cypris laevis* (O. F. Müller, 1776) IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology (IOSR-JESTFT) p 9- 15.

Nelson Saksono, Achmad Fauzie, Setijo Bismo, and Roekmijati W S..2007.
EFFECTS OF MAGNETIC FIELD ON CALCIUM CARBONATE
PRECIPITATION IN STATIC AND DYNAMIC FLUID SYSTEMS Chemical
Engineering Department , Gadjah Mada University p 1-8.

Seyed Javad Hosseini, Mohsen Dehbashi.2017 Effect of Magnetic Field on
Physical Properties of Flowing Salty Water International Journal of Scientific Study
| August 2017 | Vol 5 | Issue 5 p144-146.

Water Quality Association Magnetics Task Force Report, March 2001, WQA. 42P.

المواقع الإلكترونية

 Google eareth , 2017.