وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة سرت-كلية الزراعة

قسم التربة والمياه

رسالة بعنوان:

دراسة مدي مناسبة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة بمدينة سرت في زراعة محصول القمح وتأثيرها على خواص التربة

Suitability of Sirt Treated Waste Water Reuse for Wheat Cultivation and Its Effect on Soil Properties

مقدمة من الطالبة:

حليمة سليم خليفة أرتيمة

رسالة مقدمة استكمالا لمتطلبات نيل درجة الإجازة العالية (الماجستير) في العلوم الزراعية

إشراف:

د . رمضان على ميلاد

د. رمزي مرسي هدية

العام الجامعي2012 ف

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿ الله الذي خلق السموات والأرض وانزل من السماء ماء فاخرج به من الثمرات رزقا لكم وسخر لكم الفلك لتجرى في البحر بأمره وسخر لكم الأنهار(32) وسخر لكم الشمس والقمر دائبين وسخر لكم الليل والنهار(33) واتاكم من كل ما سألتموه وإن تعدوا نعمة الله لا تحصوها إن الإنسان لظلوم كفار(34) ﴾

صدق الله العظيم

((سورة إبراهيم))

الإهداء

إلى الوطن الحبيب

إلى كل من وقف معي ولو بكلمة

إلى أمي نبع الحنان والصبر

إلى أبي رمز العطاء والوفاء

إلى إخوتي شموع الحياة

إلى أصدقائي السند والوفاء

والإهداء خاص

إلى روح أخي المرحوم ناصر

إلى روح أخي شهيد الواجب خليفة

إلى روح أختي رحمة

داعيةً الله عز وجل أن يدخلهم فسيح جناته

الشـــــــكر والتقدير

أحمـد الله واشـكره سـبحانه وتعـالى علـى مـا منحنـى مـن الصـحة والصـبر والمثـابرة والإرادة حتـى تمكنـت مـن إنهـاء وانجـاز هـذه الرسـالة وإتمامهـا ، فللـه الحمـد أولا وأخيرا والصلاة والسلام على سيدنا محمد خاتم الأنبياء والمرسلين.

أتقـدم بخـالص الشـكر والتقـدير والعرفـان إلـى د. رمـزي مرسـي هديـة و د . رمضـان علـى مـيلاد. علـى تفضـلهما بالإشـراف علـى هـذه الرسـالة وإظهارهـا إلـى حيـز الوجـود علـى الوجـه المطلـوب فلـم يـبخلا بعلمهـا ووقتهمـا ولا جهـدهما طيلـة مراحـل انجازهـا فكانا نعم المعلم جزاهما الله كل خير.

أخـص بالشـكر والتقـدير م.عبـد العظـيم. م.ابتسـام وعائشـة علـى مسـاعدتهم لـي فـي هذه الرسالة.

كمـا أتقـدم بجزيـل الشـكر والتقـدير لكـل مـن عميـد كليـة الزراعـة الـدكتور/ أمطيـر مفتـاح عثمـان وعميـد كليـة العلـوم الـدكتور/ أحمـد محجـوب ، د.إبـراهيم عبـد المـولى ، أ.د.عبد المنعم محمود زيدان ، د.عبد العزيز محمد عكاش ، د.عبد الجليل .

وجزيـل الشـكر والعرفـان إلـى كافـة أعضـاء هيئـة التـدريس والفنيـين والعـاملين بكليـة الزراعـة وكليـة العلـوم قسـم الكيميـاء. ولايفـوتنى أن أتقـدم بجزيـل شـكري إلـى محطـة معالجـة ميـاه الصـرف الصـحي بمدينـة سـرت ومركـز العالميـة للتحاليـل الكيميائيـة والفيزيائية والميكروبيولوجية في مدينة بنغازي. وإلي مدرسة عقبة بن نافع.

ختامـا أسـمى آيـات الشـكر والثنـاء إلـى أمـي وأبـي إلـي مـن الجنـة تحـت أقـدامها والـي مـن كـانوا لـي السـند والمعـين فـي كـل خطـوة أخطوهـا إلـي رمـز الصـدق والطيبـة إلـي أخـوتي وأخـواتي لـدعمهم المتواصـل. وإلـي جميـع أصـدقائي الـذين لـم يبخلـوا بمـد العون.

فهـــــــــــرس المحتويات

الموضـــــــــــــــــــــوع	رقــم الصفحة
الآيات الكريم	iii
الإهداء	Iv
الشكر والتقدير	V
فهرس المحتويات	Vi
فهرس الجداول	Ix
فهرس الأشكال	Xiv
فهرس الملاحق	Xvii
الخلاصة	xviii
1- المقدمة	1
1-1- أهداف الدراسة	4
2 - الدراسات السابقة	5
2-1- الموارد المائية في ليبيا	5
2-1-1- موارد المياه التقليدية	5
2-1- 2- موارد المياه الغير تقليدية	9
2-2- الكمية التقديرية لطلب واستهلاك المياه العالمية	10
2-3- مياه الصرف الصحي	12
2-3-1- مصادر ومكونات مياه الصرف الصحي	13
2 - 3 -2 - معالجة مياه الصرف الصحي	16
2-3-3- محطة معالجة مياه الصرف الصحي (بشعبية سرت)	17
2-4- معايير استخدام مياه الصرف الصحي في الزراعة	21
2-4-1- المعايير المحددة لصلاحية مياه الصرف الصحي من الناحية الزراعية	21
2-4-2- تقسيم المحاصيل حسب إمكانية زراعتها بمياه الصرف الصحي المعالجة	26
2-4-3- الشروط الواجب توافرها لاستخدام مياه الصرف الصحي في الري	27
2-4-4- إستراتيجية إدارة مياه الصرف الصحي المعالجة في الزراعة	28
2-4-5- خلط مياه الصرف الصحي مع مصادر مائية أخري أو استخدامها بالتناوب مع مصادر مائية أخري	28
2-4-6- الآثار البيئية المحتملة لإعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة	29
2-3-استخدام مياه الصرف الصحي في الزراعة	30
3- المواد وطرق البحث	37
3-1- منطقة الدراسة	37
3-1-1- الموقع العام والمساحة	37
3-1-2- الطبوغرافية	37
3-1-3- المناخ	37

الموضـــــــــــــــــــــــوع	رقــم الصفحة
3-1-4- المصادر المائية وأنواع التربة في منطقة الدراسة	40
3-1-5- الاستخدام الزراعي	41
3-1-6- محصول القمح	42
3- 2- الأعمال الحقلية	43
3-2-1- تحديد مواقع القطاعات في منطقة الدراسة	43
3-2-2- حفر القطاعات وتحديد الأفاق والوصف المورفولوجي	44
3-2-3- تجميع عينات التربة قبل الزراعة	46
3-2-4- تجميع عينات المياه المستخدمة	46
3- 3- تجهيز أعمدة التربة	47
3- 3 -1 - موصفات عمود التربة	47
3- 3-2- تهيئة وتعبئة أعمدة التربة	47
3- 3-3- زراعة المحصول	47
3- 3-4- خلط المياه العذبة بمياه الصرف	48
3-3-5- معاملات الري المتبعة	48
3-4- القياسات والتحاليل التي تم إجراءها في التجربة	48
3-4-1- قياسات معدل إضافة مياه الري والصرف	48
3-4-2- تجميع عينات التربة بعد الزراعة	48
3-4-3- القياسات والتحاليل المعملية للتربة والمياه	49
3-4-4- الصفات المورفولوجية للمحصول ومكوناته	53
3-4-5- التحاليل الميكروبيولوجية للتربة والمياه	54
3- 5- التصميم والتحليل الإحصائي للتجربة	55
4- النتائج والمناقشة	56
4 - 1- قياسات المياه	56
4- 1- 2- الخصائص الكيمائية للمياه	59
4- 2 - الخواص الفيزيائية	60
4-2-1- القوام	60
4- 3- الخصائص الكيميائية لقطاعات التربة	62
4-3-1- التوصيل الكهربي	62
4- 3-2- الرقم الهيدروجيني (pH)	66
4-3-3- تقدير الكايتونات الذائبة	70
4-3-4- تقدير الانيونات الذائبة	85
4-3-5- العناصر الثقيلة	95

الموضـــــــــــــــــــــــــوع	رقــم الصفحة
4-4- قياسات النمو المحصول	115
4-4-1- الصفات المورفولوجية	115
4-4-2- المحصول ومكوناته	118
4- 5- القياسات الميكروبيولوجية للتربة	130
4-5-1- أعداد مجموعة بكتيريا القولون	130
4-5-2- أعداد مجموعة بكتيريا القولون الغائطية	132
5- التوصيات والمقترحات	135
6- الملخص باللغة الانجليزية	137
7- المراجع	138
8- الملاحق	145

فهـــــــــــــرس الجـــــــــداول

رقم الجداول العنـــــــــــــــــــــــــوان	رقـــم الصفحة
(1): يبين الموارد المائية في ليبيا ونسبة مساهمة كل مورد	5
(2): يبين العيون الرئيسية في ليبيا	7
(3): السعة التخزينية ومتوسط التخزين للسدود موزعة علي المناطق المائية	7
(4): يوضح الميزان المائي في ليبيا	10
(5):الكمية التقديرية لطلب واستهلاك المياه العالمية طبقا لكل قطاع	11
(6): مكونات مياه الصرف الصحي	15
(7) متوسط تركيب المياه الصرف الصحي في عمان- الأردن	15
(8): التركيب الكيمائي لمياه الصرف الصحي في الإسكندرية والجيزة	16
(9): يوضح أهم البيانات المتاحة لتحليل المياه في محطة معالجة المياه	19
(10–1): الخصائص الكيميائية لمياه الصرف الصحي لمدينة سرت	20
(10–2): الكاتيونات والانيونات السائدة في مياه الصرف الصحي لمدينة سرت	20
(10– 3): العناصر الثقيلة السائدة في مياه الصرف الصحي لمدينة سرت	20
(11): الخصائص الميكروبيولوجية لمياه الصرف الصحي	20
(12): المقاييس المستخدمة لتقييم نوعية المياه للاستخدام الزراعي	23
(13): أقصي تركيز مسموح به لبعض العناصر في مياه الري.	24
(14) : المستويات المختلفة لمعالجة مياه الصرف الصحي والاستفادة منها	29
(15): متوسط الأمطار الشهري والسنوي بمنطقة سرت(مم).	39
(16) : متوسط درجات الحرارة الشهري والسنوي بمنطقة سرت (درجة مئوية)	39
(17): متوسط الرياح الشهري والسنوي بمنطقة سرت(عقدة)	39
(18) :الوصف الحقلي للصفات المورفولوجي للقطاع (1) للتربة الرملية	45
(19): الوصف الحقلي للصفات المورفولوجية لقطاع (2) التربة الرملية الطميئية	45
(20) تحليل الخصائص الفيزيائية لعينات التربة قبل الري	52
(21): تحليل الخصائص الكيميائية لعينات التربة قبل الري	52
(22): تحليل الخصائص الكيميائية لعينات التربة قبل الري	52
(23): التحاليل الميكروبيولوجية لمياه الصرف الصحي المعالجة	55
(24): يوضح معدل إضافة مياه الري والصرف وعدد أيام من الزراعة حتى الحصاد	57
(25): تحليل الخصائص الكيمائية لعينات المياه المستخدمة في الري	59
(26): تحليل العناصر الثقيلة لعينات المياه مستخدمة في الري.	59
(27): التحليل الميكانيكي للتربة والتوزيع الحجمي لحبيبات الرمل للقطاع (1)	60

رقم الجداول العنـــــــــــــــــــــــــــوان	رقـــم الصفحة
(28): التحليل الميكانيكي للتربة والتوزيع الحجمي لحبيبات الرمل للقطاع (2)	60
(29): يوضح الخواص الطبيعية لقطاعات التربة.	61
(30): متوسطات قيم التوصيل الكهربي (µS/cm) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.	62
(31): متوسطات قيم التوصيل الكهربي (µS/cm) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق	62
(32): الفروق بين متوسطات قيم التوصيل الكهربي (EC,µS/cm) لمستخلص التربة لمستويات العوامل المدروسة وقيم أقل فرق معنوي لكل منها.	63
(33): متوسطات قيم الرقم الهيدروجيني (pH) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق	66
(34): متوسطات قيم الرقم الهيدروجيني (pH) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.	67
(35) : متوسطات قيم الأس الهيدروجيني (pH) لمستخلص التربة لمستويات العوامل المدروسة وقيم أقل فرق معنوي لكل منها	67
(36): متوسطات قيم تركيز أيون الكالسيوم (meq/l) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.	70
(37): متوسطات قيم تركيز أيون الكالسيوم (meq/l) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.	70
(38) : متوسطات قيم تركيز أيون الكالسيوم (meq/l) لمستخلص التربة لمستويات العوامل المدروسة وقيم أقل فرق معنوي لكل منها.	71
(39): متوسطات قيم تركيز أيون الماغنسيوم (meq/l) لمستخلص الترب الرملية تحت معاملات الري المختلفة .	73
(40): متوسطات قيم تركيز أيون الماغنسيوم (meq/l) لمستخلص الترب الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة	73
(41) : متوسطات قيم تركيز أيون الماغنسيوم (meq/l) لمستخلص التربة لمستويات العوامل المدروسة وقيم أقل فرق معنوي لكل منها.	74
(42): متوسطات قيم تركيز أيون البوتاسيوم (meq/l) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.	76
(43): متوسطات قيم تركيز أيون البوتاسيوم (meq/l) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق	76
(44) : متوسطات قيم تركيز أيون البوتاسيوم (meq/l) لمستخلص التربة لمستويات العوامل المدروسة وقيم أقل فرق معنوي لكل منها.	77
(45): متوسطات قيم تركيز أيون الصوديوم (meq/l) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق	79

رقم الجداول العنـــــــــــــــــــــــــوان	رقــم الصفحة
(46): متوسطات قيم تركيز أيون الصوديوم (meq/l) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق	79
(47): الفروق بين متوسطات قيم تركيز أيون ا الصوديوم (meq/l) لمستخلص التربة لمستويات العوامل المدروسة وقيم أقل فرق معنوي لكل منها.	80
(48): متوسطات قيم تركيز أيون الكلوريد (meq/l) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.	85
(49): متوسطات قيم تركيز أيون الكلوريد (meq/l) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.	85
(50): متوسطات قيم تركيز أيون الكلوريد (meq/l) لمستخلص التربة لمستويات العوامل المدروسة وقيم أقل فرق معنوي لكل منها.	86
(51): متوسطات قيم تركيز أيون الكربونات (meq/l) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.	88
(52): متوسطات قيم تركيز أيون الكربونات (meq/l) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق	88
(53): الفروق بين متوسطات قيم تركيز أيون الكربونات (meq/l) لمستخلص التربة لمستويات العوامل المدروسة وقيم أقل فرق معنوي لكل منها.	89
(54): متوسطات قيم تركيز أيون البيكربونات (meq/l) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق	91
(55): متوسطات قيم تركيز أيون البيكربونات (meq/l) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق	91
(56): متوسطات قيم تركيز أيون البيكربونات (meq/l) لمستخلص التربة لمستويات العوامل المدروسة وقيم أقل فرق معنوي لكل منها	92
(57): متوسطات قيم تركيز عنصر الحديد (ppm) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق	95
(58): متوسطات قيم تركيز الحديد (ppm) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق	95
(59): متوسطات قيم تركيز عنصر الحديد (ppm) لمستخلص التربة لمستويات العوامل المدروسة وقيم أقل فرق معنوي لكل منها	96
(60): متوسطات قيم تركيز عنصر المنجنيز (ppm) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق	98
(61): متوسطات قيم تركيز عنصر المنجنيز (ppm) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق	98
(62): متوسطات قيم تركيز عنصر المنجنيز (ppm) لمستخلص التربة لمستويات العوامل العوامل المدروسة وقيم أقل فرق معنوي لكل منها	99

رقم الجداول العنـــــــــــــــــــــــــــوان	رقــم الصفحة
(63): متوسطات قيم تركيز عنصر الزنك (ppm) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.	101
(64): متوسطات قيم تركيز عنصر ا الزنك (ppm) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق	101
(65): متوسطات قيم تركيز عنصر الزنك (ppm) لمستخلص التربة لمستويات العوامل المدروسة وقيم أقل فرق معنوي لكل منها.	102
(66): متوسطات قيم تركيز عنصر النحاس (ppm) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق	104
(67): متوسطات قيم تركيز عنصر النحاس (ppm) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق	104
(68) : متوسطات قيم تركيز عنصر النحاس (ppm) لمستخلص التربة لمستويات العوامل المدروسة وقيم أقل فرق معنوي لكل منها.	105
(69): متوسطات قيم تركيز عنصر الرصاص (ppm) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق	107
(70): متوسطات قيم تركيز عنصر الرصاص (ppm) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق	107
(71) : متوسطات قيم تركيز عنصر الرصاص (ppm) لمستخلص التربة لمستويات العوامل المدروسة وقيم أقل فرق معنوي لكل منها.	108
(72): متوسطات قيم تركيز عنصر النيكل (ppm) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق	110
(73): متوسطات قيم تركيز عنصر النيكل (ppm) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات المختلفة مع العمق.	110
(74): متوسطات قيم تركيز عنصر النيكل (ppm) لمستخلص التربة لمستويات العوامل المدروسة وقيم أقل فرق معنوي لكل منها	111
(75): متوسطات ارتفاع النبات وطول السنبلة (Cm) في التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة.	115
(76): متوسطات ارتفاع النبات وطول السنبلة (Cm) في التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة.	115
(77): متوسطات ارتفاع النبات (Cm) في النباتات لمستويات العوامل المدروسة وقيم أقل فرق معنوي لكل منها.	116
(78): متوسطات طول السنبلة (Cm) في النباتات لمستويات العوامل المدروسة وقيم أقل فرق معنوي لكل منها	116
(79): متوسطات الوزن الجاف للسنابل (ton/ha) في النباتات لمستويات العوامل المدروسة وقيم أقل فرق معنوي لكل منها.	118
(80) : متوسطات الوزن الجاف للمجموع الخضري(ton/ha) في النباتات العوامل المدروسة وقيم أقل فرق معنوي لكل منها.	119

رقم الجداول العنـــــــــــــــــــــــــــوان	رقــم الصفحة
(81): متوسطات الوزن الجاف للمجموع الجذري(ton/ha) في النباتات لمستويات العوامل المدروسة وقيم أقل فرق معنوي لكل منها	120
(82): متوسطات الأوزان الجاف للسنابل والمجموع الخضري والمجموع الجذري للنباتات القمح (ton/ha) في التربة الرملية الطميية تحت معاملات الري المختلفة.	121
(83): متوسطات الأوزان الجاف للسنابل والمجموع الخضري والمجموع الجذري للنباتات القمح (ton/ha) في التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة	122
(84): متوسطات الوزن الكلي الطازج والجاف للنباتات (ton/ha) في التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة	124
(85): متوسطات الوزن الكلي الطازج والجاف للنباتات (ton/ha) في التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة.	124
(86): متوسطات الوزن الكلي الطازج والجاف للنباتات (ton/ha) في التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة	125
(87) : متوسطات الوزن الكلي الطازج للنبات (ton/ha) في النباتات لمستويات العوامل المدروسة وقيم أقل فرق معنوي لكل منها	126
(88): العدد الأكثر احتمالا لمجموعة بكتيريا القولون/100 مل في التربة الرملية الطميية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق	130
(89): العدد الأكثر احتمالا لمجموعة بكتيريا القولون/100 مل في التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق	130
(90): العدد الأكثر احتمالا لمجموعة بكتيريا القولون الغائطية/100 مل في التربة الرملية الطميية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق	132
(91): العدد الأكثر احتمالا لمجموعة بكتيريا القولون الغائطية/100 مل في التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق	132

فهرس الأشـــكال والصــور

رقم الشكل الموضـــــــــــــــــــوع	رقــم الصفحة
(1): يوضح تصنيف مكونات مياه الصرف الصحي	14
(2): صورة توضح الخواص الظاهرية بالقطاع رقم (1).	43
(3): صورة توضح الخواص الظاهرية بالقطاع رقم (2).	43
(4): صورة يوضح أعمدة التربة.	47
(5): يوضح معدل إضافة مياه الري والصرف وعدد أيام من الزراعة حتى الحصاد	58
(6): يوضح الخوص الطبيعي للقطاعات التربة	61
(7): متوسطات قيم التوصيل الكهربي (µS/cm) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.	64
(8): متوسطات قيم التوصيل الكهربي (µS/cm) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.	64
(9): متوسطات قيم الرقم الهيدروجيني (pH) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق	69
(10): متوسطات قيم الرقم الهيدروجيني (pH) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.	69
(11): متوسطات قيم تركيز أيون الكالسيوم (meq/l) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق..	72
(12): متوسطات قيم تركيز أيون الكالسيوم (meq/l) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق..	72
(13): متوسطات قيم تركيز أيون الماغنسيوم (meq/l) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.	75
(14): متوسطات قيم تركيز أيون الماغنسيوم (meq/l) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.	75
(15): متوسطات قيم تركيز أيون البوتاسيوم (meq/l) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.	78
(16): متوسطات قيم تركيز أيون البوتاسيوم (meq/l) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.	78
(17): متوسطات قيم تركيز أيون الصوديوم (meq / l) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.	81
(18): متوسطات قيم تركيز أيون الصوديوم (meq/l) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.	81

رقم الشكل الموضـــــــــــــــــــــوع	رقـــم الصفحة
(19) : متوسطات قيم تركيز أيون الكلوريد (meq/l) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق..	87
(20) : متوسطات قيم تركيز أيون الكلوريد (meq/l) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق..	78
(21): متوسطات قيم تركيز أيون الكربونات (meq/l) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.	90
(22): متوسطات قيم تركيز أيون الكربونات (meq/l) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق..	90
(23): متوسطات قيم تركيز أيون البيكربونات (meq/l) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.	93
(24): متوسطات قيم تركيز أيون البيكربونات (meq/l) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.	93
(25): متوسطات قيم تركيز عنصر الحديد (ppm) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.	97
(26): متوسطات قيم تركيز عنصر الحديد (ppm) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق..	97
(27): متوسطات قيم تركيز عنصر المنجنيز (ppm) لمستخلص التربة الرملية تحث معاملات الري المختلفة مع العمق..	100
(28): متوسطات قيم تركيز عنصر المنجنيز (ppm) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحث معاملات الري المختلفة مع العمق.	100
(29): متوسطات قيم تركيز عنصر الزنك (ppm) لمستخلص التربة الرملية تحث معاملات الري المختلفة مع العمق..	103
(30): متوسطات قيم تركيز عنصر الزنك (ppm) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.	103
(31): متوسطات قيم تركيز عنصر النحاس (ppm) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق	106
(32): متوسطات قيم تركيز عنصر النحاس (ppm) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.	106
(33): متوسطات قيم تركيز عنصر الرصاص (ppm) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.	109
(34): متوسطات قيم تركيز عنصر الرصاص (ppm) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.	109

رقم الشكل الموضـــــــــــــــــــــوع	رقـــم الصفحة
(35): متوسطات قيم تركيز عنصر النيكل (ppm) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.	112
(36): متوسطات قيم تركيز عنصر النيكل (ppm) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق	112
(37): متوسطات ارتفاع النبات والسنبلة (Cm) في التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة..	117
(38): متوسطات ارتفاع النبات والسنبلة (Cm) في التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة	117
(39): متوسطات الوزن الجاف للسنابل والمجموع الخضري والمجموع الجذري للنباتات القمح في التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة.	123
(40): متوسطات الوزن الجاف للسنابل والمجموع الخضري والمجموع الجذري للنباتات القمح في التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة..	123
(41): متوسطات الوزن الكلي الطازج والجاف للنباتات القمح (ton/ha) في التربة الرملية الطمييية تحت معاملات الري المختلفة.	127
(42): متوسطات الوزن الكلي الطازج والجاف للنباتات القمح (ton/ha) في التربة الرملية تحث معاملات الري المختلفة..	127
(43): العدد الأكثر احتمالا لمجموعة بكتيريا القولون /100 مل في التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق	131
(44): العدد الأكثر احتمالا لمجموعة بكتيريا القولون /100 مل في التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق..	131
(45): العدد الأكثر احتمالا لمجموعة بكتيريا القولون الغائطية/100 مل في التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق..	133
(46): العدد الأكثر احتمالا لمجموعة بكتيريا القولون الغائطية/100 مل في التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق..	133

فهـــــــــــرس الملاحق

المـــــــلاحق	رقـــم الصفحة
ملحق(1): الوصف المورفولوجي لقطاعات التربة الممثلة لمنطقة الدراسة	145
ملحق(2): النتائج التفصيلية للتحليل الإحصائي..	148
ملحق(3): جداول النتائج	172
ملحق(4): الصورة الخاصة بتصميم بتنفيذ التجربة	192

الخلاصــة

أجريت هذه الدراسة خلال الموسم الزراعي 2008– 2009 م في منطقة سرت من بليبيا. وتهدف هذه الدراسة لمعرفة مدي مناسبة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة بمدينة سرت في ري محصول القمح وتأثيرها علي خواص التربة الكيميائية والفيزيائية والبيولوجية . ومقارنتها بنتائج دراسات أخري أجريت في مناطق أخري من العالم. ويتميز مناخ هذه المنطقة بأنه حار جاف صيفا، بارد ممطر شتاء ونظراً لانخفاض كمية الأمطار المتساقطة والتي تبلغ حوالي 175 إلي 200 مم سنويا فإنها تعتبر ضمن المناطق شبه الجافة. وتم استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة بمدينة سرت في هذه الدراسة في ري محصول القمح في نوعين من التربة. ونظراً لما قد يسببه الاستغلال الزراعي المكثف لهذه المياه من تغيرات علي خواص التربة، استهدفت هذه الدراسة معرفة مدي ايجابيات وسلبيات استخدام هذه المياه وذلك من خلال مقارنة خصائص التربة قبل وبعد الري بهذه المياه . حيث تم حفر قطاعين بموقعين الأول بمزرعة أبحاث كلية الزراعة – جامعة التحدي بمنطقة سرت. والثاني في مشتل القرضابية التابع لمشروع استثمار مياه النهر الصناعي العظيم المرحلة الأول بمنطقة سهل القرضابية في منطقة سرت.

وصممت التجربة حسب تصميم التجارب العاملية للتصميم العشوائي الكامل وتمت الزراعة في أنابيب بلاستيكية طولها (115cm) وقطرها(11.5 cm) وعددها 24 عمود ونوعين من التربة (رملية– رملية طمييية) . ملئت بالتربة المجففة والتي تم غربلتها ووزنها (12 عمود) تربة رملية ، (12عمود) تربة رملية طمييية, وتم الري بنوعين من المياه (مياه الصرف الصحي المعالجة – مياه النهر الصناعي العظيم) وبأربعة معاملات مختلفة لنوعية مياه الري (أربع نوعيات مياه حسب نسبة الخلط) لمحصول القمح وتكرار كل معاملة ثلاثة فتراث وبحيث كانت المعاملات كالتالي:

1– المعاملة الأولي: الري بمياه عذبة 100% (100 % Fresh Water).

2– المعاملة الثانية: الري بمياه صرف معالجة 100% (100% Treated Waste Water).

3– المعاملة الثالثة: الري بمياه مخلوطة بنسبة 50% مياه صرف +50% مياه عذبة

(50 % Fresh Water + 50 % Treated Waste Water) .

4– المعاملة الرابعة: الري بمياه مخلوطة بنسبة 67 % مياه صرف + 33 % مياه عذبة

. (% 33 Fresh Water + % 67 Treated Waste Water)

وتم تجميع العينات من الأعماق الثلاثة علي عمق (25cm- 55 cm -110 cm)، وأجريت التحاليل المعملية (الفيزيائية والكيمائية والميكربيولوجية) على العينات وفق طرق معتمدة والتي اشتملت: الوصف المورفولوجي لقطاعات التربة، وتقدير القوام، والكثافة الظاهرية، ونسبة الرطوبة، التوصيل الكهربائي، والرقم الهيدروجيني، والانيونات ، والكاتيونات الذائبة. وقد تم تحديد الخواص الكيميائية الهامة للمياه الصرف الصحي. وتقدير قياسات نمو محصول القمح ومكوناته . والخصائص الميكروبيولوجية للتربة والمياه . وأظهرت النتائج على أن التربة ذات قوام خشن نوعين مختلفين من القوام ، وقد وجد أن ترب المنطقة فقيرة من المادة العضوية بسبب قلة توفر الغطاء النباتي . وتدل نتائج هذه الدراسة أن استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة لم تؤثر تأثيراً واضحا على الخواص الفيزيائية التي تم دراستها, وذلك لقلة المواد الصلبة المضافة . بينما أوضحت نتائج هذه الدراسة زيادة قيمة التوصيل الكهربي لمستخلص التربة مقارنة بالتربة قبل الري . وعمليات الري لم تؤد إلى تراكم ملحي كما يستدل من النتائج أن قيم التوصيل الكهربائي تراوحت مابين (248 –1145 µS/cm). كما أذى استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في الري إلى انخفاض في قيم إل(pH) مقارنة بالتربة قبل الري وتشير النتائج إن درجة التفاعل إل(pH) لهذه القطاعات تشير إلي القلوية بصفة عامة أي إن (pH أكبر من 7) وتراوحت قيم الرقم الهيدروجيني مابين (7.22–7.91). وتزداد قيم تركيز أيون الكلوريد **عند الري بمياه الصرف الصحي المعالجة 100% وكذلك نتيجة لإضافة الكلور في مرحلة المعالجة النهائية يؤدي ذلك لزيادة محتوى الكلوريد بالمياه وتراوحت القيم مابين (2.80 meq/l– 0.57). وكان التفاوت في قيم تركيز أيون الكربونات بسيطا في معاملات الري المختلفة وتراوحت القيم مابين (1.20 meq/l– 0.40). وأوضحت النتائج زيادة في قيمة تركيز أيون البيكربونات لمستخلص التربة مع نوعية المياه وتراوحت القيم مابين (1.77 meq/l–0.86). كما أدى استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة إلي زيادة بسيطة في تركيز ايون الكالسيوم والماغنسيوم مقارنة بالتربة قبل الري . وارتفاع تركيز عنصر البوتاسيوم . وتدل نتائج هذه الدراسة بان استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في الري قد أدى إلى رفع تركيز الصوديوم حيث تراوحت القيم ما بين (10.01 meq/l– 3.05)، ولم يصاحب هذه الزيادة في نسبة الصوديوم تدهورا ملحوظا في بعض خواص التربة الفيزيائية الهامة مثل**

البناء والتوصيل الهيدروليكي والتهوية والخواص الكيميائية . وان تكثيف عمليات الري لم تؤد إلى تراكم ملحي . تبين من نتائج التحليل أن التربة تحتوي علي تركيز منخفض من العناصر الثقيلة. وأن نسبة العناصر الثقيلة في الحدود المسموح بها وكانت النسب علي النحو التالي:-

النيكل 0.07-0.21 ملجم / لتر، الحديد 0.70- 1.47 ملجم/ لتر، النحاس 0.04-2.16 ملجم/ لتر، الرصاص0.44- 1.90 ملجم/لتر، المنجنيز 0.05-3.43 ملجم/لتر، الزنك 0.00-2.83 ملجم/لتر، وتدل نتائج هذه الدراسة أن استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة بالنسبة لنمو محصول القمح ومكوناته علي ازدياد ارتفاع النبات وطول السنبلة عند خلط المياه بمياه الصرف الصحي المعالجة . وكذلك يزداد الوزن الجاف للسنابل والمجموع الخضري والمجموع الجذري لنباتات القمح تحت معاملات الري المختلفة أتضح أن أعلي وزن لنباتات القمح كان في معاملات الري المختلفة بمياه مخلوطة, بينما كان أقل وزن للمجموع الجاف للسنابل والمجموع الخضري والمجموع الجذري لنباتات القمح عند الري بمياه عذبة. وأن أعلي قيم للوزن الكلي الطازج والجاف للنبات كان في معاملات الري المختلفة بمياه مخلوطة , بينما كان أقل قيم للوزن الكلي الطازج والجاف للنبات كان في معاملات الري بمياه عذبة. وبذلك يزداد الوزن الكلي الطازج والجاف للنبات تحت معاملات الري المختلفة عند خلط المياه بمياه الصرف الصحي المعالجة. كذلك دلت النتائج على أن التربة فقيرة في العناصر الضرورية للنبات، وكذلك فقرها الشديد للمغذيات الصغرى. وأظهرت النتائج تأثير استخدام مياه عذبة من ناحية ومياه عذبة مخلوطة مع مياه الصرف الصحي المعالجة من ناحية أخري علي مقدار جودة محصول القمح ووجد إن الأعمدة التي تم ريها بالمياه المخلوطة قد أنتجت محصول أوفر وأكثر جودة بالمقارنة بأعمدة القمح التي تم ريها بمياه عذبة فقط , وذلك علي الرغم من ارتفاع نسبة الرقاد . إضافة أن مياه الصرف الصحي يمكن الاعتماد عليها جزئيا كمصدر هام للعناصر الغذائية الضرورية لنمو النبات. تبين من نتائج التحليل البيولوجي أن النتائج كالتالي : العدد الكلي للبكتيريا القولونية/100 مل تراوح ما بين (0.23- 10/ 100مل)، وكذلك بالنسبة للعدد الكلي للبكتيريا القولونية الغائطية /100 مل تراوح ما بين (0.03- 4.6/ 100مل)، واتضح إن العدد الكلي للبكتيريا القولونية والبكتيريا القولونية الغائطية في الحدود المسموح بها للزراعة .

1- المقدمة Introduction

يعتبر الماء هو أساس الحياة على سطح الأرض وثروة هامة من الثروات الضرورية وهو المصدر الرئيسي المحدد لحياة كل من الإنسان والحيوان والنبات.

قال تعالى:- (وجعلنا من الماء كل شئ حي أفلا يؤمنون) صدق الله العظيم . سورة الأنبياء الآية (30).

و لقد ازدادت أهمية الماء يوما بعد يوم لما له من دور كبير ومؤثر وفعال في مشاريع التنمية الزراعية في جميع دول العالم. والموارد المائية على اختلاف أنواعها تعتبر أحد الدعامات الرئيسية لتحقيق الحياة الاقتصادية والبشرية والصناعية والزراعية وأهداف الأمن الغذائي العربي. ونظرا لأهمية المياه في جميع مجالات الحياة وفي كل القطاعات, وخاصة أن القطاعات الزراعية العربية يستغل في الوقت الراهن ما يقارب 80 % من جملة الموارد المائية المتاحة، ونلاحظ بان قطاع الزراعة يستهلك المياه بنسبة أكبر من القطاعات الأخرى. وهذه الكميات الهائلة من المياه المستخدمة في الزراعة لا تستغل بشكل جيد من قبل المزارعين حيث يوجد إسراف في استخدام المياه، ولذلك يجب إتباع سياسة زراعية تعمل علي إدارة الموارد المائية بشكل جيد (اللجنة الفنية لدراسة الوضع المائي, 1999) .

ولقد تأثرت البيئة الزراعية العربية خلال العقدين الماضيين بالعديد من التغيرات المناخية والاقتصادية والإنسانية, والتي أثرت علي التوازنات البيئية. مما ساهم في زيادة ظواهر الجفاف والتصحر وتدهور الإنتاجية الزراعية وتعرض التربة لكل أنواع التدهور من الانجراف وتعرية وملوحة في بعض الأحيان. وتعتبر التربة أحد الموارد الطبيعية الزراعية الهامة, وعنصرا أساسيا في إنتاج الغذاء. ومشكلة المياه في العالم هي مشكلة عرض وطلب (عون , 2002).

وكلما زاد عدد السكان زاد الطلب علي إنتاج الغذاء وبالتالي زاد الطلب علي الماء. وعرف الإنسان مند القدم أهمية المياه وقد استخدام الإنسان مند القدم مياه الأنهار ومياه الأمطار والمياه الجوفية إلا أنه لم يتجه نحو استخدم مياه الصرف الصحي المعالجة إلا عندما شعر بأن مياه الأنهار والأمطار والمياه الجوفية أصبحت أقل وأدنى من أن تلبي الاحتياجات المائية، وأن مصادر المياه في ليبيا والمتمثلة في مياه الأمطار والمياه الجوفية غير كافية من حيت الكمية، وكذلك موقع البلاد الجغرافي يضعها ضمن المناطق الشبه صحراوية (جافة – شبه جافة) والتي تتميز بنقص الماء والجفاف والمعدلات المنخفضة من الأمطار وارتفاع مقدار البخر (المهدوي ، 1990).

ولقد أثبتت سياسة العرض المتبعة محدوديتها، علي الرغم من الانجازات المسجلة علي مستوي بناء السدود وتخزين المياه وحفر الآبار للحصول علي المياه الجوفية, وحرصت الدولة علي توفير المياه للمستهلكين.

فكل هذه الوسائل لم تساعد على مجاراة الطلب المتزايد علي المياه , حيث أصبح هناك عواقب وخيمة علي عدم ترشيد المياه, بالإضافة إلى هدر كميات من المياه خصوصا في الاستعمالات الزراعية وضياع كميات مهمة من الطاقة الاستيعابية للسدود. ونظر لمحدودية المياه السطحية في ليبيا وعدم قدرتها على مواجهة الاحتياجات المائية المتزايدة لمختلف أنواع الاستهلاك لجأت ليبيا إلى التوسع في تنمية ما يتوفر لديها من مياه جوفية، وادي ذلك إلى تكثيف السحب من الأحواض المائية غير المتجددة أو محدود التجدد, والذي أدي بدوره إلى بعض الآثار السلبية (إعداد لجنة من الأساتذة ليبيا الثورة , 1994) .

وفى أي بلد من بلدان العالم يؤدى ازدياد الطلب على المياه الجوفية إلى تدني مستوياتها وتداخل المياه المالحة (مياه البحر) معها , وقد أدى استعمالها للزراعة إلى زيادة الملوحة, وتدهور التربة. وهذه الآثار قد تتفاقم مع مرور الزمن, ويصعب معالجتها وتفادي نتائجها المستقبلية ولذا يجب البحث على مصادر إضافية لمياه الري بما في ذلك مياه الصرف الصحي المعالجة والآن أصبحت الحاجة ملحة إلى تيسير موارد مائية جديدة. وتعتبر مياه الصرف الصحي المعالجة احد الموارد المائية الهامة التي يجب العناية بها ودراسة كيفية الاستفادة منها واستخدامها. لأن الماء هو أحد العوامل الأساسية لنمو وإنتاج المحاصيل الزراعية, ولا حياة لأي نبات بدون الماء . وخلال العقدين الماضيين زاد استخدام مياه الصرف الصحي في الزراعة بصورة كبيرة ، نظراً لزيادة المساحة الزراعية وكذلك زيادة الكثافة السكانية مع محدودية موارد المياه المتاحة في معظم دول العالم ، وذلك محاولة لتقليل استنزاف مصادر المياه التقليدية خاصةً المستخدمة في الزراعة حيث إن معظم دول العالم تستهلك مابين 60 - 93 ٪ من الاستهلاك المائي الكلي في الزراعة وكذلك لتقليل الآثار البيئية للتخلص من مياه الصرف الصحي. والزراعة في معظم دول العالم الثالث هي المستخدم الرئيسي للمياه يليها في ذلك بفارق كبير الاستخدامات السكانية والصناعية والسياحية. ولذلك يجب رفع كفاءة استغلال المياه المتاحة أولا، وإيجاد مصادر مائية إضافية تقليدية وغير تقليدية , ومن ضمن المصادر غير التقليدية معالجة مياه الصرف الصحي وإعادة استعمالها (عون, 2002).

وحيث أن المصادر التقليدية أخذت في النضوب فيصبح الحل البديل لتغطية الاحتياجات العربية المستقبلية من المياه هو توظيف الهندسة المائية كمشروع النهر الصناعي العظيم أو التحلية. وتشمل معالجة مياه الصرف الصحي مجموعة من العمليات الطبيعية والكيميائية والإحيائية التي يتم فيها إزالة المواد الصلبة والعضوية والكائنات الحية الدقيقة وإزالة بعض العناصر الدقيقة أو تقليلها إلي درجة مقبولة. وقد تحتوى المياه علي تركيزات عالية من الفسفور والنتروجين. ويمكن تقسيم تلك العمليات حسب درجة المعالجة إلي عمليات تمهيدية وأولية وثانوية ومتقدمة، وتأتى عملية التطهير للقضاء على الأحياء الدقيقة في المياه المعالجة. وتحتوي مياه الصرف الصحي على عدد من العناصر والمعادن التي بعضها يكون مفيداً للنبات مما يؤدي إلى زيادة إنتاجيته، والقسم الأخر قد يكون ضاراً للنبات والتربة

وكذلك الحيوان والإنسان حسب نوعية هذه المياه وخواص التربة، والظروف المناخية والعمليات الزراعية المتبعة.

وهناك قلق بشان الآثار السلبية التي قد يسببها استخدام مياه الصرف الصحي في ري المحاصيل الحقلية على صحة الإنسان والحيوان لذا اهتمت العديد من المنظمات الدولية كمنظمة الصحة العالمية بوضع معايير لاستخدام تلك المياه في الزراعة. وزيادة الاهتمام بالمحافظة علي البيئة والصحة العامة في بلاد العالم الثالث رفقه التخلص من مياه الصرف الصحي المعالجة بشكل سليم والحد من تلوث شواطئ البحار. وهناك زيادة كبيرة في إنتاج مياه الصرف الصحي المعالجة, وكان ذلك نتيجة لإنشاء شبكات صرف صحية ومحطات معالجة وتزويد السكان بشبكات مياه الشرب مرفقة بشبكات الصرف الصحي ومحطات التنقية. وتعتبر مياه الصرف الصحي المعالجة كمصدر للعناصر الغذائية والتي يمكن استغلالها لزيادة الإنتاج الزراعي, مما يتسبب عنه تخفيض وطأة نقص الغذاء في أقطار عدة وباستعمال قليل من الأسمدة، والاستفادة منها في الري والزراعة وتقليل من استنزف المياه الجوفية, ويمكن استعمالها في الصناعة وحقن المياه الجوفية واستصلاح الأراضي الصحراوية ومكافحة التصحر وتحسين البيئة. ومعالجة مياه الصرف الصحي سيخفض من تلوث المياه الجوفي نتيجة تسرب مياه الصرف الصحي وكذلك فإن معالجة مياه الصرف الصحي سيساعد على توفير مصادر مائية إضافية لأغراض الري. وسيخفض من تعرض السكان للأمراض الناجمة عن تلوث المياه .

1-1- أهداف الدراسة:

الأهداف الرئيسية لهذه الدراسة هي:-

1- دراسة تأثير استخدم مياه الصرف الصحي المعالجة على خواص التربة الكيميائية والطبيعية والبيولوجية.

2- دراسة تأثير استخدام هذه المياه على نمو محصول القمح وإنتاجه.

3- دراسة **مدى إمكانية الاستفادة من هذه المياه في عملية الري والحد من تلوث مياه البحر.**

1-2- أهمية الدراسة:

توجد محطة معالجة مياه الصرف الصحي في شعبية سرت وتبلغ إنتاجية هذه المحطة من المياه المعالجة حاليا (16000) متر مكعب يوميا. ومع العلم بأن الطاقة الإنتاجية الكلية للمحطة هي (36000) متر مكعب يوميا من المياه المعالجة وهى غير مستغلة في مجال الزراعة ويتم ضخها في البحر. ولرفع كفاءة استخدام هذه المياه في عمليات الري للمحاصيل الزراعية لابد من دراسة كيفية استخدام هذه النوعية من المياه.

2- الدراسات السابقة
Review of Literature

2-1- الموارد المائية في ليبيا:

تعتبر المصادر المائية أهم الموارد الطبيعية على الإطلاق في الغداء والتنمية. والحياة بأسرها ترتبط بوجود المياه كما أنها عامل المحدد لتوزيع السكان والأنشطة مثل (الرعي- الزراعة – الصناعة).

والموارد الرئيسة للمياه هي:

1- موارد المياه التقليدية مثل (مياه الأمطار- الجريان السطحي بأنواعه- المياه الجوفية).

2- موارد المياه غير التقليدية مثل (تحليه مياه البحر- مياه الصرف الصحي المعالجة) .

ويوضح الجدول(1) الموارد المائية في ليبيا والمتمثلة في موارد المياه التقليدية, وموارد المياه غير التقليدية ونسبة مساهمة كل مورد (المهدوي، 1990).

جدول(1): حجم الموارد المائية في ليبيا ونسبة مساهمة كل مورد.

الموارد المتاح	مياه جوفية	مياه سطحية	مياه التحلية	مياه المعالجة	الإجمالي
مليون متر مكعب	4670	110	70	36	4886

2-1-1- موارد المياه التقليدية:-

2-1-1- 1- مياه الأمطار:

تعتبر الأجزاء الشمالية أكثر مناطق البلاد أمطارا حيث تقع مابين خط مطر أقل من (100-400 مم) سنويا وذلك يختلف من منطقة إلى أخري. حيث يقل المعدل على سواحل خليج سرت ويرتفع المعدل في المنطقة الممتدة من طرابلس وحتى الخمس وسواحل منطقة بنغازي. ويتراوح المتوسط السنوي لسقوط الأمطار مابين (175-200 مم) عند الشريط الساحلي و(25-50 مم) بعيد عن الساحل في الجنوب. وتعتبر اعلي منطقتين رئيسين تتمتعان بقدر كبير من الأمطار سنوي هي المنطقة الشمالية الشرقية وتشمل (الجبل الأخضر وسهل بنغازي) والمنطقة الغربية تشمل (الجبل الغربي وسهل الجفارة) وتقع البلاد

ضمن المناطق شبه صحراوية (جافة وشبه جافة) فسقوط الأمطار مقتصر على فترة وجيزة حيث يمتد موسم الأمطار التي تسقط علي ليبيا من شهر أكتوبر وحتى شهر مارس, وقمة المطر لا تتعدى أياما معدودة حيث تصل أقصي معدلات لسقوط الأمطار خلال فصل الشتاء, وخاصة في شهري ديسمبر و يناير فمعدلات الأمطار لفترة (20 سنة) أظهرت أن معدل عدد الأيام لسقوط الأمطار قليلة وتسقط هذه الأمطار القليلة في موسم الشتاء وتعتبر قليلة بالنسبة للإنتاج الزراعي. قدر إجمالي كمية الأمطار التي تهطل علي ليبيا مابين 30 إلي 63 مليار متر مكعب سنويا . وهكذا فان توفير مياه للري تعتبر أمر ضروريا للتنمية الزراعية والذي يجعل أهمية مياه الأمطار لا يمكن أن تسهم بدور فعال وبارز إلا في الإنتاج الزراعي لبعض المحاصيل وكذلك ارتفاع درجة الحرارة خلال فصل الصيف وساعات سطوع الشمس في المنطقة الشمالية لا يقل عن (2500) ساعة سنويا. وهو معدل له أثاره السلبية علي كفاية كمية الأمطار الساقطة علي المناطق . ويختلف المعدل السنوي لسقوط الأمطار من 600 ملم في مناطق محدودة جدا في الشمال إلي أقل من 1.8 ملم في مساحات شاسعة من الجنوب (المهدوي ، 1990) .
ويختلف توزيع الأمطار في السنة من فصل إلي أخر حيث يسقط حوالي 55%من الأمطار في فصل الشتاء, وحوالي 25% في فصل الخريف وحوالي 17.5% في فصل الربيع وحوالي 0.5% في فصل الصيف, وتم تقدير كميات الجريان السطحي بحوالي 4.5% من الكمية الإجمالية للأمطار 2% بين البخر الكلي والتسرب إلي باطن الأرض (الأرباح, 1996).

2-1-1- 2- المياه السطحية:

لا تمتلك ليبيا أي موارد مائية سطحية عذبة دائمة الجريان ماعدا (الجبل الأخضر والجبل الغربي) وذلك لعدم انتظام سقوط الأمطار وطبيعية التكوين الجيولوجي والمياه تنحصر في مياه الأمطار والمياه الجوفية (السلاوي، 1989).

2-1-1- 3- المياه الجوفية:

تأتى المياه الجوفية عن طريق الآبار والعيون والينابيع وهي أساس دعائم الحياة الاقتصادية في ليبيا ويعتمد عليها السكان في حياتهم اليومية ، ومنها يستمد المزارعون مياه ري مزارعهم (السلاوي، 1986) .

ولقد أسهمت المياه الجوفية في الماضي مساهمة إيجابية وفعالة في تقدم وازدهار الحياة في البلاد. فهي تمثل مالا يقل عن (95%) من مجموع الموارد المائية المحلية بليبيا، ومنها ما هي متجددة بمعنى

أنها تعوض نتيجة هطول الأمطار وتسربها إلى باطن الأرض، ومنها غير متجددة وهي عبارة عن مياه محجوزة أو محفوظة في الخزانات الجوفية الحاملة للمياه.

ويوجد بليبيا عدد من العيون يتجاوز عددها (450 عينا) ذات إنتاجية منخفضة لا يتعدي أنتاج معظمها (1 لتر/ ثانية) باستثناء عيون تاورغاء وكعام والزيانة والدبوسية ودرنة، يتم حاليا استغلال عدد منها في الزراعة والشرب كما في الجدول(2) (الهيئة العامة للمياه، 2006).

والمياه التي تتجمع خلف السدود البالغ عددها (16سدا) كما هو مبين في الجدول (3)(الأرباح ، 1996).

جدول(2): العيون الرئيسية في ليبيا.

اسم العين	الموقع	متوسط الإنتاجية (لتر/ثانية)
تاورغاء	تاورغاء	2000
كعام	وادي كعام	361
الزيانة	بنغازي	3580
بومنصور	جنوب درنة	190
الدبوسية	شمال القبة	177
درنة	وادي درنة	100

جدول(3): السعة التخزينية ومتوسط التخزين للسدود موزعة علي المناطق المائية بليبيا .

المنطقة المائية	السد	الموقع	السعة التخزينية (مليون م^3)	متوسط التخزين السنوي (مليون م^3 / سنة)
الجبل الأخضر	وادي القطارة	بنغازي	135	12.00
	مرقص	رأس الهلال	0.15	0.15
	زازا	الصقورية	2	0.80
	درنة	درنة	1.15	1.00
	بومنصور	درنة	22.3	2.00
الكفرة والسرير	جارف	سرت	2.40	0.30
	الزهاية	سرت	2.80	0.70
	الزيد	سرت	2.60	0.50
	بن جواد	بن جواد	0.34	0.30
الجفارة	وادي الجينين	بن غشير	85	10.00
	وادي غات	شمال غريان	30	11.00
	وادي زارت	الرابطة	8.6	4.50

الحمادة الحمراء	وادي كعام	زليتن	111	13.00
	وادي لبده	الخمس	5.2	3.40
	تبريت	زليتن	1.6	0.50
	الذكر	زليتن	1.6	0.50
المجمـــــوع			384.74	60.65

2-1-1- 4- النهر الصناعي:-

يعتبر النهر الصناعي من أضخم المشاريع الأروائية الضخمة في العالم ، ويعتبر أكبر وأضخم نهر صناعي أو قناة صناعية في وقتنا الحاضر, من حيث حجم المياه التي يصرفها ومن حيث الطول وكبر المشروع (جهاز تنفيذ وإدارة مشروع النهر الصناعي العظيم, 1989).

وهو نموذج مثالي لإدارة الموارد المائية في ليبيا, وانجاز حضاري لتنمية واستثمار الموارد المائية عن طريق نقل وإعادة توزيع الموارد المائية بين المناطق الوفرة ومناطق الندرة. حيت يهدف المشروع إلي نقل حوالي 6.1 مليون متر مكعب من المياه يوميا , من الأحواض المائية بالجنوب الصحراوي عبر أنابيب ضخمة إلي المناطق الساحلية المتميزة بالكثافة السكانية والنشاط العمراني والزراعي والصناعي, والتي تعاني عجزا في مواردها المائية. وعلى أساس أن المشروع أقيم لاستغلال مياه مهجورة استغلالا جيدا بتوفير مياه الري ومياه الشرب وأحياء أراض زراعية شاسعة وقد تمت تجزئة الشروع إلي عدة مراحل:

المرحلة الأولى: مد خط الأنابيب من منطقة السرير إلي سرت. ومن منطقة تازربو إلي بنغازي .

المرحلة الثانية: مد خط الأنابيب من جبل الحساونة إلي سهل الجفارة .

المرحلة الثالثة: مد خط الأنابيب من الكفرة إلى نقطة بين تازربو والسرير.

المرحلة الرابعة: مد خط الأنابيب من اجدابيا إلي طبرق .

المرحلة الخامس: مد خط الأنابيب من سرت إلي طرابلس.

ولقد اتخذت البلاد سياسية مائية جديدة وذلك مع بداية عام 1983م لضخ المياه الجوفية من الجنوب مع تطور نظام الري ما يناسب التربة في البلاد. إن ذلك جاء بعد أن استغلت كل السبل لاستثمار المياه الجوفية والسطحية والتي كانت تذهب هدرا لتصب في البحر. وأظهرت الدراسات أن هناك عجز كبيرا بين كمية المياه المتاحة في شمال ليبيا وما تحتاجه هذه المناطق من كميات ضخمة لاستخدامها في المشاريع الزراعية والصناعية والأغراض المنزلية والحضرية. في حين أن المناطق الجنوبية تمتلك احتياطيا جيدا من المياه التي تعود لعهود جيولوجية قديمة ، مند العصر المطير الذي ساد مند 200

ألف سنة، كما هو الحال في الخزانات العلوية في منطقتي السرير وتازربو. وعلى الرغم من أن هذه الموارد المائية الجوفية مهما بلغت ضخامتها فهي من الموارد الطبيعية غير المتجددة القابلة للنضوب وما تم تخزينه منها في الطبقات في ألوف السنين يمكن استهلاكها في العشرات منها فقط. خاصة أذا كانت عملية الإضافة الهيدرولوجية الطبيعية قد توقفت مع انتهاء العصر المطير(المهدوي، 1990).

2-1- 2- موارد المياه غير التقليدية:-

تعتبر منطقة الوطن العربي من اكبر مناطق العالم إنتاجا للمياه غير التقليدية، وذلك بسبب تزايد نقص المياه بالمنطقة العربية، وتعتبر موارد المياه غير التقليدية مصادر أخرى للحصول على المياه ثم استغلالها ولوعلي نطاق ضيق (الهيئة العامة للمياه،2006).

2-1- 2-1- مياه الصرف الصحي المعالجة:-

تعتبر معالجة مياه الصرف الصحي وتنقيتها من أهم صور إعادة استغلالها في الأغراض الزراعية في مناطق متعددة أهمها مدن طرابلس وبنغازي ومصراتة وسرت. وتقدر كميتها 15 مليون متر مكعب وهناك إمكانية لزيادة هذا المعدل.

وقد تم إنشاء حوالي 37 محطة لمعالجة وتنقية مياه الصرف الصحي بمختلف مدن ليبيا , كان الهدف الأساسي من إنشائها حماية الصحة العامة والبيئة والحصول علي موارد مائية إضافية للاستفادة منها في ري المحاصيل الزراعية (الهيئة العامة للمياه ،2006).

وترجع إعادة استعمال المياه لأغراض الزراعة لزمن بعيد، وذلك لما له من مردود جيد على نمو المزروعات لفائدتها التسميدية وهى ذات جدوى اقتصادية إذا ما روعيت الأبعاد الصحية لاستخدامها. ويمكن السيطرة علي الآثار الجانبية المحتمل ظهورها بعد استخدام المياه المعالجة عن طريق توفير شبكة صرف زراعي جيدة ومتكاملة وخلطها بمياه عذبة واختيار الأسلوب الأمثل للري بها والاهتمام بالتسميد ، وتخليص التربة من العناصر السامة واختيار المحصول المناسب لها. إن الاهتمام بصيانة محطات المعالجة القائمة وتطويرها، والتغلب علي الصعوبات والمشاكل التي أدت إلي تعطل بعضها عن العمل أو تدني مستوى الإنتاج، وإقامة المزيد من محطات المعالجة سيؤدي إلي الحصول علي موارد مائية إضافية، يمكن الاستفادة منها في ري بعض المحاصيل الزراعية , أو استخدامها في التغذية الاصطناعية للمياه الجوفية بالمناطق التي تعاني عجزا في مواردها المائية والحد من التلوث. وكميات

مياه الصرف الصحي المعالجة في البلدان العربية قد ارتفعت من 730 مليون متر مكعب عام 1986م إلي 1366 مليون متر مكعب في عام 1996م (الأشرم، 2001).

2-1- 2-2- تحلية مياه البحر:

تتم عملية تحليه مياه البحر بإزالة الملوحة لغرض استعمالها في الشرب وبعض المجالات الاقتصادية الأخرى . وتستخدم تقنيات تحلية المياه المالحة في ليبيا مند أكثر من ثلاثين سنة وذلك لمواكبة نمو الأنشطة المختلفة، حيث تطورت الاستخدامات بشكل ملحوظ من منتصف السبعينيات لتلبية الزيادة في معدلات الطلب علي المياه للأغراض الحضرية والصناعية، **وعجز الموارد المائية التقليدية عن توفير هذه المتطلبات (اللجنة الشعبية العامة للمياه، 1999).**

ووفقا البيانات المتوفرة فإن عدد وحدات التحلية المنفذة بليبيا حتى نهاية سنة 1992ف وصل إلي 400 وحدة **, ووصل عدد محطات تحلية مياه البحر التي تزيد سعاتها التصميمية عن 4000 متر مكعب يوميا الي26 محطة , فهناك عدد كبير من محطات وأهمها محطة الزوتينية ومرسى البريقة وشمال بنغازي ومشروع أبو كماش وسرت وزليتن وطبرق وتبلغ طاقة تحليه المياه البحرية نحو 60 مليون متر مكعب سنويا .**

2-2- الكمية التقديرية لطلب واستهلاك المياه بليبيا:

مما لا شك فيه أن الماء هو منبع الحياة , فبدون الماء يتوقف النمو والحياة , وهي حقيقة صارخة تزداد أهميتها مع مرور الزمن. وتشير أرقام كل من الاحتياجات المائية الحالية والمستقبلية والإمكانيات المتاحة والميزان المائي في ليبيا عدم التوازن بين العرض والطلب علي المياه في ليبيا خلال الفترة من (1995- 2025 م) كما هو موضح في الجدول (4).

فالكمية المعروضة من المياه اقل من الكمية المطلوبة وهذا ما يسبب عجزا وضحا في المياه ويزداد هذا العجز كلما زاد الطلب علي المياه (سالم، 2001).

الجدول(4): يوضح الميزان المائي في ليبيا :-

السنة	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025
كميات المياه المتاحة (مليون متر مكعب)	3820	3820	3820	3820	3820	3820	3820
إجمالي الطلب (مليون متر مكعب)	3885	4493	5128	5794	6495	7236	8022
الميزان المائي (مليون متر مكعب)	56-	673-	1308-	1974-	2675-	3416-	4202-

فالزراعة علي المستوى العالمي تستنفد 65 % من أجمالي المياه التي يتم سحبها من الأنهار والبحيرات والمياه الجوفية وذلك بالمقارنة ب22 % للصناعة و7% للمنازل والمنشات المحلية كما في الجدول(5). وبالرغم من أن المنازل والمصانع تعيد كمية ضخمة من المياه إلي البيئة بعد استخدامها (غالبا ما تكون ملوثة) فان نصف أو ثلثي نصيب الزراعة (يستهلك)عن طريقة التبخير أو الأرتشاح, وبالتالي لا يمكن توفيرها للاستخدام مرة ثانية .

جدول(5): الكمية التقديرية لطلب واستهلاك المياه العالمية طبقا لكل قطاع.

القطاع	الطلب التقديري	النصيب من الإجمالي	الاستهلاك التقديري	النصيب من الإجمالي
	كيلومتر مكعب في العام	نسبة مئوية	كيلومتر مكعب في العام	نسبة مئوية
الزراعة	2,880	65	1,870	82
الصناعة	975	22	90	4
المنازل والمنشات	300	7	50	2
فاقد الخزانات	275	6	275	12
الإجمالي	4,430	100	2,285	100

أن إنتاج طن واحد من الحبوب يستهلك حوالي 1000 طن من المياه, وتختلف الكمية الفعلية طبقا لنوع الحبوب والمناخ الذي تنمو فيه , ولكن بنسبة معقولة (بوستيل , 1998) .

وهذا الرقم يتضمن احتياجات المحصول من المياه إلي يفقدها بالتبخير والأرتشاح , ولكنه لا يتضمن المياه المهدرة بسبب أساليب الري غير الفعالة. وهذا التقدير يمثل تقريبا الحد الأدنى للمياه المطلوبة لإنتاج الحبوب, التي تعد المورد لنصف السعرات التي يستهلكها الإنسان مباشرة, **وثلثي إجمالي السعرات الحرارية التي تستهلكها الماشية والدواب والدواجن التي تتغذي علي الحبوب. وطبقا لتقديرات عام 1995, فإن متوسط استهلاك الحبوب عالميا قد بلغ 300 كيلو جراما, وبافتراض أن المتوسط العالمي سيبقى علي نفس المستوى الحالي, فإن تلبية متطلبات النمو السكاني المتوقعة من الحبوب في عام 2025 ستحتاج إلي كميات أضافية من المياه تقدر ب 780 مليار متر مكعب. من الصعب تقدير كمية المياه اللازمة لتنمية المحاصيل الأخرى التي تستخدم كغذاء للإنسان, وذلك لسببين: أولهما تنوع الأنظمة الغذائية وثانيهما اختلاف كفاية المياه المستخدمة طبقا لكل محصول. وبصفة عامة تحتاج الفواكه والخضروات إلي كمية اقل من المياه لكل طن (لاحتوائها علي كميات كبيره من المياه) بالمقارنة**

بالمحاصيل الأكثر تغذية مثل الأرز والقمح والذرة , ولو افترضنا أن باقي الغذاء من غير الحبوب يحتاج إلي ثلثي نسبة المياه التي تحتاجها الحبوب , فان الحد الأدنى لكمية المياه المطلوبة لإنتاج غذاء متوسط سيصل إلي حوالي 400 متر مكعب للفرد في السنة. وطبقا لهذا المستوى فإن تلبية احتياجات البشر من المواد الغذائية مع الزيادة المتوقعة للسكان والتي ستصل إلي حوالي 2.6 مليار نسمة عام2015 سوف تحتاج إلى 15 مليار متر مكعب من المياه . وأصبح استيراد الحبوب استراتيجة معقولة اقتصاديا وبيئيا بالنسبة للدول التي تواجه نقصا في المياه. وتبدو هذه الإستراتيجية أساسية لتحقيق التوازن في ميزانيات المياه , نظر لان كل طن من الحبوب يمثل 1,000طن من المياه . وتستطيع الدولة الحصول علي قيمة أعلى من مخزونها المحدود, وطبقا لتقديرات عام 1995 فان أجمالي تعداد 44 دولة والتي يبلغ 733 مليون نسمة لديها فقط مخزون سنوي من المياه المتجددة يقل عن 1,700 متر مكعب لكل فرد, ويعيش نصفهم في أفريقيا أو الشرق الأوسط, حيث يتوقع تضاعف تعدادهما السكاني خلال السنوات الثلاثين القادمة. لقد استوردت بالفعل الدول التي تعاني من نقص في المياه مثل الجزائر، ومصر، وليبيا، والمغرب وتونس أكثر من ثلث كمية الحبوب التي تحتاج إليها, ومن المرجح زيادة اعتمادهم علي استيراد الحبوب نتيجة لتوقع زيادة أجمالي تعدادهم السكاني خلال الثلاثين سنة القادمة بحوالي87 مليون نسمة. وهو بالفعل شبيه بما يجرى في أفريقيا, وطبقا للتوقعات الحالية للتعداد السكاني فان 1,1 مليار أفريقي سوف يعيشون في دول تفتقر إلي المياه وذلك مع حلول 2025 وهو ما يمثل ثلاثة أرباع التعداد السكاني المتوقع للقارة في ذلك الوقت.

وتؤكد العديد من الشواهد الفعلية لمياه غير المستدام, إن الضخ الزائد واستنفاذ المياه الجوفية من المشكلات التي تحدت حاليا في العديد من أهم الأقاليم المنتجة للمحاصيل , وفي ذلك الوقت يودي ذلك إلي استنفاذ المياه الجوفية في بعض الحالات إلي التقليل المستمر من القدرة الطبيعية للأرض على تخزين المياه (بوستيل, 1998).

2-3- مياه الصرف الصحي:-

تعرف مياه الصـرف الصحي بأنها تلك المياه الناتجة عن استعمالات المياه العذبة في الأغراض المنزلية والصناعية والتجارية مثل عمليات التنظيف والغسيل وغيرها , وينتج عن ذلك اختلاط الملوثات المختلفة بالمياه فتصبح مياه ملوثة غير صالحة للاستعمال ومصدراً لتلوث البيئة عند مكان تجميعها والتخلص منها بدون معالجة (الفلاح , 2002).

2-3-1- مصادر ومكونات مياه الصرف الصحي:-

2-3-1-1- مصادر مياه الصرف:

تنقسم مياه الصرف الصحي إلي :

1- مياه الصرف المنزلية Domestic Waste Water:

وهي الناتجة عن استعمالات المياه في الأغراض المنزلية المختلفة سواء في دورات المياه أو المطابخ وتنشا أساسا نتيجة الاستهلاك البشري وتقدر كميات مياه الصرف الناتجة بحوالي 80% من مياه الصرف الناتجة من المباني الإدارية والفنادق والمدارس والمستشفيات وغيرها.

2- مياه الصرف الصناعية Industrial Waste Water:

وهي الناتجة عن استعمالات المياه لأغراض التصنيع المختلفة وتقدر مياه الصرف الصناعي المستخدم في الدول الصناعية بحوالي 6-10% من الاستهلاك الكلى ومن المتوقع أن تزيد الكمية المستخدمة إلي 20- 25% بنهاية هذا القرن وتختلف نوعيتها وكميتها من نشاط صناعي إلي أخر.

3- مياه الأمطار Storm Water:

وهي المياه الناتجة عن هطول الأمطار المتساقطة علي المناطق السكنية والتي تحمل معها مختلف الأشياء الموجودة في الجو وعلي السطوح المتساقطة عليها (الحايك ، 1990).

2-3-1-2- مكونات مياه الصرف الصحي:

2-3-1-2-1- مكونات مياه الصرف الصحي المنزلية:

إذا ما استثنينا المحتوى الطبيعي للمياه العذبة من الأملاح الذائبة فان عينة نموذجية من مياه الصرف الصحي يمكن إن تحوي المكونات التالية: (الفلاح ، 2002).

1- مكونات صلبة علي شكل شوائب قابلة للترسيب .

2- مكونات صلبة علي شكل شوائب دقيقة عالقة (غير قابلة للترسيب) .

3- مكونات عضوية ذائبة.

4- مكونات غير عضوية ذائبة.

5- كائنات مجهرية مختلفة .

6- غازات ذائبة .

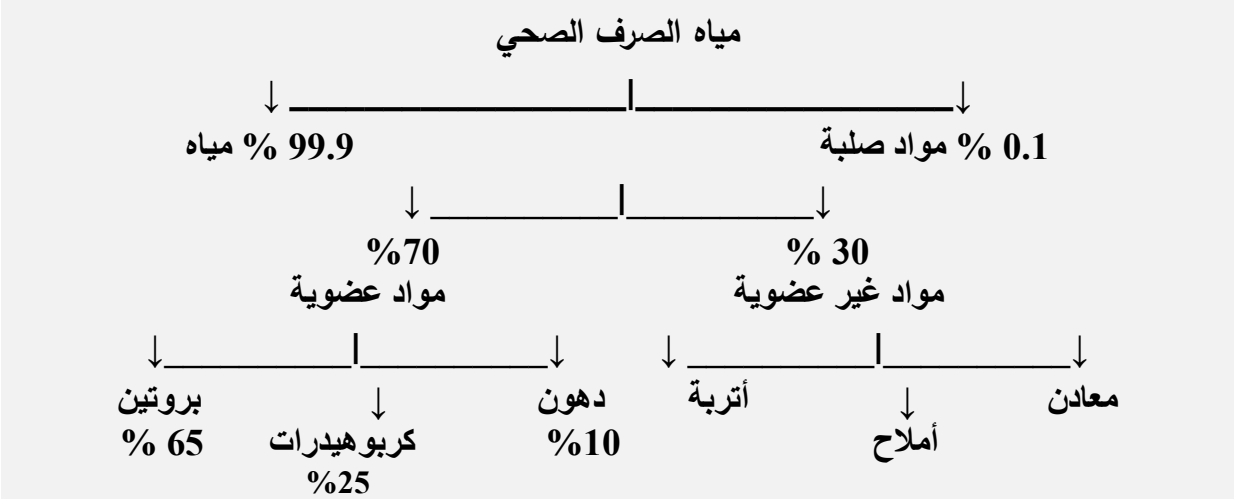
7- مكونات أخري تصل إلي مياه الصرف بطرق مختلفة .

2-3-1-2-2- مكونات مياه الصرف الصحي الصناعية:

تختلف مكونات مياه الصرف الصحي الصناعية وخصائصها الفيزيائية والكيميائية حسب نوع وحجم النشاط الصناعي الناتجة منه, وتشكل مياه الصرف الصناعية عن بعض الصناعات خطر كبيرا علي البيئة وشبكة الصرف ومحطات معالجة مياه الصرف الصحي للتجمعات السكانية الأمر الذي يتطلب معالجتها بطرق خاصة (الفلاح ، 2002).

تتكون مياه الصرف الصحي أساسا من المياه (99.9 %) التي تحتوى علي تركيزات منخفضة من المواد الصلبة العضوية وغير عضوية في صورة ذائبة أو معلقة.

وتشمل المواد العضوية الموجودة في مياه الصرف الكربوهيدرات واللجنين والدهون والصابون والمنظفات الصناعية والبروتين ونواتج تحللهم كما تحتوى أيضا على العديد من الكيمياويات العضوية المخلقة والطبيعية الناتجة من العمليات الصناعية(الشكل رقم (1)).



شكل(1): تصنيف مكونات مياه الصرف الصحي.

وتوضح الجداول أرقام (8،7،6) المستويات الممكن تواجدها في مياه الصرف في دول المناطق الجافة وشبه الجافة والتي يكون استعمال واستهلاك الماء فيها منخفض (الخطيب، 1993).

جدول(6): مكونات مياه الصرف الصحي.

المكون	التركيز mg/l		
	قوى	متوسط	ضعيف
المواد الصلبة الكلية	1200	700	350
المواد الصلبة الذائبة (TDS)	850	500	250
المواد المعلقة	350	200	100
النيتروجين كلى (N)	85	40	20
نترات أمونيوم	50	25	10
نترات	1.5	0.2	0
الفوسفور(P)	20	10	6
الكلوريد(Cl)	100	50	30
القلوية ($CaCO_3$)	200	100	50
دهون	150	100	50
المواد العضوية المتحللة(BOD5)	300	200	100
الصوديوم (Na^+)	25	10	5
كالسيوم+ مغنسيوم ($Ca^{++} + Mg^{++}$)	150	80	25

UN Dept. of Technical Cooperation for Development (1985).

جدول (7): متوسط تركيب المياه الصرف الصحي في عمان- الأردن.

المكون	التركيز
المواد الصلبة الذائبة (TDS)	1170
المواد المعلقة	900
النيتروجين (N)	150
الفوسفور(P)	25

القلوية ($CaCO_3$)	850
الكبريتات (SO_4^{--})	90
المواد العضوية المتحللة (BOD_5)	770
الكربون العضوي الكلى	220

جدول(8): التركيب الكيمائي لمياه الصرف الصحي في الإسكندرية والجيزة بجمهورية مصر العربية:

المكون	الإسكندرية		الجيزة	
	الوحدة	التركيز	الوحدة	التركيز
EC	dS/m	3.10	dS/m	1.7
pH		7.80		7.1
SAR		9.3		2.8
Na^+	mg/l	24.60	mg/l	205
Ca^{++}	mg/l	1.50	mg/l	128
Mg^{++}	mg/l	3.20	mg/l	96
K^+	mg/l	1.80	mg/l	35
Cl^-	mg/l	62.00	mg/l	320
SO_4^{--}	mg/l	35.00	mg/l	138
CO_3^{--}	mg/l	1.10		
HCO_3^-	mg/l	6.60		
NH_4^+	mg/l	2.50		
NO_3^-	mg/l	10.10		
P	mg/l	8.50		
Mn^{++}	mg/l	0.20	mg/l	0.7
Cu^{++}	mg/l	1.10	mg/l	0.4
Zn^{++}	mg/l	0.80	mg/l	1.4

Source:Abdel-Ghaffar et al.(1988).

2-3-2 ـ معالجة مياه الصرف الصحي: Waste Water Treatment

الهدف الأساسي من معالجة مياه الصرف الصحي هو التخلص من هذه المياه دون أن يشكل ذلك خطرا على صحة الإنسان والبيئة، ولذلك فإن استخدام مياه الصرف الصحي في الزراعة يعتبر وسيلة فعالة للتخلص من هذه المياه مع ضرورة معالجة هذه المياه قبل استخدامها في ري المحاصيل والحدائق والمزارع المائية. ونوعية المياه المعالجة المستخدمة في الإغراض الزراعية تلعب دورا كبير في نظام التربة – ماء الصرف المعالجة– النبات وكذلك في نظام المزارع المائية (الخطيب، 1993).

نوعية المياه المطلوبة سوف تتوقف علي نوع المحصول المروى والتربة ونظام الري وذلك سوف يقلل من المخاطر الصحية للإنسان، وتصميم مشروع معالجة مياه الصرف الصحي عادة ما يعتمد علي خفض محتوي المياه من الملوثات العضوية والمواد غير العضوية وذلك لخفض التلوث الناتج.

2-3-2-1- تعريف مياه الصرف الصحي المعالجة:

هي المياه الخارجة من محطة معالجة مياه الصرف الصحي بعد معالجتها بطريقة سليمة طبقاً للمعايير القياسية لنوعية مياه الصرف الصحي المعالجة حسب الغرض من استخدامها أو التخلص منها.

2-3-2-2- تصنيف مراحل عمليات المعالجة لمياه الصرف الصحي:

يمكن تصنيف العمليات التي تتم أثناء معالجة مياه الصرف الصحي إلي عدة مراحل حسب درجة معالجة المياه والمكون الذي يتم أزالته وذلك كما يلي : (الفلاح ، 2002).

1- المعالجة التمهيدية: وتختص بإزالة المواد الصلبة الكبيرة الحجم والأتربة والزيوت والتهوية.

2- المعالجة الأولية: وتختص بترسيب المواد العالقة القابلة للترسيب.

3- المعالجة الثانوية: وتختص بعمليات المعالجة البيولوجية.

4-المعالجة الثلاثية: وتختص بإزالة الشوائب العالقة الدقيقة وإضافة الكلور.

5- المعالجة المتقدمة: والتي تختص بتحسين جودة المياه المعالجة .

2-3-3- محطة معالجة مياه الصرف الصحي (بشعبية سرت).

تقع محطة معالجة مياه الصرف الصحي إلى الغرب من مدينة سرت شمال الطريق الساحلي سرت_ طرابلس على مساحة من الأرض تبلغ 97104 متر مربع ومسورة بسور خرسانة وقد صممت المحطة بطاقة تشـغيل تستوعب الزيادة المتوقعة في عدد سكان مدينة سرت المتوقع لعام2010 ف أن يصل إلي 110000 نسمة وكمية مياه الناتجة من المحطة في الشتاء 18000 متر مكعب يوميا وفي الصيف 15000 متر مكعب يوميا.

2-3-3-1 المنشآت التابعة للمحطة:-

- غرفة قياس تدفق مياه المجارى الداخلة إلى المحطة.

- حجرات الغرابيل والمصفى الحبيبي.
- أحوض تنشيط النفايات وأحواض تبيت النفايات المعالجة.
- أحواض المصافي الثانوية.
- أحواض المعالجة الكيميائية.
- مبنى المرشحات الرملية السريعة .
- أحواض توصيل المياه المعالجة بالكلور.
- حجرات توزيع مياه المجاري .
- محطة أعادة ضخ مياه المجارى ومبنى المحاولات الكهربائية .
- حجرة توزيع النفايات المعادة .
- أحواض تجفيف النفايات .
- مبنى المعالجة بالكلور .
- محطة توليد الطاقة الكهربائية بالمولدات_ ديزل مع خزان أرضى للوقود .
- خزان المياه وتعديل الضغط .
- المظلة للجراجات والمخازن .
- مخزن للشحوم والزيوت .

2-3-3-2- مراحل المعالجة بمحطة سرت:

تشمل معالجة مياه الصرف الصحي مجموعة من العمليات الطبيعية والكيميائية والإحيائية والتي يتم فيها إزالة المواد الصلبة والعضوية والكائنات الحية الدقيقة وإزالة بعض العناصر الدقيقة أو تقليلها إلي درجة مقبولة، ويمكن تقسيم تلك العمليات حسب درجة المعالجة إلي عمليات تمهيدية وأولية وثانوية ومتقدمة وتأتى عملية التطهير في المعالجة للقضاء على الأحياء الدقيقة ومن أهم هذه العمليات ما يلي:-

1- عمليات المعالجة الفيزيائية: وتشمل المصافي والترسيب والمرشحات والتهوية والامتصاص.

2- عمليات المعالجة الكيميائية: وتشمل الترسيب الكيميائي والكلورة والتبادل الأيوني وإضافة الأحماض أو القلويات .

3- المعالجة البيولوجية: وتخص توظيف النشاط الحيوي للكائنات الحية الدقيقة في امتصاص المكونات الذائبة أو تحويل بعض المكونات الذائبة إلي مكونات أخري أقل ضررا. وينتج عن هذا تكاثر ونمو مكتف للكائنات الحية الدقيقة مكونة كتل حيوية صغيرة يسهل فصلها عن المياه بواسطة الترسيب .

2-3-3-3- التحاليل التي تجرى علي المياه بالمحطة:-

يتم إجراء مجموعة من التحاليل الطبيعية والكيميائية والبيولوجية علي مياه الصرف الصحي بمحطة الصرف الصحي بمدينة سرت قبل وبعد المعالجة وجدول (9) يوضح هذه التحاليل:

1- **تحاليل طبيعية.**

2- **تحاليل كيمائية.**

3- **تحاليل بيولوجية.**

جداول(9) يوضح أهم البيانات المتاحة لتحليل المياه في محطة معالجة المياه.

A-Physical Tests	
1-Total Suspended Solids (TSS)	**mg/l**
2- Solid residue	**mg/l**
3-Sludge volume index(SVI)	**mg/l**
B - Chemical Tests	
1-Acid/Alkaline (pH)	
2-Free chlorine	**mg/l**
3-Ammonia Nitrogen (NH_3-N)	**mg/l**
4-Chloride	**mg/l**
5-Total Kjeldah Nitrogen(TKN)	**mg/l**
6-Oil and Grease(O&G)	**mg/l**
7-Total Phosphorus as P(TP)	**mg/l**

8-Chemical Oxygen Demand (COD)	mg/l
9-Detergent	mg/l
C- Biological Tests	
1-Biological Oxygen Demand (BOD_5)	mg/l
2-Fecal Coliform (Membrane filter procedure)	mg/l

2-3-3-4- الخواص الكيميائية والفيزيائية والميكروبيولوجية للمياه في محطة المعالجة:-

يتم تقديرالخواص الكيمائية والفيزيائية والميكروبيولوجية للمياه وذلك لمعرفة العناصر الموجود بالمياه قبل المعالجة وبعد المعالجة والحد المسموح به للزراعة. وقد تم تحليل المياه المعالجة والسماد العضوي الناتج من عملية المعالجة لمعرفة محتويات هذه المياه والسماد من العناصر والمركبات الموجود بالمياه كما موضح في الجداول الآتية:

جدول(10-1): بعض الخصائص الكيميائية لمياه الصرف الصحي :-

مصدر العينة	الرقم الهيدروجيني pH	الايصالية الكهربي ميكروموز/ سم	الأملاح الذائبة الكلية جزء / مليون	العسر الكلي جزء/ مليون	معدل ادمصاص الصوديوم
قبل المعالجة	7.54	4250	2501	1000	6.73
بعد المعالجة	7.93	3654	2123	900	5.83
بعد المعالجة البيولوجية	7.35	4280	2547	1045	6.51
الحد المسموح به للزراعة	6.5 -8.5	3000	2000	/	9.0

الحد المسموح به علي حسب منظمة العالمية.

جدول(10-2): الكاتيونات والانيونات :-

مصدر العينة	الكاتيونات جزء/مليون				الانيونات جزء/مليون				
	$كا^{++}$	$مع^{++}$	$ص^{+}$	$بو^{+}$	$ك\ ا_3^{--}$	$يد\ ك\ ا_3^{-}$	$كل^{-}$	$كب\ ا_4^{--}$	$ن\ ا_3^{-}$
قبل المعالجة	200	122	488	39	-	293	816	687	2.13
بعد المعالجة	180	109	403	39	-	195	704	576	9.29
المعالجة البيولوجية	200	131	483	39	-	220	816	768	11.2
الحد المسموح به للزراعة جزء/ مليون	<400	<60	<230	0.9	<6	<520	<350	<250	<50

الحد المسموح به علي حسب منظمة العالمية.

جدول(10- 3): العناصر الثقيلة :-

العنصر جزء/مليون	بعد المعالجة الكاملة جزء / مليون	الحد المسموح للمياه جزء/ مليون	الحماة	الحد المسموح للحماة جزء/ مليون
الكروم	0.4	0.05	54	1200
النحاس	< 0.03	1.00	54	1200
الحديد	0.6	0.3	4459	2500

الزئبق	< 0.02	0.05	0.02	25
المنجنيز	6.0	50	378	52
النيكل	< 0.04	2.0	10	200
الرصاص	< 0.04	0.05	54	1200
الخارصين	< 0.01	5	229	3000

الحد المسموح به علي حسب منظمة العالمية.

جدول(11): الخصائص الميكروبيولوجية لمياه الصرف الصحي :-

العينة	العد الاكثر احتمالا لمجموعة البكتيريا القالونية /100 مل	العد الأكثر احتمالا لبكتيريا القالون الغائضة/100 مل	العد الميكروبي الكلي في 1مل
قبل المعالجة	11000	11000	570000
بعد المعالجة الكاملة	43	43	500
بعد المعالجة البيولوجية	9	9	1000
الحد المسموح به للزراعة	20000	20000	24000

الحد المسموح به علي حسب منظمة العالمية.

2-4- معايير استخدام مياه الصرف الصحي في الزراعة:-

نظر لمحدودية مصادر المياه الصالحة للاستخدام الزراعي تزايد الطلب على المياه لمواجهة الزيادة السكانية المطردة فان استخدام مياه الصرف الصحي في الزراعة يعتبر أحد الوسائل الهامة لمعالجة هذه المشكلة (الخطيب، 1993).

فاستخدام مياه للصرف الصحي في الزراعة يمكننا من إمداد المحاصيل بالمياه والمغذيات، وفي نفس الوقت فانه يعتبر وسيلة للتخلص من مياه الصرف الصحي بطريقة أمنة تمنع المشاكل الصحية والمخاطر البيئية التي يمكن أن تنجم عن التخلص العشوائي من مياه الصرف الصحي . وفي الظروف البيئية الجافة وشبه الجافة، والتي فيها يتم استخدام تقنيات الري الحديثة لمواكبة التطور الزراعي فإن أهمية استخدام مياه الصرف الصحي في الزراعة تعتبر كبيرة نتيجة لندرة الأمطار في المناطق الجافة. واستخدام مياه الصرف الصحي في الزراعة هو أسلوب قديم يمارس مند زمن طويل في عدة بلدان ومثال علي ذلك استراليا والتي تعمل تحت هذا النظام مند عام 1897.

ويختلف استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة كمصدر للري الزراعي عن مصادر الري العادية فيما يلي:-

1- ارتفاع الأكسجين الحيوي والكيميائي المستهلك (BOD ، COD) نظر لاحتواء هذه المياه علي مواد عضوية.

2- ارتفاع تركيز المواد الذائبة غير العضوية في هذه المياه بالمقارنة بالمياه الطبيعية مثل الصوديوم

والكلوريد والبيكربونات ومستويات مختلفة من النتروجين والفسفور.

3- ارتفاع تركيز بعض العناصر الصغرى والثقيلة وبعضها عناصر غذائية يحتاجها النبات (Mn ,Cu, Hg ,Pb ,Cd, Zn ,Mo , B).

4- توجد الأحياء الدقيقة مثل البكتيريا والفيروسات والفطريات .

وعند استخدام مياه الصرف الصحي في الري الزراعي يجب أن نضع في الاعتبار صفات المياه المستخدمة والبخر والنتح وطريقة الري والتسميد والصرف وعمليات أخري .

2-4-1- المعايير المحددة لصلاحية مياه الصرف الصحي من الناحية الزراعية:

نوعية مياه الري تعتبر من العوامل الهامة وخاصة في المناطق الجافة لارتفاع معدلات البخر فيها نتيجة ارتفاع درجة الحرارة وقلة الرطوبة النسبية، وهذا بالتالي يؤدى إلي ترسيب الأملاح التي تتجمع في القطاع الأرضي وتعتبر الخواص الفيزيائية للتربة مثل تفرق حبيبات التربة وثبات الحبيبات المركبة وبناء التربة والنفاذية حساسة لنوع الكاتيونات الموجودة في مياه الري. ولذلك فعند التخطيط لاستخدام مياه الصرف الصحي فان العديد من العوامل المتعلقة بخواص التربة يجب أخذها في الاعتبار ومن أهمها ما يأتي:-

1- التركيز الكلى للأملاح (TDS):

يعتبر التركيز والتأثير الكلى للأملاح الكلية الذائبة من أهم المعايير الزراعية الهامة واللازمة لتقييم نوعية مياه الري ، وذلك للصلة الوثيقة بين ملوحة مياه الري وملوحة التربة ، وبالتالي فإن نمو النبات وكمية المحصول وجودته تتأثر بشدة بالتركيز الكلي للأملاح في مياه الري (الخطيب ، 1993).

أيضا ملوحة ماء الري تؤدى حتما إلى ملوحة التربة والأملاح الذائبة ترفع الجهد الاسموزى لماء التربة وأي زيادة في الضغط الاسموزي للمحلول الأرضي يؤدي إلي رفع كمية الطاقة التي يستهلكها النبات للحصول علي احتياجاته المائية من التربة ونتيجة لذلك يزيد التنفس ويقل تبعا لذلك نمو النبات والمحصول.

2- نسبة الصوديوم المدمص (SAR) :

يؤثر كاتيون الصوديوم تأثيرا كبيرا في الخواص الكيميائية والفيزيائية للتربة فهو يعمل علي تفريق حبيبات التربة عند تواجده بتركيزات عالية بالنسبة لكاتيونى الكالسيوم والمغنسيوم , وتفرق حبيبات التربة يؤدى إلي خفض معدلات نفاذية الماء والهواء خلال التربة . وأيضا عند جفاف التربة تتكون قشرة صلبة علي سطح التربة مما يجعل عملية حرث التربة أمر صعبا وبالتالي يؤثر على إنبات البذور. ومياه

الري يمكن أن تكون مصدرا هاما لزيادة الصوديوم في التربة وبالتالي يجب تقدير الصوديوم في مياه الري. ومقياس خطورة الصوديوم في مياه الري يتم تقيمه عن طريق نسبة الصوديوم المد مص SAR حيت يتم التعبير عن التركيز بالمليمكافى / لتر.

$$SAR = \frac{Na^{+}}{\sqrt{Ca^{++} + Mg^{++} / 2}}$$

3- الايونات السامة:Toxic Ions

ماء الري الذي يحتوى علي ايونات معينة بتركيزات أعلى من الحد الحرج يمكن أن يسبب مشاكل سمية للنبات, وينتج عن سمية النبات نمو ضعيف ونقص في المحصول وتغيرات في الشكل الخارجي وأيضا موت النبات (الخطيب , 1993).

