جامعة طرابلـــس
كلية الزراعة ـ قسم التربة والمياه

تقييم جودة المياه الجوفية بمشروع سوف الجين ومدى ملاءمتها لأغراض الزراعة

أمعمر سالم عبد الكريم محمد

المشرف : د. هندي السنوسي الشريف
الدرجة العلمية : (استاذ مساعد)

قدمت هذه الرسالة إستكمالا لمتطلبات الإجازة العليا (الماجستير) فى العلوم الزراعية
بتاريخ 1 ذو القعدة 1439 الموافق 2017/07/25م

جامعة طرابلس

كلية الزراعة ـ قسم التربة والمياه

تقييم جودة مياه الري بمشروع سوف الجين الزراعي ومدى ملاءمتها لأغراض الزارعة

أمعمر سالم عبد الكريم محمد

لجنة المناقشة والحكم:

د. سعد أحمد الغرياني **كلية الزراعة ـ جامعة طرابلس – متقاعد**	**(ممتحن خارجي)**	**.....**
د. أحمد إبراهيم خماج **كلية الزراعة ـ جامعة طرابلس ـ طرابلس**	**(ممتحن داخلي)**	**.....**
د. هندي السنوسي الشريف **كلية الزراعة ـ جامعة طرابلس ـ طرابلس**	**(المشـــــرف)**	**.....**

الاعتمـاد

د. هيفاء محمد دوزان	**د. نوري الساحلي مادي**
مدير مكتب الدراسات العليا والتدريب	**عميد كلية الزراعـــــة**

تاريخ الاعتماد / /2017 م.

بِسْمِ اللهِ الرَّحْمنِ الرَّحِيمِ

﴿وَءَايَةٌ لَّهُمُ ٱلأَرْض الْمَيْتَةُ أَحْيَيْنَاهَا وَأَخْرَجْنَا مِنْهَا حَبّاً فَمِنْهُ يَأْكُلُونَ (33) وَجَعَلْنَا فِيهَا جَنَّـات مِّن نَّخِيل وَأَعْنَـابٍ وَفَجَّرْنَا فِيهَا مِنَ الْعُيُونِ (34) لِيَأْكُلُواْ مِن ثَمَرِهِ وَمَا عَمِلَتْهُ أَيْدِيهِمْ أَفَلاَ يَشْكُرُونَ (35) ﴾

صدق اللَّهُ العظيم

سورة يس

الإهداء

إلى أمي ينبوع الحب والعطاء ,,, أطال الله في عمرها وأنعم عليها بوافر الصحة والعافية

وإلى روح أبي الطاهرة

إلى من يحملون في عيونهم ذكريات طفولتي ,,, إلى من حبهم يجري في عروقي ويلهج بذكراهم فؤادي وشبابي إخواني وأختي

إلى رفيقه دربي التي ما كان لهذا العمل أن يكتمل دون مساندتها زوجتي .

إلى أبنائي وبناتي حفظهم الله ورعاهم

إليهم جميعا أهدي ثمرة جهدي هذا ...

الشكر والتقدير

بكلمة بسم الله بدأنا - يدَ بيد فبدلنا الجهد وعملنا على تدليل الصعاب التى واجهتنا وها نحن اليوم إذ نرجو من الله تعالي أن يتقبل منا هذا العمل المتواضع، ويجعله خالصا لوجهه الكريم ، وإذ نطوي طيات سهر الليالي وتعب الأيام وخلاصة هذا المشوار ونجعله بين دفتي هذا العمل ، فأرجو من الله أننا قد وفيناه حقهَ في التقديم والإخراج ، وأن ينفع طلاب العلم به ، بهذا العمل أتقدم بأسمى آيات الشكر والامتنان والتقدير والعرفان إلى الذين حملوا أقدس رسالة في الحياة إلى الذين مهدوا لنا طريق العلم والمعرفة إلى جميع أساتذتنا الأفاضل ,,, ونخص بالذكر الدكتور: هندي السنوسي الشريف. على تفضله بالإشراف على هذه الرسالة، وعلى ما قدمه من مد يد العون، والمساعدة بالمعلومات اللازمة لإتمامها.

كما أشكر و اثني على جهد كل من الدكتور: أحمد خماج، والدكتور سعد أحمد الغرياني لقبولهما مناقشة هذه الرسالة، والدكتور يونس ضو زايد، والدكتور مختار محمود العالم على ما قدموه من مساعدات ونصائح في هذا المجال، وإلى من زرعوا التفاؤل في دربي، وقدموا لي المساعدة والتسهيلات والأفكار والمعلومات، فلهم مني كل الشكر (زملائي وأصدقائي)، وأخص منهم الأستاذ حسام شحاته و الأستاذة عبير الكريكشي من قسم التربة والمياه، وكذلك اشكر الدكتور: خليفة تامر من كلية الهندسة جامعة بني وليد، ولا ننسأ فضل الأستاذ :عادل الصغير، والمهندس الفيتوري أبو شناف، والمهندس ضو أبوعجيلة خمخم، والمهندس مصعب الهمالي .

كما لا يفوتني أن أشكر جميع أفراد أسرتي الذين كانوا عونا لي في رسالتي هذه، ونورا يضيء الظلمة التي كانت تقف أحيانا في طريقي، وإلى كل محبي العلم، والمعرفة الذين منحونا كل التشجيع، ولم يدخروا جهداً في تقديم المساعدة لنا من توفير المصادر، والمراجع اللازمة ، وكل التقدير لكل باحث عن فكرة مضيئة تنير له ظلمة الطريق. وإلى أصحاب العقول النيرة، والبصائر المستنيرة ومن زرع فيَ روح المبادرة.

تقييم جودة المياه الجوفية بمشروع سوف الجين ومدى ملاءمتها لأغراض الزراعة

اسم الطالب أمعمر سالم عبد الكريم محمد (رسالة ماجستير).
جامعة طرابلس (2017).
الاستاذ المشرف د. هندي السنوسي الشريف (استاذ مساعد).

المستخلص

تعتبر المياه الجوفية المصدر الرئيسي لإمداد أغلب المجالات المدنية والصناعية والزراعية بالمياه في المنطقة الوسطي, ونتيجة لتزايد نمو النشاط الزراعي وزيادة الطلب على المياه بالمنطقة, مما قد يعرض مخزون المياه الجوفية للتدهور, لذلك تم في هذه الدراسة تقييم جودة المياه الجوفية بمشروع سوف الجين الزراعي في خريف 2016, وقد تم في هذا البحث إجراء دراسة ميدانية حقلية وأخرى تحليلية.

تضمن الجانب الحقلي جمع البيانات المتعلقة بالآبار وجدولتها في حين اشتمل الجانب التحليلي على جمع عدد 28 عينة مياه من آبار المشروع وأجريت عليها التحاليل اللازمة وحساب كل من نسبة ادمصاص الصوديوم (SAR) ونسبة ادمصاص الصوديوم المعدلة (adj SAR) وكربونات الصوديوم المتبقية (RSC) لسنة 2016 ، وقد تم تصنيف المياه حسب مختبر الملوحة الأمريكي (USSL) ومنظمة الأغذية والزراعة الدولية (FAO) ، وقد أظهرت النتائج إن مياه الري بمنطقة الدراسة متأثرة بمشكلة الملوحة حيث صنفت الآبار السطحية وفق مختبر الملوحة الأمريكي من ضمن الصنف (C4-S1) أي الملوحة عالية جدا وخطورة صودية منخفضة ، والآبار العميقة من الصنف (C3-S1) أي عالية الملوحة ومنخفضة الخطورة الصودية، ما بالنسبة لتصنيف منظمة الأغذية والزراعة الدولية الـ FAO فإن عينات المياه المدروسة للآبار السطحية وقعت ضمن صنف (زيادة في المشكلة) بالنسبة لمؤشر الملوحة وضمن صنف (زيادة في المشكلة) بالنسبة لمؤشر السمية المعتمد على ايوني الصوديوم، أما الكلوريد فكان من صنف (مشكلة حادة)، أما بالنسبة لمؤشر التأثيرات المتنوعة لمياه الري المعتمد على ايون البيكربونات في حالة الري بالرش فكانت (زيادة في المشكلة)، وكانت قيمة الأس الهيدروجيني pH لهذه المياه ضمن المعدل الاعتيادي. إما نسبة SSP فهي أقل من المعدل الاعتيادي.

أما عينات المياه المدروسة للآبار العميقة فوقعت ضمن صنف (زيادة في المشكلة) بالنسبة لمؤشر الملوحة وضمن صنف (زيادة في المشكلة) بالنسبة لمؤشر السمية المعتمد على ايوني الصوديوم، أما الكلوريد فكان من صنف (زيادة في المشكلة)، أما بالنسبة لمؤشر التأثيرات المتنوعة لمياه الري المعتمد على ايون البيكربونات في حالة الري بالرش فكانت (زيادة في المشكلة)، وكانت قيمة الأس الهيدروجيني pH لهذه المياه ضمن المعدل الاعتيادي. إما نسبة SSP فهي أقل من المعدل الاعتيادي.

من النتائج المتحصل عليها ينصح بعدم إستعمالها مياه الآبار السطحية بالمشروع لري المحاصيل الحساسة للملوحة.

فهرس محتويات الرسالة

الموضوع **الصفحة**

الإهداء ..... أ
الشكر والتقدير ..... ب
المستخلص ..... ج
فهرس محتويات الرسالة ..... د
قائمة الجدول ..... و
قائمة الاشكال ..... ز
قائمة الملاحق ..... ط
1. المقدمة 1
2. الدراسات السابقة 2
1.2. تعريفات مهمة 2
2.2. نوعية المياه الجوفية 2
3.2. مصادر الأملاح في المياه الجوفية 2
4.2. تلوث المياه الجوفية : 5
5.2. الدراسات ذات العلاقة : 7
6.2. تقييم جودة المياه الجوفية 14
3. المواد وطرائق البحث 19
1.1.3. الوصف العام لمنطقة الدراسة 19
2.1.3. المناخ : 21
2.3. العمل الحقلي : 22
3.3. التحاليل الكيميائية 22
1.3.3. التوصيل الكهربي (Ec) 22
2.3.3. درجة التفاعل (pH) 22
3.3.3. مجموع الأملاح الكلية الذائبة 22
4.3.3. الكاتيونات الذائبة 23
5.3.3. الايونات الذائبة: 23
3. 4. حساب نسبة ادمصاص الصوديوم SAR 23
5.3. حساب كربونات الصوديوم المتبقية RSC 23
6.3. حساب نسبة ادمصاص الصوديوم المعدلة SAR adj : 24
7.3. عرض نتائج التحاليل الكيميائية :- 24
8.3. استخدام تصنيف مختبر الملوحة الأمريكي لسنة (1954). 24
9.3. استخدام تصنيف منظمة الإغذية والزراعة FAO. 25

4. النتائج والمناقشة 26
1.4. رسم خريطة كنتورية توضح التوزيع الملحي للآبار السطحية بالمنطقة :..... 26
2.4. نتائج الآبار السطحية بمشروع سوف الجين. 26
1.2.4. رسم الأعمدة البيانية والخرائط الكنتورية للآبار السطحية بمشروع سوف الجين :..... 26
2.2.4. تصنيف مختبر الملوحة الأمريكي للآبار السطحية بمشروع سوف الجين: 39
3.2.4. تصنيف منظمة الأغذية والزراعة (FAO) للآبار السطحية بمشروع سوف الجين:..... 39
4.2.4. الأس الهيدروجيني:..... 42
5.2.4 . نسبة الصوديوم الذائبة SSP: 42
6.2.4. تصنيف نوعية مياه الري للآبار السطحية بمشروع سوف الجين وفق مثلث بايبر (Piper) 42
3.4. نتائج الآبار العميقة بمشروع سوف الجين:..... 42
1.3.4. رسم الأعمدة البيانية والخرائط الكنتورية للآبار العميقة بمشروع سوف الجين: 42
2.3.4. تصنيف مختبر الملوحة الأمريكي للآبار العميقة بمشروع سوف الجين: 55
3.3.4. تصنيف منظمة الأغذية والزراعة (FAO) للآبار العميقة بمشروع سوف الجين: 55
4.3.4. الأس الهيدروجيني..... 58
5.3.4. نسبة الصوديوم الذائبة SSP: 58
6.3.4. تصنيف نوعية مياه الري للآبار العميقة بمشروع سوف الجين وفق مثلث بايبر (Piper) 58
5. الاستنتاجات والتوصيات:..... 60
6. المراجع: 61
7. الملاحق: 66

قائمة الجدوال

رقم الجدول	عنوان الجدول	الصفحة
1.	يبين تصنيف مياه الآبار السطحية بمشروع سوف الجين الزراعي .	41
2.	يبين تصنيف مياه الآبار العميقة بمشروع سوف الجين الزراعي.	57

قائمة الاشكال

رقم الشكل **عنوان الشكل** **الصفحة**

1. صورة جوية توضح موقع منطقة الدراسة. 19
2. خريطة توضح مواقع الآبار في منطقة الدراسة..... 19
3. تركيز الأملاح الكلية الذائبة في مياه الآبار السطحية بمشروع سوف الجين لسنة 2017..... 27
4. خارطة كنتورية تبين التوزيع المكاني لقيم الأملاح الذائبة الكلية بمشروع سوف الجين لسنة 2017 27
5. تركيز الأملاح الكلية الذائبة في مياه الآبار السطحية بمشروع سوف الجين لسنة 2017 29
6. خارطة كنتورية تبين التوزيع المكاني لقيم الأملاح الذائبة الكلية بمشروع سوف الجين لسنة 2017. 29
7. التوصيل الكهربي في مياه الآبار السطحية بمشروع سوف الجين لسنة 2017. 30
8. خارطة كنتورية تبين التوزيع المكاني لقيم التوصيل الكهربي بمشروع سوف الجين لسنة 2017..... 30
9. درجة التفاعل في مياه الآبار السطحية بمشروع سوف الجين لسنة 2017. 31
10. خارطة كنتورية تبين التوزيع المكاني لقيم درجة التفاعل بمشروع سوف الجين لسنة 2017..... 31
11. تركيز الصوديوم في مياه الآبار السطحية بمشروع سوف الجين لسنة 2017. 32
12. خارطة كنتورية التوزيع المكاني لقيم الصوديوم بمشروع سوف الجين لسنة 2017..... 32
13. تركيز الكالسيوم في مياه الآبار السطحية بمشروع سوف الجين لسنة 2017. 33
14. خارطة كنتورية تبين التوزيع المكاني لقيم الكالسيوم بمشروع سوف الجين لسنة 2017. 33
15. تركيز عنصر الماغنسيوم في مياه الآبار السطحية بمشروع سوف الجين لسنة 2017. 34
16. خارطة كنتورية تبين التوزيع المكاني لقيم الماغنسيوم بمشروع سوف الجين لسنة 2017..... 34
17. تركيز عنصر البوتاسيوم في مياه الآبار السطحية بمشروع سوف الجين لسنة 2017. 35
18. خارطة كنتورية تبين التوزيع المكاني لقيم البوتاسيوم بمشروع سوف الجين لسنة 2017..... 35
19. تركيز عنصر الكلوريد في مياه الآبار السطحية بمشروع سوف الجين لسنة 2017. 36
20. خارطة كنتورية تبين التوزيع المكاني لقيم الكلوريد بمشروع سوف الجين لسنة 2017. 36
21. تركيز عنصر البيكربونات في مياه الآبار السطحية بمشروع سوف الجين لسنة 2017. 37
22. خارطة كنتورية تبين التوزيع المكاني لقيم البيكربونات بمشروع سوف الجين لسنة 2017..... 37
23. تركيز عنصر الكبريتات في مياه الآبار السطحية بمشروع سوف الجين لسنة 2017. 38
24. خارطة كنتورية تبين التوزيع المكاني لقيم الكبريتات بمشروع سوف الجين لسنة 2017. 38
25. مخطط مختبر الملوحة الأمريكي لتصنيف مياه الآبار السطحية بمشروع سوف الجين لسنة 2017. 40
26. مخطط بايبر لتوضيح نوعية مياه الآبار السطحية بمشروع سوف الجين الزراعي سنة 2017م. 43
27. تركيز الأملاح الكلية الذائبة في مياه الآبار العميقة بمشروع سوف الجين لسنة 2017. 45
28. خارطة كنتورية تبين التوزيع المكاني لقيم الأملاح الذائبة الكلية بالآبار العميقة. 45
29. التوصيل الكهربي في مياه الآبار العميقة بمشروع سوف الجين لسنة 2017. 46

30. خارطة كنتورية تبين التوزيع المكاني لقيم التوصيل الكهربي بالآبار العميقة. 46
31. درجة التفاعل في مياه الآبار العميقة بمشروع سوف الجين لسنة 2017. 47
32. خارطة كنتورية تبين التوزيع المكاني لقيم درجة التفاعل بالآبار العميقة. 47
33. تركيز الصوديوم في مياه الآبار العميقة بمشروع سوف الجين لسنة 2017. 48
34. خارطة كنتورية تبين التوزيع المكاني لقيم الصوديوم بالآبار العميقة..... 48
35. تركيز الكالسيوم في مياه الآبار العميقة بمشروع سوف الجين لسنة 2017. 49
36. خارطة كنتورية تبين التوزيع المكاني لقيم الكالسيوم بالآبار العميقة..... 49
37. تركيز الماغنسيوم في مياه الآبار العميقة بمشروع سوف الجين لسنة 2017. 50
38. خارطة كنتورية تبين التوزيع المكاني لقيم الماغنسيوم بالآبار العميقة. 50
39. تركيز البوتاسيوم في مياه الآبار العميقة بمشروع سوف الجين لسنة 2017. 51
40. خارطة كنتورية تبين التوزيع المكاني لقيم البوتاسيوم بالآبار العميقة. 51
41. تركيز الكلوريد في مياه الآبار العميقة بمشروع سوف الجين لسنة 2017..... 52
42. خارطة كنتورية تبين التوزيع المكاني لقيم الكلوريد بالآبار العميقة..... 52
43. تركيز البيكربونات في مياه الآبار العميقة بمشروع سوف الجين لسنة 2017. 53
44. خارطة كنتورية تبين التوزيع المكاني لقيم البيكربونات بالآبار العميقة. 53
45. تركيز الكبريتات في مياه الآبار العميقة بمشروع سوف الجين لسنة 2017..... 54
46. خارطة كنتورية تبين التوزيع المكاني لقيم الكبريتات بالآبار العميقة..... 54
47. مخطط مختبر الملوحة الأمريكي لتصنيف مياه الآبار العميقة بمشروع سوف الجين لسنة 2017. 56
48. مخطط بايبر لتوضيح نوعية مياه الآبار العميقة بمشروع سوف الجين الزراعي سنة 2017م..... 59

قائمة الملاحق

رقم الملحق **عنوان الملحق** **الصفحة**

1. بيانات حساب نسبة ادمصاص الصوديوم المعدل 66
2. نتائج التحاليل الكيميائية للآبار مشروع سوف الجين الزراعي لسنة 2017 م 68
3. نوعية مياه الري بالمشروع وفق مثلث بايبر (PIPER) 69
4. مخطط مختبر الملوحة الأمريكي لتصنيف مياه الري 70
5. تصنيف مياه الري بالنسبة لمخاطر الملوحة حسب مختبر الملوحة الأمريكي: 72
6. تصنيف مياه الري حسب نسبة ادمصاص الصوديوم: 74
7. دليل نوعية المياه لمنظمة الغذاء والزراعة الدولية (FAO) : 75
8. العلاقة بين ملوحة مياه الري ومدى صلاحيتها للري..... 77
9. العلاقة بين نسبة الصوديوم المدمص في مياه الري ومدى صلاحيتها للري..... 78
10. مستويات الكلوريد الخطرة في مستخلصات مشبعة لأصناف فواكه متنوعة ونباتات جذرية 79
11. قدرة التحمل لمحاصيل متنوعة إلى نسبة الصوديوم المتبادل..... 80

1. المقدمة

تعد المياه الجوفية المصدر الوحيد لمياه الري في الأراضي الصحراوية (السلاوي، 1986). ومع تزايد الطلب على مصادر المياه نتيجة لزيادة عدد السكان، الأمر الذي دعى الدول للتوسع في سياستها وخططها التنموية الزراعية والصناعية والاجتماعية, وذلك لسد احتياجاتها للغداء من خلال استصلاح الأراضي الزراعية بالإضافة إلى نمو النشاطات الصناعية والحضرية مثل المصانع والمستشفيات والحدائق والمنتزهات وغيرها لتوفير حياة كريمة لهم. وهذا لا يشكل خطراً كبيراً على الدول الواقعة في مناطق الوفرة المائية والذي يبلغ معدل نصيب الفرد فيها 1000 م^3/ السنة (وفقا للتقرير العالمي لتنمية المياه لعام لسنة 2015) . في حين تعتبر مشكلة المياه كبيرة في المناطق أو الدول التي تعاني من الندرة المائية، حيث يبلغ معدل نصيب الفرد فيها 575 م^3/السنة (حميدان،2015), وتعتبر ليبيا من ضمن الدول التى تعانى من نقص في مواردها المائية المحدودة على الرغم من الجهود المبذولة في هذا المجال والمتمثلة في بناء السدود وإقامة محطات التحلية لمياه البحر بالإضافة إلي مشروع النهر الصناعي، الأمر الذى يتطلب ضرورة ترشيد الاستهلاك من هذا المورد الحيوي والهام وبخاصة في القطاع الزراعي وغيره من القطاعات الاقتصادية الأخرى. و أن إجمالي الموارد المائية التقليدية تبلغ حوالي 4032 مليون متر مكعب أو حوالي 93.5 % من إجمالي الموارد المائية التقليدية وغير التقليدية المتاحة بليبيا البالغة حوالي 4.3 مليار متر مكعب عام 2004 في حين يبلغ إجمالي الموارد المائية غير التقليدية حوالي 278 مليون متر مكعب تمثل حوالي 6.5 % من إجمالي الموارد المائية التقليدية وغير التقليدية المتاحة بليبيا (قاسم،2004).

تتلقى ليبيا معدلات هطول سنوية منخفضة إلى ضعيفة جدا، حيث يتراوح معدل سقوط الأمطار في منطقة الشريط الساحلي من 100– 500 مم/ السنة ويقل تدريجياً كلما اتجهنا جنوباً حتى يصل إلى أقل من 10 مم/ السنة. ولذلك تعتمد ليبيا على المياه الجوفية كمورد رئيسي لاستعمالها في الأغراض المختلف بنسبة تقدر بنحو 97% من إجمالي الاستهلاك في منطقة الشريط الساحلي وبشكل كامل في المناطق الداخلية. إلا أن معظم مصادر المياه الجوفية في ليبيا تعتبر غير متجددة أو أن معدلات التعدية لهذه الخزانات أقل من معدلات السحب، فعلى سبيل المثال تقدر كميات المياه التي تغذى الخزانات الجوفية المتجددة بحوالي 650 مليون متر مكعب اغلبه في سهل الجفارة والجبل الأخضر والحمادة الحمراء، وهى كميات ضئيلة جداً مقارنة بحجم الاستغلال الحالي (الهيئة العامة للمياه، 1997) لذلك وجب إعداد وتنفيذ الخطط من أجل ضمان استدامة هذا المورد.

ونظرا لأهمية إدارة مصادر المياه الجوفية في ليبيا، يأتي هذا البحث من أجل دراسة وتقييم جودة المياه الجوفية في منطقة سوف الجين من أجل توفير قاعدة بيانات جيدة تتيح إدارة هذا المصدر وتتلخص أهداف هذه الدراسة في دراسة نوعية المياه الجوفية بالمنطقة ومدى ملاءمتها للأغراض الزراعية، وتصنيف نوعية المياه حسب الأنظمة شائعة الاستخدام - نظام معمل الملوحة الأمريكي (USSL), ونظام منظمة الأغذية والزراعة (FOA).

2. الدراسات السابقة

سيتم مناقشة بعض التعريفات المهمة ومناقشة المواضيع المتعلقة بتواجد الأيونات في المياه الجوفية, وتلوث المياه الجوفية, وبعض الدراسات السابقة ذات العلاقة.

1.2. تعريفات مهمة

المياه الجوفية هي المياه الموجودة تحت سطح الأرض والتي تملأ كل الفراغات البينية والتشققات في التكوينات الجيولوجية، بحيث يمكن إستخراجها بكميات اقتصادية. ويطلق على التكوين الحامل للمياه الجوفية اسم الخزان الجوفي (Aquifer) إذا كان حاملا للمياه الجوفية، ويمكن الحصول على المياه بكميات اقتصادية منه. وتقسم الخزانات الجوفية بصورة عامة إلى ثلاثة أنواع هي الخزانات المقيدة (confined aquifers) والخزانات الحرة (Unconfined aquifers) والخزانات شبه المقيدة (semi-confined aquifers) (الرشراش، 2005).

2.2. نوعية المياه الجوفية

وهو تعبير يستعمل للدلالة عن التركيب الكيميائي للمياه الناتج من انحلال العديد من العناصر والغازات والمعلقات في الجو ونواتج تعرية وتجوية معادن وصخور الأرض والتربة وتفاعلات الترسيب والانحلال، بالإضافة إلى تأثيرات الإنسان الناتجة عن استثماره للأرض. عندما تسقط الإمطار على سطح الأرض فإنها تذيب وتغسل الأملاح الموجودة بالتربة، كما تعمل المياه المتسربة إلى باطن الأرض على إذابة ما يذوب من عناصر ومركبات صخور القشرة الأرضية، كما أن حركة المياه الجوفية لمسافات طويلة خلال الطبقات الحاملة للمياه، وأيضاً المياه الراكدة لفترة طويلة يساعد على ارتفاع نسبة الملوحة في هذه المياه. فتعدد العوامل المؤثرة على التركيب الكيميائي للمياه يؤدى إلى إعطاء المياه في كل منطقة صفات خاصة بها. ولذلك يجب إجراء الاختبارات الكيميائية والطبيعية والبيولوجية والإشعاعية قبل استعمال المياه في الأغراض المختلفة، وتختلف مقاييس نوعية المياه حسب الغرض من استعمالها في الأغراض المنزلية أو الزراعية أو الصناعية، ويوجد مواصفات قياسية تحدد نوعية المياه الجوفية حسب الغرض من الاستعمال. (السلاوي، 1986)

3.2. مصادر الأملاح في المياه الجوفية

الأملاح المذابة الموجودة في المياه الجوفية تنشأ من المعادن المكونة للصخور في المنطقة التى تتغذى فيها المياه الجوفية من مناطق إصطناعية في المجارى المائية كالوديان فهى تضيف نواتج معدنية مذابة إلى المياه الجوفية ومن أمثلتها مياه العيون الحارة , كما أن هطول الأمطار وجريان الماء تضيف الأملاح إلى المياه الجوفية نتيجة لمرورها خلال التربة وحملها لنواتج التجوية والتعرية التى تتعرض لها الصخور (أبوزيد, المسلماني ، 2010).

وفى الزراعات المروية نجد المياه تحمل الأملاح المتراكمة في منطقة الجذور التى يزيد تركيزها من الأملاح عن مياه الري نتيجة البخر والنتح والأسمدة والامتصاص الانتقائى للأملاح بواسطة النبات مما يؤدى إلى تغير في تركيز الأملاح في المياه المترشحة (أبو زيد و المسلماني، 2010).

تحتوى المياه الجوفية على كمية من الأملاح الذائبة في المياه تتراوح ما بين أقل من 1 مليجرام / لتر في المياه العادية إلى أكثر من 300,000 (جزء في المليون) في المياه شديدة الملوحة (Todd ، 1980).

ويعتمد نوع وتركيز الأملاح قي المياه على الخصائص الليثولوجية للخزان الجوفي والنشاط الكيميائي للمياه ومصدر المياه الجوفية وعموما فإن الأملاح الذائبة في المياه الجوفية تتكون بشكل رئيسي من العناصر التالية: الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم والماغنيسيوم والكلور والكربونات والبيكربونات والكبريتات والنترات وفيما يلي نستعرض هذه العناصر بإيجاز (Todd ، 1980).

(1) الصوديوم Sodium (Na^+): يعتبر الصوديوم من أهم العناصر التى يمكن أن تتواجد في المياه الجوفية وهو أحد المكونات الرئيسية في صخور القشرة الأرضية حيث يصل تركيزه إلى حوالي 10,000 (جزء في المليون) وفي ظروف التركيزات العالية من هذا العنصر يتحد مع أيون الكلور مكونا ملح كلوريد الصوديوم (NaCl) والذي يعطى مذاقا ملحيا للمياه التى يتكون فيها (Feth ، 1970) و (Matthess، 1982) . من المصادر الرئيسية للصوديوم في المياه الجوفية هى الصخور التى تحتوى على هذا العنصر مثل كلوريد الصوديوم (NaCl) والألبيت $NaAlSi_3O_8$ واليوسيت $NaAlSiO_4$ (Matthess ، 1982) وتعتبر نواتج التجوية لمعادن البلاجيوكليز (Plagioclas) وهى أحد معادن الفلدسبار (Feldspar) من المصادر الرئيسية للصوديوم في المياه الجوفية، كما أن كميات كبيرة من الصوديوم المتبادل يمكن أن تتحرر من معادن الطين إلى المياه الجوفية (Bouwer , 1978).

(2) البوتاسيوم Potassium (K^+): إن محتوى المياه الجوفية من البوتاسيوم عادة أقل من مستواها من الصوديوم والكالسيوم والماغنيسيوم ويصل محتوى صخور القشرة الأرضية من البوتاسيوم حوالي 2.6%. (Matthess ، 1982).

أشارت بعض الدراسات إلى أن التبخر للرواسب الطبيعية يمكن أن ينتج عنه كميات من البوتاسيوم خاصة إذا كانت هذه المواد المذابة غنية بمعادن السلفيت Sylvite (KCl) كما يتواجد في بعض المعادن مثل الفلدسبار البوتاسي (الارتوكليز, والميكروكلين) وبعض معادن السليكات الأخرى ومعادن الطين (Foust وAly ، 1981؛ Matthess ، 1982).

(3) الكالسيوم Calcium (Ca^{2+}): من العناصر الهامة التي تتواجد بوفرة في المياه الجوفية ويتوقف محتوى المياه الجوفية من الكالسيوم على المصادر الجيولوجي لهذا العنصر وتحتوى صخور القشرة الأرضية على 3.6% من الكالسيوم يصل تركيزه في المياه العادية إلى 100 مليجرام / لتر بينما يصل إلى 75,000 (جزء في المليون) في المياه شديدة الملوحة (Foust و Aly ، 1981). أهم المصادر

الرئيسية للكالسيوم هي مجموعة من المعادن المكونة للصخور الرسوبية منها الكالسيت Calcite والارجونايت Aragonite والدولومايت Dolomite والجبس Gypsum والفلورايت Florite. (Foust وAly ،1981 و Todd ، 1980). وفي حالة سقوط الأمطار والتي عادة ما تكون محملة بثاني أكسيد الكربون يتكون حامض الكربونيك والذي يتفاعل مع بعض الصخور مثل الحجر الجيري وينطلق منها الكالسيوم والماغنيسيوم وينتقل إلى المياه الجوفية.

(4) الماغنيسيوم Magnesium (Mg^{2+}): هو أحد المكونات الرئيسية للصخور النارية والرسوبية ويأتي بعد الكالسيوم من حيث توفره في المياه الجوفية خاصة في الخزانات الدولومايتية (الجيرية) وتصل نسبته في القشرة الأرضية إلى 2.1%.إن محتوى المياه الجوفية من الماغنيسيوم يعتمد على نوعية الصخور التي تحوى هذه المياه.

وفي الصخور النارية يعتبر الاولفين والهورنبلند والاقونايت من أهم مصادر الماغنيسيوم في المياه الجوفية كما يعتبر الكلورايت من أهم مصادر الماغنيسيوم في الصخور المتحولة. (Walton،1970و Bouwer ، 1978).

كما يتواجد الماغنيسيوم أيضا في معادن الهكسدرايت ($MgSO_4.6H_2O$) المسكوفايت ($MgCl_2.6H_2O$) والكرنليت ($KMgCl_3.6H_2O$) , كما يتواجد الماغنيسيوم كأحد مكونات الدورة الملحية (Cyclic salt) من البحار والمحيطات وكذلك المخلفات المنبعثة من المصانع.

(5) الحديد Iron (Fe^{2+}, Fe^{3+}): واسع الانتشار في القشرة الأرضية قد يكون مصدره صخور نارية (Igneous Rocks) بمعادن الامفيبولات (amphiboles) الالوسين وكبريت الحديدوز (Ferrous sulphate) البيريت (Pyrite) المحتوى على حديد وكبريت (FeS_2) . كما أن أهم مصادر أكاسيد الحديد: الهيماتيت (Fe_2O_4) والمجنيتيت (Fe_3O_4) والهيموتيت (أكسيد الحديد المائي) المتواجد عادة بالأحجار الرسوبية خاصة الفتاتية. وعادة ما يوجد في المياه الطبيعية بتركيز اقل من 0.5 مليجرام/لتر والمياه التي تحتوى على pH < 8 قد تحتوى على 10 مليجرام / لتر (Todd ، 1980).

(6) المنجنيز Manganese (Mn^{2+}): التربة والمواد المترسبة Sediments بفعل الأنهار والرياح من أهم مصادره في المياه الطبيعية, وهو متواجد في الامفيبولات والصخور الرسوبية ومعادن Amphible hornbland المحتوية على كميات كبيرة من المنجنيز. تركيزه في المياه الطبيعية عادة لا يتجاوز 0.2 ppm والمياه الجوفية والمياه الحامضية قد تحتوى على اكبر من 10 مليجرام / لتر (Todd ، 1980).

(7) الكلوريد Chloride (Cl^-): الكلوريد يعتبر من الأيونات السالبة المهمة الموجودة في المياه الطبيعية وتكسب الماء الطعم المالح وخاصة إذا إرتبط مع أيون الصوديوم مكونا ملح كلوريد الصوديوم, وتحتوى فضلات مياه المنازل والمصانع على نسبة عالية من الكلور (Bouwer ، 1978) ويتواجد أيون

الكلور بكميات كبيرة من البحار حيث تعتبر مياه البحار والمحيطات من أهم مصادر الكلوريد في المياه الجوفية ويصل تركيز الكلوريد في المياه المالحة إلى أكثر من 19,000 جزء في المليون (Foust وAly ، 1981و Matthess ، 1982).