تتوقف مدي السمية على نوع المحصول ومرحلة النمو وتركيز الايون السام والمناخ وظروف التربة. والايونات السامة شائعة الوجود في مياه الصرف الصحي المعالجة وغير المعالجة والموجودة بتركيزات تسبب سمية للنبات هي: البورون, الكلوريد, الصوديوم، ولذلك فهذه الايونات يجب تقديرها عند تقييم صلاحية مياه الصرف الصحي للاستخدام في الزراعة. وتؤثر نوعية مياه الري تأثيرا كبيرا علي المحصول وجودته كما تؤثر أيضا علي خصوبة التربة وحماية البيئة. وتشمل نوعية مياه الري علي العديد من الخواص الكيمائية والفيزيائية للماء ويوضح الجدول(12) الخواص الكيمائية والفيزيائية الهامة التي يجب استخدامها لتقييم نوعية مياه الري للاستخدام الزراعي (الخطيب، 1993).

جدول(12):المقاييس المستخدمة لتقييم نوعية المياه للاستخدام الزراعي.

الخاصية	الرمز	التركيز المسموح بها
الأملاح الكلية الذائبة	TDS	450 - 3000mg/l
التوصيل الكهربائي	EC	750 −3000µS/cm
درجة الحموضة	pH	6.5 − 8.5
نوع وتركيز الانيونات والكاتيونات التالية		
كالسيوم	Ca^{++}	20 me/l
ماغنسيوم	Mg^{++}	50 me/l
صوديوم	Na^{+}	3 − 9 me/l
البوتاسيوم	K^{+}	20 me/l
كربونات	CO_3^{--}	200 me/l
بيكربونات	HCO_3^{-}	1.5 −8.5 me/l

كلوريد	Cl^-	4 −10 me/l
كبريتات	SO_4^{--}	250 me/l
النترات	NO_3^-	me/l
الفوسفات	PO_4^{---}	50 me/l
البورون	B^-	0.7−2 me/l
نسبة الصوديوم المدمص	SAR	6 – 9

الحد المسموح به علي حسب منظمة الصحة العالمية.

4- العناصر الصغرى والثقيلة: Micro and Heavy metals

بدأ الاهتمام بمحتوي المياه من بعض العناصر الثقيلة نتيجة التوسع في استخدام مياه المصارف ومياه الصرف الصحي كمصدر لمياه الري, وهناك بعض العناصر الصغرى والثقيلة مثل النحاس، الزنك، الرصاص, النيكل, الزئبق, الكادميوم, والتي يؤدي تراكمها إلي حدوث أضرار بالغة بالإنسان والنبات والحيوان ويوضح الجدول(13) أقصي تركيز لبعض العناصر الثقيلة والعناصر الصغرى في مياه الري والذي لا يسبب أضرار للمحاصيل (Pratt , 1972).

جدول(13): أقصي تركيز مسموح به لبعض العناصر في مياه الري.

العنصر	التركيز (ملليجرام/لتر)
النحاس Cu	0.2
الحديد Fe	5
المنجنيز Mn	0.2
الزنك Zn	3.0
الكادميوم Cd	0.1
الكروم Cr	0.1
الكوبالت Co	0.05
الرصاص Pd	5.0
النيكل Ni	0.5

5- تركيز الكربونات والبيكربونات: Carbonate and bicarbonate Concentration

تؤثر الكربونات والبيكربونات تأثيرا مباشرا علي النباتات، حيث أن زيادة تركيزها عن حد معين يصبح له تأثير سام، كما أن لها أيضا تأثير غير مباشر علي التربة. فعندما يزداد تركيز المحلول الأرضي بسبب فقد الماء بالتبخر أو امتصاصه بواسطة النباتات فان كربونات الكالسيوم وكربونات المغنسيوم سوف تترسب في حالة زيادة البيكربونات في الماء عن تركيز الكالسيوم والمغنسيوم, أما ما يتبقى من البيكربونات فسوف يتحد مع الصوديوم مكونا كربونات الصوديوم ذات التأثير الضار والمسئولة عن تحول الأرض إلي القلوية (خليل, 1998) .

6- تركيز الكلوريد والكبريتات: Chloride and sulfate concentration

تتكون المياه المتوسطة أو المرتفعة الملوحة عادة من كلوريد وكبريتات الصوديوم والبوتاسيوم وتكون الكلوريدات عالية الذوبان بالمقارنة مع الكبريتات. ولذلك فإن وجود أيون الكلوريد بتركيزات مرتفعة يسبب تمليح الأرض بدرجة اكبر من أملاح الكبريتات , كما أن النباتات سوف تمتصه وتحتفظ بها داخل خلاياها مما يسبب لها تأثيرا ساما يظهر أثره في صورة إحتراق للأوراق (خليل, 1998).

7- المغنسيوم: Magnsium (Mg^{++})

تعتبر نسبة المغنسيوم (Magnsium ratio) من أهم المقاييس الواجب قياسها لتقدير صلاحية مياه الري, ويمكن تقدير هذه النسبة باستخدام المعادلة الآتية:

$$\text{Magnsium ratio} = Mg / Ca + Mg \times 100$$

ويظهر التأثير الضار للمغنسيوم عندما تزيد نسبة المغنسيوم في المعادلة السابقة عن 50%.

8- الكالسيوم: Calcium (Ca^{++})

يجب عدم استخدام مياه الري التي تحتوي علي الكالسيوم بتركيز يزيد عن 10ملليمكافي/لتر. وقد وجد أن التوصيل الهيدروليكي للتربة أو النفاذية وكذلك درجة التجمع تقل عند ارتفاع نسبة الكالسيوم والمغنسيوم في مياه الري , ويظهر ذلك بدرجة اكبر في حالة الأراضي الثقيلة أو الطينية (خليل, 1998).

9- البوتاسيوم والنترات: Potassium (K^{+}) and Nitrate (NO_3^{-})

يوجد البوتاسيوم في مياه الري بتركيز منخفض جدا، وربما لهذا السبب أهمل تأثيره علي نوعية مياه الري، وكذلك الحال بالنسبة لأيون النترات. ولكن وجد أن المياه الجوفية في المناطق الجافة تحتوى علي كميات لا باس بها من النترات والبوتاسيوم، ولقد اعتبر أن وجود هذه الايونات في مياه الري ذو فائدة لنمو النباتات، ولذلك يجب أن يؤخذ هذا التأثير الايجابي في الاعتبار عند تحديد مدي صلاحية المياه للري (خليل، 1998) .

ولقد وجد أنه تحت تأثير ظروف متماثلة من تركيز الملح ونوع التربة فإن الادمصاص النسبي للكاتيونات يأخذ الترتيب التالي: Ca >Mg >K>Na

فإذا كان تركيز البوتاسيوم في ماء الري يقل عن تركيز الصوديوم بمقدار 10-20% وهذا ما يوجد في مياه الآبار لبعض المناطق فإن البوتاسيوم يدمص بدرجة اكبر من الصوديوم، ويرجع هذا لزيادة القدرة الادمصاصية للبوتاسيوم بالنسبة للصوديوم .

ويمكن أن نستخلص من ذلك أن وجود تركيز منخفض من البوتاسيوم في ماء الري يساعد علي خفض نسبة الصوديوم المدمص علي معقد التربة .

10- رقم الأس الهيدروجيني: (pH)

وهو يعكس نشاط ايون الهيدروجين في الماء ويعبر عنه باللوغاريتم السالب لايون الهيدروجين وعندما تكون (pH=7) أي النشاط ألايوني للهيدروجين متعادلا، (pH اقل من7) يسلك المحلول سلوكا حامضيا في حالة (pH اكبر من7) يسلك سلوكا قلويا ومعظم المياه الطبيعية تراوح أسها الهيدروجيني بين (6- 8.5).

2-4-2- تقسيم المحاصيل حسب إمكانية زراعتها بمياه الصرف الصحي المعالجة:-

عند اختيار المحاصيل التي ستروي بالمياه المعالجة فإن أهم عامل يجب أن يؤخذ بعين الاعتبار هو تجنب الأخطار على الصحة العامة. وعليه عند استعمال مثل هذه المياه في ري محاصيل الخضر التي تؤكل غير مطبوخة، يجب أن تتحلي بصفات جيدة (حسب منظمة الصحة العالمية) خالية من الميكروبات والديدان. وبالنسبة للاعتبارات الصحية تم تقسيم المحاصيل **حسب منظمة الصحة العالمية إلى ثلاثة فئات حسب** إمكانية **زراعتها بمياه** الصرف الصحي **المعالجة هي:-**

الفئة الأول:- وتشتمل علي المزروعات التي تستهلك دون طبخ والحقول والملاعب الرياضية والمنتزهات العامة.

الفئة الثانية:- وتشتمل على الأشجار المثمرة والمراعي و محاصيل الأعلاف والحبوب والبقوليات ولكن بشرط أن تتوقف عملية الري قبل أسبوعين من قطف الثمار.

الفئة الثالثة:- وتشتمل على ري المزروعات في الفئة الثانية علي أن لا يتعرض العامل في هذه الزراعات وعامة الناس لمياه الري أو المزارعات بعد ريها مباشرة كما تضم الأشجار الحجرية والأشجار غير المثمرة.

2-4-3- الشروط الواجب توافرها لاستخدام مياه الصرف الصحي في الري:-

يعرف الري بأنه إضافة المياه إلي التربة بغرض إمداد النبات بالماء اللازم لنموه, ويعتبر الري ضرورة حتمية في المناطق الجافة وشبه الجافة للحصول علي محصول اقتصادي.

والشروط الواجب توافرها لنجاح عملية الري بوجه عام تتلخص فيما يلي: (الخطيب, 1993).

1- **إضافة كمية المياه اللازمة لنمو النبات.**

2- **يجب أن تكون نوعية المياه مقبولة وهناك دلائل أساسية لتحديد مياه الري هي:-**

أ- محتوي مياه الري من الأملاح, بما في ذلك نسبة الصوديوم.

ب- محتوي مياه الري من العناصر السامة مثل الكلوريد والصوديوم والمعادن الثقيلة.

ج- المحتوي البيولوجي ويشمل البكتيريا والفيروسات والديدان.

3- **إضافة المياه في مواعيد مناسبة.**

4- **استخدام طريقة الري المناسبة.**

5- **منع تراكم الأملاح في منطقة الجذور وذلك عن طريقة الغسيل.**

6- **التحكم في ارتفاع مستوي الماء الأرضي عن طريق الصرف.**

7- **إمداد النبات باحتياجاته المثالية من العناصر الغذائية.**

وعند استخدام مياه الصرف الصحي في الري يجب تطبيق الشروط السابق ذكرها.

ويعتبر احتواء مياه الصرف الصحي علي العناصر الغذائية ميزه يجب استخدامها وهذه الميزة لا تتوفر في مياه الري التقليدية. ويمكن في هذه الحالة عدم إستخدم الأسمدة. ويجب الأخذ في الاعتبار المتطلبات الصحية والبيئية عند استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة .

2-4-4- إستراتيجية إدارة مياه الصرف الصحي المعالجة في الزراعة:

إن نجاح استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في إنتاج المحاصيل سوف تعتمد بدرجة كبيرة علي إتباع إستراتيجية تهدف إلي تحقيق إنتاج عالي وإلى تعظيم المحصول ونوعيته والحفاظ علي إنتاجية التربة وحماية البيئة وعدم تعرض الصحة العامة إلي أي مخاطر. وعند أستخدم مياه الصرف المعالجة يجب إن تتوفر المعلومات عن كمية المياه المتاحة ونوعيتها وذلك من أجل وضع خطة مناسبة لإتباعها وبصفة أساسية فإن إستراتيجية استخدم مياه الصرف المعالجة في الزراعة تشمل:-

1- **اختيار المحصول.**
2- **اختيار طريقة الري.**
3- **اختيار طرق الممارسة الزراعية وإتباع أساليب إدارية ملائمة.**

2-4-5- خلط مياه الصرف الصحي مع مصادر مائية أخري أو استخدامها بالتناوب مع مصادر مائية أخري :-

عندما تتوفر للمزارع مصدر مائي إضافي من مياه الري العادية تصبح عنده الحرية في استخدام كلا المصدرين بطريقتين: (الخطيب , 1993).

1- خلط مياه الري العادية مع مياه الصرف المعالجة:

يعتبر خلط مياه الصرف الصحي مع مياه الري العادية (قنوات- ماء جوفي) أحد الخيارات المطروحة أمام المزارعين إذا ما توفرت هذه المصادر, ومن المحتمل أن يكون لدي المزارع ماء جوفي مالح وماء صرف صحي معالج ففي هذه الحالة يمكنه مزج مصدري الماء للحصول علي مياه ذات مستوي ملوحة مقبول.

2- استخدم مياه الصرف الصحي بالتناوب مع مصادر مائية أخري:

ويمكن استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في حالة توفر مصادر بالتناوب مع مياه ري أخري متوفرة (مياه قناة- مياه جوفية) بدلا من خلط المياه, ومن المعروف من ناحية التحكم في الملوحة فان التناوب في استخدام المياه مع مياه الصرف الصحي المعالجة يعتبر أفضل من خلط المياه.

2-4-6- الآثار البيئية المحتملة لإعادة استخداما مياه الصرف الصحي المعالجة:

تعتبر مياه الصرف الصحي المعالجة من المصادر المائية غير التقليدية والتي يمكن استغلالها في الزراعة وري الحدائق العامة، كما أن استغلال مياه هذا المصدر سيؤدى حتما إلي الحد من أخطارها لصعوبة التخلص منها. إلا أن إعادة استخدام مياه الصرف الصحي لابد أن تكون بعد دراسات بيئية واجتماعية واقتصادية وفنية مستفيضة للوقوف على معايير ومحددات استخدامها بما يمنع آثارها السلبية ويعظم آثارها الايجابية. وتشمل الآثار البيئية المحتملة لإعادة استخداما مياه الصرف الصحي المعالجة تأثيرها على الإنسان والحيوان والنبات والبيئة المحيطة, ولكل من هذه الآثار معايير متباينة ومعاملات وأخطار مختلفة (علام , 2001).

- الآثار البيئة المحتملة على النبات:

بناء على الدراسات والتحليلات التي تمت خلال ثمانينات القرن العشرين فإنه وجد أن مياه الصرف الصحي سواء المعالجة أو غير المعالجة تقع في الحدود المسموح بها سواء للملوحة أو العناصر الثقيلة بالنسبة لمعظم المحاصيل, والجدول (14) يوضح المستويات المختلفة لمعالجة مياه الصرف الصحي وما يلائمها من زراعات وطرق ري والآثار البيئية لها.

يوضح الجدول أنه لا توجد آثار بيئية على النباتات التي تم اختيارها طبقا لكل مستوى من مستويات المعالجة, إلا أن هناك آثار بيئية سلبية على البيئة المحيطة سواء الأرض أو المياه الجوفية أو الإنسان أو الحيوان.

جدول (14): المستويات المختلفة لمعالجة مياه الصرف الصحي والاستفادة منها.

درجة المعالجة	معالجة أولية	معالجة ثانوية	معالجة ثلاثية
طريقة المعالجة	معالجة ميكانيكية	معالجة بيولوجية	معالجة بيولوجية وكيميائية متقدمة
الزراعات الممكنة	أشجار الخشب والقطن والكتان	كل أنواع المحاصيل	كل الاستخدامات
طريقة الري	بالغمر	ري حديث	ري حديث
الآثار البيئية المحتملة	تواجد الملوثات العضوية وغير العضوية	زيادة تركيز العناصر الثقيلة وبعض البكتيريا والفيروسات	لا يوجد

2-5- استخدام مياه الصرف الصحي في الزراعة:

أجريت العديد من الدراسات لتقدير خصائص مياه الصرف الصحي المعالجة وتأثير استخدام تلك المياه علي الخصائص الفيزيائية والكيمائية للتربة بداية من القرن الماضي وكانت كالتالي:-

بدا اهتمام العالم بتقنيات المعالجة للاستفادة من مياه الصرف الصحي من سنة 1866ف.

وقد بدأت الاستفادة من مياه الصرف الصحي في الزراعة في النصف الأول من القرن الماضي حيث وجد (Kelley *et al.*,1947) أن الري بمياه الصرف الصحي المعالجة قد أدي إلي تجميع الحبيبات وتحسين خواص التربة وتوصيلها الهيدروليكي نتيجة لتراكم الأملاح بها.

واقترح مختبر الملوحة الأمريكي (U.S. Salinity Lab, 1954) أربع درجات للمياه على أساس التركيز الملحي تدرجت من مياه منخفضة الملوحة قيمة درجة التوصيل الكهربائي لها أقل من 250 ميكروموز/ سم وتستخدم لري جميع أنواع الأراضي إلي مياه عالية الملوحة قيمة درجة التوصيل الكهربائي 2250 ميكروموز/ سم.

ومند أوائل الثمانيات زاد الإقبال علي معالجة مياه الصرف الصحي المعالجة وإعادة استعمالها في الري بليبيا، حيث بدأت فكرة معالجة هذه المياه بإزالة المواد الصلبة والكبيرة الحجم مع استخدام مواد لتطهير هذه المياه بغرض الاستفادة منها. ثم إعداد تقرير حول إمكانية الاستفادة من المياه المنتجة من محطة

معالجة مياه الأمطار والصرف الصحي بمدينة سرت. وعملية المعالجة بالمحطة تتم بطريقة بيولوجية عن طريق مرشحات الرمل تتبعها عملية المعالجة الكيميائية ثم إضافة الكلور للمياه المعالجة.

وبالنسبة للنتائج التي حققتها عملية المعالجة للمياه هي نتائج مثالية حسب التحاليل المختبرية التي أجريت بمختبر محطة المعالجة. وهي في مجملها متطابقة إلي حد كبير مع القيم المثلي كما هي موضح في الجداول (10-1، 2، 3) و(11). **ولذلك فان جودة المياه المعالجة تمكننا من استخدامها في الري للمحاصيل الزراعية وأعمال النظافة العامة مثل محطات نظافة السيارات آو في العمليات الصناعية لغرض التبريد والبناء وغيرها. وثم الاستفادة من المياه الناتجة من محطة المعالجة بدل من إهدارها إلي البحر, حيث أن هذه الطريقة مستخدمة في مناطق عدة وخاصة بالمناطق شبه الصحراوية. وقد أوضحت دراسة بعض التأثيرات الناتجة عن استخدام مياه الصرف الصحي المعاملة لري محصولي علف هما البرسيم الحجازي والشعير وتأثيرها علي خواص التربة في مشروع القوارشة الزراعي (خيرية، 1993م) تحت ظروف مناخ شبه جاف وتربة تتميز بالقوام الطيني. ويستدل من نتائج التحليل الكيميائي لعينات التربة أن استخدام مياه الصرف الصحي المعاملة لمدينة بنغازي لري محاصيل العلف لم تؤد إلي حدوث تراكم للأملاح في قطاع التربة علي الرغم من ارتفاع تركيز الأملاح في مياه الري . وذلك يرجع إلي أن عملية جمع عينات التربة قد تلت مباشرة فترة تساقط الأمطار الموسمية والتي تبلغ 280 مم وهي كافية لغسل الأملاح الذائبة الزائدة التي ربما قد تكون تراكمت خلال المواسم الجافة وعندما تمارس عمليات الري بهذه المياه المعاملة ولكنها لم تكن فعالة لغسل الصوديوم المتبادل، كما وجد أن التوصيل الهيدروليكي لهذه الترب وكذلك بناؤها لم يتدهور. ومن أوائل المشاريع الزراعية في ليبيا التي استخدمت مياه الصرف الصحي مشروع القوارشة الزراعي الذي أنشئ عام 1972. ويعتبر هذا المشروع من المشاريع الفريدة من نوعها في الوطن العربي بصفة خاصة، حيث تم الاعتماد فيه علي مياه الصرف الصحي بعد معاملتها لري محاصيل زراعية وبذلك وفر استخدام هذه المياه عنصرا يعتبر من أكثر العوامل تحديدا لزيادة الإنتاج الزراعي وتحسين جودته, خاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة. ولكن لم ينل تأثير الري بتلك المياه علي الصفات الفيزيائية والكيميائية لترب المشروع بعد ما يستحقه من الدراسات، رغم تضارب أراء الباحثين حول تأثيره حيث وجد بعض الباحثين:**

(Day *et al*., 1979 .Schalscha *et al*., 1979,, Palazzo and Jenkins,.,1979) نتائج **إيجابية لاستخدام مياه الصرف الصحي في أغراض الري.**

بينما أشار آخرون (Banin *et al*., 1981) إلي جوانب سلبية لهذا الاتجاه أدت إلي تدهور التربة كبيئة لنمو النباتات. ويبدو أن التباين في أراء الباحثين فيما يخص استثمار مياه الصرف الصحي لأغراض الري كان نتيجة لاختلاف خصائص الترب ونوع المحاصيل والظروف المناخية وأسلوب الإدارة والخصائص الكيمائية لهذه المياه من منطقة لأخرى.

ودراسة أجراها (Kantanoleon *et al* ., 2007) باستبيان مكون من36 سؤال معد للإجابة وكان من الواضح إن الموطنين الذين تم استبيانهم لا يؤيدون استخدام المياه المعالجة في إنتاج المحاصيل وغذاء الحيوان. وثم الحصول علي الاستنتاجات التالية:

1- هناك فجوة كبير للمعرفة والتي تؤثر في أراء الجمهور تجاه طبيعة مياه الصرف المعالجة وإعادة استخدامها المعلومات الناقصة مثل النوعية والكمية لمياه الصرف المنتجة مع تكلفة تحليل لعملية المعالجة التي يمكن التزويد بها أثناء تنفيذ مشروعات استخدام مياه الصرف.

2- أشارت الدراسة انه إذا أرادت أي سلطة الشروع في تطبيق هذا الاقتراح يجب الدخول بعناية مع خطوات جيدة التصميم. يجب أن يكون هناك تطبيق متعلق بإنتاج الغذاء علي سبيل المثال مثل ري الغابات.

3- الثقة والدقة في المعلومات ضرورية للحصول علي قبول الجمهور علي هذه التطبيقات وهي العامل الذي أقنع الناس بمعالجة وإعادة استخدام هذه المياه في المشروعات الخاصة بري الحدائق والغابات.

وفى دراسة أجراها (Bear and Prince, 1947) أن لمياه الصرف الصحي تأثير حامضي علي التربة. وهذا لا يرجع فقط إلى تأثيرها علي ذوبان كربونات الكالسيوم فقط بل أيضا تأثير محتواها من الأحماض المعدنية. ووجد (Warringtion ,1952)أن الري بمياه الصرف الصحي المعالجة زاد من محتوى التربة من البوتاسيوم. كما أشارت الدراسات إلى أن الري بمياه الصرف الصحي المعالجة نتج عنها تراكم للأملاح إلا أن سقوط الأمطار أدي إلي حدوث اتزان ملحي مما جعلها في مستوي ملائم لزراعة المحاصيل. وقد أشار(Eaton, 1950) إلي ضرورة تقدير البيكربونات في مياه الري وذلك لما قد تسببه من ترسيب لايونات الكالسيوم والماغنسيوم في التربة علي صورة كربونات مما ينتج سيادة ايونات الصوديوم وتحول التربة إلى تربة صودية. واقترح معمل الملوحة الأمريكي بأنه عندما تزيد هذه القيمة عن مقدار 2.5 مليمكافئ /لتر فان استخدام المياه لإغراض الري قد تنتج عنه آثار سلبية خطيرة (U.S. Salinity Laboratory staff ,1954). وهكذا يلاحظ الاهتمام الواضح للاستفادة من مياه الصرف الصحي المعالجة وذلك نظرا لكونها قد تكون احد المصادر البديلة. وأظهرت دراسة قام بها

(Greenberg, 1955) أن تحلل المادة العضوية المتواجدة في مياه الصرف الصحي إلي ثاني أكسيد الكربون والماء أدت لزيادة تركيز البيكربونات. وأظهرت دراسة قام بها (Bashaar *et al*., 2007) أن مياه الصرف الصحي في الأردن يمكن وصفها بأنها عالية الملوحة وتحتوى علي معادن ثقيلة. وفي العقدين الماضين اعتمد الأردن علي برك فرز الفضلات لمعالجة مياه الصرف وإعادة استخدامها في الزراعة. وهذا زاد مشكلة الملوحة نتيجة لنسبة التبخير العالية. ومن ثم تدفق المياه من هذه المصانع تكون مختلطة مع مصادر المياه العذبة وتخزينها قبل استخدامها في الزراعة في وادي الأردن يمنح حيوية لمعظم المحاصيل التي تزرع في هدا الوادي. نسبة تركيز الكلوريد العالية يمكن تحديدها لمحاصيل معينة خاصة مثل الفاصوليا. حجم مياه الصرف المعالجة سوف تزيد نتيجة لنمو السكاني العالي وزيادة أنابيب الصرف الصحي. هذان العاملان يقدمان الفرصة لتطبيقات جديدة لإعادة استخدام المياه. هذا يشمل إعادة تغذية مخزون المياه الجوفية والتبريد الصناعي. وقد وجد (Ernest and Massey,1960) أن ارتفاع درجة الحرارة خلال فترة الري قد تعرض جزء من المركبات النيتروجينية للتطاير مما قد يساعد علي ارتفاع الرقم الهيدروجيني في التربة الطينية. فيما قرر (Lawrence *et al* ., 2002) زيادة الحاجة إلي المياه في المناطق الجافة من العالم نتج عنها نشوء تقنيات جديدة لإعادة استخدام المياه. النجاح في مشروعات إعادة المياه مهما يكن، لا يعتمد فقط علي فعالية وملائمة التقنية ولكن علي النظام المؤسس والذي يؤكد ويضمن بان المياه المعالجة يمكن توزيعها واستخدامها على نحو أمن وبكفاءة. هذين الموضعين تم اختيارهما بواسطة عرضها (MWH) في مشروعات تم انجازها في مصر والولايات المتحدة. احد هذين المشروعين في الجانب الشرق من القاهرة. حدد وقيم الفوائد الكامنة في إعادة استخدام مياه الصرف المعالجة في ري المشروعات الزراعية. والقي الضوء علي التطوير في المؤسسات والقوانين اللازمة للسلامة وضبط ورقابة المياه المعالجة والمعاد استخدامها وذلك لتطوير الجودة النوعية الميكربيولوجية (الأحياء الدقيقة) والمطلوبة لكلا القوانين العالمية والمصرية لسلامة إعادة الاستخدام للمياه، وتوالت الدراسات في هذا المجال. وقد اتضح من دراسة قام بها (Kutera,1963) أن الري بمياه الصرف الصحي المعالجة أدى إلي تراكم الأملاح بالتدريج من الأعماق السفلى إلى العليا للتربة. فكانت في الأعماق العليا اقل منها في الأعماق السفلى. وفي دراسة أخرى وجد (Miller and Mcfee.,1983) أن عناصر الكادميوم والنحاس والرصاص المضافة إلي التربة سجلت اقل تركيز في الطبقة السطحية.

وقد وجد (Mcheal and coleman,1966**) أن الري بمياه صرف صحي شديدة الملوحة يعمل علي تجميع حبيبات التربة ويحافظ علي التوصيل الهيدروليكي.**

وأظهرت دراسة قام بها (Sharma *et al* ., 1990**) أن الري بمياه الصرف الصحي المعالجة أدي إلي زيادة تركيز الكبريتات في التربة بينما انخفض تركيز ايونات الكالسيوم والمغنسيوم. وأظهرت دراسة قام بها (**Kalavrouziotis *and coleman* ., 2007 **) أن إعادة استخدام مياه الصرف المعالجة والمتدفقة من وحدات معالجة مياه الصرف تطبيق حالي في الاستفادة التطبيق منها في المناطق الهامشية مع الارتباط بزراعة الأشجار والشجيرات، ونلاحظ انه من المهم المراقبة المتواصلة لعدد من الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة من تدفق مياه الصرف المعالجة خاصة محتوي التربة من العناصر الثقيلة ، وأيضا تأثيراتها التاكلية والتي تأخذ مكانها في داخل الأنابيب وتعمل علي تأكلها. تركيب مثل هذا النظام في الداخل في المجمعات السكانية (المنازل، الفنادق، الخ) لإعادة استخدام المياه التي ستجعل كميات معتبرة متاحة للمياه مع الحماية للبيئة وتطور المناطق المدنية. وأشار** Christenson and Ferguson,1966**) إن النقص الملحوظ في التوصيل الهيدروليكي للتربة كان نتيجة المحتوي المرتفع للصوديوم في مياه الصرف الصحي المعالجة الذي أدي لتفريق حبيبات التربة وبالتالي انخفاض مستوي نفاذية التربة.**

وأظهرت دراسة قام بها (Bower *et al*.,1968**) أن الري بمياه الصرف الصحي المعالجة التي تحتوي علي كميات من الكربونات والبيكربونات وكذلك من الكالسيوم والمغنسيوم في وجود الصوديوم تعتبر مأمونة من ناحية استخدامها. وأوضح كل من (**Danial and Bouma, 1974**) إلي أهمية الدور الذي تقوم بها المواد الصلبة العالقة بمياه الصرف الصحي في التأثير علي خواص التربة الفيزيائية. وعن تأثير الري بمياه الصرف الصحي المعالجة علي تركيز العناصر الثقيلة في التربة أوضحت النتائج التي تحصل عليها (**Pagliai et al., 1981**) أن إضافة هذه المواد لتربة طميية رملية بايطاليا ساعد علي زيادة مسامية التربة وثبات وحدة البناء فيها. وقد أشار(**Korte *et al*.,1975**) إلي أن المعلومات عن قوام التربة ومحتواها من الاكاسيد والكربونات تعطي قاعدة جيدة للتنبؤ بقدرة التربة علي الاحتفاظ بالعناصر النادرة والثقيلة حيث كان لخواص التربة الكيميائية تأثير كبير علي حركة هذه العناصر أكثر من خواص العناصر نفسها .وقد لاحظوا أن إمكانية حركة هذه العناصر كانت اقل في الأراضي المعدنية التي بها مستويات عالية نسبيا من الpH والقواعد المتبادلة وكان معدل الحركة يقل بالترتيب الكالسيوم** ≤ الزنك ≤ **النيكل.**

ووجد ((Carter, 1984) أن الزراعة المستمرة لمحصول القمح تسببت في زيادة نسبة الكربون والنتروجين العضوي وذلك بالطبقة السطحية لتربة ملحية, إضافة إلي تحسن بناء التربة من خلال الانخفاض في الكثافة الظاهرية وزيادة ثبات الحبيبات المركبة للتربة.

أما عن تلوث التربة والمياه الجوفية نتيجة للري بمياه الصرف الصحي المعالجة فقد أجريت العديد من الدراسات منها الدراسة التي قام بها (Singleton *et al*.,1982) فوجد أن الري بمياه الصرف الصحي المعالجة قد لا تشكل مصدر لتلوت المياه الجوفية بانيون النترات NO_3^- , وذلك بسبب التأثير السلبي لتركيز الأملاح المرتفع في مياه الري علي نشاط الكائنات الدقيقة المؤكسدة لمركبات النتروجين في التربة. فيما وجد (Banin *et al*.,1981) أن هناك جوانب سلبية لهذا الاتجاه أدت إلي تدهور التربة كبيئة لنمو النبات. وقد يرجع هذا التضارب في الآراء كنتيجة لاختلاف خصائص التربة ونوع المحصول بالإضافة إلي الخصائص الكيميائية لهذه المياه المستخدمة. وتوالت الدراسات لتأثير مياه الصرف الصحي المعالجة علي خصائص التربة فلقد أوضحت دراسة قام بها (Burns and Rawitz.,1981) أن كمية مياه الصرف الصحي المعالجة المضافة إلي التربة خلال موسم واحد كانت كافية لزيادة قدرة التربة علي الاحتفاظ بالماء وزيادة مستوى الصوديوم في محلول التربة المروية بمياه الصرف الصحي المعالجة بالإضافة إلي انخفاض تركيز الأملاح ورفع نسبة المادة العضوية في التربة. وقد وجد (Kaul, 1956) أن الزيادة في عدد مرات الحرث قد تنج عنه زيادة في كمية الإنتاج لمحصول القمح ورجع ذلك إلي التحسن الذي طرا علي بعض الخصائص الطبيعية للتربة.

ولمعرفة تأثير استخدام مياه الآبار من ناحية ومياه الآبار مخلوطة مع مياه الصرف الصحي المعاملة علي مقدار وجود ة محصول القمح من ناحية أخرى وجد (Day et al,1979) إن الحقول التي تم ريها بالمياه المخلوطة قد أنتجت محصول أوفر وأكثر جودة بالمقارنة بحقول القمح التي تم ريها بمياه الآبار فقط, وذلك علي الرغم من ارتفاع نسبة الرقاد ربما بسبب ارتفاع النتروجين في مياه الصرف الصحي. وإضافة إلي أن مياه الصرف الصحي يمكن الاعتماد عليها جزئيا كمصدر هام للعناصر الغذائية الضرورية لنمو النبات. وأجريت دراسة أخري في مصر عن تأثير الري بمياه الصرف الصحي المعالجة علي خواص التربة أجراها كل من (Ebdel-Naim and Al-Awady, 1989) وقد أظهرت نتائج هذه الدراسة الآتي:-

1- **زيادة تركيز عناصر الحديد والمنجنيز والنحاس والزنك زيادة ملحوظة في محلول التربة خلال ثلاث سنوات.**

2- زيادة تركيز عناصر الكوبلت والنيكل والكاديوم والرصاص زيادة بسيطة.

3- زيادة تركيز عناصر الزنك والنحاس والمنجنيز والحديد زيادة غير سامة, ولم يلاحظ أي مشاكل ظاهرية بالتربة.

وكذلك أوصي الباحتان باستعمال مياه الصرف الصحي المعالجة بأمان في الأراضي الرملية.

ووجد (Oster and Schroer, 1979) أن زيادة تركيز انيون البيكربونات بمياه الري قد أدى إلي ترسيب الكالسيوم علي صورة كربونات الكالسيوم بأعمدة التربة. كذلك أجرى كل من (Zekri and Koo, 1990) دراسة عن تأثير الري بمياه الصرف الصحي المعالجة علي التركيب المعدني للتربة أظهرت أن التربة المروية بمياه الصرف الصحي المعالجة كانت تحتوي علي تركيزات عالية من الصوديوم والبوتاسيوم والماغنسيوم مقارنة بالشاهد. وقد أشار (Eaton, 1950) إلي ضرورة تقدير البيكربونات في مياه الري وذلك لما قد تسببه من ترسيب لايونات الكالسيوم والماغنسيوم في التربة علي صورة كربونات مما ينتج عنه سيادة ايونات الصوديوم وتحول التربة إلى تربة صودية . واقترح بأنه عندما تزيد هذه القيمة عن مقدار 2.5 مليمكافئ / لتر فان استخدام المياه لإغراض الري قد تنتج عنه آثار سلبية خطيرة.

كذلك أشار(Beek *et al*., 1977) إلي زيادة درجة تفاعل التربة ال(pH) في حالة الري بمياه الصرف الصحي المعالجة من (4.0) إلي (6.5). وفي بحث لدراسة تأثير البوتاسيوم في مياه الري علي بعض الخواص الفيزيائية والكيميائية لتربة طينية وأخرى رملية وجد (Kanwar and Deo,1969) أن البوتاسيوم قد يوثر علي بعض الخواص الفيزيائية والكيمائية للتربة بطريقة مشابهة لتلك التي يحدثها الصوديوم. وكما وجد (Banin, 1981) أن استخدام مياه الصرف الصحي بدون تنقية لإغراض الري قد تسبب في حدوث تلوث للتربة ببعض العناصر الثقيلة, وتبين أن أقصى تركيز لهذه العناصر كان في الطبقة السطحية للتربة. كما أكد علي مدي أهمية عدم إهمال الجانب الصحي عند محاولة استغلال هذه المياه وأشار إلي ضرورة القيام بعمليات التنقية اللازمة والتأكد من المواد الضارة قبل استخدامها لري المحاصيل وخاصة التي تمثل مصدر لغذاء الإنسان. وتؤثر العمليات والأساليب المتبعة في الزراعة بمنطقة ما علي الخواص الفيزيائية والكيميائية الهامة في التربة. حيث وجد (Chang,1983) أنه قد حدث انخفاض في الرقم الهيدروجيني للتربة من 7.3 إلي 5.5 بعد عدة سنوات من البدء في استخدام هذه المياه لإغراض الري . ويتم في مناطق عديدة من العالم فرز المواد الصلبة لمخلفات الصرف الصحي وإضافتها للتربة لتحسين خواصها الفيزيائية والكيميائية. وفي دراسة أخري وجد (Johnson.,1979) أن الري بمياه الصرف الصحي أدي إلي انخفاض درجة تفاعل التربة من (7.5)

إلي (6.5). وتشير نتائج التحاليل المعملية التي أجريت بالمعامل الفرنسية المتخصصة في هذه المجال والتي وردت في التقرير الأولى عن مشروع التوسع بالهضبة الخضراء (فييادر, 1975) بان احتمالات التلوث البيولوجي سواء للمحاصيل أو لمياه الشرب نتيجة لاستخدام مياه الصرف الصحي المعاملة لإغراض زراعية يعتبر معدوما, كما أن تركيز المعادن الثقيلة والتي تشمل ايونات الرصاص والكادميوم وغيرها من عناصر ضارة أخرى كانت منخفضة جدا.

3- المواد وطرق البحث
Materials and Methods

3-1- منطقة الدراسة:

3-1-1- الموقع العام والمساحة:

تقع منطقتي الدراسة بمزرعة أبحاث كلية الزراعة (جامعة سرت), ومشتل القرضابية في منطقة سرت, بحيث تتمتع شعبية سرت بموقع فريد فهي تتوسط ليبيا وتقع بين سهل الجفارة غرباً والجبل الأخضر شرقاً وجبل فزان وجبل الهروج جنوباً، ويحدها البحر الأبيض شمالاً (خط عرض 28 درجة جنوباً وخط طول 15.30 درجة غرباً وخط طول 20 درجة شرقا) وتبلغ مساحة شعبية سرت (69) ألف كيلو متر مربع. ويقع مشتل القرضابية في مشروع استثمار واستزراع مياه النهر الصناعي العظيم المرحلة الأول بمنطقة سهل القرضابية في الطرف الشرقي لمدنية سرت. ويمر بمنطقة المشروع خط طـول ('40 °16) شرقا, ودائرة

العرض ('10 °31) شمالا، وتبلغ المساحة المروية للمشروع حـوالي 320 هكتار. وتعد منطقة المشروع جزء من سهل القرضابية الذي يقع علي امتداد الشريط الساحلي.

3-1-2- الطبوغرافية وقوام التربة:

تتميز طبوغرافية سطح التربة في هذه المنطقة بأنها مستوية أو شبه مستوية والتربة رملية إلى رملية طميية.

3-1-3- المناخ:

يعتبر المناخ بعناصره المختلفة وأهمها (الأمطار، درجة الحرارة ، الرياح) احد العوامل التي تؤثر علي فاعلية عمليات الري وتكوين التربة ، والتي بدورها تؤدي إلي الحصول علي خصائص ومميزات مختلفة، تم الاعتماد في هذه الدراسة على بيانات العناصر المناخية للمركز الوطني للأرصاد الجوية (محطة أرصاد سرت). وفيما يلي استعراض لعناصر المناخ بمنطقة الدراسة كمتوسط للفترة الزمنية (2003- 2008) بالنسبة للأمطار ودرجة الحرارة و(2006 - 2008) بالنسبة للرياح كما هو موضح في الجداول (15، 16، 17).

3-1-3-1- الأمطار:

تبدأ الفترة الممطرة في منطقة سرت من شهر سبتمبر حتى الشهر مايو. ويبلغ أعلي متوسط لسقوط الأمطار في الشهر الأول(يناير) من السنة حيث يصل إلي (24.7 مم)، أما شهر يوليو فتنعدم الأمطار فيه تماما. ويتراوح المتوسط السنوي لهطول الأمطار مابين (175الى200 مم) والجدول (15) يبين المتوسطات الشهرية والسنوية لمعدل الأمطار بمنطقة الدراسة.

3-1-3-2- درجة الحرارة :

تمتاز منطقة سرت بطقس متوسط معظم فصول السنة. فهو حار صيفا ومعتدل إلي دافئ شتاءا. وهي ملائمة لنمو معظم المحاصيل الحقلية والبستانية وملائمة لكل محاصيل العلف، وتوزيع درجات الحرارة بشكل عام يختلف علي المستوى الشهري والفصلي. حيث تسجل أعلي متوسط لدرجات

الحرارة في شهر أغسطس من السنة (28.2 م˚) وأقل متوسط لدرجات الحرارة يكون في شهر يناير (14.1م˚) والجدول (16) يبين المتوسطات الشهرية والسنوية لدرجات الحرارة.

3-1-3-3- الرياح:

تجتاح منطقة سرت خلال فصلي الخريف وأوائل فصل الصيف رياح قوية, ونتيجة لقلة الأمطار وغياب الغطاء النباتي, تلعب الرياح دورا أساسيا في عملية التعرية. وعند هبوب الرياح الجنوبية المحمل بالأتربة ترتفع درجة الحرارة وتنخفض الرطوبة النسبية لشدة سرعتها. والسرعة القصوى لهذه الرياح تسود لفترات قصيرة جداً. في حين تسود الرياح البطيئة معظم شهور السنة ، ويكون اتجاه الرياح السائد معظم شهور السنة من جنوبية إلي جنوبية شرقية. ماعدا شهري يناير وديسمبر يكون اتجاه الرياح السائد من الشرق إلي الغرب والجدول (17) يبين المتوسطات الشهرية والسنوية لسرعة الرياح (عقدة)

.

جدول(15): متوسط الأمطار الشهري والسنوي بمنطقة سرت(مم).

الشهر / السنة	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المتوسط السنوي
2003	26.1	58.3	56.1	8.2	0.3	6.9	-	-	0.3	29.9	37.9	36.1	21.7
2004	31.7	38.9	57.0	9.3	0.1	2.1	0.1	-	0.15	45.1	38.6	33.2	21.4
2005	29.1	49.0	41.3	10.1	0.6	0.8	-	0.2	0.2	42.8	29.8	32.7	19.7
2006	15.1	50.8	56.8	10.0	0.4	0.89	-	-	0.21	60.7	31.6	30.5	21.4
2007	24.7	31.9	21.5	1.8	17.8	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	8.2	6.5	9.5
2008	6.5	6.6	6.6	9.0	9.5	8.3	7.5	7.1	8.3	8.2	7.7	10.9	8.0

سجلات المركز الوطني للأرصاد الجوية (محطة أرصاد سرت).

جدول(16): متوسط درجات الحرارة الشهري والسنوي بمنطقة سرت (درجة مئوية).

الشهر / السنة	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المتوسط السنوي
2003	19.8	19.2	24.9	23.1	27.9	28.6	33.1	31.3	32.6	29.5	24.4	18.5	26.1
2004	16.7	19.7	22.1	24.3	27.3	28.5	33.3	33.1	30.8	28.3	23.6	19.9	25.6
2005	19.4	16.7	18.5	23.7	25.4	29.6	33.1	32.6	31.5	32.0	24.9	19.5	25.6
2006	17.6	20.4	21.3	23.9	25.3	29.3	30.0	32.6	29.3	31.1	23.3	19.8	25.3
2007	15.8	16.0	17.4	19.8	21.5	25.9	27.1	28.3	27.2	25.0	19.8	14.8	21.6
2008	14.1	13.6	18.2	22.2	24.5	24.3	27.8	27.7	28.2	24.4	21.5	15.5	21.8

سجلات المركز الوطني للأرصاد الجوية (محطة أرصاد سرت).

جدول(17): متوسط الرياح الشهري والسنوي بمنطقة سرت(عقدة).

الشهر / السنة	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المتوسط السنوي
2006	5.7	5.6	5.7	5.7	5.4	4.4	4.0	4.1	4.3	4.4	4.8	5.0	4.9
2007	7.2	9.0	6.1	7.9	7.0	5.9	5.8	5.5	5.4	6.4	6.0	5.8	6.5
2008	65.0	60.4	0.0	17.3	0.5	0.0	0.0	0.0	0.5	28.5	1.9	76.6	21.0

سجلات المركز الوطني للأرصاد الجوية (محطة أرصاد سرت).

3-1-4- المصادر المائية وأنواع الترب في منطقة الدراسة:

3-1-4-1- المصادر المائية في منطقة الدراسة:

من الدراسات التي أجريت عن الوضع الهيدروجيولوجي بسرت والتي قامت بها شركة جيفلى عام 1972، يتضح بأن المنطقة فقيرة في مواردها المائية السطحية، وذلك لانخفاض معدلات الهطول المطري بها. أما عن الموارد المائية الجوفية فتتميز بوجود أبار المياه الجوفية قريبة من السطح, وتعتبر ذو إنتاجية محدودة. كما أن نوعية مياهها رديئة وتحتوى علي كمية من الأملاح يشكل كلوريد الصوديوم معظمها. وحديثا تعتمد المنطقة علي مياه مشروع النهر الصناعي العظيم .

3-1-4-2- أنواع الترب في منطقة الدراسة:

الترب الرملية أو الرملية الطميئية يغطى مساحات شاسعة من ليبيا, فهي تعتبر النوع الرئيسي من ترب سهل الجفارة, كما تسود في المناطق الشمالية الوسطي, والمناطق الجنوبية , فمنها علي سبيل المثال, ترب مناطق عين زارة, وبئر الغنم, والسواوه, والقرضابية, ومشاريع الكفرة والسرير, وأشكدة ومكنوسة , وغيرها من المناطق (بن محمود, 1995) .

ويمكن أن تقسم هذه الترب إلي ترب رملية سافية, وترب طرح البحر الرملية, وترب رملية صحراوية, ومادة أصل هذه الترب هي الرواسب الرملية, ويتميز هذا النوع من الترب بقطاع حديث التكوين غير مميز إلي أفاق تحت سطحية , وقوام هذه التربة رملي أو رمل طميي، أما عمق قطاعها فيتراوح مابين عميق إلي متوسط العمق, وقد تكون ضحلة كما أن محتواها من المادة العضوية منخفض جدا, وتكون فاتحة اللون, وغير ملحية في الغالب, ودرجة التفاعل بها تميل إلي القلوية (أكثر من 7) وكمية كربونات الكالسيوم بها قليلة إلي متوسطة (بن محمود وسليمان, 1980) .

ونظراً لارتفاع نسبة الرمل في هذه الترب, وتواجده في صورة حبيبات مفردة غالبا, بالإضافة إلي انخفاض محتواها من المادة العضوية, فإن هذه الترب تعاني من انخفاض في قدرتها علي الاحتفاظ بالماء, و معدل الرشح بها عالي كما تعاني من انخفاض في محتواها من العناصر الغذائية الضرورية للنبات وخاصة النتروجين والفوسفور والعناصر الدقيقة, وهي عرضة بدرجة كبيرة للتعرية بواسطة الرياح. وتقع معظم الأراضي في سرت ضمن المناطق الجافة وشبه الجافة وتتصف التربة بتدني مستوى خصوبتها .

3-1-5- الاستخدام الزراعي:

3-1-5-1- الغطاء النباتي :

من خلال دراسة عناصر مناخ منطقة سرت، وما تتميز به بصفة عامة من قلة معدلات الأمطار وعدم انتظامها، بالإضافة إلى ارتفاع في درجات الحرارة وبالتالي ارتفاع قيم التبخر من سطح التربة والانخفاض الشديد في قيم الرطوبة النسبية، فإن مناطق سرت شبه خالية فعليا من أي أشكال الغطاء النباتي الطبيعي من الأشجار النامية بصورة طبيعية، وإن وجدت فهي عبارة عن بعض الحشائش الصحراوية المتناثرة التي تتخلل المحاصيل الزراعية في بعض المزارع، إلى جانب أعشاب سريعة النمو

وقصيرة العمر والتي لا تعتبر ذات أهمية تذكر من الناحية البيولوجية. كما أن ظهورها عادة يعقب سقوط الأمطار والتي تكاد تنعدم كلما توغلنا جنوبا بالنسبة للترب خارج الأراضي الزراعية (كيث،1965).

وبينت الدراسات الروسية سنة 1977 والتي أجريت علي مساحة نصف مليون هكتار بالمنطقة الوسطى، إلي وجود 22 تكوين نباتي تنتمي إلي 306 نوع و200 جنس و50 فصيلة من أهم النباتات الطبيعية الأكثر انتشار ما يلي :(موسوعة النباتات الليبية).

1- الرتم *Retama raetam*.
2- عرفج *Rhantheium suaveolens*.
3- متنان *Thymelaea microphylla*.
4- قرضاب *Polygonum equistiforume*.
5- القطف *Atriplex halimus* .

3-1-5-2- الاستخدام الزراعي الحالي في منطقة الدراسة:

تم استصلاح مساحات كبيرة للزراعة من خلال مشروع استغلال مياه مشروع النهر الصناعي العظيم المرحلة الأول، حيث تم إنشاء عدد كبير من المزارع الكبيرة والصغيرة والتي تعتمد علي الري بمياه النهر الصناعي. إلي جانب ذلك تنتشر في هذه المنطقة بعض المحاصيل الزراعية في المزارع من أهمها:

1- محاصيل الحبوب وخاصة الشعير الذي يعتمد علي الأمطار الشتوية (بعلي) وتترك الأرض بورا بعد حصاد المحصول في فصل الصيف وتستعمل بقايا المحصول لرعي الاغنام.
2- الخضروات والتي تعتمد اعتماد كاملا علي هذه المياه , والخضروات مثل (الطماطم والفلفل والخيار والبصل والكوسة والخس والجرجير).
3- أشجار الفاكهة مثل (أشجار الزيتون والتين والعنب واللوز).

وتزرع هذه المحاصيل المزروعة علي مساحات محدودة يستخدم إنتاجها للاستهلاك المنزلي أو البيع علي نطاق محدود.

3-1-5- 3- محصول القمح:

تنتشر زراعة القمح في مناطق عديدة من العالم، حيث ينمو تحت ظروف مناخية متعددة، وهو يشغل مساحات واسعة من الكرة الأرضية ، ويحتاج القمح إلي المناخ البارد والرطب نوعا ما خلال فترة النمو، والجو الدافئ خلال فترة تكوين الحبوب وهو الأنسب لإنتاج القمح، وذلك في المناطق شبه الجافة

والقمح يعطي إنتاجا مميزا في الأراضي الخصبة الطينية السلتية، والرملية السلتية، ويزرع القمح في الخريف ولا يحتاج إلى تعرضها لدرجات حرارة منخفضة حيث يزهر ودورة حياتها قصيرة نسبيا (حوالي خمسة أشهر) كما هو الحال في ليبيا والشمال الإفريقي (المناطق المعتدلة)(الصغير، 1986).

ونبات القمح يتبع العائلة النجيلية. وهو من نباتات الفلقة الوحدة، يحتوي علي عدة أنواع تتبع ثلاث مجاميع تختلف في عدد صبغاتها (كروموسوماتها) ، وهي الأقماح الثنائية، وهي تحتوي علي (14) صبيغيا والأقماح الرباعية ولها (28) صبغيا والأقماح السداسية وبها (32) صبيغيا ومن بين أنواع القمح ثلاثة أنواع تشكل (90%) من القمح المزروع في العالم (قمح الخبز- قمح المكرونة - القمح المزدحم).

3- 2- الأعمال الحقلية:-

3-2-1- تحديد مواقع القطاعات في منطقة الدراسة:

تم تحديد مواقع القطاعات بمنطقتي الدراسة بطريقة عشوائية داخل كل موقع. وقد تم تعيين الحدود بين آفاق القطاعات بناء على مجموعة من الخواص المورفولوجية في الحقل. والأشكال (2، 3) بالملحق (1) توضح الوصف المورفولوجي لهذه القطاعات.

1- القطاع الأول: في منطقة سرت – مزرعة أبحاث كلية الزراعة جامعة التحدي سرت والشكل رقم(2) يوضح القطاع (1).

شكل (2): صورة القطاع رقم (1)

2- القطاع الثاني في منطقة سرت– مشتل القرضابية التابع لمشروع استثمار مياه النهر الصناعي العظيم المرحلة الأول بمنطقة سهل القرضابية في منطقة سرت والشكل رقم (3) يوضح القطاع(2).

شكل (3): صورة توضح القطاع رقم (2)

3-2-2- حفر القطاعات وتحديد الأفاق والوصف المورفولوجي:

3-2-2- 1- حفر القطاعات وتحديد الأفاق:

بعد تحديد موقع القطاعات تم حفر القطاعات يدويا, وتم تحديد الأفاق المكونة لكل قطاع, وجمع العينات من كل قطاع تبعا للطرق القياسية التي اقترحتها منظمة الأغذية والزراعة (FAO،1990) يوضح الجدول(18) الوصف الحقلي للصفات المورفولوجية لقطاع التربة في مزرعة أبحاث كلية الزراعة – جامعة سرت. كما يوضح الجدول(19) الوصف الحقلي للصفات المورفولوجية لقطاع التربة في مشتل القرضابية (استثمار مياه النهر الصناعي العظيم المرحلة الأول) بمنطقة سهل القرضابية في سرت. واشتمل الوصف المورفولوجي علي تحديد أفاق أو طبقات التربة داخل كل قطاع، وذلك حسب الاختلافات

المورفولوجية، وتم تدوين أعماق وسمك كل منها ، وفحص كل أفق أو طبقة من هذه الأفاق أو الطبقات من حيث اللون فى الحالة الجافة والرطبة باستخدام دليل منسل لألوان التربة، وتحديد القوام والبناء ودرجة التماسك والتفاعل ودرجة فوران حمض الهيدروكلوريك المخفف (10%) مع التربة، والتبقع وانتشار الجذور

(بن محمود وآخرون، 1984).

3-2-2-2- الوصف المورفولوجي لقطاعات التربة:

تم دراسة التربة في الحقل حيث تم وصف قطاعات التربة كما هو موضح في الإشكال (2, 3) بالملحق(1) والجدول (18, 19).

وقد تشابهت الخصائص المورفولوجية لقطاعات التربة الممثلة لموقع الدراسة تشابها كبيرا تبعا لعدة عوامل أهمها التماثل في نوع مادة الأصل وعمليات تكوين التربة (يحيى وسليمان،1985).

وتتميز تربة القطاعات باللون بنيي معتم (7.5YR) وسيادة حبيبات الرمل التي لا تلتصق مع بعضها البعض وغياب المادة العضوية. وتتميز القطاعات بالبناء الضعيف في صورة حبيبات مفردة أو في كتل مصمتة. بينما كان البناء مفككة وغير متماسك مما جعل التربة سهلة الفرك والتفتيت عندما تكون جافة أو رطبة، وغير مرنة وغير لاصقة عندما تكون مبللة. وعند التفاعل مع (HCl) يكون الفوران ضعيف مع الحامض المخفف، ويزداد تدريجيا في كل أفق، وهذا يدل علي أن التربة جيرية خفيفة ومتوسطة وشديدة حسب درجة الفوران، وهذا يدل علي وجود كربونات الكالسيوم، ودرجة الحموضة قلوية أكبرمن7. ولا يوجد تبقع ولا يوجد جذور نباتية. ومن الخواص المورفولوجية للتربة أنها تتميز بلون بني مصفرا أو بني معتم وعديمة البناء والجذور قليلة إلي معدومة.

وأوضح (بن محمود، 1995) إن الترب الرملية حديثة التكوين ولا يوجد بها أفق تشخيصي. وتكون هذه التربة فاتحة اللون (بنية أو بنية مصفرة أو بنية محمرة) وذلك لفقرها في المادة العضوية ولاحتوائها علي معادن الكوارتز بصفة سائدة.

الجدول (18) :الوصف الحقلي للصفات المورفولوجية للقطاع (1) للتربة الرملية.

الأفق	العمق (سم)	اللون بالحالة		القوام	البناء	التماسك(الصلابة) بالحالة			التفاعل مع HCl	درجة الحموضة pH	التبقع	الجذور
		الجافة	الرطبة			الجافة	الرطبة	المبتلة				
A	0-25	7.5YR 6/6	7.5YR 5/6	Sand	ضعيف	مفككة	**سهلة التفتت**	غير لاصقة وغير لدنة	+	7.5	لا يوجد	لا يوجد

C1	25-55	7.5YR 6/6	7.5YR 6/6	Sand	ضعيف	مفككة	**سهلة التفتت**	غير لاصقة وغير لدنة	++	7.8	لا يوجد	لا يوجد
C2	55-110	7.5YR 6/6	7.5YR 6/6	Sand	ضعيف	مفككة	**سهلة التفتت**	غير لاصقة وغير لدنة	+++	7.9	لا يوجد	لا يوجد

الجدول (19): الوصف الحقلي للصفات المورفولوجية لقطاع (2) التربة الرملية الطمييية.

الأفق	العمق (سم)	اللون بالحالة		القوام	البناء	التماسك(الصلابة) بالحالة			التفاعل مع HCl	درجة الحموضة pH	الثبقع	الجذور
		الجافة	الرطبة			الجافة	الرطبة	المبتلة				
A	0-25	7.5YR 6/6	7.5YR 5/6	Loam Sand	ضعيف	مفككة	قابلة للفرك	غير لاصقة وغير لدنة	+	7.7	لا يوجد	لا يوجد
C1	25-55	7.5YR 6/ 6	7.5YR 5/6	Loam Sand	ضعيف	مفككة	قابلة للفرك	غير لاصقة وغير لدنة	++	7 .7	لا يوجد	لا يوجد
C2	110-55	7.5YR 6/6	7.5YR 5/ 6	Loam Sand	ضعيف	مفككة	قابلة للفرك	غير لاصقة وغير لدنة	+++	7.9	لا يوجد	لا يوجد

3-2-3- تجميع عينات التربة قبل الزراعة:

أخذت عينات التربة من هذه القطاعات حسب الأفاق أو الأعماق التي تم حفرها وأخذت العينات ممثلة لغرض إجراء التحاليل المطلوبة.

وتم تجميع العينات من الأعماق الثلاثة (0 -25cm، 25 -55cm - 55- 110cm) وأخذت كمية تقدر ب3 كيلو جرام لكل عينة حيث بلغ عدد العينات 72 عينة، وضعت في أكياس، بعد كتابة البيانات الأساسية عليها ونقلت إلي المعمل، وتم تجفيف العينات هوائيا لفترة كافية, وتفتيتها وطحنها وغربلتها بواسطة غربال قطره 2 مم، وفصل الحبيبات أقل من2 مم, تم وضع العينات في أكياس بلاستيكية وتم غلقها جيدا وحفظت العينات لحين إجراء التحاليل المعملية المطلوبة على العينات.

3-2-4- تجميع عينات المياه المستخدمة:

تم تجميع نوعين من المياه وهما:

1- مياه النهر الصناعي العظيم (المياه الجوفية).

2- مياه الصرف الصحي المعالجة من محطة معالجة مياه الصرف الصحي (بمدينة سرت).

وثم نقلها وتخزينها في قناني بحجم خمسة لتر بعد غسل القنينة بالماء المقطر قبل ملئها وتسد بعد ملئها بالماء بغطاء وتنقل إلي المختبر لغرض التحليل. حيت تم إجراء التحاليل المعملية المختلفة علي هذه المياه تمهيدا لاستخدامها في معاملات الري المختلفة في هذه الدراسة.

3- 3- تجهيز أعمدة التربة:

3- 3-1 - مواصفات أعمدة التربة:

أعمدة التربة هي عبارة عن أنابيب بلاستيك (PVC) بطول 110 سم وقطر العمود 11.5سم كما في الشكل(4). وبها فتحتين الفتحة من أعلي بقيت مفتوحة، والفتحة السفلي تم غلقها من أسفل باستخدام شريحة من البلاستيك وتم عمل ثقب بها قطره 1.0 سم ليعمل كفتحة لتصريف المياه.

3- 3-2- تهيئة وتعبئة أعمدة التربة:

تم تهيئة أعمدة التربة وعددها 24 عمود بوضع ورقة ترشيح وشبك بلاستيك رقيقة وزلط رفيع. وتم تهيئة وتعبئة كل عمود بالتربة حسب سمك وترتيب الأفاق بكل قطاع. وملئت بالتربة الجافة هوائيا

والتي تم غربلتها (12 عمود) تربة رملية تمثل القطاع الأول و(12عمود) تربة رملية طمييية تمثل القطاع الثاني كما في الشكل رقم (4).

الشكل(4): يوضح أعمدة التربة.

3- 3-3- زراعة المحصول:

تم زراعة محصول القمح بوضع البذور في التربة علي عمق حوالي (2.5 سم) من سطح التربة. بمعدل 20 بذرة لكل عمود بتاريخ 24-11- 2008 وبعد الإنبات تم خف النباتات لتصبح 10 نباتات لكل عمود وتمت عملية الحصاد في 23-4- 2009.

3- 3-4- خلط المياه العذبة بمياه الصرف:

تم خلط المياه العذبة بمياه الصرف بمستويين هما:

1- **تم خلط المياه بنسبة 1 ماء عذب** FW50% + 1 **ماء صرف** TWW 50%

(50 Fresh Water + **%** 50 Treated Waste Water **%).**

2- **تم خلط المياه بنسبة 1 ماء عذب** FW33% + 2 **ماء صرف** TWW 67**%**

(33 Fresh Water + **%** 67 Treated Waste Water **%).**

3-3-5- معاملات الري المتبعة:

تم ري أعمدة التربة بإتباع أربعة معاملات لنوعية مياه الري هي كالأتي:-

1- (FW100 %) مياه عذبة فقط.

2- (TWW100%) مياه صرف فقط.

3- (TWW 50%+FW50%) مياه عذبة+ مياه صرف .

4_ (TWW 67%+ FW33%) مياه عذبة+ مياه صرف.

3-4- القياسات والتحاليل التي تم إجراءها في التجربة:

3-4-1- قياسات معدل إضافة مياه الري ومعدل الصرف:

تم إضافة مياه الري بنوعيتها المختلفة بمعدل ثابت وهو 2600 مل/ أسبوع. وهو المعدل المناسب لنمو المحصول باحتياجاته المائية وتم استخدام مخبار مدرج سعة لتر أثناء الإضافة. كما تم قياس حجم مياه الصرف بعد الري بفترة 24 ساعة عن طريق تجميع المياه المنصرفة من كل عمود في أوعية بلاستيكية ذات فتحات ضيقة لتقليل البخر .

3-4-2- تجميع عينات التربة بعد الزراعة:

للحصول علي التربة من كل عمود تم شق الاسطوانة البلاستيكية طوليا باستخدام منشار كهربائي لكي نتمكن من إخراج عمود التربة من داخله والحصول علي التربة سليمة كما في الإشكال (16- 20) في الملحق (4) ثم أخذت عينات التربة حسب سمك وترتيب الأفاق من كل عمود. وثم تجميع العينات من الأعماق الثلاثة علي عمق (25cm- 55 cm -110 cm)، وأخذت كمية مناسبة من التربة لكل عينة حيث بلغ عدد العينات 72 عينة، وضعت في أكياس، بعد كتابة البيانات الأساسية التالية:- (رقم المعاملة – العمق- المكررة) ونقلت إلي المعمل, وتم تجفيف العينات هوائيا لمدة كافية ووضعت العينات في أكياس بلاستيكية وتم غلقها جيدا وحفظها لحين إجراء التحاليل المعملية على العينات (الفيزيائية والكيميائية والميكربيولوجية) .

3-4-3- القياسات والتحاليل المعملية للتربة والمياه :

3-4-3-1- الخصائص الفيزيائية للتربة : Soil Physical Properties

1- القوام: Texture

تم تقدير القوام بطريقة الهيدروميتر Hydrometer Method حيث قدرت النسبة المئوية لكل من الرمل والسلت والطين علي أساس الوزن الجاف ، واستخدام مثلث القوام Textural Triangle لتحديد قوام التربة (عبد الهادي، 2005).

2- الكثافة الظاهرية: Bulk Density

تم تقدير الكثافة الظاهرية باستخدام طريقة اسطوانة العينات (Core Method)(Kim, 1995) .

3- مسامية التربة: Soil Porosity

تم تقدير مسامية التربة وذلك بمعلومية الكثافة الظاهرية والكثافة الحقيقة حيث تم حساب المسامية الكلية كالأتي: المسامية الكلية للتربة= (1- الكثافة الظاهرية/الكثافة الحقيقة) × 100 (Sanchez-Maranon et al.,2002).

4- قياس المحتوي الرطوبة للتربة: Soil Moisture Determination

تم تقدير المحتوي الرطوبة للتربة بالطريقة الوزنية وتتلخص في أخد عينة تربة ووزن العينة وهي رطبة تم تجفيفها وتقدير وزن العينة وهي جافة، ثم ينسب وزن الماء في العينة إلي وزن التربة الجافة (عبد الهادي، 2005).

3-4-3-2- الخصائص الكيميائية للتربة والمياه:

1- الرقم الهيدروجيني (pH):

تم تقديره في عينات المستخلص المائي للتربة(5:1) وكذلك المياه باستخدام جهاز قياس الرقم الهيدروجيني(pH - meter) نوع (Jenway , 3510) والذي يعتمد علي قياس فرق الجهد بين قطبين كهربائيين (Black et al.,1965).

2- التوصيل الكهربي Electrical Conductivity (EC) :-

تم قياس قيم التوصيل الكهربي للمستخلصات المائية للتربة (5:1) والمياه بوحدة µS/cm عند 25 درجة مئوية باستخدام جهاز قياس الايصالية الكهربية (EC-meter) نوع (Cond. 315/SET WTW) بعد معايرته بمحلول KCl (0.01) (Hesse, 1971).

3- تقدير الكاتيونات الذائبة:

أ- الكالسيوم:-

تم تقدير الكالسيوم في المستخلص المائي للتربة (5:1) وفي عينات المياه في وجود دليل الميروكسيد (Meroxide) وبإضافة (NaOH) للوصول إلى Ph=12 وبمعايرة حجم معلوم من المستخلص بمحلول(EDTA) بتركيز 0.01N (Graham et al., 1962).

ب- الكالسيوم والماغنسيوم الذائب:

وذلك بمعايرة حجم معين من مستخلص المائي للتربة (5:1) مع محلول الفرسينت (EDTA) بتركيز 0.01N في وجود دليل اريوكروم بلاك تي (Graham et al., 1962).

ج-الصوديوم والبوتاسيوم الذائبين:

تم تقديرهما في المستخلص المائي للتربة(5:1) باستخدام جهاز قياس طيف اللهب (Flame Photometer) نوع Jenway ,PFP 7 (U.S.Salinity laboratory Staff, 1954).

4- تقدير الأنيونات الذائبة:-

أ- الكربونات والبيكربونات:

تم تقدير الكربونات والبيكربونات في مستخلصات التربة(5:1) بطريقة المعايرة بحمض(H_2SO_4) 0.01N في وجود دليل فينول فيثالين (Phenol phthalein) في حالة تقدير الكربونات ودليل برتقالي الميثيل (Methyl orange indicator) في حالة تقدير البيكربونات (Hesse, 1971).

ب- الكلوريد Chloride:

تم تقدير الكلوريد باستخدام طريق موهر(Mohr)عن طريق المعايرة باستخدام محلول نترات الفضة المخفف (0.005N) في وجود دليل كرومات البوتاسيوم (K_2CrO_4) (Ryan et al.,2001).

5- العناصر الثقيلة Heavy Metals :-

تم تقدير تركيز العناصر الثقيلة بعد الزراعة في مستخلصات التربة (5:1) وعينات المياه المستخدمة لكل المعاملات باستخدام جهاز قياس الامتصاص الذري (Atomic Absorption Spectroscopy) حيث تم استخلاص الصورة المتاحة من العناصر الدقيقة والثقيلة باستخدام محلول: (Ammonium Acetate & EDTA) وهذه العناصر هي: الحديد Fe- المنجنيز Mn - الزنك Zn- النحاس Cu - الرصاص Pb - الكروم Cr - النيكل Ni (Hesse,1971).

3-4-3-2-1- الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة قبل الري:

ثم تقدير الخواص الفيزيائية والكيميائية للعينات التربة قبل الري كما موضح في الجداول الآتية:

جدول(20): تحليل بعض الخصائص الفيزيائية لعينات التربة قبل الري.

المناطق	القوام	الكثافة الظاهرية	مسامية التربة	المحتوي الرطوبة للتربة
1	رملية	1.62	% 36	% 3
2	رملية طميية	1.65	% 37	% 3.58

جدول(21): تحليل بعض الخصائص الكيميائية لعينات التربة قبل الري.

نوع التربة	العمق Cm	الرقم الهيدروجيني pH	التوصيل الكهربائي µS/cm	الكاتيونات الذائبة (مليمكافئ /لتر)				الأينونات الذائبة (مليمكافئ/لتر)		
		pH	EC	Na^+	K^+	Ca^{++}	Mg^{++}	HCO_3^-	CO_3^{--}	Cl^-
رملية	25 – 0	7.83	124	1.7	1.4	0.4	0.3	0.2	0.8	0.4
	55 – 25	7.58	139	1.5	0.6	0.6	0.2	0.2	0.4	0.4
	110 – 55	7.80	149.4	2.1	1	0.4	0.9	0.6	0.4	0.3
رملية طميية	25 – 0	7.40	123.4	0.9	1.9	0.4	0.5	0.6	0.8	0.6
	55 – 25	7.78	119.9	1.3	2	0.6	0.3	0.6	0.4	0.4
	55–110	7.79	197	2.1	2.1	0.6	0.5	0.8	0.4	0.4

جدول(22): بعض العناصر الثقيلة في عينات التربة قبل الري.

3-4-4- الصفات المورفولوجية للمحصول ومكوناته:

3-4-4-1- الصفات المورفولوجية للمحصول:-

عند الحصاد تم قياس الصفات المورفولوجية الآتية:-

1- **ارتفاع النبات بالسنتمتر من قاعدة النبات إلي السنبلة.**

2- **طول السنبلة بقياس طول السنبلة بالسنتمتر من قاعدة السنبلة إلي قمتها.**

3-4-4-2- المحصول ومكوناته.

نوع التربة	العمق Cm	العناصر الثقيلة (ppm)						
		Cr	Mn	Cu	Zn	Ni	P b	Fe
رملية	25-0	0	0.3	0.1	0	0.3	2.7	1.7
	55 -25	0	1.3	0.2	0	0	2.3	1.7
	110 -55	0	1.7	0	0	0	1.9	1.7
رملية طميية	25 -0	0	0	0.3	0	0.2	2.3	2.0
	55 -25	0	0	0.3	0	0.2	2.2	1.7
	55-110	0	0.4	0.1	0.2	0	3	1.6

3-4-4-2-1- تقدير المحصول ومكوناته.

للحصول علي النباتات النامية في كل عمود تربة تم شق الاسطوانة البلاستيكية طوليا باستخدام أو منشار كهربائي لكي نتمكن من إخراج عمود التربة من داخله والحصول علي النباتات المزروعة وجذورها سليمة كما في الإشكال (16-20) كما بالملحق رقم (4) . وبعد ذلك تم ترطيب الطبقة السطحية من عمود التربة حتي نتمكن من الحصول علي النباتات كاملة وذلك بتفكيك حبيبات التربة المتجمعة. ثم نقلت النباتات النامية في كل وحدة تجريبية (عمود التربة) إلي المعمل وتم غسل جذور النباتات بالماء للتخلص من بقايا حبيبات التربة، ثم تجفيفها بورق تجفيف وتركه في الهواء لمدة 24 ساعة. وثم تقدير الوزن الكلي الطازج للنباتات لكل وحدة تجريبية. وأجراء تجفيف النباتات في الفرن علي درجة حرارة 70 درجة مئوية لمدة 24 ساعة .وتم تجزئ مكونات النباتات من- جذور- مجموع خضري – سنابل ويتم تقدير وزنها الجاف.

3-4-4-2-2- قياسات نمو المحصول:-

1- **الوزن الطازج** (g /column).

2- **الوزن الجاف** (g /column).

3- **وزن المجموع الخضري** (g /column).

4- **وزن المجموع الجذري** (g /column).

5- **وزن السنابل** (g /column).

3-4-5- التحاليل الميكروبيولوجية للتربة والمياه :-

3-4-5-1- الخصائص الميكروبيولوجية للتربة:-

تم تقدير الخواص الميكروبيولوجية للتربة في مركز العالمية للتحاليل الكيميائية والفيزيائية الميكروبيولوجية في مدينة بنغازي. وأجريت التحاليل الميكروبيولوجية علي عينات التربة مباشرة بعد وصولها إلي المختبر. وقد تضمنت التحليل الميكروبيولوجية مايلي:

1- تقدير عدد مجموعة بكتيريا القولون:-

تم تقدير عدد مجموعة بكتيريا القولون بإتباع طريقة العدد الأكثر احتمالا(MPN)

Most Probable Number (ROPME, 1999) باستعمال بيئة Lactose Broth من صنع شركة (IDG) لإجراء الاختبار الافتراضي، وبيئة MacConkey Broth من صنع شركة (OXOID) لإجراء الاختبار التأكيدي والتحضين عند درجة حرارة 35 ± 0.5 ºم لمدة 24 ساعة. وتم تقدير الأعداد بالرجوع إلي جداول العدد الأكثر احتمالا(USDA , 2003) .

2- تقدير عدد مجموعة بكتيريا القولون الغائطية:-

تم تقدير عدد مجموعة بكتيريا القولون الغائطية بإتباع طريقة العدد الأكثر احتمالا (ROPME,1999) باستعمال بيئة Brilliant Green Bile Broth من صنع شركة(OXOID) لإجراء الاختبار الافتراضي والتحضين عند درجة حرارة 44.5 ± 0.2 ºم لمدة 24 ساعة. وبيئة Tryptone Water من صنع شركة (IDG) مع التحضيين عند درجة حرارة 44.5 ± 0.2 ºم لمدة 24 ساعة. تم إضافة Kovac 's Indole Reagent لإجراء الاختبار التأكيدي وتم تقدير الأعداد بالرجوع إلي جداول العد الأكثر احتمالا.

3-4-5-2- الخصائص الميكروبيولوجية للمياه:-

تم تقدير الخواص الميكروبيولوجية لمياه الصرف الصحي المعالجة والتي استخدمت في التجربة كما هو موضح في الجدول (23) في مركز العالمية للتحاليل الكيميائية والفيزيائية الميكروبيولوجية بنغازى.

جدول(23): التحاليل الميكروبيولوجية لمياه الصرف الصحي المعالجة :

العينة	العد الأكثر احتمالا لمجموعة البكتيريا القالونية /100 مل	العد الأكثر احتمالا لبكتيريا القالونية الغائضة/100 مل
مياه الصرف الصحي المعالجة	9	9
الحد المسموح به للزراعة	20000	20000

الموصفات حسب منظمة الصحة العالمية.

3 – 5 – التصميم والتحليل الإحصائي للتجربة:-

صممت التجربة حسب تصميم التجارب العاملية Factorial **للتصميم العشوائي الكامل. وثم إجراء التحليل الإحصائي للنتائج المتحصل عليها من التجربة باستخدام برنامج** Costat **باستخدام الحاسوب والتي تتضمن كل من:**

1- **حساب أقل فرق معنوي**(L.S.D) **بين المتوسطات عند مستوى احتمالية** 5%.

2- **ثم أدرج النتائج التفصيلية للتحليل الإحصائي في الملحق رقم** (2).

3- **المعاملات .**

- **نوعين من التربة (رملية- رملية طمييية).**
- **المحصول (قمح).**
- **نوعية مياه الري(ري تبادلي أربع نوعيات مياه حسب نسبة الخلط).**
- **المكررات** (3).
- **عدد الوحدات التجريبية** (24 **وحدة تجريبية).**

4- النتائج والمناقشة
Results and Discussion

4- 1- قياسات المياه:-

4- 1-1- قياسات معدل إضافة مياه الري والصرف:-

تم إضافة مياه الري بأنواعها المختلفة كما هو موضح في الجدول(24). والشكل(5) وهو المعدل المناسب لنمو المحصول باحتياجاته المائية, وكانت نوعية المياه المستخدمة كالأتي:-

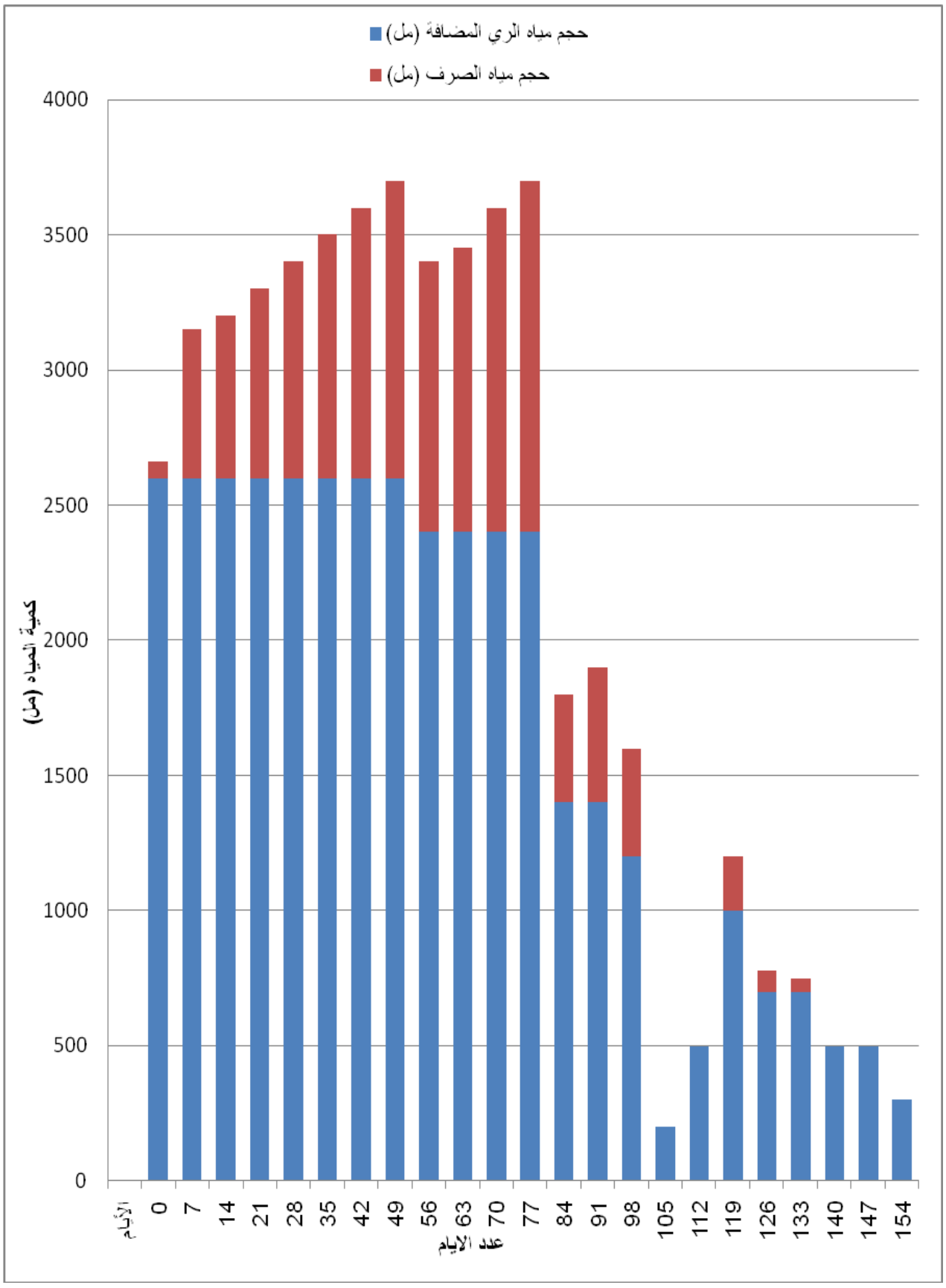
- الري بمياه عذبة 100% (100 % Fresh Water).
- الري بمياه صرف معالجة 100% (100 % Treated Waste Water).
- الري بمياه مخلوطة بنسبة 50% مياه صرف +50% مياه عذبة
  (50% Treated Waste Water + 50 % Fresh Water)
- الري بمياه مخلوطة بنسبة 67 % مياه صرف + 33 % مياه عذبة
  (67% Treated Waste Water + 33 % Fresh Water) .

كما تم قياس مياه الصرف بعد الري ب24 ساعة عن طريقة تجميع المياه المنصرفة من كل عمود في أوعية بلاستيكية ذات فتحات ضيقة لتقليل البخر. ونلاحظ من الجدول بان عملية الري بدأت بحجم معين من مياه الري وهي 2600 مل / الأسبوع لكل عمود وحسب نوعية المياه المستخدمة. ولوحظ بان مياه الصرف تزداد وبذلك يجب تقليل المياه المضافة حتى لا تزيد مياه الصرف علي المياه المضافة.

وبعد 105 يوم من الزراعة تم إضافة سماد فوسفات أحادي الامونيوم ($NH_4H_2PO_4$) عند بداية ظهور نقص في عنصر النتروجين وبظهور لون اصفر علي أوراق نبات القمح, وتم إضافة كمية قليل من المياه حتى لا تتم عملية الغسيل ويستفيد النبات من السماد ويمتصها. وفي الأيام القريبة من الحصاد تم تقليلا مياه الري المضافة.

جدول (24): يوضح معدل إضافة مياه الري والصرف وعدد الأيام من الزراعة حتى الحصاد:-

عدد أيام الري من الزارعة حتي الحصاد		حجم مياه الري المضافة (مل)	حجم مياه الصرف (مل)
التاريخ	الأيام		
11/24	0	2600	60
12/1	7	2600	550
12/8	14	2600	600
12/15	21	2600	700
12/22	28	2600	800
12 /29	35	2600	900
1/6	42	2600	1000
1/13	49	2600	1100
1/20	56	2400	1000
1 /27	63	2400	1050
2/3	70	2400	1200
2/10	77	2400	1300
2 /17	84	1400	400
2/24	91	1400	500
3/2	98	1200	400
3/9	105	200	0
3/11	112	500	0
3/19	119	1000	200
3/26	126	700	80
4/2	133	700	50
4/9	140	500	0
4/16	147	500	0
4/23	154	300	0



شكل (5): يوضح معدل إضافة مياه الري والصرف وعدد الأيام من الزراعة حتى الحصاد.

4- 1- 2- الخصائص الكيميائية للمياه :-

تم تحليل عينات المياه المستخدمة في عملية الري حسب نوعية مياه الري (المعاملات) ويتم الري بنوعين من المياه (مياه الصرف الصحي المعالجة – مياه النهر الصناعي العظيم). وتم تحليل عينات المياه حسب كل معاملة وتم تقدير تركيز كل من: الرقم الهيدروجيني (pH) التوصيل الكهربائي(EC) وتركيز ايونات الصوديوم، والبوتاسيوم، والكالسيوم، والماغنسيوم والبيكربونات، والكلوريد، الكربونات كما هو موضح في الجدول(25). تم تقدير العناصر الثقيلة وتركيز كل من النيكل، المنجنيز، الكروم، الرصاص، الزنك، النحاس، الحديد **كما هو موضح في** الجدول (26) .

جدول (25): الخصائص الكيميائية لعينات المياه المستخدمة في الري.

معاملة المياه / نوعية المياه	الرقم الهيدروجيني	التوصيل الكهربائي mS / Cm	الكاتيونات الذائبة meq / l				الأنيونات الذائبة meq / l		
	pH	EC	Na^+	K^+	Ca^{++}	Mg^{++}	HCO_3^-	Cl^-	$CO3^{--}$
FW 100%	7.49	0.20	4.6	4.02	0.2	0.2	0.6	0.5	0.4
TWW 100%	7.71	0.29	8.6	4.5	0.3	0.4	0.8	0.7	0.4
TWW 50%+FW 50	7.84	0.26	6.5	7.56	0.5	0.7	1	1	0.8
TWW67%+ FW 33	7.94	0.26	6.9	7.53	0.6	0.5	1	1	0.4

جدول(26): العناصر الثقيلة لعينات المياه المستخدمة في الري.

معاملات المياه	تركيز العناصر الثقيلة (ppm)						
	Cr	Mn	P b	Zn	Ni	Cu	Fe
FW 100 %	0	0	1.35	0	0	0	1.03
TWW 100%	0	0	0.98	0	0	0	0.97
TWW 50%+FW 50%	0	0	1.5	0	0	0	1.11
TWW 67%+ FW 33%	0	0	0.60	0	0	0	1.09

4- 2 - الخواص الفيزيائية:- physical properties

4-2-1- القوام:- Texture

بواسطة التحليل الميكانيكي تم تقدير القوام بطريقة الهيدروميتر (Hydrometer) وتم حساب نسبة مكونات التربة من الرمل والسلت والطين، كما تم تحديد أنواع قوام التربة باستخدام مثلث القوم كما هي موضحة في الجدول (27)، (28): ومن نتائج التحليل الميكانيكي لعينات التربة للقطاع (1) والموضح في الجدول(27) وبصفة عامة يتضح أن التربة ذات قوام رملي حيت تتراوح نسبة الرمل بين90.02 ، 86.02%، ونسبة الطين بين 2.34 ، 7.34%، ونسبة السلت بين 4.14 ،9.64 % ويعتبر الصرف جيد كما تتميز بانخفاض محتواها من المادة العضوية والتربة ذات قدرة تخزينية منخفضة للمياه. يلعب قوام التربة دورا هاما في تحديد العديد من خصائص التربة، ويحدد قوام التربة ومدي قدرة التربة علي الاحتفاظ بالماء وحركة الماء والهواء في التربة ودرجة الصرف، وينعكس ذلك كله علي خصوبة التربة وقدرتها الإنتاجية (بن محمود, 1995). من نتائج التحليل الميكانيكي للعينات التربة للقطاع (2) والموضح في الجدول (28) وبصفة عامة يتضح أن التربة ذات قوام رملي طمي حيت تتراوح نسبة الرمل بين 85.53 %، 83.68% ونسبة الطين بين 4.02 ، 8.00 % ونسبة السلت بين 8.32 ، 16.98% ويعتبر الصرف جيد كما تتميز بانخفاض محتواها من المادة العضوية والتربة ذات قدرة تخزينية منخفضة للمياه.

جدول (27): التحليل الميكانيكي للتربة والتوزيع الحجمي لحبيبات الرمل للقطاع (1).