من أهم مصادر الكلوريد في المياه الجوفية ناتجة عن أملاح الهاليت(NaCl) والسلفيت (KCl) المتواجدة في بعض الصخور الرسوبية ولقد أشارت الدراسات إلى أن تركيز الكلوريد في المياه الجوفية في المناطق الرطبة قليل لا يتعدى 5 ملجم/لتر إلا إذا كان هناك تداخل مع مياه البحر كما أكدت الدراسات أنه في المناطق الجافة عند حدوث غسيل للكلور المتجمع في الطبقات العليا من سطح التربة وتداخل مياه الخزانات ذات المياه المالحة مع الخزانات العذبة نتيجة للسحب الشديد للمياه يعتبر مصدرا هاما للكلوريد في المياه الجوفية. (Bouwer ، 1978 و Matthess ، 1982).

(8) الكربونات Carbonate (CO_3^{2-}):يصل تركيزها في المياه الطبيعية عادة أقل من 10 ملليجرام/ لتر وفي المياه العالية الصودية قد يصل إلى أكثر من 50 مليجرام /لتر ومصدرها الحجر الجيريLime stone و الدولوميت Dolomite (Todd ، 1980).

(9) البيكربونات Bicarbonate (HCO^{3-}): مصدرها الحجر الجيري Lime Stone والدولوميت Dolomite وتركيزها عادة أقل من 500 مليجرام /لترفي المياه الطبيعية وقد يتجاوز1000 مليجرام /لتر في المياه العالية التشبع بالكربونات (Todd ، 1980).

(10) الكبريتات Sulfate (SO_4^{2-}): الكبريتات تنتج من أكسدة خامات الكبريت كذلك من تحليل وإذابة الجبس والانهيدريت Anhydrite و عادة تركيزها أقل من 300 مليجرام/ لتر (Todd ، 1980).

(11) النترات Nitrate (NO_3^-): تتواجد النترات بتراكيز مختلفة في المياه ولا علاقة للتكوينات الجيولوجية بتركيزه في المياه الجوفية والمعروف أن وجود النترات في التربة له مصادر مختلفة ومتنوعة فعلى سبيل المثال تأخذ بعض النباتات مثل نبات البرسيم يأخذ النيتروجين من الجو ويثبته في التربة كنترات, ويأتي النيتروجين من الفضلات الحيوانية و بقايا النباتات ومن الأسمدة النيتروجينية الداخلة إلى التربة كما تأتي من فضلات المجاري التى ترمى في التربة أو على سطح الأرض, و التركيزات العالية للنترات في المياه الجوفية نتيجة للسريان المباشر للمياه السطحية أو دخولها إلى الآبار نتيجة التسرب أو الرشح العميق للمياه الملوثة إلى الخزان الجوفي عن طريق التربة الموجودة أعلاه (السلاوى، 1986). ويكون تركيزها في المياه الطبيعية عادة أقل من 10 مليجرام/لتر (Todd ، 1980).

4.2. تلوث المياه الجوفية :

التلوث هو إدخال مواد ملوثة إلى البيئة فينتج عنه تغيرات في الصفات الطبيعية والكيميائية للماء والهواء أو أي عنصر بيئي أخر. وعلى هذا الأساس يمكن تعريف تلوث المياه الجوفية بأنه تدهور في نوعية المياه الجوفية نتيجة إدخال ملوثات لمصادر تلك المياه.(عمر، 2006).

إن المياه الجوفية عرضة للتلوث مثلها مثل أي مورد بيئي أخر ومن الصعب معالجة هذا التلوث. وكان يعتقد في السابق أن التلوث تحت سطح الأرض يظل في مكانه ولكن ثبت عدم صحة هذا الاعتقاد وذلك لأن التلوث الحاصل للمياه الجوفية نتيجة لتسرب بعض المواد يمكن أن ينتشر بعيداً عن مصدر التلوث الأصلي مما يزيد من صعوبة وخطورة هذا التلوث. (السلاوى، 1986). وتنقسم مصادر تلوث المياه الجوفية إلى عدة أنواع (الخطيب 2004). وهى مصادر تلوث زراعية, وسكانية, وصناعية, وطبيعية.

مصادر التلوث الزراعية: تعتبر الأسمدة والمبيدات الحشرية والمخلفات الحيوانية من أهم مصادر تلوث المياه الجوفية. ويحدث ذلك عن طريق التسرب المباشر للأسمدة والمبيدات ومياه الصرف الصحي إلى التربة وكذلك عن طريق مياه الجريان السطحي المحملة بالمبيدات والأسمدة والمواد الكيميائية الأخرى والتي تتسرب إلى مصادر المياه الجوفية. وتسبب تلك المركبات تلوث المياه الجوفية بالعديد من المركبات العضوية والنيتروجين والنترات وزيادة في الأملاح الكلية الذائبة والبكتريا الممرضة. كمل يمكن أن تؤدى المعدات الزراعية والكيماويات غير المخزنة بطريقة جيدة وسليمة إلى تلوث المياه الجوفية بالرصاص والباريوم والمركبات العضوية المتطايرة. (الخطيب، 2006)

مصادر التلوث الناتجة عن التجمعات السكانية: يحدث التلوث للمياه الجوفية من التجمعات السكانية عن طريق: (1) تسرب ورشح قنوات المجاري والخزانات الأرضية (الآبار السوداء) حيث قد تسبب الكسور في قنوات المجاري تسرباً أو تخللا لمياه المجاري إلى الخزانات الجوفية. إن من الطرق الشائعة في التخلص من مياه الصرف الصحي والتي تتم باستخدام الخزانات الأرضية (الآبار السوداء) عادة ما ينتج عنها تسرب الملوثات إلى المياه الجوفية ذات العمق القريب. (السلاوى، 1986).

(2) المخلفات الصلبة عادة ما يتم التخلص من المخلفات الصلبة بطرحها في أماكن مفتوحة مما يجعلها عرضة لمياه الأمطار أو للجريان السطحي مما يؤدي إلى نقل أو إذابة تلك الملوثات وتسربها إلى المياه الجوفية, مسببة بذلك زيادة في العسرة والقلوية وارتفاع تركيز الكلوريد والنترات والعناصر الثقيلة. (السلاوى ،1986)

مصادر تلوث صناعية: ينتج هذا النوع من التلوث عن طريق التخلص من المخلفات الصناعية ومياه التبريد عبر تسربها إلى باطن الأرض ومن طرق التخزين السيئة للمواد المستعملة في الصناعة وكذلك من التسرب من صهاريج تخزين المنتجات البترولية الموجودة فوق أو تحت الأرض. (الخطيب، 2006)

مصادر تلوث طبيعية دون تدخل الإنسان: التلوث الطبيعي للمياه الجوفية يحدث عن طريق مياه التغذية وما تحمله وما تذيبه من مواد كيميائية في طريقها إلى الماء الجوفي أو نتيجة لإذابة المياه لصخور الخزان الجوفي أو لتداخل مياه البحر أو لدخول أو هجرة المياه ذات الملوحة العالية إلى الخزانات الجوفية. (السلاوى، 1986).

5.2. الدراسات ذات العلاقة :

وضعت منظمة الأغذية والزراعة التابعة للأمم المتحدة (FAO) دليل لتقييم صلاحية مياه الري حيث أشار Ayers and Westcot (1976) إلى أن هناك احتمال حدوت تملح للتربة الزراعية عند استعمال مياه ري تزيد فيها درجة التوصيل الكهربي (Ec) عن (3 ملليسيمينس/ سم).

وأوضح (الجنديل، 1978) دليلاً يبين فيه العلاقة بين درجة ملوحة مياه الري ومدى صلاحيتها, وذكر أن المياه ذات التوصيل الكهربي اعلي من (5 ملليسيمينس/ سم) لا تصلح لري المحاصيل الزراعية .

وقام العاملون في مختبر الملوحة الأمريكي U.S. Salinity Lab (1954) بوضع عدة معايير لتقييم مياه الري بحيث قسم مياه الري إلى أربع درجات على أساس التركيز الملحي تتدرج فيها المياه إلى مياه قليلة الملوحة لا تزيد فيها درجة التوصيل الكهربي عن 0.25 ملليسيمينس/سم وتصلح لري معظم المحاصيل الزراعية. ومياه مالحة جداً درجة توصيلها الكهربي اعلي من 2.25 ملليسيمينس/سم لا تصلح إلا لري المحاصيل ذات المقاومة العالية جداً للتركيز الملحي ويشترط عند استعمال هذه المياه توفر نظام صرف جيد وضرورة القيام بعمليات غسيل للتربة بشكل مكثف ومنظم حتى لا يحدث تراكم للأملاح داخل قطاع التربة. كما أشار وبعناية إلى أهمية تركيز الصوديوم بالنسبة لكل من الكالسيوم والماغنيسيوم (SAR) في المياه المراد استخدامها لإغراض الري. وبين في هذا المعيار إن المياه التي تزيد فيها نسبة ادمصاص الصوديوم على (10%) تعتبر بصفة عامة غير صالحة لأغراض الري, ويشترط عند استخدامها أن يكون محتواها من الأملاح الكلية منخفض مع ضرورة إضافة المحسنات الكيميائية المناسبة لمنع تدهور التربة. ولقد اقترح العاملون في مختبر الملوحة الأمريكي علاقة لحساب نسبة ادمصاص الصوديوم (SAR) في مياه الري ومحلول التربة :-

$$\mathrm{SAR} = \frac{\mathrm{Na}^{+}}{\sqrt{\frac{\mathrm{Ca}^{2+} + \mathrm{Mg}^{2+}}{2}}} \qquad (1)$$

وأشار Eaton (1950) إلى احتواء مياه الري على تركيزات عالية من الكربونات والبيكربونات قد يؤدي إلى تغير نسبة الكاتيونات المدمصة وذلك من خلال سيادة كاتيونات الصوديوم نتيجة لترسب أيون الكالسيوم والماغنيسيوم , ويعبر عن هذه العلاقة بتركيز كربونات الصوديوم المتبقية (RSC) Residual -: Sodium Carbonate

$$\mathrm{RSC} = (\mathrm{Co}_3^{2-} + \mathrm{Hco}_3^{-}) - (\mathrm{Ca}^{2+} + \mathrm{Mg}^{2+}) \qquad (2)$$

معبراً عن تركيز الأيونات بالمليمكافئ /لتر, وتشير هذه العلاقة إلى آي زيادة في تركيز الكربونات والبيكربونات يؤدي إلى ترسب أيون الكالسيوم والماغنيسيوم على هيئة كربونات غير ذائبة , في حين ترتبط باقي الكربونات الذائبة المتبقية مع أيون الصوديوم مكونة كربونات الصوديوم مدمصة تحل محل

الكالسيوم والماغنيسيوم على سطوح الحبيبات مما يترتب عليه بروز خصائص الترب الصودية ورفع قيمة الرقم الهيدروجيني للتربة .

وجد Wilcox (1953) أنه عندما تزيد قيمة (RSC) عن (2.5 مليمكافئ /لتر) فأن استخدامها لإغراض الري يؤدى إلى تدهور خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية , وخلص إلى ضرورة إضافة المحسنات المناسبة للتربة للاستمرار في استخدامها , أما مياه الري التي كانت قيمة (RSC) فيها أقل من 1.5 مليمكافئ/لتر فهي مأمونة الاستعمال ولا تسبب تدهور في خصائص التربة المروية بها.

أظهرت النتائج التي تحصل عليها Ayers (1951) إلى أن التركيزات العالية من الصوديوم والكلوريد تسبب تأثيرات خاصة على النبات مثل حرق أطراف الأوراق .

أوضح الزبيدي (1989) أن لمياه الري دوراً مهماً ومباشر في تغير خواص التربة الفيزيائية والكيميائية والملوحة والقلوية وصودية التربة وكذلك خصوبتها, فمياه الري تعتبر مصدر من مصادر تجمع وتراكم الأملاح بالتربة ويزداد دورها بزيادة كمية مياه الري المستعملة ,كما وأن زيادة تركيز الأملاح في مياه الري تعمل على رفع الضغط الإسموزي لمحلول التربة.

وقد تبين إلى الشباسي وآخرون (1969) عند زيادة تركيز الأملاح الذائبة وزيادة نسبة ادمصاص الصوديوم (SAR) في مياه الري ترتب عنه زيادة في نسبة امتصاص التربة للصوديوم.

كما لاحظ Xiao وآخرن (1997) حدوث تراكم للأملاح في التربة عند استعمال مياه ري ذات تركيز أعلى من 3 جرام / لتر, ونتج عنه تملح ثانوي للتربة.

أجريت دراسة من قبل ياسين وآخرون (1997) على استعمال مياه الآبار في منطقة حليوات الصحراوية في الرمادي للزراعة وأوضحت النتائج بأن مياه الآبار في هذه المنطقة عالية الملوحة وقد أدى استعمال مياه الآبار إلى تراكم ملحي سبب زيادة معنوية في قيمة التوصيل الكهربي من 6.92 مايكروسيمينس/ سم إلي 13.27 مايكروسيمينس/ سم , وزيادة معنوية في قيمة نسبة إدمصاص الصوديوم من 4.64 إلي 11.13 مليمكافئ/ لتر, وحدوث إنخفاض معنوي في إنتاجية المحصول. ويستنتج من ذلك إن مياه الآبار في المنطقة غير صالحة للري.

أكد Letizia وآخرون (2003) حدوث ارتفاع في قيمة الـ pH لمحلول التربة من 8.1 إلى 8.7 كذلك زيادة في نسبة الصوديوم المتبادل (ESP) من 3.8% إلى 50.2% وإنخفاض في نسبة الكالسيوم المتبادل من 80% إلى 38% , نتيجة الزيادة في ملوحة مياه الر ي.

اجري النابلسي (1997) دراسة لري محصولي الشعير والبرسيم استخدم فيها عدة نوعيات من مياه الري ذات مستويات مختلفة من الملوحة (C4-S4, C4-S3, C3–S1) وقد تراوحت درجة التوصيل الكهربي لها مابين 3.2 إلى 16.1 مايكروسيمينس/ سم وكان تأثيرهما واضح على خواص التربة الكيميائية فقد وجد أن هناك زياد واضحة في نسبة ادمصاص الصوديوم (SAR) ونسبة الصوديوم المتبادل (ESP)

مع زيادة درجة الملوحة , وهناك علاقة قوية بين التوزيع الملحي داخل قطاع التربة وكمية مياه الري المضافة ودرجة ملوحتها.

في دراسة قام بها كلش وآخرون (1981) لدراسة نوعية مياه الري في منطقة فزان حيث قام بجمع حوالي 372 عينة من آبار المشاريع الزراعية وعند تحليل النتائج وجد إن حوالي 82%من الآبار ذات ملوحة منخفضة ولا تتجاوز فيها نسبة الأملاح الذائبة عن 480 مليجرام / لتر و16% منها ذات ملوحة عالية ولا تتعدى 1440 مليجرام / لتر وباقي الآبار وقدرة 2% فكانت ملوحتها عالية جداً ونسبة الأملاح الذائبة تراوحت مابين 1440: 3692 مليجرام / لتر.

كما قام المدني (1994) بدراسة وتقييم نوعية المياه الجوفية بحقل السواني ووجد أن هناك زيادة كبيرة في التوصيل الكهربي مع الزمن وصلت في بعض الآبار إلى أكثر من 25 ملليموز/ سم ونسبة الأملاح الكلية كانت مرتفعة وبنسب عالية في بعض الآبار ولاحظ أيضاً زيادة في الكلوريد والصوديوم مقارنة بالكالسيوم والماغنيسيوم .

قام مكتب البحوث والإستشارات الهندسية (2002) بدراسة لمنطقة شمال غرب ليبيا ووجد أن تركيز الصوديوم والكلوريد يزداد بقدر كبير في آبار الحقل كما لاحظ بعض الارتفاع في تركيز الكبريتات أما تركيز الكالسيوم لا يتغير, وهذه الزيادة الحادة في تركيز العناصر بحقل السواني راجع إلى كميات الضخ الكبيرة من الآبار مما ترتب عنه هبوط في مستوى الماء الجوفي بالحقل مؤديا إلى تغير في التدرج الهيدروليكي ليصبح في اتجاه مركز الحقل الأمر الذي ترتب عنه حركة مياه البحر إلى داخل الخزان مسببة في زيادة تركيز بعض العناصر والتقليل من جودة المياه بالحقل.

أجرى عطية (2008) دراسة لتقييم مياه الري لمجموعة من الآبار السطحية والعميقة بمشروع المردوم الزراعي حسب التصنيف الأمريكي وبعد تحليل النتائج وجد أن الآبار السطحية كانت عالية وعالية جداً في الملوحة ومنخفضة إلى متوسطة بالنسبة للصوديوم أما الآبار العميقة فهي عالية الملوحة ومنخفضة الصودية. وعند استعمال مياه مالحة لري المحاصيل الزراعية تؤدي إلى انخفاض الكثافة والمسامية للتربة مقارنة بالمياه الغير مالحة - النابلسي (1998).

وجد Xiao واخرون (1992) تضاعف التوصيل الهيدروليكي الغير مشبع عند زيادة درجة التوصيل الكهربي لمياه الري من 0.1 إلى 6 مايكروسيمينس/ سم.

كما أن هناك آثار سلبية من استعمال مياه ري ذات مستويات منخفضة من الملوحة, حيث أشار Ayers و Westcot (1976) إلى حدوث مشاكل انخفاض في نفاذية التربة بسبب غسيل المعادن وخاصة الكالسيوم الذي له علاقة بثبات مجاميع حبيبات التربة الدقيقة عند استعمال مياه ري ذات مستوي ملوحة أقل من 0.2 مايكروسيمينس/ سم.

كما أكد عبدالجواد (1996) أن ثبات تجمعات حبيبات التربة يزداد بزيادة الملوحة وانخفاض نسبة الصوديوم في مياه الري.

كما وجد Ehrler (1960) أن إنتاجية نبات الأرز تقل عند تعريضها لتركيزات مختلفة من الأملاح لها نفس الجهد الإسموزي بغض النظر عن نوع الملح أو الايون السائد.

في دراسة الحديثي (1982) قد وجد أن زيادة الملوحة بسبب زيادة تركيز كلوريد الصوديوم قد أدت إلى انخفاض نسبة وسرعة الإنبات للذرة الصفراء وفول الصويا.

أشار Ayers (1952) في تجربة أجريت على محصولي القمح، والشعير، حيث استخدم في التجربة مستويات مختلفة من الأملاح في مياه الري فتبين انه كلما زادت نسبة الأملاح في مياه الري كلما انخفضت نسبة الإنبات.

درس Hoffman (1983) تأثير الري بمياه مالحة على عشرة أصناف من الذرة فوجد انخفاض في معدل النمو ونسبة الإنبات في هذه الأصناف كلما زاد مستوى الأملاح في مياه الري.

وفي دراسة كامل (1991) لأثر تركيز محاليل ملحية كبريتية في النبات ونمو صنفين من القطن، أظهرت النتائج أن إضافة كميات متزايدة من كبريتيد الصوديوم إلى محاليل ملحية من كلوريد الصوديوم أدت إلى ارتفاع pH للمحاليل الملحية المكبرتة من 9.55–12.30 وان قدرة تشرب بذور صنفي القطن قد زادت مع ارتفاع درجة قلوية المحلول الملحي المكبرت ، واظهر صنف حلب 40 تفوقا نسبيا في قدرة التشرب بينما تراجع إنبات ونمو أفراد هذا الصنف مقارنة مع صنف حلب 33.

درس عبد الكريم (1979) مستويات مختلفة من الملوحة وآثارها علي إنبات ونمو بعض المحاصيل وجد أن نسبة الإنبات لنبات الطماطم تكون عالية عند ريها بمياه تحتوى على 2500 مليجرام/ لتر من الأملاح وعند زيادة التركيز إلى 400 مليجرام/ لتر انخفضت نسبة الإنبات وأعطت اقل نسبة إنبات عند زيادة التركيز إلي 12,000 مليجرام/ لتر.

وأوضح ريتشارد (2004) أن الكلوريد والبورون من العناصر الكيميائية الأكثر شيوعا التي تسبب إجهادا شديدا للمحصول أو هلاكه إذا وجدت بمستوى عالي من التركيز .

كما وجد Miri واخرون (1973) أن سمية الكبريتات تظهر بوضوح على أوراق أشجار البرتقال عند زيادة تركيزها عن 0.1 % في الأوراق .

وقد وجد الشاطر (1995) أن لأيون الكلور تأثير في انخفاض البناء الضوئي لنبات التبغ والبطاطا مما يؤثر سلبا على إنتاجية المحصول وجودته، و أن هناك حساسية بعض النباتات لأيون الكبريتات وذلك عند تواجده بتركيز عال في محلول التربة مسببا اختلال التوازن في امتصاص الكاتيونات وبالتالي فسميتها تتجاوز سمية ايون الكلوريد.

وفي دراسة العاقوبى (2009) لنوعية مياه الري وتأثيرها على نمو وإنتاجية صنفين من الذرة، وجد أن هناك تأثير معنوي لكل من عامل نوعية مياه الري والأصناف على صفات النبات المدروسة بحيث انخفض كل من نمو النبات والإنتاجية، وعدد الاكواز بالنبات وعدد الحبوب بالكوز الواحد ووزن 100 حبة بزيادة مستويات الملوحة، وأظهرت الدراسة تباين بين الأصناف بحيث كان صنف الذرة الهجين أكثر مقاومة لتأثيرات زيادة مستويات الملوحة من صنف الذرة المحلي.

كما قام خماج (1998) بدراسة على تأثير الري بالمياه المالحة على إنتاجية البطاطس فوجود تأثير معنوي للملوحة على انخفاض كل من الإنتاجية والوزن الطري والجاف للدرنة الواحدة وكذلك عدد الدرنات ومتوسط ارتفاع النبات، كما لاحظ ارتفاع محتوى الدرنات والأوراق من ايونات الصوديوم والكالسيوم والماغنيسيوم والكلوريد كلما زادت ملوحة ماء الري وانخفاض في مستوى البوتاسيوم، وارتفاع في درجة التفاعل للتربة بزيادة ملوحة ماء الري، كما لاحظ إن الزيادة التدريجية في ملوحة ماء الري ترتب عليه زيادة تدريجية في ملوحة التربة وارتفاع الايونات الذائبة بالتربة.

وفي دراسة الحربي (2001) تأثير مستويات مياه الري على نمو وإنتاجية محصول البصل حيث زرعت ستة أصناف من البصل لمدة عامين تحت مستويات مختلفة من مياه الري ، أظهرت نتائج الدراسة تحسنا واضحا في نمو النباتات والمحصول بزيادة كمية مياه الري المضافة ، كما لوحظ زيادة في متوسط وزن وقطر وطول البصلة ، والى زيادة في محتوى الماء النسبي، كذلك كفاءة استخدام المياه للنباتات.

أظهرت نتائج الدراسة التي قام بها عبد المولى (1994) لتأثير ملوحة ماء الري على نمو وإنتاجية أصناف من الشعير، حيث وجد أن نبات الشعير المزروع تحت الري العادي تفوقت على تلك المزروعة بالماء المالح في جميع الأصناف ، كما لاحظ وجود اختلافات معنوية بين الأصناف في نسبة عناصر الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم والماغنيسيوم في المجموع الخضري والمجموع الجذري تحت الري بالماء المالح.

وفي دراسة الحربي وآخرون (2002) على نمو وإنتاجية بعض أصناف البصل تحت مستويات مختلفة من ملوحة مياه الري ، حيث قام بزراعة بذور عشرة أصناف من البصل خلال موسمي الزراعة في البيوت المحمية حيث كان التوصيل الكهربي لمياه الري 0.5 مايكروسيمينس/ سم لمعاملة الشاهد و 2،4،6،8 مايكروسيمينس/ سم للمعاملات الملحية حيث تم ري المعاملة الضابطة بالماء العادي، أما المعاملات الملحية فقد تم ريها بماء تم تحضيره بإضافة الكميات المطلوبة من ملح كلوريد الصوديوم وكلوريد الكالسيوم مع المحافظة على معدل ثابت من نسبة ادمصاص الصوديوم (5) في جميع المعاملات، و تم تقدير صفات المجموع الخضري والمحصول للأصناف المستخدمة، حيث أظهرت النتائج انخفاضا معنويا في النمو الخضري لجميع الأصناف بزيادة نسبة الأملاح في مياه الري ، وكذلك انخفض محصول أصناف البصل بنسبة 72.8 % في الموسم الأول و 81.5 % في الموسم الثاني عند زيادة ملوحة مياه الري إلى 8 مايكروسيمينس/ سم في الموسم الأول والثاني.

وفي دراسة خليل (2002) تأثير نوعية مياه الري على صفات المحصول الأخضر والجاف لبعض أصناف الفاصوليا ، أجريت أثناء الموسم الشتوي لعامين 2000 و2001 لمياه بئر عادي وأخر مالح، لم تظهر فروق معنوية في صفات النمو الخضري بين معاملات الري أو بين الأصناف، كما وجدت اختلافات معنوية في صفات المحصول المبكر والكلي بين الأصناف خلال موسمي الزراعة ، أدى استخدام ماء البئر المالح إلى زيادة معنوية في كل من المحصول المبكر والمحصول الكلي خلال موسمي الدراسة.

وفي دراسة التومي (2003) لتأثير استعمال المياه المالحة بطريقة الري بالرش على بعض صفات النمو والإنتاجية لسلالة من القمح الطري ، أظهرت الدراسة أن زيادة مستويات الملوحة تعمل على تأخر وانخفاض في نسبة الإنبات لبذور المحصول ، وإن هناك انخفاض معنوي في وزن 100 حبة عند زيادة ملوحة مياه الري ووجود فرق معنوي بين معاملة الشاهد ومعاملات الملوحة على إنتاجية التبن والناتج الكلي للمحصول، فيما لم يتغير معنويا ناتج المحصول من الحبوب ، كما لوحظ زيادة معنوية في ملوحة التربة (Ec) وتركيز كل من الصوديوم والكالسيوم و الماغنيسيوم والكلوريد والكبريتات والبيكربونات في مستخلص التربة بزيادة مستويات ملوحة ماء الري في حين لم يكن هناك تأثير معنوي على pH وتركيز البوتاسيوم في التربة، كذلك لوحظ زيادة معنوية في نسبة الصوديوم والكالسيوم في المجموع الخضري والجذري للنبات بزيادة ملوحة ماء الري، ولم يكن هناك تأثير معنوي لملوحة ماء الري على نسبة البوتاسيوم والماغنسيوم في المجموع الخضري والجذري للنبات.

وفي دراسة فرنانة (2007) تأثير الري بمستويات ملوحة مختلفة بزيادة ملوحة ماء الري، وكذلك زيادة محتوى الأوراق ، والسيقان من ايونات الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم والماغنسيوم والكلوريد، ولم تختلف الأصناف فيما بينها معنويا لكل الصفات المدروسة . كذلك أظهرت الدراسة زيادة تدريجية لملوحة التربة بزيادة ملوحة ماء الري بالإضافة إلى زيادة تركيز الايونات الذائبة بالتربة.

وفي دراسة التاجوري (2008) لدرجة سمية الصوديوم، والبوتاسيوم والكالسيوم كل على حدى وبدرجات خلط مختلفة في مياه الري المستخدمة في إنبات ونمو محصولي الذرة الصفراء والدخن، من النتائج التي تحصل عليها وجود أن هناك تأثير معنوي لمياه الري المحتوى على الصوديوم فقط ، حيث انخفضت النسبة المئوية للإنبات ومتوسط ارتفاع النبات وكمية الدهون والكربوهيدرات بزيادة ملوحة ماء الري، في حين المعاملة التي أضيف إليها البوتاسيوم والكالسيوم إلى الصوديوم، فزادت النسبة المئوية للإنبات ومتوسط طول النبات وكمية الدهون والكربوهيدرات, كذلك محتوى الأوراق من الصوديوم يزداد بزيادة تركيزه في مياه الري، ويتناقص محتوى الأوراق من الصوديوم عند إضافة البوتاسيوم والكالسيوم له.

بينت الدراسة التى قامت بها الأزرق (2009) لتقييم جودة المياه الجوفية بمنطقة السواني وملاءمتها لأغراض الري إنا هنالك تدهور في نوعية المياه الجوفية بمنطقة السواني نتيجة تداخل مياه البحر مسبباً اختلال في التوازن بين المياه المستغلة من الخزان الجوفي وبين مياه التغذية الطبيعية لهذا الخزان.

وفي دراسة العمران (2006) لترشيد مياه الري وإدارة الترب الرملية الزراعية في المملكة العربية السعودية، وتأثير المحسنات الطبيعية على إنتاجية محصول الطماطم وعلى كفاءة استخدام مياه الري وتوزيع الرطوبة والملوحة في التربة في الحقل المفتوح والصوبة، حيث أوضحت النتائج أن مياه الري المختلفة الملوحة كان لها تأثير معنوي على إنتاجية الطماطم، ولكن لم تظهر أي فروق معنوية بين الري السطحي وتحت السطحي في البيت المحمي، وان إضافة المحسنات الطبيعية للتربة الرملية لها دور مهم في زيادة المحتوى الرطوبي والحد من تراكم الأملاح بالقرب من المنقطات.

وفي دراسة السعدون وآخرون (2006) تأثير إضافة نوعين من ماء الري خلال مراحل النمو المختلفة في نمو وجودة وإنتاجية ثلاثة أصناف من الخيار تحت نظام الزراعة المحمية ، أدى استخدام ماء البئر العادي طول حياة النبات إلى خفض معنوي للمحصول المبكر والكلي بنسبة 8.46 % و 3.28 % على الترتيب، حيث أوصت الدراسة باستخدام ماء البئر العادي في الري حتى فترة عقد الثمار ثم الري بالماء المالح مما يساهم في خفض التكلفة العالية لتحليه المياه.

وفي دراسة بن عبد الله (2001) تأثير الري بالمياه الكبريتية على بعض خواص التربة ، استخدمت خمس مستويات من الكبريتات بمياه الري الكبريتية على صنفين من الشمام حيث أظهرت النتائج وجود فارق معنوي عند مستوى معنوية (5 %) بين الصنفين ومعاملات الري، حيث انخفض النمو الخضري ووزن الثمار ونسبة السكر بالثمار والإنتاجية مع زيادة تركيز الكبريتات بمياه الري ، كما زاد تركيز الكبريتات في كلا من الأوراق وجذور النباتات النامية ، واظهرت النتائج عدم وجود تأثير معنوي علي درجة تفاعل التربة عند الري بالمياه الكبريتية وهناك تأثير معنوي علي ملوحة التربة الأمر الذي أدي إلي ارتفاع تركيز الكاتيونات والايونات الذائبة بالتربة، كما لاحظ إنخفاض الكثافة الظاهرية للتربة والمسامية ومعامل التوصيل بزيادة تركيز الكبريتات بمياه الري.

وفي دراسة المديهش (1994) على استجابة صنفين من الطماطم للري بالمياه الكبريتية ذات تركيزات مختلفة (15، 30 ،45 مليمكافئ/ لتر) في تربة جيرية (26.5 % $CaCO_3$) رملية طميية، أظهرت النتائج أن الوزن الكلي للثمار، ومتوسط وزنها لم يتأثر معنويا بالري بالمياه الكبريتية في حين كانت الزيادة معنوية لوزن الجذور، وأقصى طول للجذور والحموضة ونسبة السكر بالثمار عند أعلى مستوى للكبريتات ، كما بينت الدراسة أن الري بالمياه الكبريتية قد زادت من pH وSAR للتربة، وأظهرت هذه الدراسة أن ري نبات الطماطم بمياه ذات مستوى تركيز من الكبريتات (15–45) مليمكافئ/لتر يمكن للنبات تحمله دون أن تحد من نموها وإنتاجيتها.

وفي دراسة طوشان (1991) عن الزراعة المائية وأثرها في تخفيف الإجهادات الملحية علي صنفين من أصناف الطماطم ، حيث اوضحت امتناع بدور الصنفين عن الإنبات في تركيز 305.7 جم/ لتر، وتفوق معدل الإنبات في صنف مارامن بمقدار الضعف إلي ثلاثة أضعاف الصنف البلدي في التراكيز 1.461 ،2.922 ، 4.383 ، 5.844 جم/ لتر، وكانت الفروق غير معنوية في الوزن الرطب، والجاف

للصنفين كما أن نمو نباتات الصنفين بالمزارع المائية ابديا مقاومة افضل ونمواً اعظم مما يؤكد أن لهذه الطريقة بالزراعة دوراً فعالا في التخفيف من اثر الملوحة على النبات.

كما لاحظ عبدالجليل (2014) من خلال دراسة وتقييم جودة مياه الري بمشروع السرير الزراعي حيث اظهرت النتائج إن مياه الري بمنطقة الدراسة متأثرة بمشكلة الملوحة حيث صنفت وفق مختبر الملوحة الأمريكي 43.3% من آبار الدراسة من الصنف (C4-S2) أي الملوحة عالية جدا وخطورة صودية متوسطة، و40% من الصنف (C3-S1) اي عالية الملوحة ومنخفضة الخطورة الصودية، و 16.6% من الصنف (C3-S2)، كما أظهرت النتائج وجود فروق معنوية بين متوسطات العناصر مع الزمن (EC) (TDS) (pH) (Na^+. K^+.Mg^{2+}. Ca^{2+}) (HCO_3^-.Cl^-. NO_3^{2-}) (B) (SAR) (adj SAR) (RSC)، ما عدا SO_4^{2-} والتي أظهرت فروقا غير معنوية.

6.2. تقييم جودة المياه الجوفية

تعتبر دراسة جودة وصلاحية المياه للري من المواضيع الرئيسية الواجب الاهتمام بها قبل وضع أراضي جديدة تحت الري أو عند استصلاح أو تحسين صفات الأرض لزيادة قدرتها الإنتاجية ، تحتوي جميع المياه على تراكيز متعددة ونوعيات مختلفة من الأملاح ، ولتحديد صلاحية المياه للري يتم تحليل الايونات. CO_3^{2-}. Mg^{2+}. Na^+. K^+. Ca^{2+}. Cl^-. SO_4^{2-}. HCO_3^-. NO_3^{2-} وغالبا يكون البورون B من ضمن التحاليل لتحديد صلاحية مياه الري بدلالة pH و SAR المحسوب (هيل ،2002).

ويمكن أن يعبر عن التركيز الملحي الكلي بالمواد الصلبة الذائبة الكلية TDS مقدرة بالمليجرام/ لتر، ويرتبط تأثير نوعية الماء على التربة ونمو النبات بالخصائص الكيميائية والفيزيائية للتربة ومقدرة المحصول على تحمل الملوحة، ويرتبط ايضا بالنظام المناخي بالمنطقة والطريقة المتبعة في الري وتكرارها وكمية المياه المضافة (هيل ،2002). وهناك بعض الخواص المحددة لمدى صلاحية المياه للري يجب مراعاة منها :

(1) التركيز الكلي للأملاح الذائبة TDS: يعتبر من المعايير الأساسية في تحديد نوعية ومدى صلاحية المياه للري حيث يمكن التنبؤ بالتأثير الضار لملوحة ماء الري على الخواص الكيميائية والطبيعية للتربة وكذلك على نمو النبات ، بالإضافة إلى التركيز النوعي لأيونات الصوديوم وايونات الكربونات والبيكربونات بالنسبة إلى تركيز الايونات الأخرى وأيضا تركيز الكلوريد والكبريتات باعتبار أن معظم الأملاح تكون في صورة كلوريدات أو كبريتات كما يجب الأخذ في الاعتبار تركيز العناصر التي تظهر سمية للنبات مثل البورون.

(2) التركيز النسبي لأيونات الصوديوم في مياه الري: إن ارتفاع تركيز الصوديوم في مياه الري بالنسبة إلى تركيز الكالسيوم والماغنسيوم قد يؤدي إلى تحول الأرض إلى القلوية حيث تزداد نسبة الصوديوم بها بعكس ارتفاع تركيز الكالسيوم والماغنسيوم في مياه الري يحسن من بناء الأرض ويقلل من

خطورة تأثير الصوديوم الذي يجعل الأرض صلدة صعبة الخدمة ضعيفة النفاذية، ويمكن التعبير عن التركيز النسبي للصوديوم في مياه الري كما يلي:

(أ) النسبة المئوية للصوديوم الذائب SSP: وهي تركيز الصوديوم بالمليمكافئ/ لتر بالنسبة لتركيز الكاتيونات الكلية الذائبة بالمليمكافئ/ لتر، معبرا عنه كنسبة مئوية. لتقسيم مشكلة الصوديوم في مياه الري حيث إن زيادة نسبة الصوديوم إلى الكاتيونات الأخرى كالماغنسيوم والبوتاسيوم والكالسيوم في ماء الري تؤدي إلى احتمال تعرض الأرض والنبات لأضرار القلوية في حالة تعدي نسبة 50 % ويقلل من جودة وصلاحية المياه للري .(USDA. Handbook. No.60) ويمكن حساب النسبة المئوية للصوديوم الذائب كالتالي :

$$\text{SSP} = \frac{\text{Na (meq/l)}}{\text{Ca} + \text{Mg} + \text{K} + \text{Na(meq/l)}} \times 100 \qquad (3)$$

(ب) النسبة الإدمصاصية للصوديوم SAR: حيث إن بعض الايونات الحرة في المحلول تتفاعل مع ايونات أخرى ذات شحنة مضادة مكونة أزواج أيونية ذائبة وقد تكون متعادلة أو حاملة لشحنة مثل :-

$$Ca^{2+} + SO_4^{2-} \rightarrow CaSO_4$$

وهذه الايونات المزدوجة تقلل من تركيز ونشاط الايونات الحرة .

ويمكن حساب نسبة الـ SAR من المعادلة التالية :-

$$\text{SAR} = \frac{\text{Na}^+}{\sqrt{\frac{\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}}{2}}} \qquad (4)$$

وهي عبارة عن نسبة تركيز الصوديوم بالمليمكافئ/لتر إلى الجذر التربيعي لنصف مجموع تركيز الكالسيوم والماغنيسيوم بالمليمكافئ/لتر .(USDA. Handbook. No.60). وقد قسم معمل الملوحة الأمريكي (USSL، 1954) ماء الري من حيث محتواها من الصوديوم إلى :-

أ- ماء منخفض في نسبة الصوديوم وتتراوح قيمة SAR له من 2.5 – 10 ويمكن استخدامه في ري جميع انواع الأراضي دون احتمال حدوث تدهور ، ويخشى من استعماله في حالة الحد الأقصى من قيمة SAR لتأثيره على بعض النباتات الحساسة للصوديوم مثل الأفوكادو، وقد يتجمع الصوديوم بها مما يؤدي إلى حدوث أضرار للنبات.

ب- ماء متوسط في نسبة الصوديوم وتتراوح قيمة SAR له من 7–18 يؤدي استعماله إلى احتمال زيادة الصوديوم المدمص فتسبب بعض الأضرار للأراضي الثقيلة القوام ذات السعة الامتصاصية العالية، إلا إذا كانت التربة تحتوي على نسبة عالية من الكالسيوم ويكمن استعمال هذه المياه في الأراضي الخفيفة القوام.

ج- ماء مرتفع في نسبة الصوديوم تتراوح قيمة SAR له من11–26 ويؤدي استخدام هذا الماء إلى ارتفاع نسبة الصوديوم في التربة ، وعند استخدامه يجب العناية بعملية الغسيل والصرف وإضافة المواد العضوية والجبس (إذا كانت التربة خالية منه) كلما احتاج الأمر وتزداد المشكلة إذا كانت تحتوي على نسبة عالية من الأملاح.

د- ماء يحتوي على نسبة مرتفعة جدا من الصوديوم وتكون قيمة SAR أعلى من 26 ولا ينصح باستعمال هذا الماء إلا إذا كان تركيز الأملاح فيه منخفضا ، مع مراعاة الغسيل والصرف وإضافة المحسنات للتربة .

(3) تركيز الكربونات والبيكربونات: في مياه الري تؤثر الكربونات على النباتات تأثيرا مباشرا بازدياد تركيزها عن حد معين ويعتبر تأثير سام وتؤثر على التربة تأثيراً غير مباشر ، حيث تحتوي معظم مياه الري على بيكربونات الكالسيوم والماغنسيوم في صورة ذائبة وفي حالة زيادة تركيز البيكربونات عن الكالسيوم والماغنسيوم فإن كربونات الكالسيوم وكربونات الماغنسيوم سوف تترسب وخاصة عند ارتفاع درجة الحرارة أو زيادة البخر وانخفاض تركيز ثاني أكسيد الكربون، وبطبيعة الحال فإن ترسيب الكالسيوم والماغنسيوم من ماء الري ينتج عنه زيادة في التركيز النسبي للصوديوم الذي بدوره سوف يتحد مع ما تبقى من البيكربونات مكونا كربونات الصوديوم ذات الأثر الضار والمسئولة أيضا على تحول الأرض إلى القلوية .ويمكن التعبير عن الأثر الضار لكربونات الصوديوم من خلال العلاقات التالية :(أ) كربونات الصوديوم المتبقية (RSC) وهي عبارة عن الفرق بين مجموع تركيز الكربونات والبيكربونات ومجموع تركيز الكالسيوم والماغنسيوم. (Eaton ، 1950).

$$RSC = \left(CO_3{}^{2-} + HCO_3^-\right) - \left(Ca^{2+} + Mg^{2-}\right) \qquad (5)$$

حيث تركيز الايونات بالمليمكافئ / لتر .

ويمكن تقسيم مدى صلاحية المياه للري بناء على هذا الدليل إلى ثلاثة أقسام رئيسية وهي :-

1- مياه تحتوي على RSC اقل من 1.25 مليمكافئ / لتر وتعتبر صالحة للري بدون مشاكل في جميع الظروف.

2- مياه تحتوي على RSC من 1.25–2.5 مليمكافئ / لتر وتعتبر متوسط الصلاحية ويجب الاحتراس عند استعمالها في الري تحت ظروف معينة.

3- مياه تحتوي على RSC اكبر من2.5 مليمكافئ / لتر وتعتبر مياه غير صالحة للري.

(ب) نسبة ادمصاص الصوديوم المعدل Adj SAR المعادلة السابقة لنسبة ادمصاص الصوديوم SAR قد طورت لتأخذ في الاعتبار تأثير الكربونات والبيكربونات على ترسيب كل من Ca^{2+} . Mg^{2+} في التربة الأمر الذي يقلل من تركيزهما بالنسبة لأيونات الصوديوم في محلول التربة والتي بزيادتها (أي

ايونات الصوديوم) تزداد احتمالات تكوين القلوية بالأراضي والمعادلة هي. (Ayers و Westcot, 1976).

(6) $$Adj\ SAR = SAR\ [1+ (8.4 - pHc)\ ]$$

حيث Adj SARنسبة ادمصاص الصوديوم المعدل

pHc حموضة ماء الري المتوقعة نتيجة وجود ايونات -Co32-. Hco3 و تحسب كمجموع لقيم مرتبطة بتركيزات Ca^{2+}. Mg^{2+} . Na^{+} . CO_3^{2-} . HCO_3^{-} في مياه الري مقدرة بالمليمكافئ/ لتر وذلك حسب العلاقة

(7) $$pHc = (pK2 - pKc) + p\ (Ca2+ + Mg2+) + p\ (ALK)$$

(8) $$pHc = p(Ca^{2+}+ Mg^{2+}+Na^{+}) + p(Ca^{2+}+ Mg^{2+}) + p(\ CO_3^{2-} + HCO_3^{-})$$

ويلاحظ أنه عندما تكون $pHc < 8.4$ فإن هذا يعني إمكانية ترسيب الجير (كربونات الكالسيوم) من الماء المضاف والعكس عند $pHc > 8.4$ حيث تميل كربونات وبيكربونات الكالسيوم للذوبان من التربة التي يتحرك خلالها ماء الري.

وطبقا لـ Adj SAR قسمت مياه الري إلى ثلاثة أقسام تختلف باختلاف التركيب المعدني للطين في الأراضي كما يلي :

(4) تركيز الكلوريد والكبريتات: تقدير الكلوريد والكبريتات يعطي فكرة صحيحة إلى حد كبير عن التركيز الكلي للأملاح الذائبة ، وايون الكلوريد له تأثير سام على النباتات إذا وجد بتركيزات عالية ويظهر ذلك واضحا في العنب والموالح واشجار الخوخ والنباتات ذات النواة الحجرية حيث تحترق الأوراق نتيجة هذا الأثر السام ، أما ايون الكبريتات فإنه يعمل على ترسيب الكالسيوم في محلول التربة على صورة كبريتات كالسيوم مما يؤدي إلى الزيادة النسبية في عنصر الصوديوم الذائب وامتصاصه بواسطة النبات بكميات اكبر من اللازم مما قد ينتج عنه ضررا للنبات. (Hagen ، 1987).

ونظرا لان التأثير الضار الناشئ عن ايون الكلوريد يكون ضعف التأثير الناشئ عن ايون الكبريتات عند نفس التركيز لكل منهما فانه عند قياس مدى صلاحية الماء للري فإننا نستخدم تركيز الكلوريد + نصف تركيز الكبريتات (بالمليمكافئ/ لتر) للحصول على ما يسمى بالملوحة المؤثرة ، وتتوقف هذه الملوحة على نفاذية التربة، والجدول التالي يوضح ذلك .(هيل، 2002).

ترجع أهمية النفاذية في هذا التقسيم إلى تأثيرها على عملية غسيل الأملاح في قطاع التربة وخاصة تلك الأملاح الناتجة من مياه الري.

(5) الماغنسيوم Mg^{2+}: إن محتوى المياه من الماغنسيوم يعتمد على نوعية الصخور التي تحوي هذه المياه وفي الصخور النارية يعتبر الاولفين والبيوتايت والهورنبلند والاقونايت من أهم مصادر

الماغنسيوم في المياه . (درادكة، 1988). وتعتبر من أهم النسب لتقدير صلاحية مياه الري وتقدر من المعادلة .

$$\%\mathrm{Mg} = \frac{\mathrm{Mg}}{(\mathrm{Ca} + \mathrm{Mg})} \times 100 \quad \text{(Russian Standard)} \qquad (9)$$

ويظهر التأثير الضار للماغنسيوم عند زيادة نسبته عن 50 %

(6) الكالسيوم Ca^{2+} : المصدر الرئيسي للكالسيوم هي معادن الدولوميت والجبس والفلورايت وفي حالة سقوط الأمطار المحملة بثاني أكسيد الكربون يتكون حامض الكربونيك والذي يتفاعل مع الصخور ويعمل على الإذابة وخاصة الحجر الجيري وينطلق الكالسيوم و الماغنسيوم وينتقل للمياه الجوفية . (درادكة، 1988). يجب عدم استخدام مياه ري تحتوي على تركيز يزيد عن 10 مليمكافئ/ لتر من الكالسيوم . كما وجد أن التوصيل الهيدروليكي للتربة ودرجة التجمع تقل عند ارتفاع نسبة Mg/Ca في مياه الري ويظهر بشكل اكبر في الأراضي الثقيلة .

(7) البوتاسيوم والنترات K^+. NO_3^-: يوجد البوتاسيوم عادةً بكميات أقل من الصوديوم في الصخور النارية وبكمية أكبر في الصخور الرسوبية كفلسبارات البوتاسيوم. أما النترات فمصدرها في المياه الجوفية بقايا الكائنات الحية والسماد العضوي. (درادكة، 1988).

ولقد وجد انه تحت تأثير ظروف متماثلة من تركيز الملح ونوع التربة فان الادمصاص النسبي للكاتيونات يأخذ الترتيب التالي :

$$Ca^{2+} > Mg^{2+} > K^+ > Na^+$$

(8) تركيز البورون B: يوجد عنصر البورون في جميع انواع المياه الطبيعية تقريبا ، وقد يوجد في الأرض كمكون من مكوناتها ومن تم تنشأ مشكلة يصعب التخلص منها ، والبورون وإن كان من العناصر الضرورية للنبات إلا أن أي زيادة في تركيزه (ولو بمقدار 1 جزء في المليون أحيانا) قد يؤدي فورا إلى سمية النبات كما هو الحال بالنسبة لأشجار الليمون. (درادكة، 1988). ويمكن تقسيم التأثير الضار للبورون على النباتات حسب تحمل النباتات له إلى ثلاثة اقسام كما يلي :-

أ- نباتات مقاومة: وتتحمل حتى 3.75 جزء في المليون مثل الاسبراجلس وبنجر السكر والبصل والكرنب والجزر.

ب- نباتات نصف مقاومة: وتتحمل حتى 2.50 جزء في المليون مثل دوار الشمس والطماطم والبطاطس والزيتون والشعير والبطاطا.

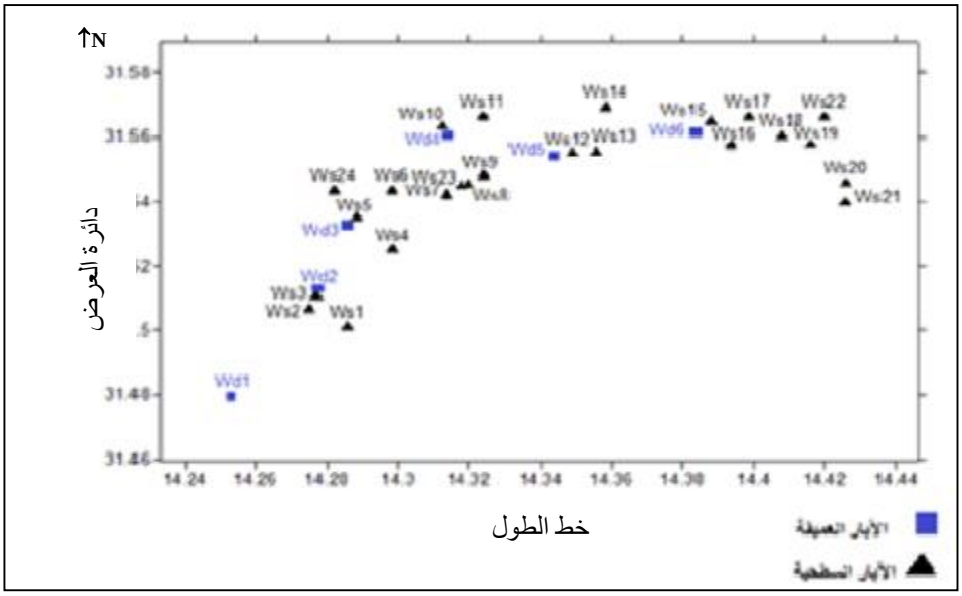
ج- نباتات حساسة: وتتحمل حتى 1.25 جزء في المليون مثل الموالح والمشمش والخوخ والتفاح والكمثرى.

3. المواد وطرائق البحث

1.1.3. الوصف العام لمنطقة الدراسة

تقع الآبار التي تمد المشروع بالمياه في المنطقة الممتدة بين دائرتي عرض 31.48 -31.57 شمالا وخطي طول 14.25- 14.43 شرقا.

شكل 1. صورة جوية توضح موقع منطقة الدراسة.



شكل 2. خريطة توضح مواقع الآبار في منطقة الدراسة.

التضاريس وطبوغرافية المنطقة. يعتبر حوض وادي سوف الجين من أهم الوحدات الجيومورفولوجية المكونة لتضاريس المنطقة. حيث تم حفر المجرى الرئيسي لوادي سوف الجين وفروعه وبعض الوديان الأخرى المتداخلة معه والمجاورة له في عصري الباليوسين والبليستوسين، وجميع هذه الأودية والفروع تنتهي في المنخفض المنبسط السطح المعروف بقرارة القطف. هذا ويقدر ارتفاع منسوب وادي سوف الجين عن سطح البحر فى المنطقة الجنوبية الغربية بحوالي 290 متر وفى نهاية مجرى الوادي حوالي 200 متر. وتعتبر التضاريس المحلية لمنطقة وادي سوف الجين مستوية السطح تقريبا مع وجود انحدار بسيط (1 - 3 %) في اتجاه الشمال الشرقي مع انحدار خفيف من ضفتي الوادي فى اتجاه بطن الوادي . هذا وتتواجد سلسلة من المرتفعات بمحاذاة الضفة الجنوبية للوادي مكونة حدا طبيعيا له من هذه الناحية . أما من الناحية الشمالية فيرتفع سطح الأرض نسبيا على هيئة نبات مغطاة بالأديم الصحراوي . كما إن نشاط الرياح والجفاف بالمنطقة أدى إلى تعرية وتراكم المواد الريحية والمتكونة من الرمال التى قد تتواجد على هيئة كثبان رملية متحركة غير مرتفعة (50– 100 سم) في بعض المواقع وخاصة في الحدود الجنوبية . (مركز البحوث الصناعية، 1975).

جيولوجية المنطقة. من خلال المعلومات المتوفرة من خريطة ليبيا الجيولوجية لوحة بني وليد (المرجع رقم 6) يلاحظ من الناحية الجنوبية الغربية وعلى ضفتي مجرى وادي سوف الجين تأثير صخور عصري الباليوسين والبليستوسين والمتمثلة في مصاطب الوديان القديمة ومن أهم تكويناتها صخور الكنجلوميرات الرديئة التماسك ووفرة الحصى الغير متماسك بها. أما في اتجاه الشمال الشرقي عند تداخل كل من وادي أغلال و وادي وورورق يلاحظ تأثير صخور العصر الطباشيري والجبس .وهذا التكوين يعتبر مصدر جيد للجبس. أما من الناحية الشمالية الشرقية لمنطقة الدراسة فهى متأثرة بصخور عصر الميوسين الأوسط والمتمثلة في تكوين الخمس ومن أهم مكوناته الحجر المارلى الجبسي والحجر الجيري والكالكارنيت. أما في بطن الوادي يلاحظ ترسبات الحقب الرابع والمتمثلة في الترسبات المائية والمائية الريحية وهى عبارة عن مواد رسوبية من الغرين والرمل والرمال الناعمة واللوس والحصى وتتواجد على هيئة طبقات تعبر عن مراحل فيض هذه الوديان. (مركز البحوث الصناعية، 1975).

هيدرولوجية المنطقة. أهم التكوينات من ناحية المياه الجوفية حسب الأولوية في منطقة سوف الجين تكوين مزده وتكوين غريان وتكوين ككله. (الهيئة العامة للمياه فرع المنطقة الوسطى ، 1978) :-

(أ) تكوين مزده . وهو عبارة عن حجر جيري .

لعمق : 150 متر ±20 %.

مستوى الماء الساكن : 40 – 70 متر.

الإنتاجية : 15 - 25 م^3 / الساعة.

الهبوط : 10 – 30 متر.

مجموع الأملاح الذائبة : 1.5 – 2 جم / لتر.

(ب) تكوين غريان. وهو عبارة عن حجر جيري إلى حجر جيري دولوميتى.

العمق : 500 متر ±20 %.

مستوى الماء الساكن : 60 – 80 متر.

الإنتاجية : 25 - 40 م^3 / الساعة.

الهبوط: 15 – 50 متر.

مجموع الأملاح الذائبة : 4 جم / لتر.

(ج) تكوين ككله. وهو عبارة عن حجر رملي.

العمق: 1100 متر ±20 %.

مستوى الماء الساكن : 30+ إلى 50+ متر.

الإنتاجية : 200- 300 م^3 / الساعة.

الهبوط : 20 – 40 متر.

مجموع الأملاح الذائبة : 1.3 – 1.6 جم / لتر.

متوسط درجة الحرارة : 45 درجة مئوية.

2.1.3. المناخ

يعتبر مناخ المنطقة بصفة عامة من النوع القاري الحار (شبه صحراوي) الذى يتميز بمعدلات تساقط أمطار قليلة وهى من النوع الإعصاري حيث تتساقط بغزارة وقى فترات قصيرة ومتقطعة. كما تتميز بارتفاع في درجات الحرارة و إنخفاض في الرطوبة النسبية وشدة في سرعة الرياح المتعددة الاتجاهات. (مركز البحوث الصناعية ، 1975).

الأمطار. يبلغ متوسط المعدل السنوي لسقوط الأمطار 62.2 مم. ويبلغ أعلى معدل لسقوط الأمطار في شهر يناير (11.2 مم). واقل معدل (1 مم) في شهر مايو ويونيو ويوليو أغسطس. (مركز البحوث الصناعية، 1975).

درجة الحرارة. يتراوح متوسط درجات الحرارة بالمنطقة بين 11.2 م°حلال شهر يناير و 29.5 م° خلال شهر يونيو. (مركز البحوث الصناعية ، 1975).

الرطوبة النسبية. المتوسط السنوي للرطوبة النسبية (52%) حيث تنخفض خلال أشهر الصيف حتى تصل إلى أدنى قيمة لها (36%) في شهر مايو. وترتفع نسبياً خلال أشهر الشتاء حيث بلغت 58% في شهر يناير. (مركز البحوث الصناعية ، 1975).

الرياح. تسود بالمنطقة الرياح الغربية إلى شمالية غربية بنسبة (30%) ورياح شمالية إلى شمالية شرقية بنسبة (29%) حيث تكون أكثر نشاطاً خلال فصلي الخريف والشتاء. هذا وتهب رياح جنوبية وجنوبية شرقية بنسبة (29%) تكون محملة بالغبار والرمال خلال أشهر فصلي الربيع والصيف. كما تتخلل بالمنطقة فترات هدوء تصل إلى (12%). (مركز البحوث الصناعية، 1975).

2.3. العمل الحقلي

تم تجميع 28 عينة مياه من آبار مشروع وادي سوف الجين, (6) عينات مياه من الآبار العميقة (الارتوازية) بالمشروع بعمق يصل إلى (1110 متر) على طول مجري الوادي، تم تقسيمها إلى (Wd1 ,Wd2, Wd3, Wd4 ,Wd5, Wd6). و(22) عينة عشوائية من الآبار السطحية تتراوح أعماقها من (105 – 150 متر)، الخاصة بالمواطنين وتم تقسيمها من (WS1 - WS22) وقد تم اخذ العينة مباشرة من البئر بعد فترة من الضخ، وتم تجميع العينات في قناني من البلاستيك كتب عليها رقم البئر، ونقلت إلى المعمل لإجراء التحاليل الكيميائية اللازمة لها، وتم تحديد مواقع هذه الآبار بواسطة جهاز (GPS) Global Positioning System.

3.3. التحاليل الكيميائية

1.3.3. التوصيل الكهربي (Ec)

تم قياس معامل التوصيل الكهربي بواسطة جهاز Conductivity Meter مايكروسيمينس/سم وعند درجة حرارة 25مْ، وتم معايرة الجهاز قبل عملية القياس باستخدام محلول قياسي (Black، 1965 و Eaton، 1995).

2.3.3. درجة التفاعل (pH)

تم تقدير درجة التفاعل بواسطة جهاز pH (Meter) (Black، 1965 و Eaton، 1995).

3.3.3. مجموع الأملاح الكلية الذائبة

تم قياس الأملاح الكلية الذائبة بواسطة بإستخدام المعادلة التالية :-

$$TDS = Ec \times 640 \quad (11)$$

حيث : Ec = درجة التفاعل الكهربائي بوحدات المايكرو سيمنز / سم

ويعبر عن الأملاح الكلية الذائبة بوحدات المليجرام / لتر أو (الجزء في المليون).

4.3.3. الكاتيونات الذائبة

1- الصوديوم والبوتاسيوم K^+, Na^+ :

تم تقديرهما بواسطة جهاز التحليل باللهب Flam Photometer (Black، 1965 و Eaton، 1995).

2- **الكالسيوم والماغنسيوم** Mg^{2+}, Ca^{2+}

تم تقديرهما بواسطة المعايرة بمحلول الفرسينيت (0.01 N EDTA) (Black، 1965 و Eaton، 1995).

5.3.3. الايونات الذائبة

1 - الكلوريد Cl^-

تم تقدير الكلوريد بطريقة المعايرة بواسطة نترات الفضة (0.05 N), (طريقة موهر) في وجود دليل كرومات البوتاسيوم. (Black، 1965 و Eaton، 1995).

2 - الكربونات والبيكربونات CO_3^{2-}, HCO_3^-

تم تقديرهما بواسطة المعايرة بمحلول مخفف من حمض الكبريتيك (0.005 N) في وجود دليل الفينول فيتالين (Ph Ph) بالنسبة للكربونات، وفي وجود دليل الميثيل البرتقالي (MO) بالنسبة للبيكربونات (Black، 1965 و Eaton، 1995).

3 - الكبريتات SO_4^{2+}

تم تقديرها حجمياً بواسطة ترسيب الكبريتات الذائبة على هيئة كبريتات باريوم ومن تم معايرة الزائد من الباريوم بواسطة محلول EDTA في وجود دليل (E.B.T) (Black، 1965 و Eaton، 1995).

4 .3. حساب نسبة ادمصاص الصوديوم SAR

يتم حساب Sodium Absorption Ratio من العلاقة التالية (. USDA. Handbook. No.60) :

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{2+}+Mg^{2+}}{2}}} \qquad (12)$$

يعبر عن تركيز Ca^{2+} . Mg^{2+} . Na^+ بالمليمكافئ / لتر

5.3. حساب كربونات الصوديوم المتبقية RSC

$$RSC = (CO_3^{2-} + HCO_3^-) - (Ca^{2+} + Mg^{2+}) \qquad (13)$$

يعبر عن تركيز +Mg2+. Ca2+-.HCO3 . -CO32 بالمليمكافئ / لتر (Wilcox، 1954)

6.3. حساب نسبة ادمصاص الصوديوم المعدلة SAR adj

تم حساب نسبة أدمصاص الصوديوم المعدلة كما يلي (Ayers و Westcot , 1976):

$$\text{Adj SAR} = \text{SAR} [1+ (8.4 - \text{pHC})] \quad (14)$$

حيث pHC حموضة ماء الري المتوقعة نتيجة وجود ايونات CO_3^{2-} و HCO_3^- وتحسب كمجموع لقيم مرتبطة بتركيزات $Mg^{2+}. Ca^{2+}. HCO_3^-. CO_3^{2-}$ في مياه الري، وهي تساوي مجموع القيم الناتجة من :-

1 - pK – pKC = اللوغاريتم السالب للتركيز المولاري لمجموع تركيز ايونات الكالسيوم والماغنسيوم والصوديوم في مياه الري.

2 - p(Ca+Mg) = اللوغاريتم السالب للتركيز المولاري لمجموع تركيز ايونات الكالسيوم والماغنسيوم في مياه الري.

3 - p(ALK) = اللوغاريتم السالب للتركيز المولاري لمجموع تركيز ايونات الكربونات والبيكربونات في مياه الري.

درجة الحموضة المعدلة pHC = مجموع تركيزات أ + ب + ت

ولتوضيح كيفية حساب pHC انظر الملحق (1)

7.3. عرض نتائج التحاليل الكيميائية

تم استخدام برنامج (Surfer 8) لعرض النتائج بطريقة الخرائط الكنتورية وذلك لتبين قيم تراكيز الايونات في منطقة الدراسة وتحديد مدى التغير في نوعية مياه الآبار، وتم استخدام برنامج Microsoft) Excel) لرسم الأعمدة البيانية لتبيين تركيز الايونات بالنسبة لمياه الري.

8.3. استخدام تصنيف مختبر الملوحة الأمريكي لسنة (1954)

قام العاملين بالمختبر بوضع عدة معايير لتقييم مياه الري (1) معيار الملوحة بحيث قسم مياه الري إلى أربع درجات على أساس التركيز الملحي تتدرج فيها المياه إلى مياه قليلة الملوحة و مياه متوسطة الملوحة ومياه عالية الملوحة ومياه مالحة جداً, (2) معيارنسبة الصوديوم حيث قسم مياه الري إلى أربع درجات وهي مياه منخفضة الصوديوم, مياه متوسطة الصوديوم, مياه عالية الصوديوم, مياه عالية الصوديوم جداً.

9.3. استخدام تصنيف منظمة الإغدية والزراعة FAO

تم تصنيف نوعية مياه وفق دليل منظمة الغداء والزراعة الدولية الفاو على حسب مؤشر الملوحة, وسمية بعض الايونات مثل نسبة الصوديم المدمص المعدلة ونسبة الكلوريد والبورون, وبعض التأثير المتنوعة مثل النترات والبيكربونات , والأس الهيدروجيني.

4. النتائج والمناقشة

سيتم في هذا البند عرض للنتائج المتحصل عليها من خلال رسم خريطة كنتورية توضح التوزيع الملحي للآبار السطحية والتحاليل الكيميائية لمياه الري للآبار السطحية والعميقة بمشروع سوف الجين الزراعي ، وتصنيف المياه وفق تقسيم مختبر الملوحة الأمريكي وتصنيف منظمة الأغذية والزراعة (FAO)، ورسم خرائط كنتورية تبين التوزيع المكاني لتركيز العناصر بمياه الري، ورسم أعمدة بيانية تمثل تركيز العناصر في مياه الري ، وكذلك استخدام برنامج (Rock Works 2006) لتبين العناصر السائدة بالمياه وفقا لمثلث بايبر (3).

1.4. رسم خريطة كنتورية توضح التوزيع الملحي للآبار السطحية بالمنطقة

من خلال الشكل (3) الذي يوضح الأعمدة البيانية والخريطة الكنتورية في الشكل (4) نلاحظ ارتفاع تركيز قيم الأملاح الذائبة الكلية TDS في الجزء الشمال الشرقي للمشروع فكانت أعلى قيمة 3974.4 مليجرام/ لتر في البئر Wd20, واقل قيمة كانت 2099.2 مليجرام/ لتر Wd9 على التوالى. وتعتبر جميع مياه الآبار السطحية بالمشروع ذات ملوحة عالية جداً (C4), أي أن المياه غير صالحة للري في الظروف الاعتيادية ولا تصلح إلا لري محاصيل شديدة التحمل للملوحة في تربة جيدة النفاذية والصرف جيد.