العمق Cm	الطين (٪)	السلت (٪)	الرمل (٪)	القوام	التوزيع الحجمي لحبيبات الرمل (٪)				
					رمل خشن جدا	رمل خشن	رمل متوسط	رمل ناعم	رمل ناعم جدا
0-25	2.34	7.64	90.02	رملية	0.23	3.68	8.83	7.23	70.05
25-55	4.34	9.64	86.02	رملية	0.30	4.16	5.80	3.81	71.95
55 -110	7.34	4.14	88.52	رملية	0.08	1.92	4.15	2.51	79.86

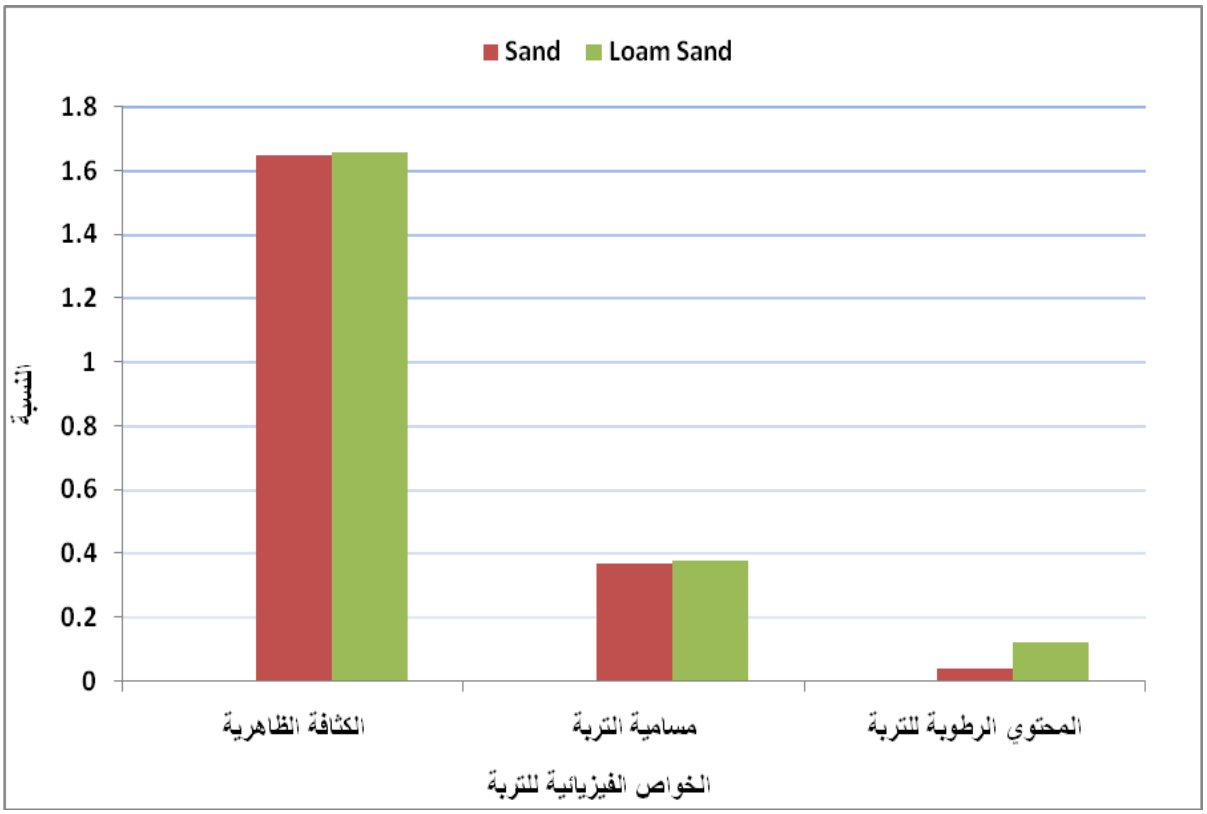
جدول(28): التحليل الميكانيكي للتربة والتوزيع الحجمي لحبيبات الرمل للقطاع (2).

العمق cm	الطين (٪)	السلت (٪)	الرمل (٪)	القوام	التوزيع الحجمي لحبيبات الرمل (٪)				
					رمل خشن جدا	رمل خشن	رمل متوسط	رمل ناعم	رمل ناعم جدا
0-25	4.02	10.45	85.53	رملية طميية	0.99	0.39	4.89	7.15	72.11
25-55	3.79	16.98	79.23	رملية طميية	0.77	2.00	3.00	1.49	71.97
55 -110	8.00	8.32	83.68	رملية طميية	1.46	1.34	2.23	4.76	73.89

أظهرت النتائج في جدول (29) والشكل (6) أن قوام التربة في منطقة الدراسة هو رملي ورملي طمي، والكثافة الظاهرية للقطاعات التربة كانت 1.65 و1.66 جم/ سم^3 للقطاع رقم (1) وللقطاع رقم(2) على التوالي، وتعتبر الكثافة الظاهرية أحد أهم الخصائص الفيزيائية للتربة، فهي مؤشر لجودة البناء والانضغاطية، وحالة التهوية وقدرة التربة علي الاحتفاظ بالرطوبة وسهولة امتصاصها بواسطة النبات. ومسامية التربة كانت37، 38% للقطاع رقم (1) وللقطاع رقم (2) على التوالي ، والمحتوي الرطوبة للتربة كانت 3.99 ، 12.53% للقطاع رقم (1) وللقطاع رقم (2) على التوالي، وتتميز بانخفاض محتواها من المادة العضوية مما يزيد من قيم الكثافة الظاهرية ويقلل من نسبة المسامية ويعتبر الصرف جيد والتربة ذات قدرة تخزينية منخفضة للمياه ويوضح الشكل (6) بان هناك تشابه كبيرا في الخواص الطبيعية للقطاعات التربة.

جدول(29): يوضح الخواص الطبيعية لقطاعات التربة.

المناطق	القوام	الكثافة الظاهرية جم / سم^3	مسامية التربة	المحتوي الرطوبة للتربة
1	Sand	1.65	% 37	% 3.99
2	Loamy Sand	1.66	% 38	% 12.53



شكل(6): يوضح الخوص الطبيعي للقطاعات التربة.

4-3-الخصائص الكيميائية لقطاعات التربة بعد الزراعة: Chemical Characteristics

4-3-1- التوصيل الكهربي (EC) Electrical Conductivity :-

من النتائج الموضحة في الجدول (30) والشكل (7) لمتوسطات قيم التوصيل الكهربي (µS/cm) تحت معاملات الري المختلفة للتربة الرملية، اتضح أن التوصيل الكهربائي لمستخلص الترب (5:1) في الأفق السطحي (0 -25 cm) تراوحت قيم ما بين (279 – 320 µS/cm)، وفي العمق(25-55 cm) حيث تراوحت القيم ما بين (267– 591 µS/cm)، وفي العمق (55 – 110 cm) قيمة التوصيل الكهربي تراوحت ما بين (414 -914 µS/cm) .

جدول (30): متوسطات قيم التوصيل الكهربي (µS/cm) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

نوعية المياه	العمق (cm)		
	25-0	55-25	110 -55
100% FW	281	267	414
50%FW + 50%TW	279	493	754
33% FW + 67%TW	317	550	655
100%TW	320	591	914

- الماء العذب Fresh Water (FW) - ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

من النتائج الموضحة في الجدول(31) والشكل (8) لمتوسطات قيم التوصيل الكهربي (µS/cm) تحت معاملات الري المختلفة للتربة الرملية الطميئية اتضح أن التوصيل الكهربائي لمستخلص الترب (5:1) في الأفق السطحي (0 -25cm) تراوحت قيم ما بين (270 – 302µS/cm) وفي العمق (25 – 55 cm) تراوحت قيمة ما بين (248–602µS/cm) وفي العمق (55–110cm) تراوحت قيم ما بين (307-1145 µS/cm).

جدول(31): متوسطات قيم التوصيل الكهربي (µS/cm) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

نوعية المياه	العمق (cm)		
	25-0	55-25	110 -55
100% FW	270	248	307
50%FW + 50%TW	296	362	678
33% FW + 67%TW	302	483	714
100%TW	292	602	1145

- الماء العذب Fresh Water (FW) - ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

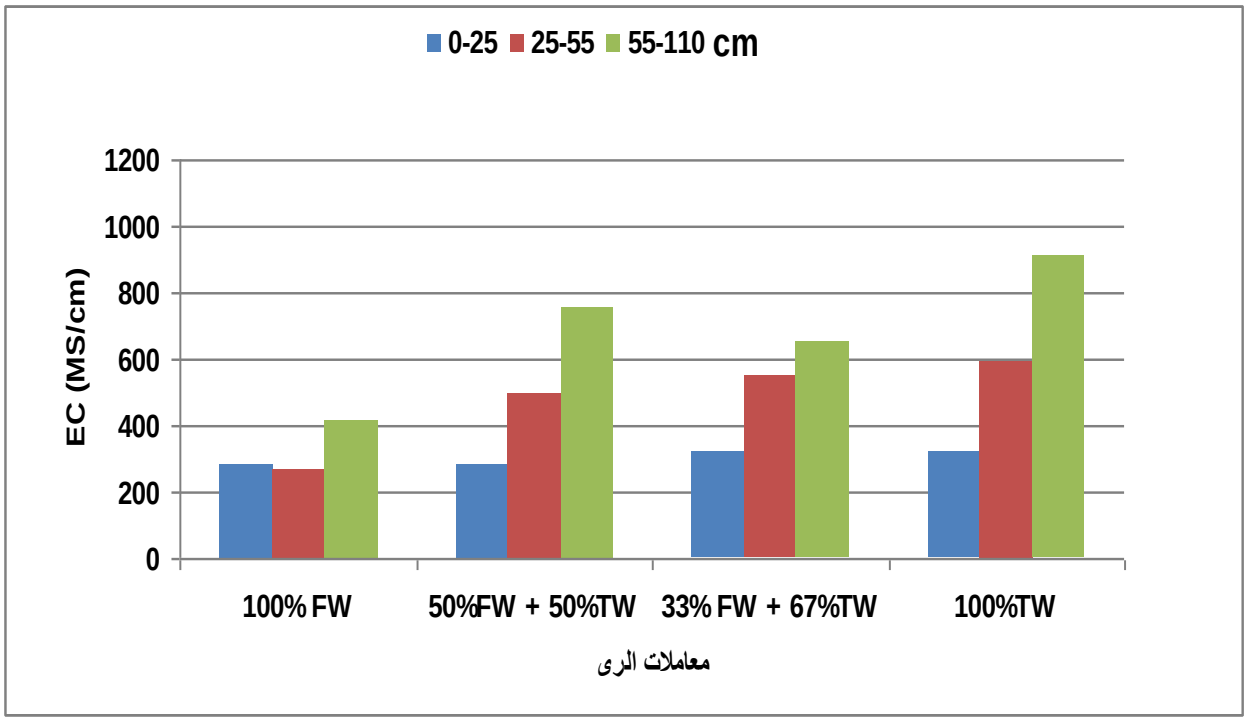
أظهرت نتائج التحليل الإحصائي لتأثير العوامل المدروسة من حيث نوعية مياه الري (4 مستويات) وعمق التربة (3 مستويات) وكذلك نوع التربة (مستويان) علي قيم التوصيل الكهربي (µS/cm) في مستخلص التربة (ملحق 2-1) أن هناك تأثير معنوي لكل من نوعية مياه الري, وعمق التربة وكذلك التفاعل بينهما. وفي حين أظهر التحليل الإحصائى عدم وجود تأثير معنوي لنوع التربة وكذلك التفاعل بين نوعية المياه ونوع التربة , وعمق التربة ونوع التربة , والتفاعل بين العوامل الثلاثة مجتمعة.

والجدول(32) يبين متوسطات العوامل المدروسة والمقارنة بينها لقيم التوصيل الكهربي (µS/cm) لمستخلص التربة. ويوضح الجدول زيادة محتوي التربة من الأملاح الكلية الذائبة بزيادة نسبة خلط مياه الصرف الصحي مع المياه العذبة حيث سجلت معاملة الري بمياه الصرف 100% أعلي قيمة (644.22µS/cm)، في حين سجلت معامل الري بمياه عذبة فقط أقل قيمة (297.83µS/cm). ويوضح الجدول(32) أن الري بمياه الصرف الصحي في التربة الرملية القوام لم ينتج عنه أي تراكم ملحي. كما أوضحت النتائج بالجدول زيادة قيمة معامل التوصيل الكهربي لمستخلص التربة مع العمق بفروق معنوية حيث سجلت قيمة التوصيل الكهربي (µS/cm 697.62) للعمق الثالث (110 cm -55) وفي حين سجل العمق الأول (25cm- 0) اقل قيمة التوصيل الكهربي (µS/cm 294.58). ولم تسجل متوسطات نوع التربة أي فروق معنوية في قيمة التوصيل الكهربي.

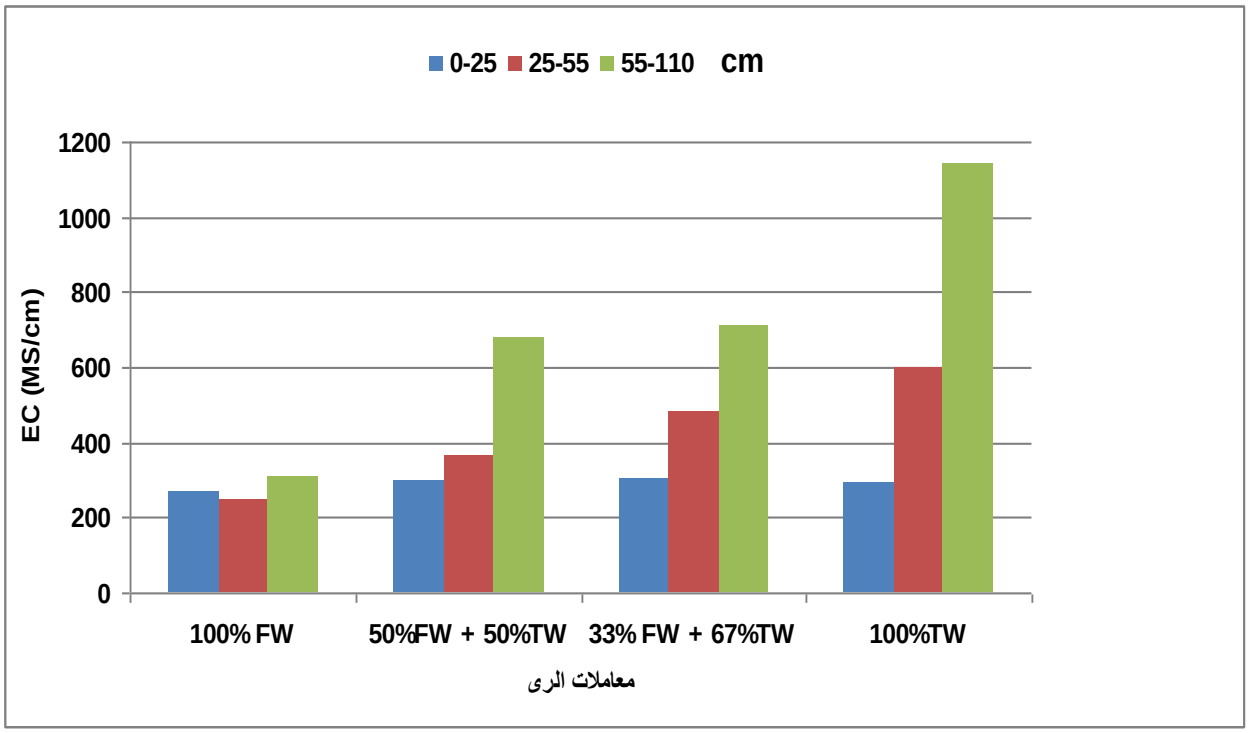
جدول (32): متوسطات قيم التوصيل الكهربي (EC, µS/cm) لمستخلص التربة لمستويات العوامل المدروسة وقيم أقل فرق معنوي لكل منها.

العوامل	المستويات				$LSD_{0.05}$
	1	2	3	4	
التربة	a 474.97	a 486.28			79.11
العمق	c 294.58	b 449.67	a 697.63		96.89
نوعية المياه	c 297.83	b 476.83	b 503.61	a 644.22	111.88

- المتوسطات التي لها نفس الحروف لا توجد بينها فروق معنوية عند مستوي احتمالية 5% تبعا لاختبار أقل فرق معنوي (LSD).
- البيانات تمثل متوسط قراءات ثلاث مكررات داخل كل عمود تربة.



شكل(7): متوسطات قيم التوصيل الكهربي (µS/cm) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.



شكل(8): متوسطات قيم التوصيل الكهربي (µS/cm) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

ويعتبر تركيز الأملاح الكلية الذائبة من أهم المعايير الزراعية الهامة واللازمة لتقييم نوعية مياه الري وذلك للصلة الوثيقة بين ملوحة مياه الري وملوحة التربة، وبالتالي فإن نمو النبات وكمية المحصول وجودته تتأثر بشدة بالتركيز الكلي للأملاح في مياه الري (الخطيب، 1993).

ومن النتائج المتحصل عليها يتضح لنا أن التوصيل الكهربي لمستخلص التربة في كلا التربيتين يزداد مع زيادة نسبة خلط مياه الصرف الصحي مع المياه العذبة، وتصل إلي أقصاها عند الري بمياه الصرف الصحي حيث سجلت معاملة الري بمياه الصرف 100% أعلي قيمة (644.22µS/cm).

وكذلك لوحظ أن التوصيل الكهربي لمستخلص التربة تزداد قيمته مع العمق وكانت أعلي قيمة في العمق (55 −110cm) بمتوسط (697.63 µS/cm) وهذا يرجع إلي عملية غسيل الأملاح التي حدثت أثناء موسم النمو حيث أدت كميات مياه الري الزائدة إلي إبعاد الأملاح المتراكمة في عمود التربة إلي أسفل القطاع بعيدا عن منطقة الجذور.

وبذلك تظهر أهمية الأخذ في الاعتبار الاحتياجات الغسيلية أثناء الزراعة ويعتبر الحد المسموح به في الزراعة علي حسب منظمة الصحة العالمية 750 −3000 µS/cm .

وقد وجد (Kelley *et al*., 1947) أن الري بمياه الصرف الصحي المعالجة قد أدي إلي تجميع الحبيبات وتحسين خواص التربة وتوصيلها الهيدروليكي نتيجة لتراكم الأملاح بها.

وقد اتضح من دراسة قام بها (Kutera,1963) أن الري بمياه الصرف الصحي المعالجة أدى إلي تراكم الأملاح بالتدريج من الأعماق السفلى إلى العليا للتربة. فكانت في الأعماق العليا اقل منها في الأعماق السفلى, وقد وجد (Mcheal and Coleman,1966) أن الري بمياه شديدة الملوحة مثل مياه الصرف الصحي يعمل علي تجميع حبيبات التربة ويحافظ علي التوصيل الهيدروليكي.

واقترح مختبر الملوحة الأمريكي (U.S. Salinity Lab Staff, 1954) أربع درجات للمياه على أساس التركيز الملحي تدرجت من مياه منخفضة الملوحة قيمة درجة التوصيل الكهربائي لها أقل من 250 ميكروموز/ سم وتستخدم لري جميع أنواع الأراضي إلي مياه عالية الملوحة قيمة درجة التوصيل الكهربائي 2250 ميكروموز/ سم.

والنتائج التي تحصل عليها (Pagliai *et al*., 1981) دلت على أن إضافة هذه المواد للتربة الطميئية الرملية بايطاليا ساعد علي زيادة مسامية التربة وثبات وحدة البناء فيها.

4- 3-2- الرقم الهيدروجيني (pH):

من النتائج الموضحة في الجدول (33) والشكل (9) لمتوسطات قيم الرقم الهيدروجيني (pH) تحت معاملات الري المختلفة للتربة الرملية، إتضح أن قيم الرقم الهيدروجيني لمستخلص الترب (5:1) في الأفق السطحي (0 -25 cm) تراوحت ما بين (7.56- 7.26)، وفي العمق (25-55 cm) تراوحت ما بين (7.67 -7.24)، والعمق (55-110 cm) تراوحت ما بين (7.91 -7.29). وكان التفاوت في قيم الرقم الهيدروجيني (pH) في معاملات الري المختلفة للتربة الرملية مع ملاحظة إن القيمة تتغير مع العمق. وتشير النتائج أن درجة التفاعل (pH) لهذا القطاع تشير إلي القاعدية بصفة عامـة أي أن إلpH اكبر من 7.

جدول (33): متوسطات قيم الرقم الهيدروجيني (pH) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

نـوعـية الميـاه	العمق (cm)		
	25-0	55-25	110 -55
100% FW	7.56	7.67	7.50
50%FW + 50%TW	7.26	7.24	7.29
33% FW + 67%TW	7.45	7.44	7.62
100%TW	7.48	7.47	7.91

- الماء العذب Fresh Water (FW) - ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

من النتائج الموضحة في الجدول (34) والشكل (10) لمتوسطات قيم الرقم الهيدروجيني (pH) تحت معاملات الري المختلفة للتربة الرملية الطميئية. اتضح أن قيم الرقم الهيدروجيني لمستخلص الترب(5:1). وفي الأفق السطحي (0 -25 cm) تراوحت ما بين (7.76- 7.33)، وفي العمق(55-25cm) تراوحت ما بين (7.55- 7.26) والعمق (55 -110 cm) تراوحت قيم ما بين (7.50- 7.22)، وكان التفاوت في قيم الرقم الهيدروجيني (pH) في معاملات الري المختلفة للتربة الرملية الطميئية مع ملاحظة أن القيمة تقل مع العمق, وتشير النتائج أن درجة التفاعل(pH)لهذا القطاع تشير إلي القاعدية بصفة عامة أي أن إل pH اكبرمن7.

جدول (34): متوسطات قيم الرقم الهيدروجيني (pH) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت الري المختلفة مع العمق.

نـوعـية الميـاه	العمق (cm)		
	25-0	55-25	110 -55
100% FW	7.55	7.44	7.30
50%FW + 50%TW	7.76	7.55	7.50
33% FW + 67%TW	7.33	7.26	7.22
100%TW	7.53	7.44	7.48

– الماء العذب Fresh Water (FW) – ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

وأظهرت نتائج التحليل الإحصائي لتأثير العوامل المدروسة من حيث, نوعية مياه الري(4 مستويات) وعمق التربة (3 مستويات) وكذلك نوع التربة (مستويان) علي قيم الرقم الهيدروجيني (pH) في مستخلص التربة في (ملحق 2– 2) إنه لا يوجد تأثير معنوي لكل من نوعية مياه الري, وعمق الترب وكذلك التفاعل بينهما. وكذلك عدم وجود تأثير معنوي لنوع التربة والتفاعل بين عمق التربة ونوع التربة , والتفاعل بين العوامل الثلاثة مجتمعة, ويوجد فرق معنوي للتفاعل بين نوعية المياه ونوع التربة. والجدول(35) متوسطات العوامل المدروسة والمقارنة بينها لقيم الرقم الهيدروجيني (pH) لمستخلص التربة. ويوضح الجدول بأنه لا يوجد فروق معنوية بين متوسطات قيم الأس الهيدروجيني (pH) لمستخلص التربة لمستويات العوامل المدروسة.

ويوجد التقارب بين قيم الرقم الهيدروجيني لمستويات العوامل المدروسة **حيث سجلت معاملة أعلي قيمة (7.55) لقيم (pH) واقل قيمة (7.39) .**

جدول (35): متوسطات قيم الأس الهيدروجيني (pH) لمستخلص التربة لمستويات العوامل المدروسة وقيم أقل فرق معنوي لكل منها.

العـوامـل	المـسـتـويـات				$LSD_{0.05}$
	1	2	3	4	
الـتـربـة	a 7.45	a 7.49			0.15
الـعـمـق	a 7.48	a 7.44	a 7.48		0.18
نـوعـية الميـاه	a 7.50	a 7.43	a 7.39	a 7.55	0.21

– متوسطات التي لها نفس الحروف لا توجد بينها فروق معنوية عند مستوي احتمالية 5% تبعا لاختبار أقل فرق معنوي (LSD).

– البيانات تمثل متوسط قراءات ثلاث مكررات داخل كل عمود تربة.

ومن النتائج المتحصل عليها يتضح لنا أن الرقم الهيدروجيني (pH) في ترب منطقة الدراسة كان قليل القاعدية إذا تراوحت قيم إل(pH) بين (7.39 و 7.55). وهذا يوضح أن مياه الصرف الصحي لها تأثير حامضي طفيف علي التربة وهذا يرجع إلي تأثير محتواها من الأحماض العضوية المنفرد والنشاط البيولوجي. وأن درجة إل(pH) في الطبقات السطحية للترب المروية بكل معاملات المياه كانت اقل وهذا ناتج عن غسيل الكايتونات القاعدية المستمر بالمياه. وأظهرت نتائج التحليل الإحصائي عدم وجود فروق معنوية بين متوسطات نوع التربة والعمق ونوعية المياه في قيمة الأس الهيدروجيني (pH). **ومعظم المياه الطبيعية يتراوح أسها الهيدروجيني بين (6- 8.5). وتشير النتائج أن درجة التفاعل (pH) لهذه القطاعات تشير إلي القاعدية بصفة عامـة أي إن (pH اكبر من 7).**

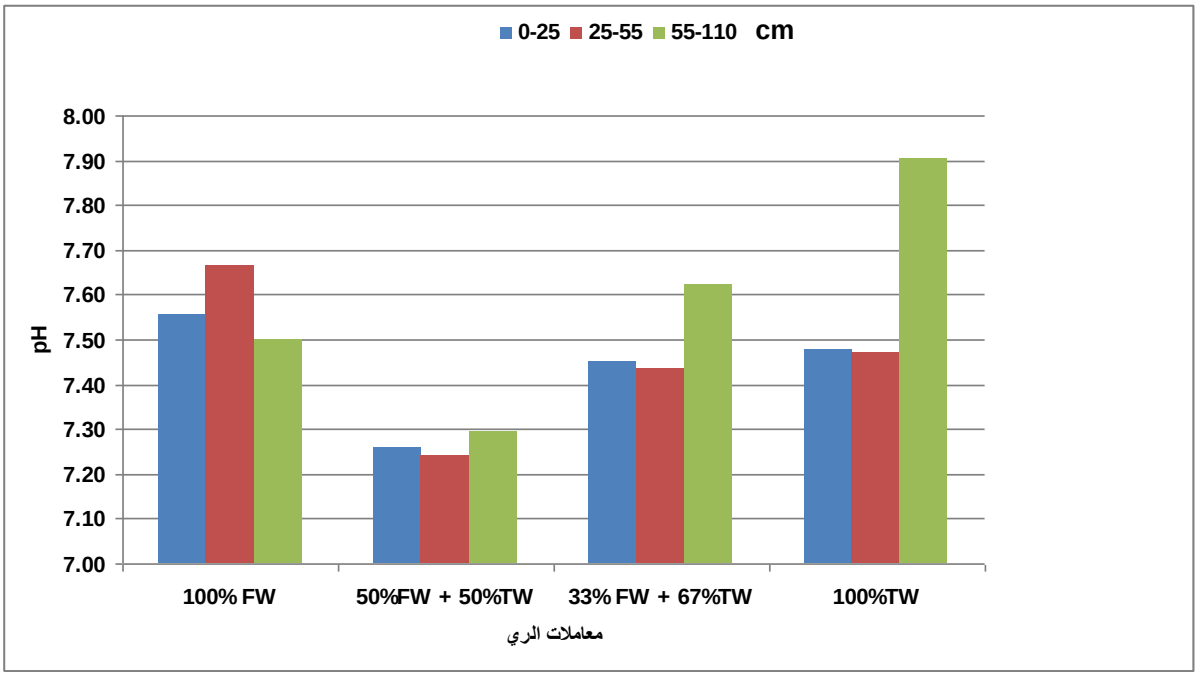
وجد (Bear and prince, 1947) **أن لمياه الصرف الصحي تأثير حامضي علي التربة. وهذا لا يرجع فقط إلى تأثيرها علي ذوبان كربونات الكالسيوم فقط بل أيضا تأثير محتواها من الأحماض المعدنية والعضوية.**

فيما وجد (Ernest and Massey,1960) **أن ارتفاع درجة الحرارة خلال فترة الري قد تعرض جزء من المركبات كربونات الألمونيوم للتطاير مما قد يساعد علي ارتفاع الرقم الهيدروجيني في التربة الطينية.**

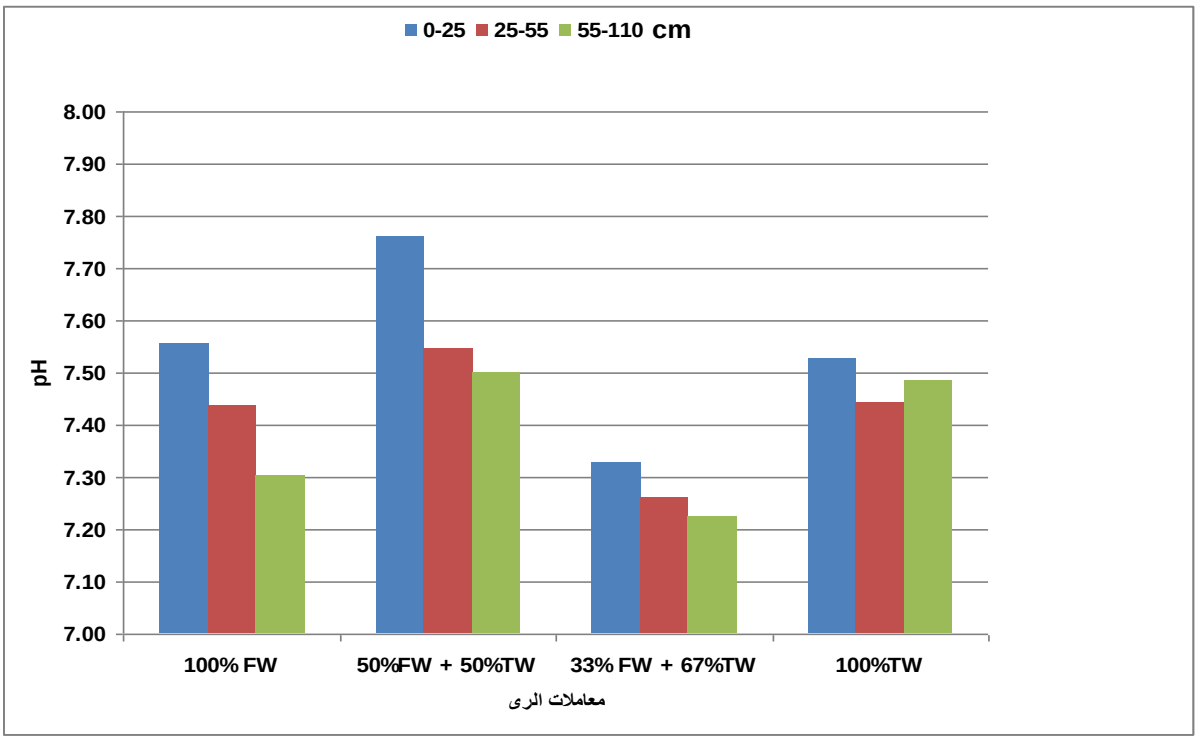
كذلك أشار(Beek *et al*.,1977) **إلي زيادة درجة تفاعل التربة** (pH) **في حالة الري بمياه الصرف الصحي المعالجة من** (4.0) **إلي** (6.5).

فيما وجد (Johnson *et al*.,1979) **أن الري بمياه الصرف الصحي أدي إلي انخفاض درجة تفاعل التربة من** (7.5) **إلي** (6.5) .

كما وجد (Chang *et al*,1983) **أنه حدث انخفاض في الرقم الهيدروجيني للتربة من** 7.3 **إلي** 5.5 **بعد عدة سنوات من البدء في استخدام هذه المياه لإغراض الري.**



شكل(9): متوسطات قيم الرقم الهيدروجيني (pH) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.



شكل(10): متوسطات قيم الرقم الهيدروجيني (pH) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

4-3-3- تقدير الكاتيونات الذائبة:-

4-3-3-1- تركيز الكالسيوم (Ca^{++}): Calcium Concentration

من النتائج الموضحة في الجدول (36) والشكل(11) لمتوسطات قيم تركيز الكالسيوم Ca^{++}, (meq/l) تحت معاملات الري المختلفة مع العمق للتربة الرملية. اتضح أن قيم تركيز الكالسيوم (Ca^{++}) لمستخلص التربة في الطبقة السطحية (0 -25 cm) تراوحت القيم بين(0.80 meq/l - 0.50)، وفي العمق (25-55 cm) تراوحت القيم بين (0.63 - 0.87 meq/l) والعمق (55 - 110 cm) تراوحت القيم (0.60 -1.27 meq/l) وكان التفاوت في قيم تركيز الكالسيوم (Ca^{++}) في معاملات الري المختلفة للتربة الرملية.

جدول (36): متوسطات قيم تركيز عنصر الكالسيوم (meq/l) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

نوعية المياه	العمق (cm)		
	25 -0	55 -25	110 -55
100% FW	0.50	0.73	0.60
50%FW + 50%TWW	0.77	0.70	0.80
33% FW + 67%TWW	0.80	0.87	1.27
100%TWW	0.60	0.63	0.77

- الماء العذب Fresh Water (FW) - ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

من النتائج الموضحة في الجدول (37) والشكل (12) لمتوسطات قيم تركيز الكالسيوم (Ca^{++}) تحت معاملات الري المختلفة للتربة الرملية الطميئية. اتضح أن قيم تركيز الكالسيوم (Ca^{++}) لمستخلص التربة في الطبقة السطحية (0 -25 cm) تراوحت القيم بين(0.47- 1.13 meq/l) والعمق (25-55cm) تراوحت القيم بين (0.50 - 0.90 meq/l) ، والعمق (55 - 110 cm) تراوحت القيم بين (0.50 -1.00meq/l) وكان التفاوت في قيم تركيز الكالسيوم (Ca^{++}) في معاملات الري المختلفة للتربة الرملية الطميئية.

جدول (37): متوسطات قيم تركيز عنصر الكالسيوم (meq/l) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

نوعية المياه	العمق (cm)		
	25 -0	55 -25	110 -55
100% FW	0.73	0.90	0.63
50%FW + 50%TWW	1.13	0.90	0.97
33% FW + 67%TWW	0.47	0.50	0.50
100%TWW	0.90	0.80	1.00

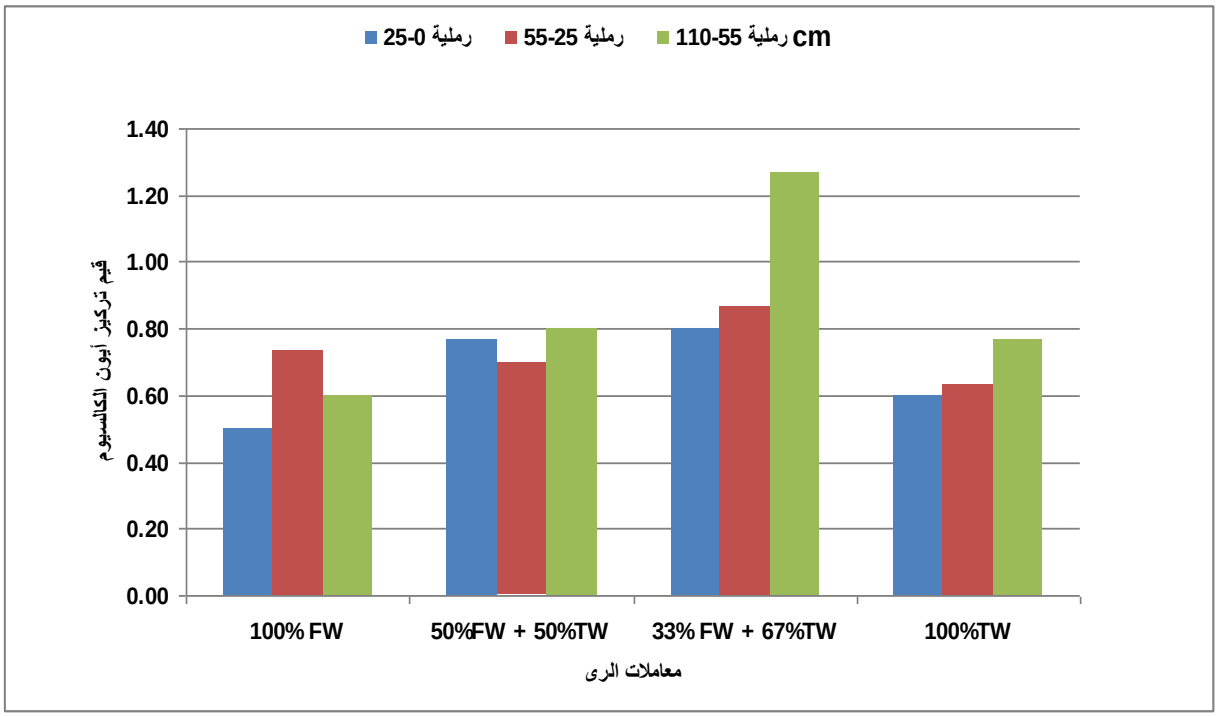
- الماء العذب Fresh Water (FW) - ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي لتأثير العوامل المدروسة من حيث نوعية مياه الري وعمق التربة وكذلك نوع التربة علي قيم تركيز أيون الكالسيوم (Ca^{++} meq/l) في مستخلص التربة في (ملحق 2-4) إنه لا يوجد تأثير معنوي لكل من نوعية مياه الري, وعمق التربة وكذلك التفاعل بينهما. وكذلك عدم وجود تأثير معنوي لنوع التربة, وكذلك التفاعل بين عمق التربة ونوع التربة, والتفاعل بين العوامل الثلاثة مجتمعة، ويوجد فرق معنوي للتفاعل بين نوعية المياه ونوع التربة. والجدول(38) يبين متوسطات العوامل المدروسة والفروق بينها وتركيز الكالسيوم (Ca^{++},meq/l) في مستخلص التربة. يوضح الجدول أنه لا توجد فروق معنوية بين متوسطات قيم تركيز الكالسيوم (Ca^{++} meq/l) لمستخلص التربة لمستويات العوامل المدروسة، وسجلت المعاملة الثانية لنوعية المياه اعلي تركيز (0.88 meq/l)، في حين كان أقل تركيز في المعاملة الثالثة (0.73 meq/l). وقد ترجع زيادة تركيز عنصر الكالسيوم في المعاملة الثالثة لارتفاع نسبة الأملاح. وبالنسبة إلي الأعماق فنلاحظ إن اعلي تركيز لعنصر الكالسيوم كان عند العمق (55 -110 cm) وكانت القيمة (0.82 meq/l), وقد يرجع هذا لعمليات غسيل الأملاح وارتفاع كربونات الكالسيوم وتراكمها في هذا العمق, بينما كانت اقل قيمة للكالسيوم في الطبقات السطحية (0 -25 cm) وكانت القيمة (0.74 meq/l) نتيجة لعمليات الغسيل. ولم تسجل متوسطات نوع التربة أي فروق معنوية في قيمة أيون الكالسيوم.

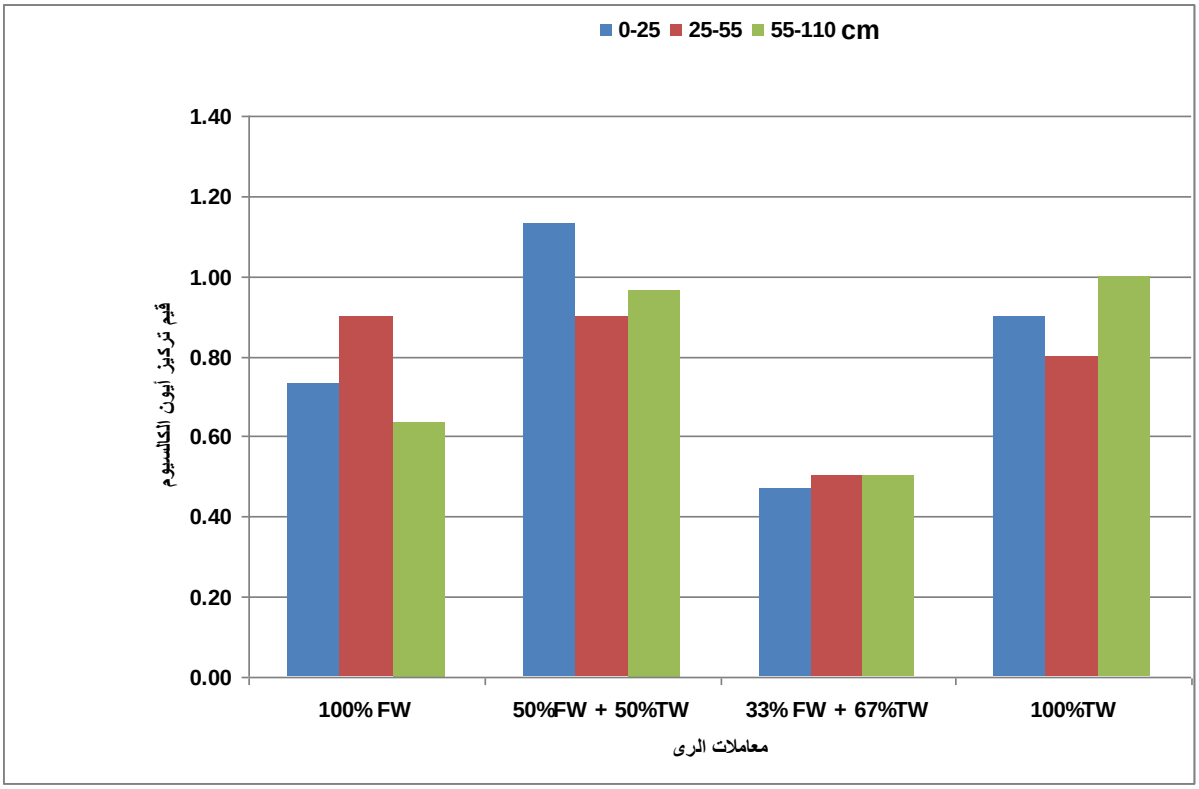
جدول (38): متوسطات قيم تركيز عنصر الكالسيوم (Ca^{++},meq/l) لمستخلص التربة لمستويات العوامل المدروسة وقيم أقل فرق معنوي لكل منها.

العوامل	المستويات				$LSD_{0.05}$
	1	2	3	4	
التربة	a 0.79	a 0.75			0.17
العمق	a 0.74	a 0.75	a 0.82		0.20
نوعية المياه	a 0.68	a 0.88	a 0.73	a 0.78	0.23

- المتوسطات التي لها نفس الحروف لا توجد بينها فروق معنوية عند مستوي احتمالية 5% تبعا لاختبار أقل فرق معنوي (LSD).
- البيانات تمثل متوسط قراءات ثلاثة مكررات داخل كل عمود تربة.



شكل(11): متوسطات قيم تركيز أيون الكالسيوم (meq/l) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.



شكل(12): متوسطات قيم تركيز أيون الكالسيوم (meq / l) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

4-3-3-2- الماغنسيوم (Mg^{++}): Magnesium Concentration

من النتائج الموضحة في الجدول (39) والشكل (13) لمتوسطات قيم تركيز أيون الماغنسيوم (Mg^{++}) تحت معاملات الري المختلفة مع العمق للتربة الرملية. يتضح أن قيم تركيز أيون الماغنسيوم (meq/l) لمستخلص التربة (5:1) في الطبقة السطحية (0 -25 cm) حيث تراوحت القيم تركيز أيون الماغنسيوم (Mg^{++}) ما بين(0.50- 0.53 meq/l) وفي العمق (25-55 cm) تراوحت القيمة بين (0.53 −0.97 meq/l) وفي العمق (55 −110 cm) تراوحت القيمة بين (0.67meq/l-0.60) وكان التفاوت بين قيم تركيز الماغنسيوم بسيطا في معاملات الري المختلفة للتربة الرملية.

جدول (39): متوسطات قيم تركيز أيون الماغنسيوم (Mg^{++}, meq/l) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

نوعية المياه	العمق (cm)		
	25 -0	55 -25	110 -55
100% FW	0.50	0.53	0.60
50%FW + 50%TWW	0.57	0.97	0.67
33% FW + 67%TWW	0.53	0.75	0.63
100%TWW	0.53	0.75	0.63

- الماء العذب Fresh Water (FW) - ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

من النتائج الموضحة في الجدول (40) والشكل (14) لمتوسطات قيم تركيز أيون الماغنسيوم (Mg^{++}) تحت معاملات الري المختلفة مع العمق للتربة الرملية الطميئية. يتضح أن قيم تركيز أيون الماغنسيوم (Mg^{++}, meq/l) لمستخلص التربة (5:1) في الطبقة السطحية (0 -25 cm) تراوحت القيمة بين (0.27- 1.00 meq/l) وفي العمق (25-55 cm) تراوحت القيمة بين (0.30 – 0.90 meq/l) وفي العمق (55 −110cm) تراوحت القيمة بين (0.57-0.90meq/l) وكان التفاوت بين قيم تركيز الماغنسيوم بسيطا في معاملات الري المختلفة للتربة الرملية الطميئية.

جدول (40): متوسطات قيم تركيز أيون الماغنسيوم (Mg^{++}, meq/l) لمستخلص التربة الرملية الطمييية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

نوعية المياه	العمق (cm)		
	25 -0	55 -25	110 -55
100% FW	0.33	0.30	0.77
50%FW + 50%TWW	0.27	0.90	0.57
33% FW + 67%TWW	1.00	0.90	0.90
100%TWW	0.43	0.53	0.60

- الماء العذب Fresh Water (FW) - ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي لتأثير العوامل المدروسة من حيث، نوعية مياه الري وعمق التربة وكذلك نوع التربة علي قيم تركيز أيون الماغنسيوم (Mg^{++}) في مستخلص التربة في (ملحق 2- 5) إنه لا يوجد تأثير معنوي لكل من نوعية مياه الري، وعمق التربة وكذلك التفاعل بينهما. وعدم وجود تأثير معنوي لنوع التربة ، وكذلك التفاعل بين عمق التربة ونوع التربة ، والتفاعل بين العوامل الثلاثة مجتمعة، وبين نوعية المياه ونوع التربة.

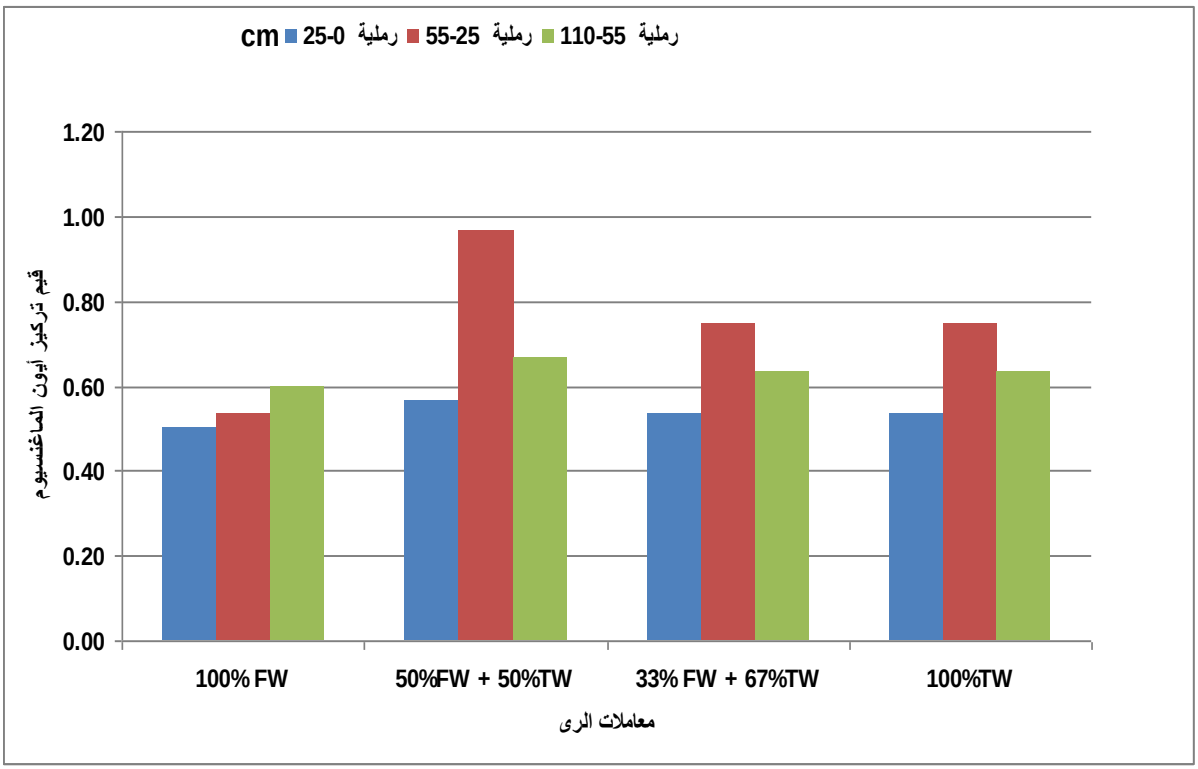
والجدول(41) متوسطات العوامل المدروسة والفروق بينها لقيم تركيز أيون الماغنسيوم (meq/l , Mg^{++}) في مستخلص التربة. ويوضح الجدول بأنه لا توجد فروق معنوية بين متوسطات قيم تركيز أيون الماغنسيوم (meq/l) لمستخلص التربة لمستويات العوامل المدروسة.

جدول (41) : الفروق بين متوسطات قيم تركيز أيون الماغنسيوم (Mg^{+2}, meq/l) لمستخلص التربة لمستويات العوامل المدروسة وقيم أقل فرق معنوي لكل منها.

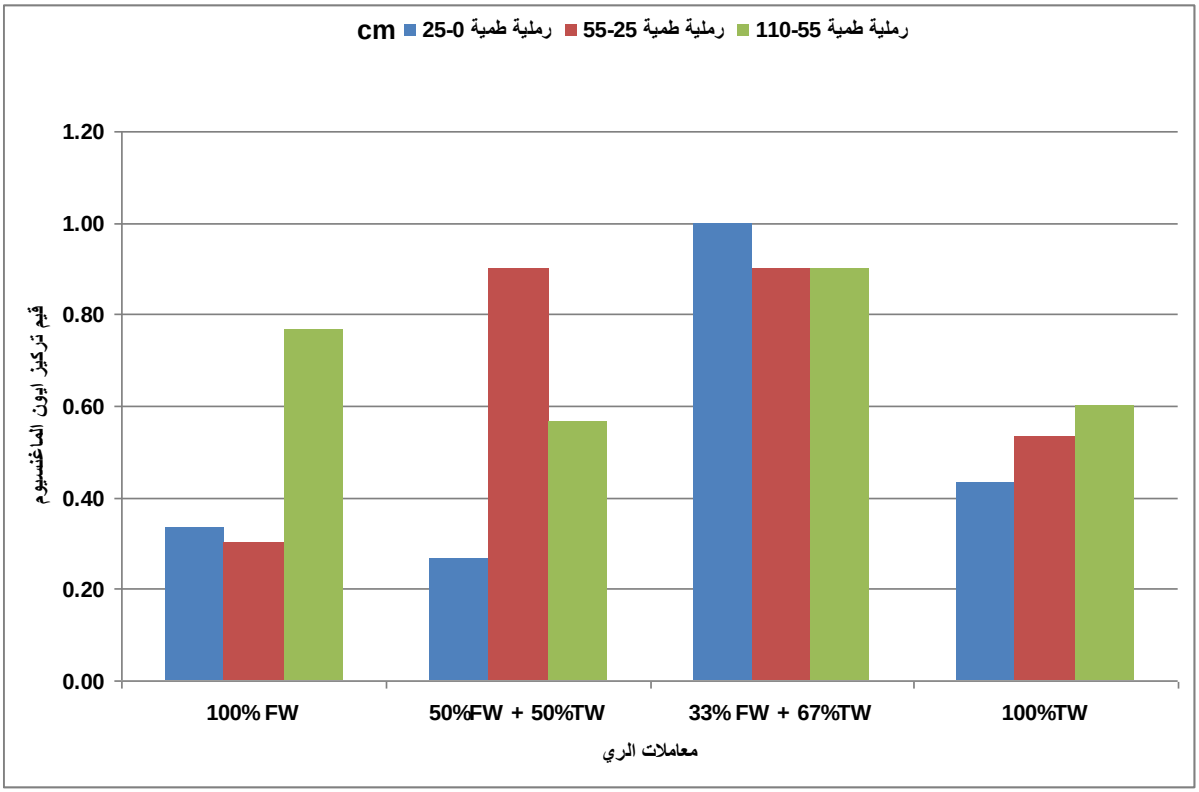
العوامل	المستويات				$LSD_{0.05}$
	1	2	3	4	
التربة	a 0.63	a 0.61			0.24
العمق	a 0.52	a 0.65	a 0.68		0.29
نوعية المياه	a 0.51	a 0.66	a 0.64	a 0.67	0.34

- المتوسطات التي لها نفس الحروف لا توجد بينها فروق معنوية عند مستوي احتمالية 5% تبعا لاختبار أقل فرق معنوي (LSD).

- البيانات تمثل متوسط قراءات ثلاثة مكررات تربة داخل كل عمود تربة.



شكل(13) : متوسطات قيم تركيز أيون الماغنسيوم (meq/l) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.



شكل(14) : متوسطات قيم تركيز أيون الماغنسيوم (meq/l) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

4-3-3-3- تركيز البوتاسيوم (K^+) : Potassium Concentration

من النتائج الموضحة في الجدول (42) والشكل (15) لمتوسطات قيم تركيز أيون البوتاسيوم تحت معاملات الري المختلفة مع العمق للتربة الرملية. اتضح إن قيم تركيز أيون البوتاسيوم لمستخلص التربة (5:1) في الطبقة السطحية (0 -25 cm) تراوحت بين (4.60 – 10.80 meq/l)، وفي العمق (25-55 cm) تراوحت القيمة ما بين (7.70 – 10.38 meq/l)، والعمق (55-110 cm) تراوحت القيم ما بين (6.78 – 9.00 meq/l)، وكان التفاوت في قيم تركيز أيون البوتاسيوم في معاملات الري المختلفة للتربة الرملية.

جدول (42): متوسطات قيم تركيز أيون البوتاسيوم (K^+, meq/l) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

نـوعـية الميـاه	العمق (cm)		
	25 -0	55 -25	110 -55
100% FW	4.60	7.70	6.78
50%FW + 50%TWW	8.20	9.21	9.00
33% FW + 67%TWW	10.80	10.38	8.29
100%TWW	9.63	9.21	8.50

- الماء العذب Fresh Water (FW) - ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

من النتائج الموضحة في الجدول (43) والشكل (16) لمتوسطات قيم تركيز أيون البوتاسيوم تحت معاملات الري المختلفة للتربة الرملية الطميئية. إتضح أن قيم تركيز أيون البوتاسيوم لمستخلص التربة (5:1) في الطبقة السطحية (0 -25 cm) تراوحت القيم ما بين (7.66 – 9.67 meq/l)، وفي العمق (25-55 cm) تراوحت القيم ما بين (7.83 – 10.09 meq/l) والعمق (55 - 110 cm) تراوحت القيم ما بين (7.45 – 10.17 meq/l)، وكان التفاوت في قيم تركيز أيون البوتاسيوم في معاملات الري المختلفة للتربة الرملية الطميئية .

جدول (43): متوسطات قيم تركيز أيون البوتاسيوم (K^+, meq/l) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

نـوعـية الميـاه	العمق (cm)		
	25 -0	55 -25	110 -55
100% FW	7.66	7.83	7.45
50%FW + 50%TWW	9.67	8.66	8.96
33% FW + 67%TWW	8.46	8.50	7.79
100%TWW	9.25	10.09	10.17

- الماء العذب Fresh Water (FW) - ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

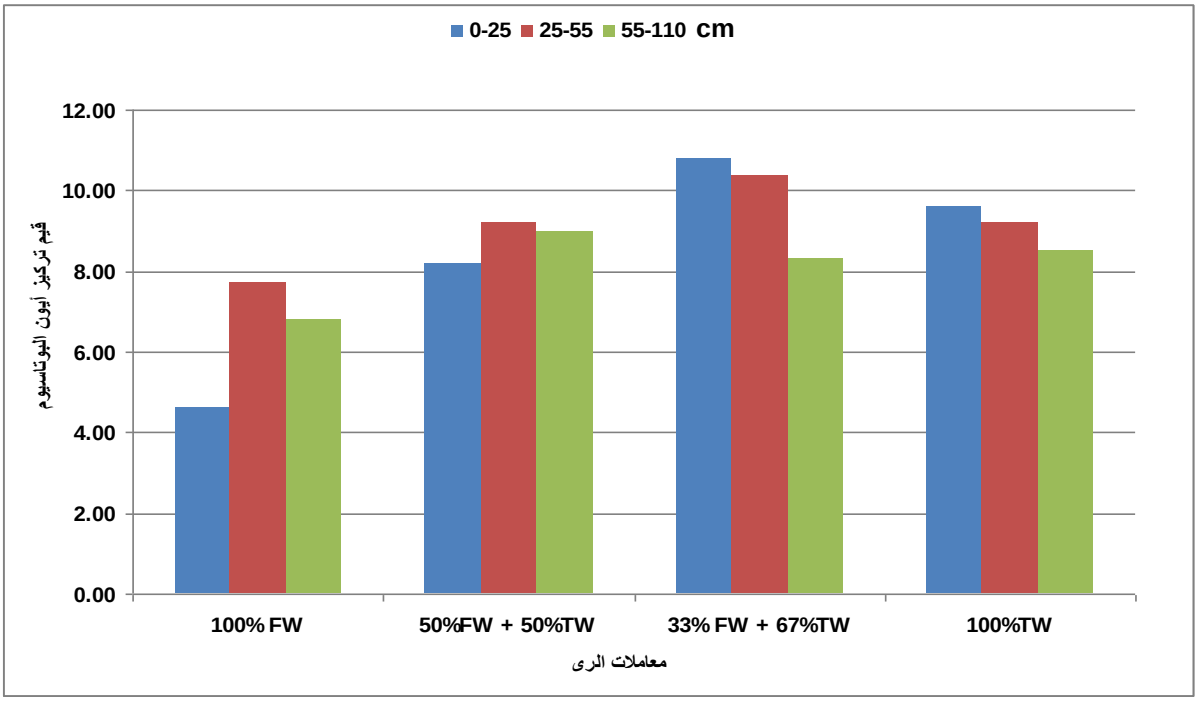
وأظهرت نتائج التحليل الإحصائي لتأثير العوامل المدروسة من حيث، نوعية مياه الري وعمق التربة وكذلك نوع التربة علي قيم تركيز أيون البوتاسيوم في مستخلص التربة في (ملحق 2- 8) إنه لا يوجد تأثير معنوي لكل من عمق التربة , ونوع التربة , وكذلك التفاعل بينهما، وعدم وجود تأثير معنوي للتفاعل بين نوعية المياه وعمق التربة , والتفاعل بين العوامل الثلاثة مجتمعة. في حين أظهر التحليل الإحصائى أن هناك تأثير معنوي لنوعية المياه, و التفاعل بين نوعية المياه ونوع التربة.

والجدول (44) يبين الفروق المعنوية بين متوسطات العوامل المدروسة الفروق بينها لقيم تركيز أيون البوتاسيوم (meq/l) لمستخلص التربة. يوضح الجدول أنه توجد فروق معنوية بين متوسطات قيم تركيز أيون البوتاسيوم لمستخلص التربة لنوعية المياه. وهناك زيادة في محتوي التربة من عنصر البوتاسيوم بزيادة نسبة خلط مياه الصرف الصحي مع المياه العذبة حيث سجلت معاملة الري الرابعة (مياه الصرف 100%) اعلي قيمة (9.47 meq/l) لتركيز أيون البوتاسيوم (meq/l) في حين سجلت معاملة الري الأولي (بمياه عذبة) اقل قيمة (7.00 meq/l). أما بالنسبة لتوزيع تركيز البوتاسيوم مع العمق , ونوع التربة لم تسجل المتوسطات أي فروق معنوية في قيمة أيون البوتاسيوم (meq/l) لمستخلص التربة.

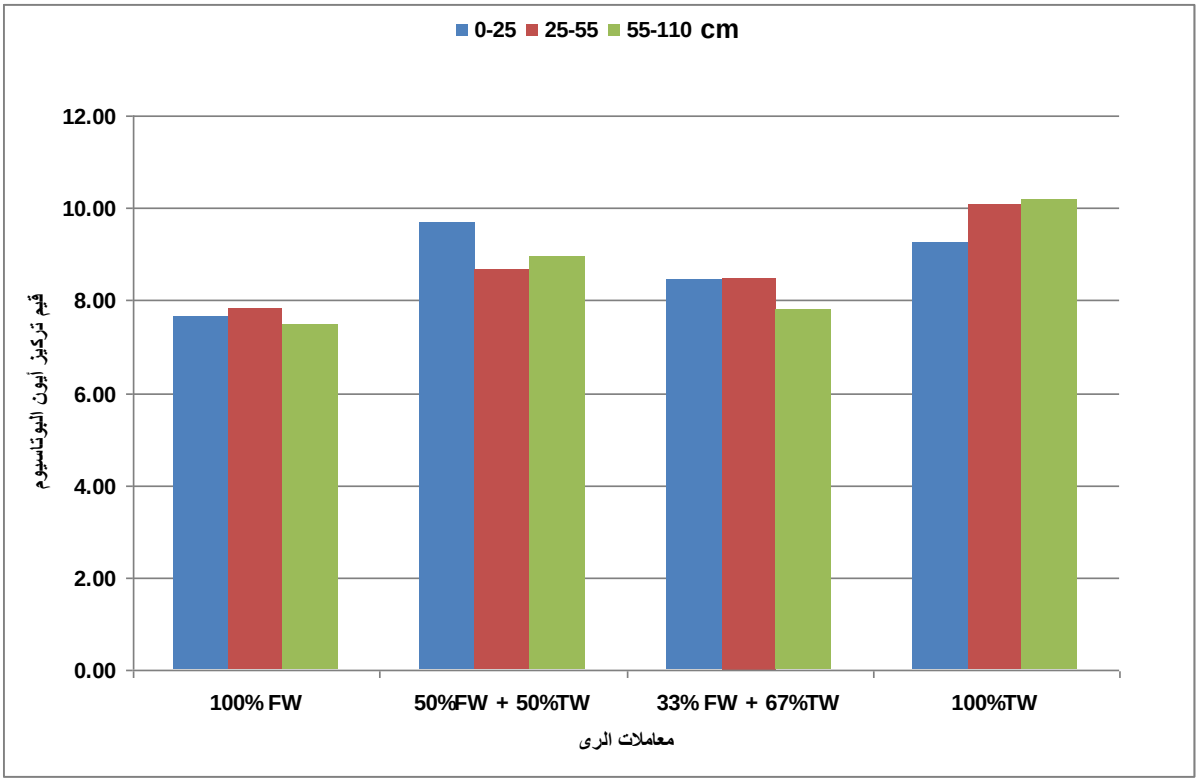
جدول (44) : متوسطات قيم تركيز أيون البوتاسيوم (K^+, meq/l) لمستخلص التربة لمستويات العوامل المدروسة وقيم أقل فرق معنوي لكل منها.

العوامل	المستويات				$LSD_{0.05}$
	1	2	3	4	
التربة	a 8.71	a 8.53			0.74
العمق	a 8.53	a 8.95	a 8.37		0.90
نوعية المياه	b 7.00	a 8.95	a 9.03	a 9.47	1.04

- المتوسطات التي لها نفس الحروف لا توجد بينها فروق معنوية عند مستوي احتمالية 5% تبعا لاختبار أقل فرق معنوي (LSD).
- البيانات تمثل متوسط قراءات ثلاث مكررات تربة داخل كل عمود تربة.



شكل(15): متوسطات قيم تركيز أيون البوتاسيوم (meq/l) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.



شكل (16): متوسطات قيم تركيز أيون البوتاسيوم (meq/l) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

4-3-3-4- تركيز الصوديوم (Na^{++}):

من النتائج الموضحة في الجدول(45) والشكل (17) لمتوسطات قيم تركيز أيون الصوديوم تحت معاملات الري المختلفة مع العمق للتربة الرملية. اتضح أن قيم تركيز أيون الصوديوم لمستخلص التربة (5:1) في الطبقة السطحية (0 -25 cm) تراوحت القيم بين (3.90 –7.52 meq/l) وفي العمق (25-55 cm) تراوحت القيم بين (3.05 –10.0 meq/l)، وفي العمق (55 - 110 cm) تراوحت القيم بين (6.03 –11.21 meq/l)، وكان هناك تفاوت في قيم تركيز أيون الصوديوم في معاملات الري المختلفة للتربة الرملية.

جدول (45): متوسطات قيم تركيز أيون الصوديوم (Na^{++}, meq/l) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

نـوعـية الميـاه	العمق (cm)		
	25 -0	55 -25	110 -55
100% FW	3.90	3.05	6.03
50%FW + 50%TWW	6.39	10.01	11.21
33% FW + 67%TWW	7.03	9.23	8.16
100%TWW	7.52	9.94	9.01

– الماء العذب Fresh Water (FW) – ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

من النتائج الموضحة في الجدول (46) والشكل(18) لمتوسطات قيم تركيز أيون الصوديوم تحت معاملات الري المختلفة مع العمق للتربة الرملية الطميئية. يتضح أن قيم تركيز أيون الصوديوم (meq/l) لمستخلص التربة (5:1) في الطبقة السطحية (0 -25 cm) تراوحت قيم تركيز أيون الصوديوم بين (5.04 – 6.96 meq/l)، وفي العمق (25-55 cm) تراوحت القـيم ما بين(meq/l 5.32 –9.87)، والعمق (55 – 110 cm) تراوحت قيم ما بين (4.97 –10.15 meq/l) وكان هناك تفاوت في قيم تركيز أيون الصوديوم في معاملات الري المختلفة للتربة الرملية الطميئية .

جدول (46): متوسطات قيم تركيز أيون الصوديوم (Na^{++}, meq/l) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

نـوعـية الميـاه	العمق (cm)		
	25 -0	55 -25	110 -55
100% FW	5.75	5.32	4.97
50%FW + 50%TWW	6.96	9.09	10.15
33% FW + 67%TWW	6.60	9.87	10.01
100%TWW	5.04	8.66	10.08

– الماء العذب Fresh Water (FW) – ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

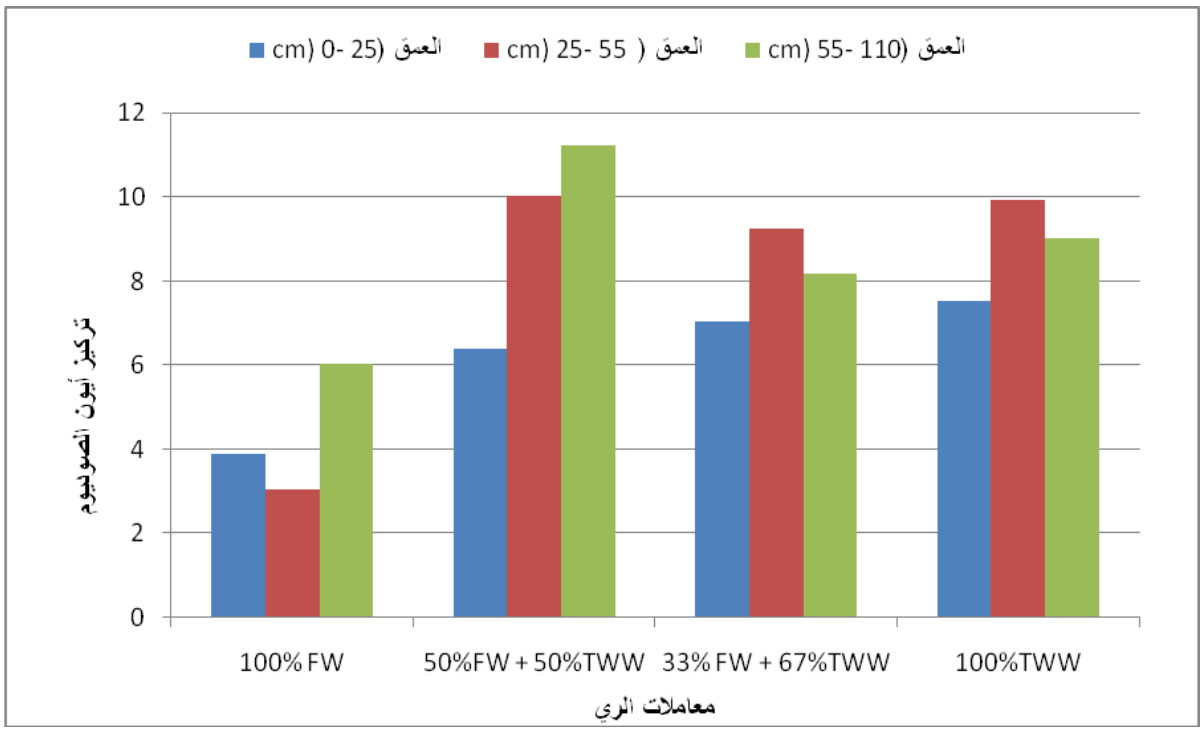
أظهرت نتائج التحليل الإحصائي لتأثير العوامل المدروسة من حيث, نوعية مياه الري وعمق التربة وكذلك نوع التربة علي قيم تركيز أيون الصوديوم (meq/l) في مستخلص التربة في (ملحق 2- 9). إنه لا يوجد تأثير معنوي لكل من نوع التربة , وكذلك التفاعل بين نوعية المياه وعمق التربة والتفاعل بين نوعية المياه ونوع التربة , وعمق التربة ونوع التربة , والتفاعل بين العوامل الثلاثة مجتمعة. وفي حين أظهرت التحليل الاحصائى إن هناك تأثير معنوي لنوعية المياه, وعمق التربة . يوضح الجدول (47) أنه توجد فروق معنوية بين متوسطات قيم تركيز أيون الصوديوم (meq/l) لمستخلص التربة لنوعية المياه, وأعماق التربة. وأن هناك زيادة في محتوي التربة من عنصر الصوديوم بزيادة نسبة خلط مياه الصرف الصحي مع المياه العذبة، حيث سجلت اعلي قيمة (8.97 meq/l) لمعاملة مياه الري الثانية. ونلاحظ أنه لا توجد فروق معنوية بين معاملات الري الثانية والثالثة والرابعة. في حين سجلت أقل قيمة (4.48 meq/l) لقيم تركيز أيون الصوديوم (meq/l) لمعاملة مياه الري الأول.

أما بالنسبة لتوزيع تركيز الصوديوم مع العمق فنلاحظ أن أعلي تركيز للعنصر الصوديوم عند العمق (55 - 110 cm) حيث كانت القيمة (8.70 meq/l) ولا يوجد فروق معنوية بين العمقين الثاني والثالث وأقل تركيز لعنصر الصوديوم كان عند العمق (0-25 cm) وسجل (6.51 meq/l). ولم تسجل متوسطات نوع التربة أي فروق معنوية في قيمة أيون الصوديوم (meq/l).

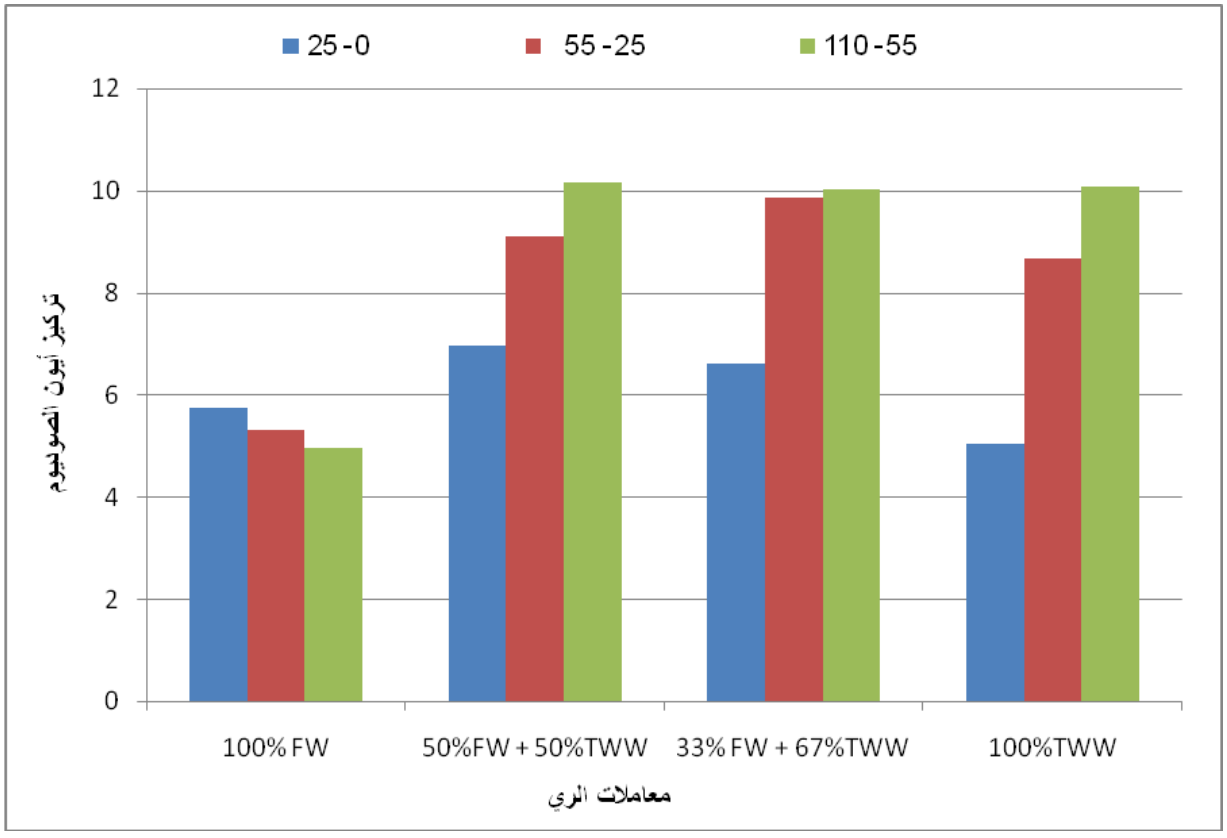
جدول (47): الفروق بين متوسطات قيم تركيز أيون الصوديوم (Na^{++}, meq/l) لمستخلص التربة لمستويات العوامل المدروسة وقيم أقل فرق معنوي لكل منها.

العوامل	المستويات				$LSD_{0.05}$
	1	2	3	4	
التربة	a 7.71	a 7.63			1.18
العمق	b 6.15	a 8.15	a 8.70		1.44
نوعية المياه	b 4.84	a 8.97	a 8.48	a 8.38	1.67

- المتوسطات التي لها نفس الحروف لا توجد بينها فروق معنوية عند مستوي احتمالية 5% تبعا لاختبار اقل فرق معنوي (LSD).
- البيانات تمثل متوسط قراءات ثلاث مكررات تربة داخل كل عمود تربة.



شكل (17): متوسطات قيم تركيز أيون الصوديوم (meq/l) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.



شكل (23): متوسطات قيم تركيز أيون الصوديوم (meq/l) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

ومن النتائج المتحصل عليها بالنسبة لعنصر الكالسيوم نلاحظ أن أعلي تركيز لعنصر الكالسيوم عند العمق (55 −110 cm) كان (0.82 meq/l)، وقد يرجع هذا لعمليات غسيل الأملاح وارتفاع نسبة كربونات الكالسيوم وتراكمها في هذا العمق، بينما اقل قيمة للكالسيوم كانت في الطبقة السطحية (cm 25- 0) كانت (0.74 meq/l) نتيجة لعمليات الغسيل ولا يوجد فروق معنوية بين متوسطات قيم تركيز الكالسيوم (Ca^{++}, meq/l) وبالنسبة لقيمة تركيز الكالسيوم في التربة قبل الري كانت أعلى من قيم تركيز الكالسيوم في التربة بعد الري وقد يرجع هذا لعمليات الغسيل ويعتبر تركيز الكالسيوم في الحدود المسموح بها في الزراعة علي حسب منظمة الصحة العالمية والحدود المسموح بها هي 20 (meq/l).

ومن النتائج المتحصل عليها بالنسبة لعنصر الماغنسيوم نلاحظ أن أعلي تركيز لعنصر الماغنسيوم (1.00 meq/l)، بينما اقل قيمة لعنصر الماغنسيوم كانت (0.30 meq/l) نتيجة لعمليات الغسيل ولا توجد فروق معنوية بين متوسطات قيم تركيز الماغنسيوم ويعتبر تركيز الماغنسيوم في الحدود المسموح بها في الزراعة علي حسب منظمة الصحة العالمية والحدود المسموح بها هي (50 meq/l). وهناك زيادة في محتوي التربة من عنصر البوتاسيوم بزيادة نسبة خلط مياه الصرف الصحي مع المياه العذبة حيث كانت أعلي قيمة (9.47 meq/l) في حين كانت أقل قيمة (7.00 meq/l)، ولا يوجد فروق واضحة لقيمة تركيز البوتاسيوم في التربة قبل الري وبعد الري. ويعتبر تركيز البوتاسيوم في الحدود المسموح بها في الزراعة علي حسب منظمة الصحة العالمية والحدود المسموح بها هي (20meq/l).

ومن النتائج المتحصل عليها يتضح لنا أن هناك زيادة في محتوي التربة من عنصر الصوديوم بزيادة نسبة خلط مياه الصرف الصحي مع المياه العذبة حيت سجلت معاملة الري الرابعة بمياه الصرف 100% أعلي قيمة (10.08 meq/l). ونلاحظ إنه لا يوجد فروق معنوية بين معاملات الري لنوعية المياه الثانية والثالثة والرابعة، في حين سجلت معاملة الري الأولي بمياه عذبة أقل قيمة (meq/l 4.48)، وهناك زيادة في تركيز عنصر الصوديوم حسب منظمة الصحة العالمية والحدود المسموح بها هي (3 – 9 meq /l).

ويؤثر كاتيون الصوديوم تأثيرا كبيرا في الخواص الكيميائية والفيزيائية للتربة، فهو يعمل علي تفريق حبيبات التربة عند تواجده بتركيزات عالية مقارنة لكاتيونى الكالسيوم والمغنسيوم، وتفرق حبيبات التربة يؤدى إلي خفض معدلات نفاذية الماء والتهوية خلال التربة. وأيضا عند جفاف التربة تتكون قشرة

صلبة علي سطح التربة، مما يجعل عملية حرث التربة أمر صعبا، وبالتالي يؤثر على إنبات البذور ومياه الري يمكن أن تكون مصدرا هاما لزيادة الصوديوم في التربة وبالتالي يجب تقدير الصوديوم في مياه الري (الخطيب ، 1993) .

وقد أشار العديد من الباحثين أن النقص الملحوظ في التوصيل الهيدروليكي للتربة كان نتيجة المحتوي المرتفع للصوديوم في مياه الصرف الصحي المعالجة الذي أدي لتفريق حبيبات التربة وبالتالي انخفاض مستوي نفادية التربة ((Christenson and Ferguson,1966).

بينما اعتبر(Bower *et al*.,1968) أن الري بمياه الصرف الصحي المعالجة تحتوي علي كميات من الكربونات والبيكربونات وكذلك من الكالسيوم والماغنسيوم في وجود الصوديوم. لتأثير مياه الصرف الصحي المعالجة علي خصائص التربة أوضحت دراسة قام بها (Burns and Rawitz.,1981) أن كمية مياه الصرف الصحي المعالجة المضافة إلي التربة خلال موسم واحد كانت كافية لزيادة قدرة التربة علي الاحتفاظ بالماء وزيادة مستوى الصوديوم في محلول التربة المروية بمياه الصرف الصحي المعالجة ورفع نسبة المادة العضوية في التربة. كذلك أجرى الباحتان (Zekri and Koo,1990) دراسة عن تأثير الري بمياه الصرف الصحي المعالجة علي التركيب المعدني للتربة أظهرات أن التربة المروية بمياه الصرف الصحي المعالجة كانت تحتوي علي تركيزات عالية من الصوديوم والبوتاسيوم والماغنسيوم مقارنة بالشاهد.

ويتم في مناطق عديدة من العالم فرز المواد الصلبة لمخلفات الصرف الصحي وإضافتها للتربة لتحسين خواصها الفيزيائية والكيمائية.

وفي دراسة قام بها (Sharma et at .,1990) أكد فيها أن الري بمياه الصرف الصحي المعالجة أدي إلي زيادة تركيز الكربونات والنتروجين بينما خفض من تركيز الكالسيوم والبوتاسيوم. كما أوضح أن الري بمياه الصرف الصحي المعالجة أدي إلي زيادة تركيز الكبريتات في التربة بينما انخفض تركيز ايونات الكالسيوم والماغنسيوم.

يجب عدم استخدام مياه الري التي تحتوي علي الكالسيوم بتركيز يزيد عن 10ملليمكافي/لتر وقد وجد أن التوصيل الهيدروليكي للتربة أو النفادية وكذلك درجة التجمع تقل عند ارتفاع نسبة Mg/Ca في مياه الري، ويظهر ذلك بدرجة اكبر في حالة الأراضي الثقيلة أو الطينية (خليل، 1998).

وارتفاع تركيز عنصر البوتاسيوم قد يرجع للري بمياه الصرف الصحي المعالجة التي تحتوي علي العناصر السمادية N,P,K حيت تحتوي مياه الصرف الصحي المنزلية علي المواد التسميدية لكل شخص في العام 1.3- 1.6 كجم (العدوي ,1988) .

كما وجد (Warrington ,1952) أن الري بمياه الصرف الصحي المعالجة زاد من محتوى التربة من البوتاسيوم.

وفي بحث لدراسة تأثير البوتاسيوم في مياه الري علي بعض الخواص الفيزيائية والكيمائية لتربة طينية وأخرى رملية وجد(Kanwar and Dec,1969) أن البوتاسيوم قد يوثر علي بعض الخواص الفيزيائية والكيمائية للتربة بطريقة مشابهة لتلك التي يحدثها الصوديوم.

يوجد البوتاسيوم في مياه الري بتركيز منخفض جدا, وربما لهذا السبب أهمل تأثيره علي نوعية مياه الري, وكذلك الحال بالنسبة لايون النترات. ولكن وجد أن المياه الجوفية في المناطق الجافة تحتوى علي كميات لاباس بها من النترات والبوتاسيوم, ولقد اعتبر أن وجود هذه الايونات في مياه الري ذو فائدة لنمو النباتات, ولذلك يجب أن يؤخذ هذا التأثير الايجابي في الاعتبار عند تحديد مدي صلاحية المياه للري.ولقد وجد انه تحت تأثير ظروف متماثلة من تركيز الملح ونوع التربة فان الادمصاص النسبي للكاتيونات يأخذ الترتيب التالي: Ca >Mg >K>Na فإذا كان تركيز البوتاسيوم في ماء الري يقل عن تركيز الصوديوم بمقدار 10-20% وهذا ما يوجد في مياه الآبار لبعض المناطق فان البوتاسيوم يمتص بدرجة اكبر من الصوديوم, ويرجع هذا لزيادة القدرة الادمصاصية للبوتاسيوم بالنسبة للصوديوم.ويمكن أن نستخلص من ذلك أن وجود تركيز منخفض من البوتاسيوم في ماء الري يساعد علي خفض نسبة الصوديوم المدمص علي معقد التربة (خليل, 1998).

4-3-4- تقدير الأنيونات الذائبة:-

4-3-4-1- تركيز الكلوريد Chloride Concentration:

من النتائج الموضحة في الجدول (48) والشكل (19) لمتوسطات قيم تركيز أيون الكلوريد تحت معاملات الري المختلفة مع العمق للتربة الرملية، يتضح أن قيم تركيز أيون الكلوريد لمستخلص التربة (5:1) في الطبقة السطحية (0 -25 cm) تراوحت ما بين (0.57- 0.90 meq/l)، وفي العمق (25-55cm) تراوحت ما بين (0.63 -4.40 meq/l)، وفي العمق (55– 110 cm) تراوحت القيم ما بين (1.33-3.97 meq/l) كلما زادت قيم تركيز أيون الكلوريد عند الري بمياه الصرف الصحي المعالجة 100% في معاملات الري المختلفة للتربة الرملية.

جدول (48): متوسطات قيم تركيز أيون الكلوريد (Cl^-, meq/l) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

نوعية المياه	العمق (cm)		
	0- 25	25 -55	55 -110
100% FW	0.57	0.63	1.33
50%FW + 50%TWW	0.67	2.07	2.80
33% FW + 67%TWW	0.87	2.03	2.60
100%TWW	0.90	4.40	3.97

- الماء العذب Fresh Water (FW) - ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

من النتائج الموضحة في الجدول (49) والشكل (20) لمتوسطات قيم تركيز أيون الكلوريد تحت معاملات الري مع العمق المختلفة للتربة الرملية الطميئية. إتضح أن قيم تركيز أيون الكلوريد لمستخلص التربة (5:1) في الطبقة السطحية (0 -25 cm) تراوحت القيم بين (0.97 meq/l– 0.63)، وفي العمق (25-55 cm) تراوحت ما بين (0.57 –2.33 meq/l)، وفي العمق (55– 110 cm) وتتراوح القيم بين (0.77-2.77 meq/l) في معاملات الري المختلفة للتربة الرملية الطميئية .