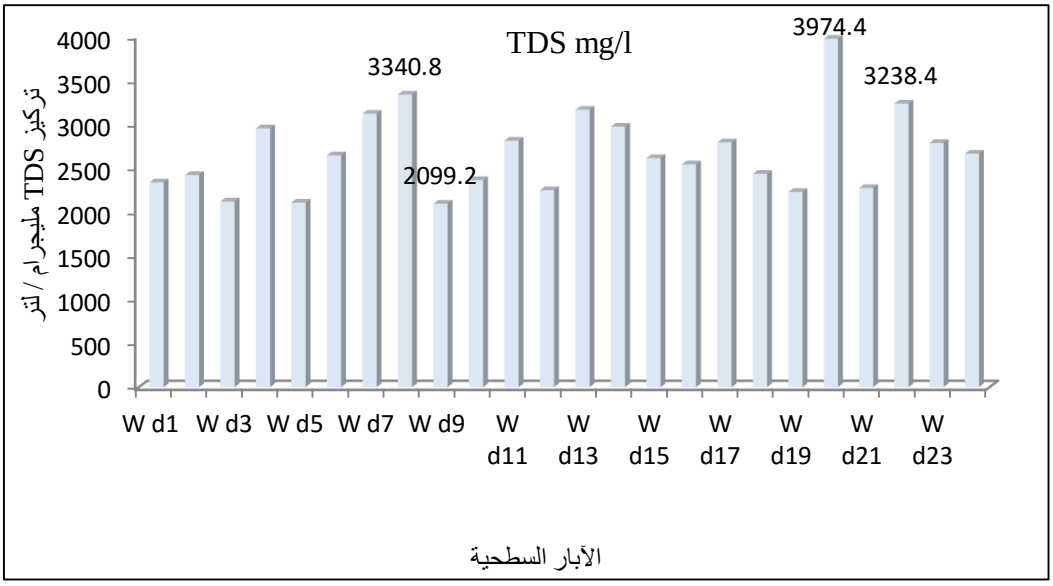
2.4. نتائج الآبار السطحية بمشروع سوف الجين

1.2.4. رسم الأعمدة البيانية والخرائط الكنتورية للآبار السطحية بمشروع سوف الجين

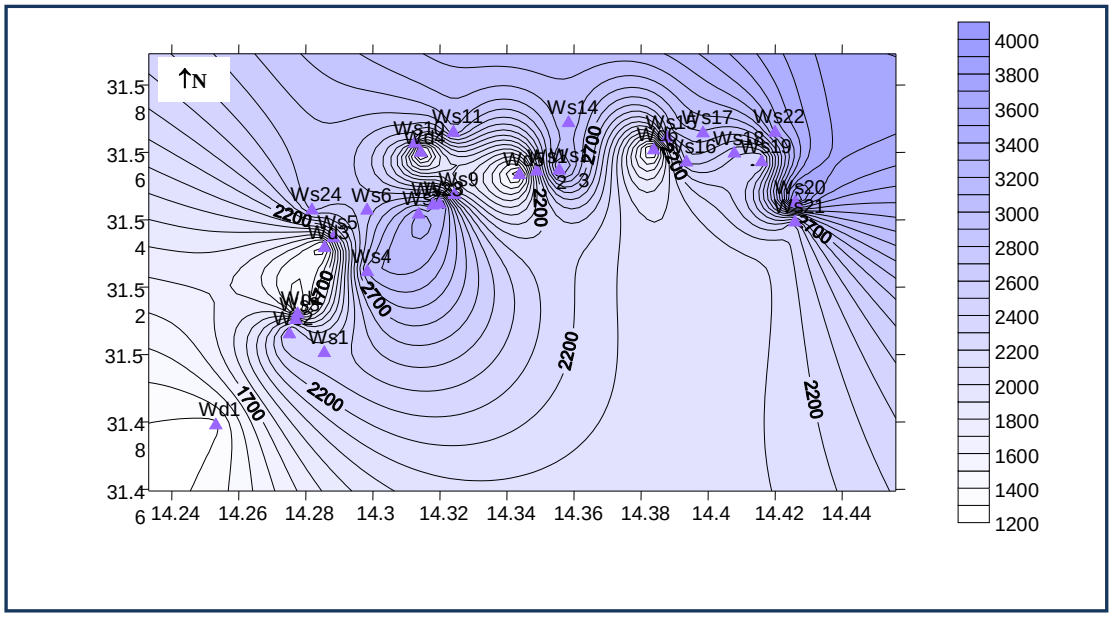
ومن الشكل (5) والخارطة الكنتورية بالشكل (6) والذي يوضح توزيع قيم الأملاح الكلية الذائبة في آبار الدراسة فكانت كمية الأملاح الذائبة في الآبار WS15, WS10 ,WS12, WS5 حوالي 2617.6, 2368, 2252.8, 2112 مليجرام/لتر على الترتيب وهى تعتبر شديدة الملوحة C4, أي أن المياه غير صالحة للري في الظروف الاعتيادية ولا تصلح إلا لري محاصيل شديدة التحمل للملوحة في تربة جيدة النفاذية والصرف, أما البئرWs3 وتقدر بحوالي 1484.8 مليجرام/لتر فهو ذات ملوحة عالية C3, ولا تستخدم هذه المياه إلا بوجود شبكة صرف فعالة والمحاصيل عالية التحمل للملوحة.

ونلاحظ من الأعمدة البيانية شكل (7) والخريطة الكنتورية شكل (8) انه أعلى قيمة للتوصيل الكهربي في الآبار السطحية كانت في البئر WS3,WS5,WS12,WS10,WS15 حيث وصلت إلى 4.09, 3.7, 3.52, 3.3, 2.32 مايكروسيمينس/سم وعند درجة حرارة 25مْ, على الترتيب أي أن المياه ذات ملوحة عالية جداً.

وبالنظر للأعمدة البيانية بالشكل (9) وللتوزيع المكاني لقيم درجة التفاعل بالشكل (10)، نجد أن أعلى قيمة كانت في البئر Ws3 حيث وصلت القيمة للآبار الثلاثة إلى 7.62 وهى أعلى قيمة لـدرجة الحموضة pH في الآبار السطحية.



شكل 3. تركيز الأملاح الكلية الذائبة في مياه الآبار السطحية بمشروع سوف الجين لسنة 2017



شكل 4. خارطة كنتورية تبين التوزيع المكاني لقيم الأملاح الذائبة الكلية بمشروع سوف الجين لسنة 2017

كما نلاحظ من الشكل (13) والخريطة شكل (14) أن توزيع الكالسيوم بسيط إلا انه هناك تركيز عالي منه في البئر Ws5, Ws12, Ws10, Ws15 حيث وصل إلى 208 ,188 ,180 ,168 مليجرام/لتر.

كما نلاحظ من الشكل (13) والخريطة شكل (14) أن توزيع الكالسيوم بسيط إلا انه هناك تركيز عالي منه في البئر Ws5, Ws12, Ws10, Ws15 حيث وصل إلى 208 ,188 ,180 ,168 مليجرام/لتر.

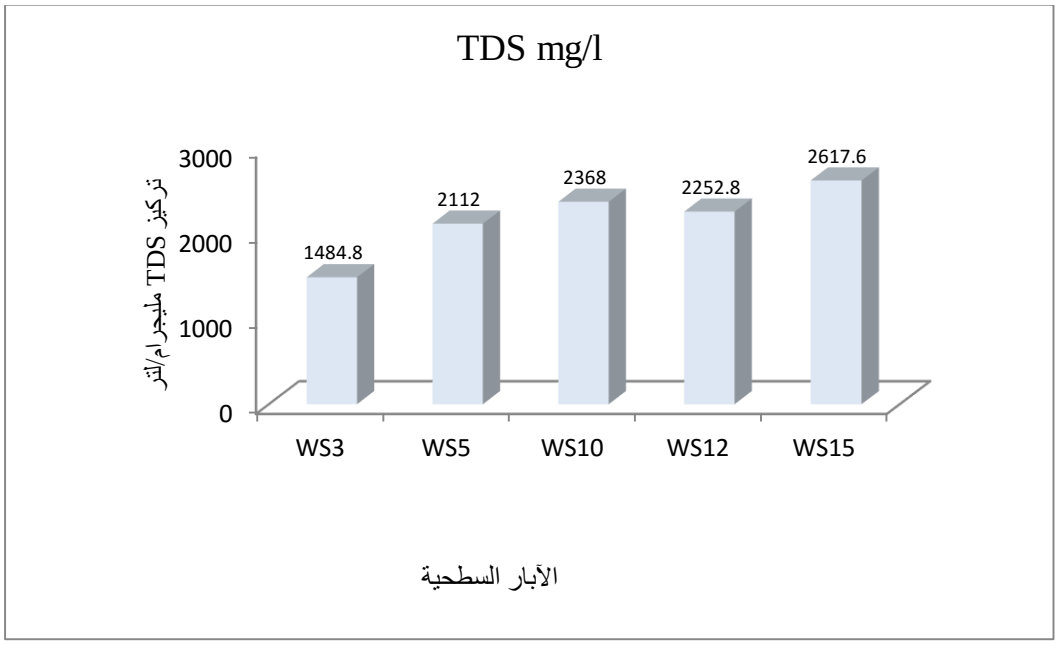
وعند النظر للأعمدة البيانية شكل (15) وإلى خارطة التوزيع المكاني لقيم الماغنسيوم شكل (16) نجد أن تركيز الماغنسيوم عالي في الآبار السطحية ليصل إلى 218.4, 194.4, 154.8, 180, 127.2 مليجرام/ لتر في الآبار Ws15, Ws10, Ws12, Ws5, Ws3على الترتيب.

وبالنظر لقيم الأعمدة البيانية للبوتاسيوم في الشكل (17) والخارطة الكنتورية شكل (18) نجد إن أعلى تركيز للعنصر في البئر Ws3 بتركيز 18.33 مليجرام /لتر, ونلاحظ أيضا أن اقل تركيز له كان في البئر Ws5 ليصل إلي15.21 مليجرام /لتر.

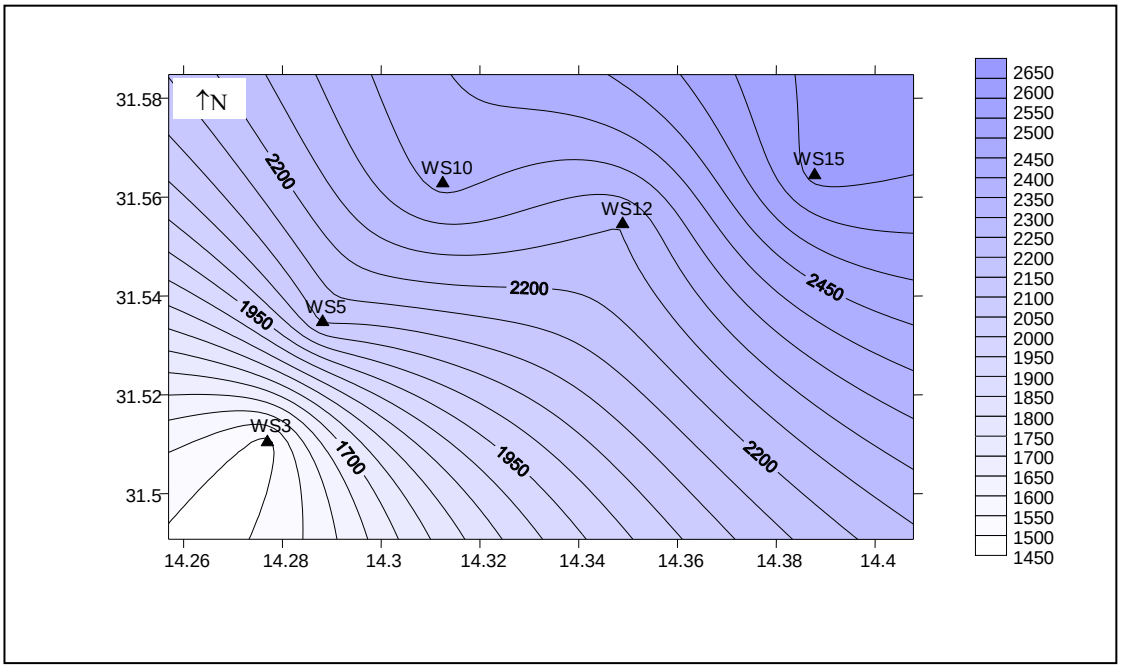
ومن خلال شكل (19) والخريطة المبينة بالشكل (20) نلاحظ ارتفاع قيمة الكلوريد في الآبار السطحية فكانت 653.2 ،596.4 ،553.8 ،525.4 ،372.75 مليجرام/لتر وخاصة في الآبار Ws5, Ws15 Ws10, Ws12, Ws3 على الترتيب.

ومن الشكل (21) والخارطة شكل (22) نلاحظ أن أعلى تركيز للبيكربونات في البئر WS3 ليصل إلى 257.42 مليجرام/ لتر, ومرتفعة بعض الشيء في الآبارWs10 ,Ws15, Ws12 أما البئر Ws5 فسجل اقل تركيز للبيكربونات ليصل إلى 193.98 مليجرام/ لتر في مياه آبار المشروع.

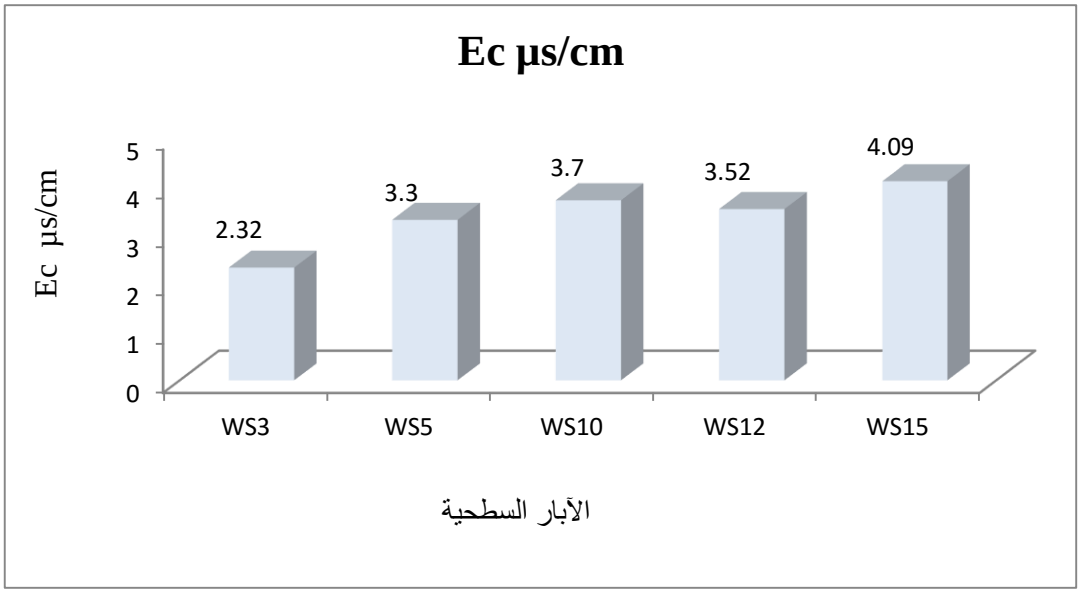
ومن الشكل (23) الخريطة الكنتورية شكل (24) نلاحظ أن أعلى تركيز لأيون الكبريتات في الآبار Ws10, Ws15 ليصل 1342.32،1569.12 مليجرام/ لتر، في حين أقل تركيز 720.72 مليجرام/ لتر في البئر Ws3.



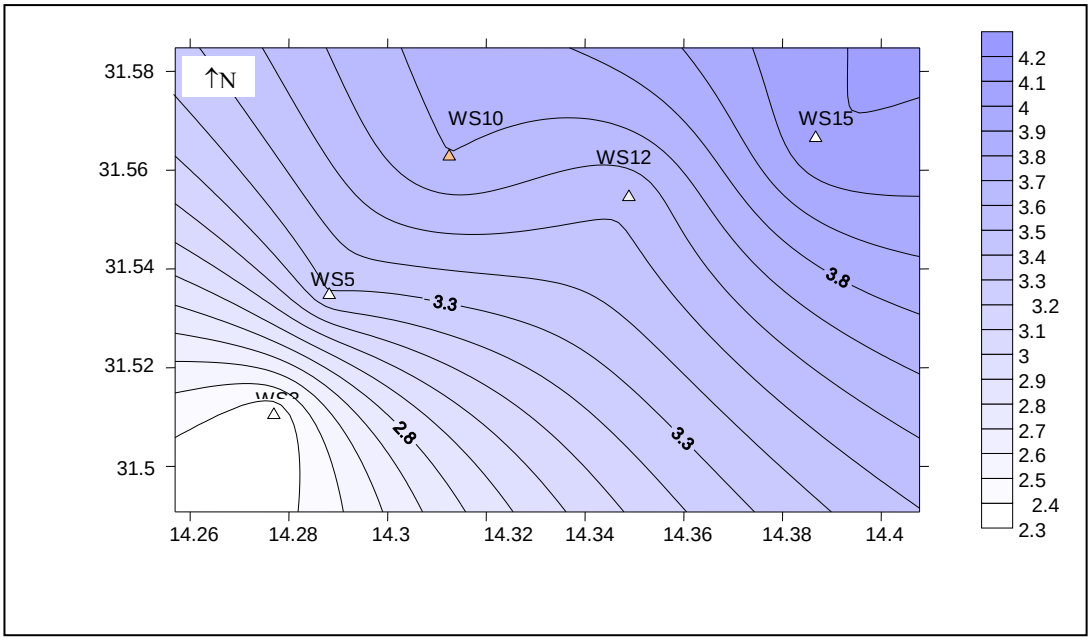
شكل 5. تركيز الأملاح الكلية الذائبة في مياه الآبار السطحية بمشروع سوف الجين لسنة 2017 .



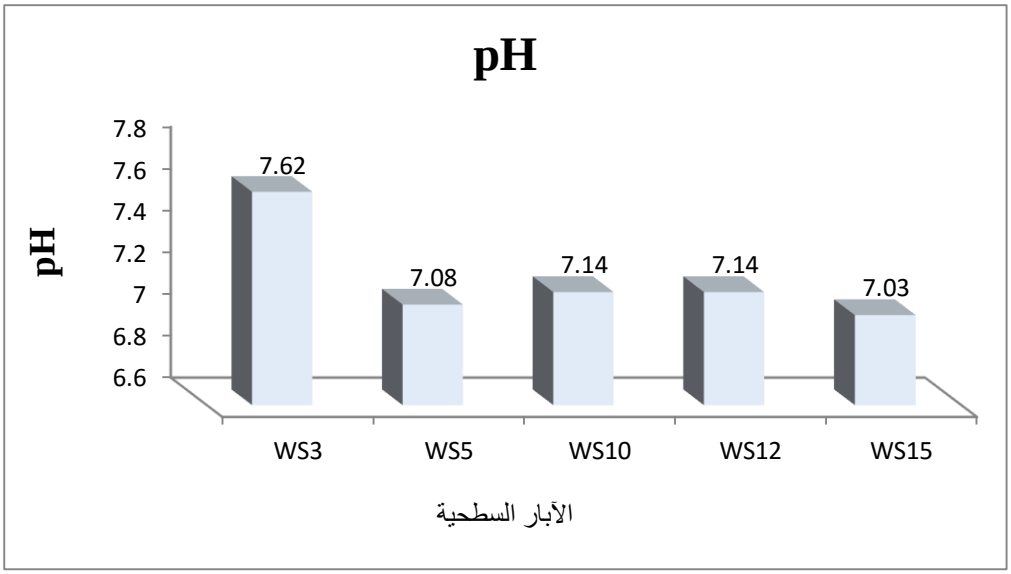
شكل 6. خارطة كنتورية تبين التوزيع المكاني لقيم الأملاح الذائبة الكلية بمشروع سوف الجين لسنة 2017.



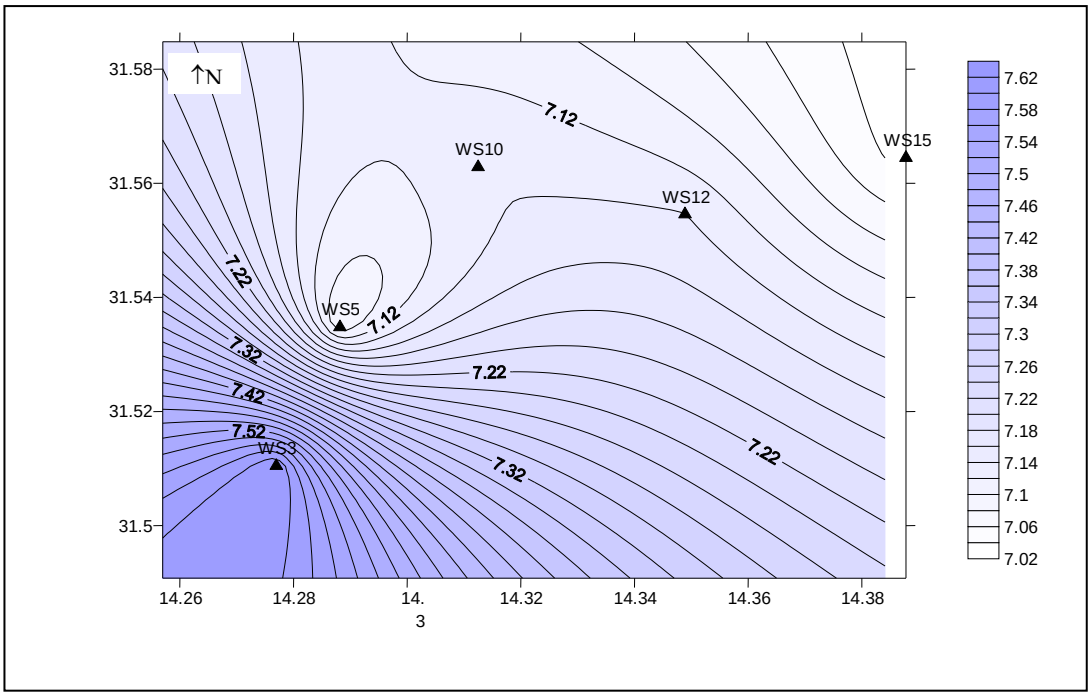
شكل 7. التوصيل الكهربي في مياه الآبار السطحية بمشروع سوف الجين لسنة 2017.



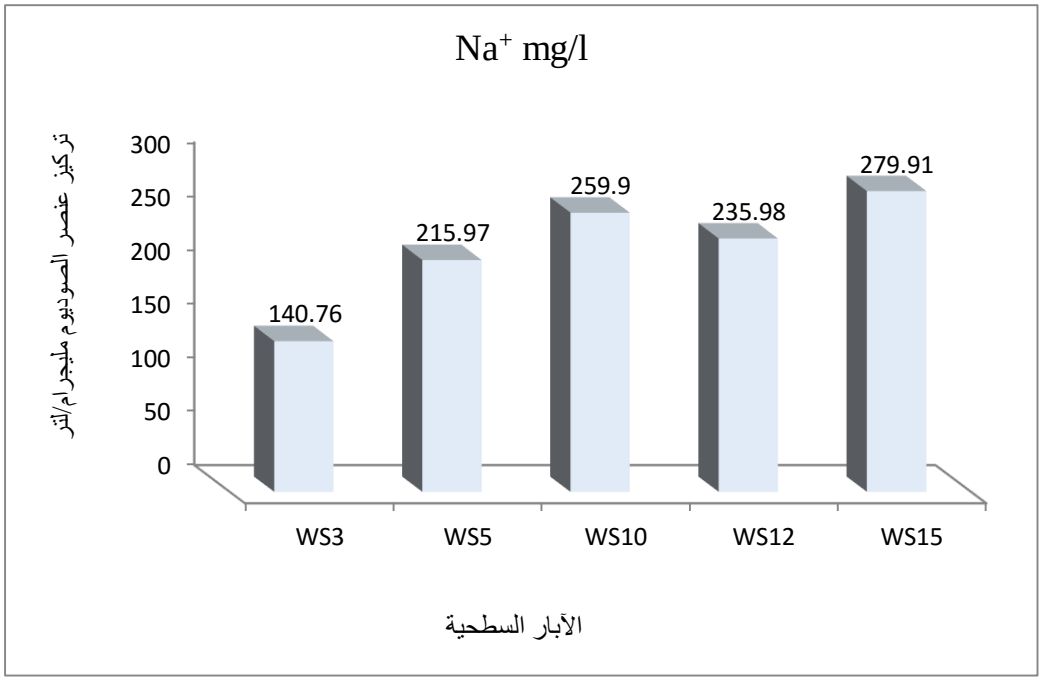
شكل 8. خارطة كنتورية تبين التوزيع المكاني لقيم التوصيل الكهربي بمشروع سوف الجين لسنة 2017.



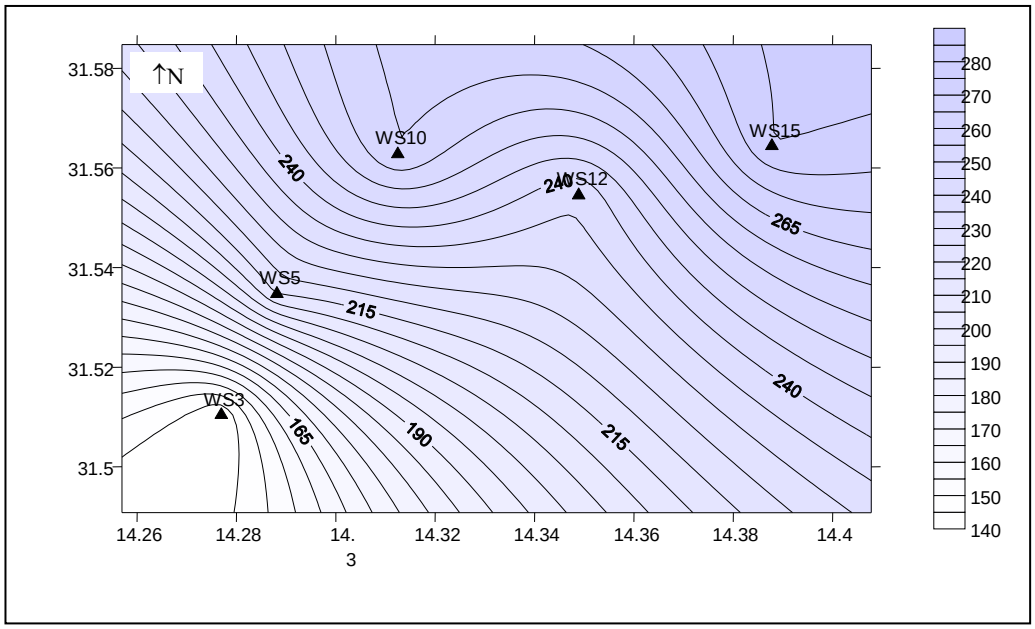
شكل 9. درجة التفاعل في مياه الآبار السطحية بمشروع سوف الجين لسنة 2017.



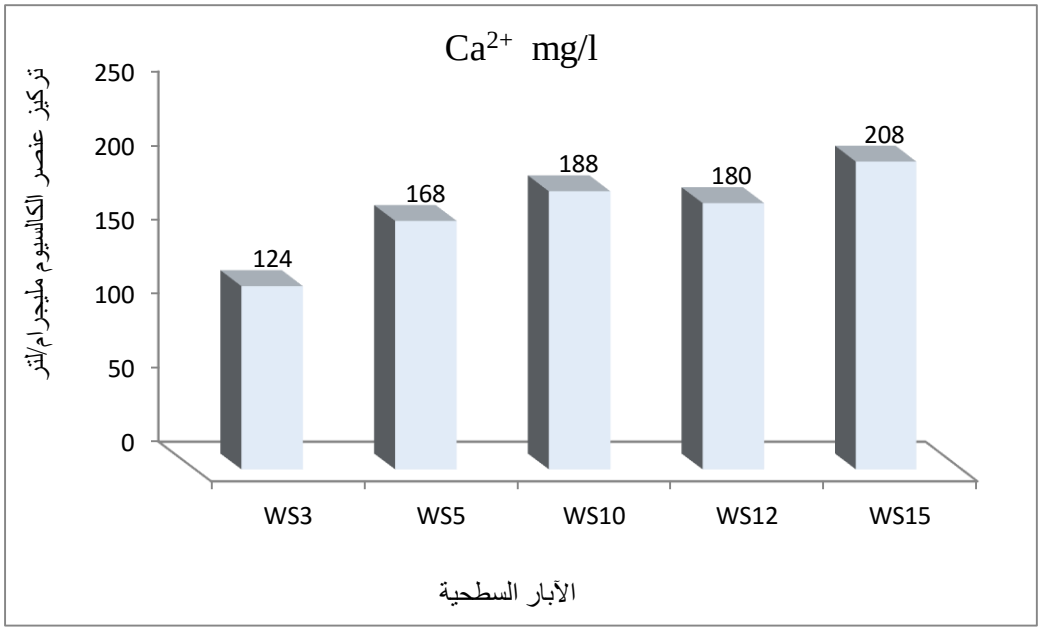
شكل 10. خارطة كنتورية تبين التوزيع المكاني لقيم درجة التفاعل بمشروع سوف الجين لسنة 2017.



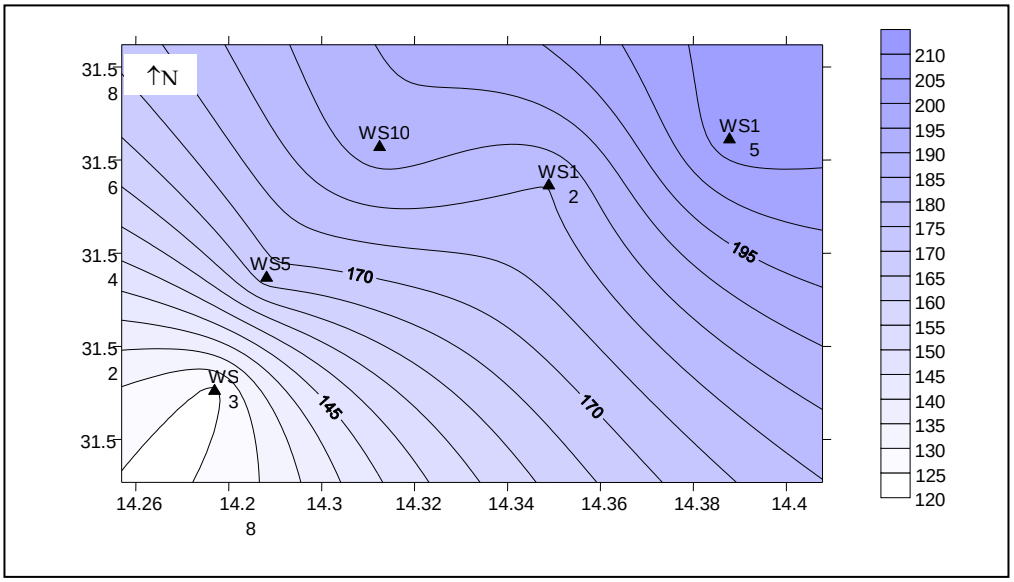
شكل 11. تركيز الصوديوم في مياه الآبار السطحية بمشروع سوف الجين لسنة 2017.



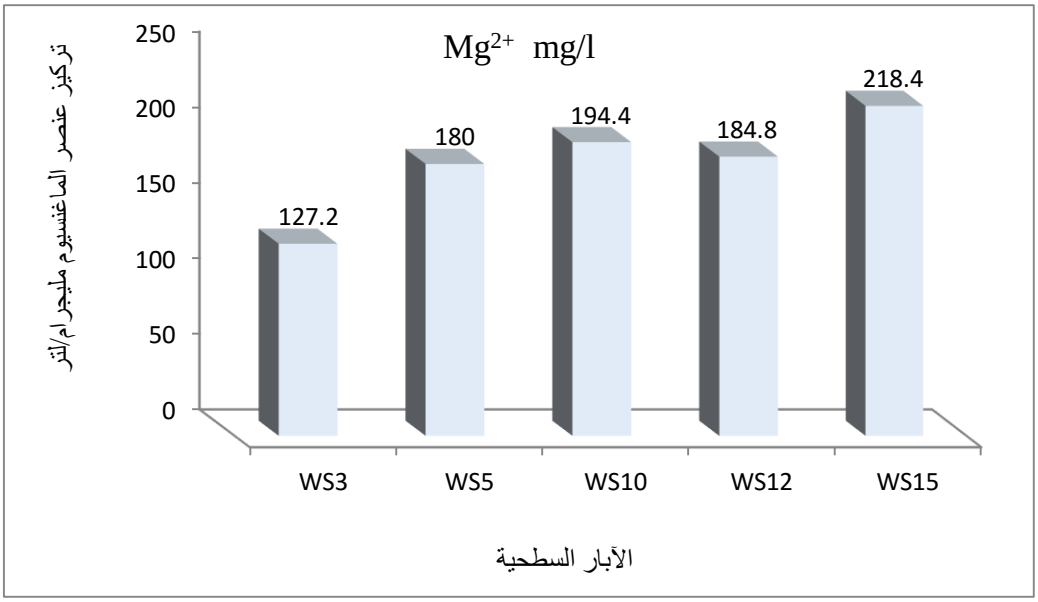
شكل 12. خارطة كنتورية التوزيع المكاني لقيم الصوديوم بمشروع سوف الجين لسنة 2017.



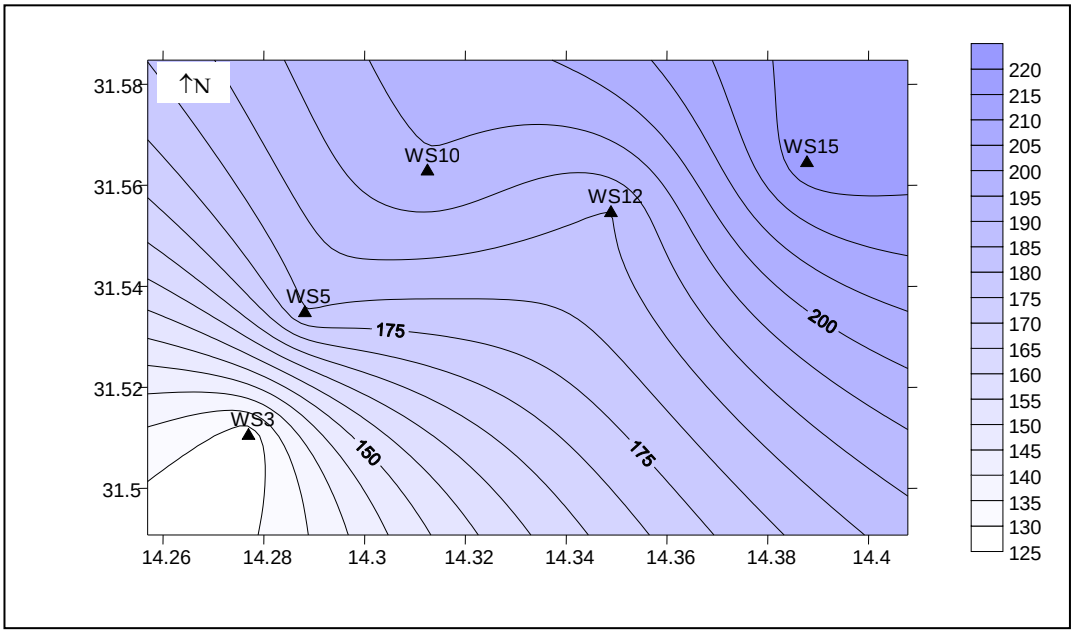
شكل 13. تركيز الكالسيوم في مياه الآبار السطحية بمشروع سوف الجين لسنة 2017.