جدول (49): متوسطات قيم تركيز أيون الكلوريد (Cl, meq/l) لمستخلص التربة الرملية الطمييية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

نوعية المياه	العمق (cm)		
	0-25	25 -55	55 -110
100% FW	0.97	0.57	0.77
50%FW + 50%TWW	0.77	1.03	1.77
33% FW + 67%TWW	0.97	1.87	2.47
100%TWW	0.63	2.33	2.77

- الماء العذب Fresh Water (FW) - ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

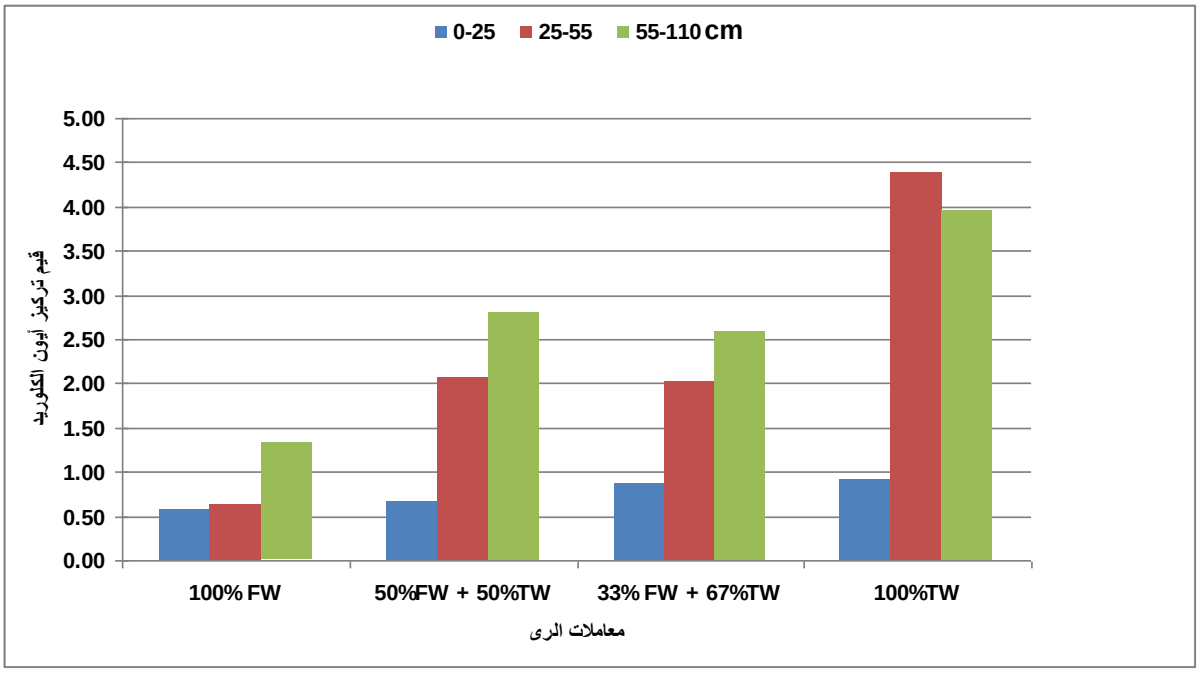
أظهرت نتائج التحليل الإحصائي لتأثير العوامل المدروسة من حيث، نوعية مياه الري (4 مستويات)

وعمق التربة (3مستويات) وكذلك نوع التربة (مستويان) علي قيم تركيز أيون الكلوريد **في مستخلص التربة في (ملحق 2- 3)، أن هناك تأثير معنوي لكل من نوعية مياه الري, وعمق التربة, ونوع التربة, وكذلك التفاعل بينهما. في حين أظهر التحليل الاحصائى وجود تأثير معنوي للتفاعل بين نوعية المياه وعمق التربة , ونوعية المياه ونوع التربة , وعمق التربة ونوع التربة , وعدم وجود تأثير معنوي بين تفاعل العوامل الثلاثة مجتمعة. والجدول(50) يبين الفروق المعنوية بين متوسطات العوامل المدروسة والمقارنة بينها لقيم تركيز أيون الكلوريد لمستخلص التربة. ويوضح الجدول أنه توجد فروق معنوية بين متوسطات قيم تركيز أيون الكلوريد لمستخلص التربة لجميع العوامل المدروسة. ويوضح الجدول زيادة محتوي التربة من أيون الكلوريد (Cl^-) بزيادة نسبة خلط مياه الصرف الصحي مع المياه العذبة حيت سجلت معاملة الري بمياه الصرف 100% أعلي قيمة (2.5 meq/l) لقيم تركيز أيون الكلوريد في حين سجلت معاملة الري بمياه عذبة أقل قيمة (0.81 meq/l). كما أوضحت النتائج بالجدول زيادة قيم تركيز أيون** الكلوريد **لمستخلص التربة مع العمق بفروق معنوية حيت سجلت أعلي قيمة (** meq/l 2.31**) للعمق الثالث (**110cm -55**) في حين سجل العمق الأول (**25cm- 0**) اقل قيمة (** 0.79meq/l **) وكذلك أوضحت النتائج بالجدول زيادة قيمة تركيز أيون** الكلوريد **لمستخلص التربة مع نوع التربة بفروق معنوية حيت سجلت القيمة الأعلي لتركيز أيون** الكلوريد **(**1.90 meq/l**) للتربة الرملية , والقيمة الاقل لتركيز أيون الكلوريد (**1.41 meq/l**) للتربة الرملية الطميئية.**

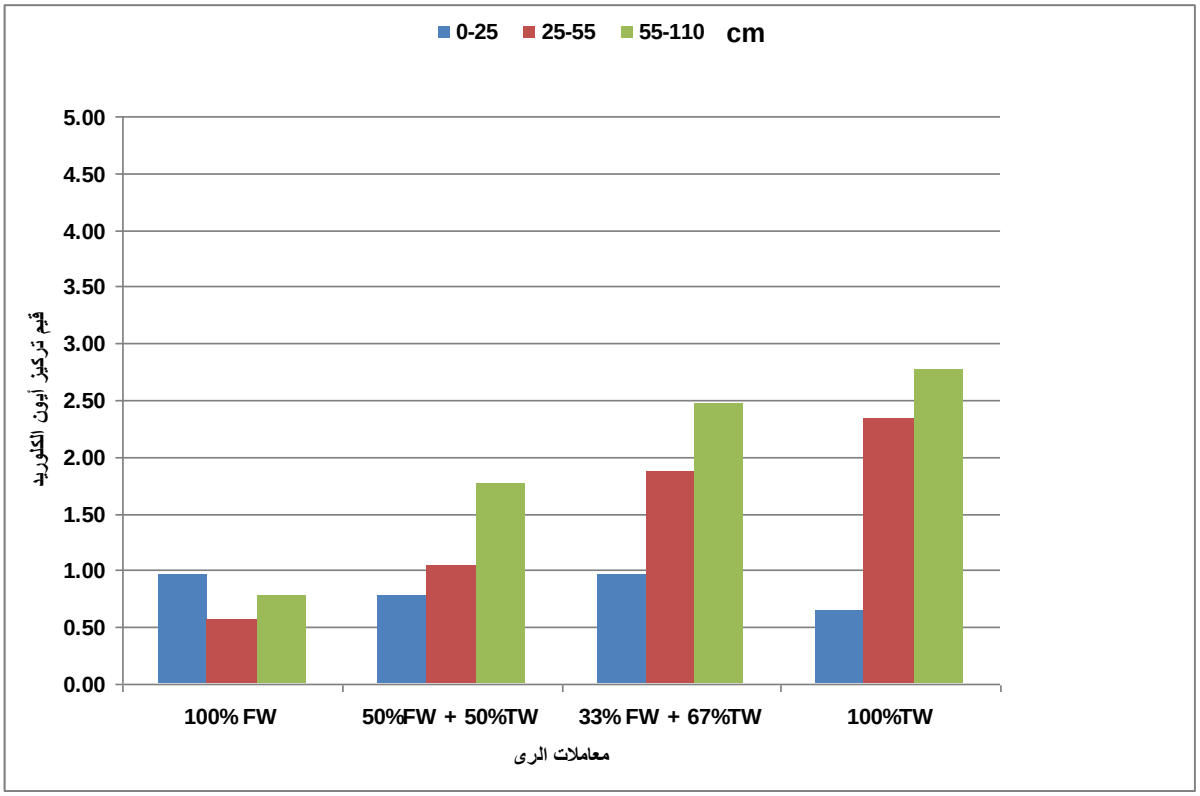
جدول (50) : متوسطات قيم تركيز أيون الكلوريد (Cl, meq/l) لمستخلص التربة لمستويات العوامل المدروسة وقيم أقل فرق معنوي لكل منها.

العوامل	المستويات				$LSD_{0.05}$
	1	2	3	4	
التربة	b1.41	a1.90			0.31
العمق	c 0.79	b1.87	a 2.31		0.38
نوعية المياه	c 0.81	b1.52	b1.8	a 2.5	0.44

- المتوسطات التي لها نفس الحروف لا توجد بينها فروق معنوية عند مستوي احتمالية 5% تبعا لاختبار أقل فرق معنوي (LSD).
- البيانات تمثل متوسط قراءات ثلاث مكررات داخل كل عمود تربة.



شكل(19): متوسطات قيم تركيز أيون الكلوريد (meq/l) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.



شكل(20): متوسطات قيم تركيز أيون الكلوريد (meq/l) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

4- 3-4-2- تركيز الكربونات: Carbonate Concentration

من النتائج الموضحة في الجدول (51) والشكل (21) لمتوسطات قيم تركيز أيون الكربونات تحت معاملات الري المختلفة مع العمق للتربة الرملية. إتضح أن قيم تركيز أيون الكربونات لمستخلص التربة (5:1) في الطبقة السطحية (0 -25 cm) تراوحت القيم بين (0.40 -0.67 meq/l)، وفي العمق (25-55 cm) تراوحت القيم ما بين (0.53 -0.67 meq/l) وفي العمق (55 -110 cm) تراوحت القيم ما بين (0.40 - 0.53 meq/l) وكان التفاوت في قيم تركيز أيون الكربونات بسيطا في معاملات الري المختلفة للتربة الرملية .

جدول (51): متوسطات قيم تركيز أيون الكربونات (meq/l , CO_3^{--}) لمستخلص التربة تحت معاملات الري المختلفة للتربة الرملية .

نـوعـية الميـاه	العمق (cm)		
	0- 25	25 -55	55 -110
100% FW	0.53	0.53	0.53
50%FW + 50%TWW	0.40	0.67	0.40
33% FW + 67%TWW	0.40	0.53	0.53
100%TWW	0.67	0.67	0.53

FW) Fresh Water – الماء العذب TWW) Treated Waste Water – ماء الصرف الصحي المعالجة

من النتائج الموضحة في الجدول (52) والشكل (22) لمتوسطات قيم تركيز أيون الكربونات (CO_3^{--}) تحت معاملات الري المختلفة مع العمق للتربة الرملية الطميئية. إتضح أن قيم تركيز أيون الكربونات لمستخلص التربة (5:1) في الطبقة السطحية (0 -25 cm) بين (0.67-1.20 meq/l) وفي العمق (25-55 cm) تراوحت قيم ما بين (0.40 -0.67 meq/l) وفي العمق (55 -110 cm) تراوحت القيم ما بين (0.53 - 0.67 meq/l)، وكان التفاوت في قيم تركيز أيون الكربونات (CO_3^{--}) بسيطا في معاملات الري المختلفة للتربة الرملية الطميئية .

جدول (52): متوسطات قيم تركيز أيون الكربونات (meq/l) لمستخلص التربة تحت معاملات الري المختلفة للتربة الرملية الطميئية .

نـوعـية الميـاه	العمق (cm)		
	0- 25	25 -55	55 -110
100% FW	0.93	0.67	0.53
50%FW + 50%TWW	0.67	0.40	0.67
33% FW + 67%TWW	1.20	0.67	0.53
100%TWW	1.20	0.53	0.53

FW) Fresh Water – الماء العذب TWW) Treated Waste Water – ماء الصرف الصحي المعالجة

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي لتأثير العوامل المدروسة من حيث، نوعية مياه الري وعمق التربة وكذلك نوع التربة علي قيم تركيز أيون الكربونات (CO_3^{-2} , meq/l) في مستخلص التربة (ملحق 2-6) عدم وجود تأثير معنوي لكل من نوعية مياه الري، وعمق التربة ما عدا العمق الثالث (55 - 110 cm) وكذلك التفاعل بينهما ونوع التربة ، وكذلك التفاعل بين نوعية المياه ونوع التربة ، والتفاعل بين العوامل الثلاثة مجتمعة.

وفي حين أظهرت نتائج التحليل الاحصائى أن هناك تأثير معنوي لكل من نوع التربة ، والتفاعل بين عمق التربة ونوع التربة. والجدول (53) يبين متوسطات العوامل المدروسة والفروق بينها لقيم تركيز أيون الكربونات (CO_3^{2-} , meq/l) لمستخلص التربة. ويوضح الجدول زيادة قيمة تركيز أيون الكربونات لمستخلص التربة مع نوعية التربة بفروق معنوية حيت كانت القيمة الأعلى للتربة الرملية الطميئية (0.71 meq/l) في حين سجلت التربة الرملية القيمة الاقل (0.53 meq/l) .

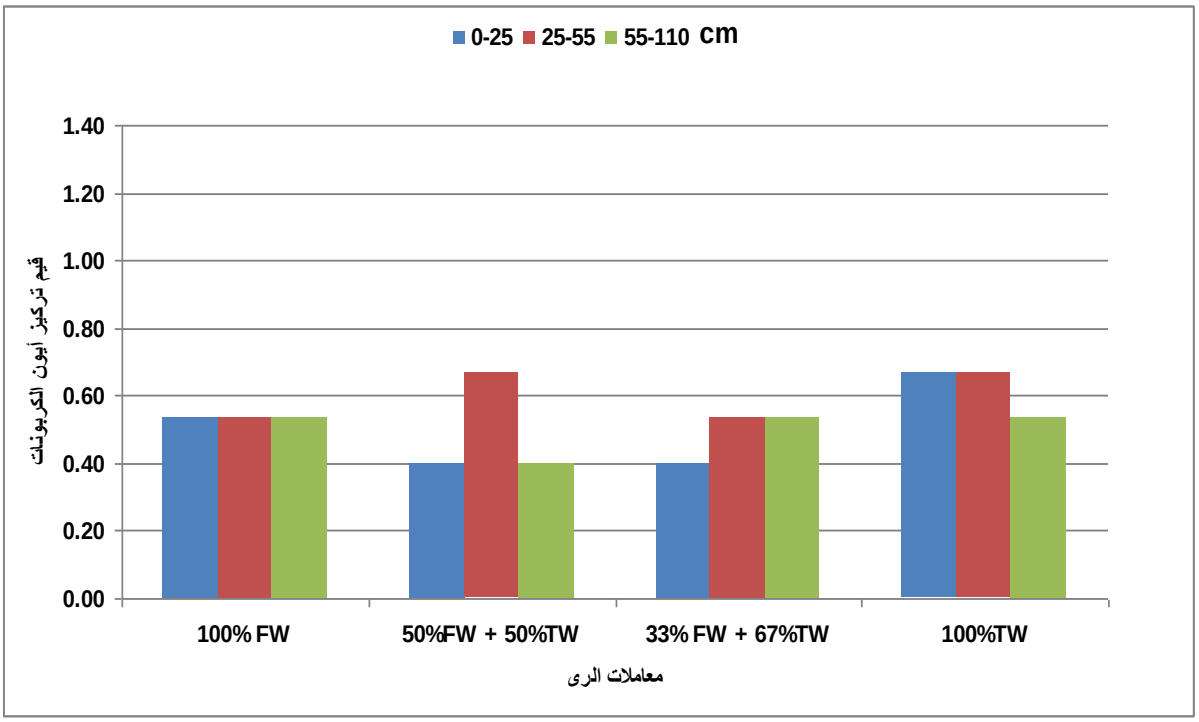
وأوضحت النتائج بالجدول زيادة قيمة تركيز أيون الكربونات لمستخلص التربة مع العمق بفروق معنوية حيت سجلت قيمة تركيز أيون الكربونات في العمق الأول (0 -25 cm) أعلي قيمة لايون الكربونات (0.75 meq/l) وفي العمق (55 - 110 cm) أقل قيمة (0.53 meq/l). ولم تسجل متوسطات نوعية المياه أي فروق معنوية في قيم تركيز أيون الكربونات (meq/l).

جدول (53): الفروق بين متوسطات قيم تركيز أيون الكربونات (meq/l , CO_3^{-2}) لمستخلص التربة لمستويات العوامل المدروسة وقيم أقل فرق معنوي لكل منها.

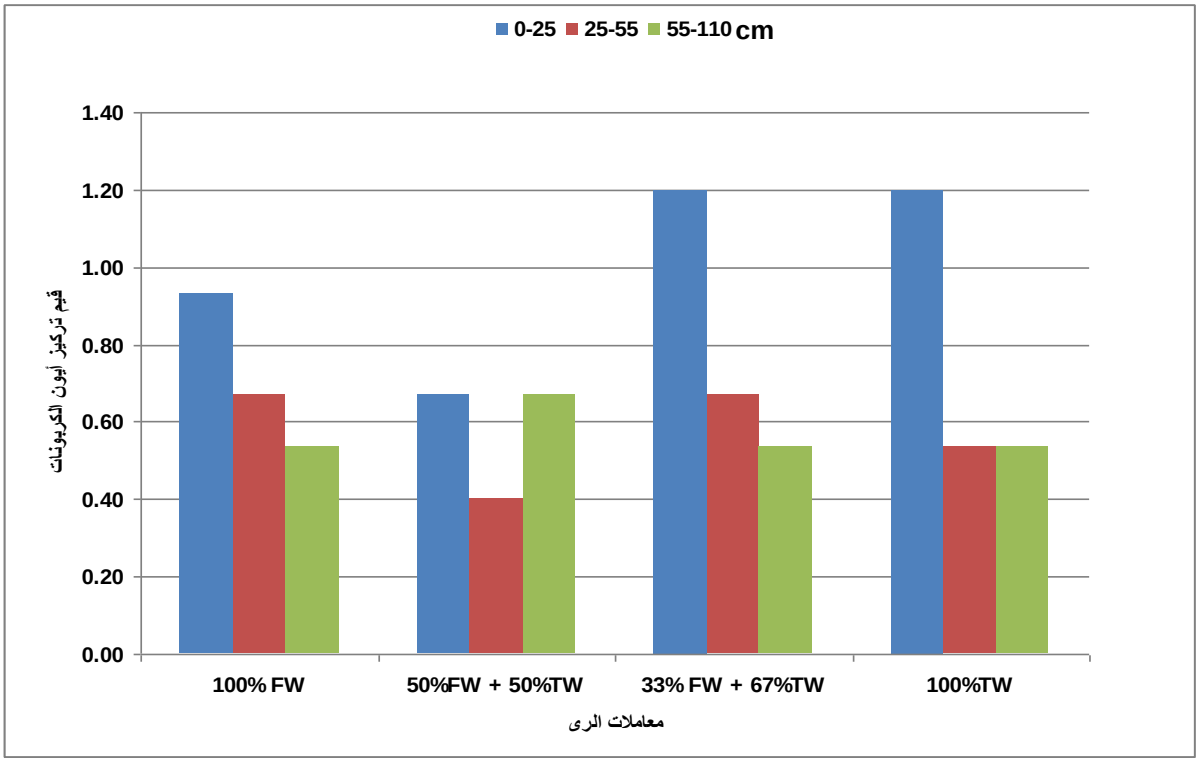
العوامل	المستويات				$LSD_{0.05}$
	1	2	3	4	
التربة	a 0.71	b 0.53			0.16
العمق	a 0.75	a b 0.58	b 0.53		0.20
نوعية المياه	a 0.62	a 0.53	a 0.64	a 0.69	0.23

- المتوسطات التي لها نفس الحروف لا توجد بينها فروق معنوية عند مستوي احتمالية 5% تبعا لاختبار أقل فرق معنوي (LSD).

- البيانات تمثل متوسط قراءات ثلاث مكررات داخل كل عمود تربة.



شكل(21): متوسطات قيم تركيز أيون الكربونات (meq/l) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.



شكل(22): متوسطات قيم تركيز أيون الكربونات (meq/l) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

4-3-4-3- تركيز البيكربونات : bicarbonate Concentration

من النتائج الموضحة في الجدول (54) والشكل (23) لمتوسطات قيم تركيز أيون البيكربونات (HCO_3^-) تحت معاملات الري المختلفة مع العمق للتربة الرملية، أتضح أن قيم تركيز أيون البيكربونات لمستخلص التربة (5:1) في الطبقة السطحية (0 -25 cm) تراوحت القيم ما بين (1.67- 1.07) وفي العمق (25-55 cm) تراوحت القيم ما بين (2.20- 0.87)، وفي العمق (55 −110 cm) تراوحت القيم ما بين (1.80 - 0.53)، وكان التفاوت في القيم تركيز أيون البيكربونات (HCO_3^-) في معاملات الري المختلفة للتربة الرملية .

جدول (54): متوسطات قيم تركيز أيون البيكربونات (meq/l) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

نـوعية الميـاه	العمق (cm)		
	25 -0	55 -25	110 -55
100% FW	1.67	2.20	1.80
50%FW + 50%TWW	1.53	1.00	1.00
33% FW + 67%TWW	1.07	0.87	0.80
100%TWW	1.07	1.00	0.53

- الماء العذب Fresh Water (FW) - ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

من النتائج الموضحة في الجدول (55) والشكل (24) لمتوسطات قيم تركيز أيون البيكربونات (HCO_3^-) تحت معاملات الري المختلفة للتربة الرملية الطميئية، أتضح أن قيم تركيز أيون البيكربونات (HCO_3^-) لمستخلص التربة (5:1) في الطبقة السطحية (0 -25 cm) تراوحت القيم ما بين (meq/l 1.73 -0.73) وفي العمق (25-55 cm) تراوحت القيم ما بين (meq/l 2.40 -0.80) وفي العمق (55−110 cm) تراوحت القيم ما بين (meq/l 1.07 -0.73)، وكان التفاوت في قيم تركيز أيون البيكربونات (HCO_3^-) في معاملات الري المختلفة للتربة الرملية الطميئية .

جدول (55): متوسطات قيم تركيز أيون البيكربونات (meq/l) لمستخلص التربة الرملية الطمييية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

نـوعية الميـاه	العمق (cm)		
	25 -0	55 -25	110 -55
100% FW	1.47	2.40	1.07
50%FW + 50%TWW	1.40	1.07	1.07
33% FW + 67%TWW	1.73	1.13	0.73
100%TWW	0.73	0.80	1.00

- الماء العذب Fresh Water (FW) - ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

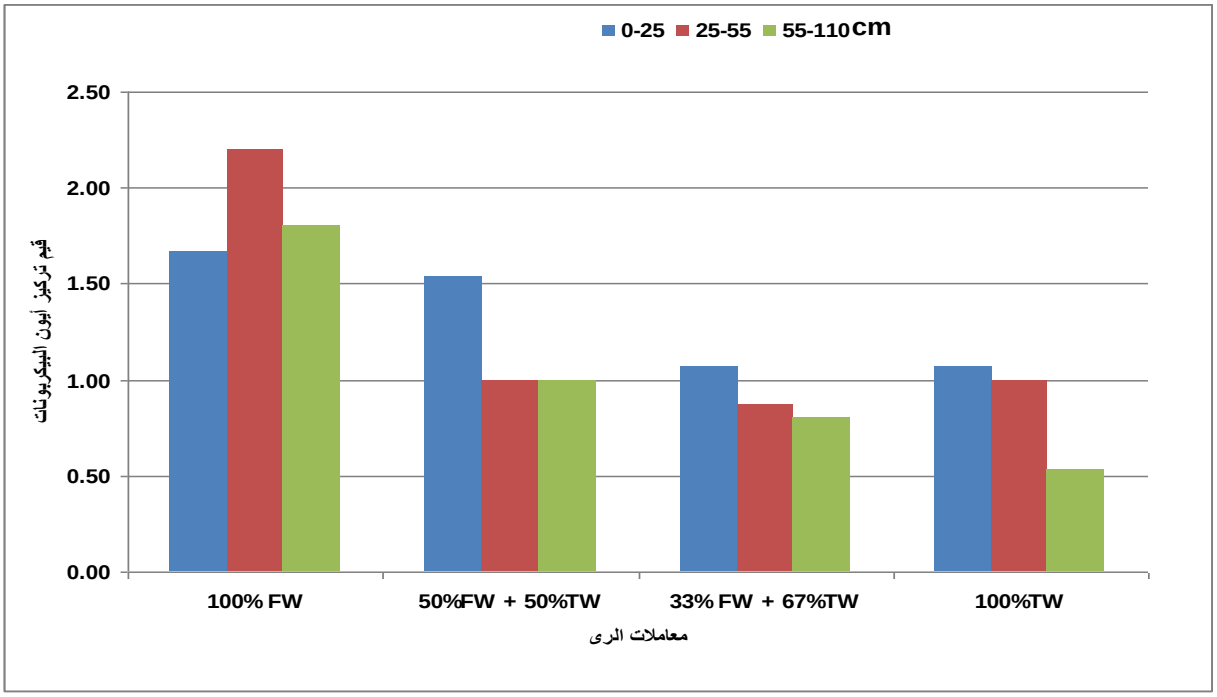
أظهرت نتائج التحليل الإحصائي لتأثير العوامل المدروسة من حيث، نوعية مياه الري وعمق التربة وكذلك نوع التربة علي قيم تركيز أيون البيكربونات (HCO_3 , meq/l) في مستخلص التربة (ملحق 2- 7). عدم وجود تأثير معنوي لكل من عمق التربة ماعدا العمق الثالث، ونوع التربة وكذلك التفاعل بينهما، والتفاعل بين نوعية المياه وعمق التربة، وكذلك بين نوعية المياه ونوع التربة والتفاعل بين العوامل الثلاثة مجتمعة، في حين أظهرت نتائج التحليل إلاحصائى أن هناك تأثير معنوي لنوعية المياه .

والجدول (56) يبين متوسطات العوامل المدروسة ومستوياتها لقيم تركيز أيون البيكربونات (HCO_3,meq/l) لمستخلص التربة. ويوضح الجدول زيادة قيمة تركيز أيون البيكربونات لمستخلص التربة مع نوعية المياه بفروق معنوية حيث سجلت أعلى قيمة للمياه العذبة% (1.77 meq/l) في حين سجلت مياه الصرف %اقل قيمة (0.86 meq/l). كما أوضحت النتائج بالجدول زيادة قيمة تركيز أيون الكربونات لمستخلص التربة مع العمق بفروق معنوية حيت سجلت قيمة تركيز أيون الكربونات في العمق الأول (25 cm- 0) أعلي قيمة لايون البيكربونات (1.33meq/l)، وفي العمق (110 cm- 55) أقل قيمة (1.00 meq/l). ولم تسجل متوسطات نوعية التربة أي فروق معنوية في قيم تركيز أيون البيكربونات(HCO_3 , meq/l).

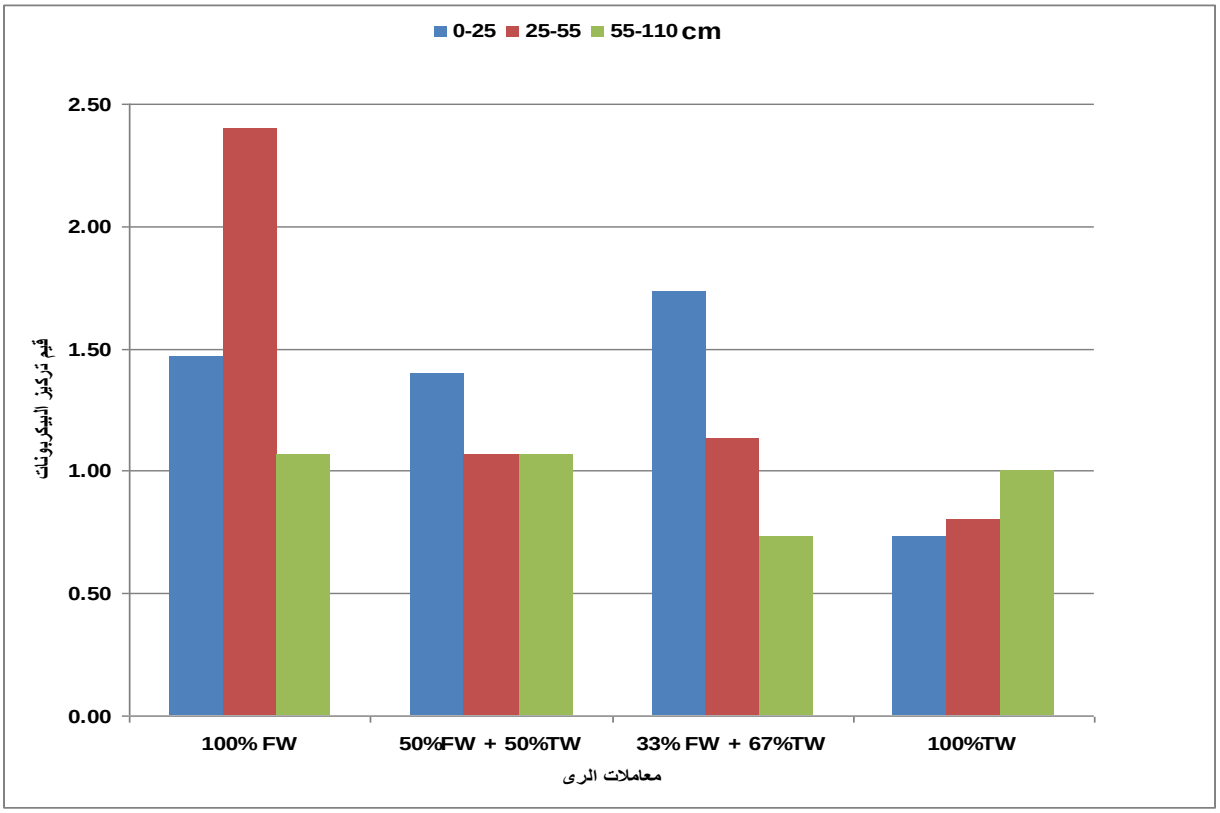
جدول (56): متوسطات قيم تركيز أيون البيكربونات (HCO_3^-, meq/l) لمستخلص التربة لمستويات العوامل المدروسة وقيم أقل فرق معنوي لكل منها.

العوامل	المستويات				$LSD_{0.05}$
	1	2	3	4	
التربة	a 1.22	a 1.21			0.25
العمق	a 1.33	a b 1.31	b 1.00		0.31
نوعية المياه	a 1.77	b 1.18	b 1.06	b 0.86	0.36

- المتوسطات التي لها نفس الحروف لا توجد بينها فروق معنوية عند مستوي احتمالية 5% تبعا لاختبار أقل فرق معنوي (LSD).
- البيانات تمثل متوسط قراءات ثلاث مكررات داخل كل عمود تربة.



شكل(23): متوسطات قيم تركيز أيون البيكربونات(HCO_3^-, meq/l) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.



شكل(24): متوسطات قيم تركيز أيون البيكربونات (meq/l) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

ومن النتائج المتحصل عليها يتضح لنا زيادة محتوي التربة من أيون الكلوريد بزيادة نسبة خلط مياه الصرف الصحي مع المياه العذبة مما يؤدي إلي زيادة قيم تركيز أيون الكلوريد **حيت سجلت معاملة الري بمياه الصرف 100% أعلي قيمة (2.5 meq/l) لقيم تركيز أيون الكلوريد في حين سجلت معاملة الري بمياه عذبة أقل قيمة (0.81 meq/l). بالنسبة لمياه الصرف الصحي المعالجة فان محتواها العالي من الكلوريد يرجع لاحتوائها علي الفضلات المنزلية والصناعية المكونة لمياه الصرف الصحي. وكذلك نتيجة لإضافة الكلور في مرحلة المعالجة النهائية ويؤدي ذلك لزيادة محتوى الكلوريد بالمياه. ويعتبر تركيز أيون الكلوريد في الحدود المسموح بها في الزراعة علي حسب منظمة الصحة العالمية والحدود المسموح بها هي (meq/l 10− 4). ومن النتائج المتحصل عليها يتضح بان التفاوت في قيم تركيز أيون الكربونات** والبيكربونات **بسيطا تراوحت قيم البيكربونات ما بين (2.20- 0.87) حيث تراوحت قيم الكربونات ما بين (meq/l 1.20- 0.67). ويعتبر تركيز أيون الكربونات** والبيكربونات **في الحدود المسموح بها في الزراعة علي حسب منظمة الصحة العالمية والحدود المسمـوح بها هي (CO_3^{--} - 200 me/l) للكربونات (HCO_3^- − 8.5 me/l − 1.5) للبيكربونات. تؤثر الكربونات والبيكربونات تأثيرا مباشرا علي النباتات، حيث أن زيادة تركيزها عن حد معين يصبح له تأثير سام، كما أن لها أيضا تأثير غير مباشر علي التربة. فعندما يزداد تركيز المحلول الأرضي بسبب فقد الماء بالتبخر أو ألامتصاصه بواسطة النباتات فإن كربونات الكالسيوم وكربونات الماغنسيوم سوف تترسب في حالة زيادة البيكربونات في الماء عن تركيز الكالسيوم و الماغنسيوم, أما ما تبق من البيكربونات فسوف يتحد مع الصوديوم مكونا كربونات الصوديوم ذات التأثير الضار والمسئولة عن تحول الأرض إلي القلوية (خليل, 1998). وتشير النتائج إن البيكربونات مرتفعة في الطبقات السطحية , وقد يرجع السبب إن البيكربونات تزداد في التربة غير ملحية وتقل في التربة الملحية** Speirs and (Cattle ,2004).

وأظهرت دراسة قام بها (Greenberg,1955 **) أن تحلل المادة العضوية المتواجدة في مياه الصرف الصحي إلي ثاني أكسيد الكربون والماء أدت لزيادة تركيز البيكربونات.**

وقد وجد (Eaton,1950**) إلي ضرورة تقدير البيكربونات في مياه الري وذلك لما قد تسببه من ترسيب لايونات الكالسيوم والماغنسيوم في التربة علي صورة كربونات مما ينتج سيادة ايونات الصوديوم وتحول التربة إلى تربة صودية. إن الري بمياه الصرف الصحي المعالجة له تأثير علي الكربونات والبيكربونات من ناحية زيادتها. واقترح بأنه عندما تزيد هذه القيمة عن مقدار 2.5 مليمكافئ / لتر فان استخدام المياه لإغراض الري قد تنتج عنه آثار سلبية خطيرة.**

ووجد (Oster and Fred,1979**) أن زيادة تركيز انيون البيكربونات بمياه الري قد أدت إلي ترسيب الكالسيوم علي صورة كربونات الكالسيوم بأعمدة التربة.**

4-3-5-العناصر الثقيلة: Heavy metals

4-3-5-1- تركيز عنصر الحديد (Fe):

من النتائج الموضحة في الجدول (57) والشكل (25) لمتوسطات قيم تركيز عنصر الحديد تحت معاملات الري المختلفة مع العمق للتربة الرملية. يتضح أن قيم تركيز عنصر الحديد (Fe, ppm) لمستخلص التربة (5:1) في الطبقة السطحية (0 -25 cm) تراوحت ما بين(1.67 ppm −0.72)، وفي العمق (25-55 cm) تراوحت بين (2.41 ppm −0.83) وفي العمق (55 − 110 cm) تراوحت بين (2.24 ppm −0.84) وهناك تفاوت في قيم تركيز عنصر الحديد (Fe, ppm) في معاملات الري المختلفة للتربة الرملية.

جدول (57): متوسطات قيم تركيز عنصر الحديد (Fe, ppm) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

نـوعـية الميـاه	العمق (cm)		
	25 -0	55 -25	110 -55
100% FW	1.30	2.41	2.24
50%FW + 50%TWW	1.21	1.15	0.84
33% FW + 67%TWW	1.67	1.42	1.97
100%TWW	0.72	0.83	0.99

- الماء العذب Fresh Water (FW) - ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

من النتائـج الموضحـة في الجدول (58) والشكل (26) لمتوسطات قيم تركيز عنصر الحديد (ppm Fe,) تحت معاملات الري المختلفة مع العمق للتربة الرملية الطميئية. أتضح أن قيم تركيز عنصر الحديد (Fe, ppm) لمستخلص التربة (5:1) في الطبقة السطحية (0 -25 cm) تراوحت مـا بين (2.85 ppm– 0.70)، وفي العمـق (25-55 cm) تـراوحت مـا بين (1.50 ppm −1.04)، وفي العمق (55 −110 cm) تراوحت القيم بين (1.51 ppm −1.05) وهناك تفاوت في قيم تركيز عنصر الحديد في معاملات الري المختلفة للتربة الرملية الطميئية.

جدول(58): متوسطات قيم تركيز عنصر الحديد (Fe, ppm) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

نـوعـية الميـاه	العمق (cm)		
	25 -0	55 -25	110 -55
100% FW	0.70	1.04	1.35
50%FW + 50%TWW	2.54	1.50	1.27
33% FW + 67%TWW	2.85	1.14	1.05
100%TWW	1.52	1.13	1.51

- الماء العذب Fresh Water(FW) - ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

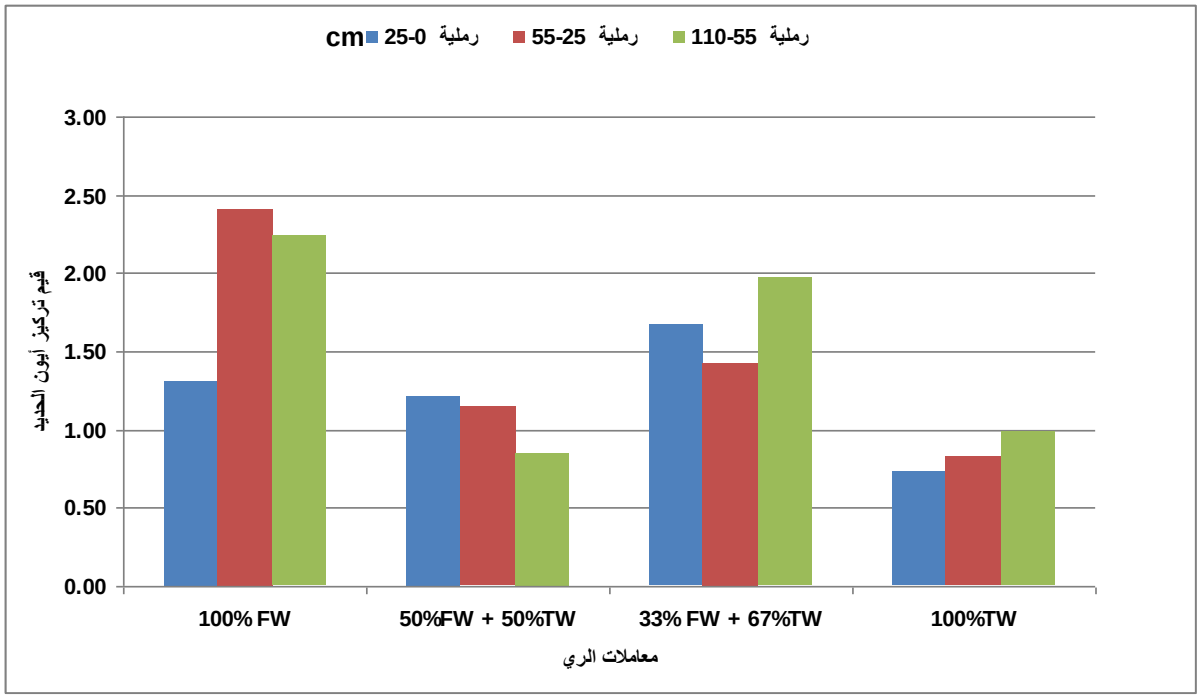
أظهرت نتائج التحليل الإحصائي لتأثير العوامل المدروسة من حيث, نوعية مياه الري (4 مستويات) وعمق التربة (3 مستويات) وكذلك نوع التربة (مستويان) علي قيم تركيز عنصر الحديد (Fe, ppm) في مستخلص التربة في (ملحق 2- 11). إنه لا يوجد تأثير معنوي لكل من نوع المياه, وعمق التربة, ونوع التربة. وكذلك لا يوجد تأثير معنوي بين التفاعل بين نوعية المياه وعمق التربة, وكذلك التفاعل بين عمق التربة ونوع التربة والتفاعل بين العوامل الثلاثة مجتمعة. وفي حين أظهرت نتائج التحليل الإحصائى إنه يوجد تأثير معنوي بين التفاعل بين نوعية المياه ونوع التربة.

يوضح الجدول (59) بأنه لا يوجد فروق معنوية بين متوسطات قيم تركيز عنصر الحديد (ppm) لمستخلص التربة لنوعية المياه, ونوع التربة, وأعماق التربة. ويوجد تقارب بين متوسطات قيم تركيز عنصر الحديد (ppm) لمستويات العوامل المدروسة، أما بالنسبة لتوزيع تركيز عنصر الحديد مع العمق فنلاحظ أنه لا يوجد فروق معنوية. ولم تسجل متوسطات نوع التربة أي فروق معنوية في قيمة تركيز عنصر الحديد.

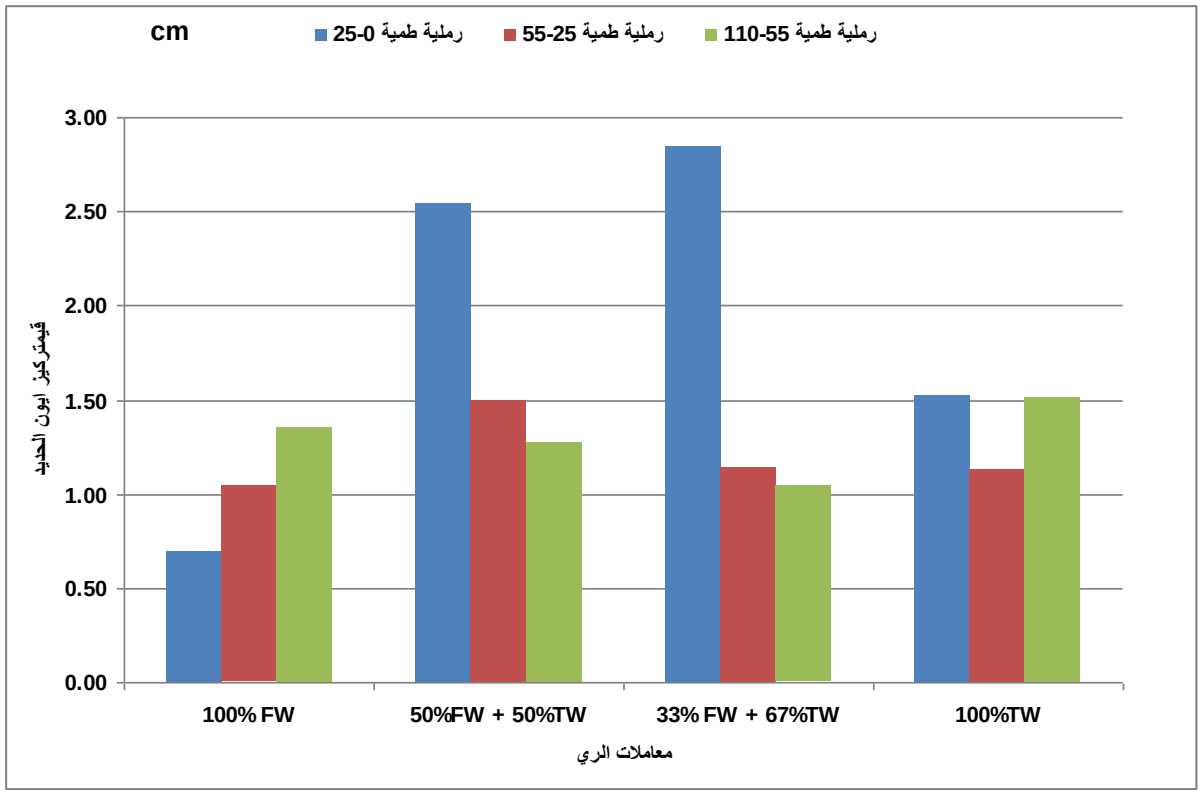
جدول (59): متوسطات قيم تركيز عنصر الحديد (Fe, ppm) لمستخلص التربة لمستويات العوامل المدروسة وقيم أقل فرق معنوي لكل منها.

العوامل	المستويات				$LSD_{0.05}$
	1	2	3	4	
التربة	a 1.47	a 1.39			0.44
العمق	a 1.56	a 1.33	a 1.40		0.53
نوعية المياه	a 1.51	a 1.42	a 1.69	a 1.12	0.62

- المتوسطات التي لها نفس الحروف لا توجد بينها فروق معنوية عند مستوي احتمالية 5% تبعا لاختبار أقل فرق معنوي (LSD).
- البيانات تمثل متوسط قراءات ثلاثة مكررات داخل كل عمود تربة.



شكل (25): متوسطات قيم تركيز عنصر الحديد (ppm) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.



شكل(26): متوسطات قيم تركيز عنصر الحديد (ppm) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحث معاملات الري المختلفة مع العمق.

4-3-5-2- تركيز عنصر المنجنيز (Mn):-

من النتائج الموضحة في الجدول (60) والشكل (27) لمتوسطات قيم تركيز عنصر المنجنيز **تحت معاملات الري المختلفة مع العمق للتربة الرملية. يتضح أن قيم تركيز عنصر** المنجنيز **(ppm) لمستخلص التربة (5:1) في الطبقة السطحية (0 -25 cm) تراوحت بين (0.10 -1.76 ppm)، وفي العمق (25-55 cm) تراوحت ما بين (0.33 -0.74 ppm) وفي العمق (55- 110 cm) تراوحت ما بين (1.02 -3.43 ppm)، وهناك تفاوت في قيم تركيز عنصر** المنجنيز **(ppm) في معاملات الري المختلفة للتربة الرملية.**

جدول (60): متوسطات قيم تركيز عنصر المنجنيز (Mn, ppm) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

نـوعـية الميـاه	العمق (cm)		
	25 -0	55 -25	110 -55
100% FW	0.25	0.57	1.02
50%FW + 50%TWW	0.71	0.48	3.43
33% FW + 67%TWW	0.10	0.33	1.41
100%TWW	1.76	0.74	2.11

- الماء العذب Fresh Water (FW) - ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

من النتائـج الموضحـة في الجدول (61) والشكل (28) لمتوسطات قيم تركيز عنصر المنجنيز**(ppm Mn,) تحت معاملات الري المختلفة مع العمق للتربة الرملية الطميئية. أتضح أن قيم تركيز عنصر** المنجنيــز **لمستخلص التربة (5:1) في الطبقة السطحيــة (0 -25 cm) تراوحـت ما بين (ppm 0.18 –1.36)، وفي العمق (25-55 cm) تراوحت مـا بين (0.37 -0.68 ppm)، وفي العمق (55 – 110 cm) تراوحت ما بين (0.05 -4.12 ppm)، وهناك تفاوت في قيم تركيز عنصر** المنجنيز **في معاملات الري المختلفة للتربة الرملية الطميئية.**

جدول (61): متوسطات قيم تركيز عنصر المنجنيز (Mn, ppm) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

نـوعـية الميـاه	العمق (cm)		
	25 -0	55 -25	110 -55
100% FW	1.36	0.68	1.20
50%FW + 50%TWW	0.42	0.37	2.15
33% FW + 67%TWW	0.18	0.47	0.05
100%TWW	0.52	0.41	2.12

- الماء العذب Fresh Water (FW) - ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

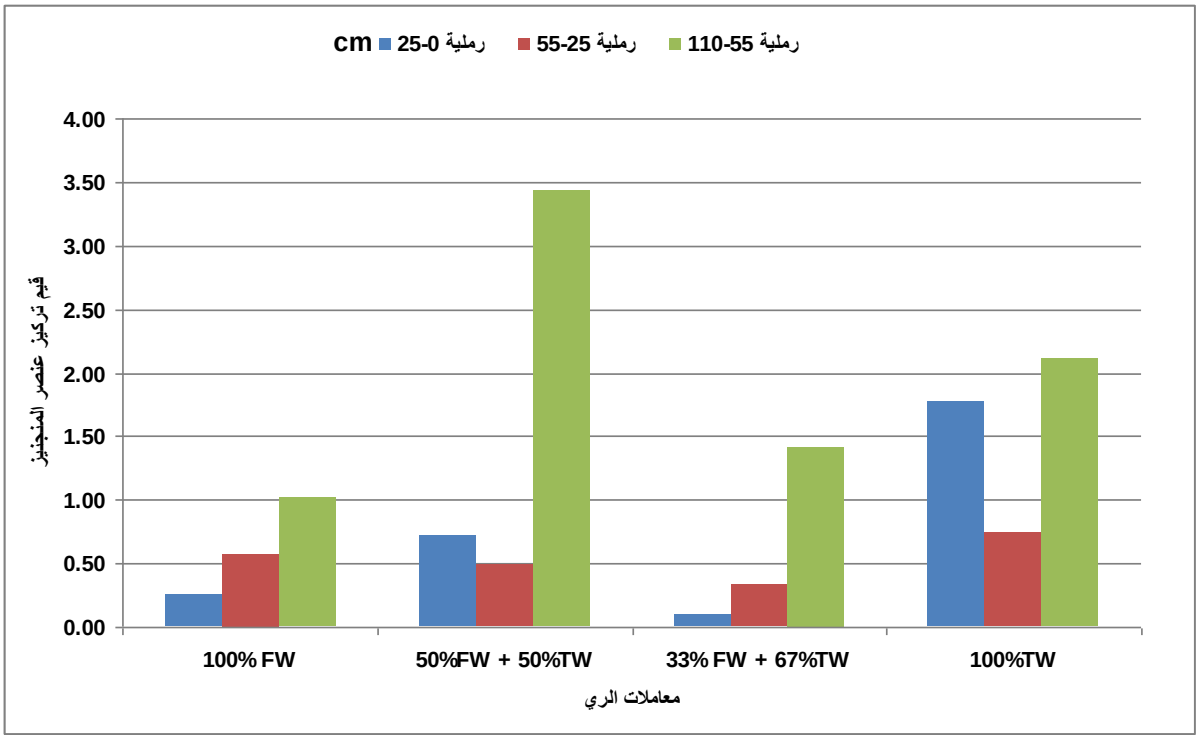
أظهرت نتائج التحليل الإحصائي لتأثير العوامل المدروسة من حيث, نوعية مياه الري (4 مستويات) وعمق التربة (3 مستويات) وكذلك نوع التربة (مستويان) على قيم تركيز عنصر المنجنيز(ppm Mn,) **لمستخلص التربة في (ملحق 2- 14) . إنه لا يوجد تأثير معنوي لنوع المياه ونوع التربة، وكذلك التفاعل بين نوعية المياه/ وعمق التربة, والتفاعل بين نوعية المياه ونوع التربة والتفاعل بين عمق التربة ونوع التربة, والتفاعل بين العوامل الثلاثة مجتمعة.**

في حين أظهر التحليل الإحصائي إنه يوجد تأثير معنوي لعمق التربة، ويوضح الجدول(62) بأنه يوجد فروق معنوية بين متوسطات قيم تركيز عنصر المنجنيز **لمستخلص التربة لنوعية المياه وأعماق التربة, وسجلت المعاملة الرابعة لنوعية المياه أعلي تركيز لعنصر** المنجنيز (1.61ppm) **بينما أقل تركيز لعنصر** المنجنيز (0.42 ppm) **كان في المعاملة الثالثة وبفارق معنوي .أما بالنسبة لنوعية التربة لتركيز عنصر** المنجنيز **فنلاحظ إنه لا يوجد فروق معنوية. أما بالنسبة لتوزيع تركيز أيون المنجنيز مع الأعماق فنلاحظ أنها سجلت متوسطات أعماق التربة فروق معنوية في قيمة تركيز عنصر** المنجنيز **وكانت أقل قيمة** (0.51 ppm) **في العمق**(25-55 cm) **وبفارق غير معنوي عن العمق** (0 -25 cm)**, وأعلي قيمة لتركيز عنصر** المنجنيز (1.94 ppm) **كان في العمق** (55 -110cm)**.**

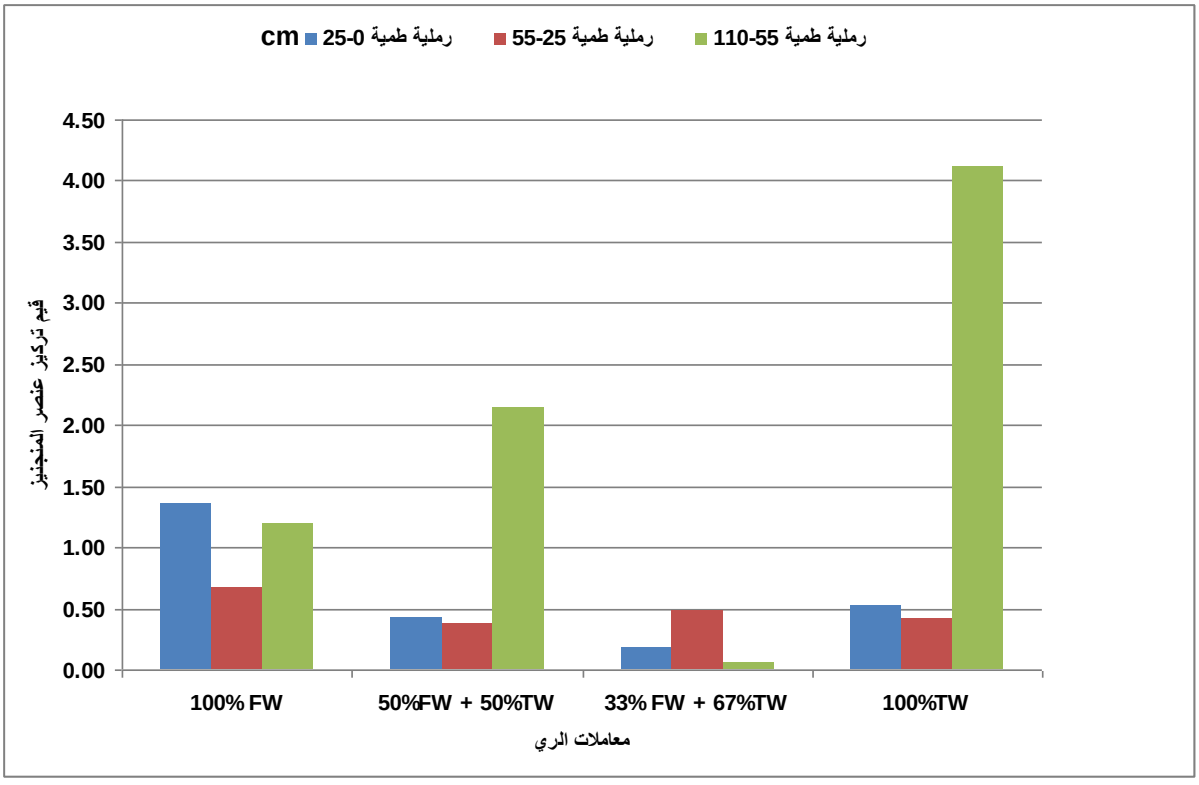
جدول (62) : متوسطات قيم تركيز عنصر المنجنيز (Mn, ppm) لمستخلص التربة لمستويات العوامل المدروسة وقيم أقل فرق معنوي لكل منها.

العوامل	المستويات				$LSD_{0.05}$
	1	2	3	4	
التربة	a 1.08	a 0.99			0.71
العمق	b 0.66	b 0.51	a 1.94		0.87
نوعية المياه	a b 0.85	a b 1.26	b 0.42	a1.61	1.01

- **المتوسطات التي لها نفس الحروف لا توجد بينها فروق معنوية عند مستوي احتمالية 5% تبعا لاختبار أقل فرق معنوي (LSD).**
- **البيانات تمثل متوسط قراءات ثلاثة مكررات داخل كل عمود تربة.**



شكل (27): متوسطات قيم تركيز عنصر المنجنيز (ppm) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.



شكل (28): متوسطات قيم تركيز عنصر المنجنيز (ppm) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

4-3-5- 3- تركيز عنصر الزنك (Zn):-

من النتائج الموضحة في الجدول (63) **والشكل** (29) **لمتوسطات قيم تركيز عنصر** الزنك **تحت معاملات الري المختلفة مع العمق للتربة الرملية. يتضح أن عنصر** الزنك **لمستخلص التربة** (5:1) **في الطبقة السطحية** (0 -25cm) **وجد في معاملة نوعية المياه الثانية فقط** (0.51 ppm) **وفي العمق** (-2555 cm) **تراوحت قيم تركيز عنصر** الزنك **ما بين** (0.00 -2.45 ppm) **وفي العمق** (110 cm -55) **تراوحت القيم ما بين** (0.76 -2.83 ppm)**، وهناك تفاوت في قيم تركيز عنصر** الزنك **في معاملات الري المختلفة للتربة الرملية.**

جدول (63): متوسطات قيم تركيز عنصر الزنك (Zn, ppm) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

نوعية المياه	العمق (cm)		
	0- 25	25- 55	55- 110
100% FW	0.00	2.45	0.76
50%FW + 50%TWW	0.51	1.38	2.74
33% FW + 67%TWW	0.00	0.07	2.32
100%TWW	0.00	0.00	2.83

- الماء العذب Fresh Water (FW) - ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

من النتائج الموضحة في الجدول (64) **والشكل** (30) **لمتوسطات قيم تركيز عنصر** الزنك **تحت معاملات الري المختلفة مع العمق للتربة الرملية الطميئية. إتضح أن عنصر** الزنك **لمستخلص التربة** (5:1) **في الطبقة السطحية** (0 -25 cm) **وجد مع نوعية المياه الأولي** (100% FW) **فقط وكان تركيزه** (0.35 ppm)**، وفي العمق** (25-55 cm) **لا يوجد تركيز لعنصر الزنك، وفي العمق** (55 -110 cm) **تراوحت القيم ما بين** (0.00 -1.51 ppm)**، لا يوجد تركيز لعنصر الزنك في معاملة الري لنوعية المياه الثانية** (50%FW + 50%TW) **وهناك تفاوت في قيم تركيز عنصر** الزنك **في معاملات الري المختلفة للتربة الرملية الطميئية.**

جدول (64): متوسطات قيم تركيز عنصر الزنك (Zn, ppm) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

نوعية المياه	العمق (cm)		
	0- 25	25- 55	55- 110
100% FW	0.35	0.00	0.00
50%FW + 50%TWW	0.00	0.00	0.00
33% FW + 67%TWW	0.00	0.00	1.51
100%TWW	0.00	0.00	0.65

- الماء العذب Fresh Water (FW) - ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي لتأثير العوامل المدروسة من حيث, نوعية مياه الري (4 مستويات) وعمق التربة (3 مستويات) وكذلك نوع التربة (مستويان) علي قيم تركيز عنصر الزنك (Zn, ppm) **لمستخلص التربة في (ملحق 2- 15) . إنه لا يوجد تأثير معنوي لنوعية المياه، وكذلك التفاعل بين نوعية المياه وعمق التربة, والتفاعل بين نوعية المياه ونوع التربة, والتفاعل بين العوامل الثلاثة مجتمعة.**

في حين أظهرت نتائج التحليل الإحصائي إنه يوجد تأثير معنوي لعمق التربة ونوع التربة, وكذلك التفاعل بين عمق التربة ونوع التربة. ويوضح الجدول (65) بأنه يوجد فروق معنوية بين متوسطات قيم تركيز عنصر الزنك **لمستخلص التربة لنوع التربة , وأعماق التربة, ولا يوجد تأثير معنوي لمعاملات نوعية المياه وسجلت معاملة نوعية المياه الثانية اعلي تركيز لعنصر** الزنك **(1.27ppm) واقل تركيز لعنصر** الزنك

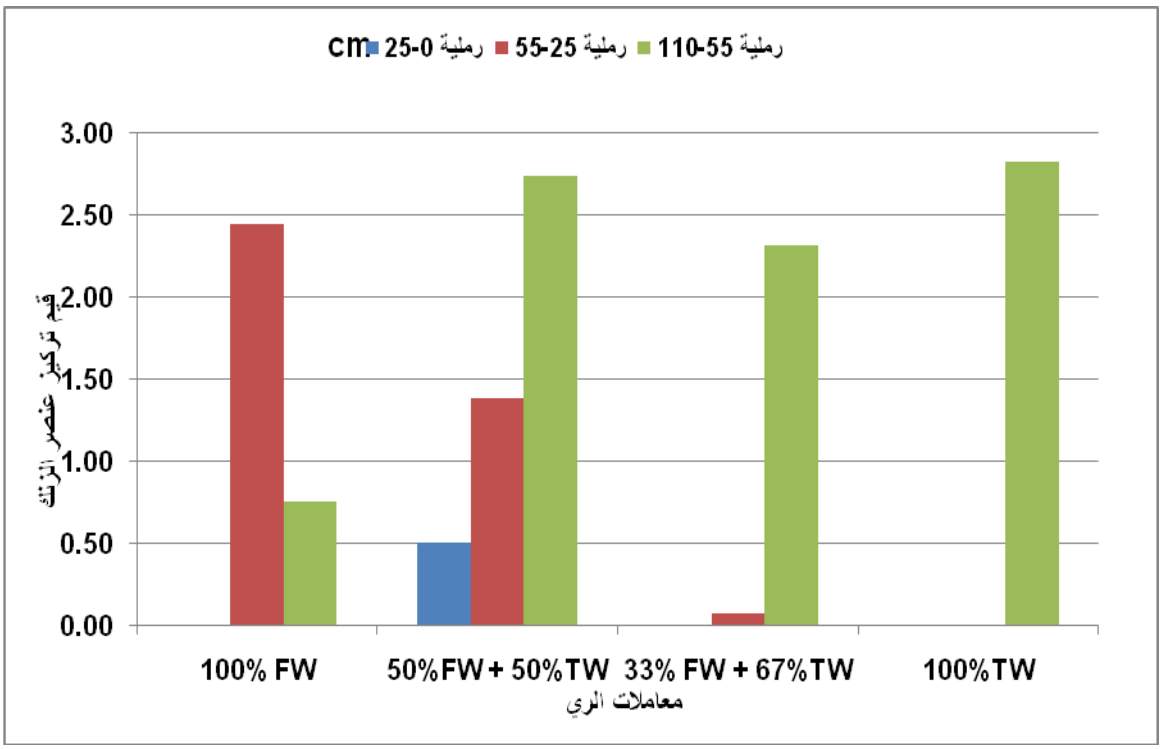
(0.59 ppm) في معاملة الري الأولي (100% FW) وبفارق غير معنوي .

وبالنسبة لنوعية التربة فنلاحظ أن سجلت متوسطات نوع التربة فروق معنوية في قيمة تركيز عنصر الزنك كانت القيمة الأقل (0.21 ppm) للتربة الأولي (الرملية الطميئية) بينما القيمة الأعلى (1.36pm) كانت للتربة الثانية (الرملية) . أما بالنسبة لتوزيع تركيز عنصر الزنك مع الأعماق فنلاحظ أن متوسطات أعماق التربة سجلت فروق معنوية في قيمة تركيز عنصر الزنك وكان أقل قيمة (0.11 ppm) في العمق (0 -25 cm) وبفارق غير معنوي علي العمق (25-55 cm)، وأعلي قيمة لتركيز عنصر الزنك **(1.76 ppm) كانت في العمق (55 - 110 cm).**

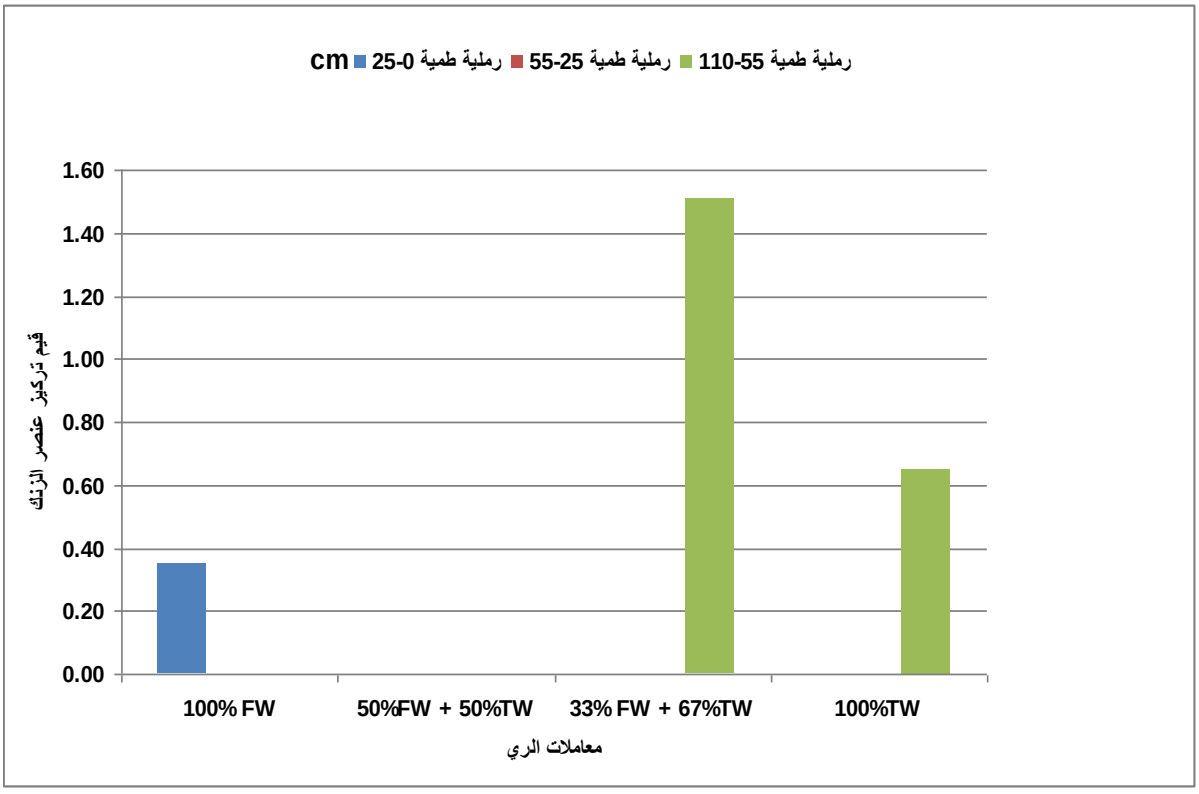
جدول (65): متوسطات قيم تركيز عنصر الزنك (Zn, ppm) لمستخلص التربة لمستويات العوامل المدروسة وقيم أقل فرق معنوي لكل منها.

العوامل	المستويات				$LSD_{0.05}$
	1	2	3	4	
التربة	b 0.21	a 1.36			0.67
العمق	b 0.11	b 0.49	a 1.76		0.83
نوعية المياه	a 0.59	a 1.27	a 0.65	a 0.63	0.95

- **المتوسطات التي لها نفس الحروف لا توجد بينها فروق معنوية عند مستوي احتمالية 5% تبعا لاختبار اقل فرق معنوي (LSD). والبيانات تمثل متوسط قراءات ثلاثة مكررات داخل كل عمود تربة.**



شكل (29): متوسطات قيم تركيز عنصر الزنك (ppm) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.



شكل (30): متوسطات قيم تركيز عنصر الزنك (ppm) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

4-3-5-4- تركيز عنصر النحاس (Cu):

من النتائج الموضحة في الجدول (66) والشكل (31) لمتوسطات قيم تركيز عنصر النحاس تحت معاملات الري المختلفة مع العمق للتربة الرملية. يتضح أن قيم تركيز عنصر النحاس (ppm) لمستخلص التربة (5:1) في الطبقة السطحية (0 -25 cm) تراوحت بين(2.21 ppm -0.04)، وفي العمق (25-55 cm) تراوحت بين (2.19 ppm -0.13) وفي العمق (55 – 110 cm) تراوحت بين (2.16 ppm -0.14)، وهناك تفاوت في قيم تركيز عنصر النحاس (ppm) في معاملات الري المختلفة للتربة الرملية.

جدول (66): متوسطات قيم تركيز عنصر النحاس (Cu, ppm) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

نـوعـية المياه	العمق (cm)		
	25 -0	55 -25	110 -55
100% FW	1.51	1.51	1.49
50%FW + 50%TWW	2.19	2.19	2.13
33% FW + 67%TWW	0.04	0.13	0.14
100%TWW	2.21	2.16	2.16

- الماء العذب Fresh Water (FW) - ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

ومن النتائج الموضحة في الجدول (67) والشكل (32) لمتوسطات قيم تركيز عنصر النحاس تحت معاملات الري المختلفة مع العمق للتربة الرملية الطميئية. إتضح أن قيم تركيز عنصر النحاس (ppm) لمستخلص التربة (5:1) في الطبقة السطحية (0 −25 cm) تراوحت بين (0.88 ppm– 0.76)، وفي العمق (25-55 cm) تراوحت القيم بين (0.82 ppm −0.68) وفي العمق (55 – 110 cm) تراوحت القيم بين (0.82 ppm −0.72)، وهناك تفاوت في قيم تركيز عنصر النحاس (ppm) في معاملات الري المختلفة للتربة الرملية الطميئية.

جدول (67): متوسطات قيم تركيز عنصر النحاس (Cu, ppm) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

نـوعـية الميـاه	العمق (cm)		
	25 -0	55 -25	110 -55
100% FW	0.79	0.68	0.82
50%FW + 50%TWW	0.86	0.75	0.72
33% FW + 67%TWW	0.88	0.77	0.78
100%TWW	0.76	0.82	0.75

- الماء العذب Fresh Water (FW) - ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

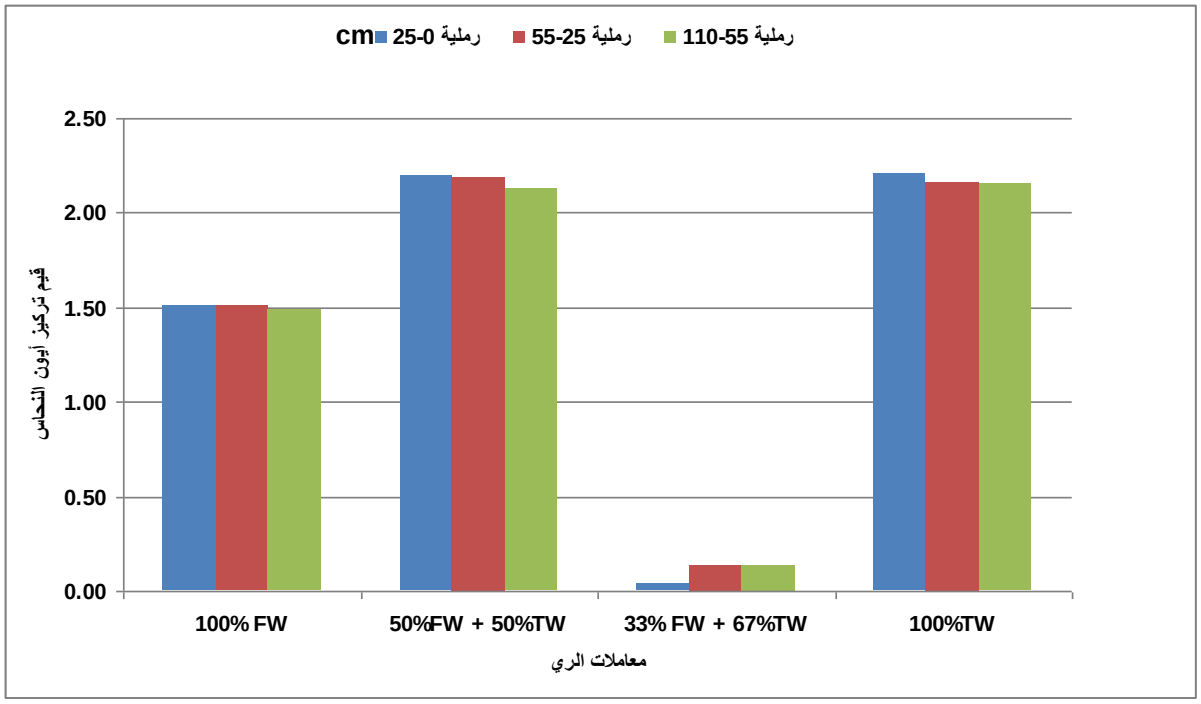
أظهرت نتائج التحليل الإحصائي لتأثير العوامل المدروسة من حيث, نوعية مياه الري (4 مستويات) وعمق التربة (3 مستويات) وكذلك نوع التربة (مستويان) علي قيم تركيز عنصر النحاس(Cu, ppm) **لمستخلص التربة في (ملحق 2- 12) . إنه لا يوجد تأثير معنوي لعمق التربة , وكذلك التفاعل بين نوعية المياه وعمق التربة , و التفاعل بين عمق التربة ونوع التربة , والتفاعل بين العوامل الثلاثة مجتمعة. وفي حين أظهرت نتائج التحليل الإحصائى إنه يوجد تأثير معنوي بين نوعية المياه ونوع التربة وكذلك التفاعل بين نوعية المياه/ ونوع التربة. ويوضح الجدول (68) بأنه يوجد فروق معنوية بين متوسطات قيم تركيز عنصر النحاس (ppm) لمستخلص التربة لنوعية المياه , ونوع التربة, سجلت معاملة نوعية المياه الثالثة اعلي تركيز لعنصر النحاس وبفارق غير معنوي علي المعاملة الأولي والرابعة في حين كان اقل تركيز لعنصر النحاس في معاملة الري الثانية** (50%FW + 50%TW) **وبفارق معنوي عن بقية المعاملات.**

أما بالنسبة لتوزيع تركيز أيون النحاس مع الأعماق فنلاحظ إنه لا يوجد فروق معنوية بين الأعماق الثلاثة وبالنسبة لنوعية التربة فنلاحظ أن متوسطات نوع التربة سجلت فروق معنوية في قيمة تركيز عنصر النحاس وكانت القيمة الأقل (0.78 ppm) **لقيم تركيز عنصر النحاس للتربة الأولي (الرملية الطميئية) والقيمة الأعلى** (1.49 ppm) **لقيم تركيز عنصر النحاس للتربة الثانية (الرملية) .**

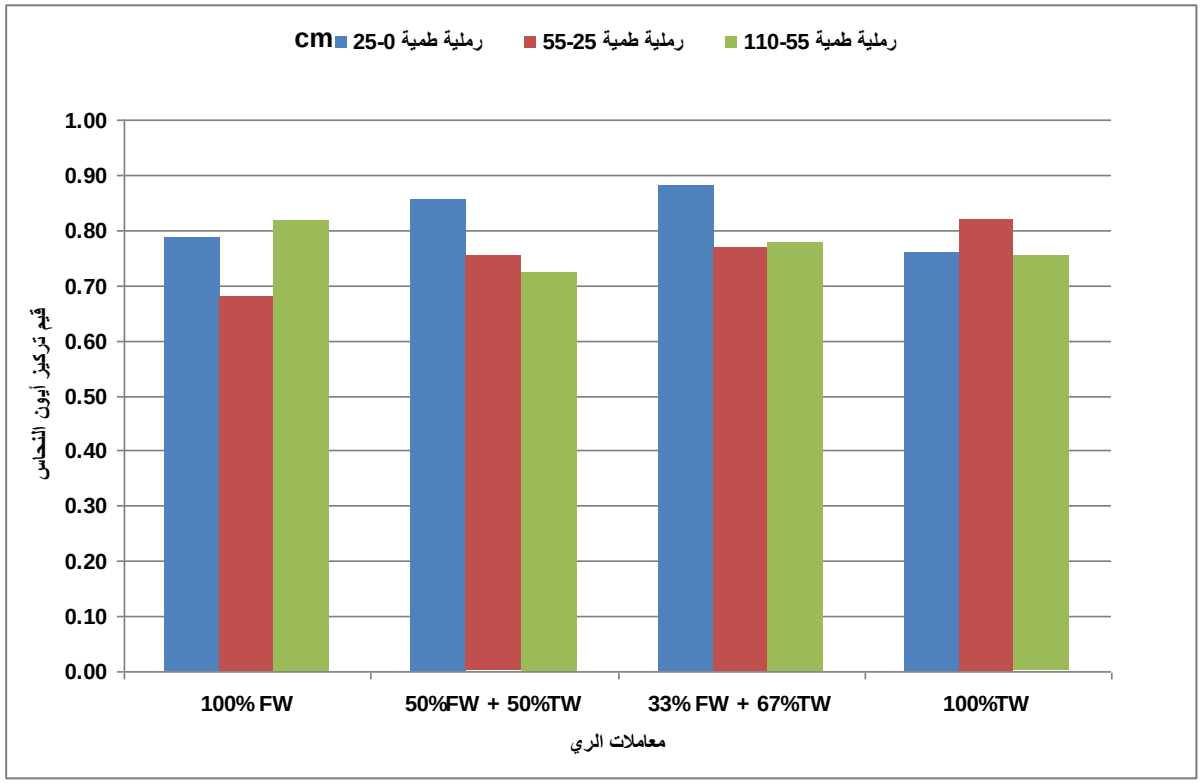
جدول (68): متوسطات قيم تركيز عنصر النحاس (Cu, ppm) لمستخلص التربة لمستويات العوامل المدروسة وقيم أقل فرق معنوي لكل منها.

العوامل	المستويات				$LSD_{0.05}$
	1	2	3	4	
التربة	b 0.78	a 1.49			0.44
العمق	a 1.15	a 1.13	a 1.12		0.54
نوعية المياه	a 1.13	b 0.46	a 1.48	a 1.48	0.63

- **المتوسطات التي لها نفس الحروف لا توجد بينها فروق معنوية عند مستوي احتمالية 5% تبعا لاختبار أقل فرق معنوي (LSD).**
- **البيانات تمثل متوسط قراءات ثلاثة مكررات داخل كل عمود تربة.**



شكل (31): متوسطات قيم تركيز عنصر النحاس (ppm) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.



شكل (32): متوسطات قيم تركيز عنصر النحاس (ppm) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

4-3-5-5- تركيز عنصر الرصاص (Pb):

من النتائج الموضحة في الجدول(69) **والشكل** (33) **لمتوسطات قيم تركيز عنصر** الرصاص **تحت معاملات الري المختلفة مع العمق للتربة الرملية. يتضح أن قيم تركيز عنصر** الرصاص **لمستخلص التربة** (5:1) **في الطبقة السطحية** (0 -25 cm) **بين** (0.90 -1.70 ppm)**، وفي العمق** (25-55cm) **تراوحت بين** (0.84 -1.75 ppm)**، وفي العمق** (55 -110 cm) **تراوحت بين** (1.22 -1.90 ppm)**، وهناك تفاوت في قيم تركيز عنصر الرصاص في معاملات الري المختلفة للتربة الرملية.**

جدول (69): متوسطات قيم تركيز عنصر الرصاص المتاح (Pb, ppm) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

نـوعـية الميـاه	العمق (cm)		
	25 -0	55 -25	110 -55
100% FW	0.90	0.84	1.70
50%FW + 50%TWW	1.52	1.40	1.22
33% FW + 67%TWW	1.70	1.75	1.90
100%TWW	1.50	1.15	1.51

- الماء العذب Fresh Water (FW) - ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

ومن النتائج الموضحة في الجدول (70) **والشكل** (34) **لمتوسطات قيم تركيز عنصر** الرصاص **تحت معاملات الري المختلفة مع العمق للتربة الرملية الطميئية. إتضح أن قيم تركيز عنصر** الرصاص **لمستخلص التربة** (5:1) **في الطبقة السطحية** (0 -25 cm) **تراوحت بين**(0.91 –1.22 ppm)**، وفي العمق** (25-55 cm) **تراوحت بين** (0.44 -0.82 ppm) **وفي العمق** (55 - 110 cm) **تراوحت بين** (0.47 -0.97 ppm)**، وهناك تفاوت في قيم تركيز عنصر** الرصاص **في معاملات الري المختلفة للتربة الرملية الطميئية.**

جدول (70): متوسطات قيم تركيز عنصر الرصاص (Pb, ppm) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

نـوعـية المياه	العمق (cm)		
	25 -0	55 -25	110 -55
100% FW	0.97	0.44	0.47
50%FW + 50%TWW	1.22	0.82	0.73
33% FW + 67%TWW	0.91	1.15	0.97
100%TWW	1.01	1.31	0.85

- الماء العذب Fresh Water (FW) - ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي لتأثير العوامل المدروسة من حيث، نوعية مياه الري (4 مستويات) وعمق التربة (3 مستويات) وكذلك نوع التربة (مستويان) علي قيم تركيز عنصر الرصاص (ppm ,pb) **لمستخلص التربة في (ملحق 2- 13) . إنه لا يوجد تأثير معنوي لنوع المياه وعمق التربة، وكذلك التفاعل بين نوعية المياه وعمق التربة، والتفاعل بين نوعية المياه ونوع التربة والتفاعل بين عمق التربة ونوع التربة، والتفاعل بين العوامل الثلاثة مجتمعة.**

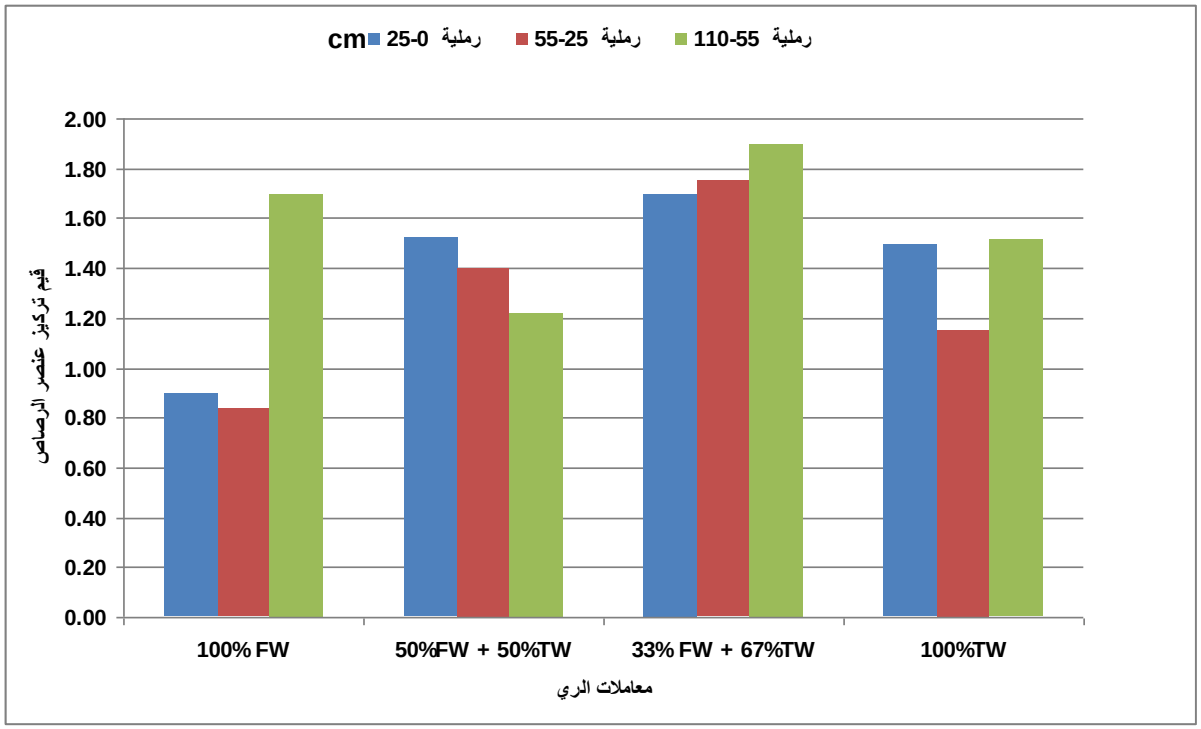
وفي حين أظهرت نتائج التحليل الإحصائي إنه يوجد تأثير معنوي لنوع التربة، ويوضح الجدول (71) بأنه يوجد فروق معنوية أيضا بين متوسطات قيم تركيز عنصر الرصاص (ppm) لمستخلص التربة لنوعية المياه , وسجلت المعاملة الثالثة لنوعية المياه أعلي تركيز (1. 39 ppm) وبفارق غير معنوي عن المعاملة الثانية والرابعة في حين كان اقل تركيز لعنصر الرصاص (0.89 ppm) في معاملة الري الأولي (50%FW + 50%TW) وبفارق معنوي عن بقية العوامل.

أما بالنسبة لتوزيع تركيز عنصر الرصاص مع العمق فنلاحظ إنه لا يوجد فروق معنوية. وبالنسبة لنوعية التربة فنلاحظ أن متوسطات نوع التربة سجلت فروق معنوية في قيمة تركيز عنصر الرصاص وكانت القيمة الأقل (0.91 ppm) للتربة الأولي (الرملية الطميئية) والقيمة الأعلى (1.42 ppm) للتربة الثانية (الرملية) .

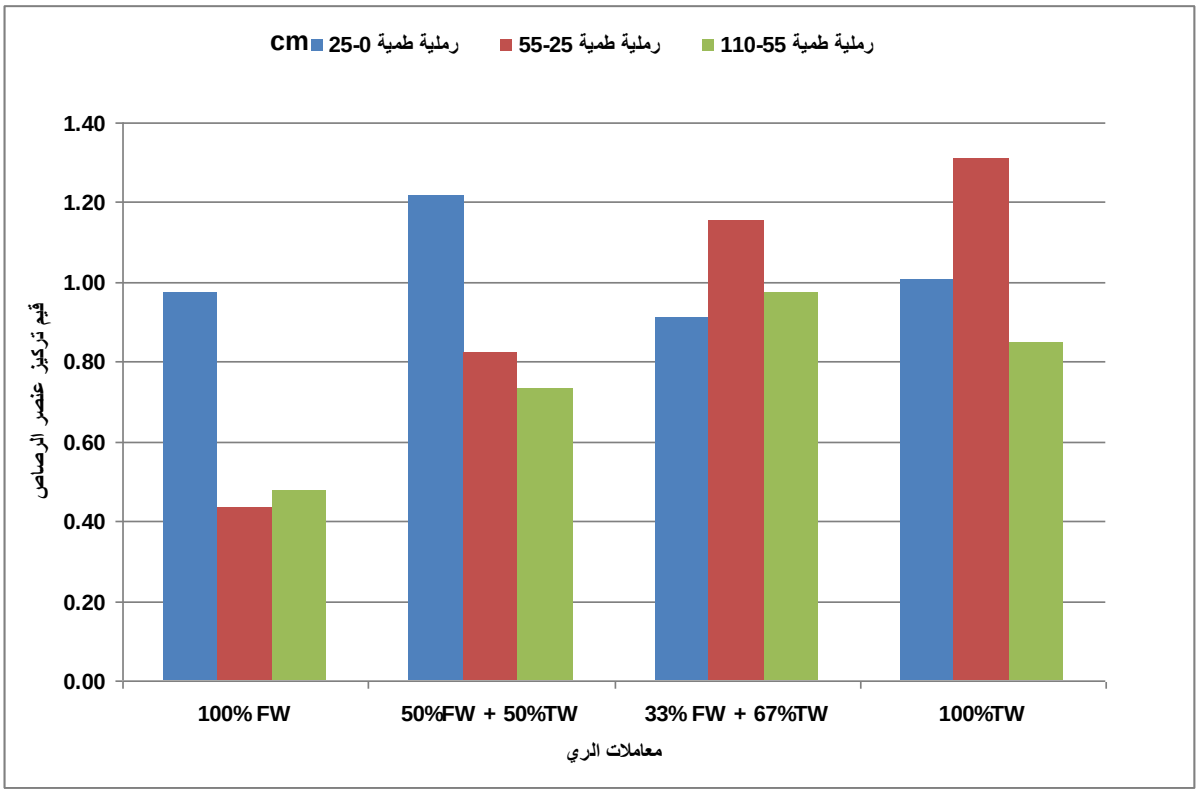
جدول (71): الفروق بين متوسطات قيم تركيز عنصر الرصاص (Pb, ppm) لمستخلص التربة لمستويات العوامل المدروسة وقيم أقل فرق معنوي لكل منها.

العوامل	المستويات				$LSD_{0.05}$
	1	2	3	4	
التربة	b 0.91	a 1.42			0.29
العمق	a 1.22	a 1.11	a 1.17		0.36
نوعية المياه	b 0.89	a b 1.15	a 1.39	a b 1.22	0.41

- **المتوسطات التي لها نفس الحروف لا توجد بينها فروق معنوية عند مستوي احتمالية 5% تبعا لاختبار أقل فرق معنوي (LSD).**
- **البيانات تمثل متوسط قراءات ثلاثة مكررات داخل كل عمود تربة.**



شكل (33): متوسطات قيم تركيز عنصر الرصاص (ppm) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.



شكل (34): متوسطات قيم تركيز عنصر الرصاص (ppm) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

4-3-5-6- تركيز عنصر النيكل (Ni):-

من النتائج الموضحة في الجدول (72) والشكل (35) لمتوسطات قيم تركيز عنصر النيكل تحت معاملات الري المختلفة مع العمق للتربة الرملية. يتضح أن عنصر النيكل لمستخلص التربة (5:1) في الطبقة السطحية (0 -25 cm) فقط في معاملة الري الثالثة لنوعية المياه (33% FW+ 67%TWW) كانت القيمة (0.24 ppm)، وتراوحت القيم في العمق (25-55 cm) ما بين (0 – 0.47 ppm)، وفي العمق (55 −110 cm) تراوحت قيمة عنصر النيكل ما بين(0 – 0.45 ppm)، وعموما فان عنصر النيكل في معاملات الري المختلفة للتربة الرملية يوجد بتركيزات قليلة إلي معدومة.

جدول (72): متوسطات قيم تركيز عنصر النيكل (Ni, ppm) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

نوعية المياه	العمق (cm)		
	0- 25	25 -55	55 -110
100% FW	0.00	0.00	0.00
50%FW + 50%TWW	0.00	0.12	0.33
33% FW + 67%TWW	0.24	0.00	0.00
100%TWW	0.00	0.47	0.45

- الماء العذب Fresh Water (FW) - ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

ومن النتائج الموضحة في الجدول (73) والشكل (35) لمتوسطات قيم تركيز عنصر النيكل (Ni, ppm) تحت معاملات الري المختلفة مع التربة للتربة الرملية الطميئية. يتضح أن قيم النيكل في الطبقة السطحية (0 -25 cm) تراوحت القيم ما بين (0 – 0.25 ppm)، وفي العمق (25-55 cm) تراوحت القيم ما بين(0 – 0.16 ppm)، وفي العمق (55 −110 cm) تراوحت القيم ما بين (0 – 0.11 ppm)، وهناك تقارب في قيم تركيز عنصر النيكل في معاملات الري المختلفة للتربة الرملية الطميئية. وفي بعض معاملات الري وبعض الأعماق لا يوجد عنصر النيكل .