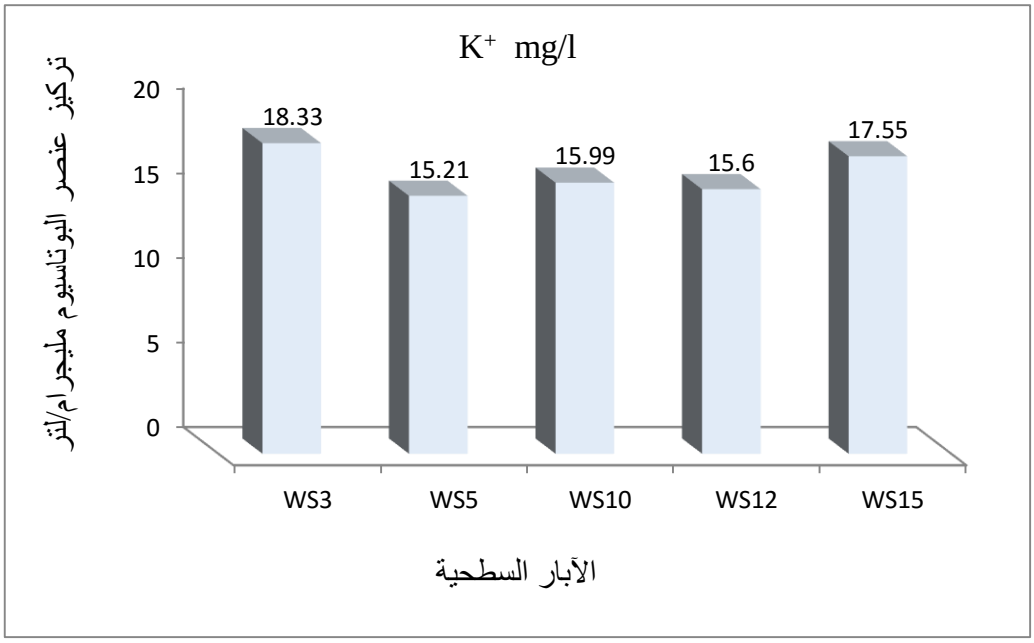
شكل 14. خارطة كنتورية تبين التوزيع المكاني لقيم الكالسيوم بمشروع سوف الجين لسنة 2017.



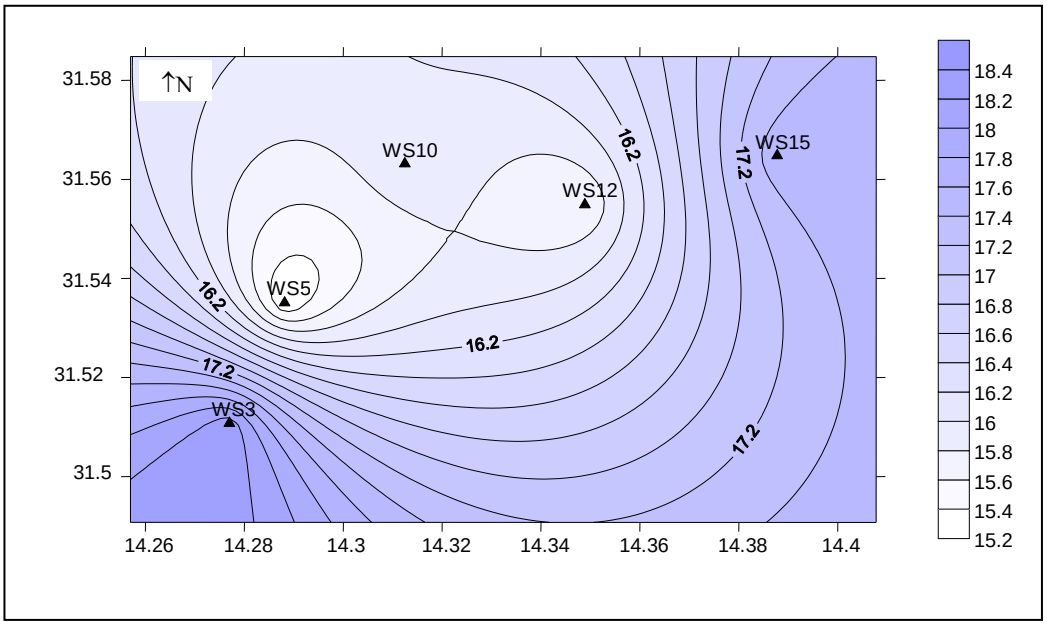
شكل 15. **تركيز عنصر الماغنسيوم في مياه الآبار السطحية بمشروع سوف الجين لسنة 2017.**



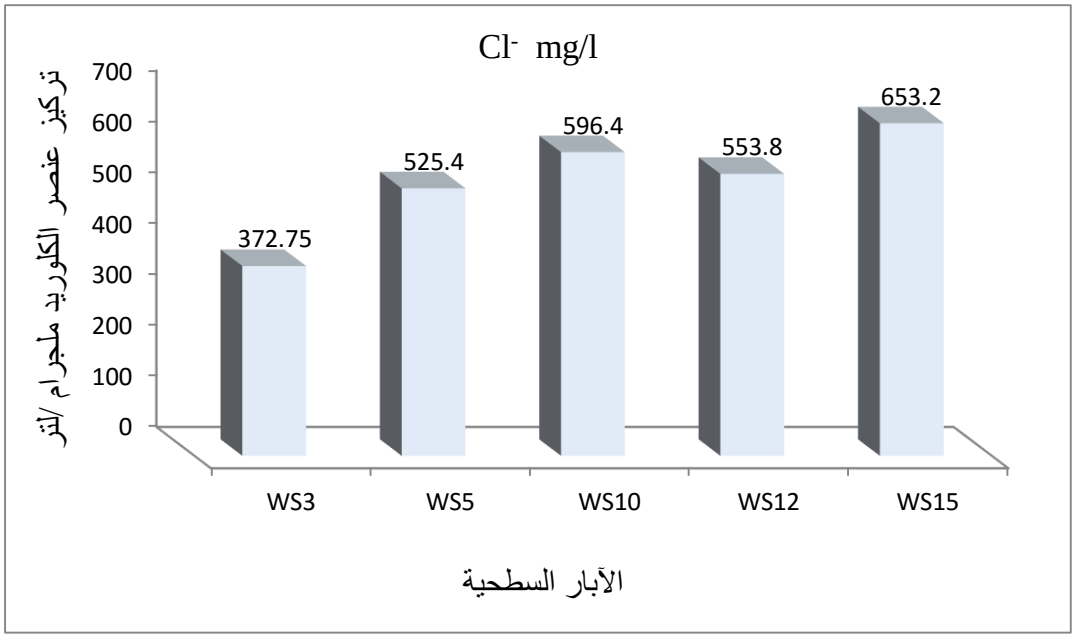
شكل 16. **خارطة كنتورية تبين التوزيع المكاني لقيم الماغنسيوم بمشروع سوف الجين لسنة 2017.**



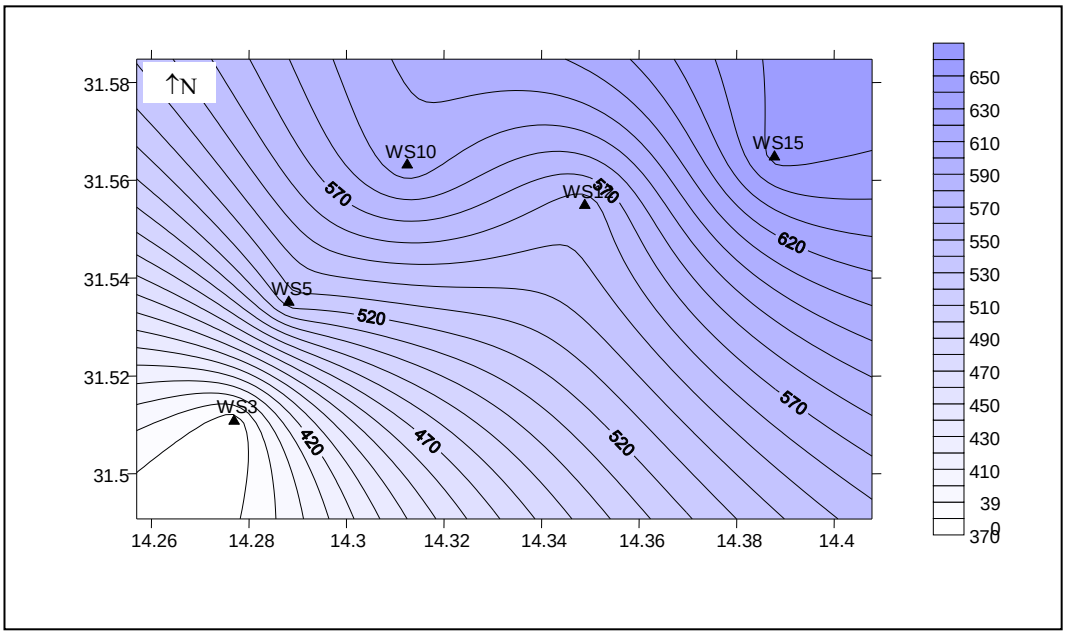
شكل 17. **تركيز عنصر البوتاسيوم في مياه الآبار السطحية بمشروع سوف الجين لسنة 2017.**



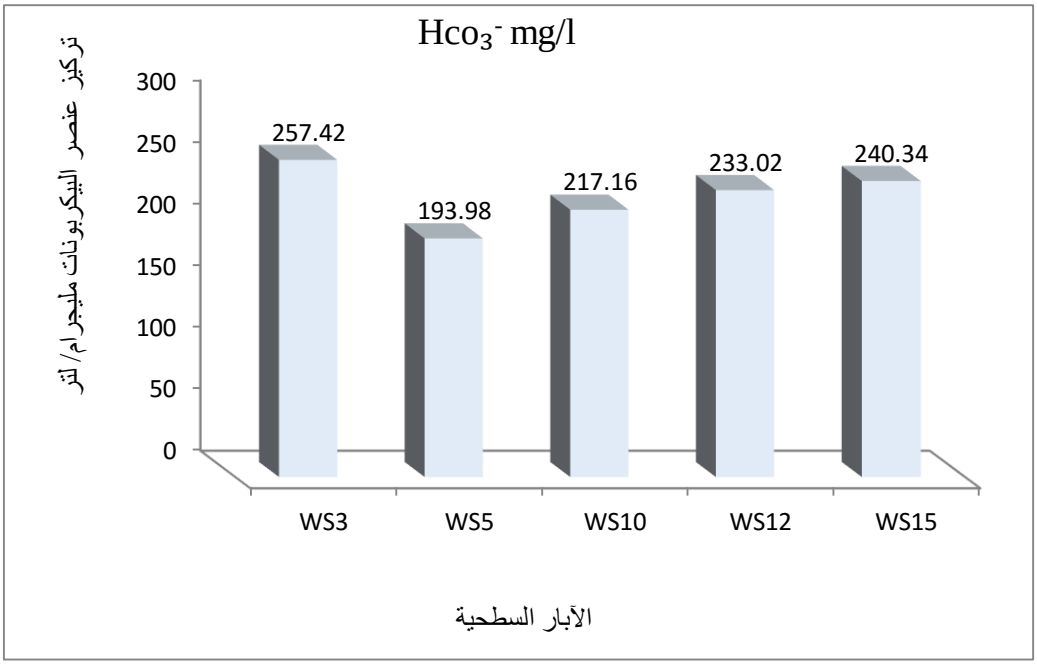
شكل 18. **خارطة كنتورية تبين التوزيع المكاني لقيم البوتاسيوم بمشروع سوف الجين لسنة 2017.**



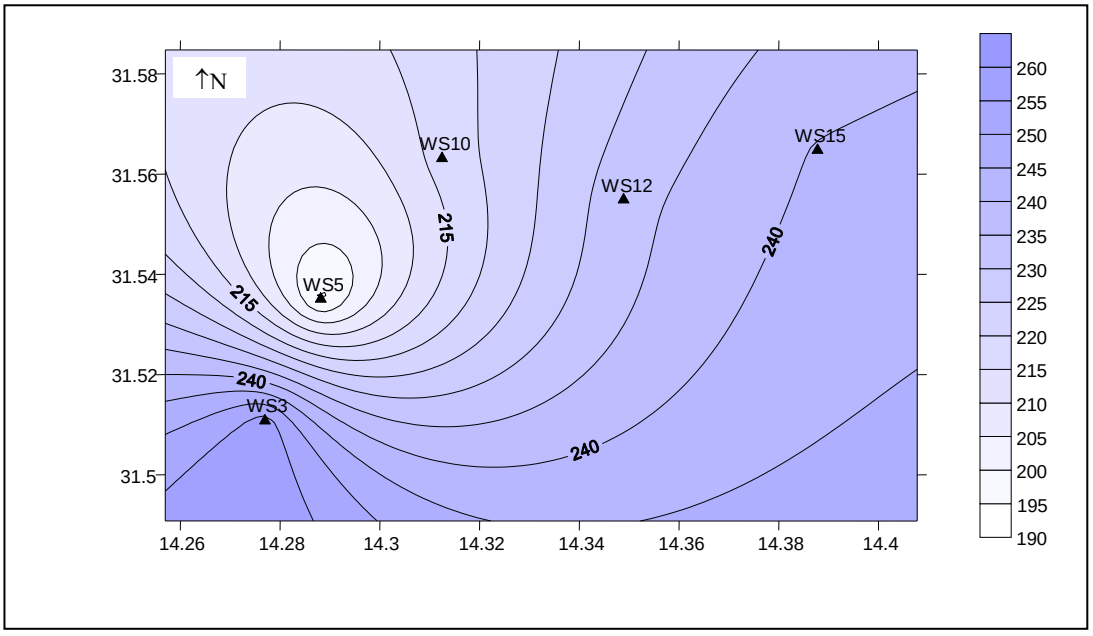
شكل 19. تركيز عنصر الكلوريد في مياه الآبار السطحية بمشروع سوف الجين لسنة 2017.



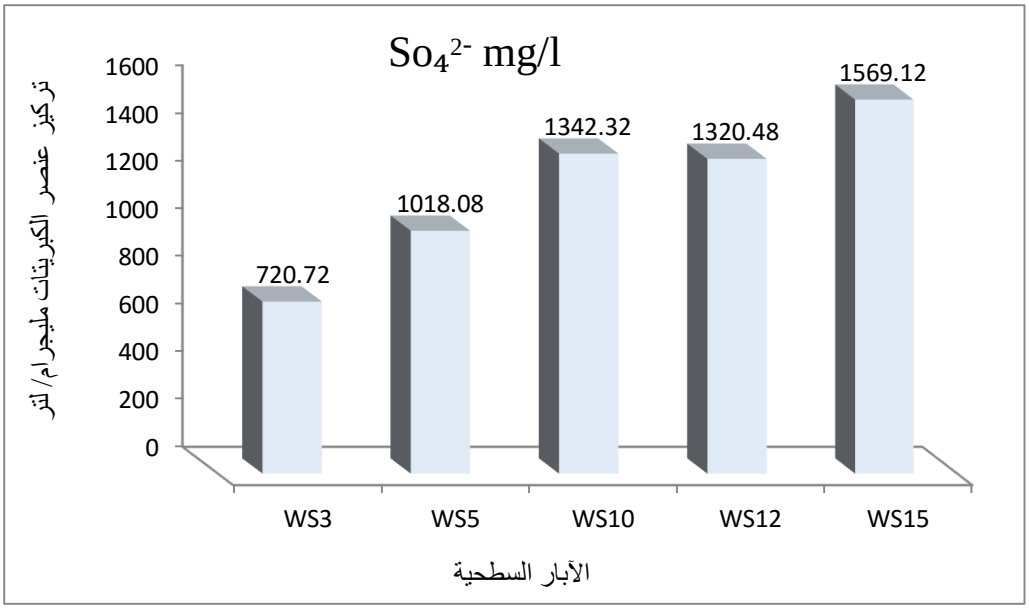
شكل 20. خارطة كنتورية تبين التوزيع المكاني لقيم الكلوريد بمشروع سوف الجين لسنة 2017.



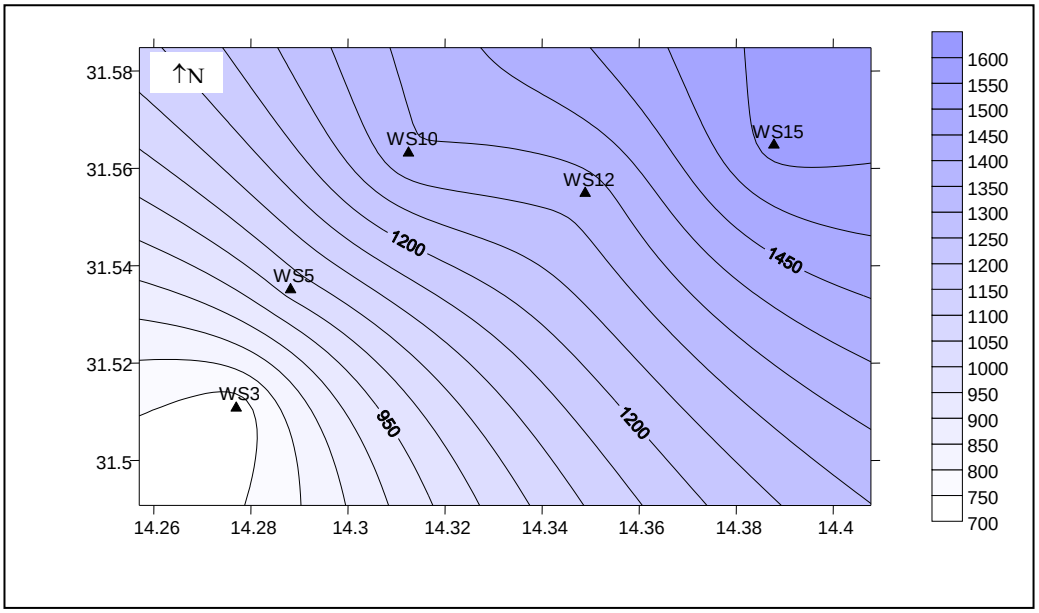
شكل 21. تركيز عنصر البيكربونات في مياه الآبار السطحية بمشروع سوف الجين لسنة 2017.



شكل 22. خارطة كنتورية تبين التوزيع المكاني لقيم البيكربونات بمشروع سوف الجين لسنة 2017.



شكل 23. تركيز عنصر الكبريتات في مياه الآبار السطحية بمشروع سوف الجين لسنة 2017.



شكل 24. خارطة كنتورية تبين التوزيع المكاني لقيم الكبريتات بمشروع سوف الجين لسنة 2017.

2.2.4. تصنيف مختبر الملوحة الأمريكي للآبار السطحية بمشروع سوف الجين

حيث أوضحت النتائج وجود زيادة في قيم الملوحة الكلية Ec وتركيز الايونات الرئيسية بالإضافة إلى انخفاض قيم نسبة الصوديوم المدمص SAR، ومن خلال تصنيف مختبر الملوحة الأمريكي المبين بالشكل (25), وجد أن الآبار السطحية Ws3، Ws5، Ws10، Ws12، Ws15 وقعت ضمن الصنف C4-S1 أي المياه ذات ملوحة عالية جداً ومنخفضة الخطورة الصودية، حيث تستخدم فقط في الترب الجيدة الصرف ذات القوام الخشن وان وجود الصوديوم قد يسبب مشكلة إنخفاض النفاذية ويتم استخدام هذه النوعية فقط مع المحاصيل ذات التحمل الملحي العالي.

نلاحظ أن قيمة RSC كلها ذات قيمة سالبة وذلك يعني أن تركيز Ca^{2+}. Mg^{2+} أعلى من تركيز CO_3^{2-}, HCO_3^- أي لا توجد كربونات متبقية.

نلاحظ زيادة في قيمة Adj SAR عن SAR وهذا يعني إن مياه الري لها القدرة على ترسيب كربونات الكالسيوم في التربة .

3.2.4. تصنيف منظمة الأغذية والزراعة (FAO) للآبار السطحية بمشروع سوف الجين

وقد تم تصنيف نوعية مياه الري بآبار الدراسة وفق دليل منظمة الغذاء والزراعة الدولية الفاو.

1. بالنسبة لمؤشر الملوحة

وجد أن التوصيل الكهربي الآبار السطحية Ws5، Ws10، Ws12، Ws15 يتراوح ما بين 3300 – 4090 مايكرو سيمينس/سم أي أن هناك مشكلة حادة عند استخدام هذه المياه, ولكن البئر Ws3 فكانت قيمة التوصيل الكهربي 2320 مايكرو سيمينس/سم إي أن هناك زيادة في المشكلة عند استخدام هذه المياه.

2. سمية بعض الايونات

أ- الصوديوم: (نسبة ادمصاص الصوديوم المعدلة adj SAR)

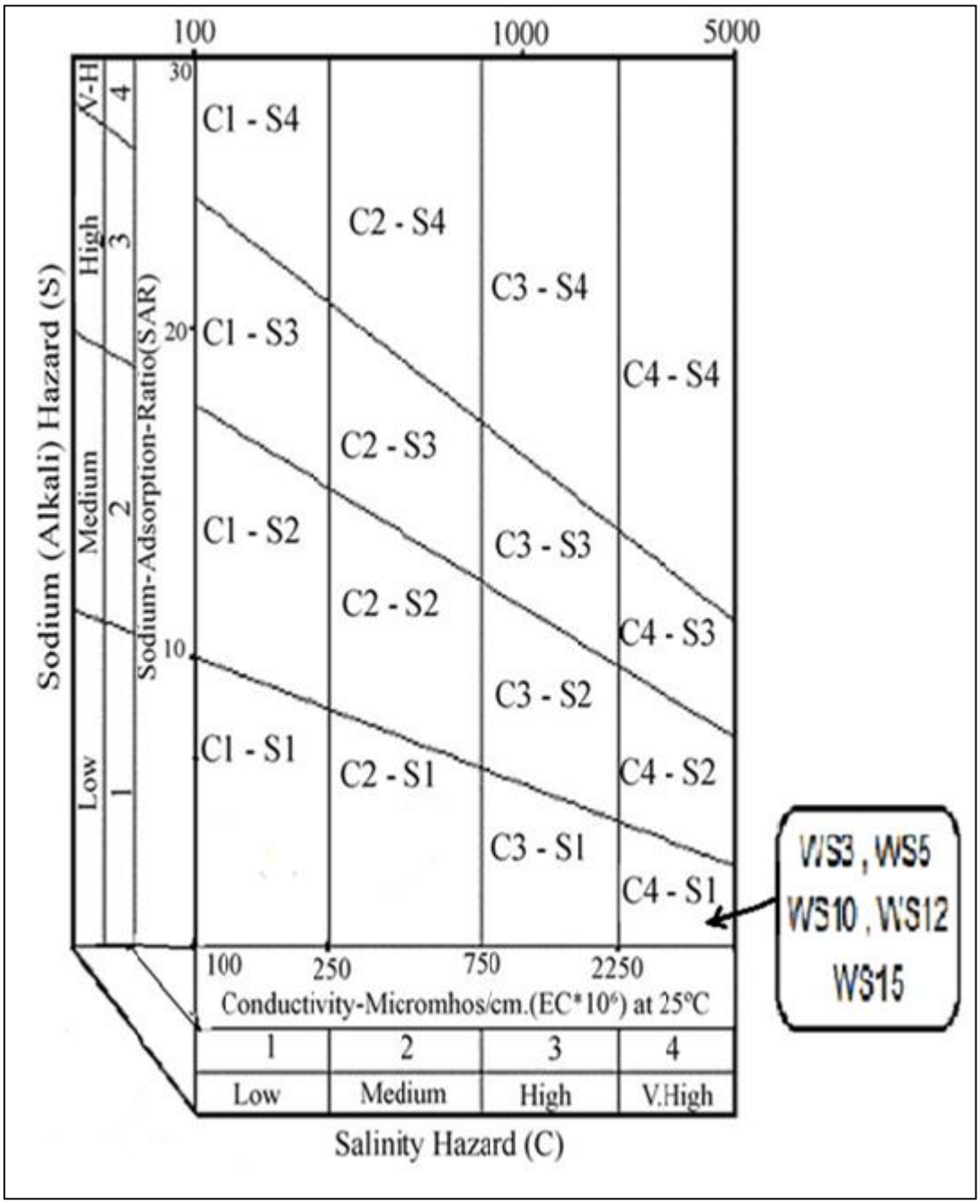
فان قيمة adj SAR للآبار السطحية بالمشروع تتراوح ما بين 5.28–7.72 أي أن هناك زيادة في مشكلة.

ب- الكلوريد

بالنسبة للآبار السطحية المدروسة فان قيمة الكلوريد كانت تتراوح ما بين 10.5– 18.4 مليمكافئ/ لتر, أي أن هناك مشكلة حادة عند استخدامها للري.

3. تأثير البيكربونات

بالنسبة للبيكربونات كانت قيمة تتراوح ما بين 3.18 – 4.22 مليمكافئ/ لتر, أي أن هناك زيادة في المشكلة لجميع الآبار السطحية عند استخدام هذه المياه في حالة الري بالرش، حيث تتمثل في ظهور بقع بيضاء على أوراق بعض المحاصيل.



شكل 25. مخطط مختبر الملوحة الأمريكي لتصنيف مياه الآبار السطحية بمشروع سوف الجين لسنة 2017.

جدول 1. يبين تصنيف مياه الآبار السطحية بمشروع سوف الجين الزراعي .

التصنيف	adj SAR	SAR	SSP	RSC	Ec µs/cm2 5c°	TDS mg/l	pH	البئـر
C4-S1	5.28	2.12	34.3	-12.58	2320	1484.8	7.62	Ws3
C4-S1	6.59	2.75	37.2	-20.22	3300	2112	7.08	Ws5
C4-S1	7.58	3.15	39.4	-22.04	3700	2368	7.14	Ws10
C4-S1	7.05	2.93	38.2	-20.58	3520	2252.8	7.14	Ws12
C4-S1	7.72	3.22	38.6	-24.66	4090	2617.6	7.03	Ws15

4.2.4. الأس الهيدروجيني

كانت قيمة الأس الهيدروجيني تتراوح ما بين 7.03 – 7.62 أي أن جميع الآبار السطحية تقع ضمن المعدل الاعتيادي.

5.2.4 . نسبة الصوديوم الذائبة SSP

من خلال النتائج المتحصل عليها من الجدول (3) نجد أن نسبة تركيز أيون الصوديوم الذائبة (SSP) ليس لها تأثير ضار على النباتات لأنها تقع في نطاق الحد المسموح به وهو أقل من 50%.

6.2.4. تصنيف نوعية مياه الري للآبار السطحية بمشروع سوف الجين وفق مثلث بايبر (Piper)

ومن خلال مخطط بايبر المبين بالشكل (26) للآبار السطحية لمشروع سوف الجين الزراعي ومقارنته بالشكل السابق لمخطط بايبر وتصنيفه والجدول السابق لتحديد الايونات السائدة في المياه اعتماد على موقعها في مخطط بايبر، يتضح أن الأيونات السائد في مثلث الانيونات من النوع (SO_4^{2-} + Cl^-)، بينما السائد في مثلث الكاتيونات من النوع (Ca^{2+}+Mg^{2+}+Na^+) مع الميل في الزيادة لتركيز الماغنيسيوم.

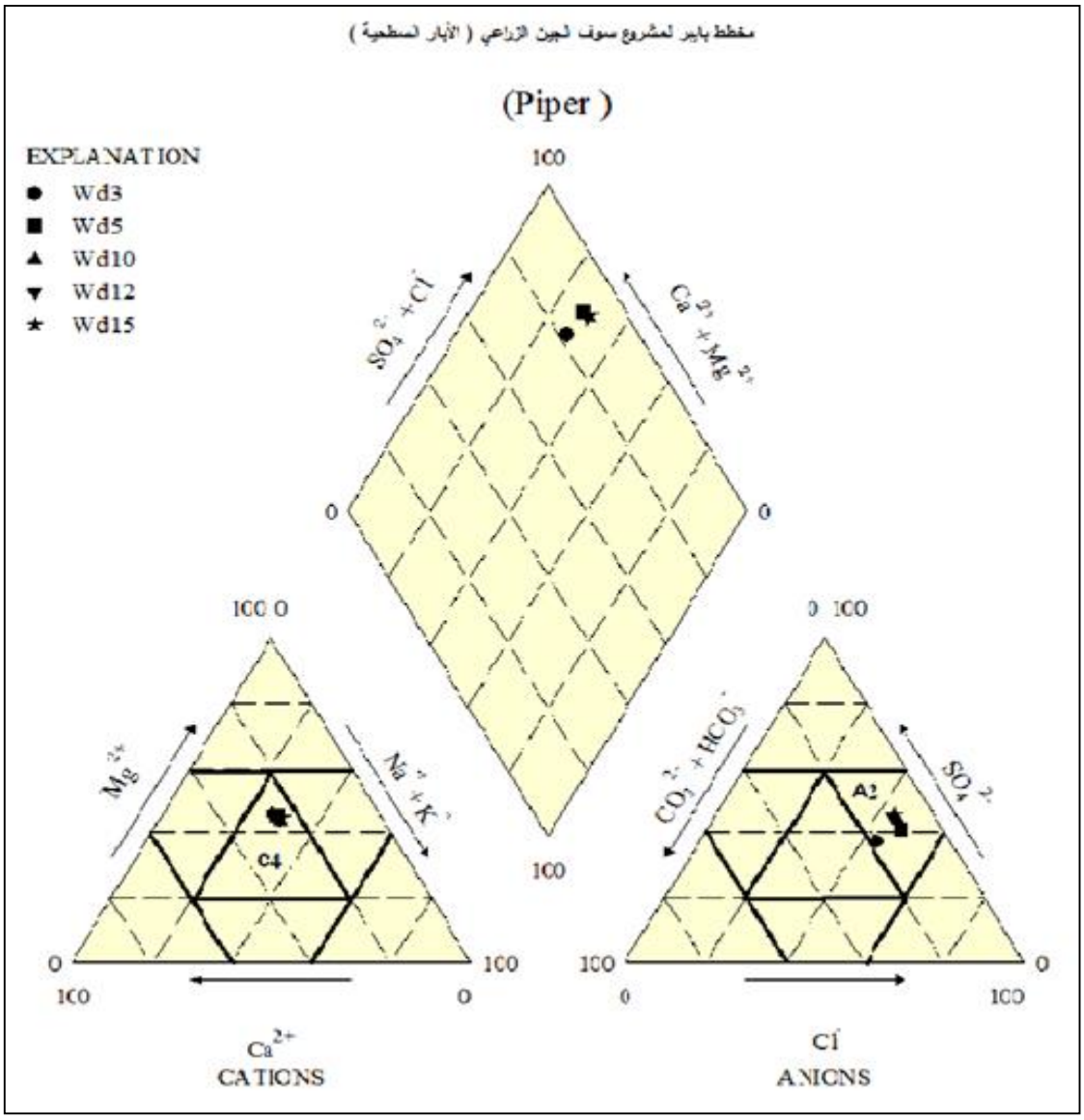
3.4. نتائج الآبار العميقة بمشروع سوف الجين

1.3.4. رسم الأعمدة البيانية والخرائط الكنتورية للآبار العميقة بمشروع سوف الجين

من خلال رسم الأعمدة البيانية التالية والتي تمثل تركيز الايونات بالمليجرام/لتر لمياه الري بالمشروع ومن خلال الخرائط الكنتورية والتي تمثل التوزيع المكاني للعناصر بالمليجرام/لتر، نلاحظ ارتفاع في قيم الأملاح الذائبة الكلية TDS والتوصيل الكهربي Ec والصوديوم Na^+ والكالسيوم Ca^{2+} و الماغنسيوم Mg^{2+} والكلور Cl^- والبيكربونات HCO_3^- والكبريتات SO_4^{2-} في الآبار Wd4 في حين أن Wd6 يمثل اقل تركيز.

ومن خلال النظر للأعمدة البيانية شكل (27) والخارطة الكنتورية شكل (28) لتوزيع قيم الأملاح الكلية الذائبة في الآبار العميقة نجد أن أعلى قيمة كانت في البئر Wd3, Wd4 حيث وصلت إلى 1312 و 1299.2 مليجرام/لتر وهى ذات ملوحة عالية C3 ولاتستخدم هذه المياه إلا بوجود شبكة صرف فعالة والمحاصيل عالية التحمل للملوحة.

بالنظر إلى الأعمدة البيانية شكل (29) والخريطة الكنتورية شكل (30) تبين أن أعلى قيمة للتوصيل الكهربي في الآبار العميقة كانت في البئر Wd3, Wd4 حيث وصلت إلى 2.05 ,2.03 مايكروسيمينس/ سم على الترتيب أي أن المياه ذات ملوحة عالية, وأقل قيمة في البئرWd1 ,Wd6 فكانت 1.99 و1.97 مايكروسيمينس/ سم.



شكل 26. مخطط بايبر لتوضيح نوعية مياه الآبار السطحية بمشروع سوف الجين الزراعي سنة 2017م.

وبالنظر للأعمدة البيانية بالشكل (31) وللتوزيع المكاني لقيم درجة التفاعل بالشكل (32)، نجد أن أعلى قيمة كانت في البئر Wd3 فكانت 7.45 وهى أعلى قيمة لـدرجة الحموضة pH في مياه الآبار العميقة وأقل قيمة في البئرين Wd4 وWd1 بقيمة 7.22.

بالنظر للأعمدة البيانية بالشكل (33) وإلى خريطة التوزيع المكاني لقيم الصوديوم شكل (34) نلاحظ أن إرتفاع تركيز الصوديوم يتركز في جهة الجنوب الشرقي لمشروع سوف الجين وبالتحديد في البئرWd4 ليصل إلى 179.86 مليجرام/ لتر, وأقل قيمة للصوديوم كانت في البئر Wd6 بحوالي 167.9 مليجرام/لتر.

كما نلاحظ من الشكل (35) والخريطة شكل (36) أن توزيع الكالسيوم بسيط و متقارب في جميع الآبار فأعلى تركيز 131.6 مليجرام/ لتر في البئر Wd4 , وأقل تركيز 126.4 مليجرام/ لتر في البئرWd6.