جدول (73): متوسطات قيم تركيز عنصرالنيكل المتاح (Ni, ppm) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

نوعية المياه	العمق (cm)		
	0- 25	25 -55	55 -110
100% FW	0.08	0.11	0.11
50%FW + 50%TWW	0.25	0.00	0.00
33% FW + 67%TWW	0.00	0.16	0.01
100%TWW	0.25	0.00	0.00

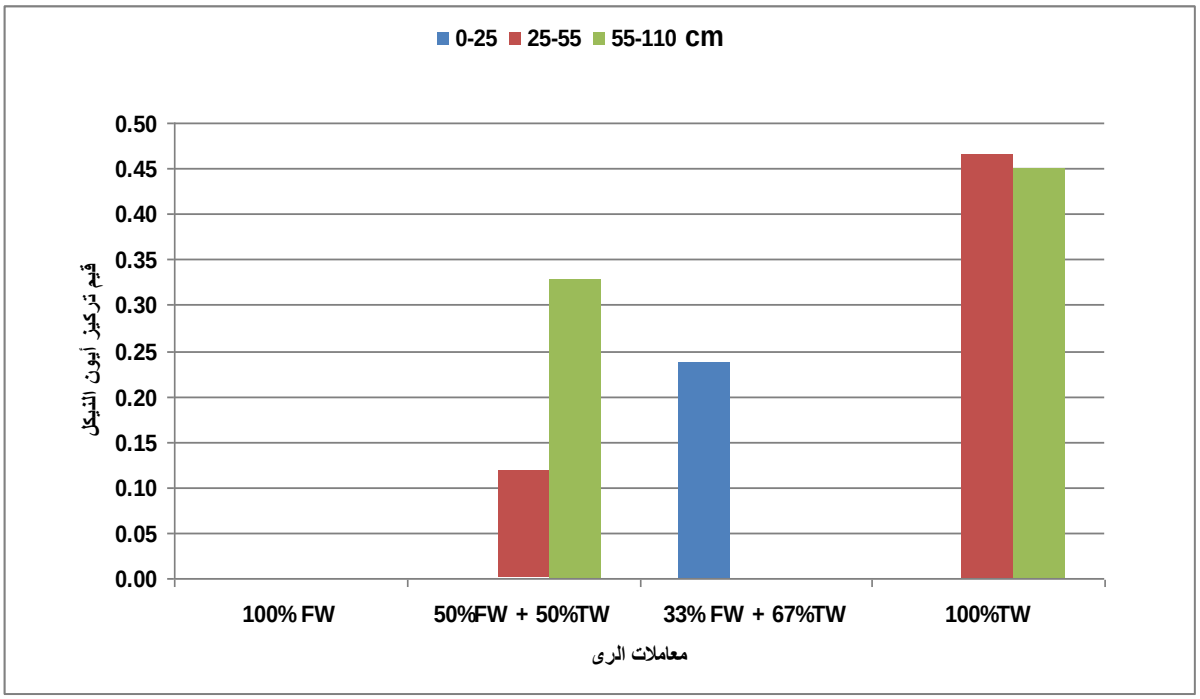
- الماء العذب Fresh Water (FW) - ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

وقد أظهرت نتائج التحليل الإحصائي لتأثير العوامل المدروسة، من حيث نوعية مياه الــري (4 مستويات) وعمق التربة (3 مستويات) وكذلك نوع التربة (مستويان) علي قيم تركيز عنصر النيكل في مستخلص التربة في (ملحق 2– 10). إنه لا يوجد تأثير معنوي لكل من نوع المياه، وعمق التربة وكذلك التفاعل بينهما. وكذلك لايوجد تأثير معنوي بين التفاعل عمق التربة والتفاعل بين العوامل الثلاث مجتمعة. وأظهرت التحليل الإحصائى أن هناك تأثير معنوي لنوع التربة وكذلك التفاعل بين نوعية المياه ونوع التربة. ويوضح الجدول(74) بأنه يوجد فروق معنوية بين متوسطات قيم تركيز عنصر النيكل لمستخلص التربة لنوعية المياه , ونوع التربة. وأن هناك زيادة في محتوي التربة من تركيز عنصر النيكل بزيادة نسبة خلط مياه الصرف الصحي مع المياه العذبة، حيت سجلت معاملة الري بمياه الصرف 100% أعلي قيمة (0.21 ppm). ونلاحظ أن لا يوجد فروق معنوية بين معاملات الري لنوعية المياه الثانية ونوعية المياه الرابعة وكذلك بين الأول والثالثة. في حين سجلت معاملة الري بمياه عذبــة اقل قيمة (0.07 ppm). أما بالنسبة لنوعية التربة فنلاحظ أن القيمة الأعلى (0.17ppm) كانت للتربة الثانية (الرملية) القيمة الأقل (0.07 ppm) كانت للتربة الأولي (الرملية الطميئية). ولم تسجل متوسطات معاملات أعماق التربة أي فروق معنوية في قيمة تركيز عنصر النيكل.

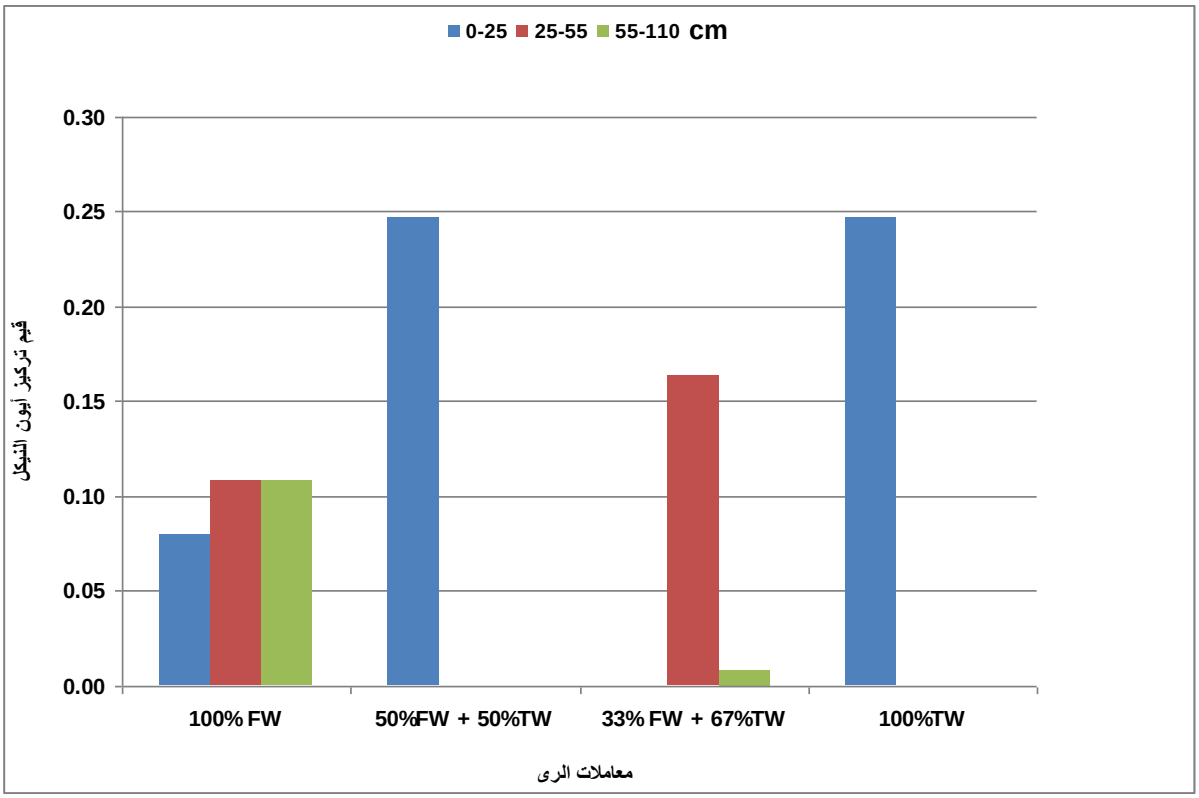
جدول (74): متوسطات قيم تركيز عنصر النيكل (Ni, ppm) لمستخلص التربــة لمستويات العوامل المدروسة وقيم أقل فرق معنوي لكل منها.

العوامل	المستويات				$LSD_{0.05}$
	1	2	3	4	
التربة	b 0.07	a 0.17			0.09
العمق	a 0.10	a 0.11	a 0.13		0.10
نوعية المياه	b 0.07	a b 0.11	b 0.07	a 0.21	0.12

- المتوسطات التي لها نفس الحروف لا توجد بينها فروق معنوية عند مستوي احتمالية 5% تبعا لاختبار أقل فرق معنوي (LSD).
- البيانات تمثل متوسط قراءات ثلاثة مكررات داخل كل عمود تربة.



شكل (35): متوسطات قيم تركيز عنصر النيكل (Ni, ppm) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.



شكل (36): متوسطات قيم تركيز عنصر النيكل (Ni, ppm) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

ومن النتائج المتحصل عليها نجد أن هناك زيادة في محتوي التربة من تركيز عنصر النيكل بزيادة نسبة خلط مياه الصرف الصحي مع المياه العذبة، حيت سجلت معاملة الري بمياه الصرف 100% أعلي قيمة (0.21ppm) . وفي حين سجلت معاملة الري بمياه عذبة أقل قيمة (0.07 ppm). ويعتبر تركيز عنصر النيكل في الحدود المسموح بها في الزراعة علي حسب منظمة الصحة العالمية والحدود المسموح بها هي (0.5ppm). ومن النتائج المتحصل عليها بالنسبة لقيم تركيز عنصر الحديد فنلاحظ إن أقل قيمة كانت(0.70 ppm) وأعلي قيمة كانت (1.47 ppm). ويعتبر تركيز عنصر الحديد في الحدود المسموح بها في الزراعة علي حسب منظمة الصحة العالمية والحدود المسموح بها هي (5 ppm). ومن النتائج المتحصل عليها بالنسبة لقيم تركيز عنصر النحاس كانت أقل قيمة (0.04 ppm) وأعلي قيمة (2.16 ppm). ويعتبر تركيز عنصر النحاس أعلى من الحدود المسموح بها في الزراعة علي حسب منظمة الصحة العالمية والحدود المسموح بها هي (0.2ppm). ومن النتائج المتحصل عليها كانت أعلي قيمة تركيز عنصر الرصاص (1.90 ppm) في حين كانت أقل قيمة (0.44 ppm). ويعتبر تركيز عنصر الرصاص في الحدود المسموح بها في الزراعة علي حسب منظمة الصحة العالمية والحدود المسموح بها هي (5ppm).أما بالنسبة لتركيز أيون المنجنيز كانت أقل قيمة (0.05 ppm)، وأعلي قيمة كانت **(3.34 ppm). ويعتبر تركيز عنصر المنجنيز أعلى من الحدود المسموح بها في الزراعة علي حسب منظمة الصحة العالمية والحدود المسموح بها هي (0.2ppm). أما بالنسبة لتركيز عنصر الزنك فان أقل قيمة كانت (0.00 ppm)، وأعلي قيمة كانت (2.83ppm). ويعتبر تركيز عنصر الرصاص في الحدود المسموح بها في الزراعة علي حسب منظمة الصحة العالمية والحدود المسموح بها هي (3ppm). كما أدى استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في الري بالنسبة للعناصر الثقيلة إلى انخفاض في قيم تركيز عنصر النيكل والحديد والرصاص وارتفاع بسيطا في قيم تركيز عنصر النحاس والزنك والمنجنيز. وأن تركيز المعادن الثقيلة والتي تشمل ايونات الرصاص و الكروم كانت منخفضة جدا.**

تم الاهتمام بدراسة محتوي المياه من بعض العناصر الثقيلة نتيجة التوسع في استخدام مياه المصارف ومياه الصرف الصحي كمصدر لمياه الري، وهناك بعض العناصر الصغرى والثقيلة مثل النحاس، الزنك الرصاص،النيكل، الزئبق، الكادميوم، والتي يؤدي تراكمها إلي حدوث أضرر بالغة بالإنسان والنبات والحيوان. وأوضح كل من (Danial and Bouma,1974) إلي أهمية الدور الذي تقوم به المواد الصلبة العالقة بمياه الصرف الصحي في التأثير علي خواص التربة الفيزيائية. وعلي تركيز العناصر الثقيلة في التربة التي تروى بهذه المياه .

وقد أشار(Korte *et al.*,1975) إلي أن المعلومات عن قوام التربة ومحتواها من الأكاسيد والكربونات تعطي قاعدة جيدة للتنبؤ بقدرة التربة علي الاحتفاظ بالعناصر النادرة والثقيلة، حيث كان لخواص التربة الكيميائية تأثيراً كبيراً علي حركة هذه العناصر أكثر من خواص العناصر نفسها. وقد لاحظوا أن إمكانية حركة هذه العناصر كانت أقل في الأراضي المعدنية التي بها مستويات عالية نسبيا من pH والقواعد المتبادلة وكان معدل الحركة يقل بالترتيب الأتي:- الكالسيوم ≥ الزنك ≥ النيكل.

وفي دراسة أخرى وجد كل من (Miller and Mcfee.,1983) أن عناصر الكادميوم والنحاس والرصاص المضافة إلي التربة سجلت اقل تركيز في الطبقة السطحية.

أجريت دراسة أخري في مصر عن تأثير الري بمياه الصرف الصحي المعالجة علي خواص التربة لمدة ثلاثة سنوات أجراها كل من (Ebd-El-Naim and Al-Awady, 1989) وقد أظهرت نتائج هذه الدراسة الآتي:-

1- **زيادة تركيز عناصر الحديد والمنجنيز والنحاس والزنك زيادة ملحوظة في محلول التربة خلال ثلاث سنوات.**
2- **زيادة تركيز عناصر الكوبلت والنيكل والكادميوم والرصاص زيادة بسيطة.**
3- **زيادة تركيز عناصر الزنك والنحاس والمنجنيز والحديد زيادة غير سامة, ولم يلاحظ أي مشاكل ظاهرية بالتربة. وكذلك أوصي الباحتان باستعمال مياه الصرف الصحي المعالجة بأمان في الأراضي الرملية.**

وتشير نتائج التحليل المعملية التي أجريت بالمعامل الفرنسية المتخصصة في هذه المجال والتي وردت في التقرير الأولى عن مشروع التوسع بالهضبة الخضراء (فييادر, 1975) أن تركيز المعادن الثقيلة والتي تشمل ايونات الرصاص والكادميوم وغيرها من عناصر ضارة أخرى كانت منخفضة جدا.

4-4- قياسات النمو المحصول:-

4-4-1-الصفات المورفولوجية:

4-4-1-1- ارتفاع النبات وطول السنبلة:

من النتائج الموضحة في الجدول(75) والشكل (37) لمتوسطات ارتفاع النبات وطول السنبلة(cm) تحت معاملات الري المختلفة للتربة الرملية الطميئية. أتضح أن ارتفاع النبات في معاملات الري المختلفة تراوحت ما بين (45.80 – 58.30 cm)، وطول السنبلة في معاملات الري المختلفة تراوحت ما بين (13.43- 15.67 cm)، وبذلك يزداد ارتفاع النبات وطول السنبلة عند خلط المياه بمياه الصرف الصحي المعالجة.

جدول (75): متوسطات ارتفاع النبات وطول السنبلة (cm) في التربة الرملية الطمييية تحت معاملات الري المختلفة.

معاملة الري	طول النبات	طول السنبلة
100% FW	45.80	13.43
50%FW + 50%TWW	58.30	14.90
33% FW + 67%TWW	51.70	15.00
TWW%100	57.47	15.67

- الماء العذب Fresh Water (FW) - ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

من النتائج الموضحة في الجدول (76) والشكل (38) لمتوسطات ارتفاع النبات وطول السنبلة (cm) تحت معاملات الري المختلفة للتربة الرملية يتضح أن ارتفاع النبات في معاملات الري المختلفة تراوحت ما بين (48.83 –56.43 cm)، وطول السنبلة في معاملات الري المختلفة تراوحت ما بين (cm 13.50 – 17.10)، وبذلك يزداد ارتفاع النبات و طول السنبلة بزيادة نسبة خلط مياه الصرف الصحي مع المياه العذبة.

جدول (76): متوسطات ارتفاع النبات وطول السنبلة (cm) في التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة.

معاملة الري	طول النبات	طول السنبلة
100% FW	48.83	13.50
50%FW + 50%TWW	56.43	16.27
33% FW + 67%TWW	55.30	15.30
TWW%100	53.23	17.10

- الماء العذب Fresh Water (FW) - ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي لتأثير العوامل المدروسة من حيث, نوعية مياه الري (4 مستويات) ونوع التربة (مستويان) علي الصفات المورفولوجية لنبات القمح لصفتي ارتفاع النبات وطول السنبلة في معاملات الري المختلفة في (ملحق 2- 16) وملحق (2- 17). أن هناك تأثير معنوي لنوعية مياه الري وفي حين أظهر التحليل الإحصائي عدم وجود تأثير معنوي لنوع التربة, وكذلك التفاعل بين العاملين مجتمعة. والجداول (77)،(78) بين متوسطات العوامل المدروسة لارتفاع النبات وطول السنبلة والفروق بينها. ويوضح الجدول (77) بأنه يوجد فروق معنوية بين متوسطات ارتفاع النبات لنوعية المياه وأن أعلي ارتفاع للنبات (55.35 cm) كان عند المعاملة الرابعة (TWW%100) وبفارق غير معنوي في المعاملة الثانية والثالثة , بينما كان أقل ارتفاع (47.32 cm) عند المعاملة الأولي (100% FW) أما بالنسبة لارتفاع النبات مع نوعية التربة فنلاحظ انه لم تسجل متوسطات نوع التربة أي فروق معنوية في ارتفاع النبات وكان القيم (53.32-53.45) للتربة الرملية والرملية الطميئية.

جدول (77): متوسطات ارتفاع النبات (cm) في النباتات لمستويات العوامل المدروسة وقيم أقل فرق معنوي لكل منها.

العوامل	المستويات				$LSD_{0.05}$
	1	2	3	4	
التربة	a 53.32	a 53.45			4.23
نوعية المياه	b 47.32	a 57.37	a 53.5	a 55.35	5.98

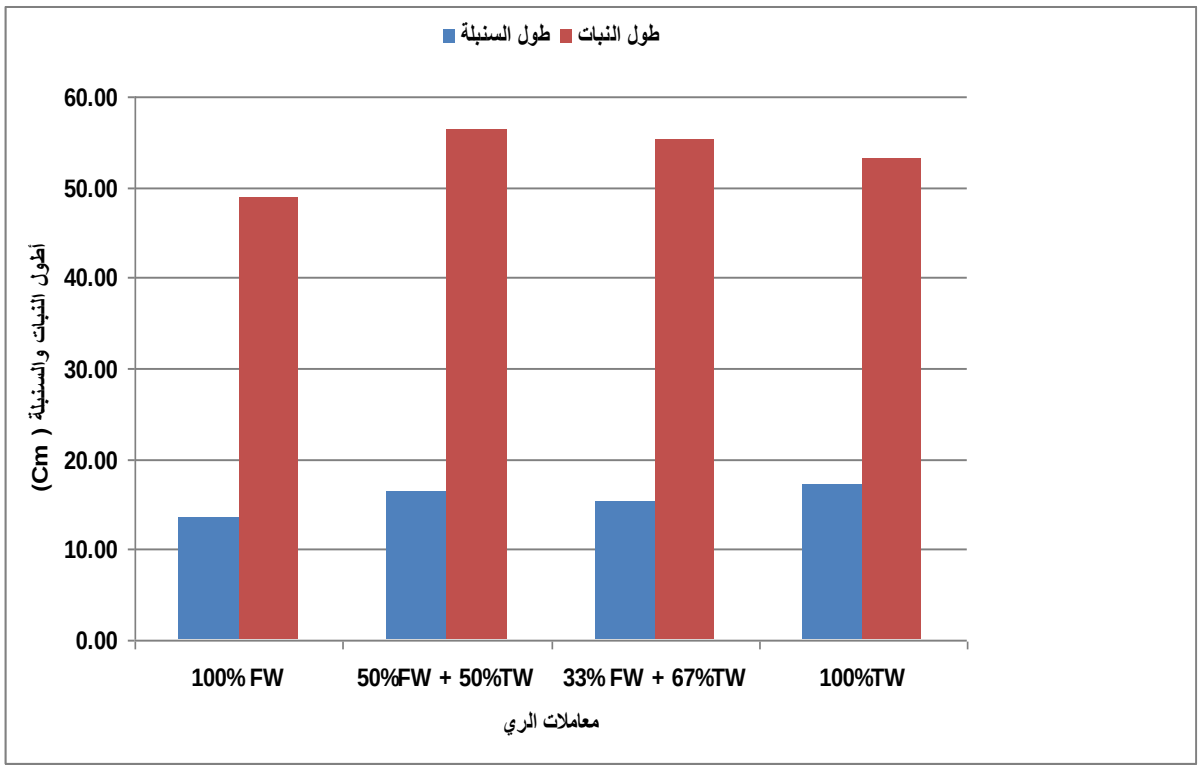
- المتوسطات التي لها نفس الحروف لا توجد بينها فروق معنوية عند مستوي احتمالية 5% تبعا لاختبار أقل فرق معنوي (LSD).
- البيانات تمثل متوسط قراءات ثلاثة مكررات داخل كل عمود تربة.

يوضح الجدول (78) بأنه توجد فروق معنوية بين متوسطات طول السنبلة لنوعية المياه ونوع التربة وأن أعلي طول للسنبلة (16.38 cm) كان عند المعاملة الرابعة (TWW%100) وبفارق غير معنوي في المعاملة الثانية , بينما كان أقل طول (13.47cm) عند المعاملة الأولي (100%FW) أما بالنسبة لطول السنبلة مع نوعية التربة فنلاحظ أن أعلي قيمة لطول السنبلة (15.54 cm) للتربة الثانية الرملية وأقل قيمة لطول السنبلة (14.75 cm) للتربة الأولي الرملية الطميئية.

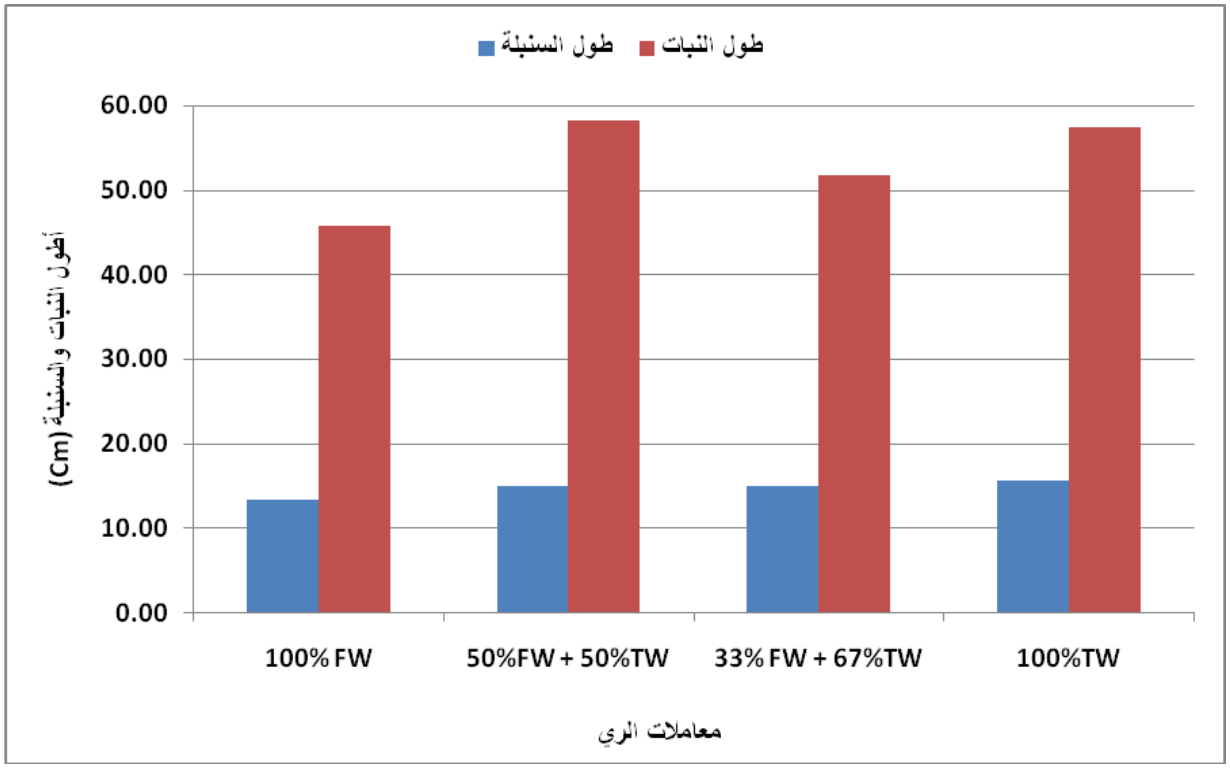
جدول(78): متوسطات طول السنبلة (cm) في النباتات لمستويات العوامل المدروسة وقيم أقل فرق معنوي لكل منها.

العوامل	المستويات				$LSD_{0.05}$
	1	2	3	4	
التربة	b 14.75	a 15.54			0.74
نوعية المياه	c 13.47	a b 15.58	b 15.15	a 16.38	1.04

- المتوسطات التي لها نفس الحروف لا توجد بينها فروق معنوية عند مستوي احتمالية 5% تبعا لاختبار أقل فرق معنوي (LSD).
- البيانات تمثل متوسط قراءات ثلاثة مكررات داخل كل عمود تربة.



شكل(37): متوسطات ارتفاع النبات وطول السنبلة (cm) في التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة.



شكل(38): متوسطات ارتفاع النبات وطول السنبلة (cm) في التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة.

4-4-2- المحصول ومكوناته:

4-4-2-1- الوزن الجاف للسنابل:

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي لتأثير العوامل المدروسة من حيث, نوعية مياه الري (4 مستويات) ونوع التربة (مستويان) علي محصول نبات القمح ومكوناته لوزن الجاف للسنابل في معاملات الري المختلفة في (ملحق 2- 18). أظهر التحليل الإحصائي عدم وجود تأثير معنوي لنوعية مياه الري ونوع التربة وكذلك التفاعل بين العاملين مجتمعة علي الوزن الجاف للسنابل.

والجدول (79) يبين الفروق المعنوية بين متوسطات الوزن الجاف للسنابل في النباتات لمستويات العوامل المدروسة وقيم أقل فرق معنوي لكل منها.ويوضح الجدول بأنها يوجد فروق معنوية بين متوسطات الوزن الجاف للسنابل في النباتات لنوعية المياه. أن أعلي وزن للسنابل (5.39 ton/ha) كان عند المعاملة الثالثة (33% FW + 67%TWW) وبفارق غير معنوي عن المعاملة الثانية والرابعة بينما كان أقل وزن للسنابل (3.61 ton/ha) كان عند المعاملة الأولي (100% FW) أما بالنسبة للوزن الجاف السنابل مع نوعية التربة فنلاحظ انه لم تسجل متوسطات نوع التربة أي فروق معنوية وكانت القيم (4.28 ton/ha - 4.91) للتربة الأولي والثانية علي التوالي.

جدول (79): متوسطات الوزن الجاف للسنابل (ton/ha) لنبات القمح لمستويات العوامل المدروسة وقيم أقل فرق معنوي لكل منها.

العوامل	المستويات				$LSD_{0.05}$
	1	2	3	4	
التربة	a 4.91	a 4.28			0.99
نوعية المياه	b 3.61	a b 4.82	a 5.39	a b 4.56	1.41

- المتوسطات التي لها نفس الحروف لا توجد بينها فروق معنوية عند مستوي احتمالية 5% تبعا لاختبار أقل فرق معنوي (LSD).
- البيانات تمثل متوسط قراءات ثلاثة مكررات داخل كل عمود تربة.

4-4-2-2- الوزن الجاف للمجموع الخضري:

أظهر نتائج التحليل الإحصائي لتأثير العوامل المدروسة من حيث, نوعية مياه الري (4 مستويات) ونوع التربة (مستويان) علي محصول نبات القمح ومكوناته لوزن الجاف للمجموع الخضري في معاملات الري المختلفة في (ملحق 2- 19). أظهرت نتائج التحليل الإحصائي عدم وجود تأثير معنوي لنوعية مياه الري ونوع التربة , وكذلك التفاعل بين العاملين مجتمعة علي الوزن الجاف للمجموع الخضري.

الجدول (80) يبين متوسطات الوزن الجاف للمجموع الخضري في النباتات لمستويات العوامل المدروسة وقيم أقل فرق معنوي لكل منها.

ويوضح الجدول (80) بأنه توجد فروق معنوية بين متوسطات الوزن الجاف للمجموع الخضري في النباتات لنوعية المياه. وكان أعلي وزن للمجموع الخضري في الوزن الجاف للمجموع الخضري (6.73 ton/ha) كان عند المعاملة الثالثة (33% FW + 67%TWW) وبفارق غير معنوي عن المعاملة الثانية والرابعة , بينما كان أقل وزن جاف للمجموع الخضري (4.72 ton/ha) كان عند المعاملة الأولي (100%FW) أما بالنسبة للوزن الجاف للمجموع الخضري مع نوعية التربة فنلاحظ انه لم تسجل متوسطات نوع التربة أي فروق معنوية وكانت القيم (6.19 ton/ha - 5.77) للتربة الأول والثانية علي التوالي.

جدول (80): الفروق بين متوسطات الوزن الجاف للمجموع الخضري(ton/ha) لنبات القمح لمستويات العوامل المدروسة وقيم أقل فرق معنوي لكل منها.

العوامل	المستويات				$LSD_{0.05}$
	1	2	3	4	
التربة	a 6.19	a 5.77			1.14
نوعية المياه	b 4.72	a 6.5	a 6.73	a b 5.97	1.61

- المتوسطات التي لها نفس الحروف لا توجد بينها فروق معنوية عند مستوي احتمالية 5% تبعا لاختبار أقل فرق معنوي (LSD).
- البيانات تمثل متوسط قراءات ثلاثة مكررات داخل كل عمود تربة.

4-4- 2-3- الوزن الجاف للمجموع الجذري:

أظـــهرت نتـائج التحليـل الإحصـائي لتـأثير العوامـل المدروسـة مـن حيـث, نوعيـة ميـاه الـري (4 مستويات) ونوع التربة (مستويان) علي محصول نبات القمح ومكوناته للوزن الجاف للمجموع الجذري في معاملات الري المختلفة في (ملحق 2- 20). أظهرت نتائج التحليل الإحصائي عدم وجود تأثير معنـوي لنوعيـة ميـاه الـري ونـوع التربـة , وكـذلك التفاعـل بـين العـاملين مجتمعـة علـي الـوزن الجـاف للمجموع الجذري.

والجـدول (81) يبـين متوسـطات الـوزن الجـاف للمجمـوع الجـذري فـي النباتـات لمسـتويات العوامـل المدروسة وقيم أقل فرق معنوي لكل منها.

ويوضـح الجدول (81) بأنهـا لا توجد فـروق معنويـة بـين متوسطات الـوزن الجـاف للمجمـوع الجـذري للنباتـات لنوعيـة الميـاه. وكـان أعلـي وزن للمجمـوع الجـذري فـي نباتـات القمـح (2.73 ton/ha) عنـد المعاملـة الثانيـة (50%TWW + 50%FW) , بينمـا كـان أقـل وزن للمجمـوع الجـذري (1.68 ton/ha) عنـد المعاملـة الأولـي (100%FW) أمـا بالنسـبة للـوزن الجـاف للمجمـوع الجـذري مـع نوعيـة التربة فنلاحظ انه لم تسجل متوسطات نوع التربة أي فروق معنوية وكانـت قيم الـوزن الجـاف للمجمـوع الجذري (2.34 ton/ha- 2.16) للتربة الأولي والثانية علي التوالي.

جدول (81): متوسطات الوزن الجاف للمجمـوع الجـذري(ton/ha) لنبـات القمـح لمسـتويات العوامـل المدروسة وقيم أقل فرق معنوي لكل منها.

العـوامـل	المـسـتـويـات				$LSD_{0.05}$
	1	2	3	4	
الـتـربـة	a 2.34	a 2.16			0.89
نـوعية الميـاه	a 1.68	a 2.73	a 2.07	a 2.52	1.27

- المتوسطات التي لها نفس الحروف لا توجد بينها فروق معنوية عند مستوي احتمالية 5% تبعا لاختبار أقل فرق معنوي (LSD).
- البيانات تمثل متوسط قراءات ثلاثة مكررات داخل كل عمود.

4-4-2-4- الأوزان الجافة للسنابل والمجموع الخضري والمجموع الجذري للنباتات:

من النتائج الموضحة في الجدول(82) والشكل(39) لمتوسطات الأوزان الجافة للسنابل والمجموع الخضري والمجموع الجذري لنبات القمح تحت معاملات الري المختلفة للتربة الرملية الطميئية. اتضح أن أعلي وزن جاف للمجموع الخضري في نبات القمح (7.10 ton/ha) كان عند المعاملة الثالثة (33% FW + 67%TWW)، بينما كان أقل وزن جاف للمجموع الخضري (4.27 ton/ha) كان عند المعاملة الأولي (100%FW). وكان أعلي وزن جاف للمجموع الجذري (2.89 ton/ha) عند المعاملة الرابعة (100%TWW)، بينما كان أقل وزن جاف للمجموع الجذري (1.30 ton/ha) كان عند المعاملة الأولي (100%FW). وكان أعلي وزن جـاف للسنابل (5.17 ton/ha) عند المعاملة الثالثة (33% FW + 67%TWW)، بينما كان أقل وزن جاف للسنابـل (3.50 ton/ha) عند المعامـلة الأولي(100% FW).

جدول (82): متوسطات الأوزان الجاف للسنابل والمجموع الخضري والمجموع الجذري للنباتات القمح (ton/ha) في التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة.

نوعية المياه	المجموع السنابل	المجموع الخضري	المجموع الجذور
100% FW	3.50	4.27	1.30
50%FW + 50%TWW	5.00	6.40	2.60
33% FW + 67%TWW	5.17	7.10	2.10
TWW%100	5.08	6.00	2.89

- الماء العذب(Fresh Water (FW - ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

من النتائج الموضحة في الجدول (83) والشكل (40) لمتوسطات الأوزان الجافة للسنابل والمجموع الخضري والمجموع الجذري لنبات القمح تحت معاملات الري المختلفة للتربة الرملية. اتضح أن أعلي وزن جاف للمجموع الخضري في نبات القمح في معاملات الري المختلفة (6.10 ton/ha) كان عند المعاملة الثانية (50%FW + 50%TWW)، بينما كان أقل وزن جـاف للمجموع الخضري (ton/ha 4.80) كان عند المعاملة الأولي (100%FW). والوزن الجاف للمجموع الجذري في لنبات القمح لمعاملات الري المختلفة كانت أعلي وزن (2.60 ton/ha) في معاملات الري المختلفة كان عند المعاملة الثانية (50%FW + 50%TWW) ، بينما كان أقل وزن للمجموع الجـذري (ton/ha 1.80) عند المعاملة الأولي (100%FW). والوزن الجاف للسنابل لنبات القمح لمعاملات الري

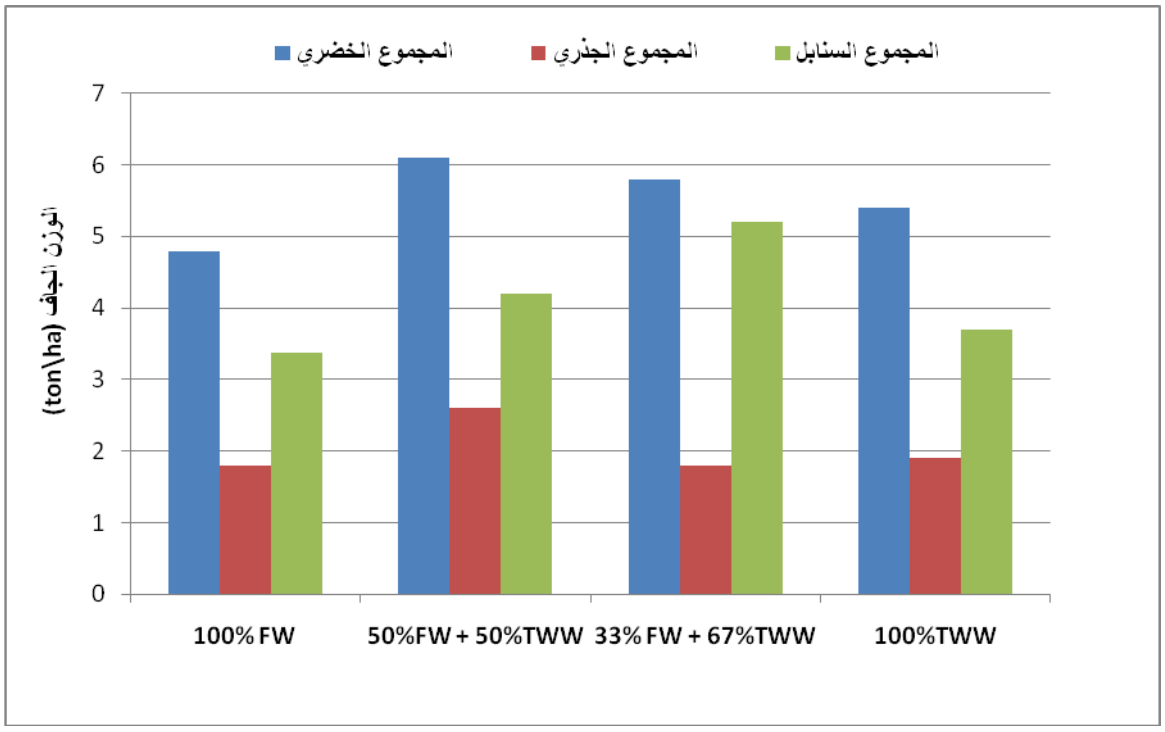
المختلفة كان أعلى وزن جاف للسنابـل (5.20 ton/ha) **عند المعاملـة الثالثـة** (33% FW + 67%TWW) **بينما كان أقل وزن جاف للسنابل** (3.37 ton/ha) **عند المعاملة** الأولي (100% FW). **وبذلك تزداد الأوزان الجافة للسنابل والمجموع الخضري والمجموع الجذري لنبات القمح تحت معاملات الري المختلفة للتربة الرملية بزيادة نسبة خلط مياه الصرف الصحي مع المياه العذبة.**

جدول (83): متوسطات الأوزان الجافة وللمجموع الخضري والمجموع الجذري والسنابل لنبات القمح (ton/ha) في التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة.

نوعية المياه	المجموع الخضري	المجموع الجذري	المجموع السنابل
100% FW	4.80	1.80	3.37
50%FW + 50%TWW	6.10	2.60	4.20
33% FW + 67%TWW	5.80	1.80	5.20
TWW%100	5.40	1.90	3.69

– الماء العذب Fresh Water (FW) – ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

شكل(39): متوسطات الأوزان الجافة للمجموع الخضري والمجموع الجذري والسنابل لنبات القمح في التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة.



شكل(40): متوسطات الأوزان الجاف للمجموع الخضري والمجموع الجذري وللسنابل لنبات القمح في التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة.

4-4-2-5- الوزن الكلي الطازج والوزن الكلى الجاف للنبات :

من النتائج الموضحة في الجدول (84) والشكل (41) لمتوسطات الوزن الكلي الطازج والوزن الكلى الجاف للنبات تحت معاملات الري المختلفة للتربة الرملية الطميئية اتضح إن الوزن الكلي الطازج للنبات في معاملات الري المختلفة تراوحت قيمته بين (9.80 – 17.05 ton/ha)، الوزن الكلى الجاف للنبات في معاملات الري المختلفة تراوحت قيمته بين (9.07 - 14.37 ton/ha)، كما نلاحظ من الجدول انه يزداد الوزن الكلي الطازج والوزن الكلى الجاف للنبات تحت معاملات الري المختلفة للتربة الرملية الطميئية عند خلط المياه بمياه الصرف الصحي المعالجة .

جدول (84): متوسطات الوزن الكلي الطازج والوزن الكلى الجاف لنبات (ton/ha) في التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة.

معاملات الري	الوزن الكلي الطازج	الوزن الكلي الجاف
100% FW	9.80	9.07
50%FW + 50%TWW	15.89	14.00
33% FW + 67%TWW	17.05	14.37
TWW %100	15.70	13.97

– الماء العذب Fresh Water (FW) – ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

من النتائج الموضحة في الجدول (85) والشكل (42) لمتوسطات الوزن الكلي الطازج والوزن الكلى الجاف للنبات تحت معاملات الري المختلفة للتربة الرملية اتضح أن الوزن الكلي الطازج للنبات في معاملات الري المختلفة تراوحت قيمته بين (11.17 -15.30 ton/ha) ، الوزن الكلى الجاف للنبات في معاملات الري المختلفة تراوحت قيمته بين (9.97 - 12.90 ton/ha)، كما نلاحظ من الجدول انه يزداد الوزن الكلي الطازج والوزن الكلى الجاف للنبات تحت معاملات الري المختلفة للتربة الرملية عند خلط المياه بمياه الصرف الصحي المعالجة .

جدول (85): متوسطات الوزن الكلي الطازج والجاف للنباتات (ton/ha) في التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة.

معاملات الري	الوزن الكلي الطازج	الوزن الكلي الجاف
100% FW	11.17	9.97
50%FW + 50%TWW	14.64	12.90
33% FW + 67%TWW	15.30	12.80
TWW%100	13.19	10.99

– الماء العذب Fresh Water (FW) – ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي لتأثير العوامل المدروسة من حيث, نوعية مياه الري (4 مستويات) ونوع التربة (مستويان) علي محصول نبات القمح ومكوناته للوزن الكلي الطازج الوزن الكلى الجاف للنبات (ton/ha) في معاملات الري المختلفة في (ملحق 2- 21). أظهر نتائج التحليل الإحصائي عدم وجود تأثير معنوي لنوعية مياه الري ونوع التربة , وكذلك التفاعل بين العاملين مجتمعة علي الصفات تحت الدراسة. والجداول (86) يبين متوسطات العوامل المدروسة للوزن الكلي الطازج للنبات. يوضح الجدول بأنه لا توجد فروق معنوية بين متوسطات الوزن الكلي الطازج للنبات لمعاملات نوعية المياه ماعدا المعاملة الأولى وأن أعلي قيم للوزن الكلي الطازج للنبات (16.83 ton/ha) عند المعاملة الثالثة (33% FW + 67%TWW) وبفارق غير معنوي عن المعاملة الثانية والرابعة , بينما كان أقل قيم للوزن الكلي الطازج للنبات (10.87 ton/ha) عند المعاملة الأولي (100% FW) وبذلك يزداد الوزن الكلي الطازج للنبات تحت معاملات الري المختلفة عند خلط المياه بمياه الصرف الصحي المعالجة. أما بالنسبة للوزن الكلي الطازج للنبات مع نوعية التربة فنلاحظ انه لم تسجل متوسطات نوع التربة أي فروق معنوية في للوزن الكلي الطازج للنبات كانت القيم (ton/ha 14.09 - 15.18).

جدول (86) : متوسطات الوزن الكلي الطازج (ton/ha) لنبات القمح لمستويات العوامل المدروسة وقيم أقل فرق معنوي لكل منها.

العوامل	المستويات				$LSD_{0.05}$
	1	2	3	4	
التربة	a 15.18	a 14.09			2.66
نوعية المياه	b 10.87	a 15.83	a 16.83	a 15.02	3.75

- المتوسطات التي لها نفس الحروف لا توجد بينها فروق معنوية عند مستوي احتمالية 5% تبعا لاختبار أقل فرق معنوي (LSD).

- البيانات تمثل متوسط قراءات ثلاثة مكررات داخل كل عمود.

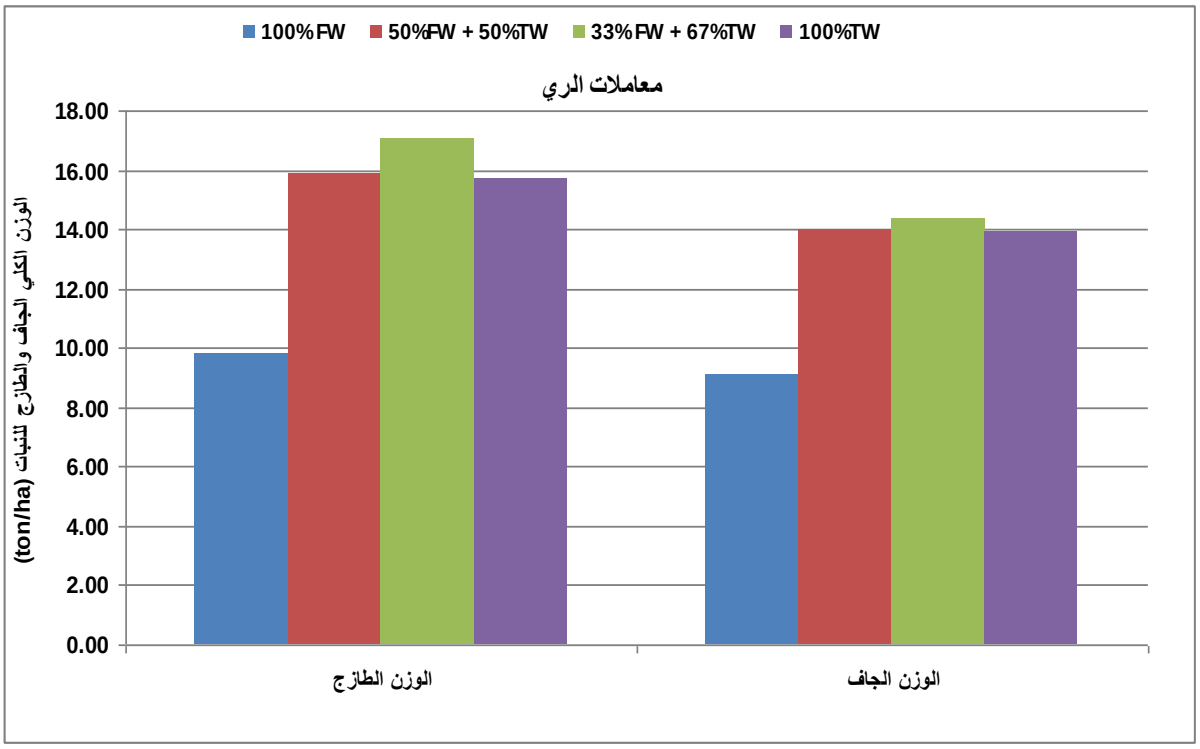
أظهرت نتائج التحليل الإحصائي لتأثير العوامل المدروسة من حيث, نوعية مياه الري (4 مستويات) ونوع التربة (مستويان) علي محصول نبات القمح ومكوناته للوزن الكلي الجاف للنبات في معاملات الري المختلفة في (ملحق 2- 22). أظهرت نتائج التحليل الإحصائي عدم وجود تأثير معنوي لنوعية مياه الري ونوع التربة , وكذلك التفاعل بين العاملين مجتمعة عن الصفة تحت الدراسة. والجداول (87) متوسطات العوامل المدروسة للوزن الكلي الجاف للنبات. يوضح الجدول(87) بأنه لا توجد فروق معنوية بين متوسطات الوزن الكلي الجاف للنبات. وأن أعلي قيمة للوزن الكلي الجاف للنبات

(14.19 ton/ha) كان عند المعاملة الثالثة (33% FW + 67%TWW) وبفارق غير معنوي عن المعاملة الثانية والرابعة بينما كان أقل قيمة للوزن الكلي الجاف للنبات (10.01 ton/ha) عند المعاملة الأولي (100% FW)، وبذلك يتضح إن الوزن الكلي الجاف للنبات تحت معاملات الري المختلفة يزداد عند خلط المياه بمياه الصرف الصحي المعالجة .أما بالنسبة للوزن الكلي الجاف للنبات مع نوعية التربة فنلاحظ انه لم تسجل متوسطات نوع التربة أي فروق معنوية في الوزن الكلي الجاف للنبات كانت القيم (12.20 – 13.44 ton/ha) للتربة الأولى والثانية علي التوالي.

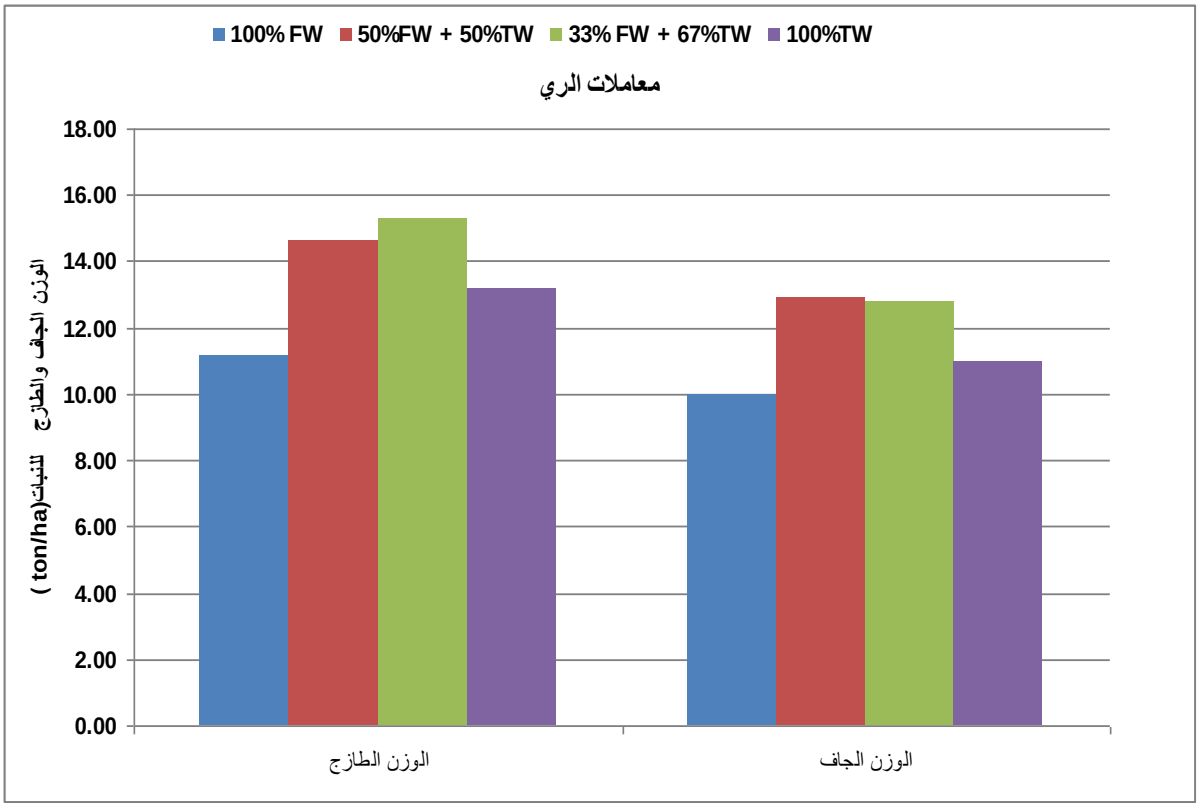
جدول (87): متوسطات الوزن الكلي الجاف (ton/ha) لنبات القمح لمستويات العوامل المدروسة وقيم أقل فرق معنوي لكل منها.

العوامل	المستويات				$LSD_{0.05}$
	1	2	3	4	
التربة	a 13.44	a 12.20			2.51
نوعية المياه	b 10.01	a 14.05	a 14.19	a b 13.04	3.55

- المتوسطات التي لها نفس الحروف لا يوجد بينها فروق معنوي عند مستوي احتمالية 5% تبعا لاختبار اقل فرق معنوي (LSD).
-البيانات تمثل متوسط قراءات ثلاثة مكررات داخل كل عمود.



شكل(41): متوسطات الوزن الكلي الطازج والوزن الكلي الجاف لنبات القمح (ton/ha) في التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة.



شكل(42): متوسطات الوزن الكلي الطازج والوزن الكلي الجاف لنبات القمح (ton/ha) في التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة.

ومن النتائج المتحصل عليها يتضح أن هناك زيادة في ارتفاع النبات وطول السنبلة بزيادة نسبة خلط مياه الصرف الصحي مع المياه العذبة. وتزداد الأوزان الجافة للسنابل والمجموع الخضري والمجموع الجذري لنبات القمح بزيادة نسبة خلط مياه الصرف الصحي مع المياه العذبة، وتقل في المياه العذبة فقط. ويزداد الوزن الكلي الطازج والوزن الكلي الجاف لنبات القمح تحت معاملات الري المختلفة عند خلط المياه بمياه الصرف الصحي المعالجة، ويقل في المياه العذبة فقط. وماء الري الذي يحتوى علي ايونات معينة بتركيزات أعلى من الحد الحرج يمكن أن يسبب مشاكل سمية للنبات , وينتج عن سمية النبات نمو ضعيف ونقص في المحصول وتغيرات في الشكل الخارجي وأيضا موت النبات. وتتوقف مدي سمية النبات على نوع المحصول ومرحلة النمو وتركيز الايون السام والمناخ وظروف التربة. والايونات السامة شائعة الوجود في مياه الصرف الصحي المعالجة وغير المعالجة والموجودة بتركيزات تسبب سمية للنبات هي: البورون, الكلوريد, الصوديوم ولذلك فهذه الايونات يجب تقديرها عند تقييم صلاحية مياه الصرف الصحي للاستخدام في الزراعة.نوعية مياه الري تؤثر تأثيرا كبيرا علي المحصول وجودته كما تؤثر أيضا علي خصوبة التربة وحماية البيئة (الخطيب , 1993).

وتوثر العمليات والأساليب المتبعة في الزراعة بمنطقة ما علي الخواص الفيزيائية والكيمائية الهامة في التربة, فقد وجد (Kaul,1956) أن الزيادة في عدد مرات الحرث قد تنج عنه زيادة في كمية الإنتاج لمحصول القمح ورجع ذلك إلي التحسن الذي طرا علي بعض الخصائص الطبيعية للتربة كزيادة القدرة علي الاحتفاظ بالماء وتحسين علاقات الرطوبة والهواء. كما وجد (Carter, 1984) إن الزراعة المستمرة لمحصول القمح تسببت في زيادة نسبة الكربون والنتروجين العضوي وذلك بالطبقة السطحية لتربة ملحية, إضافة إلي تحسن بناء التربة من خلال الانخفاض في الكثافة الظاهرية وزيادة ثبات الحبيبات المركبة للتربة. ولمعرفة تأثير استخدام مياه الآبار من ناحية ومياه الآبار المخلوطة مع مياه الصرف الصحي المعاملة علي مقدار وجود ة محصول القمح وجد (Day et al,1979) إن الحقول التي تم ريها بالمياه المخلوطة قد أنتجت محصول أوفر وأكثر جودة بالمقارنة بحقول القمح التي تم ريها بمياه الآبار فقط, وذلك علي الرغم من ارتفاع نسبة الرقاد ربما بسبب ارتفاع النتروجين في مياه الصرف الصحي. وهدا إضافة إلي أن مياه الصرف الصحي يمكن الاعتماد عليها جزئيا كمصدر هام للعناصر الغذائية الضرورية لنمو النبات.

وأظهرت دراسة قام بها (Kalavrouziotis and Apostolopoulos., 2007) أن إعادة استخدام مياه الصرف المعالجة والمتدفقة من محطات معالجة مياه الصرف تطبيق حاليا في للاستفادة في

المناطق الهامشية مع الارتباط بزراعة الأشجار والشجيرات، ومن المهم المراقبة المتواصلة لعدد من الخصائص الفيزيائية والكيميائية لتدفق المياه المعالجة للصرف مثل تركيزات المعادن الثقيلة بالإضافة إلي تركيزات محتوياتها في التربة. ومن أوائل المشاريع الزراعية في ليبيا التي استخدمت مياه الصرف الصحي مشروع القوارشة الزراعي الذي أنشئ عام 1972. ويعتبر هذا المشروع من المشاريع الفريدة من نوعها في الوطن العربي بصفة خاصة، حيث تم الاعتماد فيه علي مياه الصرف الصحي بعد معاملتها لري محاصيل زراعية وبذلك وفر استخدام هذه المياه عنصرا يعتبر من أكثر العناصر تحديدا لزيادة الإنتاج الزراعي وتحسين جودته, خاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة. ولكن لم ينل تأثير الري بتلك المياه علي الصفات الفيزيائية والكيميائية لترب المشروع بعد ما يستحقه من الدراسات، رغم تضارب أراء الباحثين حول تأثيره فمثلا، بعض الباحثين مثل.

(Day *et al*., 1979 .Schalscha *et al*., 1979 ., Palazzo and Jenkins ., 1979,) وجدوا نتائج **إيجابية لاستخدام مياه الصرف الصحي في أغراض الري.**

بينما أشار آخرون (Banin *et al*., 1981.,Bole *et al* ., 1981 **) إلي جوانب سلبية لهذا الاتجاه أدت إلي تدهور التربة كبيئة لنمو النباتات ويبدو أن التباين في أراء الباحثين فيما يخص استثمار مياه الصرف الصحي لأغراض الري كان نتيجة لاختلاف خصائص الترب ونوع المحاصيل والظروف المناخية وأسلوب الإدارة والخصائص الكيمائية لهذه المياه من منطقة لأخرى.**

4- 5 - القياسات الميكروبيولوجية للتربة:-

4-5-1 - أعداد مجموعة بكتيريا القولون:- Eaherichia coil

من النتائج الموضحة في الجدول (88) والشكل (43) للعدد الأكثر احتمالا لمجموعة بكتيريا القولون/100 مل في التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق، اتضح أن قيم العد الكلي للبكتيريا القولون في الطبقة السطحية (cm 25- 0) تراوح المتوسط ما بين 2.9- 10/ 100مل, وفي العمق (cm 55-25) تراوح المتوسط ما بين (0.23 - 2.4 /100 مل) والعمق (cm 110 - 55) تراوح المتوسط ما بين(0.92- 9.3 / 100 مل) , وقد وجد أن هذه القيم المتحصل عليها تقع في المدى المسموح به حسب منظمة الصحة العالمية.

جدول (88): العدد الأكثر احتمالا لمجموعة بكتيريا القولون/100 مل في التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

نـوعـية الميـاه	العمق (cm)		
	25 -0	55 -25	110 -55
100% FW	10	0.74	4.3
50%FW + 50%TWW	2.9	2.4	2.1
33% FW + 67%TWW	4.6	2.1	0.92
100%TWW	10	0.23	9.3

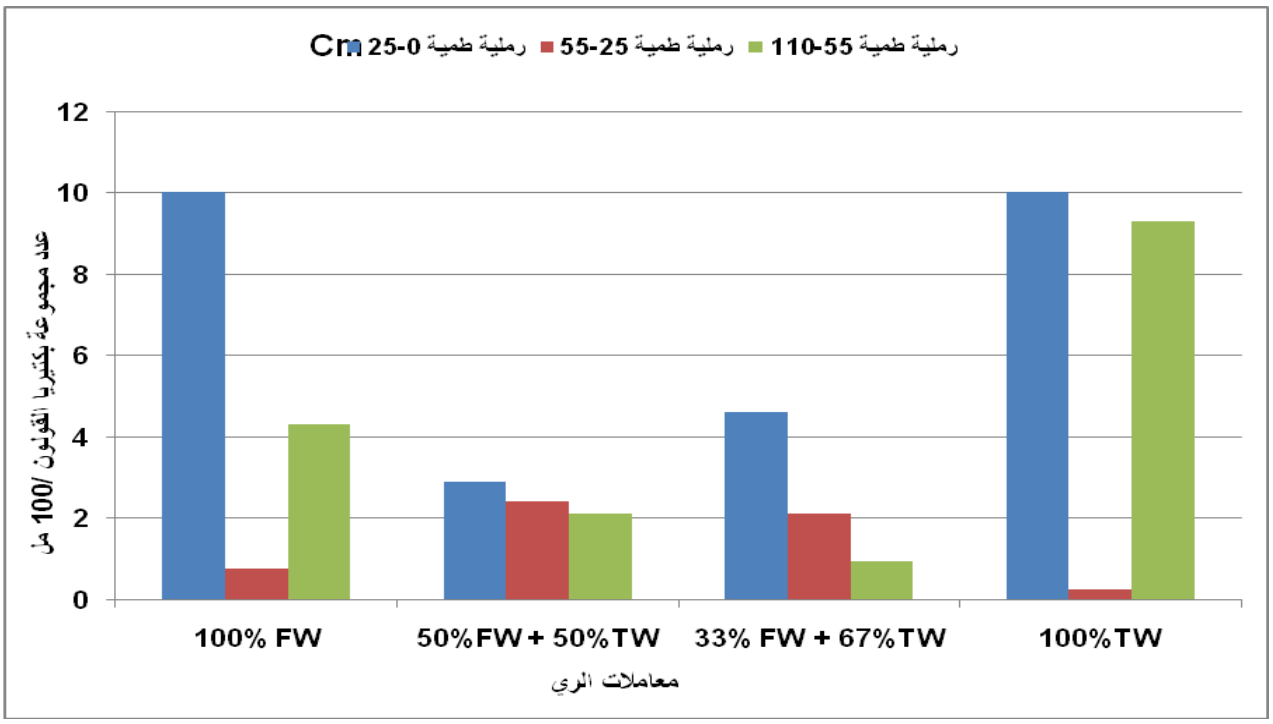
- الماء العذب Fresh Water (FW) - ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

من النتائج الموضحة في الجدول (89) والشكل (44) العدد الأكثر احتمالا لمجموعة البكتيريا القولون/100 مل في التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق. يتضح أن العد الكلي للبكتيريا القولونية في الطبقة السطحية (cm 25- 0) تراوح المتوسط ما بين (2.3- 8/ 100مل)، وفي العمق(cm 55-25) تراوح المتوسط ما بين (1.2 - 3 /100 مل)، والعمق (cm 110 - 55) تراوح المتوسط ما بين (2- 9.4 / 100 مل)، وان عدد البكتيريا في الحدود المسموح بها في الزراعة.

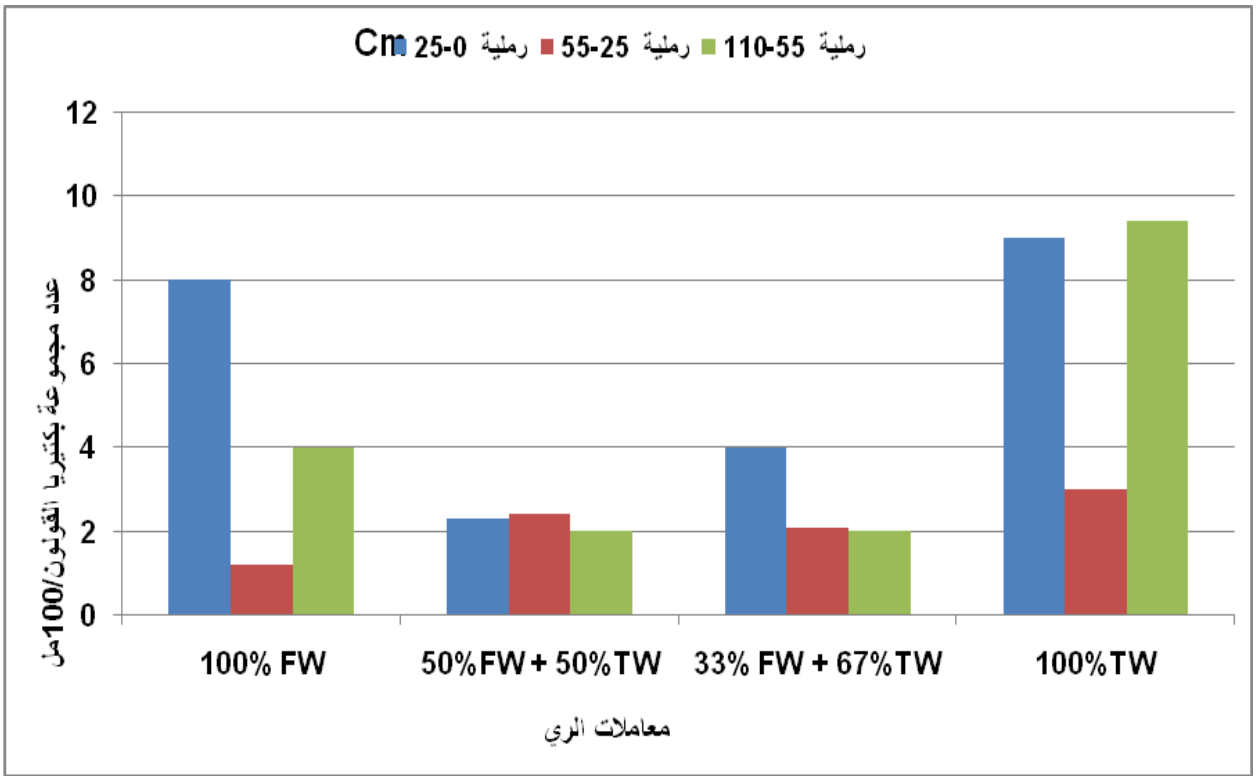
جدول (89): العدد الأكثر احتمالا لمجموعة بكتيريا القولون/100 مل في التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

نـوعـية الميـاه	العمق (cm)		
	25 -0	55 -25	110 -55
100% FW	8	1.2	4
50%FW + 50%TWW	2.3	2.4	2
33% FW + 67%TWW	4	2.1	2
100%TWW	9	3	9.4

- الماء العذب Fresh Water (FW) - ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)



شكل(43): متوسط العدد الأكثر احتمالا لمجموعة بكتيريا القولون /100 مل في التربة الرملية الطمية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.



شكل (44): متوسط العدد الأكثر احتمالا لمجموعة بكتيريا القولون /100 مل في التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

4-5-2- أعداد مجموعة بكتيريا القولون الغائطية :-

من النتائج الموضحة في الجدول (90) والشكل (45) للعدد الأكثر احتمالا لمجموعة بكتيريا القولون الغائطية /100 مل في التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق. إتضح أن العد الكلي لبكتيريا القولون الغائطية في الطبقة السطحية (0 -25 cm) تراوحت قيم المتوسط ما بين (0.36 -4.6 /100مل)، **وفي العمق (25-55 cm) تراوحت قيم المتوسط (**0.03 -0.36/100 مل) **وفي العمق (55 - 110 cm) تراوحت قيم المتوسط ما بين(** 0.03 – 2.6 / 100 مل)، **وان عدد بكتيريا القولون الغائطية في الحدود المسموح بها.**

جدول (90): العدد الأكثر احتمالا لمجموعة بكتيريا القولون الغائطية/100 مل في التربة الرملية الطمييية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

نـوعـية الميـاه	العمق (cm)		
	25 -0	55 -25	110 -55
100% FW	0.36	0.03	0.03
50%FW + 50%TWW	0.36	0.36	2.6
33% FW + 67%TWW	2.6	0.36	0.36
100%TWW	4.6	0.21	0.36

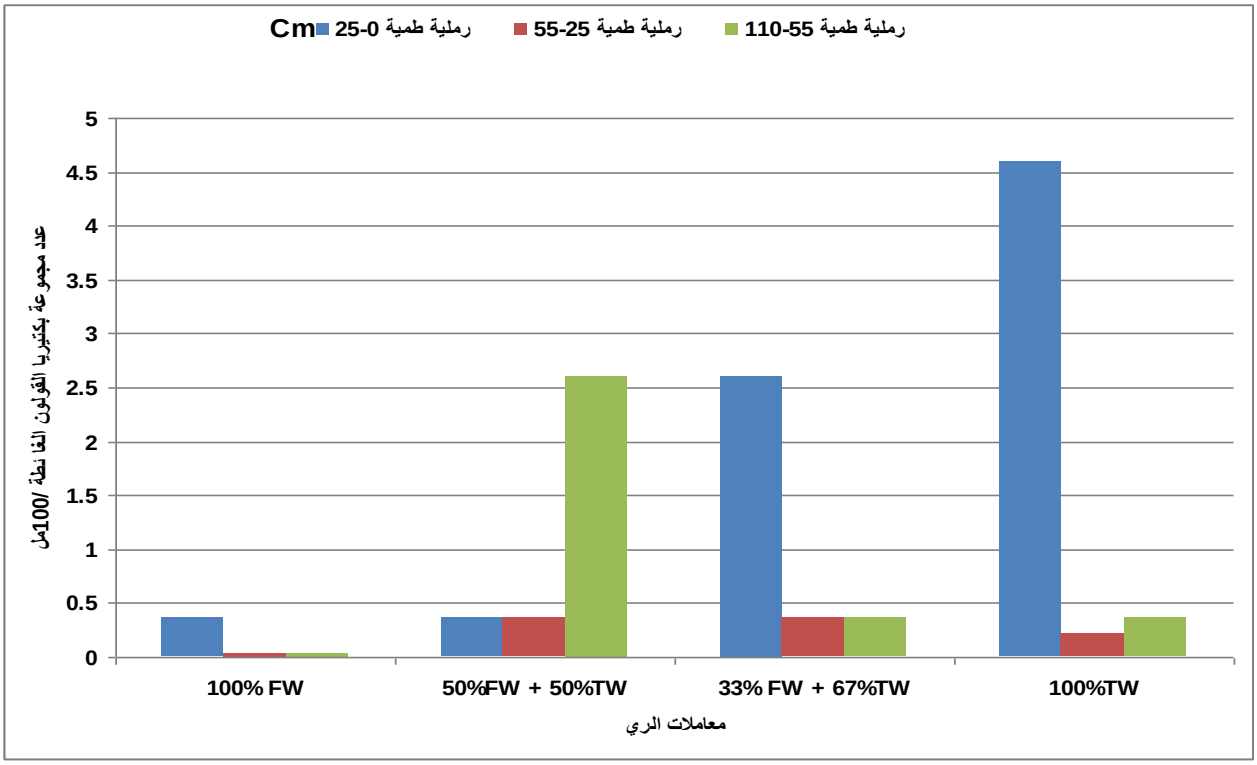
- الماء العذب Fresh Water (FW) - ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

من النتائج الموضحة في الجدول (91) والشكل (46) للعدد الأكثر احتمالا لمجموعة بكتيريا القولون الغائطية /100 مل في التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق. يتضح أن العد الكلي للبكتيريا القولون الغائطية في الطبقة السطحية (0 -25 cm) تراوحت قيم المتوسط ما بين 0.35- 4/ 100مل , **وفي العمق (25-55 cm) تراوحت قيم المتوسط ما بين(** 0.08 -0.4/100 مل)، **وفي العمق (55 - 110 cm) تراوحت قيم المتوسط ما بين(** 0.04 – 2 / 100 مل)، **وأن عدد البكتيريا القولون الغائطية في الحدود المسموح بها.**

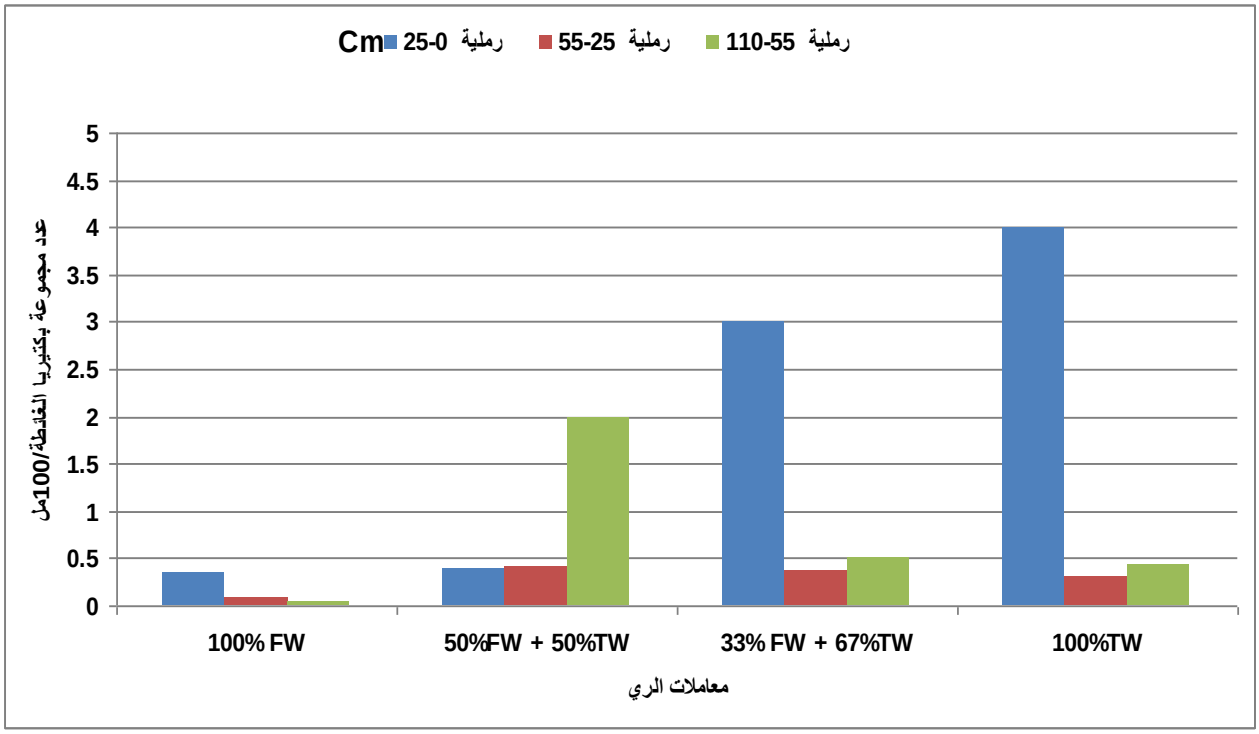
جدول (91): العدد الأكثر احتمالا لمجموعة بكتيريا القولون الغائطية/100 مل في التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

نـوعـية الميـاه	العمق (cm)		
	25 -0	55 -25	110 -55
100% FW	0.35	0.08	0.04
50%FW + 50%TWW	0.38	0.4	2
33% FW + 67%TWW	3	0.36	0.5
100%TWW	4	0.31	0.42

- الماء العذب Fresh Water (FW) - ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)



شكل (45): متوسط العدد الأكثر احتمالا لمجموعة بكتيريا القولون الغائطية/100 مل في التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.



شكل(46): متوسط العدد الأكثر احتمالا لمجموعة بكتيريا القولون الغائطية/100 مل في التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

تبين من نتائج التحليل البيولوجي أن العدد الكلي للبكتيريا القولونية/100 **مل تراوح المتوسط ما بين** (0.23- 10/ 100مـل)، وكـذلك بالنسـبة **للعدد الكلـي للبكتيريـا القولونيـة الغائطيـة /**100 **مـل تـراوح المتوسط مـا بـين** (0.03- 4.6/ 100مـل)، **كمـا اتضـح إن العـد الكلـي للبكتيريـا القولونيـة والبكتيريـا القولونيـة الغائطيـة فـي الحـدود المسموح بها** حسـب منظمـة هيئـة حمايـة البيئـة (EPA 1993) والحـد المسموح به للزراعة هو (20000 / 100مل).

وجد (Singleton *et al*.,1982**) أن الري بمياه الصرف الصحي المعالجة قد لأتشكل مصدر لتلوت المياه الجوفية بانيون النترات** NO_3 **، وذلك بسبب التأثير السلبي لتركيز الأملاح المرتفع في مياه الري علي نشاط الكائنات الدقيقة المؤكسدة لمركبات النتروجين في التربة.**

كما وجد (Banin *et al*, 1981) **أن استخدام مياه الصرف الصحي بدون تنقية لأغراض الري قد تسبب في حدوث تلوث للتربة ببعض العناصر الثقيلة ، وتبين أن أقصى تركيز لهذه العناصر كان في الطبقة السطحية للتربة. كما أكد علي مدي أهمية عدم إهمال الجانب الصحي عند محاولة استغلال هذه المياه، وأشار إلي ضرورة القيام بعمليات التنقية اللازمة والتأكد من المواد الضارة قبل استخدامها لري المحاصيل وخاصة التي تمثل مصدر لغذاء الإنسان.**

وتشير نتائج التحليل المعملية التي أجريت بالمعامل الفرنسية المتخصصة في هذه المجال والتي وردت في التقرير الأولى عن مشروع التوسع بالهضبة الخضراء (فييادر، 1975) أن احتمالات التلوث البيولوجي سواء للمحاصيل أو لمياه الشرب نتيجة لاستخدام مياه الصرف الصحي المعاملة لإغراض زراعية يعتبر معدوما، كما أن تركيز المعادن الثقيلة والتي تشمل ايونات الرصاص والكادميوم وغيرها من عناصر ضارة أخرى كانت منخفضة جدا.

5- التوصيات والمقترحات

من خلال إجراء هده الدراسة ومن النتائج المتحصل عليها يمكن التوصية واقتراح الأتي :-

1- **متابعة نشاطات إعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة ومراقبة المياه الصناعية المعالجة ومراقبة المصانع وتشجيع استعمال مياه الصرف الصحي المعالجة لإغراض غير تقليدية (توليد الطاقة الكهربائية، الصناعة، التبريد).**

2- **تقييم الأثر البيئي للمشاريع التنموية والمساهمة في المحافظة علي البيئة وحمايتها والمحافظة علي الصحة العامة بشكل عام وحماية المصادر المائية من التلوث ورفقه التخلص من مياه الصرف الصحي المعالجة بشكل سليم والحد من تلوث شواطئ البحر ومن صب مياه المجاري في البحر.**

3- **تشجيع وتقييم وزيادة تكثيف التجارب البحثية والدراسات والابحات المختلفة في هذا المجال ولغرض إجراء دراسات كافية واستثمارالخبرات العالية للمهندسين الزراعيين والفنيين لتشغيل الأجهزة المستخدمة في التحاليل الكيميائية ومراجعة الموصفات والمقاييس والتشريعات المتعلقة باستعمال المياه المعالجة.**

4- **مراقبة ومتابعة كفاءة عمل وحسن أداء محطات التنقية ومراقبة نوعية المياه المعالجة وإجراء الفحوصات المختبيرية للمياه الداخلة والخارجة المعالجة (فيزيائية، كيميائية، ميكربيولوجية....الخ) وتحديد كفاءة المعالجة ودراسة نوعية الحماة (التصنيف، المكونات الاستعمال).**

5- **مراقبة التربة والنباتات المروية بالمياه المعالجة من حيت تراكم الملوحة والمعادن الثقيلة واستخدام تقنيات الري الحديثة والكفاءة العالية واخذ عينات من التربة والنبات وتحليلها لتجنب أي أثار سلبية ناتجة عن سؤ الاستخدام . بالإضافة إلى اختيار المحاصيل المناسبة والتعامل معها.**

6- **التشجيع علي استغلال واستعمال مياه الصرف الصحي المعالجة في تامين وتغطية كاملة أو جزئية للاحتياجات اللازمة من الأعلاف والمنتوجات الزراعية وفي الصناعة وحقن المياه الجوفية، وفي أغراض الري واستصلاح الأراضي الصحراوية ومكافحة التصحر، وري الحدائق والملاعب، ورش الشوارع، و الإغراض الترفيهية وتربية الأسماك، واستخدام مياه الصرف الصحي المعالجة أصبح عنصراً أساسيا وحيويا لإستراتيجية التنمية لزيادة الإنتاج الزراعي ولسد الفجوة بين الإنتاج والاستهلاك.**

7- **تحديد متطلبات المحاصيل للمغذيات تبعا للنوعية السائدة لمياه الصرف الصحي المعالجة المستعملة والتقليل من استخدام الأسمدة الكيميائية.**

8- تعتبر مياه الصرف الصحي المعالجة موردا مائيا يضاف إلى المخزون المائي من اجل إعادة الاستعمال وهذا أمر مطلوب ومجدي في ضوء المناخ الجاف وشبه الجاف واستعمال المياه المعالجة في الزراعة غير المقيدة وتوفير المياه العذبة لإغراض الشرب والتي يتحتم فيها استخدام تقنيات الري الحديثة لمواكبة التطور الزراعي وعلى ذلك فان أهمية استخدام مياه الصرف الصحي في الزراعة تعتبر كبيرة نتيجة لندرة الأمطار في المناطق الجافة ويمكن استغلالها لزيادة الإنتاج الزراعي.

9- حسن الإدارة وتطوير أساليب التعامل مع هذه المياه وتوفير متطلبات السلامة العامة والصحة المهنية والتثقيف والتوعية ودراسة وتحديد المعايير الأساسية التي تحدد صلاحية وأسلوب وإدارة هذه المياه بكفاءة عالية من خلال إعداد برنامج متابعة ومراقبة دورية لنوعية المياه.

10-نظراً لمحدودية مصادر المياه الصالحة للاستخدام الزراعي وتزايد الطلب على المياه لمواجهة الزيادة السكانية وتدهور المياه الجوفية نتيجة الضخ الجائر من الآبار والتلوث الناشئ عن مياه الصرف الصحي، فان مياه الصرف الصحي المعالجة تعتبر مصدر مائي لايمكن تجاهله ويجب التحضير لاستعماله، فان استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في الزراعة تعتبر احد الوسائل الهامة لمعالجة هذه المشكلة وفي ظروف التنمية ومحدودية الموارد المائية لابد من ضرورة الاهتمام بإعادة استخدام مياه الصرف الصحي.

12- خطورة استخدام مياه الصرف الصحي دون معالجة على الصحة العامة، وفى نفس الوقت يعتبر عدم إعادة استعمالها إهداراً للموارد المائية، ولذلك يجب أن تعالج مياه الصرف الصحي في المحطات الكبرى وتختلف درجة المعالجة طبقا لتقسيمات منظمة الصحة العالمية من مياه معالجة نهائيا وتعتبر أكفا أنواع المعالجة . ومياه معالجة ثانويا وهى اقل نسبيا من الأولى . ومياه معالجة أوليا وتعتبر أشدها خطورة. ويجب فصل وحجز المواد السامة من المخلفات الصناعية لإمكانية الاستفادة من المياه وكذلك من رواسب المخلفات السائلة.

13- المتطلبات لنجاح مشاريع الري بمياه الصرف الصحي المعالجة توفير الأراضي في أماكن بالقرب من محطات التنقية وان لا تسبب خطر علي تلوث البيئة، وخاصة تلوث خزانات المياه الجوفية.

14- مياه الصرف الصحي المعالجة ليست معدومة الفائدة ويمكن جمعها ومعالجتها وفق المعايير التي تمكن من إعادة استعمالها في الزراعة وفي أغراض أخرى منزلية بما في ذلك تغذية المياه الجوفية.

15- في حالة استخدام المياه المعالجة في الزراعة يجب إيقاف عملية إضافة الكلور إلي المياه الناتجة لان الكلور قد يكون مضراً بالنباتات المراد استزراعها .

Suitability of Sirte Treated Wastewater Reuse for Wheat Cultivation and Its Effect on Soil P properties

Abstract

This study was conducted to investigate the suitability of reuse of treated sewage wastewater of Sirte city for water cultivation and its effect on wheat growth and yield and soil properties. An outdoor column experiment was carried out in the faculty of Agriculture, Sirte University during the fall season 2008-2009. Two soil profiles were selected and described representing the typical soil types of Sirte region and AL-Gerdabeya region: namely Sandy loam (SL) and Sandy (S) soils. Respectively. Disturbed soil samples representing these soils were collected . air-dried. 2-mm sieved and routinely analyzed.

PVC cylinders, 110 cm height and 11.5 cm i.d. were designed with one open end the other with PE base having a drain hole of 1.0 cm diameter. These cylinders were carefully packed with the collected soil samples according to their field sequences and bulk densities. Treated sewage wastewater (TW) were blended with fresh Great Man-made River (FWW) at four different rats (0.50.67.& 100%) and used for irrigation . The 24 soil column were randomly arranged for the two soil types and four water treatments and treated according to the completely randomized factorial design in triplicates. After 153-days of growth period, wheat were carefully separated from soil columns to determine, different growth parameters and soil columns were sampled at 0-25. 25-55& 50-110 cm depths to determine some soil properties. Significant differences between the measured variables were tested using the L.SD at 5% level.

The obtained results revealed that measured EC. Soluble Na, Cl & K ions in soil extracts of soils irrigated with TWW was increased compared with soil irrigated with FW . Generally, available soil trace elements and heavy metals recorded very low levels and to their very low concentrations in TW. Available soil Cu and Ni were also slightly increased due to the irrigation with TW. This increases were proportional to the increase in TW blending rate . However, available soil Mn , Fe, Zn & Pb were not significantly affected by the tested treatments . EC Volga and soluble Na & Cl and available Mn & Zn were found to significantly increase with soil depth due to the leaching effect of the applied water and the high permeability of the studied soil . Blending TW significantly increased the total plant fresh and dry weights, shoot dry weight. plant height. and length and dry weight of wheat spikes. An increases in the E. Coli population in the TWW-irrigated soil were observed compared with the FW- irrigated ones . Although the populations were very low, this increase was proportional the TWW blending rate and was allocated to the surface soil later. From this middy it may be concluded that the treated wastewater produced from the Sirte Sewage Waste Plant can be properly used in wheat cultivation in the studied soil types . However further extensive monitoring of the long term side effects is needed .

4- النتائج والمناقشة
Results and Discussion

4- 1- قياسات المياه:-

4- 1-1- قياسات معدل إضافة مياه الري والصرف:-

تم إضافة مياه الري بأنواعها المختلفة كما هو موضح في الجدول(24). والشكل(5) وهو المعدل المناسب لنمو المحصول باحتياجاته المائية, وكانت نوعية المياه المستخدمة كالأتي:-

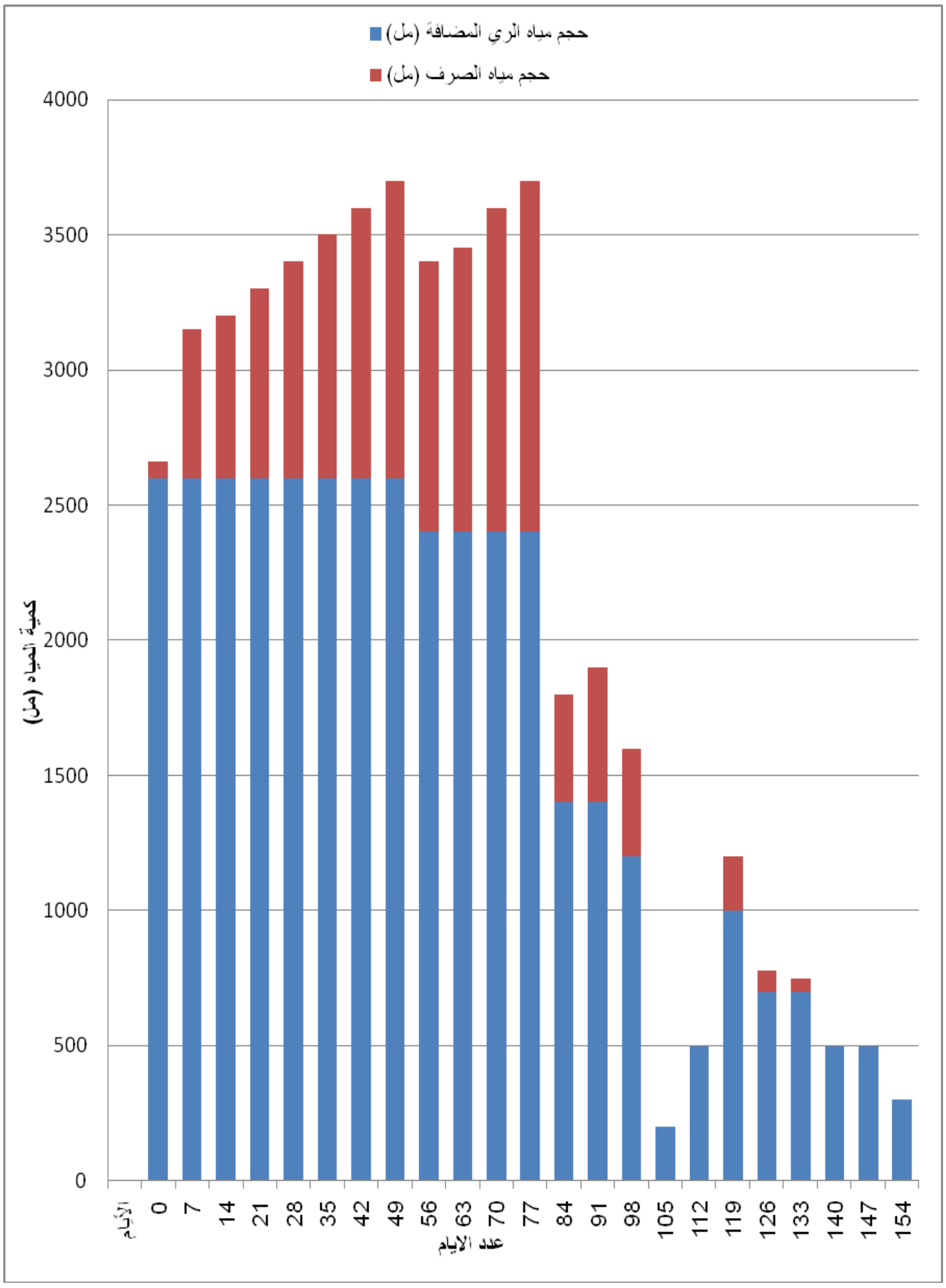
- الري بمياه عذبة 100% (100 % Fresh Water).
- الري بمياه صرف معالجة 100% (100 % Treated Waste Water).
- الري بمياه مخلوطة بنسبة 50% مياه صرف +50% مياه عذبة
  (50% Treated Waste Water + 50 % Fresh Water)
- الري بمياه مخلوطة بنسبة 67 % مياه صرف + 33 % مياه عذبة
  (67% Treated Waste Water + 33 % Fresh Water) .