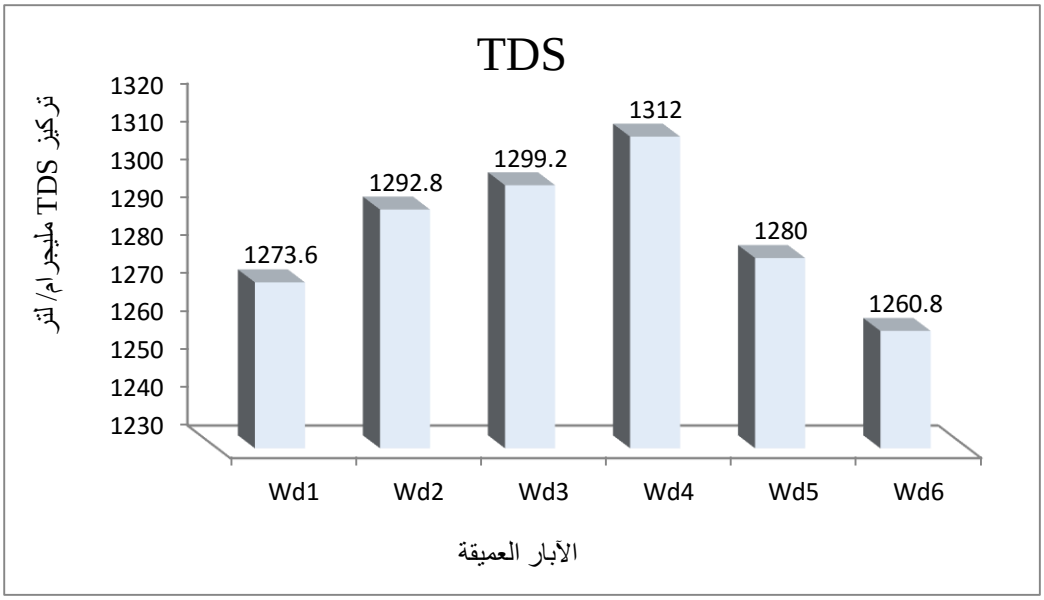
وعند النظر للأعمدة البيانية شكل (37) ولخارطة التوزيع المكاني لقيم الماغنسيوم شكل (38) نجد أن تركيز الماغنسيوم منخفض فيتراوح من 65.76 مليجرام/لتر في البئر Wd6 إلى 72.24 مليجرام/لتر في البئر Wd4على الترتيب.

وبالنظر لقيم الأعمدة البيانية للبوتاسيوم في الشكل (39) والخارطة الكنتورية شكل (40) نجد إن أعلى تركيز للعنصر في البئر Wd4 بتركيز 23.79 مليجرام / لتر, ونلاحظ أيضا أن اقل تركيز له كان في البئر Wd6 ليصل إلى 22.62 مليجرام /لتر.

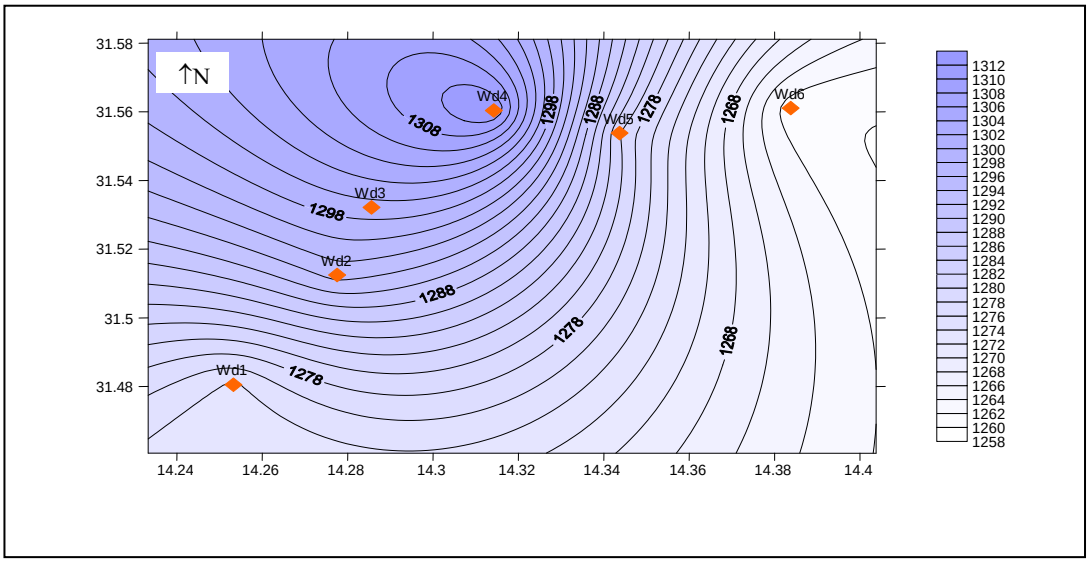
وبالنظر إلى الشكل (41) والخريطة الكنتورية بالشكل (42) نلاحظ ارتفاع في قيمة للكلوريد وخاصة في البئرين Wd3 Wd4 ليصل إلى 337.25 مليجرام/لتر واقل تركيز كان 319.5 مليجرام/لتر في البئر Wd6.

ومن خلال النظر للشكل (43) والخارطة شكل (44) نلاحظ أن أعلى تركيز للبيكربونات في البئر Wd4 بقيمة 168.36 مليجرام/لتر, وأما البئر Wd6 فسجل اقل تركيز للبيكربونات في المشروع. بقيمة 163.48مليجرام/لتر.

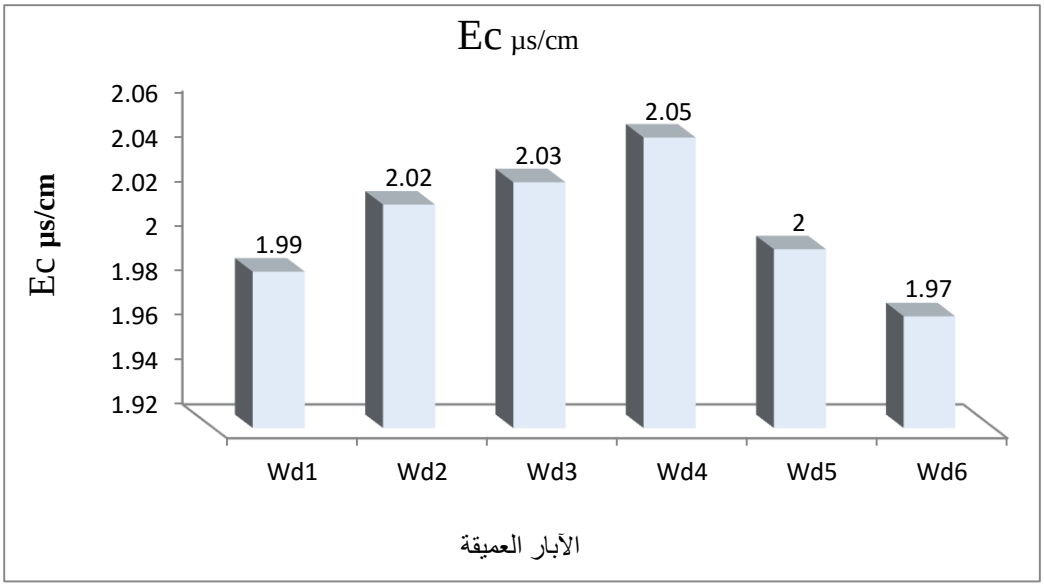
ومن خلال الشكل (45) الخريطة الكنتورية شكل (46) نلاحظ أن البئر Wd4 سجل على أعلى تركيز لأيون الكبريتات بقيمة 712.32 مليجرام/ لتر, واقل تركيز670.32 مليجرام/ لتر بالبئر Wd6 في المشروع لسنة 2017.



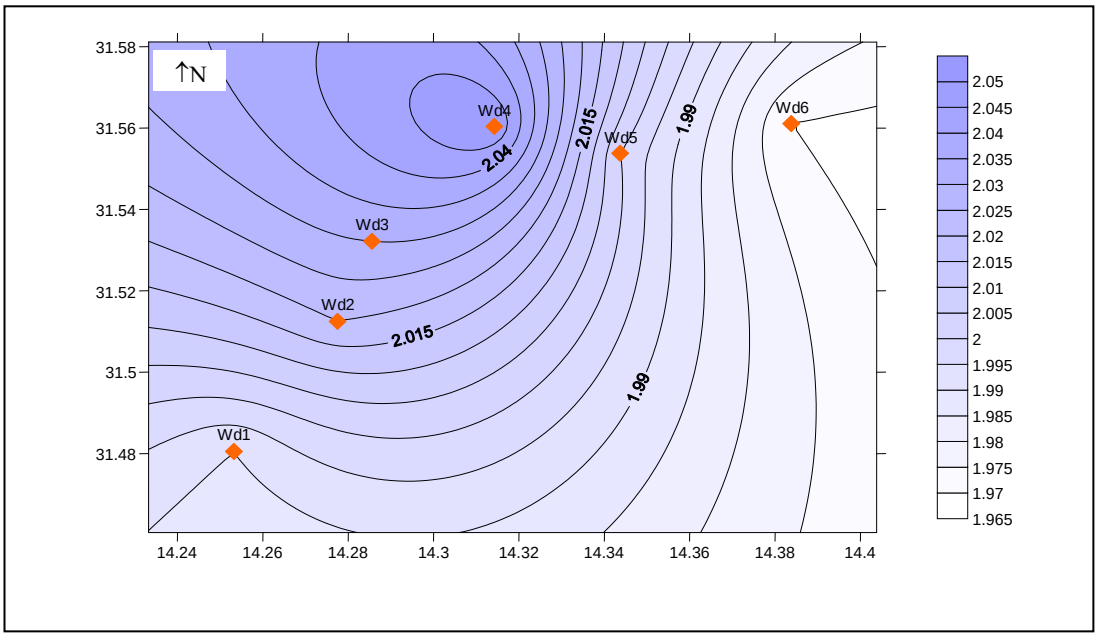
شكل 27. تركيز الأملاح الكلية الذائبة في مياه الآبار العميقة بمشروع سوف الجين لسنة 2017.



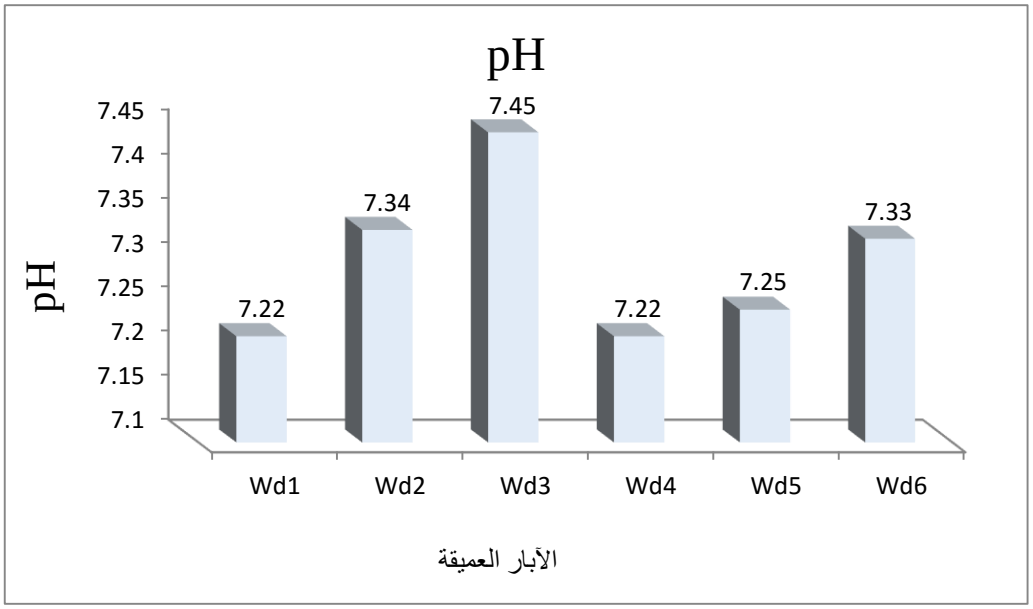
شكل 28. خارطة كنتورية تبين التوزيع المكاني لقيم الأملاح الذائبة الكلية بالآبار العميقة.



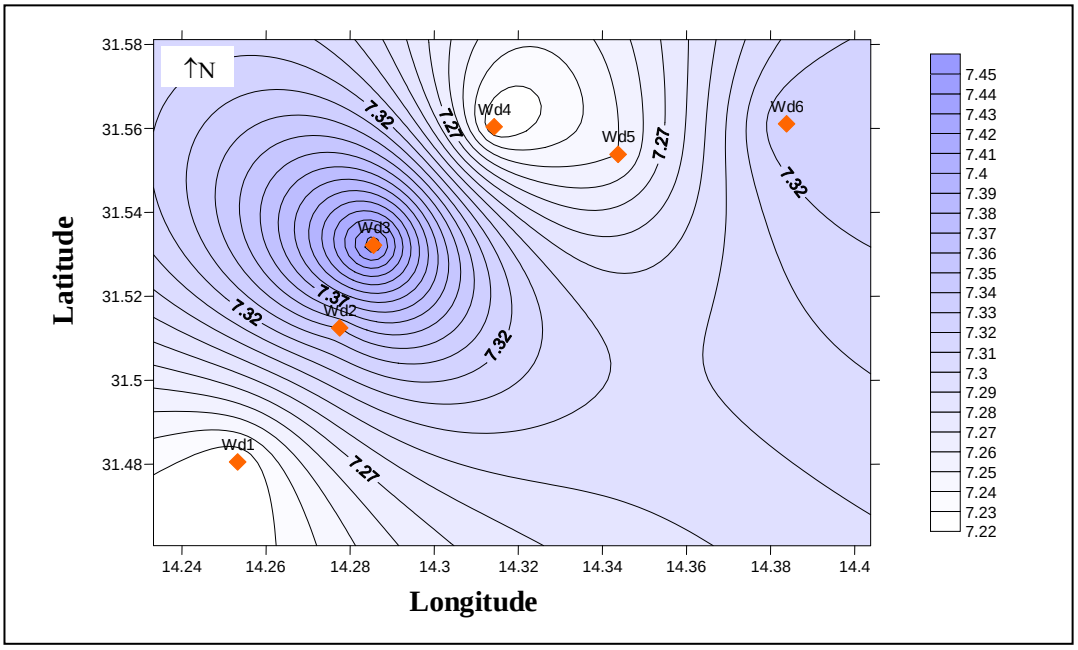
شكل 29. التوصيل الكهربي في مياه الآبار العميقة بمشروع سوف الجين لسنة 2017.



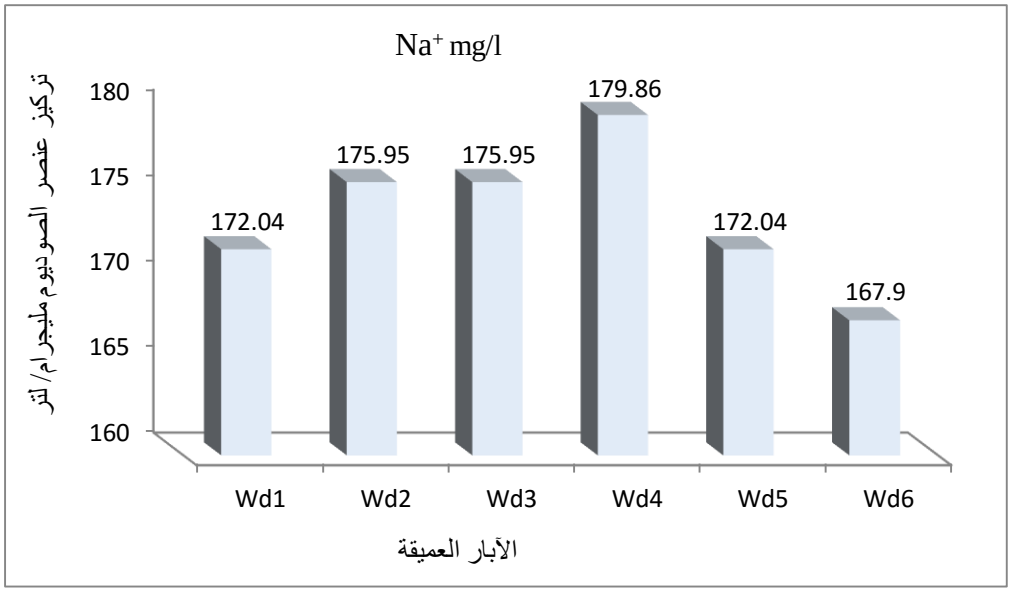
شكل 30. خارطة كنتورية تبين التوزيع المكاني لقيم التوصيل الكهربي بالآبار العميقة.



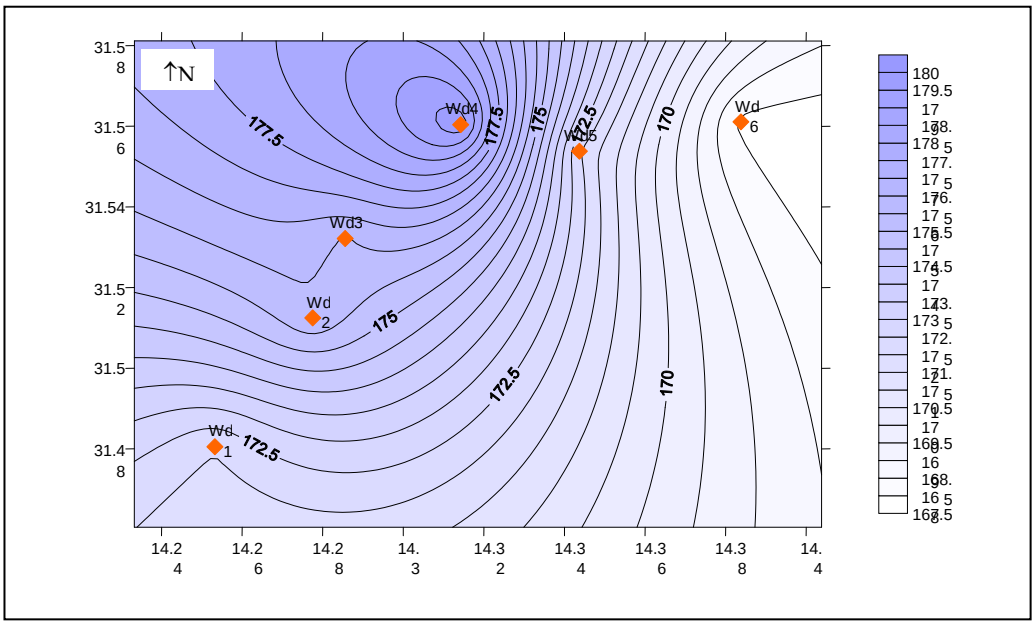
شكل 31. درجة التفاعل في مياه الآبار العميقة بمشروع سوف الجين لسنة 2017.



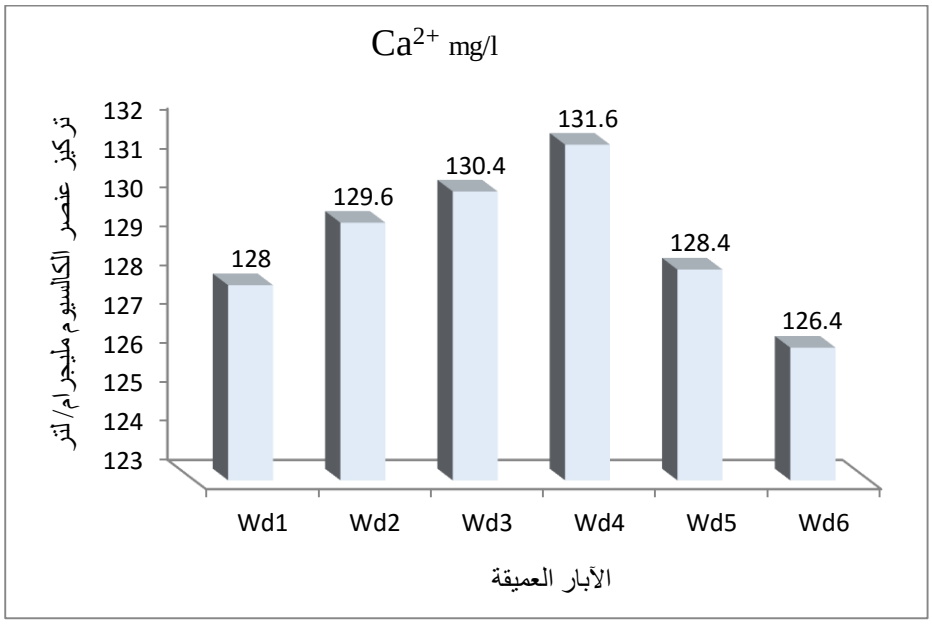
شكل 32. خارطة كنتورية تبين التوزيع المكاني لقيم درجة التفاعل بالآبار العميقة.



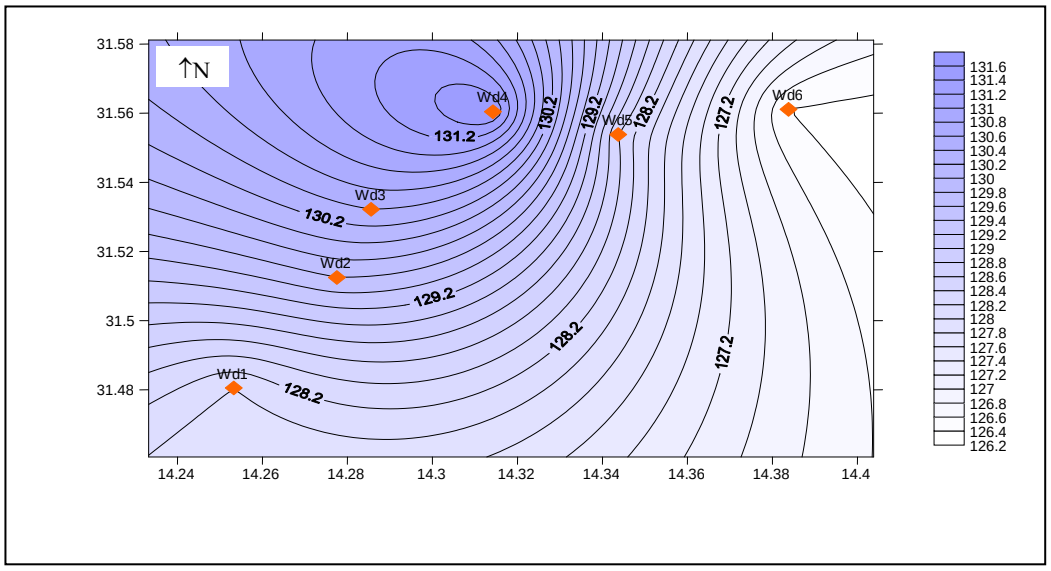
شكل 33. تركيز الصوديوم في مياه الآبار العميقة بمشروع سوف الجين لسنة 2017.



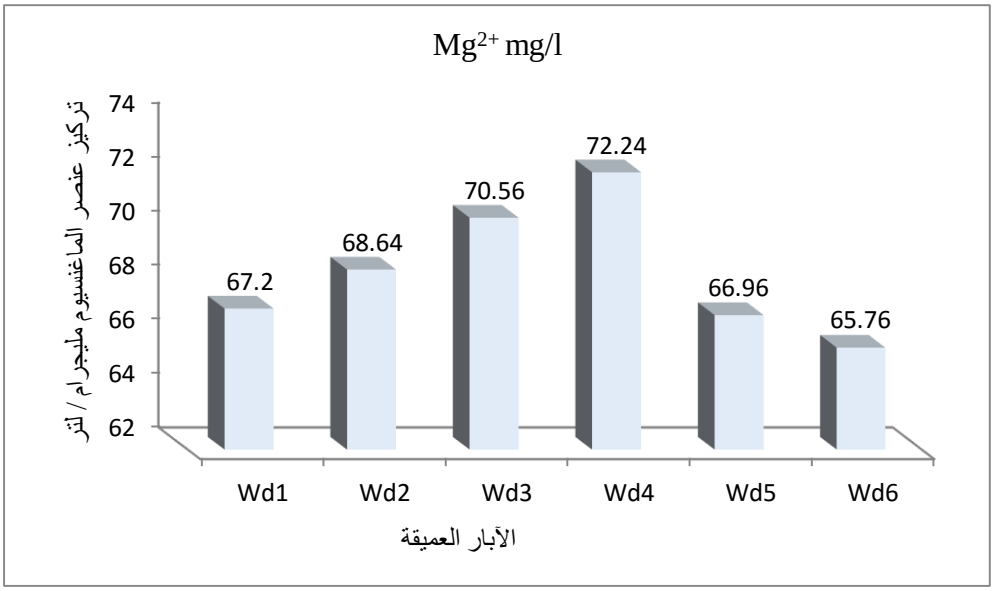
شكل 34. خارطة كنتورية تبين التوزيع المكاني لقيم الصوديوم بالآبار العميقة.



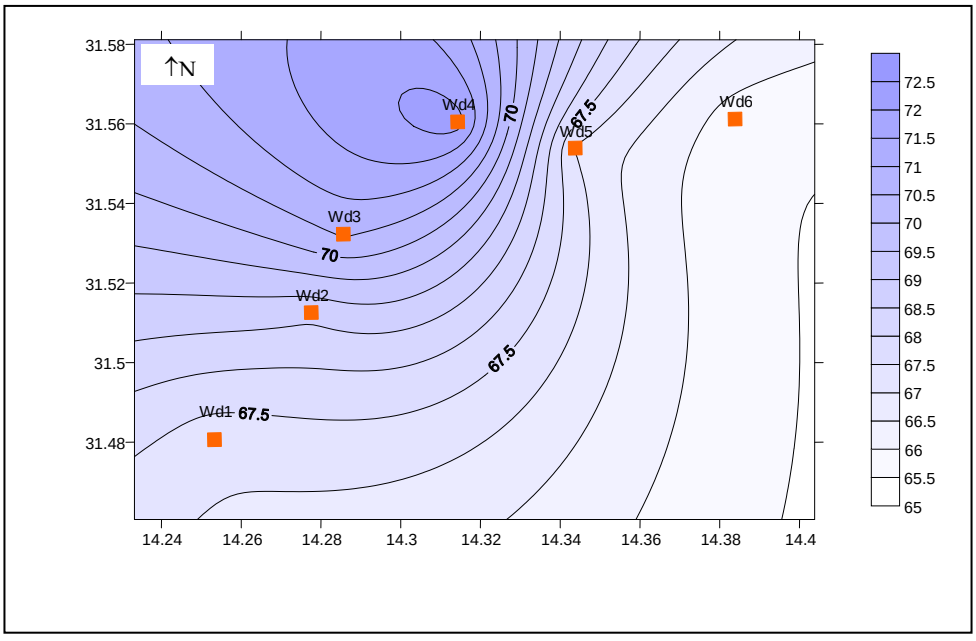
شكل 35. **تركيز الكالسيوم في مياه الآبار العميقة بمشروع سوف الجين لسنة 2017.**



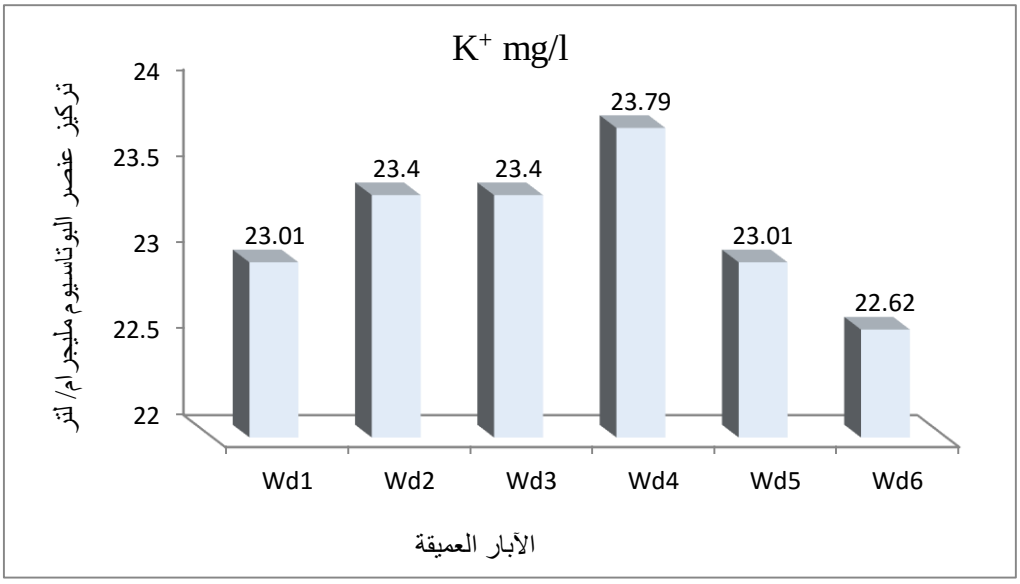
شكل 36. **خارطة كنتورية تبين التوزيع المكاني لقيم الكالسيوم بالآبار العميقة.**



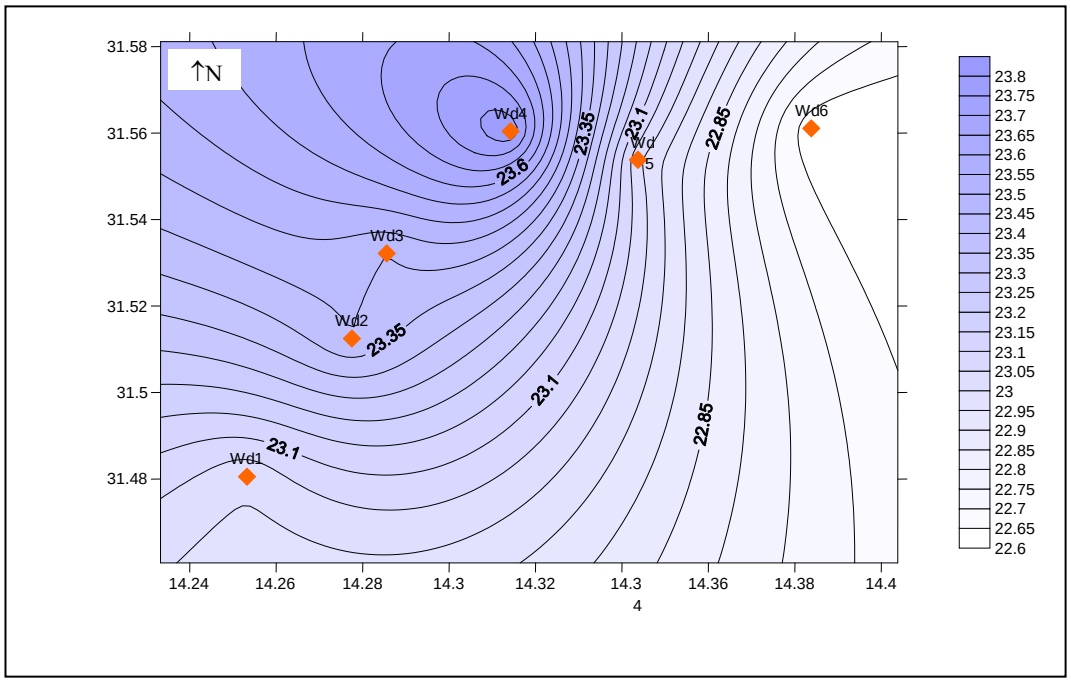
شكل 37. تركيز الماغنسيوم في مياه الآبار العميقة بمشروع سوف الجين لسنة 2017.



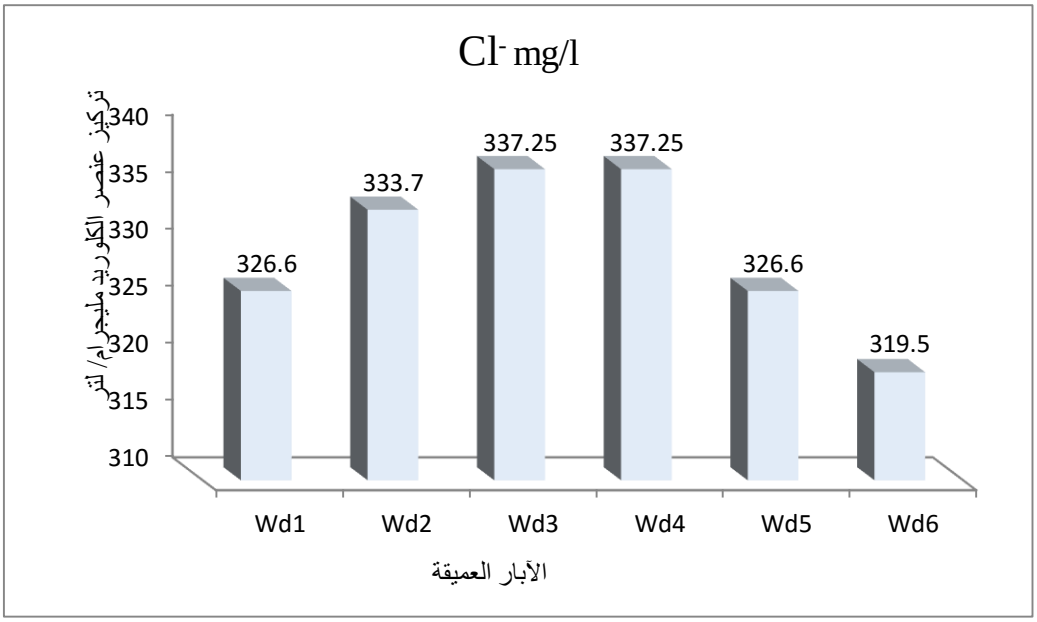
شكل 38. خارطة كنتورية تبين التوزيع المكاني لقيم الماغنسيوم بالآبار العميقة.



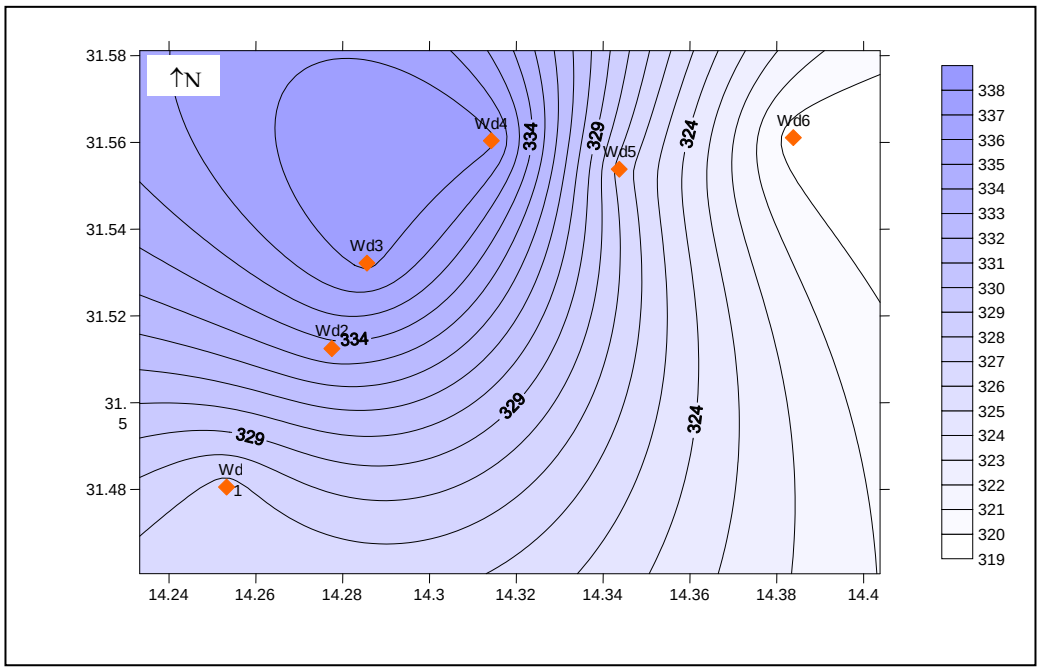
شكل 39. تركيز البوتاسيوم في مياه الآبار العميقة بمشروع سوف الجين لسنة 2017.



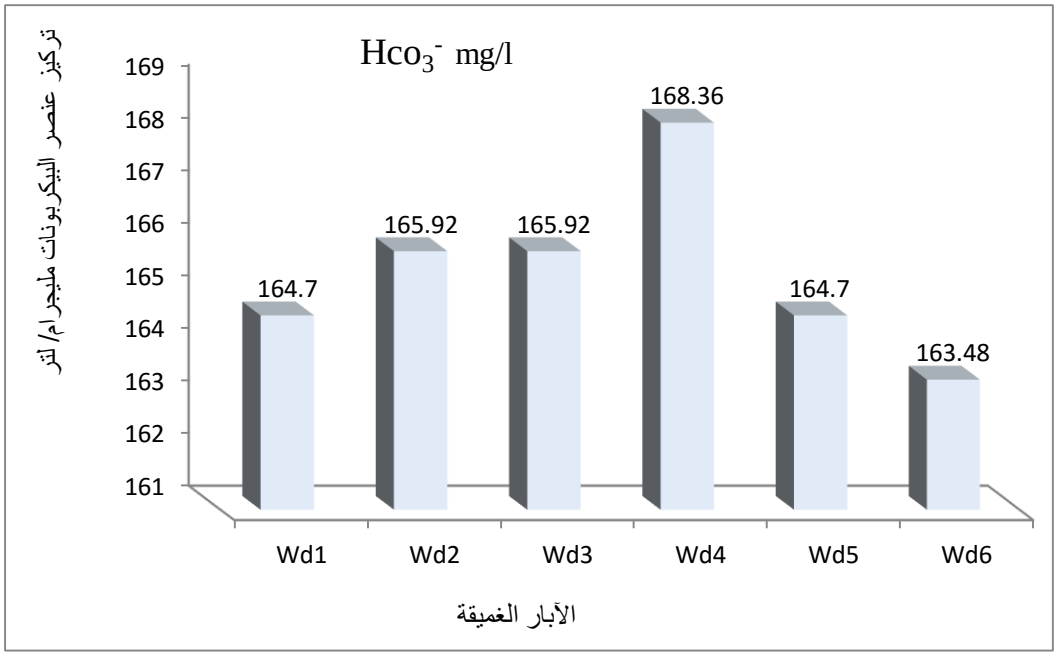
شكل 40. خارطة كنتورية تبين التوزيع المكاني لقيم البوتاسيوم بالآبار العميقة.



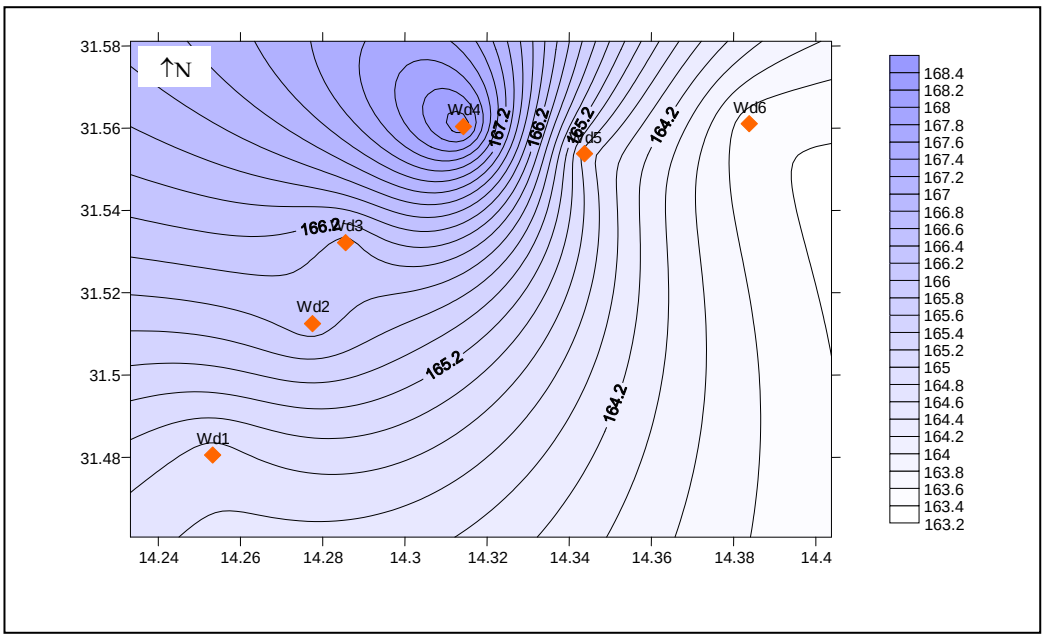
شكل 41. تركيز الكلوريد في مياه الآبار العميقة بمشروع سوف الجين لسنة 2017.



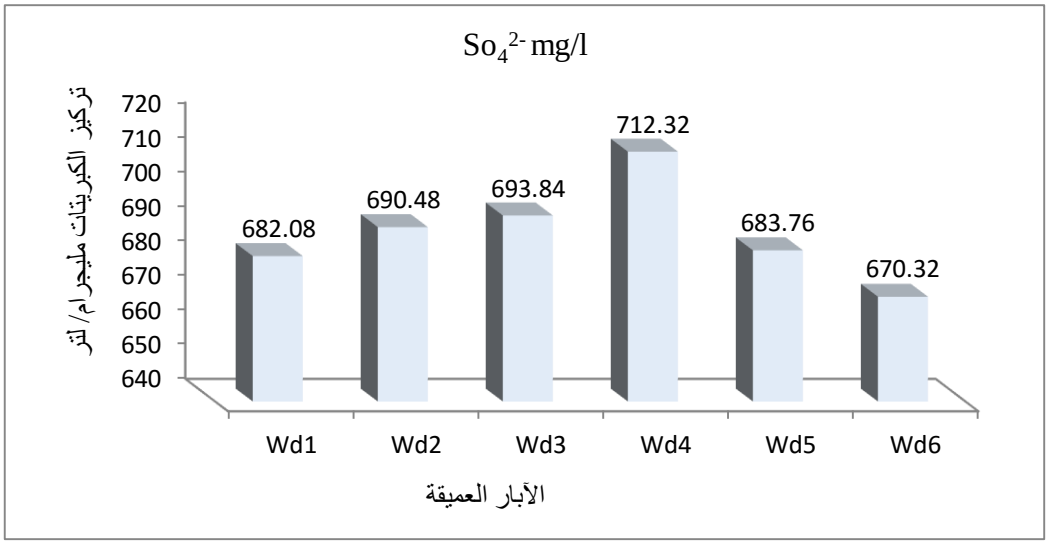
شكل 42. خارطة كنتورية تبين التوزيع المكاني لقيم الكلوريد بالآبار العميقة.



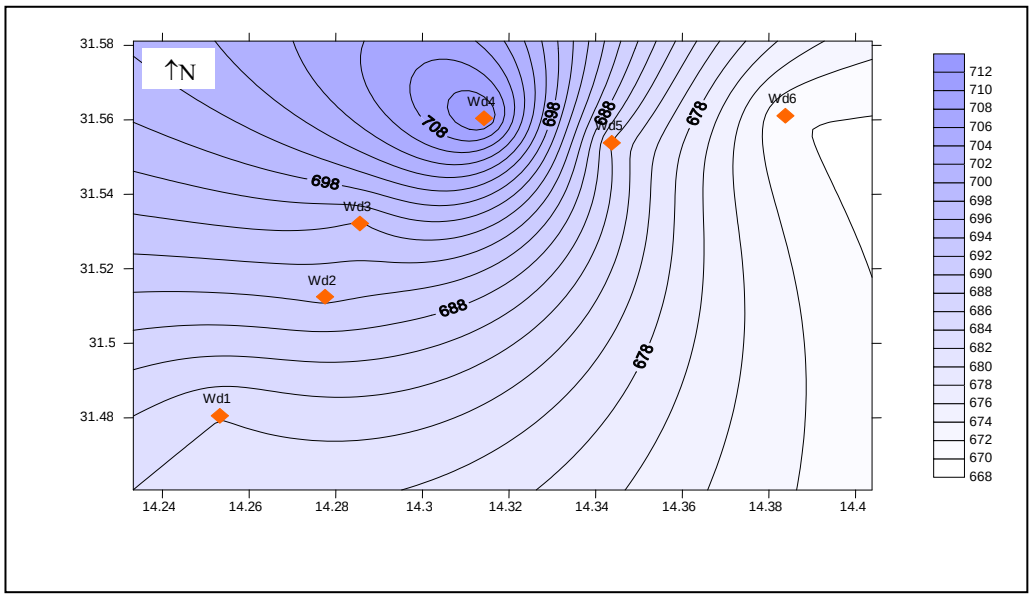
شكل 43. تركيز البيكربونات في مياه الآبار العميقة بمشروع سوف الجين لسنة 2017.



شكل 44. خارطة كنتورية تبين التوزيع المكاني لقيم البيكربونات بالآبار العميقة.



شكل 45. تركيز الكبريتات في مياه الآبار العميقة بمشروع سوف الجين لسنة 2017.



شكل 46. خارطة كنتورية تبين التوزيع المكاني لقيم الكبريتات بالآبار العميقة.

2.3.4. تصنيف مختبر الملوحة الأمريكي للآبار العميقة بمشروع سوف الجين

حيث أوضحت النتائج وجود زيادة في قيم الملوحة الكلية Ec وتركيز الايونات الرئيسية بالإضافة إلى قيم نسبة الصوديوم المدمص SAR، ومن خلال تصنيف مختبر الملوحة الأمريكي المبين بالشكل (47), وجد أن مياه الآبار العميقة بالمشروع عالية الملوحة (C3), وذات مياه صودية منخفضة الخطورة (S1)، كما يوضح الجدول (4) تصنيف الآبار العميقة بالمشروع ونسبة الصوديوم المدمص وكربونات الصوديوم المتبقية ونسبة الصوديوم المدمص المعدلة لكل بئر، حيث وجد أن الآبار العميقة Wd2,Wd1, Wd6, Wd5, Wd4,Wd3 تقع ضمن صنف C3-S1 أي ذات ملوحة عالية وخطورة صودية منخفضة, ولاتستخدم هذه المياه في الترب التي توجد بها طبقات صلدة تمنع الرشح إلا بوجود شبكة صرف فعالة لإنها تحتاج إلى غسيل, كما لايمكن استخدام هذه النوعية في ري المحاصيل الحساسة للملوحة وبالأخص الحمضيات.

وكما نلاحظ بالجدول (4) أن قيمة RSC كلها ذات قيمة سالبة مما يدل على أن تركيز Ca2+.Mg2+ أعلى من تركيز Co32-. Hco3- أي لا توجد كربونات متبقية.

- ومقدار نسبة الصوديوم المدمص المعدلة Adj SAR اكبر من نسبة الصوديوم المدمص SAR وهذا يعني إن مياه الري لها القدرة على ترسيب كربونات الكالسيوم في التربة.

3.3.4. تصنيف منظمة الأغذية والزراعة (FAO) للآبار العميقة بمشروع سوف الجين

وقد تم تصنيف نوعية مياه الري بآبار الدراسة وفق دليل منظمة الغداء والزراعة الدولية الفاو.

1- بالنسبة لمؤشر الملوحة

وجد أن التوصيل الكهربي للآبار العميقة بمشروع سوف الجين الزراعي يتراوح ما بين 1970-2050 مايكروسيمينس/سم، أي أن هناك زيادة في المشكلة.

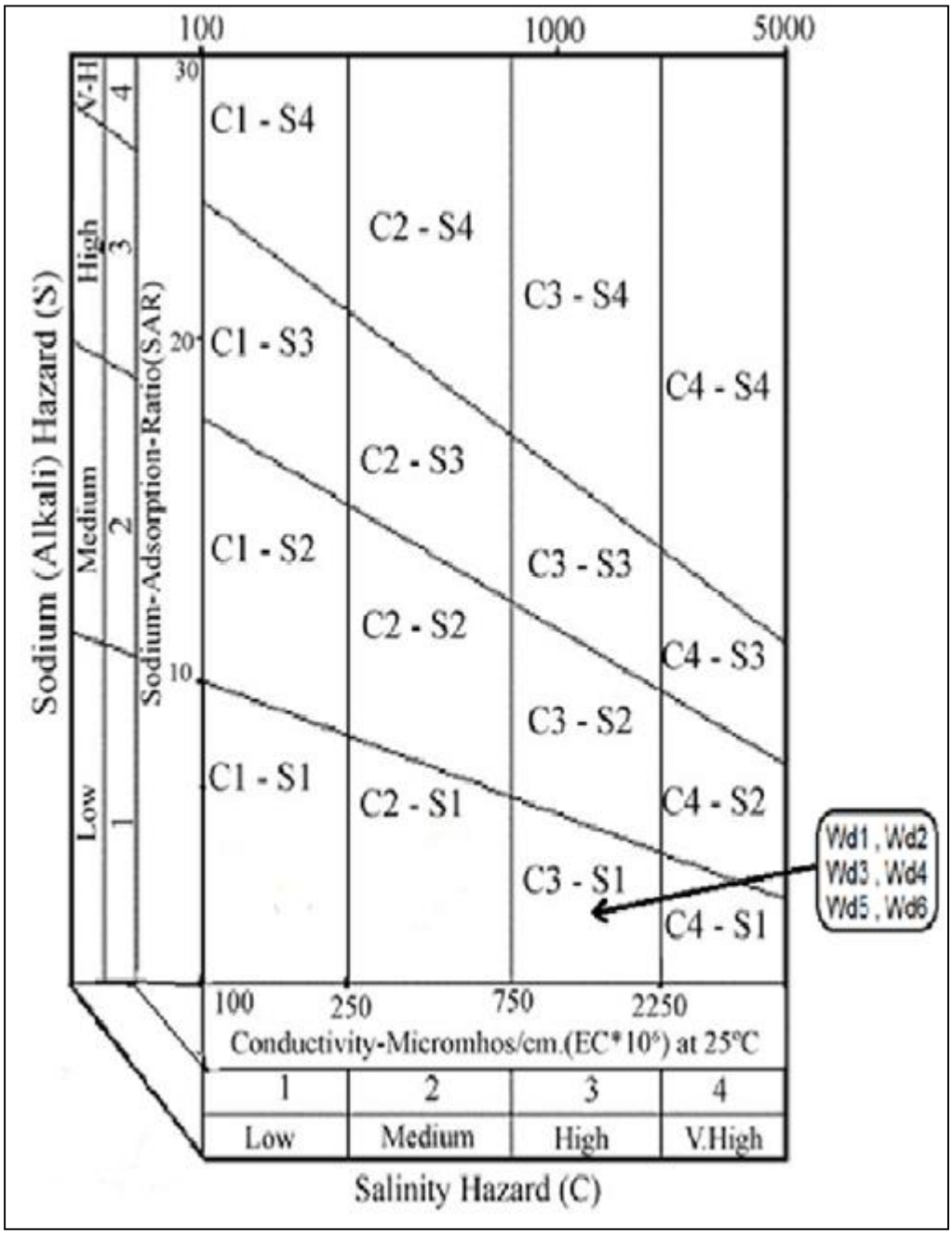
2- سمية بعض الايونات

أ- الصوديوم (نسبة ادمصاص الصوديوم المعدلة adj SAR)

من خلال النتائج نجد أن قيمة adj SAR تتراوح ما بين (6.45– 6.85) بالآبار العميقة بالمشروع , أي أن هناك زيادة في المشكلة.

ب- الكلوريد

كما لاحظنا إن قيمة الكلوريد في الآبار العميقة بالمشروع ، تتراوح ما بين (9.00 – 9.5) مليمكافئ/ لتر إي أن هناك زيادة في المشكلة.



شكل 47. مخطط مختبر الملوحة الأمريكي لتصنيف مياه الآبار العميقة بمشروع سوف الجين لسنة 2017.

جدول 2. يبين تصنيف مياه الآبار العميقة بمشروع سوف الجين الزراعي.

التصنيف	adj SAR	SAR	SSP	RSC	Ec µs/cm 25c°	TDS mg/l	pH	البئـر
C3-S1	6.72	3.05	44	-9.3	1990	1273.6	7.22	Wd1
C3-S1	6.81	3.09	44.2	-9.48	2020	1292.8	7.34	Wd2
C3-S1	6.45	3.07	43.9	-9.68	2030	1299.2	7.45	Wd3
C3-S1	6.85	3.11	44.1	-9.84	2050	1312	7.22	Wd4
C3-S1	6.72	3.05	44	-9.3	2000	1280	7.25	Wd5
C3-S1	6.61	3.01	43.8	-9.12	1970	1260.8	7.33	Wd6

3- تأثير البيكربونات

بالنسبة للبيكربونات كانت قيمة تتراوح ما بين 2.68 – 2.76 مليمكافئ/ لتر أي أن هناك زيادة في المشكلة لجميع الآبار العميقة عند استخدام هذه المياه في حالة الري بالرش ، حيث تتمثل في ظهور بقع بيضاء على أوراق بعض المحاصيل.

4.3.4. الأس الهيدروجيني

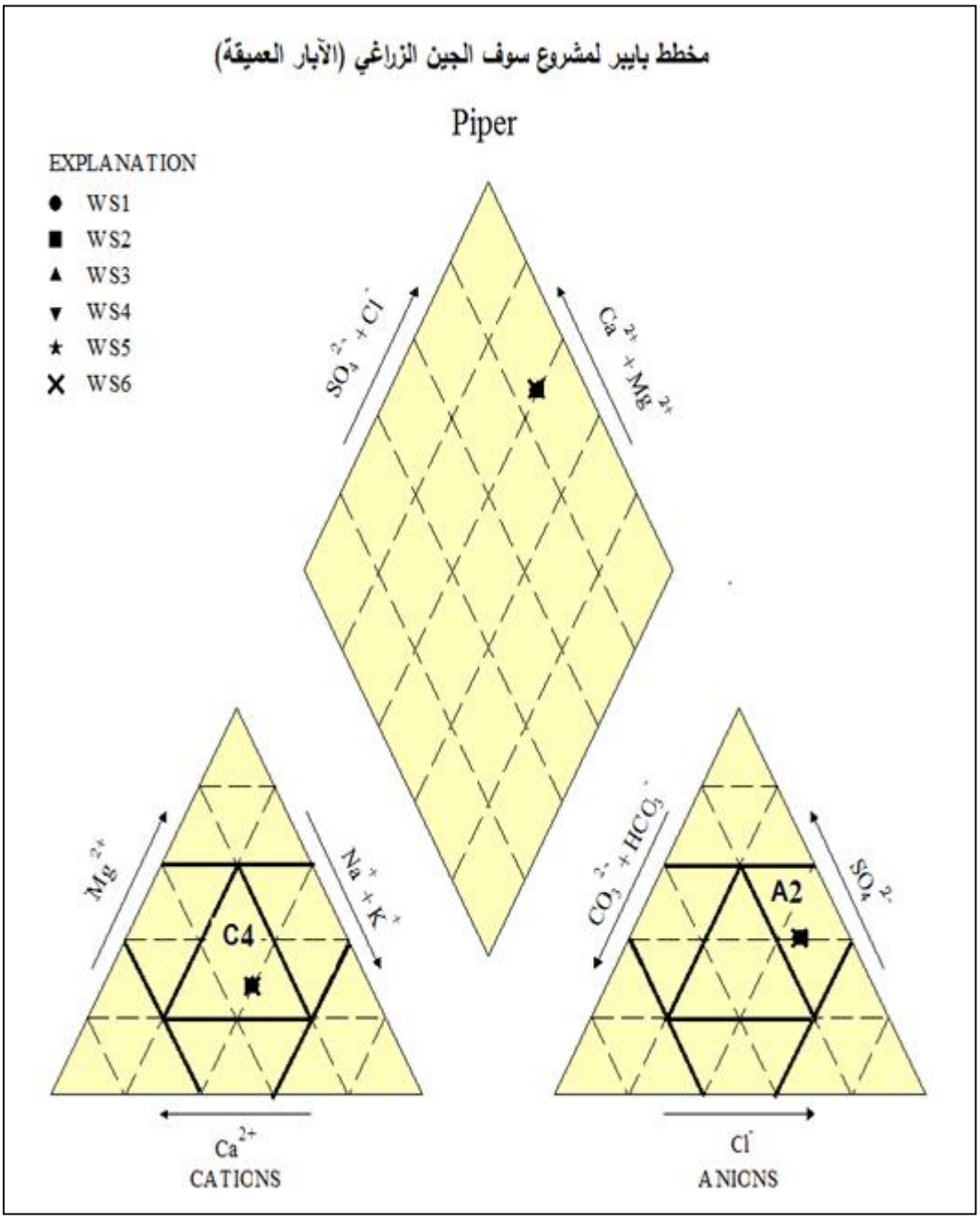
كانت قيمة الأس الهيدروجيني تتراوح ما بين 7.22 – 7.45 أي أن جميع الآبار تقع ضمن المعدل الاعتيادي.

5.3.4. نسبة الصوديوم الذائبة SSP

من خلال النتائج المتحصل عليها من الجدول (4) نجد أن نسبة تركيز أيون الصوديوم الذائبة (SSP) ليس لها تأثير ضار على نمو النباتات لأنها تقع في نطاق الحد المسموح به أقل من 50%.

6.3.4. تصنيف نوعية مياه الري للآبار العميقة بمشروع سوف الجين وفق مثلث بايبر (Piper)

ومن خلال مخطط بايبر المبين بالشكل (48) للآبار العميقة لمشروع سوف الجين الزراعي ومقارنته بالشكل السابق لمخطط بايبر وتصنيفه والجدول السابق لتحديد الايونات السائدة في المياه اعتماد على موقعها في مخطط بايبر، يتضح أن الأيونات السائد في مثلث الانيونات من النوع ($SO_4^{2-} + Cl^-$), بينما السائد في مثلث الكاتيونات من النوع ($Ca^{2+}+Mg^{2+}+Na^+$) مع الميل في الزيادة لتركيز الصوديوم.



شكل 48. مخطط بايبر لتوضيح نوعية مياه الآبار العميقة بمشروع سوف الجين الزراعي سنة 2017م.

5. الاستنتاجات والتوصيات

خلال هذه الدراسة تم التوصل إلى العديد من الاستنتاجات المتمثلة في استخدام تصنيف مياه الري بمشروع سوف الجين الزراعي حسب أنظمة تصنيف مياه الري الأكثر شيوعا، وهما نظام مختبر الملوحة الأمريكي USSL، ونظام منظمة الأغذية والزراعة الدولية الـ FAO ومن تم تقييم صلاحيتها للري.

إستنتجت هذه الدراسة أن مياه الآبار السطحية بالمشروع صنفت وفق صنف C4-S1 أي المياه ذات ملوحة عالية جداً ومنخفضة الخطورة الصودية, أما بالنسبة لنظام الـ FAO فإن عينات المياه المدروسة وقعت ضمن صنف (مشكلة حادة) بالنسبة لمؤشر الملوحة وضمن صنف (زيادة في مشكلة) بالنسبة لمؤشر السمية المعتمد على ايوني الصوديوم ووقعت ضمن صنف (مشكلة حادة) بالنسبة لمؤشر السمية المعتمد على ايوني الكلوريد ، أما بالنسبة لمؤشر التأثيرات المتنوعة لمياه الري المعتمد على ايون البيكربونات في حالة الري بالرش فكانت (زيادة في المشكلة)، وكانت قيمة الأس الهيدروجيني pH لهذه المياه ضمن المعدل الاعتيادي. إما نسبة SSP فهي أقل من المعدل الاعتيادي. أما الآبار العميقة فوقعة ضمن صنفC3–S1 أي المياه ذات ملوحة عالية ومنخفضة الخطورة الصودية, وبالنسبة لنظام الـ FAO فإن عينات المياه المدروسة وقعت ضمن صنف (زيادة في المشكلة) بالنسبة لمؤشر الملوحة وضمن صنف (زيادة في مشكلة) بالنسبة لمؤشر السمية المعتمد على ايوني الصوديوم ووقعت ضمن صنف (زيادة في المشكلة) بالنسبة لمؤشر السمية المعتمد على ايوني الكلوريد، أما بالنسبة لمؤشر التأثيرات المتنوعة لمياه الري المعتمد على ايون البيكربونات في حالة الري بالرش فكانت (زيادة في المشكلة)، وكانت قيمة الأس الهيدروجيني pH لهذه المياه ضمن المعدل الاعتيادي. وإن إستعمال مياه الآبار العميقة للمشروع ليس لهو تأثير ضار على نمو النباتات من ناحية تركيز SSP و لم يتجاوز الحد المسموح به.

كما بينت الدراسة أن قيم RSC جميعها ذات قيم سالبة وهذا يعني أن تركيز الكالسيوم والماغنسيوم أكبر من تركيز البيكربونات أي لا توجد كربونات متبقية في مياه الآبار بالمشروع، كما إستنتجت زيادة في قيمة adj SAR عن قيمة SAR ويعني ذلك إن مياه الري لها القدرة على ترسيب كربونات الكالسيوم في التربة. ومن خلال هذه الدراسة أمكن الوصول إلى العديد من التوصيات وهى:

1. إجراء دراسات أكثر شمولية للتغيرات التي تحدث في التربة نتيجة استخدام مياه الآبار بمشروع سوف الجين الزراعي.
2. نوصي بعدم التوسع في استغلال المياه الجوفية نظراً لأن جميع الآبار بالمشروع ذات ملوحة عالية وعالية جداً، أي ذات نوعية مياه رديئة ، مما يؤدي إلى خفض الإنتاجية بالمشروع.
3. تحسين مستوى شبكات المراقبة والرصد للخزانات الجوفية بالمنطقة وذلك لرصد التغير في نوعية المياه ومناسيبها وكمياتها.
4. تطوير كفاءة استخدام المياه بالمشروع من خلال إتباع أساليب نظم الري الجيدة وتركيب عدادات مياه على الآبار وتتبع الإنتاجية.

6. المراجع:

ابو زيد، المسلماني .2010. ملوحة مياه الري. وزارة البيئة بالإمارات 2008.

الأزرق، آمال الصيد الفيتوري.2009. تقييم نوعية المياه الجوفية بمنطقة السواني ملاءمتها لأغراض الري. رسالة ماجستير. جامعة طرابلس، كلية الزراعة، قسم التربة والمياه .

التاجوري، جميلة بشير. 2008. دراسة درجة سمية الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم كلا على حدى وبدرجات خلط مختلفة بينهم ذلك على إنبات الذرة والدخن من حيث النمو والبروتين والكربوهيدرات والمحتوى المعدني. رسالة ماجستير. جامعة طرابلس، كلية الزراعة، قسم المحاصيل.

التومي، عمر الطاهر.2003. تأثير الري بمستويات مختلفة من الملوحة على بعض الصفات الفسيولوجية والإنتاجية لسلالة من القمح وتراكم الأملاح بالتربة .رسالة ماجستير. جامعة طرابلس، كلية الزراعة، قسم التربة والمياه.

الجنديل، عدنان رشيد . 1978. الزراعة ومقاوماتها في ليبيا. الطبعة الأولى , الدار العربية للكتاب.

الحديثي، ياسين خضر. 1982. تأثير الأسمدة والملوحة على نمو الذرة الصفراء. رسالة ماجستير. جامعة الموصل, العراق.

الحربي، عبد العزيز .2001. تأثير مستويات مياه الري على نمو وإنتاجية محصول البصل.

الحربي، عبد العزيز ، حجازي, حجازي حسن وآخرون.2002. نمو وإنتاجية بعض أصناف البصل تحت مستويات مختلفة من ملوحة مياه الري. مجلة الملك سعود العلوم الزراعة، الرياض، ص 23– 32.

الخطيب، السيد أحمد. 2006 . تلوث المياه. كلية الزراعة . جامعة الإسكندرية.

الرشراش، سالم محمد .2005. كتاب إستخراج المياه. مطبعة الازدهار, مصراتة. ليبيا, الصفحة 20.

الزبيدي، أحمد حيدر .1989. ملوحة التربة الأسس النظرية والتطبيقية. دار الحكمة للطباعة والنشر, جامعة الموصل, بغداد.

السعدون، عبد الله بن عبد الرحمن .2006. تأثير إضافة نوعين من ماء الري خلال مراحل النمو المختلفة في نمو وجودة وإنتاجية ثلاثة أصناف من الخيار تحت نظام الزراعة المحمية. مجلة جامعة الملك سعود.

السلاوى، محمود سعيد .1986. المياه الجوفية بين النظرية والتطبيق. الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع والإعلان، الطبعة الأولى, طرابلس.

الشاطر، محمد و القصيبي عبد الله .1995.الأراضي المتأثرة بالأملاح. الطبعة الأولى, جامعة الملك فيصل. المملكة العربية السعودية.

الشباسي، أحمد إبراهيم, ميتكيس عبد الغني, نرجس شحاته و سليم محمد حلمي و مديحه الحكيم. 1969. تأثير مياه الري على الخواص الكيميائية للتربة ونفاذيتها. مجلة البحوث الزراعية. العدد 1, ص: 11-15. مؤسسة دار التعاون للنشر والطبع.

العاقوبى، عبدالحكيم محمد رمضان .2009. دراسة نوعية مياه الري وتأثيرها على نمو وإنتاجية صنفين من الذرة. رسالة ماجستير. جامعة طرابلس، كلية الزراعة، قسم التربة والمياه

العمران، عبد رب الرسول. ترشيد مياه الري وإدارة الترب الرملية الزراعية في المملكة العربية السعودية ، من وقائع المؤتمر الدولي الثاني للموارد المائية والبيئة الجافة المنعقد في الفترة من 26- 29 نوفمبر 2006. الرياض، المملكة العربية السعودية.

المدني، عبدالحكيم مسعود. 1994. تحديد العلاقة بين معدلات سقوط الأمطار ونوعية المياه الجوفية لفترة زمنية. رسالة ماجستير. جامعة طرابلس ، كلية الزراعة ، قسم التربة والمياه.

المديهش، عبد الله سعد .1994. استجابة صنفين من الطماطم للري بالمياه الكبريتية ذات تركيزات مختلفة. مجلة جامعة الملك سعود, المجلد السادس.

المكتب الإستشاري للخدمات الزراعية. 1991. دراسات التربة التفصيلية منطقة وادي سوف الجين وقرارة القطف. التقرير النهائي. الهيئة العامة لإستثمار مياه النهر الصناعي , فرع الهيئة للمرحلة الثانية.

النابلسي، يحي .1997. تأثير مياه الصرف وتواتر الري ونوع المحصول على الخواص الكيميائية للتربة. مجلة البحوث الزراعية العربية ، المجلد 2 , العدد 1.

النابلسي, يحي .1998. تأثير مياه الصرف المالحة, تواتر الري ونوع المحصول على سمات فيزيائية محددة للتربة. مجلة البحوث الزراعية العربية. المجلد 2 , العدد 1.

الهيئة العامة للمياه. 1988. تقرير لجنة تقيم وديان المنطقة الوسطى الزراعية من الناحية الهيدروجيولوجية. الهيئة العامة للمياه. ليبيا. الصفحات 1- 2.

بن عبد الله ، خالد الطاهر .2001. تأثير الري بالمياه الكبريتية على بعض خواص التربة وإنتاجية صنفين من الشمام .رسالة ماجستير. جامعة طرابلس، كلية الزراعة، قسم التربة والمياه.

بن محمود، خالد رمضان .1995. الترب الليبية (تكوينها، تصنيفها، خواصها، إمكانية الزراعة)، الهيئة القومية للبحث العلمي.

حميدان، ريما إبراهيم.2015. سياسات إدارة الموارد المائية في ليبيا الواقع والتحديات والإستراتيجيات المستقبلية. المنظمة الليبية للسياسات والإستراتيجيات. العدد الأول, 27 أبريل 2017.

خليل، صفوت عثمان و عبد الله بن عبد الرحمن السعدون. 2002. تأثير نوعية مياه الري على صفات المحصول الأخضر والجاف لبعض أصناف الفاصوليا.

خماج، احمد ابراهيم .1998. تأثير الري بالمياه المالحة على إنتاجية البطاطس. رسالة ماجستير. جامعة طرابلس، كلية الزراعة، قسم التربة والمياه.

مكتب البحوث والاستشارات الهندسية دراسة. 2002.تداخل مياه البحر بمنطقة شمال غرب ليبيا. كلية الهندسة، جامعة طرابلس .

ريتشارد اتش كوينكا. 2004. تصميم نظم الري ، ترجمة عبد الرحمن بن على العذبة وآخرون، جامعة الملك سعود ، إدارة النشر العلمي والمطابع.