كما تم قياس مياه الصرف بعد الري ب24 ساعة عن طريقة تجميع المياه المنصرفة من كل عمود في أوعية بلاستيكية ذات فتحات ضيقة لتقليل البخر. ونلاحظ من الجدول بان عملية الري بدأت بحجم معين من مياه الري وهي 2600 مل / الأسبوع لكل عمود وحسب نوعية المياه المستخدمة. ولوحظ بان مياه الصرف تزداد وبذلك يجب تقليل المياه المضافة حتى لا تزيد مياه الصرف علي المياه المضافة.

وبعد 105 يوم من الزراعة تم إضافة سماد فوسفات أحادي الامونيوم ($NH_4H_2PO_4$) عند بداية ظهور نقص في عنصر النتروجين وبظهور لون اصفر علي أوراق نبات القمح, وتم إضافة كمية قليل من المياه حتى لا تتم عملية الغسيل ويستفيد النبات من السماد ويمتصها. وفي الأيام القريبة من الحصاد تم تقليلا مياه الري المضافة.

جدول (24): يوضح معدل إضافة مياه الري والصرف وعدد الأيام من الزراعة حتى الحصاد:-

عدد أيام الري من الزارعة حتي الحصاد		حجم مياه الري المضافة (مل)	حجم مياه الصرف (مل)
التاريخ	الأيام		
11/24	0	2600	60
12/1	7	2600	550
12/8	14	2600	600
12/15	21	2600	700
12/22	28	2600	800
12 /29	35	2600	900
1/6	42	2600	1000
1/13	49	2600	1100
1/20	56	2400	1000
1 /27	63	2400	1050
2/3	70	2400	1200
2/10	77	2400	1300
2 /17	84	1400	400
2/24	91	1400	500
3/2	98	1200	400
3/9	105	200	0
3/11	112	500	0
3/19	119	1000	200
3/26	126	700	80
4/2	133	700	50
4/9	140	500	0
4/16	147	500	0
4/23	154	300	0



شكل (5): يوضح معدل إضافة مياه الري والصرف وعدد الأيام من الزراعة حتى الحصاد.

4- 1- 2- الخصائص الكيميائية للمياه :-

تم تحليل عينات المياه المستخدمة في عملية الري حسب نوعية مياه الري (المعاملات) ويتم الري بنوعين من المياه (مياه الصرف الصحي المعالجة – مياه النهر الصناعي العظيم). وتم تحليل عينات المياه حسب كل معاملة وتم تقدير تركيز كل من: الرقم الهيدروجيني (pH) التوصيل الكهربائي(EC) وتركيز ايونات الصوديوم، والبوتاسيوم، والكالسيوم، والماغنسيوم والبيكربونات، والكلوريد، الكربونات كما هو موضح في الجدول(25). تم تقدير العناصر الثقيلة وتركيز كل من النيكل، المنجنيز، الكروم، الرصاص، الزنك، النحاس، الحديد **كما هو موضح في** الجدول (26) .

جدول (25): الخصائص الكيميائية لعينات المياه المستخدمة في الري.

معاملة المياه / نوعية المياه	الرقم الهيدروجيني	التوصيل الكهربائي mS / Cm	الكاتيونات الذائبة meq / l				الأنيونات الذائبة meq / l		
	pH	EC	Na^+	K^+	Ca^{++}	Mg^{++}	HCO_3^-	Cl^-	$CO3^{--}$
FW 100%	7.49	0.20	4.6	4.02	0.2	0.2	0.6	0.5	0.4
TWW 100%	7.71	0.29	8.6	4.5	0.3	0.4	0.8	0.7	0.4
TWW 50%+FW 50	7.84	0.26	6.5	7.56	0.5	0.7	1	1	0.8
TWW67%+ FW 33	7.94	0.26	6.9	7.53	0.6	0.5	1	1	0.4

جدول(26): العناصر الثقيلة لعينات المياه المستخدمة في الري.

معاملات المياه	تركيز العناصر الثقيلة (ppm)						
	Cr	Mn	P b	Zn	Ni	Cu	Fe
FW 100 %	0	0	1.35	0	0	0	1.03
TWW 100%	0	0	0.98	0	0	0	0.97
TWW 50%+FW 50%	0	0	1.5	0	0	0	1.11
TWW 67%+ FW 33%	0	0	0.60	0	0	0	1.09

4- 2 - الخواص الفيزيائية:- physical properties

4-2-1- القوام:- Texture

بواسطة التحليل الميكانيكي تم تقدير القوام بطريقة الهيدروميتر (Hydrometer) وتم حساب نسبة مكونات التربة من الرمل والسلت والطين، كما تم تحديد أنواع قوام التربة باستخدام مثلث القوم كما هي موضحة في الجدول (27)، (28): ومن نتائج التحليل الميكانيكي لعينات التربة للقطاع (1) والموضح في الجدول(27) وبصفة عامة يتضح أن التربة ذات قوام رملي حيت تتراوح نسبة الرمل بين90.02 ، 86.02%، ونسبة الطين بين 2.34 ، 7.34%، ونسبة السلت بين 4.14 ،9.64 % ويعتبر الصرف جيد كما تتميز بانخفاض محتواها من المادة العضوية والتربة ذات قدرة تخزينية منخفضة للمياه. يلعب قوام التربة دورا هاما في تحديد العديد من خصائص التربة، ويحدد قوام التربة ومدي قدرة التربة علي الاحتفاظ بالماء وحركة الماء والهواء في التربة ودرجة الصرف، وينعكس ذلك كله علي خصوبة التربة وقدرتها الإنتاجية (بن محمود, 1995). من نتائج التحليل الميكانيكي للعينات التربة للقطاع (2) والموضح في الجدول (28) وبصفة عامة يتضح أن التربة ذات قوام رملي طمي حيت تتراوح نسبة الرمل بين 85.53 %، 83.68% ونسبة الطين بين 4.02 ، 8.00 % ونسبة السلت بين 8.32 ، 16.98% ويعتبر الصرف جيد كما تتميز بانخفاض محتواها من المادة العضوية والتربة ذات قدرة تخزينية منخفضة للمياه.

جدول (27): التحليل الميكانيكي للتربة والتوزيع الحجمي لحبيبات الرمل للقطاع (1).

العمق Cm	الطين (٪)	السلت (٪)	الرمل (٪)	القوام	التوزيع الحجمي لحبيبات الرمل (٪)				
					رمل خشن جدا	رمل خشن	رمل متوسط	رمل ناعم	رمل ناعم جدا
0-25	2.34	7.64	90.02	رملية	0.23	3.68	8.83	7.23	70.05
25-55	4.34	9.64	86.02	رملية	0.30	4.16	5.80	3.81	71.95
55 -110	7.34	4.14	88.52	رملية	0.08	1.92	4.15	2.51	79.86

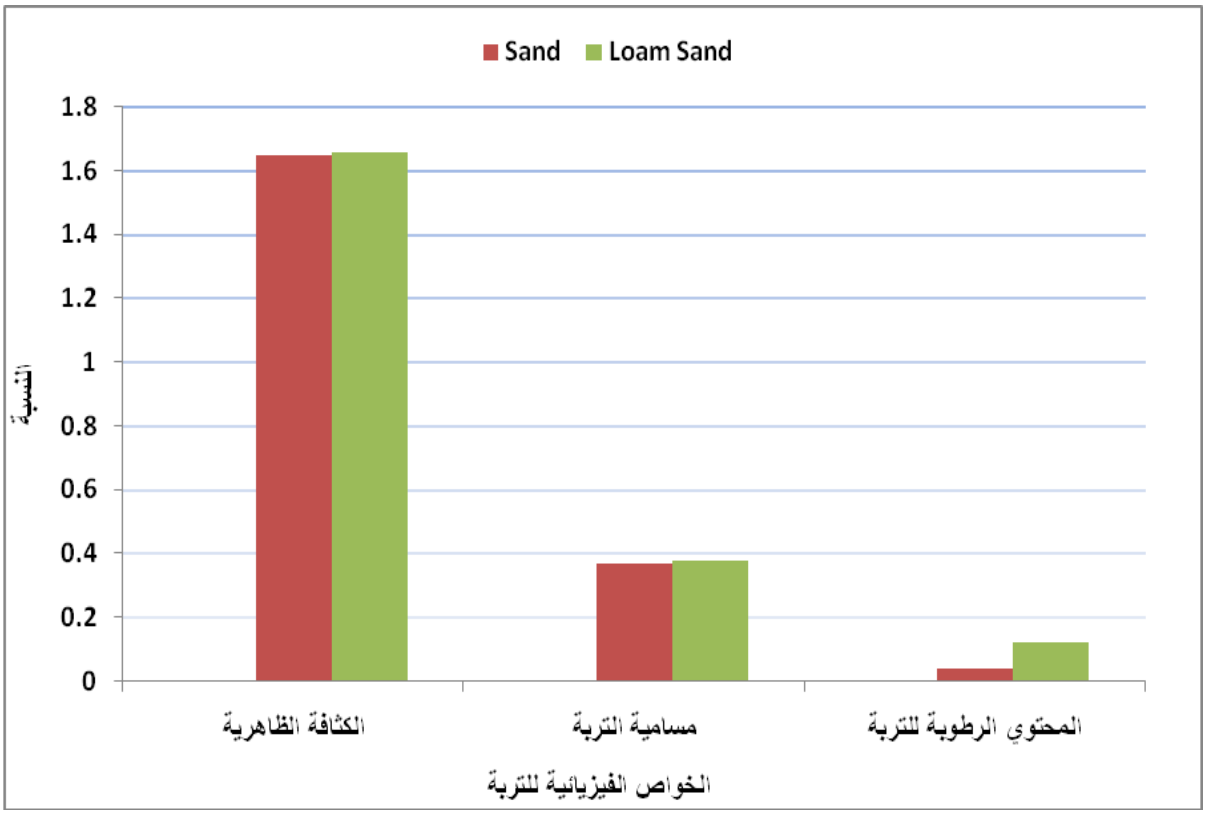
جدول(28): التحليل الميكانيكي للتربة والتوزيع الحجمي لحبيبات الرمل للقطاع (2).

العمق cm	الطين (٪)	السلت (٪)	الرمل (٪)	القوام	التوزيع الحجمي لحبيبات الرمل (٪)				
					رمل خشن جدا	رمل خشن	رمل متوسط	رمل ناعم	رمل ناعم جدا
0-25	4.02	10.45	85.53	رملية طميية	0.99	0.39	4.89	7.15	72.11
25-55	3.79	16.98	79.23	رملية طميية	0.77	2.00	3.00	1.49	71.97
55 -110	8.00	8.32	83.68	رملية طميية	1.46	1.34	2.23	4.76	73.89

أظهرت النتائج في جدول (29) والشكل (6) أن قوام التربة في منطقة الدراسة هو رملي ورملي طمي، والكثافة الظاهرية للقطاعات التربة كانت 1.65 و1.66 جم/ سم^3 للقطاع رقم (1) وللقطاع رقم(2) على التوالي، وتعتبر الكثافة الظاهرية أحد أهم الخصائص الفيزيائية للتربة، فهي مؤشر لجودة البناء والانضغاطية، وحالة التهوية وقدرة التربة علي الاحتفاظ بالرطوبة وسهولة امتصاصها بواسطة النبات. ومسامية التربة كانت37، 38% للقطاع رقم (1) وللقطاع رقم (2) على التوالي ، والمحتوي الرطوبة للتربة كانت 3.99 ، 12.53% للقطاع رقم (1) وللقطاع رقم (2) على التوالي، وتتميز بانخفاض محتواها من المادة العضوية مما يزيد من قيم الكثافة الظاهرية ويقلل من نسبة المسامية ويعتبر الصرف جيد والتربة ذات قدرة تخزينية منخفضة للمياه ويوضح الشكل (6) بان هناك تشابه كبيرا في الخواص الطبيعية للقطاعات التربة.

جدول(29): يوضح الخواص الطبيعية لقطاعات التربة.

المناطق	القوام	الكثافة الظاهرية جم / سم^3	مسامية التربة	المحتوي الرطوبة للتربة
1	Sand	1.65	% 37	% 3.99
2	Loamy Sand	1.66	% 38	% 12.53



شكل(6): يوضح الخوص الطبيعي للقطاعات التربة.

4-3-الخصائص الكيميائية لقطاعات التربة بعد الزراعة: Chemical Characteristics

4-3-1- التوصيل الكهربي (EC) Electrical Conductivity :-

من النتائج الموضحة في الجدول (30) والشكل (7) لمتوسطات قيم التوصيل الكهربي (µS/cm) تحت معاملات الري المختلفة للتربة الرملية، اتضح أن التوصيل الكهربائي لمستخلص الترب (5:1) في الأفق السطحي (0 -25 cm) تراوحت قيم ما بين (279 – 320 µS/cm)، وفي العمق(25-55 cm) حيث تراوحت القيم ما بين (267– 591 µS/cm)، وفي العمق (55 – 110 cm) قيمة التوصيل الكهربي تراوحت ما بين (414 -914 µS/cm) .

جدول (30): متوسطات قيم التوصيل الكهربي (µS/cm) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

نوعية المياه	العمق (cm)		
	25-0	55-25	110 -55
100% FW	281	267	414
50%FW + 50%TW	279	493	754
33% FW + 67%TW	317	550	655
100%TW	320	591	914

- الماء العذب Fresh Water (FW) - ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

من النتائج الموضحة في الجدول(31) والشكل (8) لمتوسطات قيم التوصيل الكهربي (µS/cm) تحت معاملات الري المختلفة للتربة الرملية الطميئية اتضح أن التوصيل الكهربائي لمستخلص الترب (5:1) في الأفق السطحي (0 -25cm) تراوحت قيم ما بين (270 – 302µS/cm) وفي العمق (25 – 55 cm) تراوحت قيمة ما بين (248–602µS/cm) وفي العمق (55–110cm) تراوحت قيم ما بين (307-1145 µS/cm).

جدول(31): متوسطات قيم التوصيل الكهربي (µS/cm) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

نوعية المياه	العمق (cm)		
	25-0	55-25	110 -55
100% FW	270	248	307
50%FW + 50%TW	296	362	678
33% FW + 67%TW	302	483	714
100%TW	292	602	1145

- الماء العذب Fresh Water (FW) - ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

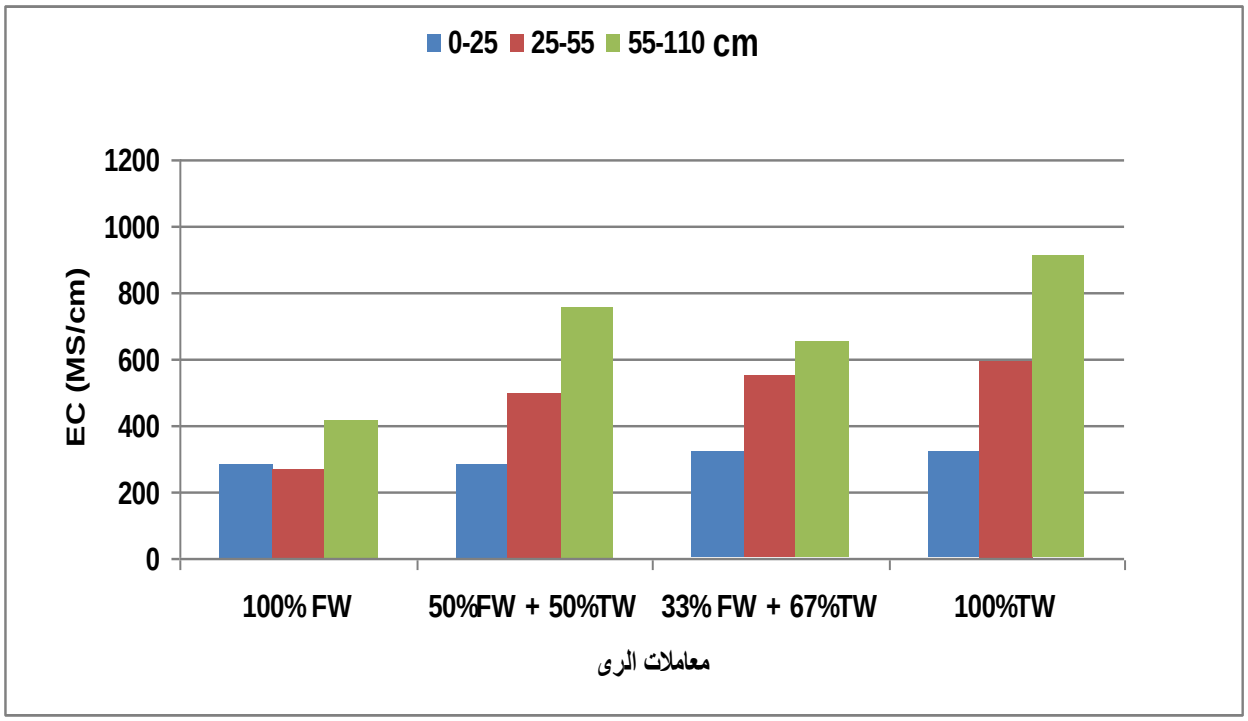
أظهرت نتائج التحليل الإحصائي لتأثير العوامل المدروسة من حيث نوعية مياه الري (4 مستويات) وعمق التربة (3 مستويات) وكذلك نوع التربة (مستويان) علي قيم التوصيل الكهربي (µS/cm) في مستخلص التربة (ملحق 2-1) أن هناك تأثير معنوي لكل من نوعية مياه الري, وعمق التربة وكذلك التفاعل بينهما. وفي حين أظهر التحليل الإحصائى عدم وجود تأثير معنوي لنوع التربة وكذلك التفاعل بين نوعية المياه ونوع التربة , وعمق التربة ونوع التربة , والتفاعل بين العوامل الثلاثة مجتمعة.

والجدول(32) يبين متوسطات العوامل المدروسة والمقارنة بينها لقيم التوصيل الكهربي (µS/cm) لمستخلص التربة. ويوضح الجدول زيادة محتوي التربة من الأملاح الكلية الذائبة بزيادة نسبة خلط مياه الصرف الصحي مع المياه العذبة حيث سجلت معاملة الري بمياه الصرف 100% أعلي قيمة (644.22µS/cm)، في حين سجلت معامل الري بمياه عذبة فقط أقل قيمة (297.83µS/cm). ويوضح الجدول(32) أن الري بمياه الصرف الصحي في التربة الرملية القوام لم ينتج عنه أي تراكم ملحي. كما أوضحت النتائج بالجدول زيادة قيمة معامل التوصيل الكهربي لمستخلص التربة مع العمق بفروق معنوية حيث سجلت قيمة التوصيل الكهربي (µS/cm 697.62) للعمق الثالث (110 cm -55) وفي حين سجل العمق الأول (25cm- 0) اقل قيمة التوصيل الكهربي (µS/cm 294.58). ولم تسجل متوسطات نوع التربة أي فروق معنوية في قيمة التوصيل الكهربي.

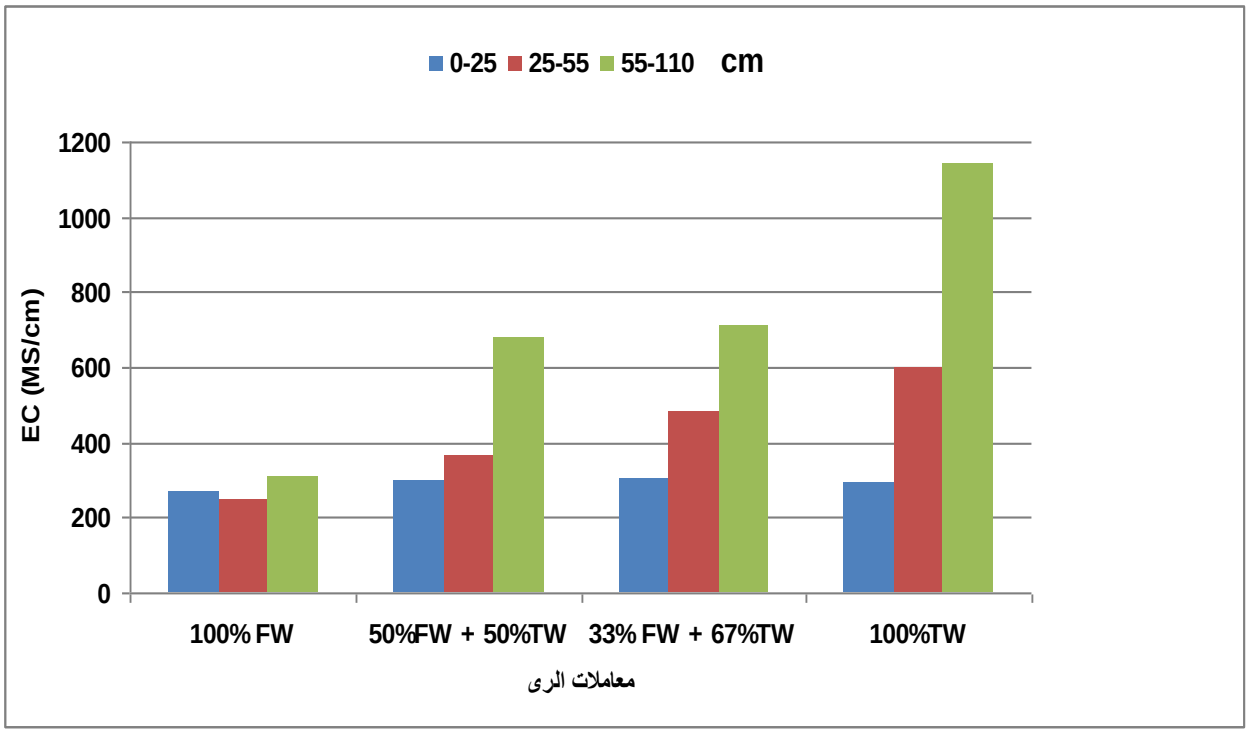
جدول (32): متوسطات قيم التوصيل الكهربي (EC, µS/cm) لمستخلص التربة لمستويات العوامل المدروسة وقيم أقل فرق معنوي لكل منها.

العوامل	المستويات				$LSD_{0.05}$
	1	2	3	4	
التربة	a 474.97	a 486.28			79.11
العمق	c 294.58	b 449.67	a 697.63		96.89
نوعية المياه	c 297.83	b 476.83	b 503.61	a 644.22	111.88

- المتوسطات التي لها نفس الحروف لا توجد بينها فروق معنوية عند مستوي احتمالية 5% تبعا لاختبار أقل فرق معنوي (LSD).
- البيانات تمثل متوسط قراءات ثلاث مكررات داخل كل عمود تربة.



شكل(7): متوسطات قيم التوصيل الكهربي (µS/cm) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.



شكل(8): متوسطات قيم التوصيل الكهربي (µS/cm) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

ويعتبر تركيز الأملاح الكلية الذائبة من أهم المعايير الزراعية الهامة واللازمة لتقييم نوعية مياه الري وذلك للصلة الوثيقة بين ملوحة مياه الري وملوحة التربة، وبالتالي فإن نمو النبات وكمية المحصول وجودته تتأثر بشدة بالتركيز الكلي للأملاح في مياه الري (الخطيب، 1993).

ومن النتائج المتحصل عليها يتضح لنا أن التوصيل الكهربي لمستخلص التربة في كلا التربيتين يزداد مع زيادة نسبة خلط مياه الصرف الصحي مع المياه العذبة، وتصل إلي أقصاها عند الري بمياه الصرف الصحي حيث سجلت معاملة الري بمياه الصرف 100% أعلي قيمة (644.22µS/cm).

وكذلك لوحظ أن التوصيل الكهربي لمستخلص التربة تزداد قيمته مع العمق وكانت أعلي قيمة في العمق (55 −110cm) بمتوسط (697.63 µS/cm) وهذا يرجع إلي عملية غسيل الأملاح التي حدثت أثناء موسم النمو حيث أدت كميات مياه الري الزائدة إلي إبعاد الأملاح المتراكمة في عمود التربة إلي أسفل القطاع بعيدا عن منطقة الجذور.

وبذلك تظهر أهمية الأخذ في الاعتبار الاحتياجات الغسيلية أثناء الزراعة ويعتبر الحد المسموح به في الزراعة علي حسب منظمة الصحة العالمية 750 −3000 µS/cm .

وقد وجد (Kelley *et al*., 1947) أن الري بمياه الصرف الصحي المعالجة قد أدي إلي تجميع الحبيبات وتحسين خواص التربة وتوصيلها الهيدروليكي نتيجة لتراكم الأملاح بها.

وقد اتضح من دراسة قام بها (Kutera,1963) أن الري بمياه الصرف الصحي المعالجة أدى إلي تراكم الأملاح بالتدريج من الأعماق السفلى إلى العليا للتربة. فكانت في الأعماق العليا اقل منها في الأعماق السفلى, وقد وجد (Mcheal and Coleman,1966) أن الري بمياه شديدة الملوحة مثل مياه الصرف الصحي يعمل علي تجميع حبيبات التربة ويحافظ علي التوصيل الهيدروليكي.

واقترح مختبر الملوحة الأمريكي (U.S. Salinity Lab Staff, 1954) أربع درجات للمياه على أساس التركيز الملحي تدرجت من مياه منخفضة الملوحة قيمة درجة التوصيل الكهربائي لها أقل من 250 ميكروموز/ سم وتستخدم لري جميع أنواع الأراضي إلي مياه عالية الملوحة قيمة درجة التوصيل الكهربائي 2250 ميكروموز/ سم.

والنتائج التي تحصل عليها (Pagliai *et al*., 1981) دلت على أن إضافة هذه المواد للتربة الطميئية الرملية بايطاليا ساعد علي زيادة مسامية التربة وثبات وحدة البناء فيها.

4- 3-2- الرقم الهيدروجيني (pH):

من النتائج الموضحة في الجدول (33) والشكل (9) لمتوسطات قيم الرقم الهيدروجيني (pH) تحت معاملات الري المختلفة للتربة الرملية، إتضح أن قيم الرقم الهيدروجيني لمستخلص الترب (5:1) في الأفق السطحي (0 -25 cm) تراوحت ما بين (7.56- 7.26)، وفي العمق (25-55 cm) تراوحت ما بين (7.67 -7.24)، والعمق (55-110 cm) تراوحت ما بين (7.91 -7.29). وكان التفاوت في قيم الرقم الهيدروجيني (pH) في معاملات الري المختلفة للتربة الرملية مع ملاحظة إن القيمة تتغير مع العمق. وتشير النتائج أن درجة التفاعل (pH) لهذا القطاع تشير إلي القاعدية بصفة عامـة أي أن إلpH اكبر من 7.

جدول (33): متوسطات قيم الرقم الهيدروجيني (pH) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

نـوعـية الميـاه	العمق (cm)		
	25-0	55-25	110 -55
100% FW	7.56	7.67	7.50
50%FW + 50%TW	7.26	7.24	7.29
33% FW + 67%TW	7.45	7.44	7.62
100%TW	7.48	7.47	7.91

- الماء العذب Fresh Water (FW) - ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

من النتائج الموضحة في الجدول (34) والشكل (10) لمتوسطات قيم الرقم الهيدروجيني (pH) تحت معاملات الري المختلفة للتربة الرملية الطميئية. اتضح أن قيم الرقم الهيدروجيني لمستخلص الترب(5:1). وفي الأفق السطحي (0 -25 cm) تراوحت ما بين (7.76- 7.33)، وفي العمق(55-25cm) تراوحت ما بين (7.55- 7.26) والعمق (55 -110 cm) تراوحت قيم ما بين (7.50- 7.22)، وكان التفاوت في قيم الرقم الهيدروجيني (pH) في معاملات الري المختلفة للتربة الرملية الطميئية مع ملاحظة أن القيمة تقل مع العمق, وتشير النتائج أن درجة التفاعل(pH)لهذا القطاع تشير إلي القاعدية بصفة عامة أي أن إل pH اكبرمن7.

جدول (34): متوسطات قيم الرقم الهيدروجيني (pH) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت الري المختلفة مع العمق.

نـوعـية الميـاه	العمق (cm)		
	25-0	55-25	110 -55
100% FW	7.55	7.44	7.30
50%FW + 50%TW	7.76	7.55	7.50
33% FW + 67%TW	7.33	7.26	7.22
100%TW	7.53	7.44	7.48

– الماء العذب Fresh Water (FW) – ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

وأظهرت نتائج التحليل الإحصائي لتأثير العوامل المدروسة من حيث, نوعية مياه الري(4 مستويات) وعمق التربة (3 مستويات) وكذلك نوع التربة (مستويان) علي قيم الرقم الهيدروجيني (pH) في مستخلص التربة في (ملحق 2– 2) إنه لا يوجد تأثير معنوي لكل من نوعية مياه الري, وعمق الترب وكذلك التفاعل بينهما. وكذلك عدم وجود تأثير معنوي لنوع التربة والتفاعل بين عمق التربة ونوع التربة , والتفاعل بين العوامل الثلاثة مجتمعة, ويوجد فرق معنوي للتفاعل بين نوعية المياه ونوع التربة. والجدول(35) متوسطات العوامل المدروسة والمقارنة بينها لقيم الرقم الهيدروجيني (pH) لمستخلص التربة. ويوضح الجدول بأنه لا يوجد فروق معنوية بين متوسطات قيم الأس الهيدروجيني (pH) لمستخلص التربة لمستويات العوامل المدروسة.

ويوجد التقارب بين قيم الرقم الهيدروجيني لمستويات العوامل المدروسة **حيث سجلت معاملة أعلي قيمة (7.55) لقيم (pH) واقل قيمة (7.39) .**

جدول (35): متوسطات قيم الأس الهيدروجيني (pH) لمستخلص التربة لمستويات العوامل المدروسة وقيم أقل فرق معنوي لكل منها.

العـوامـل	المـسـتـويـات				$LSD_{0.05}$
	1	2	3	4	
الـتـربـة	a 7.45	a 7.49			0.15
الـعـمـق	a 7.48	a 7.44	a 7.48		0.18
نـوعـية الميـاه	a 7.50	a 7.43	a 7.39	a 7.55	0.21

– متوسطات التي لها نفس الحروف لا توجد بينها فروق معنوية عند مستوي احتمالية 5% تبعا لاختبار أقل فرق معنوي (LSD).

– البيانات تمثل متوسط قراءات ثلاث مكررات داخل كل عمود تربة.

ومن النتائج المتحصل عليها يتضح لنا أن الرقم الهيدروجيني (pH) في ترب منطقة الدراسة كان قليل القاعدية إذا تراوحت قيم إل(pH) بين (7.39 و 7.55). وهذا يوضح أن مياه الصرف الصحي لها تأثير حامضي طفيف علي التربة وهذا يرجع إلي تأثير محتواها من الأحماض العضوية المنفرد والنشاط البيولوجي. وأن درجة إل(pH) في الطبقات السطحية للترب المروية بكل معاملات المياه كانت اقل وهذا ناتج عن غسيل الكايتونات القاعدية المستمر بالمياه. وأظهرت نتائج التحليل الإحصائي عدم وجود فروق معنوية بين متوسطات نوع التربة والعمق ونوعية المياه في قيمة الأس الهيدروجيني (pH). **ومعظم المياه الطبيعية يتراوح أسها الهيدروجيني بين (6- 8.5). وتشير النتائج أن درجة التفاعل (pH) لهذه القطاعات تشير إلي القاعدية بصفة عامـة أي إن (pH اكبر من 7).**

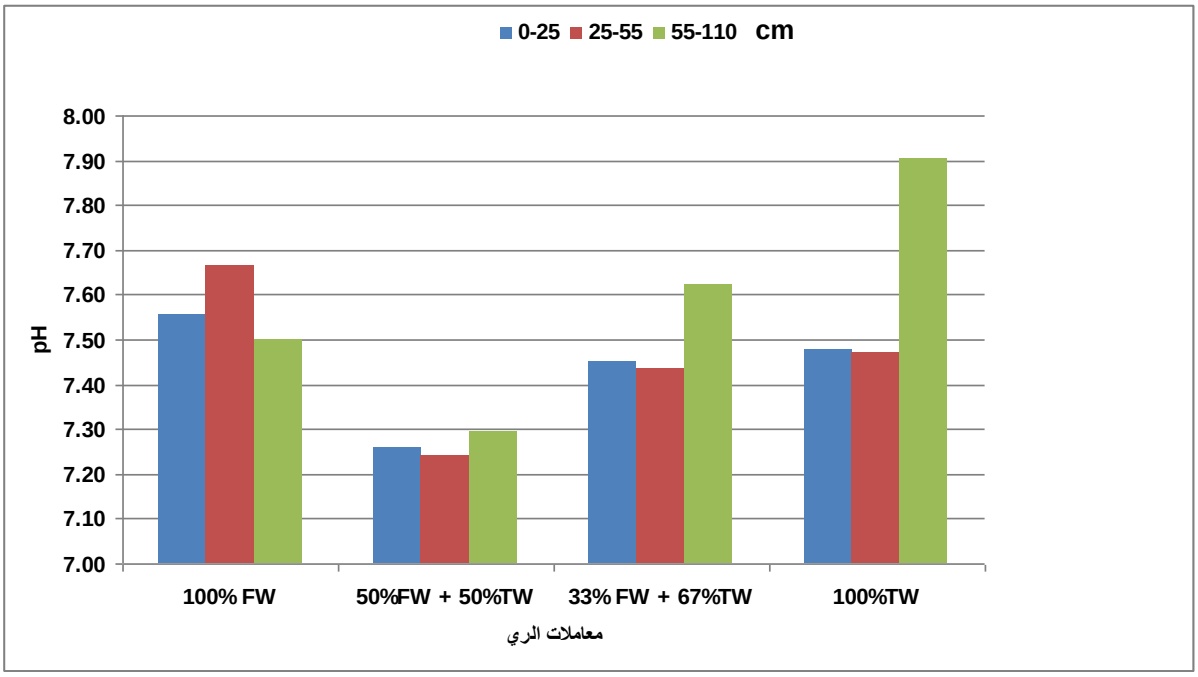
وجد (Bear and prince, 1947) **أن لمياه الصرف الصحي تأثير حامضي علي التربة. وهذا لا يرجع فقط إلى تأثيرها علي ذوبان كربونات الكالسيوم فقط بل أيضا تأثير محتواها من الأحماض المعدنية والعضوية.**

فيما وجد (Ernest and Massey,1960) **أن ارتفاع درجة الحرارة خلال فترة الري قد تعرض جزء من المركبات كربونات الألمونيوم للتطاير مما قد يساعد علي ارتفاع الرقم الهيدروجيني في التربة الطينية.**

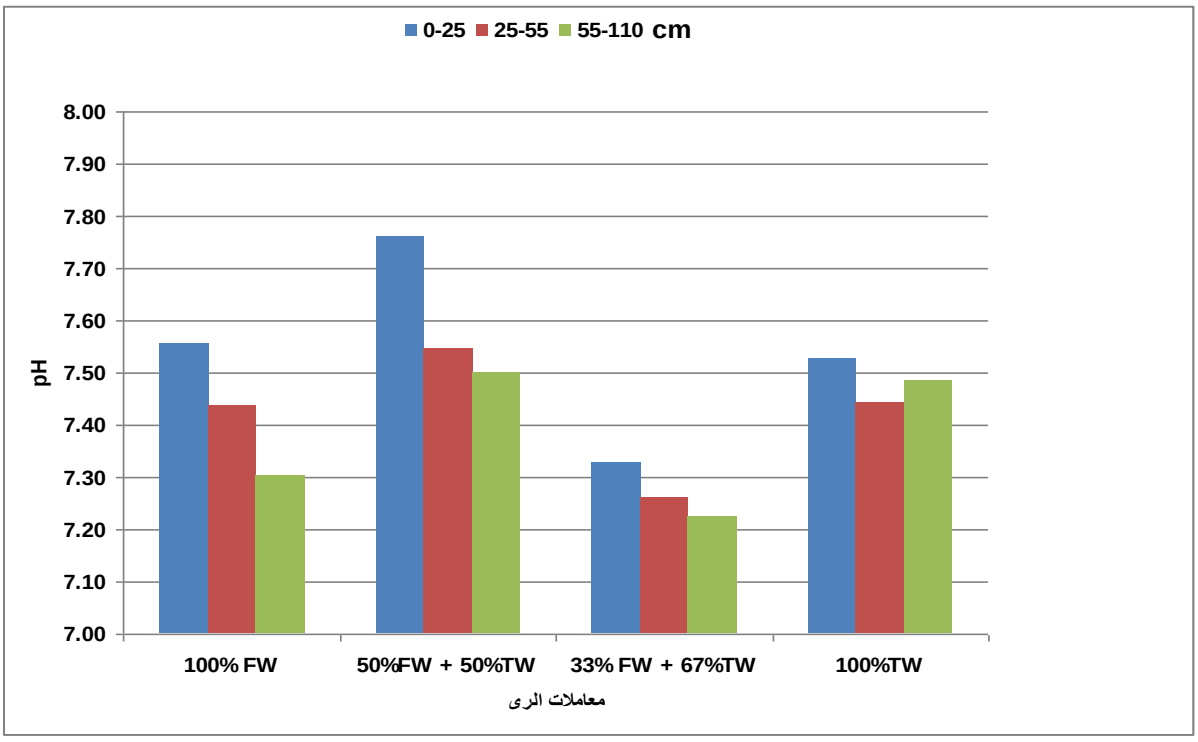
كذلك أشار(Beek *et al*.,1977) **إلي زيادة درجة تفاعل التربة** (pH) **في حالة الري بمياه الصرف الصحي المعالجة من** (4.0) **إلي** (6.5).

فيما وجد (Johnson *et al*.,1979) **أن الري بمياه الصرف الصحي أدي إلي انخفاض درجة تفاعل التربة من** (7.5) **إلي** (6.5) .

كما وجد (Chang *et al*,1983) **أنه حدث انخفاض في الرقم الهيدروجيني للتربة من** 7.3 **إلي** 5.5 **بعد عدة سنوات من البدء في استخدام هذه المياه لإغراض الري.**



شكل(9): متوسطات قيم الرقم الهيدروجيني (pH) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.



شكل(10): متوسطات قيم الرقم الهيدروجيني (pH) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

4-3-3- تقدير الكاتيونات الذائبة:-

4-3-3-1- تركيز الكالسيوم (Ca^{++}): Calcium Concentration

من النتائج الموضحة في الجدول (36) والشكل(11) لمتوسطات قيم تركيز الكالسيوم Ca^{++}, (meq/l) تحت معاملات الري المختلفة مع العمق للتربة الرملية. اتضح أن قيم تركيز الكالسيوم (Ca^{++}) لمستخلص التربة في الطبقة السطحية (0 -25 cm) تراوحت القيم بين(0.80 meq/l - 0.50)، وفي العمق (25-55 cm) تراوحت القيم بين (0.63 - 0.87 meq/l) والعمق (55 - 110 cm) تراوحت القيم (0.60 -1.27 meq/l) وكان التفاوت في قيم تركيز الكالسيوم (Ca^{++}) في معاملات الري المختلفة للتربة الرملية.

جدول (36): متوسطات قيم تركيز عنصر الكالسيوم (meq/l) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

نوعية المياه	العمق (cm)		
	25 -0	55 -25	110 -55
100% FW	0.50	0.73	0.60
50%FW + 50%TWW	0.77	0.70	0.80
33% FW + 67%TWW	0.80	0.87	1.27
100%TWW	0.60	0.63	0.77

- الماء العذب Fresh Water (FW) - ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

من النتائج الموضحة في الجدول (37) والشكل (12) لمتوسطات قيم تركيز الكالسيوم (Ca^{++}) تحت معاملات الري المختلفة للتربة الرملية الطميئية. اتضح أن قيم تركيز الكالسيوم (Ca^{++}) لمستخلص التربة في الطبقة السطحية (0 -25 cm) تراوحت القيم بين(0.47- 1.13 meq/l) والعمق (25-55cm) تراوحت القيم بين (0.50 - 0.90 meq/l) ، والعمق (55 - 110 cm) تراوحت القيم بين (0.50 -1.00meq/l) وكان التفاوت في قيم تركيز الكالسيوم (Ca^{++}) في معاملات الري المختلفة للتربة الرملية الطميئية.

جدول (37): متوسطات قيم تركيز عنصر الكالسيوم (meq/l) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

نوعية المياه	العمق (cm)		
	25 -0	55 -25	110 -55
100% FW	0.73	0.90	0.63
50%FW + 50%TWW	1.13	0.90	0.97
33% FW + 67%TWW	0.47	0.50	0.50
100%TWW	0.90	0.80	1.00

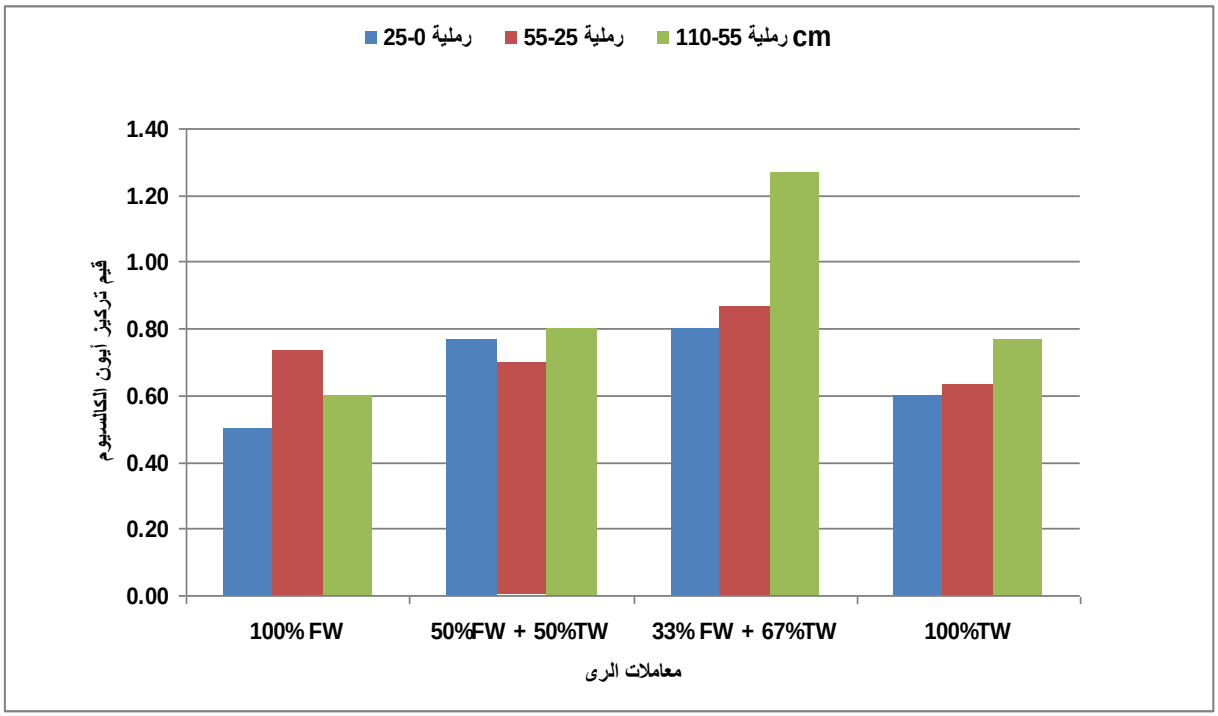
- الماء العذب Fresh Water (FW) - ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي لتأثير العوامل المدروسة من حيث نوعية مياه الري وعمق التربة وكذلك نوع التربة علي قيم تركيز أيون الكالسيوم (Ca^{++} meq/l) في مستخلص التربة في (ملحق 2-4) إنه لا يوجد تأثير معنوي لكل من نوعية مياه الري, وعمق التربة وكذلك التفاعل بينهما. وكذلك عدم وجود تأثير معنوي لنوع التربة, وكذلك التفاعل بين عمق التربة ونوع التربة, والتفاعل بين العوامل الثلاثة مجتمعة، ويوجد فرق معنوي للتفاعل بين نوعية المياه ونوع التربة. والجدول(38) يبين متوسطات العوامل المدروسة والفروق بينها وتركيز الكالسيوم (Ca^{++},meq/l) في مستخلص التربة. يوضح الجدول أنه لا توجد فروق معنوية بين متوسطات قيم تركيز الكالسيوم (Ca^{++} meq/l) لمستخلص التربة لمستويات العوامل المدروسة، وسجلت المعاملة الثانية لنوعية المياه اعلي تركيز (0.88 meq/l)، في حين كان أقل تركيز في المعاملة الثالثة (0.73 meq/l). وقد ترجع زيادة تركيز عنصر الكالسيوم في المعاملة الثالثة لارتفاع نسبة الأملاح. وبالنسبة إلي الأعماق فنلاحظ إن اعلي تركيز لعنصر الكالسيوم كان عند العمق (55 -110 cm) وكانت القيمة (0.82 meq/l), وقد يرجع هذا لعمليات غسيل الأملاح وارتفاع كربونات الكالسيوم وتراكمها في هذا العمق, بينما كانت اقل قيمة للكالسيوم في الطبقات السطحية (0 -25 cm) وكانت القيمة (0.74 meq/l) نتيجة لعمليات الغسيل. ولم تسجل متوسطات نوع التربة أي فروق معنوية في قيمة أيون الكالسيوم.

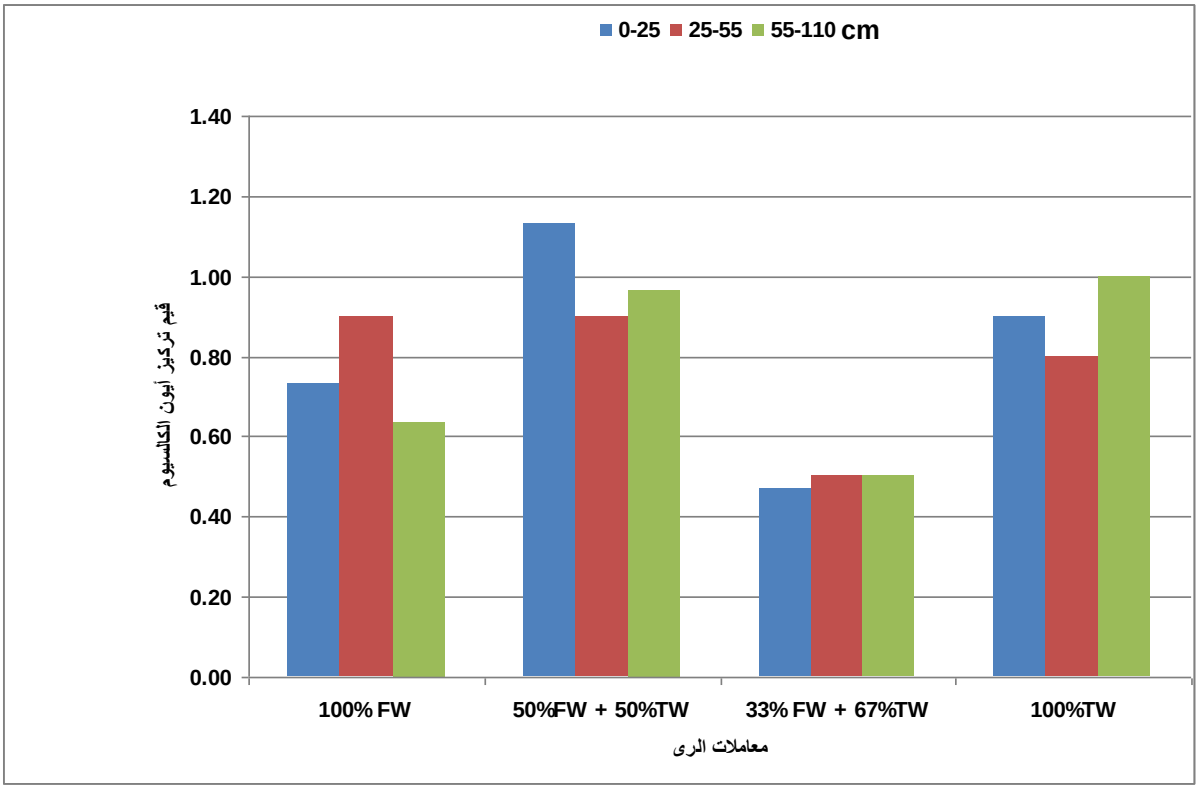
جدول (38): متوسطات قيم تركيز عنصر الكالسيوم (Ca^{++},meq/l) لمستخلص التربة لمستويات العوامل المدروسة وقيم أقل فرق معنوي لكل منها.

العوامل	المستويات				$LSD_{0.05}$
	1	2	3	4	
التربة	a 0.79	a 0.75			0.17
العمق	a 0.74	a 0.75	a 0.82		0.20
نوعية المياه	a 0.68	a 0.88	a 0.73	a 0.78	0.23

- المتوسطات التي لها نفس الحروف لا توجد بينها فروق معنوية عند مستوي احتمالية 5% تبعا لاختبار أقل فرق معنوي (LSD).
- البيانات تمثل متوسط قراءات ثلاثة مكررات داخل كل عمود تربة.



شكل(11): متوسطات قيم تركيز أيون الكالسيوم (meq/l) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.



شكل(12): متوسطات قيم تركيز أيون الكالسيوم (meq / l) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

4-3-3-2- الماغنسيوم (Mg^{++}): Magnesium Concentration

من النتائج الموضحة في الجدول (39) والشكل (13) لمتوسطات قيم تركيز أيون الماغنسيوم (Mg^{++}) تحت معاملات الري المختلفة مع العمق للتربة الرملية. يتضح أن قيم تركيز أيون الماغنسيوم (meq/l) لمستخلص التربة (5:1) في الطبقة السطحية (0 -25 cm) حيث تراوحت القيم تركيز أيون الماغنسيوم (Mg^{++}) ما بين(0.50- 0.53 meq/l) وفي العمق (25-55 cm) تراوحت القيمة بين (0.53 −0.97 meq/l) وفي العمق (55 −110 cm) تراوحت القيمة بين (0.67meq/l-0.60) وكان التفاوت بين قيم تركيز الماغنسيوم بسيطا في معاملات الري المختلفة للتربة الرملية.

جدول (39): متوسطات قيم تركيز أيون الماغنسيوم (Mg^{++}, meq/l) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

نوعية المياه	العمق (cm)		
	25 -0	55 -25	110 -55
100% FW	0.50	0.53	0.60
50%FW + 50%TWW	0.57	0.97	0.67
33% FW + 67%TWW	0.53	0.75	0.63
100%TWW	0.53	0.75	0.63

- الماء العذب Fresh Water (FW) - ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

من النتائج الموضحة في الجدول (40) والشكل (14) لمتوسطات قيم تركيز أيون الماغنسيوم (Mg^{++}) تحت معاملات الري المختلفة مع العمق للتربة الرملية الطميئية. يتضح أن قيم تركيز أيون الماغنسيوم (Mg^{++}, meq/l) لمستخلص التربة (5:1) في الطبقة السطحية (0 -25 cm) تراوحت القيمة بين (0.27- 1.00 meq/l) وفي العمق (25-55 cm) تراوحت القيمة بين (0.30 – 0.90 meq/l) وفي العمق (55 −110cm) تراوحت القيمة بين (0.57-0.90meq/l) وكان التفاوت بين قيم تركيز الماغنسيوم بسيطا في معاملات الري المختلفة للتربة الرملية الطميئية.

جدول (40): متوسطات قيم تركيز أيون الماغنسيوم (Mg^{++}, meq/l) لمستخلص التربة الرملية الطمييية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

نوعية المياه	العمق (cm)		
	25 -0	55 -25	110 -55
100% FW	0.33	0.30	0.77
50%FW + 50%TWW	0.27	0.90	0.57
33% FW + 67%TWW	1.00	0.90	0.90
100%TWW	0.43	0.53	0.60

- الماء العذب Fresh Water (FW) - ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي لتأثير العوامل المدروسة من حيث، نوعية مياه الري وعمق التربة وكذلك نوع التربة علي قيم تركيز أيون الماغنسيوم (Mg^{++}) في مستخلص التربة في (ملحق 2- 5) إنه لا يوجد تأثير معنوي لكل من نوعية مياه الري، وعمق التربة وكذلك التفاعل بينهما. وعدم وجود تأثير معنوي لنوع التربة ، وكذلك التفاعل بين عمق التربة ونوع التربة ، والتفاعل بين العوامل الثلاثة مجتمعة، وبين نوعية المياه ونوع التربة.

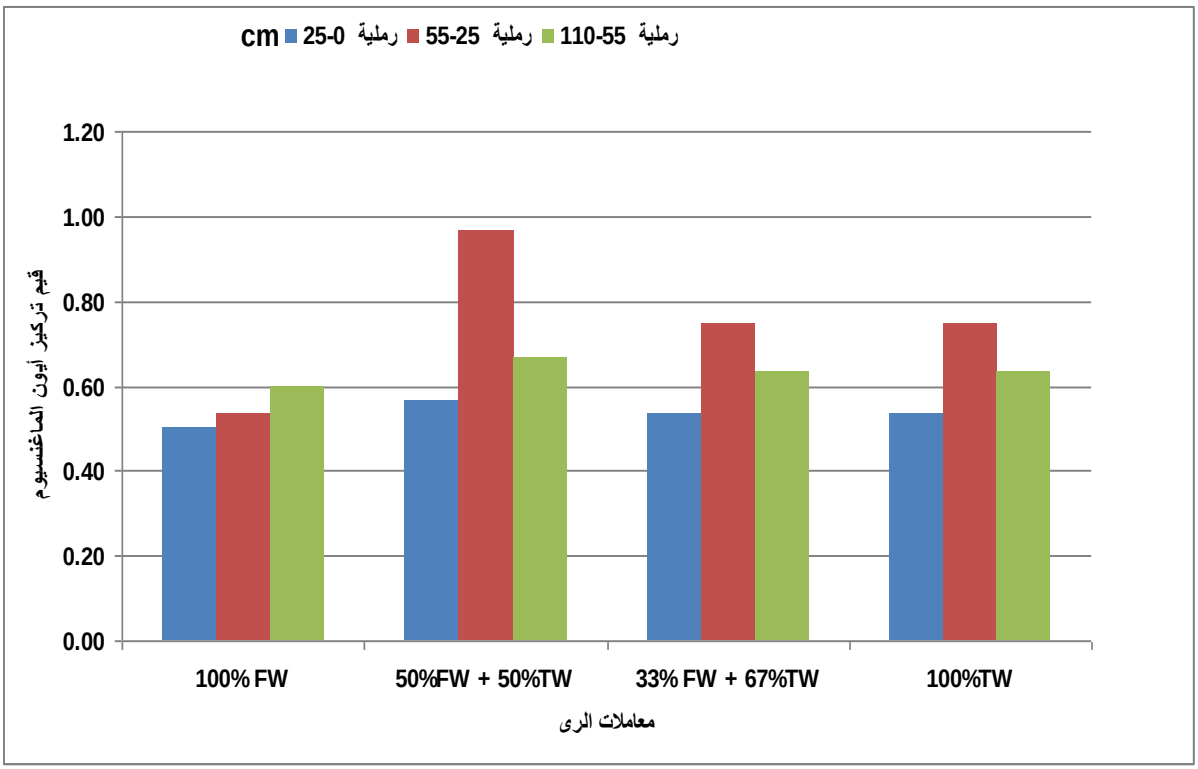
والجدول(41) متوسطات العوامل المدروسة والفروق بينها لقيم تركيز أيون الماغنسيوم (meq/l , Mg^{++}) في مستخلص التربة. ويوضح الجدول بأنه لا توجد فروق معنوية بين متوسطات قيم تركيز أيون الماغنسيوم (meq/l) لمستخلص التربة لمستويات العوامل المدروسة.

جدول (41) : الفروق بين متوسطات قيم تركيز أيون الماغنسيوم (Mg^{+2}, meq/l) لمستخلص التربة لمستويات العوامل المدروسة وقيم أقل فرق معنوي لكل منها.

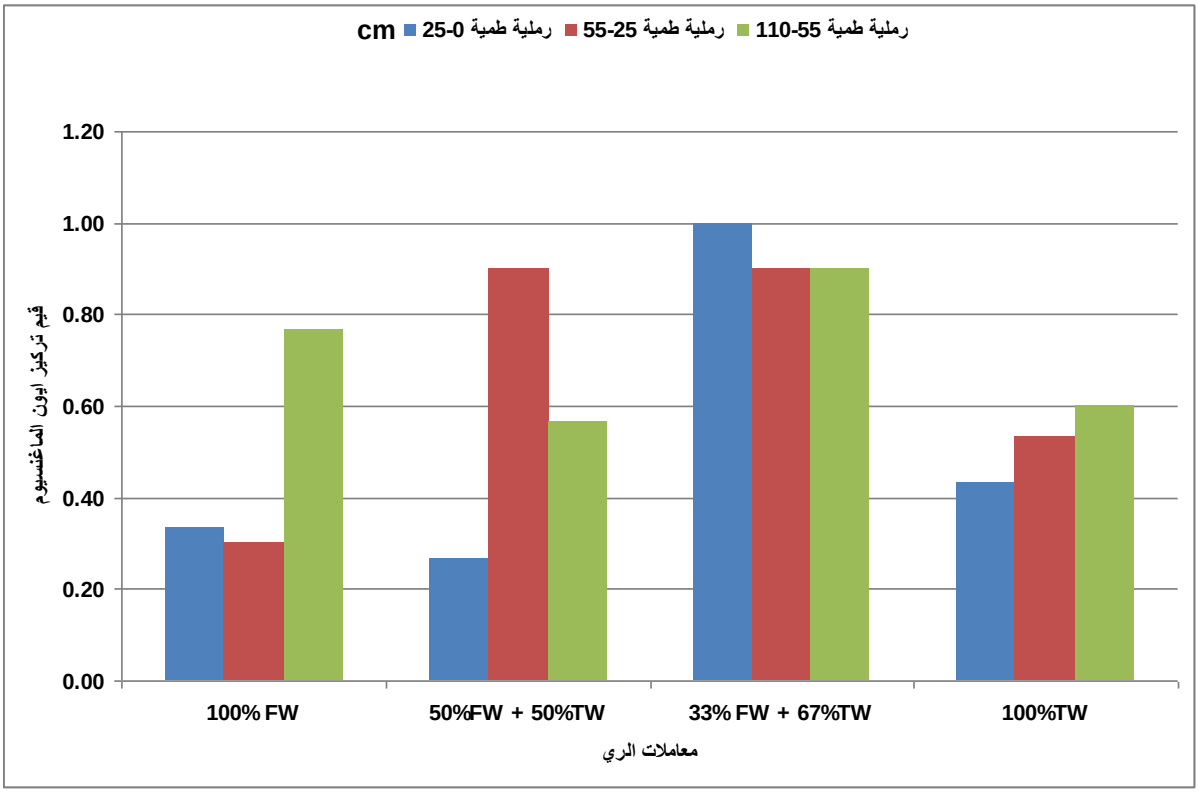
العوامل	المستويات				$LSD_{0.05}$
	1	2	3	4	
التربة	a 0.63	a 0.61			0.24
العمق	a 0.52	a 0.65	a 0.68		0.29
نوعية المياه	a 0.51	a 0.66	a 0.64	a 0.67	0.34

- المتوسطات التي لها نفس الحروف لا توجد بينها فروق معنوية عند مستوي احتمالية 5% تبعا لاختبار أقل فرق معنوي (LSD).

- البيانات تمثل متوسط قراءات ثلاثة مكررات تربة داخل كل عمود تربة.



شكل(13) : متوسطات قيم تركيز أيون الماغنسيوم (meq/l) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.



شكل(14) : متوسطات قيم تركيز أيون الماغنسيوم (meq/l) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

4-3-3-3- تركيز البوتاسيوم (K^+) : Potassium Concentration

من النتائج الموضحة في الجدول (42) والشكل (15) لمتوسطات قيم تركيز أيون البوتاسيوم تحت معاملات الري المختلفة مع العمق للتربة الرملية. اتضح إن قيم تركيز أيون البوتاسيوم لمستخلص التربة (5:1) في الطبقة السطحية (0 -25 cm) تراوحت بين (4.60 – 10.80 meq/l)، وفي العمق (25-55 cm) تراوحت القيمة ما بين (7.70 – 10.38 meq/l)، والعمق (55-110 cm) تراوحت القيم ما بين (6.78 – 9.00 meq/l)، وكان التفاوت في قيم تركيز أيون البوتاسيوم في معاملات الري المختلفة للتربة الرملية.

جدول (42): متوسطات قيم تركيز أيون البوتاسيوم (K^+, meq/l) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

نـوعـية الميـاه	العمق (cm)		
	25 -0	55 -25	110 -55
100% FW	4.60	7.70	6.78
50%FW + 50%TWW	8.20	9.21	9.00
33% FW + 67%TWW	10.80	10.38	8.29
100%TWW	9.63	9.21	8.50

- الماء العذب Fresh Water (FW) - ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

من النتائج الموضحة في الجدول (43) والشكل (16) لمتوسطات قيم تركيز أيون البوتاسيوم تحت معاملات الري المختلفة للتربة الرملية الطميئية. إتضح أن قيم تركيز أيون البوتاسيوم لمستخلص التربة (5:1) في الطبقة السطحية (0 -25 cm) تراوحت القيم ما بين (7.66 – 9.67 meq/l)، وفي العمق (25-55 cm) تراوحت القيم ما بين (7.83 – 10.09 meq/l) والعمق (55 - 110 cm) تراوحت القيم ما بين (7.45 – 10.17 meq/l)، وكان التفاوت في قيم تركيز أيون البوتاسيوم في معاملات الري المختلفة للتربة الرملية الطميئية .

جدول (43): متوسطات قيم تركيز أيون البوتاسيوم (K^+, meq/l) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

نـوعـية الميـاه	العمق (cm)		
	25 -0	55 -25	110 -55
100% FW	7.66	7.83	7.45
50%FW + 50%TWW	9.67	8.66	8.96
33% FW + 67%TWW	8.46	8.50	7.79
100%TWW	9.25	10.09	10.17

- الماء العذب Fresh Water (FW) - ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

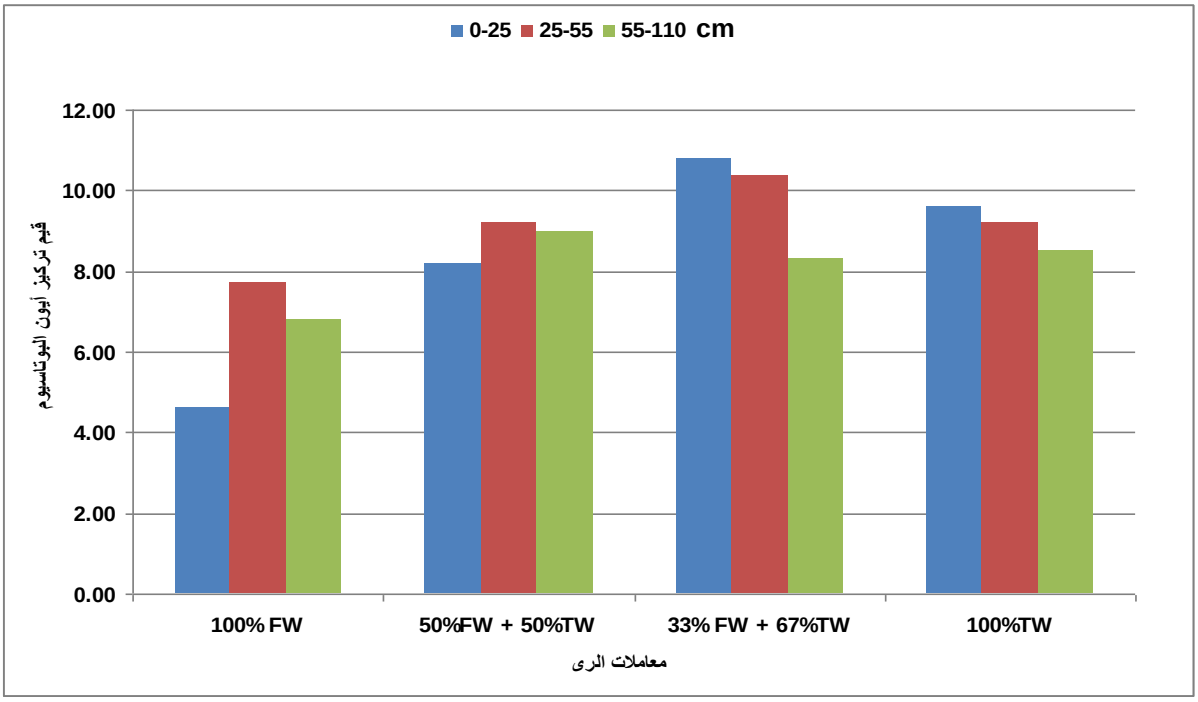
وأظهرت نتائج التحليل الإحصائي لتأثير العوامل المدروسة من حيث، نوعية مياه الري وعمق التربة وكذلك نوع التربة علي قيم تركيز أيون البوتاسيوم في مستخلص التربة في (ملحق 2- 8) إنه لا يوجد تأثير معنوي لكل من عمق التربة , ونوع التربة , وكذلك التفاعل بينهما، وعدم وجود تأثير معنوي للتفاعل بين نوعية المياه وعمق التربة , والتفاعل بين العوامل الثلاثة مجتمعة. في حين أظهر التحليل الإحصائى أن هناك تأثير معنوي لنوعية المياه, و التفاعل بين نوعية المياه ونوع التربة.

والجدول (44) يبين الفروق المعنوية بين متوسطات العوامل المدروسة الفروق بينها لقيم تركيز أيون البوتاسيوم (meq/l) لمستخلص التربة. يوضح الجدول أنه توجد فروق معنوية بين متوسطات قيم تركيز أيون البوتاسيوم لمستخلص التربة لنوعية المياه. وهناك زيادة في محتوي التربة من عنصر البوتاسيوم بزيادة نسبة خلط مياه الصرف الصحي مع المياه العذبة حيث سجلت معاملة الري الرابعة (مياه الصرف 100%) اعلي قيمة (9.47 meq/l) لتركيز أيون البوتاسيوم (meq/l) في حين سجلت معاملة الري الأولي (بمياه عذبة) اقل قيمة (7.00 meq/l). أما بالنسبة لتوزيع تركيز البوتاسيوم مع العمق , ونوع التربة لم تسجل المتوسطات أي فروق معنوية في قيمة أيون البوتاسيوم (meq/l) لمستخلص التربة.

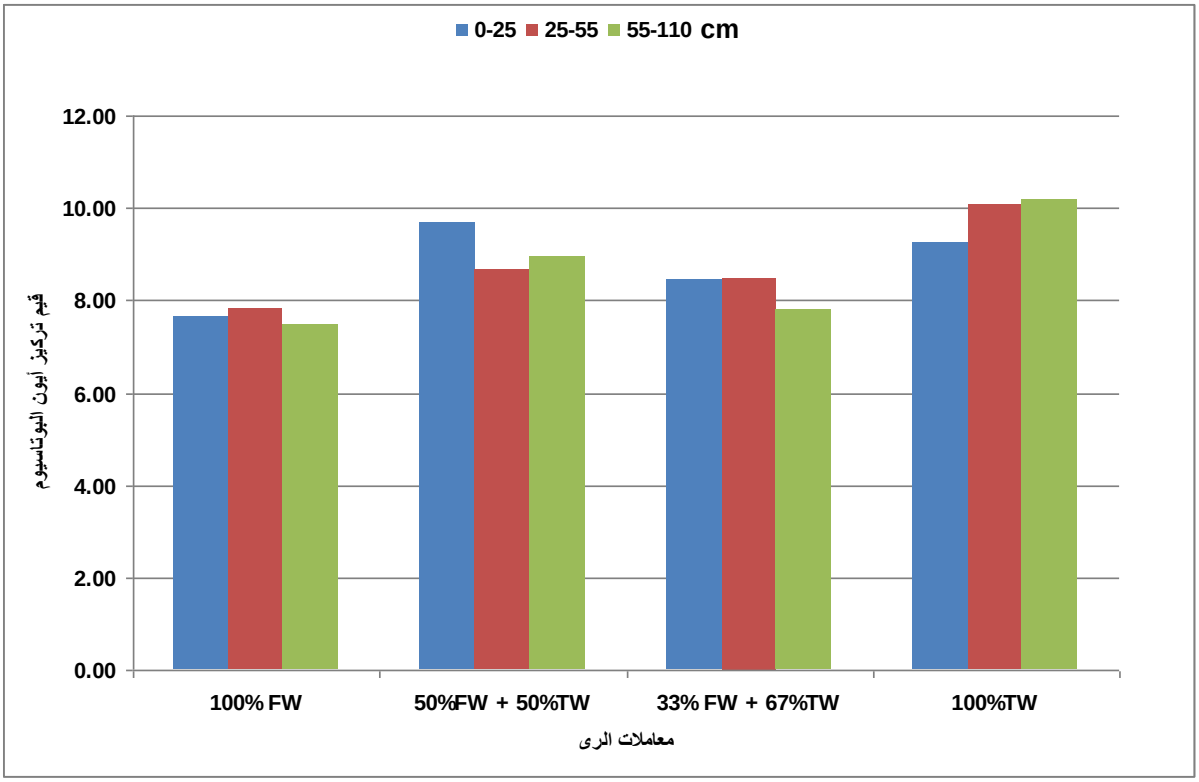
جدول (44) : متوسطات قيم تركيز أيون البوتاسيوم (K^+, meq/l) لمستخلص التربة لمستويات العوامل المدروسة وقيم أقل فرق معنوي لكل منها.

العوامل	المستويات				$LSD_{0.05}$
	1	2	3	4	
التربة	a 8.71	a 8.53			0.74
العمق	a 8.53	a 8.95	a 8.37		0.90
نوعية المياه	b 7.00	a 8.95	a 9.03	a 9.47	1.04

- المتوسطات التي لها نفس الحروف لا توجد بينها فروق معنوية عند مستوي احتمالية 5% تبعا لاختبار أقل فرق معنوي (LSD).
- البيانات تمثل متوسط قراءات ثلاث مكررات تربة داخل كل عمود تربة.



شكل(15): متوسطات قيم تركيز أيون البوتاسيوم (meq/l) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.



شكل (16): متوسطات قيم تركيز أيون البوتاسيوم (meq/l) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

4-3-3-4- تركيز الصوديوم (Na^{++}):

من النتائج الموضحة في الجدول(45) والشكل (17) لمتوسطات قيم تركيز أيون الصوديوم تحت معاملات الري المختلفة مع العمق للتربة الرملية. اتضح أن قيم تركيز أيون الصوديوم لمستخلص التربة (5:1) في الطبقة السطحية (0 -25 cm) تراوحت القيم بين (3.90 –7.52 meq/l) وفي العمق (25-55 cm) تراوحت القيم بين (3.05 –10.0 meq/l)، وفي العمق (55 - 110 cm) تراوحت القيم بين (6.03 –11.21 meq/l)، وكان هناك تفاوت في قيم تركيز أيون الصوديوم في معاملات الري المختلفة للتربة الرملية.

جدول (45): متوسطات قيم تركيز أيون الصوديوم (Na^{++}, meq/l) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

نـوعـية الميـاه	العمق (cm)		
	25 -0	55 -25	110 -55
100% FW	3.90	3.05	6.03
50%FW + 50%TWW	6.39	10.01	11.21
33% FW + 67%TWW	7.03	9.23	8.16
100%TWW	7.52	9.94	9.01

– الماء العذب Fresh Water (FW) – ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

من النتائج الموضحة في الجدول (46) والشكل(18) لمتوسطات قيم تركيز أيون الصوديوم تحت معاملات الري المختلفة مع العمق للتربة الرملية الطميئية. يتضح أن قيم تركيز أيون الصوديوم (meq/l) لمستخلص التربة (5:1) في الطبقة السطحية (0 -25 cm) تراوحت قيم تركيز أيون الصوديوم بين (5.04 – 6.96 meq/l)، وفي العمق (25-55 cm) تراوحت القـيم ما بين(meq/l 5.32 –9.87)، والعمق (55 – 110 cm) تراوحت قيم ما بين (4.97 –10.15 meq/l) وكان هناك تفاوت في قيم تركيز أيون الصوديوم في معاملات الري المختلفة للتربة الرملية الطميئية .

جدول (46): متوسطات قيم تركيز أيون الصوديوم (Na^{++}, meq/l) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

نـوعـية الميـاه	العمق (cm)		
	25 -0	55 -25	110 -55
100% FW	5.75	5.32	4.97
50%FW + 50%TWW	6.96	9.09	10.15
33% FW + 67%TWW	6.60	9.87	10.01
100%TWW	5.04	8.66	10.08

– الماء العذب Fresh Water (FW) – ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

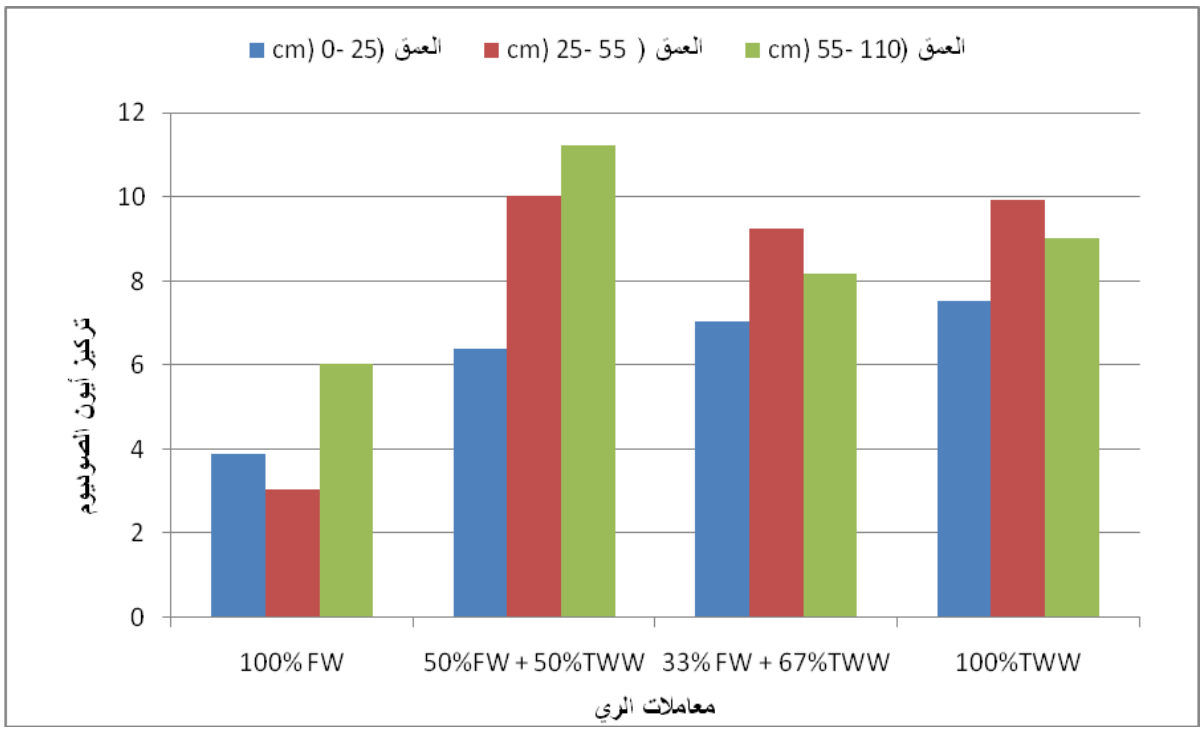
أظهرت نتائج التحليل الإحصائي لتأثير العوامل المدروسة من حيث, نوعية مياه الري وعمق التربة وكذلك نوع التربة علي قيم تركيز أيون الصوديوم (meq/l) في مستخلص التربة في (ملحق 2- 9). إنه لا يوجد تأثير معنوي لكل من نوع التربة , وكذلك التفاعل بين نوعية المياه وعمق التربة والتفاعل بين نوعية المياه ونوع التربة , وعمق التربة ونوع التربة , والتفاعل بين العوامل الثلاثة مجتمعة. وفي حين أظهرت التحليل الاحصائى إن هناك تأثير معنوي لنوعية المياه, وعمق التربة . يوضح الجدول (47) أنه توجد فروق معنوية بين متوسطات قيم تركيز أيون الصوديوم (meq/l) لمستخلص التربة لنوعية المياه, وأعماق التربة. وأن هناك زيادة في محتوي التربة من عنصر الصوديوم بزيادة نسبة خلط مياه الصرف الصحي مع المياه العذبة، حيث سجلت اعلي قيمة (8.97 meq/l) لمعاملة مياه الري الثانية. ونلاحظ أنه لا توجد فروق معنوية بين معاملات الري الثانية والثالثة والرابعة. في حين سجلت أقل قيمة (4.48 meq/l) لقيم تركيز أيون الصوديوم (meq/l) لمعاملة مياه الري الأول.

أما بالنسبة لتوزيع تركيز الصوديوم مع العمق فنلاحظ أن أعلي تركيز للعنصر الصوديوم عند العمق (55 - 110 cm) حيث كانت القيمة (8.70 meq/l) ولا يوجد فروق معنوية بين العمقين الثاني والثالث وأقل تركيز لعنصر الصوديوم كان عند العمق (0-25 cm) وسجل (6.51 meq/l). ولم تسجل متوسطات نوع التربة أي فروق معنوية في قيمة أيون الصوديوم (meq/l).

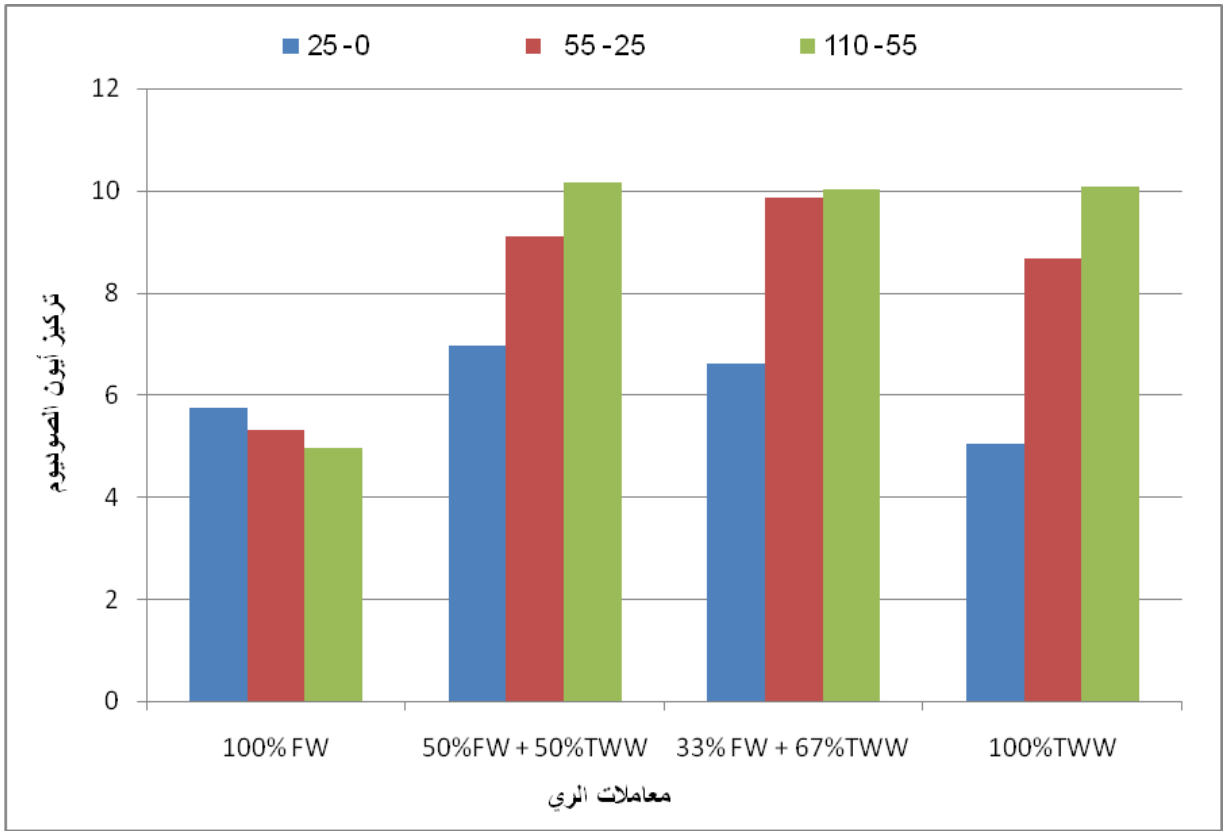
جدول (47): الفروق بين متوسطات قيم تركيز أيون الصوديوم (Na^{++}, meq/l) لمستخلص التربة لمستويات العوامل المدروسة وقيم أقل فرق معنوي لكل منها.

العوامل	المستويات				$LSD_{0.05}$
	1	2	3	4	
التربة	a 7.71	a 7.63			1.18
العمق	b 6.15	a 8.15	a 8.70		1.44
نوعية المياه	b 4.84	a 8.97	a 8.48	a 8.38	1.67

- المتوسطات التي لها نفس الحروف لا توجد بينها فروق معنوية عند مستوي احتمالية 5% تبعا لاختبار اقل فرق معنوي (LSD).
- البيانات تمثل متوسط قراءات ثلاث مكررات تربة داخل كل عمود تربة.



شكل (17): متوسطات قيم تركيز أيون الصوديوم (meq/l) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.



شكل (23): متوسطات قيم تركيز أيون الصوديوم (meq/l) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

ومن النتائج المتحصل عليها بالنسبة لعنصر الكالسيوم نلاحظ أن أعلي تركيز لعنصر الكالسيوم عند العمق (55 −110 cm) كان (0.82 meq/l)، وقد يرجع هذا لعمليات غسيل الأملاح وارتفاع نسبة كربونات الكالسيوم وتراكمها في هذا العمق، بينما اقل قيمة للكالسيوم كانت في الطبقة السطحية (cm 25- 0) كانت (0.74 meq/l) نتيجة لعمليات الغسيل ولا يوجد فروق معنوية بين متوسطات قيم تركيز الكالسيوم (Ca^{++}, meq/l) وبالنسبة لقيمة تركيز الكالسيوم في التربة قبل الري كانت أعلى من قيم تركيز الكالسيوم في التربة بعد الري وقد يرجع هذا لعمليات الغسيل ويعتبر تركيز الكالسيوم في الحدود المسموح بها في الزراعة علي حسب منظمة الصحة العالمية والحدود المسموح بها هي 20 (meq/l).

ومن النتائج المتحصل عليها بالنسبة لعنصر الماغنسيوم نلاحظ أن أعلي تركيز لعنصر الماغنسيوم (1.00 meq/l)، بينما اقل قيمة لعنصر الماغنسيوم كانت (0.30 meq/l) نتيجة لعمليات الغسيل ولا توجد فروق معنوية بين متوسطات قيم تركيز الماغنسيوم ويعتبر تركيز الماغنسيوم في الحدود المسموح بها في الزراعة علي حسب منظمة الصحة العالمية والحدود المسموح بها هي (50 meq/l). وهناك زيادة في محتوي التربة من عنصر البوتاسيوم بزيادة نسبة خلط مياه الصرف الصحي مع المياه العذبة حيث كانت أعلي قيمة (9.47 meq/l) في حين كانت أقل قيمة (7.00 meq/l)، ولا يوجد فروق واضحة لقيمة تركيز البوتاسيوم في التربة قبل الري وبعد الري. ويعتبر تركيز البوتاسيوم في الحدود المسموح بها في الزراعة علي حسب منظمة الصحة العالمية والحدود المسموح بها هي (20meq/l).

ومن النتائج المتحصل عليها يتضح لنا أن هناك زيادة في محتوي التربة من عنصر الصوديوم بزيادة نسبة خلط مياه الصرف الصحي مع المياه العذبة حيت سجلت معاملة الري الرابعة بمياه الصرف 100% أعلي قيمة (10.08 meq/l). ونلاحظ إنه لا يوجد فروق معنوية بين معاملات الري لنوعية المياه الثانية والثالثة والرابعة، في حين سجلت معاملة الري الأولي بمياه عذبة أقل قيمة (meq/l 4.48)، وهناك زيادة في تركيز عنصر الصوديوم حسب منظمة الصحة العالمية والحدود المسموح بها هي (3 – 9 meq /l).

ويؤثر كاتيون الصوديوم تأثيرا كبيرا في الخواص الكيميائية والفيزيائية للتربة، فهو يعمل علي تفريق حبيبات التربة عند تواجده بتركيزات عالية مقارنة لكاتيونى الكالسيوم والمغنسيوم، وتفرق حبيبات التربة يؤدى إلي خفض معدلات نفاذية الماء والتهوية خلال التربة. وأيضا عند جفاف التربة تتكون قشرة

صلبة علي سطح التربة، مما يجعل عملية حرث التربة أمر صعبا، وبالتالي يؤثر على إنبات البذور ومياه الري يمكن أن تكون مصدرا هاما لزيادة الصوديوم في التربة وبالتالي يجب تقدير الصوديوم في مياه الري (الخطيب ، 1993) .

وقد أشار العديد من الباحثين أن النقص الملحوظ في التوصيل الهيدروليكي للتربة كان نتيجة المحتوي المرتفع للصوديوم في مياه الصرف الصحي المعالجة الذي أدي لتفريق حبيبات التربة وبالتالي انخفاض مستوي نفادية التربة ((Christenson and Ferguson,1966).

بينما اعتبر(Bower *et al*.,1968) أن الري بمياه الصرف الصحي المعالجة تحتوي علي كميات من الكربونات والبيكربونات وكذلك من الكالسيوم والماغنسيوم في وجود الصوديوم. لتأثير مياه الصرف الصحي المعالجة علي خصائص التربة أوضحت دراسة قام بها (Burns and Rawitz.,1981) أن كمية مياه الصرف الصحي المعالجة المضافة إلي التربة خلال موسم واحد كانت كافية لزيادة قدرة التربة علي الاحتفاظ بالماء وزيادة مستوى الصوديوم في محلول التربة المروية بمياه الصرف الصحي المعالجة ورفع نسبة المادة العضوية في التربة. كذلك أجرى الباحتان (Zekri and Koo,1990) دراسة عن تأثير الري بمياه الصرف الصحي المعالجة علي التركيب المعدني للتربة أظهرات أن التربة المروية بمياه الصرف الصحي المعالجة كانت تحتوي علي تركيزات عالية من الصوديوم والبوتاسيوم والماغنسيوم مقارنة بالشاهد.