طوشان، حياة .1991. الزراعة المائية وأثرها في تخفيف الإجهادات الملحية على صنفين من أصناف البندورة، مجلة البحوث جامعة حلب.

عبد الجليل، عيادي خليفة .2014 . تقييم جودة مياه الري بمشروع السرير الزراعي. رسالة ماجستير. جامعة طرابلس, كلية الزراعة , قسم التربة والمياه.

عبد الكريم، عيسى محمد .1979. تأثير مستويات مختلفة لبعض الأملاح الغروية ومخاليطها على إنبات ونمو ثلاث أصناف من البنجر السكري. رسالة ماجستير. كلية الزراعة والغابات، جامعة الموصل, العراق.

عبد المولى، الطاهر الهادي على .1994. تأثير ملوحة ماء الري على نمو وإنتاجية أصناف من الشعير. رسالة ماجستير. جامعة طرابلس، كلية الزراعة، قسم التربة والمياه.

عطية، عبدالحميد الفيتوري .2008. تقييم مياه الري بمشروع المردوم الزراعي بمنطقة بني وليد. رسالة ماجستير. أكاديمية الدراسات العليا , طرابلس, ليبيا.

عمر، محمد إسماعيل .2006. معالجة المياه . دار الكتاب العالمية للنشر والتوزيع, القاهرة.

فرنانة، جمال احمد .2007. تأثير الري بمستويات ملوحة مختلفة على إنتاجية صنفين من الشعير. رسالة ماجستير. جامعة طرابلس، كلية الزراعة، قسم التربة والمياه.

قاسم، أحمد محمد فراج. 2004. بعض الجوانب المرتبطة بالاستخدام الحالي والمستقبلي للموارد المائية في ليبيا. كلية الاقتصاد بدرنة , جامعة عمر المختار , ليبيا , الصفحة. 1.

كامل، محمد وليد .1991. اثر تركيز محاليل ملحية كبريتية في النبات ونمو صنفين من القطن. مجلة بحوث حلب.

كلش، عدنان و محمود أبوالمعاطي و محمد بشير .1981 . نوعية مياه الري في فزان. المركز الفرعي للبحوث الزراعية لمنطقة فزان.

مركز البحوث الصناعية. 1975. خريطة ليبيا الجيولوجية (1 : 250000) لوحة بني وليد ش. د. 33 – 2.

هيل، سعاد محمد .2002. التقييم النوعي للمياه الجوفية في منطقة مشروع المسيب ومدى صلاحيتها لأغراض الري . مجلة التقني ، المجلد الواحد والعشرون، العدد 1 . 2008 , الصفحات 66- 74.

ياسين، موسي فتيخان و على ألبياتي و آدهام على عبد .1997. إستعمال مياه الآبار في منطقة حليوات الصحراوية في الرمادي للزراعة. مجلة البحوث الزراعية العربية , مجلد 2 , العدد 2.

Ayers, A. D, D. G. Aldrich. and J. J. Coony, 1951. sodium and chloride injury, of fuerte avocado leaves. California Avocado Soc. year book. 174 -176.

Ayers, A. D, J.W. Brown. and C. H. Wadleigh, 1952. salt tolerance of barley and wheat in soil plots receiving several salinization regimes Agrou. J. 44: 307-310.

Ayers, R. S. and D. W. Westcot.1976. Water quality for irrigation and drainage. Paper No. 29, FAO – UN. Rome. Ehrler, W, 1960. Some effect of Salinity on rice. Bot. Gaz.102 – 104.

Black, C. A.; Evans, D. D.; Ensminger, L. E.; white. J. L.; Clark. F. E. 1965. Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties. American society of agronomy. Inc, Publisher. Madison. Wisconsin. U.S.A.

Bouwer, H. 1978.Ground Water Quality, In Ground Water Hydrology, Grew, Hill Kogakusha Lid, London. Pp. 339 – 350.

Eaton, A. D.; Clesceri, L.S and Greenberg, A.E. 1995. Standard Methods for examination water and wastewater.

Eaton, F.M, (1950) Signification of Carbonate in Irrigation Water, Soil Sci .V(69), pp : 123 – 133.

Ehrler, W, 1960. Some effect of Salinity on rice . Bot. Gaz .102 – 104.

FAO – 1976 Irrigation and drainages Paper Water quantity For agriculture – Food and Agriculture Organization of the United Nation. Rome.

FAO – UNESCO ,1973. Irrigation, Drainage and Salinity – an international source book, Rome.

Feth, J. H. 1970. Saline Ground Water Resources of The Conterminous, United State Water Research, 6:1454-1457.

Foust, S.D. and O. M. Aly.1981. Chemistry of Natural Water, An Arbor Scientific Publishers, USA

Hagen "Irrigation of agricultural land" Agronomy series No.11 ,pp.10-14, U.S.A.,1987.

Hand book. No. 60. 1953. Diagnosis and improvement of Saline and alkaline Soils. U.S. Dept of Agriculture.

Hoffman, G. J,V. Eugone, and L. P. Robert, 1983. salt tolerance of corn in California Agri. Vol. 37. No. 12.

Letizia, A.; Leno, A. P.; coppola, Masotta, G; Buondonno, A. Middle-term effects of irrigation with saline water on soil quality [Campania]. 2003. Bolletion della societa Italiana dells scienz del suolo (Italy). 52 (1-2) P. 745 – 752.

Matthess, G. 1982. The Properties of Ground Water. John Wiley and Sons, New York, USA.

Meiri, A. and j. shalhavet, 1973. Pepper plant response to irrigation water quality and timing of leaching physical aspects of soil water and salt in ecosystems. Ecol. stud. 4:421-424.

Todd, D.K. 1980. Ground Water Hydrology, John Wiley and Sons, New York, USA, pp. 267-313.

U.S. Salinity Laboratory Staff. 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali soil. U. S. Dept. Agric, Handbook No. 60.

Walton.W.G.1970 Groundwater Resource Evaluation. McGraw-ltill, Kogakusha Ltd. London.

Wilcox, C. V, 1953 Effect of bicarbonate on suitability of water for irrigation. soil Sci V (77) PP:259 – 266.

Xiao, Z. H.; Prendergast, B.; Rengasamy. P. 1992. Effect of irrigation water quality on soil hydraulic conductivity. Pedospher. 2 (3):237 – 244.

Xiao, Z. H.; wan. H. F.; Zheng. L.F. 1997. Effect of irrigation water quality on soil chemical characteristics and crop growth. Acta-Pedologica – sinica. 34 (3):272 – 285.

7. الملاحق:

ملحق 1. بيانات حساب نسبة ادمصاص الصوديوم المعدل

مجموع تركيز الأيونات بالمليمكافئ/لتر	(pk2-pkc)= p(Ca+Mg+Na)	p(Ca+Mg)	p(ALK)= p(CO3+HCO3)
0.05	2.0	4.6	4.3
0.1	2.0	4.3	4.0
0.15	2.0	4.1	3.8
0.2	2.0	4.0	3.7
0.25	2.0	3.9	3.6
0.30	2.0	3.8	3.5
0.40	2.0	3.7	3.4
0.50	2.1	3.6	3.3
0.75	2.1	3.4	3.1
1.00	2.1	3.3	3.0
1.25	2.1	3.2	2.9
1.50	2.1	3.1	2.8
2.00	2.2	3.0	2.7
2.50	2.2	2.9	2.6
3.00	2.2	2.8	2.5
4.00	2.2	2.7	2.4
5.00	2.2	2.6	2.3
6.00	2.2	2.5	2.2
8.00	2.3	2.4	2.1
10.00	2.3	2.3	2.0
12.50	2.3	2.2	1.9
15.00	2.3	2.1	1.8
20.00	2.4	2.0	1.7
30.00	2.4	1.8	1.5
50.00	2.5	1.6	1.3
80.00	2.5	1.4	1.1

المصدر (عامر 2004)

تابع ملحق1

مثال عن حساب نسبة ادمصاص الصوديوم المعدل adj SAR

المطلوب حساب نسبة ادمصاص الصوديوم المعدل لعينة ماء الري للبئر Ws_1 إذا كان تركيز الايونات به بالمليمكافئ/ لتر وكان كما يلي:-

الايون	HCO_3	CO_3	Mg	Ca	Na
مليمكافئ/ لتر	2.7	0.00	5.6	6.4	7.48

الحل

$$\sum \text{Ca} + \text{Mg} + \text{Na} = 6.4 + 5.6 + 7.48 = 19.48 \text{ meq/l}$$

$$\sum \text{Ca} + \text{Mg} = 6.4 + 5.6 = 12 \text{ meq/l}$$

$$\sum \text{CO3} + \text{HCO3} = 0 + 2.7 = 2.7 \text{ meq/l}$$

من جدول بيانات حساب نسبة ادمصاص الصوديوم المعدل المبين بالملحق 1 نجد أن

$$\text{pk2-pkc} = p\,(\text{Ca} + \text{Mg} + \text{Na}) = 2.4$$

$$p(\text{Ca} + \text{Mg}) = 2.2$$

$$p(\text{ALK}) = p(\text{CO3} + \text{HCO3}) = 2.6$$

$$\text{pHc} = 2.4 + 2.2 + 2.6 = 7.2$$

بالتعويض في المعادلة نجد أن

$$\text{Adj SAR} = \text{SAR}\,[1+(8.4-\text{pHc})]$$

$$\text{Adj SAR} = 3.053697[1+(8.4-7.2)]$$

$$\text{Adj SAR} = 3.053697[1+1.2]$$

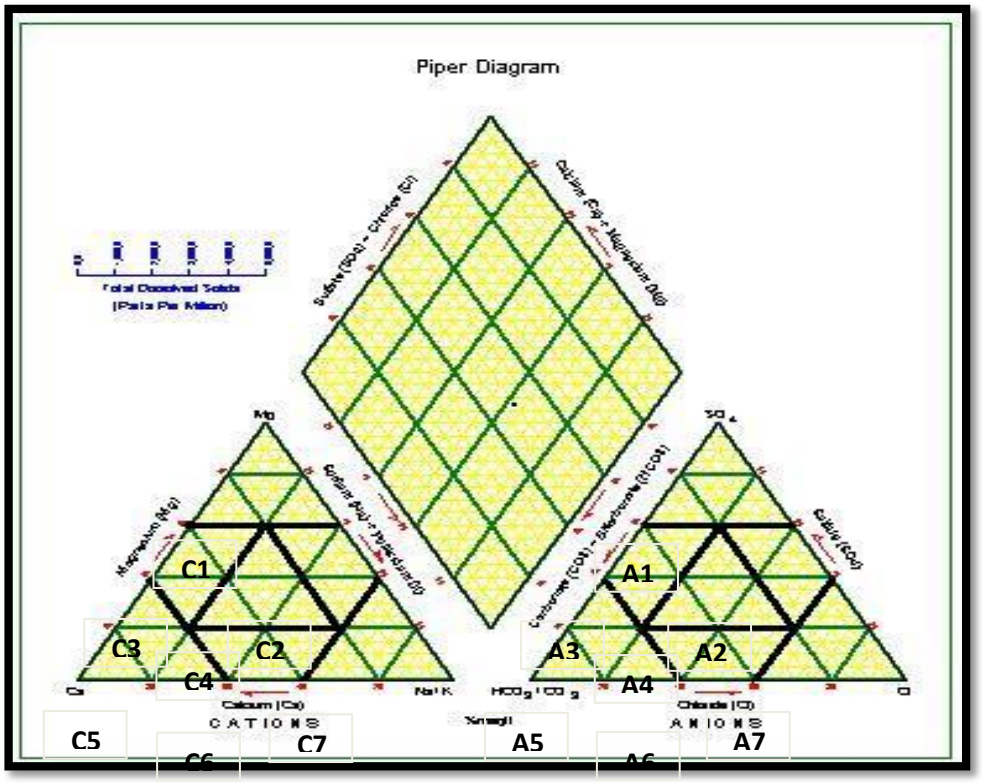
$$\text{Adj SAR} = 3.053697 * 2.2 = 6.7181334$$

ملحق 2. نتائج التحاليل الكيميائية للآبار مشروع سوف الجين الزراعي لسنة 2017 م

adj SAR	RSC	SAR	SSP	الايونات السالب meq/l			meq/l الايونات الموجبة				TDS PPM	EC ms/cm.25 c^o	PH	الأحداثيات		البئر
				Cl^-	HCO_3^-	SO_4^{2-}	K^+	Na^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}				Y	X	
6.71	- 9.3	3.05	37.2	9.20	2.70	8.12	0.59	7.48	5.60	6.40	1273.6	1.99	7.22	14.2532	31.4805	Wd1
6.81	- 9.48	3.09	4. 37	9.40	2.72	8.22	0.60	7.65	5.72	6.48	1292.8	2.02	7.34	14.2775	31.5125	Wd2
6.75	- 9.68	3.07	37.04	9.50	2.72	8.26	0.60	7.65	5.88	6.52	1299.2	2.03	7.45	14.2855	31.5322	Wd3
7.16	- 9.84	3.11	37.1	9.50	2.76	8.48	0.61	7.82	6.02	6.58	1312	2.05	7.22	14.3142	31.6504	Wd4
6.71	- 9.3	3.05	37.2	9.20	2.70	8.14	0.59	7.48	5.58	6.42	1280	2.00	7.25	14.3437	31.5538	Wd5
6.61	- 9.12	3.00	37.09	9.00	2.68	7.98	0.58	7.30	5.48	6.32	1260.8	1.97	7.33	14.3838	31.5611	Wd6
5.27	- 12.5	2.11	35.4	10.5	4.22	8.58	0.47	6.12	10.6	6.20	1484.8	2.32	7.62	14.277	31.510	Ws3
6.58	-20.2	2.74	39.4	14.8	3.18	12.12	0.39	9.39	15	8.40	2112	3.3	7.08	14.2881	31.535	Ws5
7.58	-22.0	3.15	43.4	16.8	3.56	15.98	0.41	11.3	16.2	9.40	2368	3.7	7.14	14.3124	31.653	Ws 10
7.04	-20.5	2.93	41.3	15.6	3.82	15.72	0.40	10.26	15.4	9.00	2252.8	3.52	7.14	14.3488	31.554	Ws12
7.72	-24.6	3.21	71.8	18.4	3.94	18.68	0.45	12.17	18.2	10.4	2617.6	4.09	7.03	14.3877	31.564	Ws15

ملحق 3. نوعية مياه الري بالمشروع وفق مثلث بايبر (Piper)

وقد استخدم في تصنيف مياه الري بالآبار المدروسة بالمشروع وفق المخطط المثلث (مثلث بايبر)، والذي يعتمد على تمثيل عينة المياه بنقطة واحدة، ويحتوي الشكل على مثلثين يتم إسقاط النقطتين عليهما، مثلث يمثل الكاتيونات وآخر يمثل الانيونات في كل عينة ثم يؤخذ خطين من مثلث الكاتيونات، ومثلث الانيونات ليتقاطعا على الشكل المعين في نقطة واحدة، حيث يكون كل عنصر من الكاتيونات، والانيونات مقدر بالملليمكافئ/ لتر، ولرسم مثلث بايبر تم استخدم برنامج (Rock Works 2006).

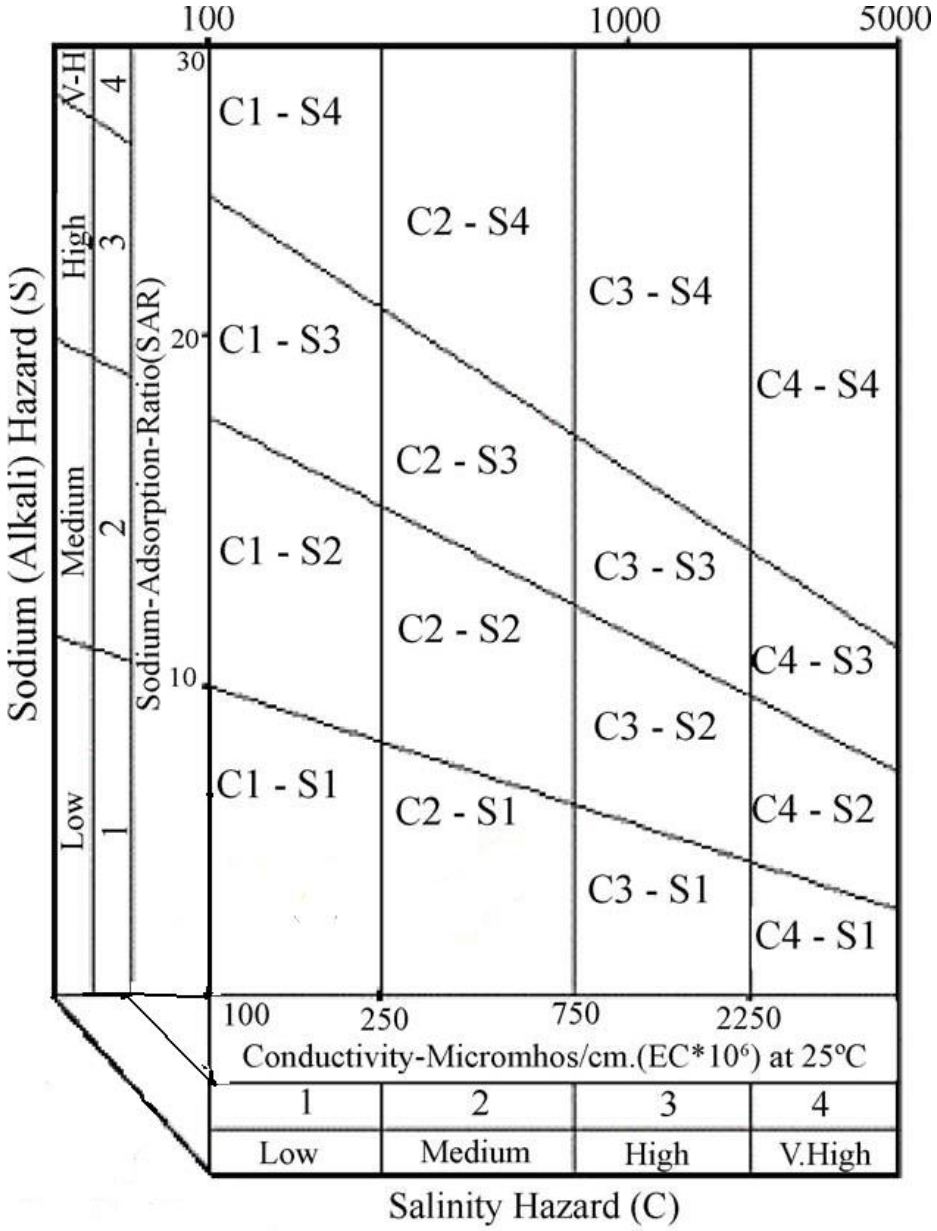


شكل يمثل مخطط بايبر وتصنيفه

جدول لتحديد الايونات السائدة في المياه اعتماد على موقعها في مخطط بايبر

A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1
CL^-	**HCO_3^- $+CL^-$**	**HCO_3^-**	**$SO_4^{-2}+CL^-$ $+HCO_3^-$**	**HCO_3^- $^2+SO_4^{-2}$**	**SO_4^{-2} $+CL^-$**	**SO_4^{-2}**
C7	C6	C5	C4	C3	C2	C1
Na^+	**$Ca^{+2}+Mg$ $^{+2}$**	**Ca^{+2}**	**$Ca^{+2}+Mg$ $^{+2}+Na^+$**	**$Ca^{+2}+Mg$ $^{+2}$**	**Na^++Mg^+ ^{2}**	**Mg^{+2}**

ملحق 4. مخطط مختبر الملوحة الأمريكي لتصنيف مياه الري



مخطط مختبر الملوحة الأمريكي لتصنيف مياه الري

ملحق5. يبين خطورة نسبة الصوديوم المعدل

نوع الطين	Adj SAR		
	لا توجد خطورة	خطورة متوقعة	خطورة شديدة
مونتموريللونيت	6 >	9 - 6	9 <
ايلليت	8 >	16 – 8	16 <
كاولينيت	16 >	24 - 16	24 <

ملحق 6. يبين تأثير نفاذية التربة والملوحة المؤثرة على صلاحية مياه الري

حالة ماء الري	الملوحة المؤثرة		
	نفاذية التربة منخفضة	نفاذية التربة متوسطة	نفاذية التربة عالية
ماء ري ذو صلاحية عالية	الملوحة المؤثرة < 3 مليمكافئ/لتر	< 5 مليمكافئ/لتر	5< مليمكافئ/لتر
ماء ري ذو صلاحية متوسطة	3-5 مليمكافئ/لتر	5 – 10 مليمكافئ/لتر	10< مليمكافئ/لتر
ماء ري ذو صلاحية منخفضة	5< مليمكافئ/لتر	10< مليمكافئ/لتر	15< مليمكافئ/لتر

ملحق 7. تصنيف مياه الري بالنسبة لمخاطر الملوحة حسب مختبر الملوحة الأمريكي:

صنف مياه	الرمز	TDS ملغم/ لتر	التوصيل الكهربائي مايكرو سيمنز / سم	مدى صلاحية المياه
1- مياه ذات ملوحة واطئة	C1	أقل من 200	أقل من 250	مياه صالحة لري كافة المحاصيل وفي معظم الترب
2- مياه ذات ملوحة متوسطة	C2	500 - 200	750 -250	مياه صالحة لري معظم المحاصيل متوسطة التحمل للملوحة
3- مياه ملوحة عالية	C3	1500 - 500	2250 - 750	لا تستخدم هذه المياه إلا بوجود شبكة صرف فعالة والمحاصيل عالية التحمل للملوحة
4- مياه ذات ملوحة عالية جدا	C4	3000 - 1500	5000 - 2250	مياه غير صالحة للري و في الظروف الاعتيادية يمكن استخدامها فقط في حالات معينة : تربة ذات نفاذية عالية جدا وصرف كفؤ ولمحاصيل عالية التحمل جدا للملوحة

المصدر (HandBook ، 1953)

ملحق 8. تصنيف ميــاه الري حسب نسبة ادمصاص الصوديوم:

صنف المياه	الرمز	قيمة الـ SAR	الصلاحية
ميـاه قليلة الصوديـوم	S1	صفر - 10	مياه يمكن أن تستخدم لمعظم الترب دون أي ضرر ، ويمكن أن تتأثر بعض المحاصيل الحساسة جدا للصوديـوم في أنسجة النبـات (مثـال ذلك أشجـار الفاكهـة)
ميـاه متوسطة الصوديـوم	S2	18 - 10	يمكن أن تسبب هذه الميـاه بعض المخاطر على صفات بعض الترب الطينية عند عدم توفر لصرف الجيد ويمكن استخدام هذه الميـاه دون أي مخاطر في الترب الخفيفة القوام.
ميـاه عاليـة الصوديـوم	S3	26 - 18	يمكن أن تسبب هذه المياه مشاكل بسبب ارتفاع النسبة المئوية للصوديوم في التربة ، وعند استخدام هذه المياه نحتاج إلى إدارة خاصة فيما يتعلق بالصرف الجيد والغسيل الجيد واستخدام المحسنات اللازمة لمنـع تطور الصودية في التربة، ويمكن استخدام هذه المياه في التربة الجبسية دون أن نخاطر صودية.
ميـاه عاليـة الصوديـوم جدا	S4	30 – 26	بشكل عام تعتبر هذه المياه غير صالحة لأغراض الري إلا في حالات معينة عند توفر كميات كبيرة من الجبس.

المصدر (HandBook ، 1953)

ملحق 9. دليل نوعية المياه لمنظمة الغذاء والزراعة الدولية (FAO) :

مشكلة الري (المؤشر)	درجة المشكلة		
	لا توجد مشكلة	زيادة في المشكلة	مشكلة حادة
الملوحة (تؤثر على جاهزية الماء) التوصيل الكهربي للماء (ECW)	اقل من 0.75	3.0 – 0.75	اكبر من 3.0
التغذية (تؤثر على سرعة غيض التربة) التوصيل الكهربائي للماء (ECW) (1.3)*	اكبر من 0.5	0.5 – 0.2	اقل من 0.2
نسبة امتزاز الصوديوم المعدلة (Adj SAR) في حالة كونه المعدن السائد: 1. المونتوربلونايت 2. الالايت – الفيرميكولايت 3. الكاؤلينايت – الأكاسيد الثلاثية (أكاسيد الحديد والالومنيوم)	اقل من 6 اقل من 8 اقل من 16	6 – 9 (3)* 8 – 16 (3)* 16 –24 (3)*	اكبر من 9 اكبر من 16 اكبر من 24
سمية بعض الايونات (تؤثر على بعض المحاصيل الحساسة) الصوديوم نسبة ادمصاص الصوديوم المعدلة (4 .5)* الكلوريد مليمكافئ /لتر (4 .5)* البورون (مليجرام/لتر)	اقل من 3 اقل من 4 اقل من 0.75	3 – 9 4 – 10 0.75 - 3	اكبر من 9 اكبر من10 اكبر من 3
تأثيرات متنوعة (تؤثر على بعض المحاصيل) النترات (نيتروجين) أو الأمونيوم (نيتروجين) مليجرام/لتر البيكربونات (مليمكافئ /لتر) في حالة الري بالرش	اقل من 5 اقل من 1.5	5 – 30 1.5 – 8.5	اكبر من 30 اكبر من 8.5
الأس الهيدروجيني	المعدل الاعتيادي 6.5 – 8.4		

(1)* نسبة ادماص الصوديوم المعدلة (Adj SAR) يتم حسابها بالطريقة التي اشرنا إليها في مواد وطرق البحث.

(2)* إن القيم المذكورة أعلاه ترتبط بنوع المعدن (معدن الطين) السائد في التربة خاصة وان ثباتية البناء (التركيب) تختلف تبعا لاختلاف معدن الطين (Rallings 1966 & Rhoades 1975) وتكون مشكلة النفاذية أقل حدوثا إذا كانت ملوحة مياه الري عالية. ويحتمل حدوتها في حالة الملوحة الواطئة لمياه الري.

(3)* يستخدم المستوى الواطئ (المدى الواطئ) إذا كانت قيمة التوصيل الكهربي لمياه الري أقل من (4 ملي سيمنز/ سم) . ويستخدم المدى المتوسط إذا كانت قيمة التوصيل الكهربي لمياه الري تتراوح (0.4 – 1.6 ملي سيمنز/سم). ويستخدم المدى الأعلى عندما يكون التوصيل الكهربي لمياه الري أكبر من (1.6 ملي سيمنز /سم).

(4)* معظم محاصيل الأشجار وأشجار الزينة تكون حساسة للصوديوم والكلوريد (تستخدم القيم المذكورة أعلاه) وبالنسبة للمحاصيل الفصلية التي تعتبر غير حساسة لهذين الايونين (يفضل استخدام جداول تحمل الملوحة).

(5)* في حالة الري بالرش بالنسبة للمحاصيل الحساسة . كما أن ايونات الصوديوم والكلوريد. وعندما تكون بتراكيز أكبر من 3 ملليمكافئ/ لتر وفي ظروف معينة يمكن أن تسبب تدهور المحصول وامتصاصها من قبل الأوراق بكميات زائدة.

ملحق 10. العلاقة بين ملوحة مياه الري ومدى صلاحيتها للري

درجة الملوحة في مياه الري		مدى صلاحية المياه للري
جزء في المليون	درجة التوصيل الكهربي بالمليموز/سم 25 م	
اقل من 500	اقل من 0.75	يمكن استعمالها بدون خطورة لري جميع أنواع الترب
1100 - 500	من 0.75 - 1.75	تصلح لري الترب جيدة الصرف مع ملاحظة الإكثار من كمية المياه المستعملة حتى يتسنى غسل و إزالة الأملاح المتبقية في الترب من الريات
2000 - 1100	1.75 - 3	يمكن استعمالها في الترب الجيدة النفاذية ، والصرف الداخلي مع الإكثار من المياه المستعملة واختيار المحاصيل التي تتحمل الملوحة المتوسطة
3200 - 2000	3 - 5	هذه المياه شديدة الملوحة ولا تصلح إلا لري المحاصيل الشديدة المقاومة للملوحة في الترب جيدة النفاذية والصرف
أكثر من 3200	أكثر من 5	غير صالحة للري

المصدر (بن محمود، 1995)

ملحق 11. العلاقة بين نسبة الصوديوم المدمص في مياه الري ومدى صلاحيتها للري

نسبة الصوديوم المدمص SAR	مدى صلاحية المياه للري
10 - 1	يمكن استعمال المياه لري جميع أنواع الترب مع احتمال ضعيف لرفع نسبة الصوديوم المتبادل في التربة إلى حد ضار، مع الأخذ في الاعتبار المحاصيل ذات الحساسة لعنصر الصوديوم، مثل أشجار الفاكهة ذات النواة الحجرية.
18 - 10	يمكن استعمال المياه لري الترب خفيفة القوام حيث إنها تسبب ارتفاعا واضحا في نسبة الصوديوم المتبادل في الترب ثقيلة القوام.
26 - 18	يؤدي إلى زيادة كبيرة في نسبة الصوديوم المتبادل ولذلك لا تضاف هذه النوعية من المياه إلا مع برنامج استصلاحي للتربة (غسيل وصرف وإضافة محسنات تحتوي على الكالسيوم).
أكثر من 26	غير صالحة للري.

المصدر (بن محمود، 1995)

ملحق12. مستويات الكلوريد الخطرة في مستخلصات مشبعة لأصناف فواكه متنوعة ونباتات جذرية

الصنف أو الأصول المطعم عليها	الكلوريد (مليمكافئ/لتر) في مستخلص مشبع
أصول الحمضيات المطعم عليها	
ليمون رونجبور، مندرين كليوباترا	25
الليمون الخشن، البرتقال الحامض	15
البرتقال الحلو	10
أصول ذات النواة الحجرية المطعم عليها	
مارينا	25
لوفل ،شاليل	10
يانان	7
أصول افوكادو ومطعم عليها	
الهندي الغربي	8
المكسيكي	5
أصناف العنب	
ثومبسون عديم البذور، برليت	25
كاردينال، بلاك روز	10
الفراولة	8 – 5

المصدر (رتشارد، 2004)

ملحق13. قدرة التحمل لمحاصيل متنوعة إلى نسبة الصوديوم المتبادل

التحمل لنسبة ESP (المدى المؤثر)	المحصول	النمو المسئول تحت ظروف الحقل
حساس جدا 10 – 2	الفواكه النفضية الجوز الحمضيات افوكادو	أعراض التسمم بالصوديوم تظهر حتى في نسب الصوديوم المنخفضة.
حساس 20 – 10	الفاصوليا	يتوقف النمو الطبيعي عند قيم ESP منخفضة بالرغم من أن الظروف الفيزيائية للتربة تبقى جيدة.
متوسطة التحمل 40 – 20	البرسيم، الشوفان الأرز	نمو متقزم بفعل كل من عوامل التغذية وظروف التربة السيئة.
متحملة 60 – 40	القمح، القطن البرسيم الحجازي الشعير، الطماطم البنجر	نمو متقزم ويعزي عادة إلى ظروف التربة السيئة.
الأكثر تحملا 60 < ESP	حشيش القمح حشيش القمح الطويل	نمو متقزم ويعزي عادة إلى ظروف التربة السيئة.

المصدر (رتشارد، 2004)

Evaluation of Groundwater Quality in Souf Algeen Project and its Suitability for Irrigation

Amamer Salim Abdulkarim Mohamed (Ms. Sci. thesis).

University of Tripoli (2017).

Advisor. Dr Hendi Asanosi Alsharef (assistant professor).

Abstract

Underground water is the main source for irrigated agriculture, industrial, and civil uses in the middle region of Libya. Expansion of agriculture activities and increase demand on water in the region may result in water quality deterioration. In this study, Water quality was evaluated for agriculture uses in Soof Aljen project during 2016.

28 water samples were collected from the project wells, five of them from deep wells. The routine water analyses were done at the faculty of agriculture laboratory in Tripoli. Sodium adsorption ratio (SAR), adjusted sodium adsorption ratio. (Adj, SAR) and residual sodium carbonate (RSC) were calculated. Water was classified according to the United States salinity Laboratory (USSL) and food and agriculture organization (FAO) classifications. Results showed that water samples affected by salinity and classified as (C4-S1) very high salinity and low sodic toxicity according to USSL. The five deep wells are classified as (C3-S1) high salinity and low sodic toxicity.

According to FAO classification, the surface wells classified as (increasing in problems) for salinity index and toxicity index, which depend on sodium ion and (sever problems) for chloride. For variable effect which depend on bicarbonate ion when water used for sprinkler irrigation classified as (increasing in problems) the range of PH was normal while, SAR less than normal. Deep wells water classification according to (FAO) and (increasing in problems) for salinity index, toxicity index; chloride ion and variable effect depend on bicarbonate ion when used for sprinkle irrigation. pH was normal while, SAR less than normal.

Therefore. It is recommended that the surface wells water not to be used for irrigating salinity sensitive crops.

UNIVERSITY of TRIPOLI
Faculty of Agriculture

Department of Soil and Water

Evaluation of Groundwater Quality in Souf Algeen Project and its Suitability for Irrigation

By

Amamer Salim Abdulkarim Mohamed

The thesis for the Degree of Master has been approved by:

Dr Saad Ahmad Alghariani (External Examiner) ……
(Faculty of Agriculture - University of Tripoli - Tripoli)
Dr. Ahmad Ibrahim Ekhmaj (Internal Examiner) ……
(Faculty of Agriculture - University of Tripoli - Tripoli)
Dr. Hendi Asanosi Alsharef (Advisor) ……
(Faculty of Agriculture - University of Tripoli - Tripoli)

Dr. Haifa Mohamed Duzan
Vice Dean of Graduate Studies and Training

Dr. Nuri Sahli Madi
Dean of the Faculty

Date / / 2017

UNIVERSITY of TRIPOLI
Faculty of Agriculture

Department of Soil and Water

Evaluation of Groundwater Quality in Souf Algeen Project and its Suitability for Irrigation

By

Amamer Salim Abdulkarim Mohamed

Advisor: Dr.Hendi Asanosi Alsharef
(Assistant professor)

Thesis was submitted in partial fulfillment of the requirements for Degree OF Master of Agricultural Sciences.

25/07/2017