ويتم في مناطق عديدة من العالم فرز المواد الصلبة لمخلفات الصرف الصحي وإضافتها للتربة لتحسين خواصها الفيزيائية والكيمائية.

وفي دراسة قام بها (Sharma et at .,1990) أكد فيها أن الري بمياه الصرف الصحي المعالجة أدي إلي زيادة تركيز الكربونات والنتروجين بينما خفض من تركيز الكالسيوم والبوتاسيوم. كما أوضح أن الري بمياه الصرف الصحي المعالجة أدي إلي زيادة تركيز الكبريتات في التربة بينما انخفض تركيز ايونات الكالسيوم والماغنسيوم.

يجب عدم استخدام مياه الري التي تحتوي علي الكالسيوم بتركيز يزيد عن 10ملليمكافي/لتر وقد وجد أن التوصيل الهيدروليكي للتربة أو النفادية وكذلك درجة التجمع تقل عند ارتفاع نسبة Mg/Ca في مياه الري، ويظهر ذلك بدرجة اكبر في حالة الأراضي الثقيلة أو الطينية (خليل، 1998).

وارتفاع تركيز عنصر البوتاسيوم قد يرجع للري بمياه الصرف الصحي المعالجة التي تحتوي علي العناصر السمادية N,P,K حيت تحتوي مياه الصرف الصحي المنزلية علي المواد التسميدية لكل شخص في العام 1.3- 1.6 كجم (العدوي ,1988) .

كما وجد (Warrington ,1952) أن الري بمياه الصرف الصحي المعالجة زاد من محتوى التربة من البوتاسيوم.

وفي بحث لدراسة تأثير البوتاسيوم في مياه الري علي بعض الخواص الفيزيائية والكيمائية لتربة طينية وأخرى رملية وجد(Kanwar and Dec,1969) أن البوتاسيوم قد يوثر علي بعض الخواص الفيزيائية والكيمائية للتربة بطريقة مشابهة لتلك التي يحدثها الصوديوم.

يوجد البوتاسيوم في مياه الري بتركيز منخفض جدا, وربما لهذا السبب أهمل تأثيره علي نوعية مياه الري, وكذلك الحال بالنسبة لايون النترات. ولكن وجد أن المياه الجوفية في المناطق الجافة تحتوى علي كميات لاباس بها من النترات والبوتاسيوم, ولقد اعتبر أن وجود هذه الايونات في مياه الري ذو فائدة لنمو النباتات, ولذلك يجب أن يؤخذ هذا التأثير الايجابي في الاعتبار عند تحديد مدي صلاحية المياه للري.ولقد وجد انه تحت تأثير ظروف متماثلة من تركيز الملح ونوع التربة فان الادمصاص النسبي للكاتيونات يأخذ الترتيب التالي: Ca >Mg >K>Na فإذا كان تركيز البوتاسيوم في ماء الري يقل عن تركيز الصوديوم بمقدار 10-20% وهذا ما يوجد في مياه الآبار لبعض المناطق فان البوتاسيوم يمتص بدرجة اكبر من الصوديوم, ويرجع هذا لزيادة القدرة الادمصاصية للبوتاسيوم بالنسبة للصوديوم.ويمكن أن نستخلص من ذلك أن وجود تركيز منخفض من البوتاسيوم في ماء الري يساعد علي خفض نسبة الصوديوم المدمص علي معقد التربة (خليل, 1998).

4-3-4- تقدير الأنيونات الذائبة:-

4-3-4-1- تركيز الكلوريد Chloride Concentration:

من النتائج الموضحة في الجدول (48) والشكل (19) لمتوسطات قيم تركيز أيون الكلوريد تحت معاملات الري المختلفة مع العمق للتربة الرملية، يتضح أن قيم تركيز أيون الكلوريد لمستخلص التربة (5:1) في الطبقة السطحية (0 -25 cm) تراوحت ما بين (0.57- 0.90 meq/l)، وفي العمق (25-55cm) تراوحت ما بين (0.63 -4.40 meq/l)، وفي العمق (55– 110 cm) تراوحت القيم ما بين (1.33-3.97 meq/l) كلما زادت قيم تركيز أيون الكلوريد عند الري بمياه الصرف الصحي المعالجة 100% في معاملات الري المختلفة للتربة الرملية.

جدول (48): متوسطات قيم تركيز أيون الكلوريد (Cl^-, meq/l) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

نوعية المياه	العمق (cm)		
	0- 25	25 -55	55 -110
100% FW	0.57	0.63	1.33
50%FW + 50%TWW	0.67	2.07	2.80
33% FW + 67%TWW	0.87	2.03	2.60
100%TWW	0.90	4.40	3.97

- الماء العذب Fresh Water (FW) - ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

من النتائج الموضحة في الجدول (49) والشكل (20) لمتوسطات قيم تركيز أيون الكلوريد تحت معاملات الري مع العمق المختلفة للتربة الرملية الطميئية. إتضح أن قيم تركيز أيون الكلوريد لمستخلص التربة (5:1) في الطبقة السطحية (0 -25 cm) تراوحت القيم بين (0.97 meq/l– 0.63)، وفي العمق (25-55 cm) تراوحت ما بين (0.57 –2.33 meq/l)، وفي العمق (55– 110 cm) وتتراوح القيم بين (0.77-2.77 meq/l) في معاملات الري المختلفة للتربة الرملية الطميئية .

جدول (49): متوسطات قيم تركيز أيون الكلوريد (Cl, meq/l) لمستخلص التربة الرملية الطمييية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

نوعية المياه	العمق (cm)		
	0-25	25 -55	55 -110
100% FW	0.97	0.57	0.77
50%FW + 50%TWW	0.77	1.03	1.77
33% FW + 67%TWW	0.97	1.87	2.47
100%TWW	0.63	2.33	2.77

- الماء العذب Fresh Water (FW) - ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

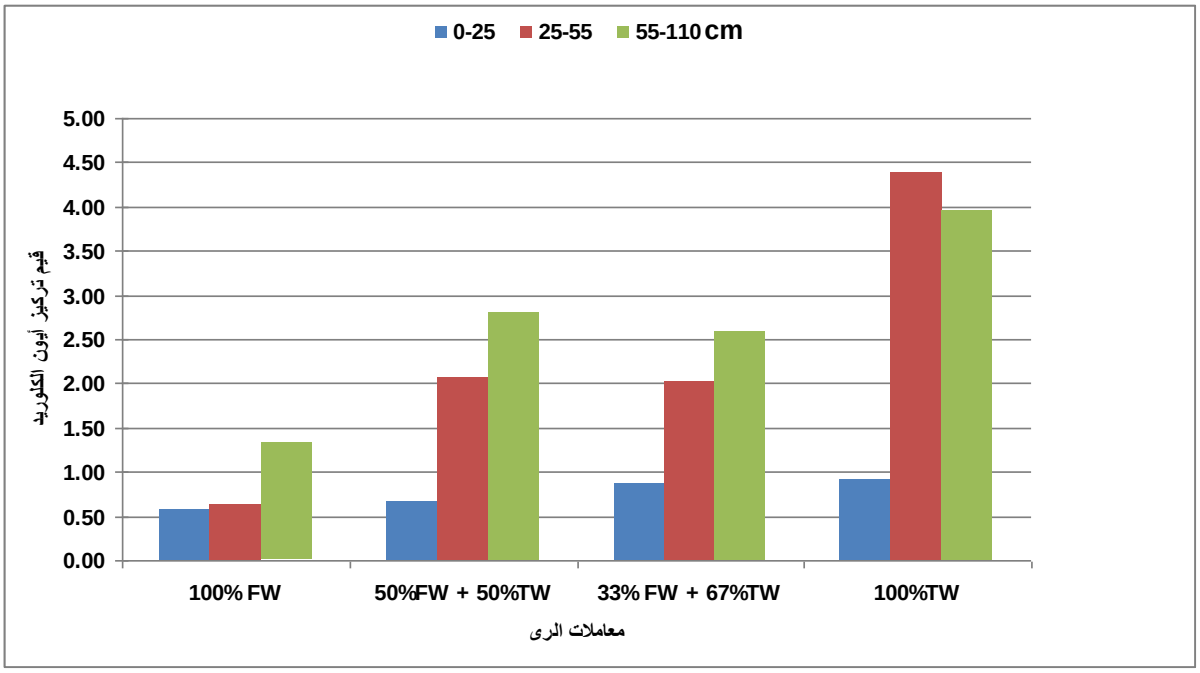
أظهرت نتائج التحليل الإحصائي لتأثير العوامل المدروسة من حيث، نوعية مياه الري (4 مستويات)

وعمق التربة (3مستويات) وكذلك نوع التربة (مستويان) علي قيم تركيز أيون الكلوريد **في مستخلص التربة في (ملحق 2- 3)، أن هناك تأثير معنوي لكل من نوعية مياه الري, وعمق التربة, ونوع التربة, وكذلك التفاعل بينهما. في حين أظهر التحليل الاحصائى وجود تأثير معنوي للتفاعل بين نوعية المياه وعمق التربة , ونوعية المياه ونوع التربة , وعمق التربة ونوع التربة , وعدم وجود تأثير معنوي بين تفاعل العوامل الثلاثة مجتمعة. والجدول(50) يبين الفروق المعنوية بين متوسطات العوامل المدروسة والمقارنة بينها لقيم تركيز أيون الكلوريد لمستخلص التربة. ويوضح الجدول أنه توجد فروق معنوية بين متوسطات قيم تركيز أيون الكلوريد لمستخلص التربة لجميع العوامل المدروسة. ويوضح الجدول زيادة محتوي التربة من أيون الكلوريد (Cl^-) بزيادة نسبة خلط مياه الصرف الصحي مع المياه العذبة حيت سجلت معاملة الري بمياه الصرف 100% أعلي قيمة (2.5 meq/l) لقيم تركيز أيون الكلوريد في حين سجلت معاملة الري بمياه عذبة أقل قيمة (0.81 meq/l). كما أوضحت النتائج بالجدول زيادة قيم تركيز أيون** الكلوريد **لمستخلص التربة مع العمق بفروق معنوية حيت سجلت أعلي قيمة (** meq/l 2.31**) للعمق الثالث (**110cm -55**) في حين سجل العمق الأول (**25cm- 0**) اقل قيمة (** 0.79meq/l **) وكذلك أوضحت النتائج بالجدول زيادة قيمة تركيز أيون** الكلوريد **لمستخلص التربة مع نوع التربة بفروق معنوية حيت سجلت القيمة الأعلي لتركيز أيون** الكلوريد **(**1.90 meq/l**) للتربة الرملية , والقيمة الاقل لتركيز أيون الكلوريد (**1.41 meq/l**) للتربة الرملية الطميئية.**

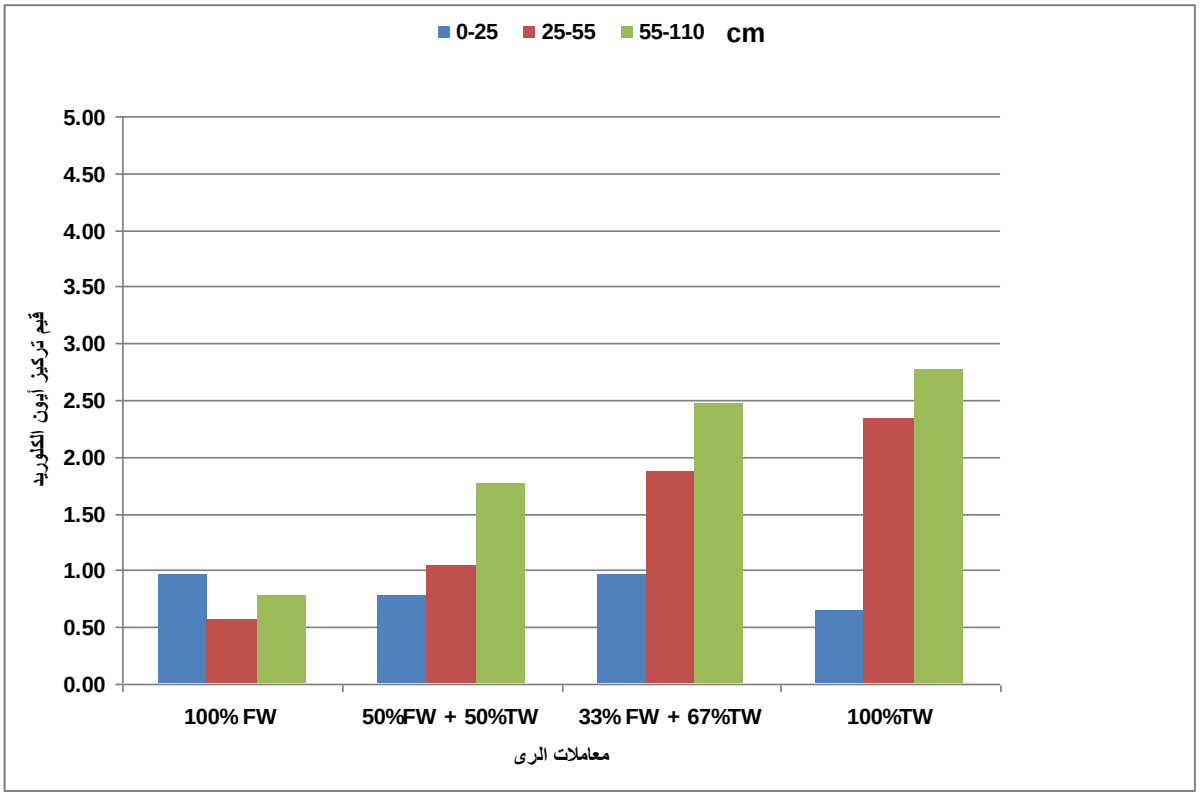
جدول (50) : متوسطات قيم تركيز أيون الكلوريد (Cl, meq/l) لمستخلص التربة لمستويات العوامل المدروسة وقيم أقل فرق معنوي لكل منها.

العوامل	المستويات				$LSD_{0.05}$
	1	2	3	4	
التربة	b1.41	a1.90			0.31
العمق	c 0.79	b1.87	a 2.31		0.38
نوعية المياه	c 0.81	b1.52	b1.8	a 2.5	0.44

- المتوسطات التي لها نفس الحروف لا توجد بينها فروق معنوية عند مستوي احتمالية 5% تبعا لاختبار أقل فرق معنوي (LSD).
- البيانات تمثل متوسط قراءات ثلاث مكررات داخل كل عمود تربة.



شكل(19): متوسطات قيم تركيز أيون الكلوريد (meq/l) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.



شكل(20): متوسطات قيم تركيز أيون الكلوريد (meq/l) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

4- 3-4-2- تركيز الكربونات: Carbonate Concentration

من النتائج الموضحة في الجدول (51) والشكل (21) لمتوسطات قيم تركيز أيون الكربونات تحت معاملات الري المختلفة مع العمق للتربة الرملية. إتضح أن قيم تركيز أيون الكربونات لمستخلص التربة (5:1) في الطبقة السطحية (0 -25 cm) تراوحت القيم بين (0.40 -0.67 meq/l)، وفي العمق (25-55 cm) تراوحت القيم ما بين (0.53 -0.67 meq/l) وفي العمق (55 -110 cm) تراوحت القيم ما بين (0.40 - 0.53 meq/l) وكان التفاوت في قيم تركيز أيون الكربونات بسيطا في معاملات الري المختلفة للتربة الرملية .

جدول (51): متوسطات قيم تركيز أيون الكربونات (meq/l , CO_3^{--}) لمستخلص التربة تحت معاملات الري المختلفة للتربة الرملية .

نـوعـية الميـاه	العمق (cm)		
	0- 25	25 -55	55 -110
100% FW	0.53	0.53	0.53
50%FW + 50%TWW	0.40	0.67	0.40
33% FW + 67%TWW	0.40	0.53	0.53
100%TWW	0.67	0.67	0.53

FW) Fresh Water – الماء العذب TWW) Treated Waste Water – ماء الصرف الصحي المعالجة

من النتائج الموضحة في الجدول (52) والشكل (22) لمتوسطات قيم تركيز أيون الكربونات (CO_3^{--}) تحت معاملات الري المختلفة مع العمق للتربة الرملية الطميئية. إتضح أن قيم تركيز أيون الكربونات لمستخلص التربة (5:1) في الطبقة السطحية (0 -25 cm) بين (0.67-1.20 meq/l) وفي العمق (25-55 cm) تراوحت قيم ما بين (0.40 -0.67 meq/l) وفي العمق (55 -110 cm) تراوحت القيم ما بين (0.53 - 0.67 meq/l)، وكان التفاوت في قيم تركيز أيون الكربونات (CO_3^{--}) بسيطا في معاملات الري المختلفة للتربة الرملية الطميئية .

جدول (52): متوسطات قيم تركيز أيون الكربونات (meq/l) لمستخلص التربة تحت معاملات الري المختلفة للتربة الرملية الطميئية .

نـوعـية الميـاه	العمق (cm)		
	0- 25	25 -55	55 -110
100% FW	0.93	0.67	0.53
50%FW + 50%TWW	0.67	0.40	0.67
33% FW + 67%TWW	1.20	0.67	0.53
100%TWW	1.20	0.53	0.53

FW) Fresh Water – الماء العذب TWW) Treated Waste Water – ماء الصرف الصحي المعالجة

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي لتأثير العوامل المدروسة من حيث، نوعية مياه الري وعمق التربة وكذلك نوع التربة علي قيم تركيز أيون الكربونات (CO_3^{-2} , meq/l) في مستخلص التربة (ملحق 2-6) عدم وجود تأثير معنوي لكل من نوعية مياه الري، وعمق التربة ما عدا العمق الثالث (55 - 110 cm) وكذلك التفاعل بينهما ونوع التربة ، وكذلك التفاعل بين نوعية المياه ونوع التربة ، والتفاعل بين العوامل الثلاثة مجتمعة.

وفي حين أظهرت نتائج التحليل الاحصائى أن هناك تأثير معنوي لكل من نوع التربة ، والتفاعل بين عمق التربة ونوع التربة. والجدول (53) يبين متوسطات العوامل المدروسة والفروق بينها لقيم تركيز أيون الكربونات (CO_3^{2-} , meq/l) لمستخلص التربة. ويوضح الجدول زيادة قيمة تركيز أيون الكربونات لمستخلص التربة مع نوعية التربة بفروق معنوية حيت كانت القيمة الأعلى للتربة الرملية الطميئية (0.71 meq/l) في حين سجلت التربة الرملية القيمة الاقل (0.53 meq/l) .

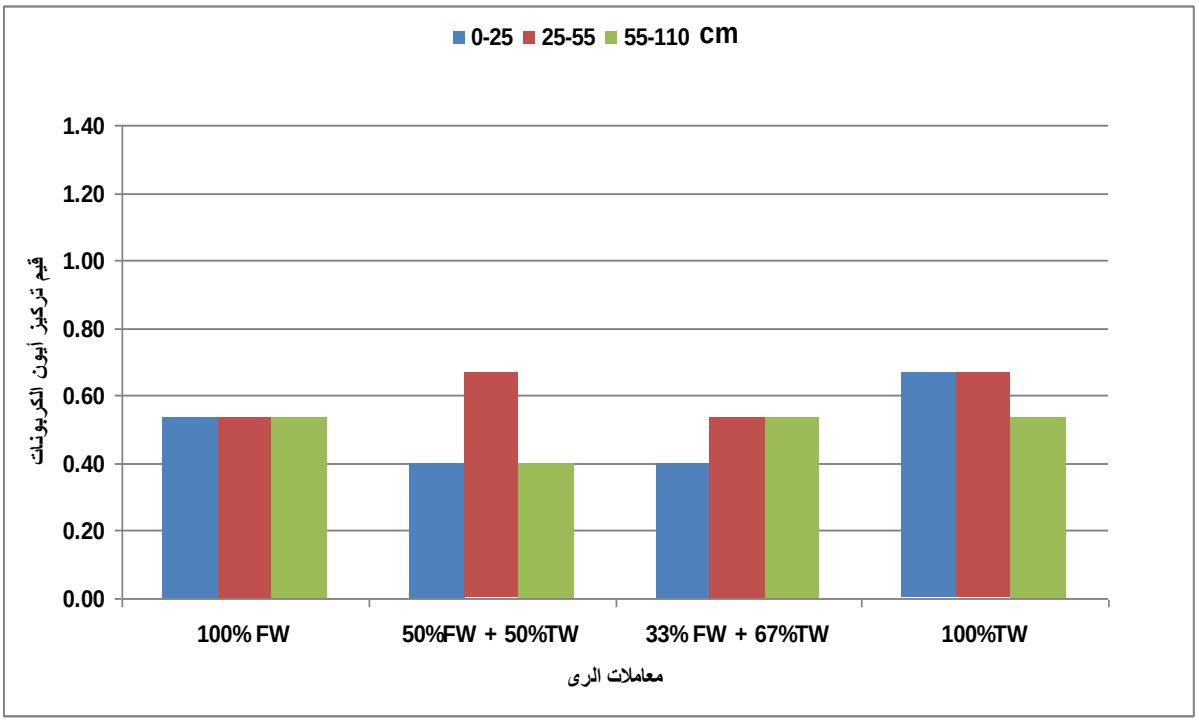
وأوضحت النتائج بالجدول زيادة قيمة تركيز أيون الكربونات لمستخلص التربة مع العمق بفروق معنوية حيت سجلت قيمة تركيز أيون الكربونات في العمق الأول (0 -25 cm) أعلي قيمة لايون الكربونات (0.75 meq/l) وفي العمق (55 - 110 cm) أقل قيمة (0.53 meq/l). ولم تسجل متوسطات نوعية المياه أي فروق معنوية في قيم تركيز أيون الكربونات (meq/l).

جدول (53): الفروق بين متوسطات قيم تركيز أيون الكربونات (meq/l , CO_3^{-2}) لمستخلص التربة لمستويات العوامل المدروسة وقيم أقل فرق معنوي لكل منها.

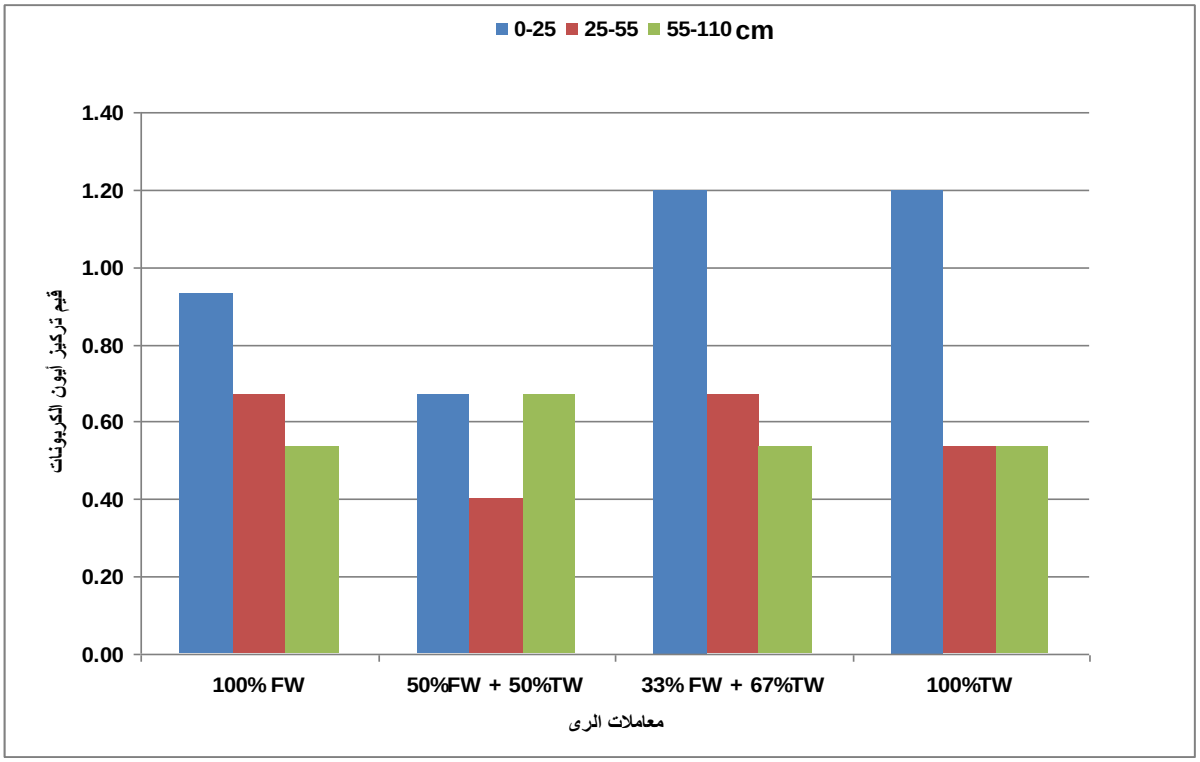
العوامل	المستويات				$LSD_{0.05}$
	1	2	3	4	
التربة	a 0.71	b 0.53			0.16
العمق	a 0.75	a b 0.58	b 0.53		0.20
نوعية المياه	a 0.62	a 0.53	a 0.64	a 0.69	0.23

- المتوسطات التي لها نفس الحروف لا توجد بينها فروق معنوية عند مستوي احتمالية 5% تبعا لاختبار أقل فرق معنوي (LSD).

- البيانات تمثل متوسط قراءات ثلاث مكررات داخل كل عمود تربة.



شكل(21): متوسطات قيم تركيز أيون الكربونات (meq/l) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.



شكل(22): متوسطات قيم تركيز أيون الكربونات (meq/l) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

4-3-4-3- تركيز البيكربونات : bicarbonate Concentration

من النتائج الموضحة في الجدول (54) والشكل (23) لمتوسطات قيم تركيز أيون البيكربونات (HCO_3^-) تحت معاملات الري المختلفة مع العمق للتربة الرملية، أتضح أن قيم تركيز أيون البيكربونات لمستخلص التربة (5:1) في الطبقة السطحية (0 -25 cm) تراوحت القيم ما بين (1.67- 1.07) وفي العمق (25-55 cm) تراوحت القيم ما بين (2.20- 0.87)، وفي العمق (55 −110 cm) تراوحت القيم ما بين (1.80 - 0.53)، وكان التفاوت في القيم تركيز أيون البيكربونات (HCO_3^-) في معاملات الري المختلفة للتربة الرملية .

جدول (54): متوسطات قيم تركيز أيون البيكربونات (meq/l) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

نـوعية الميـاه	العمق (cm)		
	25 -0	55 -25	110 -55
100% FW	1.67	2.20	1.80
50%FW + 50%TWW	1.53	1.00	1.00
33% FW + 67%TWW	1.07	0.87	0.80
100%TWW	1.07	1.00	0.53

- الماء العذب Fresh Water (FW) - ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

من النتائج الموضحة في الجدول (55) والشكل (24) لمتوسطات قيم تركيز أيون البيكربونات (HCO_3^-) تحت معاملات الري المختلفة للتربة الرملية الطميئية، أتضح أن قيم تركيز أيون البيكربونات (HCO_3^-) لمستخلص التربة (5:1) في الطبقة السطحية (0 -25 cm) تراوحت القيم ما بين (meq/l 1.73 -0.73) وفي العمق (25-55 cm) تراوحت القيم ما بين (meq/l 2.40 -0.80) وفي العمق (55−110 cm) تراوحت القيم ما بين (meq/l 1.07 -0.73)، وكان التفاوت في قيم تركيز أيون البيكربونات (HCO_3^-) في معاملات الري المختلفة للتربة الرملية الطميئية .

جدول (55): متوسطات قيم تركيز أيون البيكربونات (meq/l) لمستخلص التربة الرملية الطمييية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

نـوعية الميـاه	العمق (cm)		
	25 -0	55 -25	110 -55
100% FW	1.47	2.40	1.07
50%FW + 50%TWW	1.40	1.07	1.07
33% FW + 67%TWW	1.73	1.13	0.73
100%TWW	0.73	0.80	1.00

- الماء العذب Fresh Water (FW) - ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

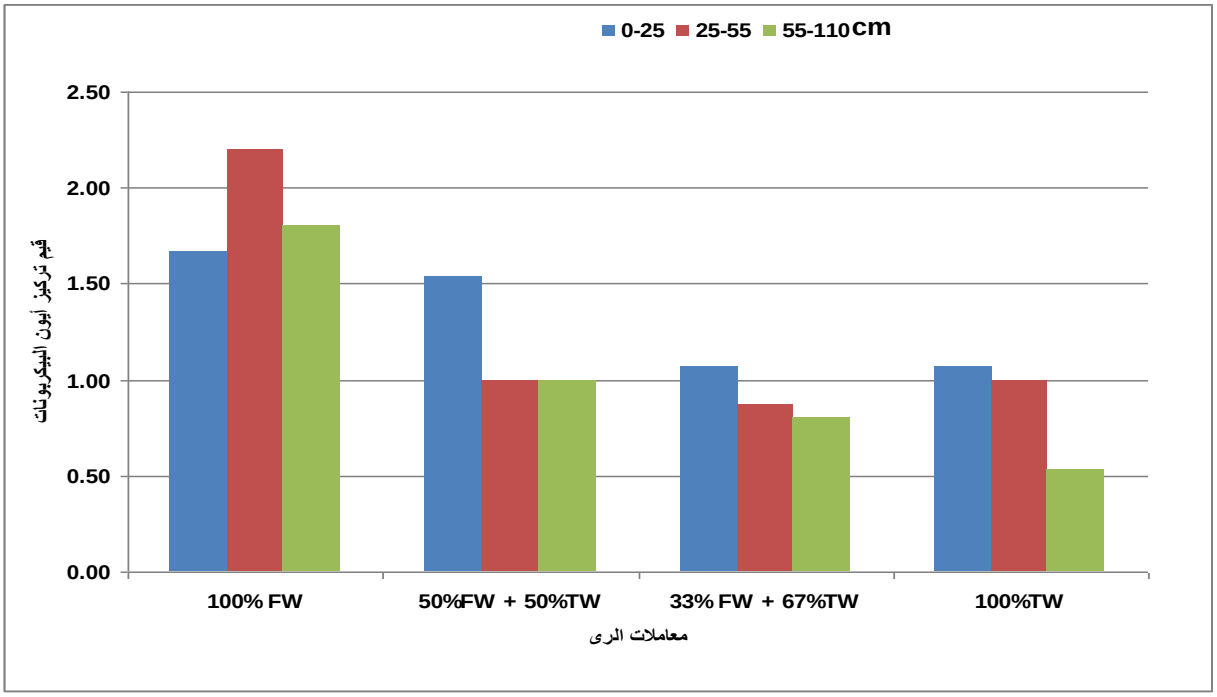
أظهرت نتائج التحليل الإحصائي لتأثير العوامل المدروسة من حيث، نوعية مياه الري وعمق التربة وكذلك نوع التربة علي قيم تركيز أيون البيكربونات (HCO_3 , meq/l) في مستخلص التربة (ملحق 2- 7). عدم وجود تأثير معنوي لكل من عمق التربة ماعدا العمق الثالث، ونوع التربة وكذلك التفاعل بينهما، والتفاعل بين نوعية المياه وعمق التربة، وكذلك بين نوعية المياه ونوع التربة والتفاعل بين العوامل الثلاثة مجتمعة، في حين أظهرت نتائج التحليل إلاحصائى أن هناك تأثير معنوي لنوعية المياه .

والجدول (56) يبين متوسطات العوامل المدروسة ومستوياتها لقيم تركيز أيون البيكربونات (HCO_3,meq/l) لمستخلص التربة. ويوضح الجدول زيادة قيمة تركيز أيون البيكربونات لمستخلص التربة مع نوعية المياه بفروق معنوية حيث سجلت أعلى قيمة للمياه العذبة% (1.77 meq/l) في حين سجلت مياه الصرف %اقل قيمة (0.86 meq/l). كما أوضحت النتائج بالجدول زيادة قيمة تركيز أيون الكربونات لمستخلص التربة مع العمق بفروق معنوية حيت سجلت قيمة تركيز أيون الكربونات في العمق الأول (25 cm- 0) أعلي قيمة لايون البيكربونات (1.33meq/l)، وفي العمق (110 cm- 55) أقل قيمة (1.00 meq/l). ولم تسجل متوسطات نوعية التربة أي فروق معنوية في قيم تركيز أيون البيكربونات(HCO_3 , meq/l).

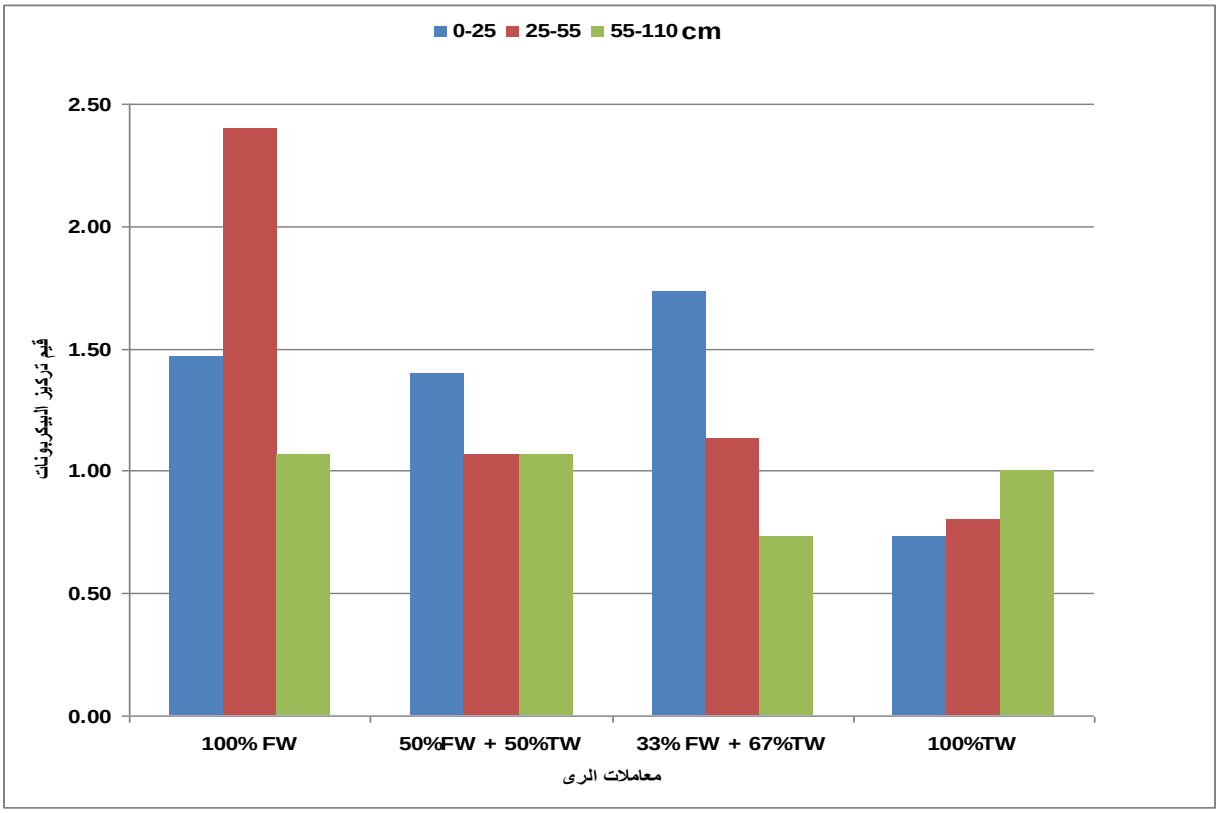
جدول (56): متوسطات قيم تركيز أيون البيكربونات (HCO_3^-, meq/l) لمستخلص التربة لمستويات العوامل المدروسة وقيم أقل فرق معنوي لكل منها.

العوامل	المستويات				$LSD_{0.05}$
	1	2	3	4	
التربة	a 1.22	a 1.21			0.25
العمق	a 1.33	a b 1.31	b 1.00		0.31
نوعية المياه	a 1.77	b 1.18	b 1.06	b 0.86	0.36

- المتوسطات التي لها نفس الحروف لا توجد بينها فروق معنوية عند مستوي احتمالية 5% تبعا لاختبار أقل فرق معنوي (LSD).
- البيانات تمثل متوسط قراءات ثلاث مكررات داخل كل عمود تربة.



شكل(23): متوسطات قيم تركيز أيون البيكربونات(HCO_3^-, meq/l) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.



شكل(24): متوسطات قيم تركيز أيون البيكربونات (meq/l) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

ومن النتائج المتحصل عليها يتضح لنا زيادة محتوي التربة من أيون الكلوريد بزيادة نسبة خلط مياه الصرف الصحي مع المياه العذبة مما يؤدي إلي زيادة قيم تركيز أيون الكلوريد **حيت سجلت معاملة الري بمياه الصرف 100% أعلي قيمة (2.5 meq/l) لقيم تركيز أيون الكلوريد في حين سجلت معاملة الري بمياه عذبة أقل قيمة (0.81 meq/l). بالنسبة لمياه الصرف الصحي المعالجة فان محتواها العالي من الكلوريد يرجع لاحتوائها علي الفضلات المنزلية والصناعية المكونة لمياه الصرف الصحي. وكذلك نتيجة لإضافة الكلور في مرحلة المعالجة النهائية ويؤدي ذلك لزيادة محتوى الكلوريد بالمياه. ويعتبر تركيز أيون الكلوريد في الحدود المسموح بها في الزراعة علي حسب منظمة الصحة العالمية والحدود المسموح بها هي (meq/l 10− 4). ومن النتائج المتحصل عليها يتضح بان التفاوت في قيم تركيز أيون الكربونات** والبيكربونات **بسيطا تراوحت قيم البيكربونات ما بين (2.20- 0.87) حيث تراوحت قيم الكربونات ما بين (meq/l 1.20- 0.67). ويعتبر تركيز أيون الكربونات** والبيكربونات **في الحدود المسموح بها في الزراعة علي حسب منظمة الصحة العالمية والحدود المسمـوح بها هي (CO_3^{--} - 200 me/l) للكربونات (HCO_3^- − 8.5 me/l − 1.5) للبيكربونات. تؤثر الكربونات والبيكربونات تأثيرا مباشرا علي النباتات، حيث أن زيادة تركيزها عن حد معين يصبح له تأثير سام، كما أن لها أيضا تأثير غير مباشر علي التربة. فعندما يزداد تركيز المحلول الأرضي بسبب فقد الماء بالتبخر أو ألامتصاصه بواسطة النباتات فإن كربونات الكالسيوم وكربونات الماغنسيوم سوف تترسب في حالة زيادة البيكربونات في الماء عن تركيز الكالسيوم و الماغنسيوم, أما ما تبق من البيكربونات فسوف يتحد مع الصوديوم مكونا كربونات الصوديوم ذات التأثير الضار والمسئولة عن تحول الأرض إلي القلوية (خليل, 1998). وتشير النتائج إن البيكربونات مرتفعة في الطبقات السطحية , وقد يرجع السبب إن البيكربونات تزداد في التربة غير ملحية وتقل في التربة الملحية** Speirs and (Cattle ,2004).

وأظهرت دراسة قام بها (Greenberg,1955 **) أن تحلل المادة العضوية المتواجدة في مياه الصرف الصحي إلي ثاني أكسيد الكربون والماء أدت لزيادة تركيز البيكربونات.**

وقد وجد (Eaton,1950**) إلي ضرورة تقدير البيكربونات في مياه الري وذلك لما قد تسببه من ترسيب لايونات الكالسيوم والماغنسيوم في التربة علي صورة كربونات مما ينتج سيادة ايونات الصوديوم وتحول التربة إلى تربة صودية. إن الري بمياه الصرف الصحي المعالجة له تأثير علي الكربونات والبيكربونات من ناحية زيادتها. واقترح بأنه عندما تزيد هذه القيمة عن مقدار 2.5 مليمكافئ / لتر فان استخدام المياه لإغراض الري قد تنتج عنه آثار سلبية خطيرة.**

ووجد (Oster and Fred,1979**) أن زيادة تركيز انيون البيكربونات بمياه الري قد أدت إلي ترسيب الكالسيوم علي صورة كربونات الكالسيوم بأعمدة التربة.**

4-3-5-العناصر الثقيلة: Heavy metals

4-3-5-1- تركيز عنصر الحديد (Fe):

من النتائج الموضحة في الجدول (57) والشكل (25) لمتوسطات قيم تركيز عنصر الحديد تحت معاملات الري المختلفة مع العمق للتربة الرملية. يتضح أن قيم تركيز عنصر الحديد (Fe, ppm) لمستخلص التربة (5:1) في الطبقة السطحية (0 -25 cm) تراوحت ما بين(1.67 ppm −0.72)، وفي العمق (25-55 cm) تراوحت بين (2.41 ppm −0.83) وفي العمق (55 − 110 cm) تراوحت بين (2.24 ppm −0.84) وهناك تفاوت في قيم تركيز عنصر الحديد (Fe, ppm) في معاملات الري المختلفة للتربة الرملية.

جدول (57): متوسطات قيم تركيز عنصر الحديد (Fe, ppm) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

نـوعـية الميـاه	العمق (cm)		
	25 -0	55 -25	110 -55
100% FW	1.30	2.41	2.24
50%FW + 50%TWW	1.21	1.15	0.84
33% FW + 67%TWW	1.67	1.42	1.97
100%TWW	0.72	0.83	0.99

- الماء العذب Fresh Water (FW) - ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

من النتائـج الموضحـة في الجدول (58) والشكل (26) لمتوسطات قيم تركيز عنصر الحديد (ppm Fe,) تحت معاملات الري المختلفة مع العمق للتربة الرملية الطميئية. أتضح أن قيم تركيز عنصر الحديد (Fe, ppm) لمستخلص التربة (5:1) في الطبقة السطحية (0 -25 cm) تراوحت مـا بين (2.85 ppm– 0.70)، وفي العمـق (25-55 cm) تـراوحت مـا بين (1.50 ppm −1.04)، وفي العمق (55 −110 cm) تراوحت القيم بين (1.51 ppm −1.05) وهناك تفاوت في قيم تركيز عنصر الحديد في معاملات الري المختلفة للتربة الرملية الطميئية.

جدول(58): متوسطات قيم تركيز عنصر الحديد (Fe, ppm) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

نـوعـية الميـاه	العمق (cm)		
	25 -0	55 -25	110 -55
100% FW	0.70	1.04	1.35
50%FW + 50%TWW	2.54	1.50	1.27
33% FW + 67%TWW	2.85	1.14	1.05
100%TWW	1.52	1.13	1.51

- الماء العذب Fresh Water(FW) - ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

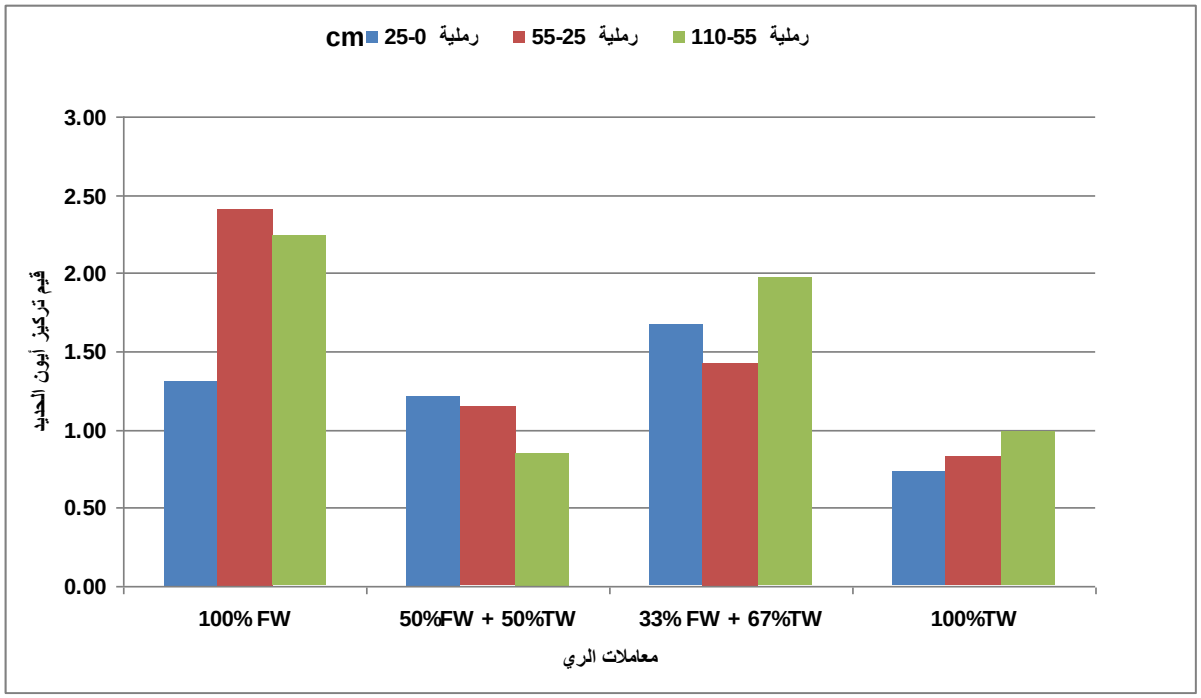
أظهرت نتائج التحليل الإحصائي لتأثير العوامل المدروسة من حيث, نوعية مياه الري (4 مستويات) وعمق التربة (3 مستويات) وكذلك نوع التربة (مستويان) علي قيم تركيز عنصر الحديد (Fe, ppm) في مستخلص التربة في (ملحق 2- 11). إنه لا يوجد تأثير معنوي لكل من نوع المياه, وعمق التربة, ونوع التربة. وكذلك لا يوجد تأثير معنوي بين التفاعل بين نوعية المياه وعمق التربة, وكذلك التفاعل بين عمق التربة ونوع التربة والتفاعل بين العوامل الثلاثة مجتمعة. وفي حين أظهرت نتائج التحليل الإحصائى إنه يوجد تأثير معنوي بين التفاعل بين نوعية المياه ونوع التربة.

يوضح الجدول (59) بأنه لا يوجد فروق معنوية بين متوسطات قيم تركيز عنصر الحديد (ppm) لمستخلص التربة لنوعية المياه, ونوع التربة, وأعماق التربة. ويوجد تقارب بين متوسطات قيم تركيز عنصر الحديد (ppm) لمستويات العوامل المدروسة، أما بالنسبة لتوزيع تركيز عنصر الحديد مع العمق فنلاحظ أنه لا يوجد فروق معنوية. ولم تسجل متوسطات نوع التربة أي فروق معنوية في قيمة تركيز عنصر الحديد.

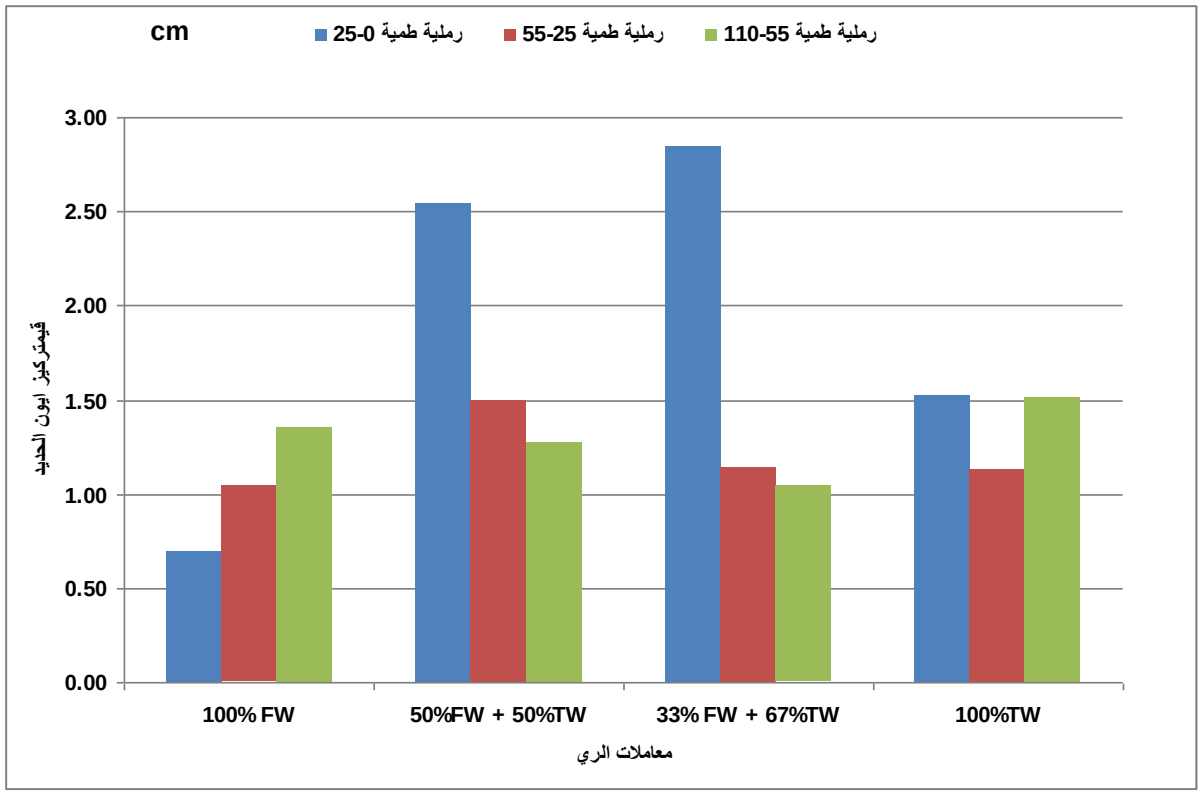
جدول (59): متوسطات قيم تركيز عنصر الحديد (Fe, ppm) لمستخلص التربة لمستويات العوامل المدروسة وقيم أقل فرق معنوي لكل منها.

العوامل	المستويات				$LSD_{0.05}$
	1	2	3	4	
التربة	a 1.47	a 1.39			0.44
العمق	a 1.56	a 1.33	a 1.40		0.53
نوعية المياه	a 1.51	a 1.42	a 1.69	a 1.12	0.62

- المتوسطات التي لها نفس الحروف لا توجد بينها فروق معنوية عند مستوي احتمالية 5% تبعا لاختبار أقل فرق معنوي (LSD).
- البيانات تمثل متوسط قراءات ثلاثة مكررات داخل كل عمود تربة.



شكل (25): متوسطات قيم تركيز عنصر الحديد (ppm) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.



شكل(26): متوسطات قيم تركيز عنصر الحديد (ppm) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحث معاملات الري المختلفة مع العمق.

4-3-5-2- تركيز عنصر المنجنيز (Mn):-

من النتائج الموضحة في الجدول (60) والشكل (27) لمتوسطات قيم تركيز عنصر المنجنيز **تحت معاملات الري المختلفة مع العمق للتربة الرملية. يتضح أن قيم تركيز عنصر** المنجنيز **(ppm) لمستخلص التربة (5:1) في الطبقة السطحية (0 -25 cm) تراوحت بين (0.10 -1.76 ppm)، وفي العمق (25-55 cm) تراوحت ما بين (0.33 -0.74 ppm) وفي العمق (55- 110 cm) تراوحت ما بين (1.02 -3.43 ppm)، وهناك تفاوت في قيم تركيز عنصر** المنجنيز **(ppm) في معاملات الري المختلفة للتربة الرملية.**

جدول (60): متوسطات قيم تركيز عنصر المنجنيز (Mn, ppm) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

نـوعـية الميـاه	العمق (cm)		
	25 -0	55 -25	110 -55
100% FW	0.25	0.57	1.02
50%FW + 50%TWW	0.71	0.48	3.43
33% FW + 67%TWW	0.10	0.33	1.41
100%TWW	1.76	0.74	2.11

- الماء العذب Fresh Water (FW) - ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

من النتائـج الموضحـة في الجدول (61) والشكل (28) لمتوسطات قيم تركيز عنصر المنجنيز**(ppm Mn,) تحت معاملات الري المختلفة مع العمق للتربة الرملية الطميئية. أتضح أن قيم تركيز عنصر** المنجنيــز **لمستخلص التربة (5:1) في الطبقة السطحيــة (0 -25 cm) تراوحـت ما بين (ppm 0.18 –1.36)، وفي العمق (25-55 cm) تراوحت مـا بين (0.37 -0.68 ppm)، وفي العمق (55 – 110 cm) تراوحت ما بين (0.05 -4.12 ppm)، وهناك تفاوت في قيم تركيز عنصر** المنجنيز **في معاملات الري المختلفة للتربة الرملية الطميئية.**

جدول (61): متوسطات قيم تركيز عنصر المنجنيز (Mn, ppm) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

نـوعـية الميـاه	العمق (cm)		
	25 -0	55 -25	110 -55
100% FW	1.36	0.68	1.20
50%FW + 50%TWW	0.42	0.37	2.15
33% FW + 67%TWW	0.18	0.47	0.05
100%TWW	0.52	0.41	2.12

- الماء العذب Fresh Water (FW) - ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

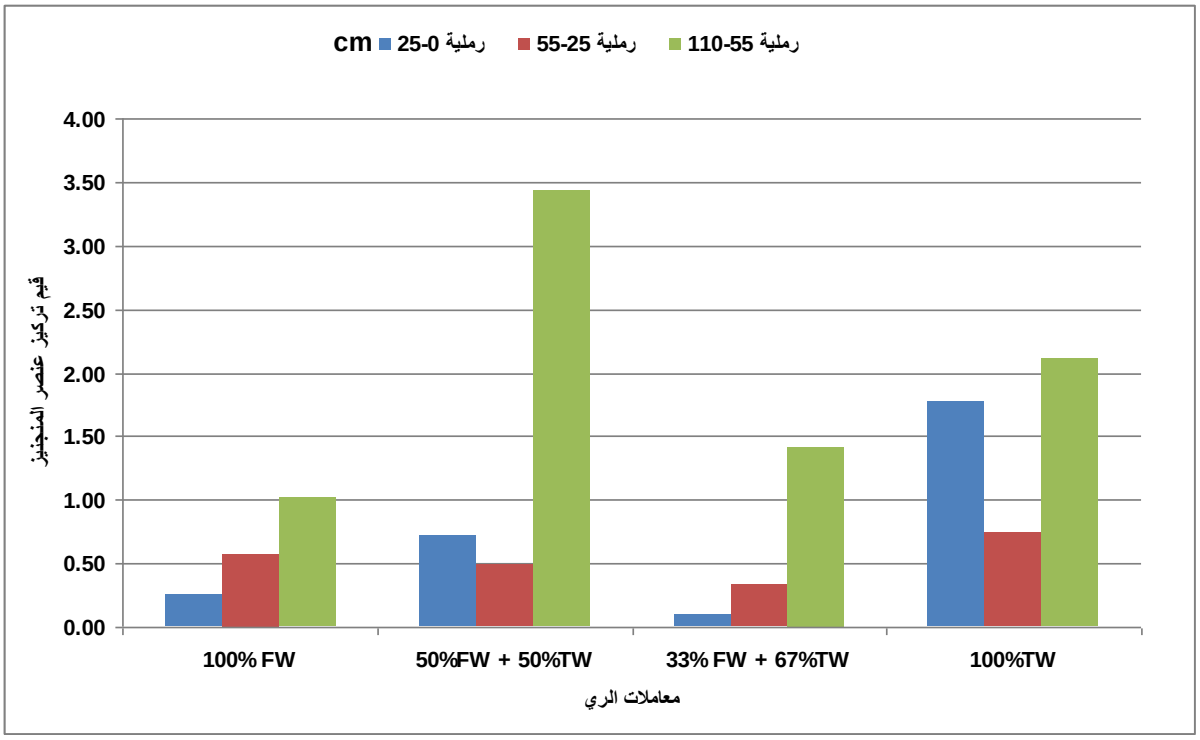
أظهرت نتائج التحليل الإحصائي لتأثير العوامل المدروسة من حيث, نوعية مياه الري (4 مستويات) وعمق التربة (3 مستويات) وكذلك نوع التربة (مستويان) على قيم تركيز عنصر المنجنيز(ppm Mn,) **لمستخلص التربة في (ملحق 2- 14) . إنه لا يوجد تأثير معنوي لنوع المياه ونوع التربة، وكذلك التفاعل بين نوعية المياه/ وعمق التربة, والتفاعل بين نوعية المياه ونوع التربة والتفاعل بين عمق التربة ونوع التربة, والتفاعل بين العوامل الثلاثة مجتمعة.**

في حين أظهر التحليل الإحصائي إنه يوجد تأثير معنوي لعمق التربة، ويوضح الجدول(62) بأنه يوجد فروق معنوية بين متوسطات قيم تركيز عنصر المنجنيز **لمستخلص التربة لنوعية المياه وأعماق التربة, وسجلت المعاملة الرابعة لنوعية المياه أعلي تركيز لعنصر** المنجنيز (1.61ppm) **بينما أقل تركيز لعنصر** المنجنيز (0.42 ppm) **كان في المعاملة الثالثة وبفارق معنوي .أما بالنسبة لنوعية التربة لتركيز عنصر** المنجنيز **فنلاحظ إنه لا يوجد فروق معنوية. أما بالنسبة لتوزيع تركيز أيون المنجنيز مع الأعماق فنلاحظ أنها سجلت متوسطات أعماق التربة فروق معنوية في قيمة تركيز عنصر** المنجنيز **وكانت أقل قيمة** (0.51 ppm) **في العمق**(25-55 cm) **وبفارق غير معنوي عن العمق** (0 -25 cm)**, وأعلي قيمة لتركيز عنصر** المنجنيز (1.94 ppm) **كان في العمق** (55 -110cm)**.**

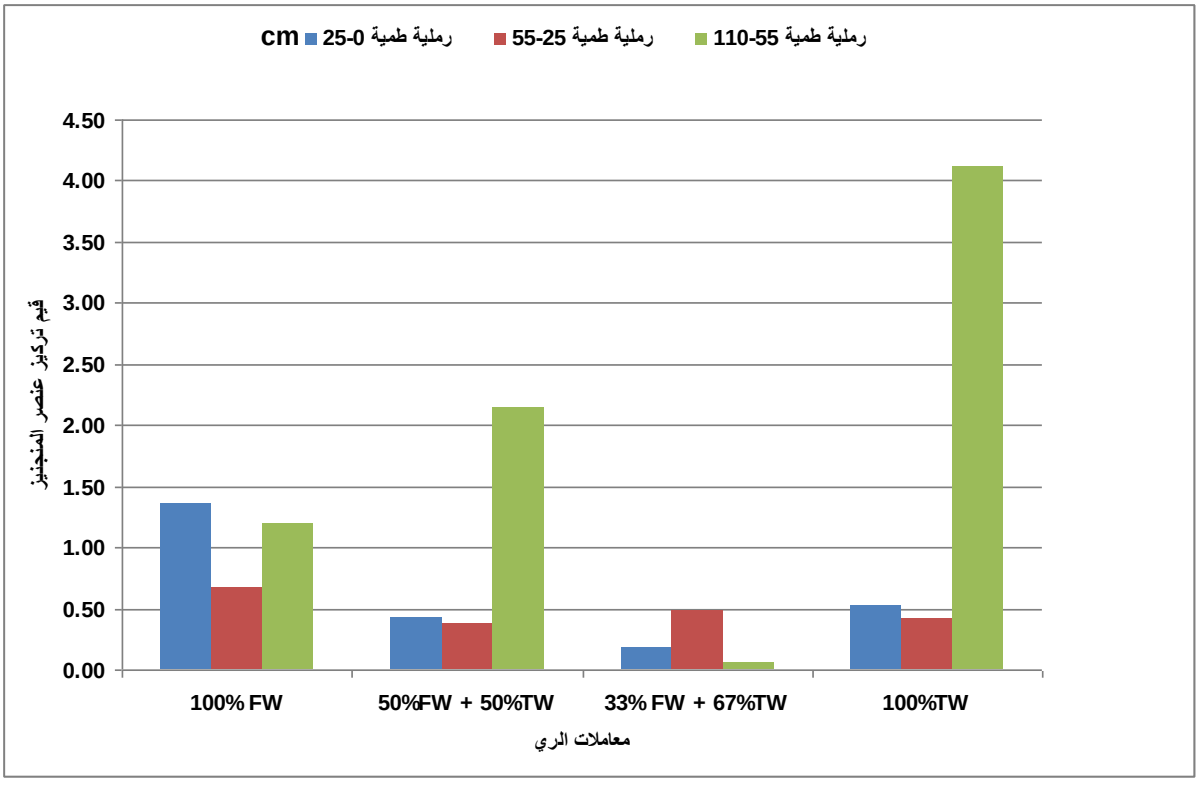
جدول (62) : متوسطات قيم تركيز عنصر المنجنيز (Mn, ppm) لمستخلص التربة لمستويات العوامل المدروسة وقيم أقل فرق معنوي لكل منها.

العوامل	المستويات				$LSD_{0.05}$
	1	2	3	4	
التربة	a 1.08	a 0.99			0.71
العمق	b 0.66	b 0.51	a 1.94		0.87
نوعية المياه	a b 0.85	a b 1.26	b 0.42	a1.61	1.01

- **المتوسطات التي لها نفس الحروف لا توجد بينها فروق معنوية عند مستوي احتمالية 5% تبعا لاختبار أقل فرق معنوي (LSD).**
- **البيانات تمثل متوسط قراءات ثلاثة مكررات داخل كل عمود تربة.**



شكل (27): متوسطات قيم تركيز عنصر المنجنيز (ppm) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.



شكل (28): متوسطات قيم تركيز عنصر المنجنيز (ppm) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

4-3-5- 3- تركيز عنصر الزنك (Zn):-

من النتائج الموضحة في الجدول (63) **والشكل** (29) **لمتوسطات قيم تركيز عنصر** الزنك **تحت معاملات الري المختلفة مع العمق للتربة الرملية. يتضح أن عنصر** الزنك **لمستخلص التربة** (5:1) **في الطبقة السطحية** (0 -25cm) **وجد في معاملة نوعية المياه الثانية فقط** (0.51 ppm) **وفي العمق** (-2555 cm) **تراوحت قيم تركيز عنصر** الزنك **ما بين** (0.00 -2.45 ppm) **وفي العمق** (110 cm -55) **تراوحت القيم ما بين** (0.76 -2.83 ppm)**، وهناك تفاوت في قيم تركيز عنصر** الزنك **في معاملات الري المختلفة للتربة الرملية.**

جدول (63): متوسطات قيم تركيز عنصر الزنك (Zn, ppm) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

نوعية المياه	العمق (cm)		
	0- 25	25- 55	55- 110
100% FW	0.00	2.45	0.76
50%FW + 50%TWW	0.51	1.38	2.74
33% FW + 67%TWW	0.00	0.07	2.32
100%TWW	0.00	0.00	2.83

- الماء العذب Fresh Water (FW) - ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

من النتائج الموضحة في الجدول (64) **والشكل** (30) **لمتوسطات قيم تركيز عنصر** الزنك **تحت معاملات الري المختلفة مع العمق للتربة الرملية الطميئية. إتضح أن عنصر** الزنك **لمستخلص التربة** (5:1) **في الطبقة السطحية** (0 -25 cm) **وجد مع نوعية المياه الأولي** (100% FW) **فقط وكان تركيزه** (0.35 ppm)**، وفي العمق** (25-55 cm) **لا يوجد تركيز لعنصر الزنك، وفي العمق** (55 -110 cm) **تراوحت القيم ما بين** (0.00 -1.51 ppm)**، لا يوجد تركيز لعنصر الزنك في معاملة الري لنوعية المياه الثانية** (50%FW + 50%TW) **وهناك تفاوت في قيم تركيز عنصر** الزنك **في معاملات الري المختلفة للتربة الرملية الطميئية.**

جدول (64): متوسطات قيم تركيز عنصر الزنك (Zn, ppm) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

نوعية المياه	العمق (cm)		
	0- 25	25- 55	55- 110
100% FW	0.35	0.00	0.00
50%FW + 50%TWW	0.00	0.00	0.00
33% FW + 67%TWW	0.00	0.00	1.51
100%TWW	0.00	0.00	0.65

- الماء العذب Fresh Water (FW) - ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي لتأثير العوامل المدروسة من حيث, نوعية مياه الري (4 مستويات) وعمق التربة (3 مستويات) وكذلك نوع التربة (مستويان) علي قيم تركيز عنصر الزنك (Zn, ppm) **لمستخلص التربة في (ملحق 2- 15) . إنه لا يوجد تأثير معنوي لنوعية المياه، وكذلك التفاعل بين نوعية المياه وعمق التربة, والتفاعل بين نوعية المياه ونوع التربة, والتفاعل بين العوامل الثلاثة مجتمعة.**

في حين أظهرت نتائج التحليل الإحصائي إنه يوجد تأثير معنوي لعمق التربة ونوع التربة, وكذلك التفاعل بين عمق التربة ونوع التربة. ويوضح الجدول (65) بأنه يوجد فروق معنوية بين متوسطات قيم تركيز عنصر الزنك **لمستخلص التربة لنوع التربة , وأعماق التربة, ولا يوجد تأثير معنوي لمعاملات نوعية المياه وسجلت معاملة نوعية المياه الثانية اعلي تركيز لعنصر** الزنك **(1.27ppm) واقل تركيز لعنصر** الزنك

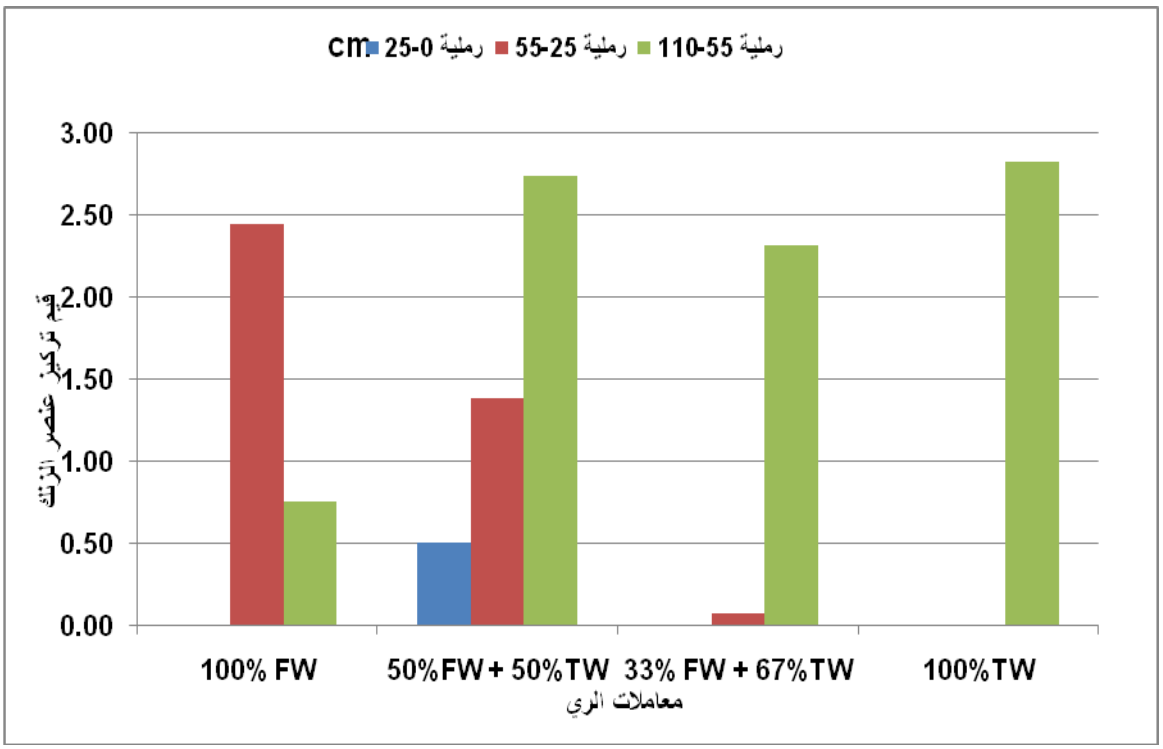
(0.59 ppm) في معاملة الري الأولي (100% FW) وبفارق غير معنوي .

وبالنسبة لنوعية التربة فنلاحظ أن سجلت متوسطات نوع التربة فروق معنوية في قيمة تركيز عنصر الزنك كانت القيمة الأقل (0.21 ppm) للتربة الأولي (الرملية الطميئية) بينما القيمة الأعلى (1.36pm) كانت للتربة الثانية (الرملية) . أما بالنسبة لتوزيع تركيز عنصر الزنك مع الأعماق فنلاحظ أن متوسطات أعماق التربة سجلت فروق معنوية في قيمة تركيز عنصر الزنك وكان أقل قيمة (0.11 ppm) في العمق (0 -25 cm) وبفارق غير معنوي علي العمق (25-55 cm)، وأعلي قيمة لتركيز عنصر الزنك **(1.76 ppm) كانت في العمق (55 - 110 cm).**

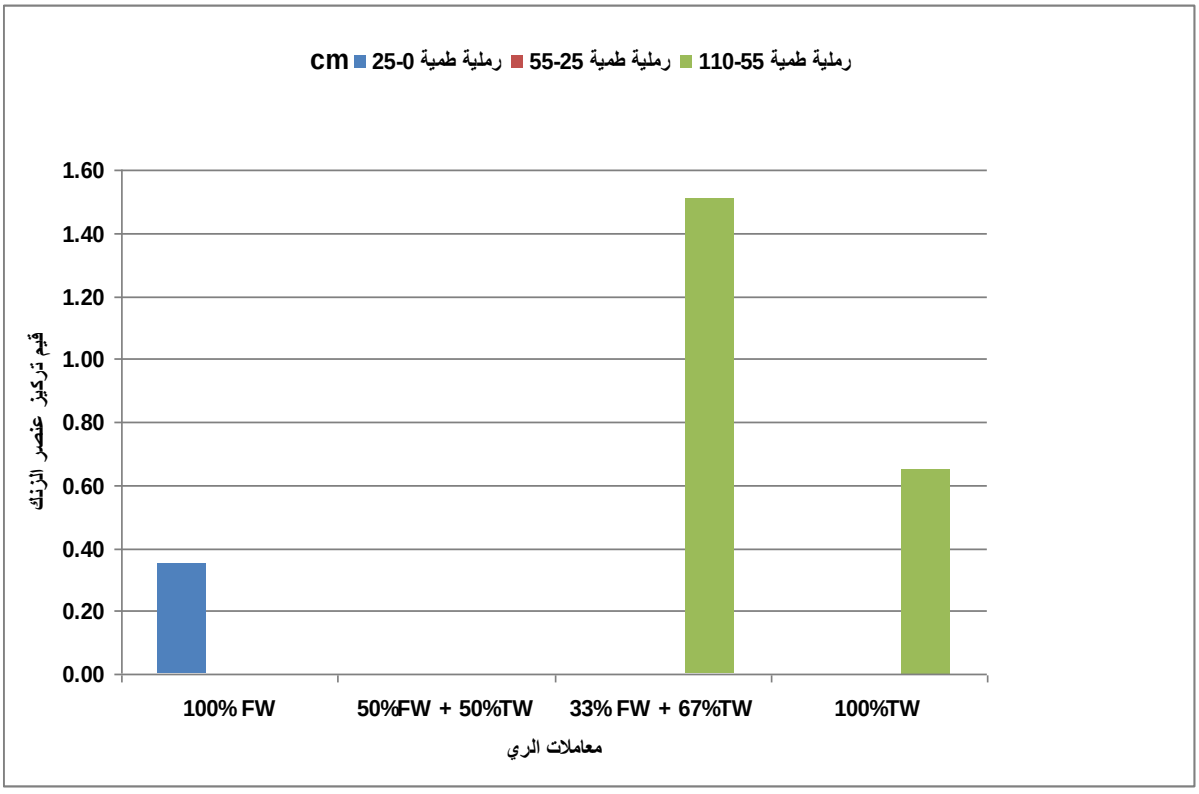
جدول (65): متوسطات قيم تركيز عنصر الزنك (Zn, ppm) لمستخلص التربة لمستويات العوامل المدروسة وقيم أقل فرق معنوي لكل منها.

العوامل	المستويات				$LSD_{0.05}$
	1	2	3	4	
التربة	b 0.21	a 1.36			0.67
العمق	b 0.11	b 0.49	a 1.76		0.83
نوعية المياه	a 0.59	a 1.27	a 0.65	a 0.63	0.95

- **المتوسطات التي لها نفس الحروف لا توجد بينها فروق معنوية عند مستوي احتمالية 5% تبعا لاختبار اقل فرق معنوي (LSD). والبيانات تمثل متوسط قراءات ثلاثة مكررات داخل كل عمود تربة.**



شكل (29): متوسطات قيم تركيز عنصر الزنك (ppm) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.



شكل (30): متوسطات قيم تركيز عنصر الزنك (ppm) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

4-3-5-4- تركيز عنصر النحاس (Cu):

من النتائج الموضحة في الجدول (66) والشكل (31) لمتوسطات قيم تركيز عنصر النحاس تحت معاملات الري المختلفة مع العمق للتربة الرملية. يتضح أن قيم تركيز عنصر النحاس (ppm) لمستخلص التربة (5:1) في الطبقة السطحية (0 -25 cm) تراوحت بين(2.21 ppm -0.04)، وفي العمق (25-55 cm) تراوحت بين (2.19 ppm -0.13) وفي العمق (55 – 110 cm) تراوحت بين (2.16 ppm -0.14)، وهناك تفاوت في قيم تركيز عنصر النحاس (ppm) في معاملات الري المختلفة للتربة الرملية.

جدول (66): متوسطات قيم تركيز عنصر النحاس (Cu, ppm) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

نـوعـية المياه	العمق (cm)		
	25 -0	55 -25	110 -55
100% FW	1.51	1.51	1.49
50%FW + 50%TWW	2.19	2.19	2.13
33% FW + 67%TWW	0.04	0.13	0.14
100%TWW	2.21	2.16	2.16

- الماء العذب Fresh Water (FW) - ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

ومن النتائج الموضحة في الجدول (67) والشكل (32) لمتوسطات قيم تركيز عنصر النحاس تحت معاملات الري المختلفة مع العمق للتربة الرملية الطميئية. إتضح أن قيم تركيز عنصر النحاس (ppm) لمستخلص التربة (5:1) في الطبقة السطحية (0 −25 cm) تراوحت بين (0.88 ppm– 0.76)، وفي العمق (25-55 cm) تراوحت القيم بين (0.82 ppm −0.68) وفي العمق (55 – 110 cm) تراوحت القيم بين (0.82 ppm −0.72)، وهناك تفاوت في قيم تركيز عنصر النحاس (ppm) في معاملات الري المختلفة للتربة الرملية الطميئية.

جدول (67): متوسطات قيم تركيز عنصر النحاس (Cu, ppm) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

نـوعـية الميـاه	العمق (cm)		
	25 -0	55 -25	110 -55
100% FW	0.79	0.68	0.82
50%FW + 50%TWW	0.86	0.75	0.72
33% FW + 67%TWW	0.88	0.77	0.78
100%TWW	0.76	0.82	0.75

- الماء العذب Fresh Water (FW) - ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

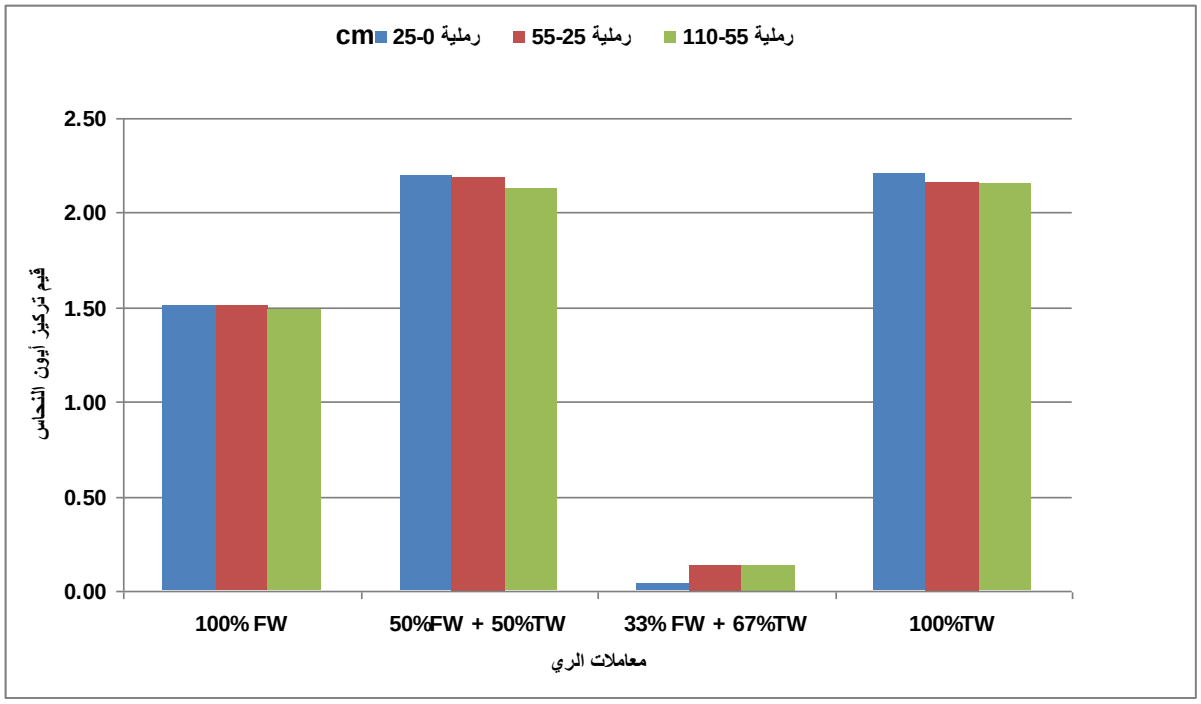
أظهرت نتائج التحليل الإحصائي لتأثير العوامل المدروسة من حيث, نوعية مياه الري (4 مستويات) وعمق التربة (3 مستويات) وكذلك نوع التربة (مستويان) علي قيم تركيز عنصر النحاس(Cu, ppm) **لمستخلص التربة في (ملحق 2- 12) . إنه لا يوجد تأثير معنوي لعمق التربة , وكذلك التفاعل بين نوعية المياه وعمق التربة , و التفاعل بين عمق التربة ونوع التربة , والتفاعل بين العوامل الثلاثة مجتمعة. وفي حين أظهرت نتائج التحليل الإحصائى إنه يوجد تأثير معنوي بين نوعية المياه ونوع التربة وكذلك التفاعل بين نوعية المياه/ ونوع التربة. ويوضح الجدول (68) بأنه يوجد فروق معنوية بين متوسطات قيم تركيز عنصر النحاس (ppm) لمستخلص التربة لنوعية المياه , ونوع التربة, سجلت معاملة نوعية المياه الثالثة اعلي تركيز لعنصر النحاس وبفارق غير معنوي علي المعاملة الأولي والرابعة في حين كان اقل تركيز لعنصر النحاس في معاملة الري الثانية** (50%FW + 50%TW) **وبفارق معنوي عن بقية المعاملات.**

أما بالنسبة لتوزيع تركيز أيون النحاس مع الأعماق فنلاحظ إنه لا يوجد فروق معنوية بين الأعماق الثلاثة وبالنسبة لنوعية التربة فنلاحظ أن متوسطات نوع التربة سجلت فروق معنوية في قيمة تركيز عنصر النحاس وكانت القيمة الأقل (0.78 ppm) **لقيم تركيز عنصر النحاس للتربة الأولي (الرملية الطميئية) والقيمة الأعلى** (1.49 ppm) **لقيم تركيز عنصر النحاس للتربة الثانية (الرملية) .**

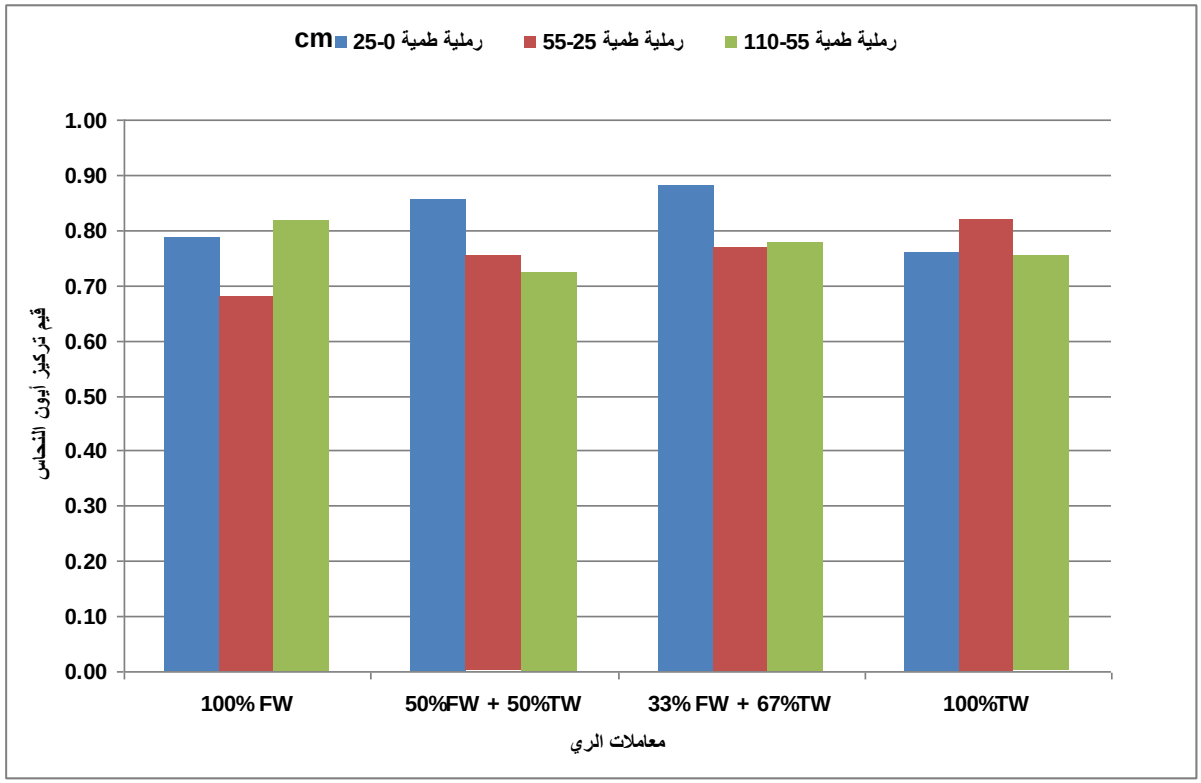
جدول (68): متوسطات قيم تركيز عنصر النحاس (Cu, ppm) لمستخلص التربة لمستويات العوامل المدروسة وقيم أقل فرق معنوي لكل منها.

العوامل	المستويات				$LSD_{0.05}$
	1	2	3	4	
التربة	b 0.78	a 1.49			0.44
العمق	a 1.15	a 1.13	a 1.12		0.54
نوعية المياه	a 1.13	b 0.46	a 1.48	a 1.48	0.63

- **المتوسطات التي لها نفس الحروف لا توجد بينها فروق معنوية عند مستوي احتمالية 5% تبعا لاختبار أقل فرق معنوي (LSD).**
- **البيانات تمثل متوسط قراءات ثلاثة مكررات داخل كل عمود تربة.**



شكل (31): متوسطات قيم تركيز عنصر النحاس (ppm) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.



شكل (32): متوسطات قيم تركيز عنصر النحاس (ppm) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

4-3-5-5- تركيز عنصر الرصاص (Pb):

من النتائج الموضحة في الجدول(69) **والشكل** (33) **لمتوسطات قيم تركيز عنصر** الرصاص **تحت معاملات الري المختلفة مع العمق للتربة الرملية. يتضح أن قيم تركيز عنصر** الرصاص **لمستخلص التربة** (5:1) **في الطبقة السطحية** (0 -25 cm) **بين** (0.90 -1.70 ppm)**، وفي العمق** (25-55cm) **تراوحت بين** (0.84 -1.75 ppm)**، وفي العمق** (55 -110 cm) **تراوحت بين** (1.22 -1.90 ppm)**، وهناك تفاوت في قيم تركيز عنصر الرصاص في معاملات الري المختلفة للتربة الرملية.**

جدول (69): متوسطات قيم تركيز عنصر الرصاص المتاح (Pb, ppm) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

نـوعـية الميـاه	العمق (cm)		
	25 -0	55 -25	110 -55
100% FW	0.90	0.84	1.70
50%FW + 50%TWW	1.52	1.40	1.22
33% FW + 67%TWW	1.70	1.75	1.90
100%TWW	1.50	1.15	1.51

- الماء العذب Fresh Water (FW) - ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

ومن النتائج الموضحة في الجدول (70) **والشكل** (34) **لمتوسطات قيم تركيز عنصر** الرصاص **تحت معاملات الري المختلفة مع العمق للتربة الرملية الطميئية. إتضح أن قيم تركيز عنصر** الرصاص **لمستخلص التربة** (5:1) **في الطبقة السطحية** (0 -25 cm) **تراوحت بين**(0.91 –1.22 ppm)**، وفي العمق** (25-55 cm) **تراوحت بين** (0.44 -0.82 ppm) **وفي العمق** (55 - 110 cm) **تراوحت بين** (0.47 -0.97 ppm)**، وهناك تفاوت في قيم تركيز عنصر** الرصاص **في معاملات الري المختلفة للتربة الرملية الطميئية.**

جدول (70): متوسطات قيم تركيز عنصر الرصاص (Pb, ppm) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

نـوعـية المياه	العمق (cm)		
	25 -0	55 -25	110 -55
100% FW	0.97	0.44	0.47
50%FW + 50%TWW	1.22	0.82	0.73
33% FW + 67%TWW	0.91	1.15	0.97
100%TWW	1.01	1.31	0.85

- الماء العذب Fresh Water (FW) - ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي لتأثير العوامل المدروسة من حيث، نوعية مياه الري (4 مستويات) وعمق التربة (3 مستويات) وكذلك نوع التربة (مستويان) علي قيم تركيز عنصر الرصاص (ppm ,pb) **لمستخلص التربة في (ملحق 2- 13) . إنه لا يوجد تأثير معنوي لنوع المياه وعمق التربة، وكذلك التفاعل بين نوعية المياه وعمق التربة، والتفاعل بين نوعية المياه ونوع التربة والتفاعل بين عمق التربة ونوع التربة، والتفاعل بين العوامل الثلاثة مجتمعة.**

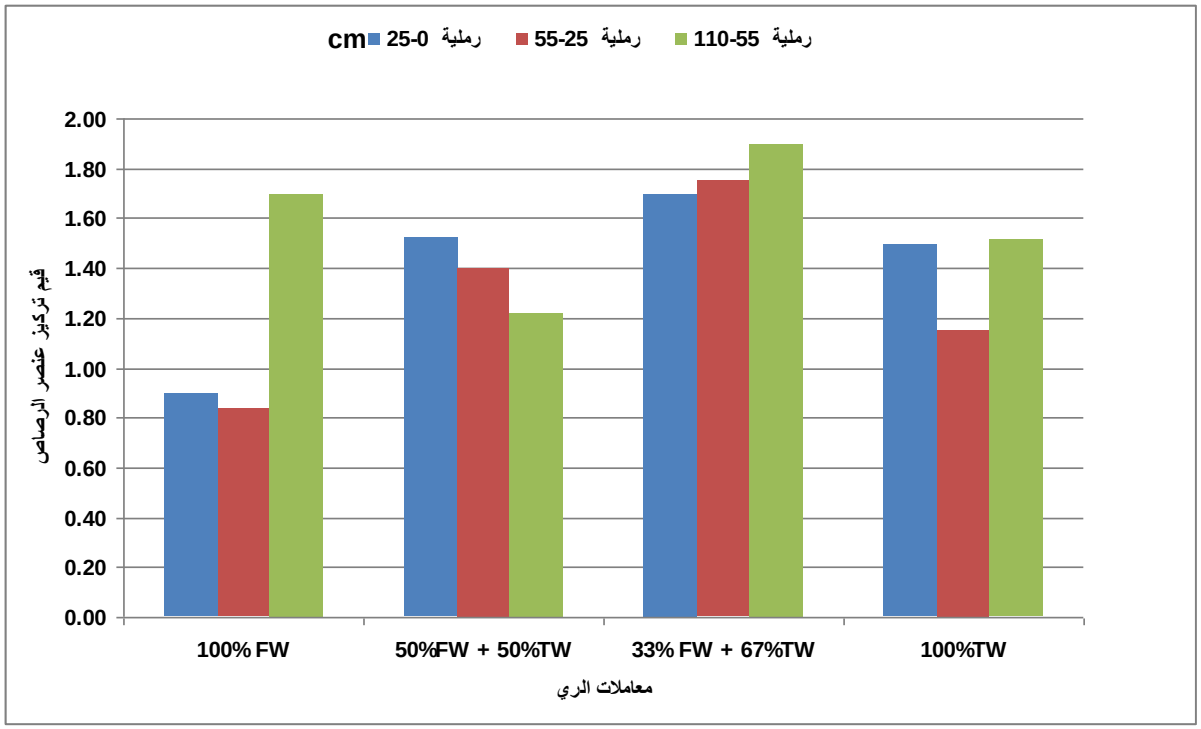
وفي حين أظهرت نتائج التحليل الإحصائي إنه يوجد تأثير معنوي لنوع التربة، ويوضح الجدول (71) بأنه يوجد فروق معنوية أيضا بين متوسطات قيم تركيز عنصر الرصاص (ppm) لمستخلص التربة لنوعية المياه , وسجلت المعاملة الثالثة لنوعية المياه أعلي تركيز (1. 39 ppm) وبفارق غير معنوي عن المعاملة الثانية والرابعة في حين كان اقل تركيز لعنصر الرصاص (0.89 ppm) في معاملة الري الأولي (50%FW + 50%TW) وبفارق معنوي عن بقية العوامل.

أما بالنسبة لتوزيع تركيز عنصر الرصاص مع العمق فنلاحظ إنه لا يوجد فروق معنوية. وبالنسبة لنوعية التربة فنلاحظ أن متوسطات نوع التربة سجلت فروق معنوية في قيمة تركيز عنصر الرصاص وكانت القيمة الأقل (0.91 ppm) للتربة الأولي (الرملية الطميئية) والقيمة الأعلى (1.42 ppm) للتربة الثانية (الرملية) .

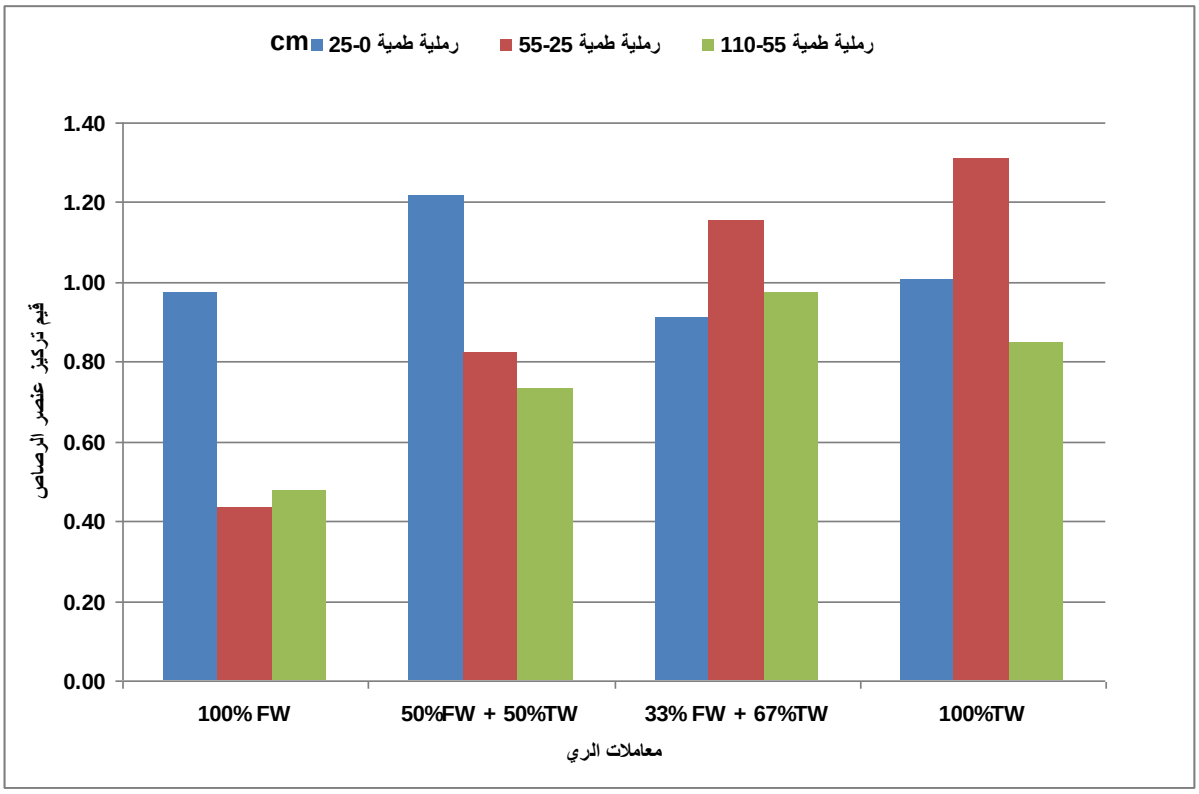
جدول (71): الفروق بين متوسطات قيم تركيز عنصر الرصاص (Pb, ppm) لمستخلص التربة لمستويات العوامل المدروسة وقيم أقل فرق معنوي لكل منها.

العوامل	المستويات				$LSD_{0.05}$
	1	2	3	4	
التربة	b 0.91	a 1.42			0.29
العمق	a 1.22	a 1.11	a 1.17		0.36
نوعية المياه	b 0.89	a b 1.15	a 1.39	a b 1.22	0.41

- **المتوسطات التي لها نفس الحروف لا توجد بينها فروق معنوية عند مستوي احتمالية 5% تبعا لاختبار أقل فرق معنوي (LSD).**
- **البيانات تمثل متوسط قراءات ثلاثة مكررات داخل كل عمود تربة.**



شكل (33): متوسطات قيم تركيز عنصر الرصاص (ppm) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.



شكل (34): متوسطات قيم تركيز عنصر الرصاص (ppm) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

4-3-5-6- تركيز عنصر النيكل (Ni):-

من النتائج الموضحة في الجدول (72) والشكل (35) لمتوسطات قيم تركيز عنصر النيكل تحت معاملات الري المختلفة مع العمق للتربة الرملية. يتضح أن عنصر النيكل لمستخلص التربة (5:1) في الطبقة السطحية (0 -25 cm) فقط في معاملة الري الثالثة لنوعية المياه (33% FW+ 67%TWW) كانت القيمة (0.24 ppm)، وتراوحت القيم في العمق (25-55 cm) ما بين (0 – 0.47 ppm)، وفي العمق (55 −110 cm) تراوحت قيمة عنصر النيكل ما بين(0 – 0.45 ppm)، وعموما فان عنصر النيكل في معاملات الري المختلفة للتربة الرملية يوجد بتركيزات قليلة إلي معدومة.

جدول (72): متوسطات قيم تركيز عنصر النيكل (Ni, ppm) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

نوعية المياه	العمق (cm)		
	0- 25	25 -55	55 -110
100% FW	0.00	0.00	0.00
50%FW + 50%TWW	0.00	0.12	0.33
33% FW + 67%TWW	0.24	0.00	0.00
100%TWW	0.00	0.47	0.45

- الماء العذب Fresh Water (FW) - ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

ومن النتائج الموضحة في الجدول (73) والشكل (35) لمتوسطات قيم تركيز عنصر النيكل (Ni, ppm) تحت معاملات الري المختلفة مع التربة للتربة الرملية الطميئية. يتضح أن قيم النيكل في الطبقة السطحية (0 -25 cm) تراوحت القيم ما بين (0 – 0.25 ppm)، وفي العمق (25-55 cm) تراوحت القيم ما بين(0 – 0.16 ppm)، وفي العمق (55 −110 cm) تراوحت القيم ما بين (0 – 0.11 ppm)، وهناك تقارب في قيم تركيز عنصر النيكل في معاملات الري المختلفة للتربة الرملية الطميئية. وفي بعض معاملات الري وبعض الأعماق لا يوجد عنصر النيكل .

جدول (73): متوسطات قيم تركيز عنصرالنيكل المتاح (Ni, ppm) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

نوعية المياه	العمق (cm)		
	0- 25	25 -55	55 -110
100% FW	0.08	0.11	0.11
50%FW + 50%TWW	0.25	0.00	0.00
33% FW + 67%TWW	0.00	0.16	0.01
100%TWW	0.25	0.00	0.00

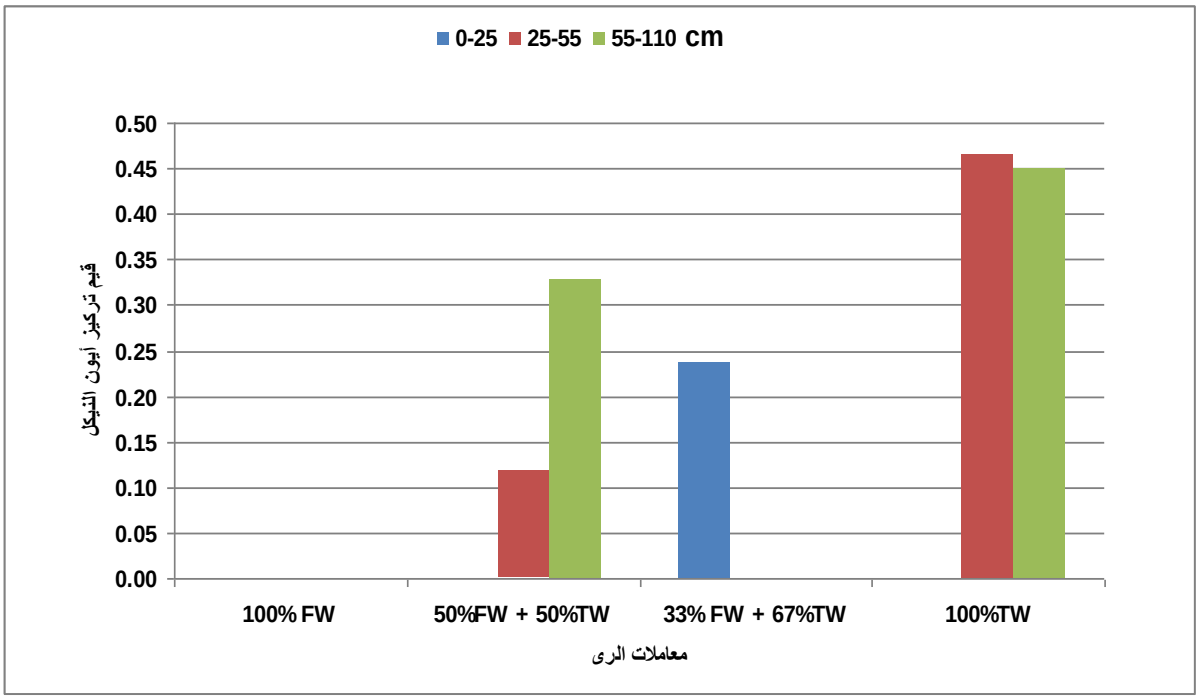
- الماء العذب Fresh Water (FW) - ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

وقد أظهرت نتائج التحليل الإحصائي لتأثير العوامل المدروسة، من حيث نوعية مياه الــري (4 مستويات) وعمق التربة (3 مستويات) وكذلك نوع التربة (مستويان) علي قيم تركيز عنصر النيكل في مستخلص التربة في (ملحق 2– 10). إنه لا يوجد تأثير معنوي لكل من نوع المياه، وعمق التربة وكذلك التفاعل بينهما. وكذلك لايوجد تأثير معنوي بين التفاعل عمق التربة والتفاعل بين العوامل الثلاث مجتمعة. وأظهرت التحليل الإحصائى أن هناك تأثير معنوي لنوع التربة وكذلك التفاعل بين نوعية المياه ونوع التربة. ويوضح الجدول(74) بأنه يوجد فروق معنوية بين متوسطات قيم تركيز عنصر النيكل لمستخلص التربة لنوعية المياه , ونوع التربة. وأن هناك زيادة في محتوي التربة من تركيز عنصر النيكل بزيادة نسبة خلط مياه الصرف الصحي مع المياه العذبة، حيت سجلت معاملة الري بمياه الصرف 100% أعلي قيمة (0.21 ppm). ونلاحظ أن لا يوجد فروق معنوية بين معاملات الري لنوعية المياه الثانية ونوعية المياه الرابعة وكذلك بين الأول والثالثة. في حين سجلت معاملة الري بمياه عذبــة اقل قيمة (0.07 ppm). أما بالنسبة لنوعية التربة فنلاحظ أن القيمة الأعلى (0.17ppm) كانت للتربة الثانية (الرملية) القيمة الأقل (0.07 ppm) كانت للتربة الأولي (الرملية الطميئية). ولم تسجل متوسطات معاملات أعماق التربة أي فروق معنوية في قيمة تركيز عنصر النيكل.

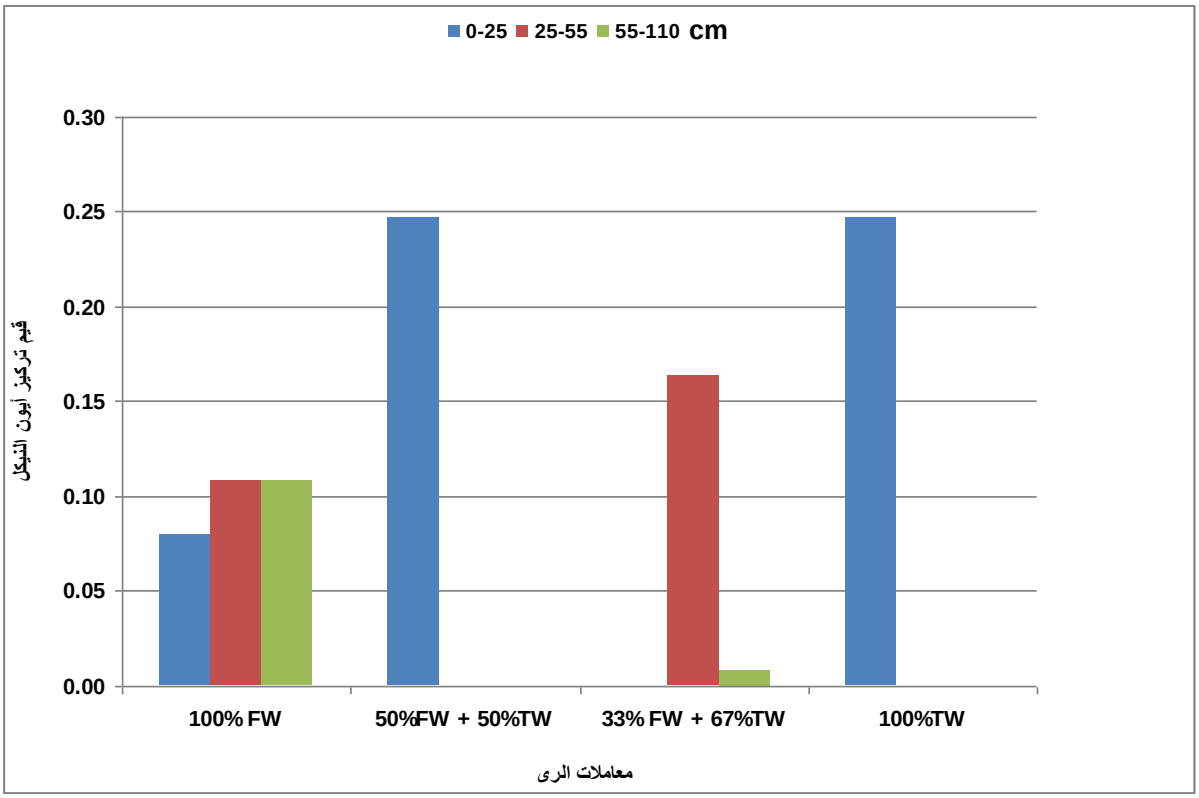
جدول (74): متوسطات قيم تركيز عنصر النيكل (Ni, ppm) لمستخلص التربــة لمستويات العوامل المدروسة وقيم أقل فرق معنوي لكل منها.

العوامل	المستويات				$LSD_{0.05}$
	1	2	3	4	
التربة	b 0.07	a 0.17			0.09
العمق	a 0.10	a 0.11	a 0.13		0.10
نوعية المياه	b 0.07	a b 0.11	b 0.07	a 0.21	0.12

- المتوسطات التي لها نفس الحروف لا توجد بينها فروق معنوية عند مستوي احتمالية 5% تبعا لاختبار أقل فرق معنوي (LSD).
- البيانات تمثل متوسط قراءات ثلاثة مكررات داخل كل عمود تربة.



شكل (35): متوسطات قيم تركيز عنصر النيكل (Ni, ppm) لمستخلص التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.



شكل (36): متوسطات قيم تركيز عنصر النيكل (Ni, ppm) لمستخلص التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

ومن النتائج المتحصل عليها نجد أن هناك زيادة في محتوي التربة من تركيز عنصر النيكل بزيادة نسبة خلط مياه الصرف الصحي مع المياه العذبة، حيت سجلت معاملة الري بمياه الصرف 100% أعلي قيمة (0.21ppm) . وفي حين سجلت معاملة الري بمياه عذبة أقل قيمة (0.07 ppm). ويعتبر تركيز عنصر النيكل في الحدود المسموح بها في الزراعة علي حسب منظمة الصحة العالمية والحدود المسموح بها هي (0.5ppm). ومن النتائج المتحصل عليها بالنسبة لقيم تركيز عنصر الحديد فنلاحظ إن أقل قيمة كانت(0.70 ppm) وأعلي قيمة كانت (1.47 ppm). ويعتبر تركيز عنصر الحديد في الحدود المسموح بها في الزراعة علي حسب منظمة الصحة العالمية والحدود المسموح بها هي (5 ppm). ومن النتائج المتحصل عليها بالنسبة لقيم تركيز عنصر النحاس كانت أقل قيمة (0.04 ppm) وأعلي قيمة (2.16 ppm). ويعتبر تركيز عنصر النحاس أعلى من الحدود المسموح بها في الزراعة علي حسب منظمة الصحة العالمية والحدود المسموح بها هي (0.2ppm). ومن النتائج المتحصل عليها كانت أعلي قيمة تركيز عنصر الرصاص (1.90 ppm) في حين كانت أقل قيمة (0.44 ppm). ويعتبر تركيز عنصر الرصاص في الحدود المسموح بها في الزراعة علي حسب منظمة الصحة العالمية والحدود المسموح بها هي (5ppm).أما بالنسبة لتركيز أيون المنجنيز كانت أقل قيمة (0.05 ppm)، وأعلي قيمة كانت **(3.34 ppm). ويعتبر تركيز عنصر المنجنيز أعلى من الحدود المسموح بها في الزراعة علي حسب منظمة الصحة العالمية والحدود المسموح بها هي (0.2ppm). أما بالنسبة لتركيز عنصر الزنك فان أقل قيمة كانت (0.00 ppm)، وأعلي قيمة كانت (2.83ppm). ويعتبر تركيز عنصر الرصاص في الحدود المسموح بها في الزراعة علي حسب منظمة الصحة العالمية والحدود المسموح بها هي (3ppm). كما أدى استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في الري بالنسبة للعناصر الثقيلة إلى انخفاض في قيم تركيز عنصر النيكل والحديد والرصاص وارتفاع بسيطا في قيم تركيز عنصر النحاس والزنك والمنجنيز. وأن تركيز المعادن الثقيلة والتي تشمل ايونات الرصاص و الكروم كانت منخفضة جدا.**

تم الاهتمام بدراسة محتوي المياه من بعض العناصر الثقيلة نتيجة التوسع في استخدام مياه المصارف ومياه الصرف الصحي كمصدر لمياه الري، وهناك بعض العناصر الصغرى والثقيلة مثل النحاس، الزنك الرصاص،النيكل، الزئبق، الكادميوم، والتي يؤدي تراكمها إلي حدوث أضرر بالغة بالإنسان والنبات والحيوان. وأوضح كل من (Danial and Bouma,1974) إلي أهمية الدور الذي تقوم به المواد الصلبة العالقة بمياه الصرف الصحي في التأثير علي خواص التربة الفيزيائية. وعلي تركيز العناصر الثقيلة في التربة التي تروى بهذه المياه .

وقد أشار(Korte *et al.*,1975) إلي أن المعلومات عن قوام التربة ومحتواها من الأكاسيد والكربونات تعطي قاعدة جيدة للتنبؤ بقدرة التربة علي الاحتفاظ بالعناصر النادرة والثقيلة، حيث كان لخواص التربة الكيميائية تأثيراً كبيراً علي حركة هذه العناصر أكثر من خواص العناصر نفسها. وقد لاحظوا أن إمكانية حركة هذه العناصر كانت أقل في الأراضي المعدنية التي بها مستويات عالية نسبيا من pH والقواعد المتبادلة وكان معدل الحركة يقل بالترتيب الأتي:- الكالسيوم ≥ الزنك ≥ النيكل.

وفي دراسة أخرى وجد كل من (Miller and Mcfee.,1983) أن عناصر الكادميوم والنحاس والرصاص المضافة إلي التربة سجلت اقل تركيز في الطبقة السطحية.

أجريت دراسة أخري في مصر عن تأثير الري بمياه الصرف الصحي المعالجة علي خواص التربة لمدة ثلاثة سنوات أجراها كل من (Ebd-El-Naim and Al-Awady, 1989) وقد أظهرت نتائج هذه الدراسة الآتي:-

1- **زيادة تركيز عناصر الحديد والمنجنيز والنحاس والزنك زيادة ملحوظة في محلول التربة خلال ثلاث سنوات.**
2- **زيادة تركيز عناصر الكوبلت والنيكل والكادميوم والرصاص زيادة بسيطة.**
3- **زيادة تركيز عناصر الزنك والنحاس والمنجنيز والحديد زيادة غير سامة, ولم يلاحظ أي مشاكل ظاهرية بالتربة. وكذلك أوصي الباحتان باستعمال مياه الصرف الصحي المعالجة بأمان في الأراضي الرملية.**

وتشير نتائج التحليل المعملية التي أجريت بالمعامل الفرنسية المتخصصة في هذه المجال والتي وردت في التقرير الأولى عن مشروع التوسع بالهضبة الخضراء (فييادر, 1975) أن تركيز المعادن الثقيلة والتي تشمل ايونات الرصاص والكادميوم وغيرها من عناصر ضارة أخرى كانت منخفضة جدا.

4-4- قياسات النمو المحصول:-

4-4-1-الصفات المورفولوجية:

4-4-1-1- ارتفاع النبات وطول السنبلة:

من النتائج الموضحة في الجدول(75) والشكل (37) لمتوسطات ارتفاع النبات وطول السنبلة(cm) تحت معاملات الري المختلفة للتربة الرملية الطميئية. أتضح أن ارتفاع النبات في معاملات الري المختلفة تراوحت ما بين (45.80 – 58.30 cm)، وطول السنبلة في معاملات الري المختلفة تراوحت ما بين (13.43- 15.67 cm)، وبذلك يزداد ارتفاع النبات وطول السنبلة عند خلط المياه بمياه الصرف الصحي المعالجة.

جدول (75): متوسطات ارتفاع النبات وطول السنبلة (cm) في التربة الرملية الطمييية تحت معاملات الري المختلفة.

معاملة الري	طول النبات	طول السنبلة
100% FW	45.80	13.43
50%FW + 50%TWW	58.30	14.90
33% FW + 67%TWW	51.70	15.00
TWW%100	57.47	15.67

- الماء العذب Fresh Water (FW) - ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

من النتائج الموضحة في الجدول (76) والشكل (38) لمتوسطات ارتفاع النبات وطول السنبلة (cm) تحت معاملات الري المختلفة للتربة الرملية يتضح أن ارتفاع النبات في معاملات الري المختلفة تراوحت ما بين (48.83 –56.43 cm)، وطول السنبلة في معاملات الري المختلفة تراوحت ما بين (cm 13.50 – 17.10)، وبذلك يزداد ارتفاع النبات و طول السنبلة بزيادة نسبة خلط مياه الصرف الصحي مع المياه العذبة.

جدول (76): متوسطات ارتفاع النبات وطول السنبلة (cm) في التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة.

معاملة الري	طول النبات	طول السنبلة
100% FW	48.83	13.50
50%FW + 50%TWW	56.43	16.27
33% FW + 67%TWW	55.30	15.30
TWW%100	53.23	17.10

- الماء العذب Fresh Water (FW) - ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي لتأثير العوامل المدروسة من حيث, نوعية مياه الري (4 مستويات) ونوع التربة (مستويان) علي الصفات المورفولوجية لنبات القمح لصفتي ارتفاع النبات وطول السنبلة في معاملات الري المختلفة في (ملحق 2- 16) وملحق (2- 17). أن هناك تأثير معنوي لنوعية مياه الري وفي حين أظهر التحليل الإحصائي عدم وجود تأثير معنوي لنوع التربة, وكذلك التفاعل بين العاملين مجتمعة. والجداول (77)،(78) بين متوسطات العوامل المدروسة لارتفاع النبات وطول السنبلة والفروق بينها. ويوضح الجدول (77) بأنه يوجد فروق معنوية بين متوسطات ارتفاع النبات لنوعية المياه وأن أعلي ارتفاع للنبات (55.35 cm) كان عند المعاملة الرابعة (TWW%100) وبفارق غير معنوي في المعاملة الثانية والثالثة , بينما كان أقل ارتفاع (47.32 cm) عند المعاملة الأولي (100% FW) أما بالنسبة لارتفاع النبات مع نوعية التربة فنلاحظ انه لم تسجل متوسطات نوع التربة أي فروق معنوية في ارتفاع النبات وكان القيم (53.32-53.45) للتربة الرملية والرملية الطميئية.

جدول (77): متوسطات ارتفاع النبات (cm) في النباتات لمستويات العوامل المدروسة وقيم أقل فرق معنوي لكل منها.

العوامل	المستويات				$LSD_{0.05}$
	1	2	3	4	
التربة	a 53.32	a 53.45			4.23
نوعية المياه	b 47.32	a 57.37	a 53.5	a 55.35	5.98

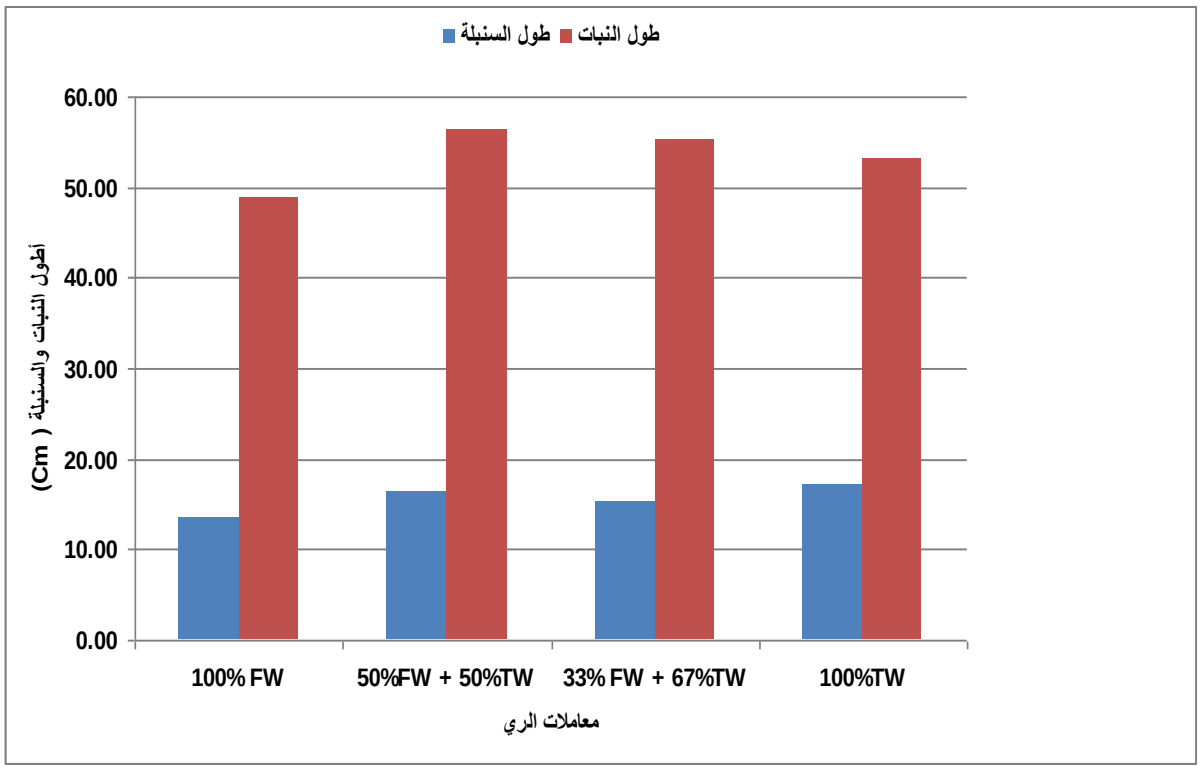
- المتوسطات التي لها نفس الحروف لا توجد بينها فروق معنوية عند مستوي احتمالية 5% تبعا لاختبار أقل فرق معنوي (LSD).
- البيانات تمثل متوسط قراءات ثلاثة مكررات داخل كل عمود تربة.

يوضح الجدول (78) بأنه توجد فروق معنوية بين متوسطات طول السنبلة لنوعية المياه ونوع التربة وأن أعلي طول للسنبلة (16.38 cm) كان عند المعاملة الرابعة (TWW%100) وبفارق غير معنوي في المعاملة الثانية , بينما كان أقل طول (13.47cm) عند المعاملة الأولي (100%FW) أما بالنسبة لطول السنبلة مع نوعية التربة فنلاحظ أن أعلي قيمة لطول السنبلة (15.54 cm) للتربة الثانية الرملية وأقل قيمة لطول السنبلة (14.75 cm) للتربة الأولي الرملية الطميئية.

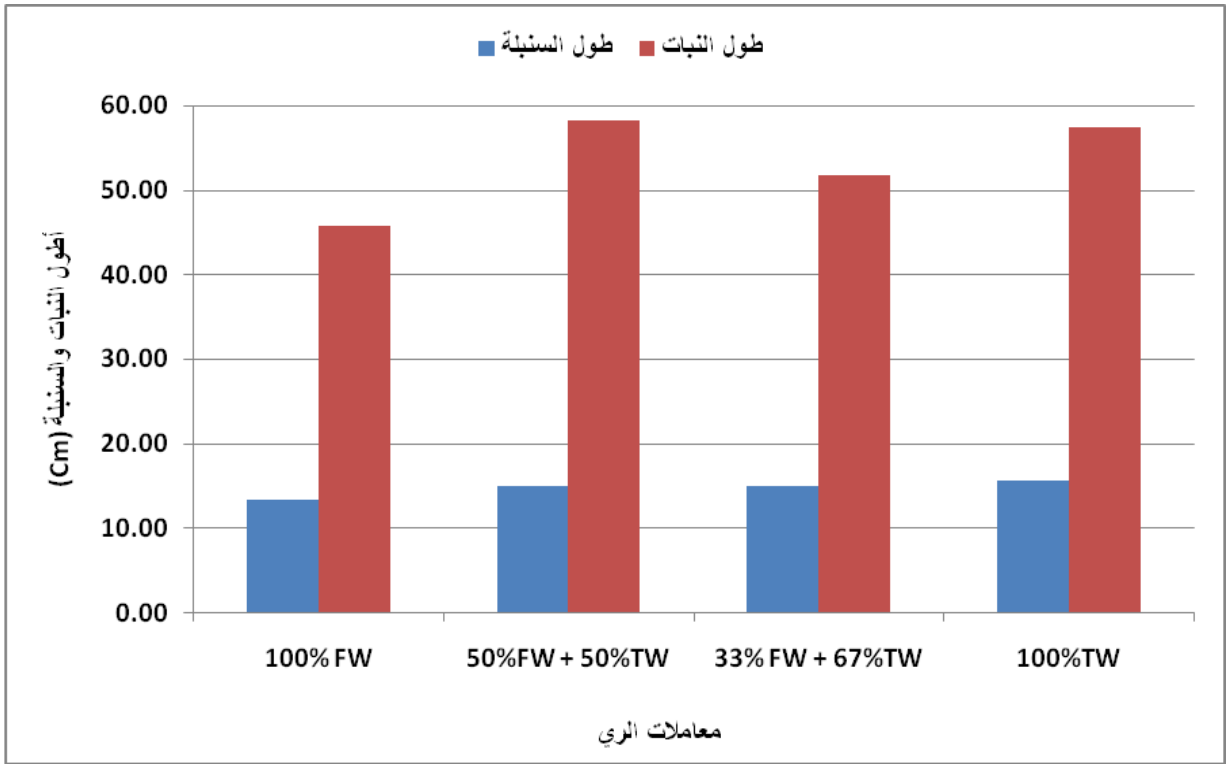
جدول(78): متوسطات طول السنبلة (cm) في النباتات لمستويات العوامل المدروسة وقيم أقل فرق معنوي لكل منها.

العوامل	المستويات				$LSD_{0.05}$
	1	2	3	4	
التربة	b 14.75	a 15.54			0.74
نوعية المياه	c 13.47	a b 15.58	b 15.15	a 16.38	1.04

- المتوسطات التي لها نفس الحروف لا توجد بينها فروق معنوية عند مستوي احتمالية 5% تبعا لاختبار أقل فرق معنوي (LSD).
- البيانات تمثل متوسط قراءات ثلاثة مكررات داخل كل عمود تربة.



شكل(37): متوسطات ارتفاع النبات وطول السنبلة (cm) في التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة.



شكل(38): متوسطات ارتفاع النبات وطول السنبلة (cm) في التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة.

4-4-2- المحصول ومكوناته:

4-4-2-1- الوزن الجاف للسنابل:

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي لتأثير العوامل المدروسة من حيث, نوعية مياه الري (4 مستويات) ونوع التربة (مستويان) علي محصول نبات القمح ومكوناته لوزن الجاف للسنابل في معاملات الري المختلفة في (ملحق 2- 18). أظهر التحليل الإحصائي عدم وجود تأثير معنوي لنوعية مياه الري ونوع التربة وكذلك التفاعل بين العاملين مجتمعة علي الوزن الجاف للسنابل.

والجدول (79) يبين الفروق المعنوية بين متوسطات الوزن الجاف للسنابل في النباتات لمستويات العوامل المدروسة وقيم أقل فرق معنوي لكل منها.ويوضح الجدول بأنها يوجد فروق معنوية بين متوسطات الوزن الجاف للسنابل في النباتات لنوعية المياه. أن أعلي وزن للسنابل (5.39 ton/ha) كان عند المعاملة الثالثة (33% FW + 67%TWW) وبفارق غير معنوي عن المعاملة الثانية والرابعة بينما كان أقل وزن للسنابل (3.61 ton/ha) كان عند المعاملة الأولي (100% FW) أما بالنسبة للوزن الجاف السنابل مع نوعية التربة فنلاحظ انه لم تسجل متوسطات نوع التربة أي فروق معنوية وكانت القيم (4.28 ton/ha - 4.91) للتربة الأولي والثانية علي التوالي.

جدول (79): متوسطات الوزن الجاف للسنابل (ton/ha) لنبات القمح لمستويات العوامل المدروسة وقيم أقل فرق معنوي لكل منها.

العوامل	المستويات				$LSD_{0.05}$
	1	2	3	4	
التربة	a 4.91	a 4.28			0.99
نوعية المياه	b 3.61	a b 4.82	a 5.39	a b 4.56	1.41

- المتوسطات التي لها نفس الحروف لا توجد بينها فروق معنوية عند مستوي احتمالية 5% تبعا لاختبار أقل فرق معنوي (LSD).
- البيانات تمثل متوسط قراءات ثلاثة مكررات داخل كل عمود تربة.

4-4-2-2- الوزن الجاف للمجموع الخضري:

أظهر نتائج التحليل الإحصائي لتأثير العوامل المدروسة من حيث, نوعية مياه الري (4 مستويات) ونوع التربة (مستويان) علي محصول نبات القمح ومكوناته لوزن الجاف للمجموع الخضري في معاملات الري المختلفة في (ملحق 2- 19). أظهرت نتائج التحليل الإحصائي عدم وجود تأثير معنوي لنوعية مياه الري ونوع التربة , وكذلك التفاعل بين العاملين مجتمعة علي الوزن الجاف للمجموع الخضري.

الجدول (80) يبين متوسطات الوزن الجاف للمجموع الخضري في النباتات لمستويات العوامل المدروسة وقيم أقل فرق معنوي لكل منها.

ويوضح الجدول (80) بأنه توجد فروق معنوية بين متوسطات الوزن الجاف للمجموع الخضري في النباتات لنوعية المياه. وكان أعلي وزن للمجموع الخضري في الوزن الجاف للمجموع الخضري (6.73 ton/ha) كان عند المعاملة الثالثة (33% FW + 67%TWW) وبفارق غير معنوي عن المعاملة الثانية والرابعة , بينما كان أقل وزن جاف للمجموع الخضري (4.72 ton/ha) كان عند المعاملة الأولي (100%FW) أما بالنسبة للوزن الجاف للمجموع الخضري مع نوعية التربة فنلاحظ انه لم تسجل متوسطات نوع التربة أي فروق معنوية وكانت القيم (6.19 ton/ha - 5.77) للتربة الأول والثانية علي التوالي.

جدول (80): الفروق بين متوسطات الوزن الجاف للمجموع الخضري(ton/ha) لنبات القمح لمستويات العوامل المدروسة وقيم أقل فرق معنوي لكل منها.

العوامل	المستويات				$LSD_{0.05}$
	1	2	3	4	
التربة	a 6.19	a 5.77			1.14
نوعية المياه	b 4.72	a 6.5	a 6.73	a b 5.97	1.61

- المتوسطات التي لها نفس الحروف لا توجد بينها فروق معنوية عند مستوي احتمالية 5% تبعا لاختبار أقل فرق معنوي (LSD).
- البيانات تمثل متوسط قراءات ثلاثة مكررات داخل كل عمود تربة.

4-4- 2-3- الوزن الجاف للمجموع الجذري:

أظـــهرت نتـائج التحليـل الإحصـائي لتـأثير العوامـل المدروسـة مـن حيـث, نوعيـة ميـاه الـري (4 مستويات) ونوع التربة (مستويان) علي محصول نبات القمح ومكوناته للوزن الجاف للمجموع الجذري في معاملات الري المختلفة في (ملحق 2- 20). أظهرت نتائج التحليل الإحصائي عدم وجود تأثير معنـوي لنوعيـة ميـاه الـري ونـوع التربـة , وكـذلك التفاعـل بـين العـاملين مجتمعـة علـي الـوزن الجـاف للمجموع الجذري.

والجـدول (81) يبـين متوسـطات الـوزن الجـاف للمجمـوع الجـذري فـي النباتـات لمسـتويات العوامـل المدروسة وقيم أقل فرق معنوي لكل منها.

ويوضـح الجدول (81) بأنهـا لا توجد فـروق معنويـة بـين متوسطات الـوزن الجـاف للمجمـوع الجـذري للنباتـات لنوعيـة الميـاه. وكـان أعلـي وزن للمجمـوع الجـذري فـي نباتـات القمـح (2.73 ton/ha) عنـد المعاملـة الثانيـة (50%TWW + 50%FW) , بينمـا كـان أقـل وزن للمجمـوع الجـذري (1.68 ton/ha) عنـد المعاملـة الأولـي (100%FW) أمـا بالنسـبة للـوزن الجـاف للمجمـوع الجـذري مـع نوعيـة التربة فنلاحظ انه لم تسجل متوسطات نوع التربة أي فروق معنوية وكانـت قيم الـوزن الجـاف للمجمـوع الجذري (2.34 ton/ha- 2.16) للتربة الأولي والثانية علي التوالي.

جدول (81): متوسطات الوزن الجاف للمجمـوع الجـذري(ton/ha) لنبـات القمـح لمسـتويات العوامـل المدروسة وقيم أقل فرق معنوي لكل منها.

العـوامـل	المـسـتـويـات				$LSD_{0.05}$
	1	2	3	4	
الـتـربـة	a 2.34	a 2.16			0.89
نـوعية الميـاه	a 1.68	a 2.73	a 2.07	a 2.52	1.27

- المتوسطات التي لها نفس الحروف لا توجد بينها فروق معنوية عند مستوي احتمالية 5% تبعا لاختبار أقل فرق معنوي (LSD).
- البيانات تمثل متوسط قراءات ثلاثة مكررات داخل كل عمود.

4-4-2-4- الأوزان الجافة للسنابل والمجموع الخضري والمجموع الجذري للنباتات:

من النتائج الموضحة في الجدول(82) والشكل(39) لمتوسطات الأوزان الجافة للسنابل والمجموع الخضري والمجموع الجذري لنبات القمح تحت معاملات الري المختلفة للتربة الرملية الطميئية. اتضح أن أعلي وزن جاف للمجموع الخضري في نبات القمح (7.10 ton/ha) كان عند المعاملة الثالثة (33% FW + 67%TWW)، بينما كان أقل وزن جاف للمجموع الخضري (4.27 ton/ha) كان عند المعاملة الأولي (100%FW). وكان أعلي وزن جاف للمجموع الجذري (2.89 ton/ha) عند المعاملة الرابعة (100%TWW)، بينما كان أقل وزن جاف للمجموع الجذري (1.30 ton/ha) كان عند المعاملة الأولي (100%FW). وكان أعلي وزن جـاف للسنابل (5.17 ton/ha) عند المعاملة الثالثة (33% FW + 67%TWW)، بينما كان أقل وزن جاف للسنابـل (3.50 ton/ha) عند المعامـلة الأولي(100% FW).

جدول (82): متوسطات الأوزان الجاف للسنابل والمجموع الخضري والمجموع الجذري للنباتات القمح (ton/ha) في التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة.

نوعية المياه	المجموع السنابل	المجموع الخضري	المجموع الجذور
100% FW	3.50	4.27	1.30
50%FW + 50%TWW	5.00	6.40	2.60
33% FW + 67%TWW	5.17	7.10	2.10
TWW%100	5.08	6.00	2.89

- الماء العذب(Fresh Water (FW - ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

من النتائج الموضحة في الجدول (83) والشكل (40) لمتوسطات الأوزان الجافة للسنابل والمجموع الخضري والمجموع الجذري لنبات القمح تحت معاملات الري المختلفة للتربة الرملية. اتضح أن أعلي وزن جاف للمجموع الخضري في نبات القمح في معاملات الري المختلفة (6.10 ton/ha) كان عند المعاملة الثانية (50%FW + 50%TWW)، بينما كان أقل وزن جـاف للمجموع الخضري (ton/ha 4.80) كان عند المعاملة الأولي (100%FW). والوزن الجاف للمجموع الجذري في لنبات القمح لمعاملات الري المختلفة كانت أعلي وزن (2.60 ton/ha) في معاملات الري المختلفة كان عند المعاملة الثانية (50%FW + 50%TWW) ، بينما كان أقل وزن للمجموع الجـذري (ton/ha 1.80) عند المعاملة الأولي (100%FW). والوزن الجاف للسنابل لنبات القمح لمعاملات الري

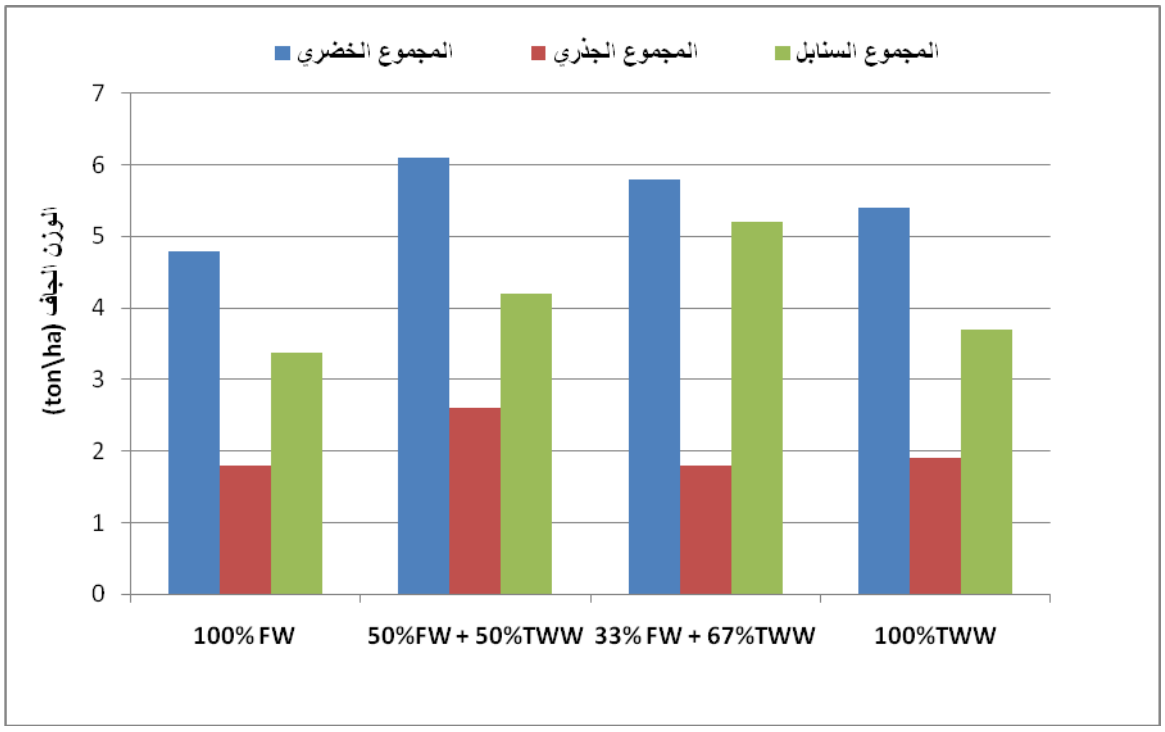
المختلفة كان أعلى وزن جاف للسنابـل (5.20 ton/ha) **عند المعاملـة الثالثـة** (33% FW + 67%TWW) **بينما كان أقل وزن جاف للسنابل** (3.37 ton/ha) **عند المعاملة** الأولي (100% FW). **وبذلك تزداد الأوزان الجافة للسنابل والمجموع الخضري والمجموع الجذري لنبات القمح تحت معاملات الري المختلفة للتربة الرملية بزيادة نسبة خلط مياه الصرف الصحي مع المياه العذبة.**

جدول (83): متوسطات الأوزان الجافة وللمجموع الخضري والمجموع الجذري والسنابل لنبات القمح (ton/ha) في التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة.

نوعية المياه	المجموع الخضري	المجموع الجذري	المجموع السنابل
100% FW	4.80	1.80	3.37
50%FW + 50%TWW	6.10	2.60	4.20
33% FW + 67%TWW	5.80	1.80	5.20
TWW%100	5.40	1.90	3.69

– الماء العذب Fresh Water (FW) – ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

شكل(39): متوسطات الأوزان الجافة للمجموع الخضري والمجموع الجذري والسنابل لنبات القمح في التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة.



شكل(40): متوسطات الأوزان الجاف للمجموع الخضري والمجموع الجذري وللسنابل لنبات القمح في التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة.

4-4-2-5- الوزن الكلي الطازج والوزن الكلى الجاف للنبات :

من النتائج الموضحة في الجدول (84) والشكل (41) لمتوسطات الوزن الكلي الطازج والوزن الكلى الجاف للنبات تحت معاملات الري المختلفة للتربة الرملية الطميئية اتضح إن الوزن الكلي الطازج للنبات في معاملات الري المختلفة تراوحت قيمته بين (9.80 – 17.05 ton/ha)، الوزن الكلى الجاف للنبات في معاملات الري المختلفة تراوحت قيمته بين (9.07 - 14.37 ton/ha)، كما نلاحظ من الجدول انه يزداد الوزن الكلي الطازج والوزن الكلى الجاف للنبات تحت معاملات الري المختلفة للتربة الرملية الطميئية عند خلط المياه بمياه الصرف الصحي المعالجة .

جدول (84): متوسطات الوزن الكلي الطازج والوزن الكلى الجاف لنبات (ton/ha) في التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة.

معاملات الري	الوزن الكلي الطازج	الوزن الكلي الجاف
100% FW	9.80	9.07
50%FW + 50%TWW	15.89	14.00
33% FW + 67%TWW	17.05	14.37
TWW %100	15.70	13.97

– الماء العذب Fresh Water (FW) – ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

من النتائج الموضحة في الجدول (85) والشكل (42) لمتوسطات الوزن الكلي الطازج والوزن الكلى الجاف للنبات تحت معاملات الري المختلفة للتربة الرملية اتضح أن الوزن الكلي الطازج للنبات في معاملات الري المختلفة تراوحت قيمته بين (11.17 -15.30 ton/ha) ، الوزن الكلى الجاف للنبات في معاملات الري المختلفة تراوحت قيمته بين (9.97 - 12.90 ton/ha)، كما نلاحظ من الجدول انه يزداد الوزن الكلي الطازج والوزن الكلى الجاف للنبات تحت معاملات الري المختلفة للتربة الرملية عند خلط المياه بمياه الصرف الصحي المعالجة .

جدول (85): متوسطات الوزن الكلي الطازج والجاف للنباتات (ton/ha) في التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة.

معاملات الري	الوزن الكلي الطازج	الوزن الكلي الجاف
100% FW	11.17	9.97
50%FW + 50%TWW	14.64	12.90
33% FW + 67%TWW	15.30	12.80
TWW%100	13.19	10.99

– الماء العذب Fresh Water (FW) – ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي لتأثير العوامل المدروسة من حيث, نوعية مياه الري (4 مستويات) ونوع التربة (مستويان) علي محصول نبات القمح ومكوناته للوزن الكلي الطازج الوزن الكلى الجاف للنبات (ton/ha) في معاملات الري المختلفة في (ملحق 2- 21). أظهر نتائج التحليل الإحصائي عدم وجود تأثير معنوي لنوعية مياه الري ونوع التربة , وكذلك التفاعل بين العاملين مجتمعة علي الصفات تحت الدراسة. والجداول (86) يبين متوسطات العوامل المدروسة للوزن الكلي الطازج للنبات. يوضح الجدول بأنه لا توجد فروق معنوية بين متوسطات الوزن الكلي الطازج للنبات لمعاملات نوعية المياه ماعدا المعاملة الأولى وأن أعلي قيم للوزن الكلي الطازج للنبات (16.83 ton/ha) عند المعاملة الثالثة (33% FW + 67%TWW) وبفارق غير معنوي عن المعاملة الثانية والرابعة , بينما كان أقل قيم للوزن الكلي الطازج للنبات (10.87 ton/ha) عند المعاملة الأولي (100% FW) وبذلك يزداد الوزن الكلي الطازج للنبات تحت معاملات الري المختلفة عند خلط المياه بمياه الصرف الصحي المعالجة. أما بالنسبة للوزن الكلي الطازج للنبات مع نوعية التربة فنلاحظ انه لم تسجل متوسطات نوع التربة أي فروق معنوية في للوزن الكلي الطازج للنبات كانت القيم (ton/ha 14.09 - 15.18).

جدول (86) : متوسطات الوزن الكلي الطازج (ton/ha) لنبات القمح لمستويات العوامل المدروسة وقيم أقل فرق معنوي لكل منها.

العوامل	المستويات				$LSD_{0.05}$
	1	2	3	4	
التربة	a 15.18	a 14.09			2.66
نوعية المياه	b 10.87	a 15.83	a 16.83	a 15.02	3.75

- المتوسطات التي لها نفس الحروف لا توجد بينها فروق معنوية عند مستوي احتمالية 5% تبعا لاختبار أقل فرق معنوي (LSD).

- البيانات تمثل متوسط قراءات ثلاثة مكررات داخل كل عمود.

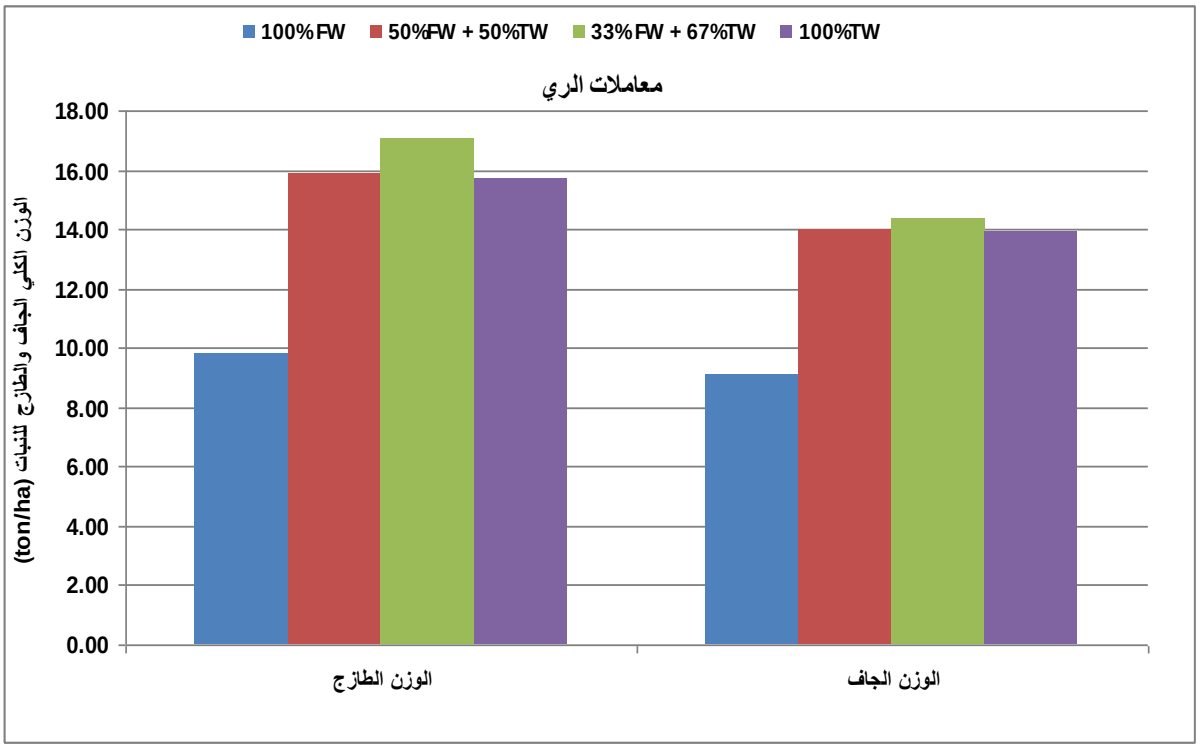
أظهرت نتائج التحليل الإحصائي لتأثير العوامل المدروسة من حيث, نوعية مياه الري (4 مستويات) ونوع التربة (مستويان) علي محصول نبات القمح ومكوناته للوزن الكلي الجاف للنبات في معاملات الري المختلفة في (ملحق 2- 22). أظهرت نتائج التحليل الإحصائي عدم وجود تأثير معنوي لنوعية مياه الري ونوع التربة , وكذلك التفاعل بين العاملين مجتمعة عن الصفة تحت الدراسة. والجداول (87) متوسطات العوامل المدروسة للوزن الكلي الجاف للنبات. يوضح الجدول(87) بأنه لا توجد فروق معنوية بين متوسطات الوزن الكلي الجاف للنبات. وأن أعلي قيمة للوزن الكلي الجاف للنبات

(14.19 ton/ha) كان عند المعاملة الثالثة (33% FW + 67%TWW) وبفارق غير معنوي عن المعاملة الثانية والرابعة بينما كان أقل قيمة للوزن الكلي الجاف للنبات (10.01 ton/ha) عند المعاملة الأولي (100% FW)، وبذلك يتضح إن الوزن الكلي الجاف للنبات تحت معاملات الري المختلفة يزداد عند خلط المياه بمياه الصرف الصحي المعالجة .أما بالنسبة للوزن الكلي الجاف للنبات مع نوعية التربة فنلاحظ انه لم تسجل متوسطات نوع التربة أي فروق معنوية في الوزن الكلي الجاف للنبات كانت القيم (12.20 – 13.44 ton/ha) للتربة الأولى والثانية علي التوالي.

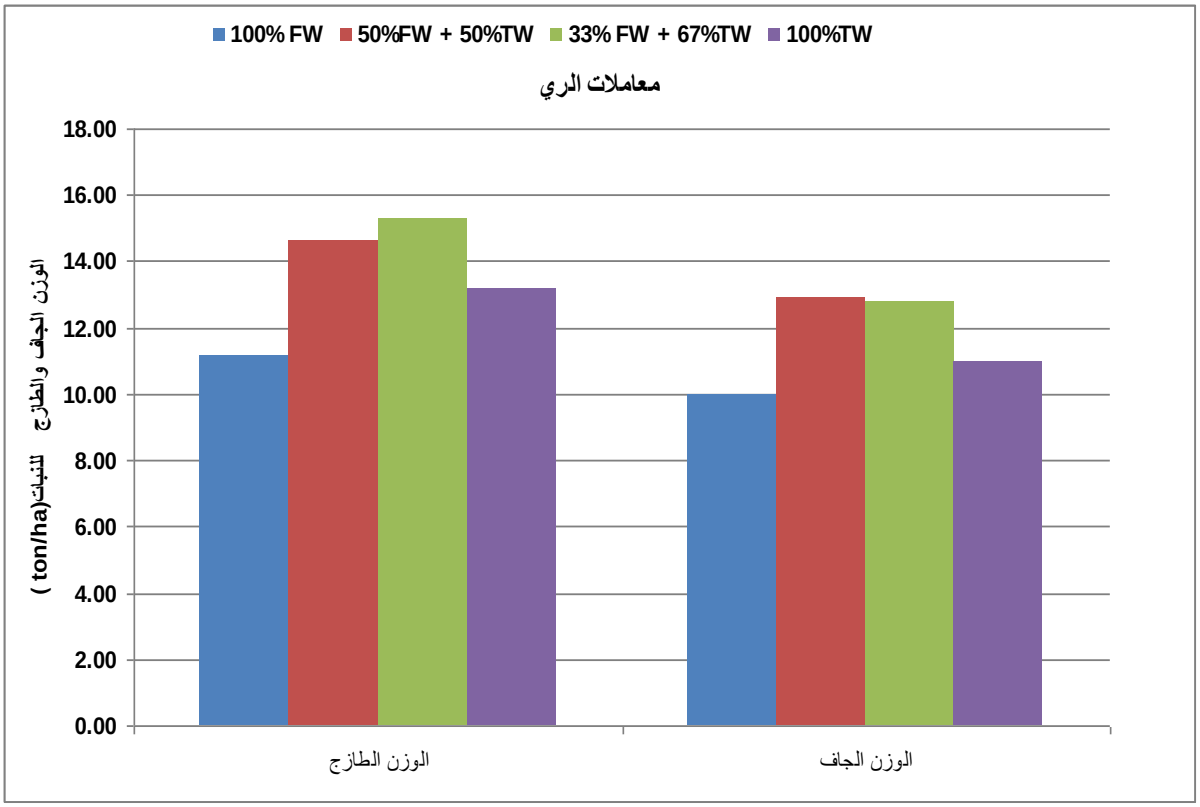
جدول (87): متوسطات الوزن الكلي الجاف (ton/ha) لنبات القمح لمستويات العوامل المدروسة وقيم أقل فرق معنوي لكل منها.

العوامل	المستويات				$LSD_{0.05}$
	1	2	3	4	
التربة	a 13.44	a 12.20			2.51
نوعية المياه	b 10.01	a 14.05	a 14.19	a b 13.04	3.55

- المتوسطات التي لها نفس الحروف لا يوجد بينها فروق معنوي عند مستوي احتمالية 5% تبعا لاختبار اقل فرق معنوي (LSD).
-البيانات تمثل متوسط قراءات ثلاثة مكررات داخل كل عمود.



شكل(41): متوسطات الوزن الكلي الطازج والوزن الكلي الجاف لنبات القمح (ton/ha) في التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة.



شكل(42): متوسطات الوزن الكلي الطازج والوزن الكلي الجاف لنبات القمح (ton/ha) في التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة.

ومن النتائج المتحصل عليها يتضح أن هناك زيادة في ارتفاع النبات وطول السنبلة بزيادة نسبة خلط مياه الصرف الصحي مع المياه العذبة. وتزداد الأوزان الجافة للسنابل والمجموع الخضري والمجموع الجذري لنبات القمح بزيادة نسبة خلط مياه الصرف الصحي مع المياه العذبة، وتقل في المياه العذبة فقط. ويزداد الوزن الكلي الطازج والوزن الكلي الجاف لنبات القمح تحت معاملات الري المختلفة عند خلط المياه بمياه الصرف الصحي المعالجة، ويقل في المياه العذبة فقط. وماء الري الذي يحتوى علي ايونات معينة بتركيزات أعلى من الحد الحرج يمكن أن يسبب مشاكل سمية للنبات , وينتج عن سمية النبات نمو ضعيف ونقص في المحصول وتغيرات في الشكل الخارجي وأيضا موت النبات. وتتوقف مدي سمية النبات على نوع المحصول ومرحلة النمو وتركيز الايون السام والمناخ وظروف التربة. والايونات السامة شائعة الوجود في مياه الصرف الصحي المعالجة وغير المعالجة والموجودة بتركيزات تسبب سمية للنبات هي: البورون, الكلوريد, الصوديوم ولذلك فهذه الايونات يجب تقديرها عند تقييم صلاحية مياه الصرف الصحي للاستخدام في الزراعة.نوعية مياه الري تؤثر تأثيرا كبيرا علي المحصول وجودته كما تؤثر أيضا علي خصوبة التربة وحماية البيئة (الخطيب , 1993).

وتوثر العمليات والأساليب المتبعة في الزراعة بمنطقة ما علي الخواص الفيزيائية والكيمائية الهامة في التربة, فقد وجد (Kaul,1956) أن الزيادة في عدد مرات الحرث قد تنج عنه زيادة في كمية الإنتاج لمحصول القمح ورجع ذلك إلي التحسن الذي طرا علي بعض الخصائص الطبيعية للتربة كزيادة القدرة علي الاحتفاظ بالماء وتحسين علاقات الرطوبة والهواء. كما وجد (Carter, 1984) إن الزراعة المستمرة لمحصول القمح تسببت في زيادة نسبة الكربون والنتروجين العضوي وذلك بالطبقة السطحية لتربة ملحية, إضافة إلي تحسن بناء التربة من خلال الانخفاض في الكثافة الظاهرية وزيادة ثبات الحبيبات المركبة للتربة. ولمعرفة تأثير استخدام مياه الآبار من ناحية ومياه الآبار المخلوطة مع مياه الصرف الصحي المعاملة علي مقدار وجود ة محصول القمح وجد (Day et al,1979) إن الحقول التي تم ريها بالمياه المخلوطة قد أنتجت محصول أوفر وأكثر جودة بالمقارنة بحقول القمح التي تم ريها بمياه الآبار فقط, وذلك علي الرغم من ارتفاع نسبة الرقاد ربما بسبب ارتفاع النتروجين في مياه الصرف الصحي. وهدا إضافة إلي أن مياه الصرف الصحي يمكن الاعتماد عليها جزئيا كمصدر هام للعناصر الغذائية الضرورية لنمو النبات.

وأظهرت دراسة قام بها (Kalavrouziotis and Apostolopoulos., 2007) أن إعادة استخدام مياه الصرف المعالجة والمتدفقة من محطات معالجة مياه الصرف تطبيق حاليا في للاستفادة في

المناطق الهامشية مع الارتباط بزراعة الأشجار والشجيرات، ومن المهم المراقبة المتواصلة لعدد من الخصائص الفيزيائية والكيميائية لتدفق المياه المعالجة للصرف مثل تركيزات المعادن الثقيلة بالإضافة إلي تركيزات محتوياتها في التربة. ومن أوائل المشاريع الزراعية في ليبيا التي استخدمت مياه الصرف الصحي مشروع القوارشة الزراعي الذي أنشئ عام 1972. ويعتبر هذا المشروع من المشاريع الفريدة من نوعها في الوطن العربي بصفة خاصة، حيث تم الاعتماد فيه علي مياه الصرف الصحي بعد معاملتها لري محاصيل زراعية وبذلك وفر استخدام هذه المياه عنصرا يعتبر من أكثر العناصر تحديدا لزيادة الإنتاج الزراعي وتحسين جودته, خاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة. ولكن لم ينل تأثير الري بتلك المياه علي الصفات الفيزيائية والكيميائية لترب المشروع بعد ما يستحقه من الدراسات، رغم تضارب أراء الباحثين حول تأثيره فمثلا، بعض الباحثين مثل.

(Day *et al*., 1979 .Schalscha *et al*., 1979 ., Palazzo and Jenkins ., 1979,) وجدوا نتائج **إيجابية لاستخدام مياه الصرف الصحي في أغراض الري.**

بينما أشار آخرون (Banin *et al*., 1981.,Bole *et al* ., 1981 **) إلي جوانب سلبية لهذا الاتجاه أدت إلي تدهور التربة كبيئة لنمو النباتات ويبدو أن التباين في أراء الباحثين فيما يخص استثمار مياه الصرف الصحي لأغراض الري كان نتيجة لاختلاف خصائص الترب ونوع المحاصيل والظروف المناخية وأسلوب الإدارة والخصائص الكيمائية لهذه المياه من منطقة لأخرى.**

4- 5 - القياسات الميكروبيولوجية للتربة:-

4-5-1 - أعداد مجموعة بكتيريا القولون:- Eaherichia coil

من النتائج الموضحة في الجدول (88) والشكل (43) للعدد الأكثر احتمالا لمجموعة بكتيريا القولون/100 مل في التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق، اتضح أن قيم العد الكلي للبكتيريا القولون في الطبقة السطحية (cm 25- 0) تراوح المتوسط ما بين 2.9- 10/ 100مل, وفي العمق (cm 55-25) تراوح المتوسط ما بين (0.23 - 2.4 /100 مل) والعمق (cm 110 - 55) تراوح المتوسط ما بين(0.92- 9.3 / 100 مل) , وقد وجد أن هذه القيم المتحصل عليها تقع في المدى المسموح به حسب منظمة الصحة العالمية.

جدول (88): العدد الأكثر احتمالا لمجموعة بكتيريا القولون/100 مل في التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

نـوعـية الميـاه	العمق (cm)		
	25 -0	55 -25	110 -55
100% FW	10	0.74	4.3
50%FW + 50%TWW	2.9	2.4	2.1
33% FW + 67%TWW	4.6	2.1	0.92
100%TWW	10	0.23	9.3

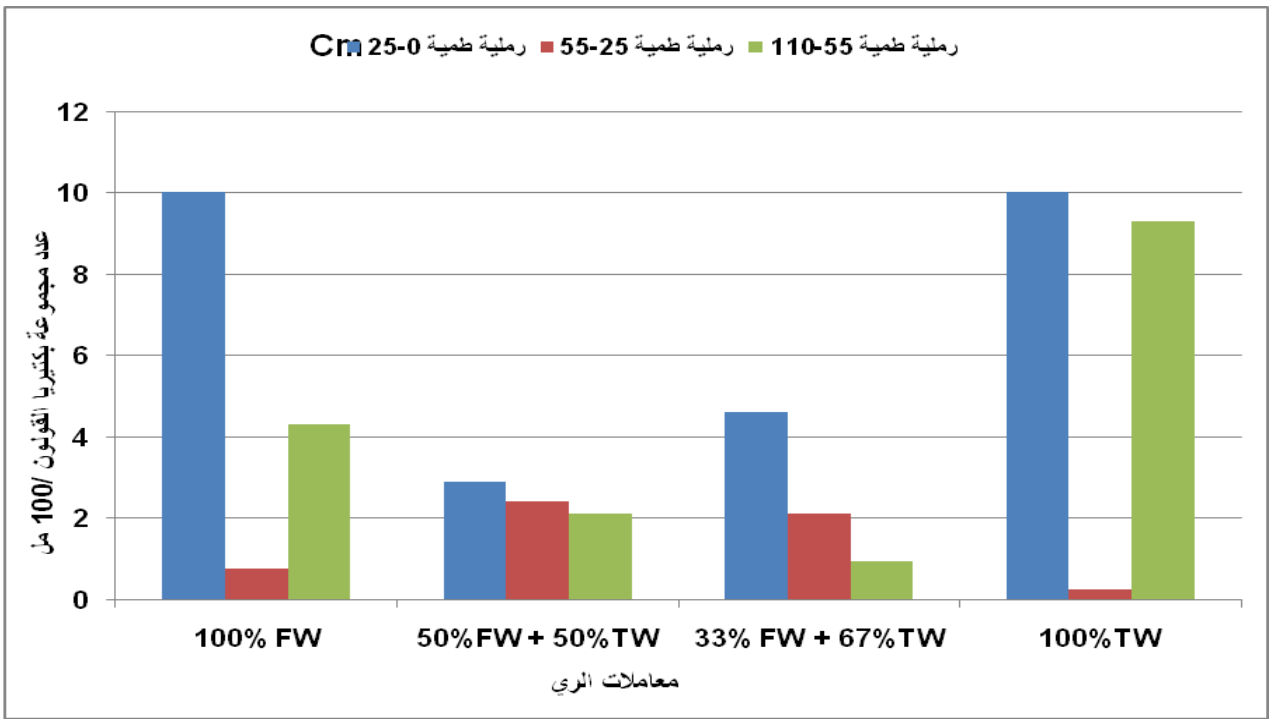
- الماء العذب Fresh Water (FW) - ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

من النتائج الموضحة في الجدول (89) والشكل (44) العدد الأكثر احتمالا لمجموعة البكتيريا القولون/100 مل في التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق. يتضح أن العد الكلي للبكتيريا القولونية في الطبقة السطحية (cm 25- 0) تراوح المتوسط ما بين (2.3- 8/ 100مل)، وفي العمق(cm 55-25) تراوح المتوسط ما بين (1.2 - 3 /100 مل)، والعمق (cm 110 - 55) تراوح المتوسط ما بين (2- 9.4 / 100 مل)، وان عدد البكتيريا في الحدود المسموح بها في الزراعة.

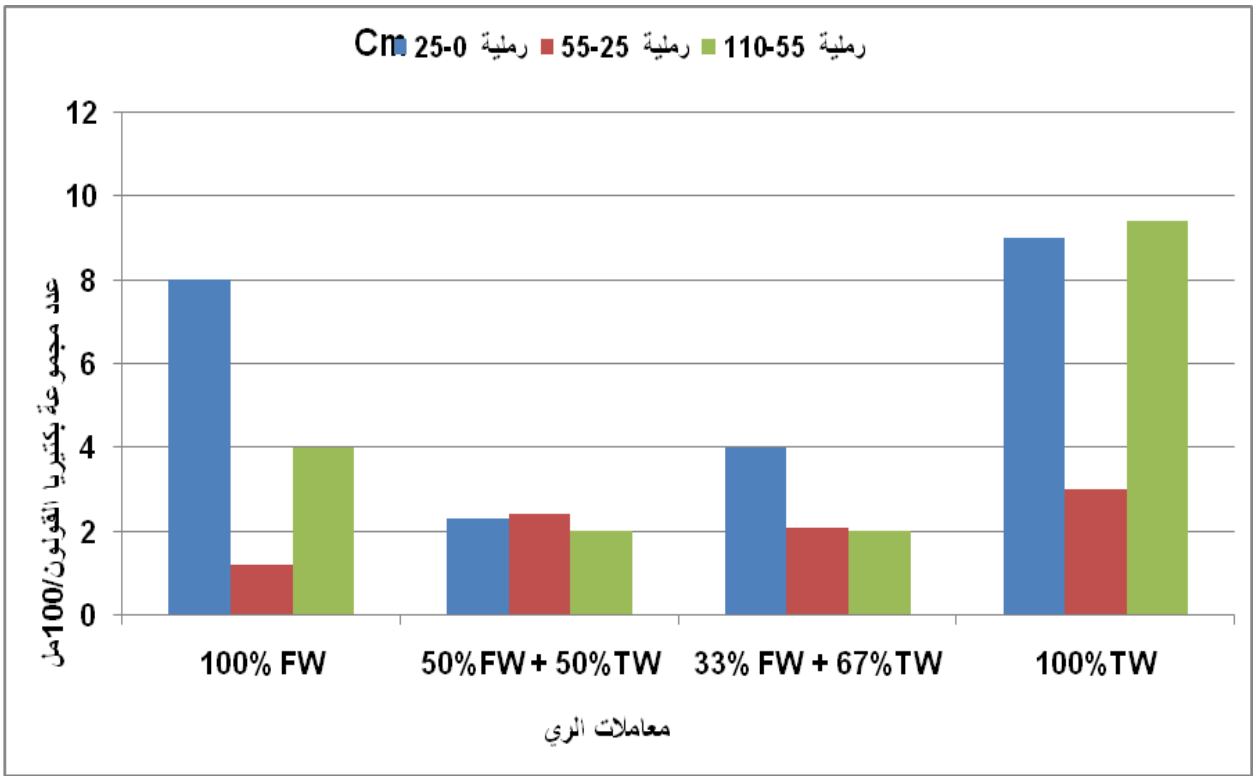
جدول (89): العدد الأكثر احتمالا لمجموعة بكتيريا القولون/100 مل في التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

نـوعـية الميـاه	العمق (cm)		
	25 -0	55 -25	110 -55
100% FW	8	1.2	4
50%FW + 50%TWW	2.3	2.4	2
33% FW + 67%TWW	4	2.1	2
100%TWW	9	3	9.4

- الماء العذب Fresh Water (FW) - ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)



شكل(43): متوسط العدد الأكثر احتمالا لمجموعة بكتيريا القولون /100 مل في التربة الرملية الطمية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.



شكل (44): متوسط العدد الأكثر احتمالا لمجموعة بكتيريا القولون /100 مل في التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

4-5-2- أعداد مجموعة بكتيريا القولون الغائطية :-

من النتائج الموضحة في الجدول (90) والشكل (45) للعدد الأكثر احتمالا لمجموعة بكتيريا القولون الغائطية /100 مل في التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق. إتضح أن العد الكلي لبكتيريا القولون الغائطية في الطبقة السطحية (0 -25 cm) تراوحت قيم المتوسط ما بين (0.36 -4.6 /100مل)، **وفي العمق (25-55 cm) تراوحت قيم المتوسط (**0.03 -0.36/100 مل) **وفي العمق (55 - 110 cm) تراوحت قيم المتوسط ما بين(** 0.03 – 2.6 / 100 مل)، **وان عدد بكتيريا القولون الغائطية في الحدود المسموح بها.**

جدول (90): العدد الأكثر احتمالا لمجموعة بكتيريا القولون الغائطية/100 مل في التربة الرملية الطمييية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

نـوعـية الميـاه	العمق (cm)		
	25 -0	55 -25	110 -55
100% FW	0.36	0.03	0.03
50%FW + 50%TWW	0.36	0.36	2.6
33% FW + 67%TWW	2.6	0.36	0.36
100%TWW	4.6	0.21	0.36

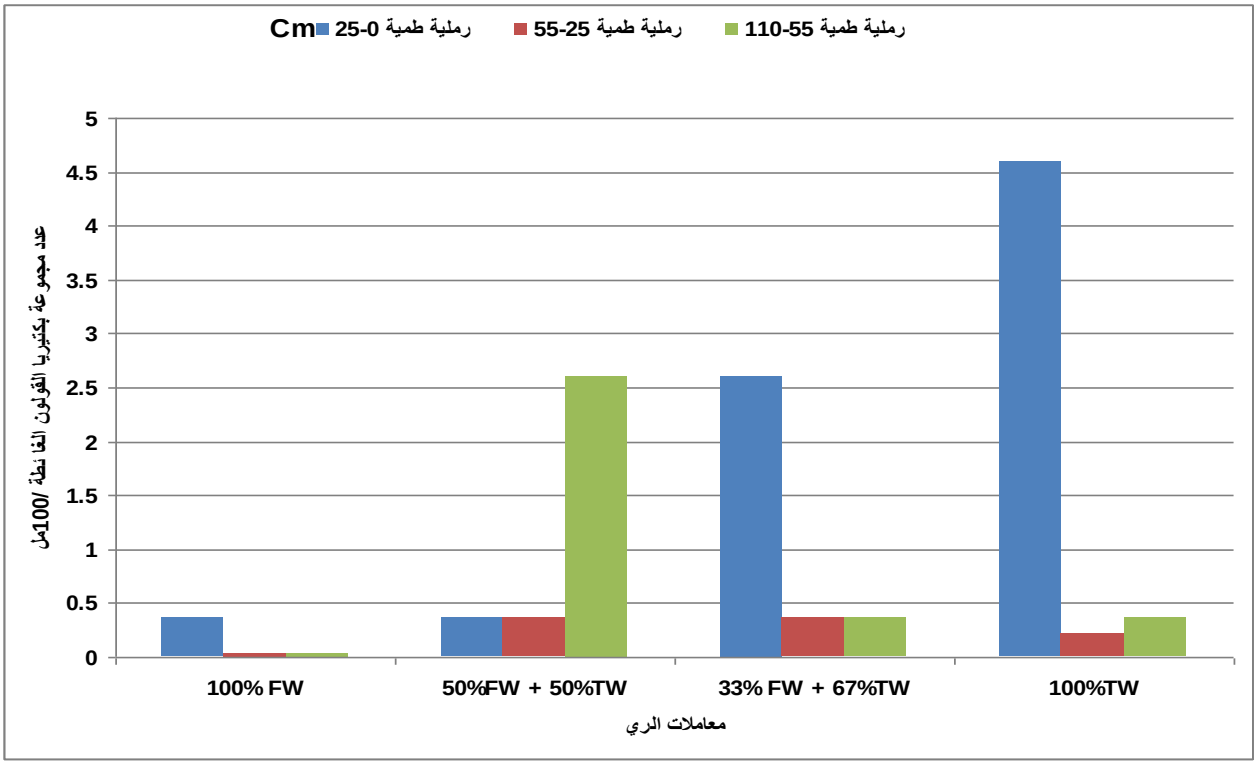
- الماء العذب Fresh Water (FW) - ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

من النتائج الموضحة في الجدول (91) والشكل (46) للعدد الأكثر احتمالا لمجموعة بكتيريا القولون الغائطية /100 مل في التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق. يتضح أن العد الكلي للبكتيريا القولون الغائطية في الطبقة السطحية (0 -25 cm) تراوحت قيم المتوسط ما بين 0.35- 4/ 100مل , **وفي العمق (25-55 cm) تراوحت قيم المتوسط ما بين(** 0.08 -0.4/100 مل)، **وفي العمق (55 - 110 cm) تراوحت قيم المتوسط ما بين(** 0.04 – 2 / 100 مل)، **وأن عدد البكتيريا القولون الغائطية في الحدود المسموح بها.**

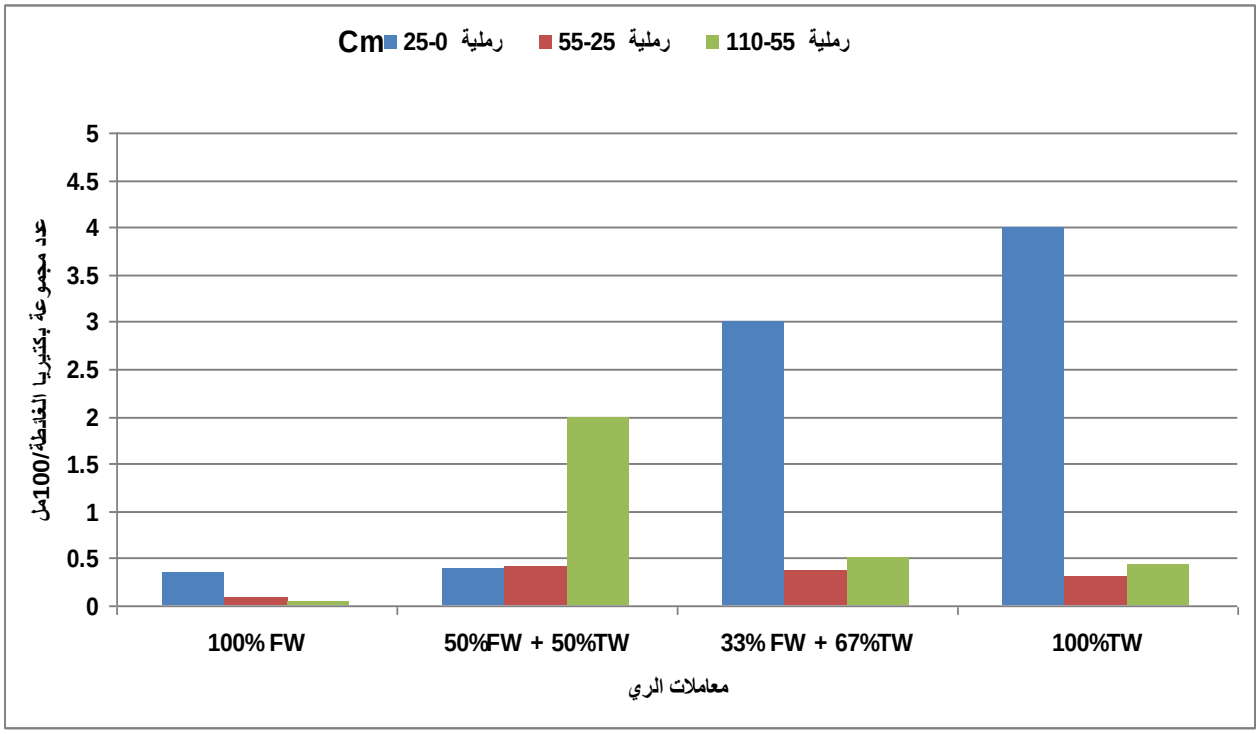
جدول (91): العدد الأكثر احتمالا لمجموعة بكتيريا القولون الغائطية/100 مل في التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

نـوعـية الميـاه	العمق (cm)		
	25 -0	55 -25	110 -55
100% FW	0.35	0.08	0.04
50%FW + 50%TWW	0.38	0.4	2
33% FW + 67%TWW	3	0.36	0.5
100%TWW	4	0.31	0.42

- الماء العذب Fresh Water (FW) - ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)



شكل (45): متوسط العدد الأكثر احتمالا لمجموعة بكتيريا القولون الغائطية/100 مل في التربة الرملية الطميئية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.



شكل(46): متوسط العدد الأكثر احتمالا لمجموعة بكتيريا القولون الغائطية/100 مل في التربة الرملية تحت معاملات الري المختلفة مع العمق.

تبين من نتائج التحليل البيولوجي أن العدد الكلي للبكتيريا القولونية/100 **مل تراوح المتوسط ما بين** (0.23- 10/ 100مـل)، وكـذلك بالنسـبة **للعدد الكلـي للبكتيريـا القولونيـة الغائطيـة /**100 **مـل تـراوح المتوسط مـا بـين** (0.03- 4.6/ 100مـل)، **كمـا اتضـح إن العـد الكلـي للبكتيريـا القولونيـة والبكتيريـا القولونيـة الغائطيـة فـي الحـدود المسموح بها** حسـب منظمـة هيئـة حمايـة البيئـة (EPA 1993) والحـد المسموح به للزراعة هو (20000 / 100مل).

وجد (Singleton *et al*.,1982**) أن الري بمياه الصرف الصحي المعالجة قد لأتشكل مصدر لتلوت المياه الجوفية بانيون النترات** NO_3 **، وذلك بسبب التأثير السلبي لتركيز الأملاح المرتفع في مياه الري علي نشاط الكائنات الدقيقة المؤكسدة لمركبات النتروجين في التربة.**

كما وجد (Banin *et al*, 1981) **أن استخدام مياه الصرف الصحي بدون تنقية لأغراض الري قد تسبب في حدوث تلوث للتربة ببعض العناصر الثقيلة ، وتبين أن أقصى تركيز لهذه العناصر كان في الطبقة السطحية للتربة. كما أكد علي مدي أهمية عدم إهمال الجانب الصحي عند محاولة استغلال هذه المياه، وأشار إلي ضرورة القيام بعمليات التنقية اللازمة والتأكد من المواد الضارة قبل استخدامها لري المحاصيل وخاصة التي تمثل مصدر لغذاء الإنسان.**

وتشير نتائج التحليل المعملية التي أجريت بالمعامل الفرنسية المتخصصة في هذه المجال والتي وردت في التقرير الأولى عن مشروع التوسع بالهضبة الخضراء (فييادر، 1975) أن احتمالات التلوث البيولوجي سواء للمحاصيل أو لمياه الشرب نتيجة لاستخدام مياه الصرف الصحي المعاملة لإغراض زراعية يعتبر معدوما، كما أن تركيز المعادن الثقيلة والتي تشمل ايونات الرصاص والكادميوم وغيرها من عناصر ضارة أخرى كانت منخفضة جدا.

5- التوصيات والمقترحات

من خلال إجراء هده الدراسة ومن النتائج المتحصل عليها يمكن التوصية واقتراح الأتي :-

1- **متابعة نشاطات إعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة ومراقبة المياه الصناعية المعالجة ومراقبة المصانع وتشجيع استعمال مياه الصرف الصحي المعالجة لإغراض غير تقليدية (توليد الطاقة الكهربائية، الصناعة، التبريد).**

2- **تقييم الأثر البيئي للمشاريع التنموية والمساهمة في المحافظة علي البيئة وحمايتها والمحافظة علي الصحة العامة بشكل عام وحماية المصادر المائية من التلوث ورفقه التخلص من مياه الصرف الصحي المعالجة بشكل سليم والحد من تلوث شواطئ البحر ومن صب مياه المجاري في البحر.**

3- **تشجيع وتقييم وزيادة تكثيف التجارب البحثية والدراسات والابحات المختلفة في هذا المجال ولغرض إجراء دراسات كافية واستثمارالخبرات العالية للمهندسين الزراعيين والفنيين لتشغيل الأجهزة المستخدمة في التحاليل الكيميائية ومراجعة الموصفات والمقاييس والتشريعات المتعلقة باستعمال المياه المعالجة.**

4- **مراقبة ومتابعة كفاءة عمل وحسن أداء محطات التنقية ومراقبة نوعية المياه المعالجة وإجراء الفحوصات المختبيرية للمياه الداخلة والخارجة المعالجة (فيزيائية، كيميائية، ميكربيولوجية....الخ) وتحديد كفاءة المعالجة ودراسة نوعية الحماة (التصنيف، المكونات الاستعمال).**

5- **مراقبة التربة والنباتات المروية بالمياه المعالجة من حيت تراكم الملوحة والمعادن الثقيلة واستخدام تقنيات الري الحديثة والكفاءة العالية واخذ عينات من التربة والنبات وتحليلها لتجنب أي أثار سلبية ناتجة عن سؤ الاستخدام . بالإضافة إلى اختيار المحاصيل المناسبة والتعامل معها.**

6- **التشجيع علي استغلال واستعمال مياه الصرف الصحي المعالجة في تامين وتغطية كاملة أو جزئية للاحتياجات اللازمة من الأعلاف والمنتوجات الزراعية وفي الصناعة وحقن المياه الجوفية، وفي أغراض الري واستصلاح الأراضي الصحراوية ومكافحة التصحر، وري الحدائق والملاعب، ورش الشوارع، و الإغراض الترفيهية وتربية الأسماك، واستخدام مياه الصرف الصحي المعالجة أصبح عنصراً أساسيا وحيويا لإستراتيجية التنمية لزيادة الإنتاج الزراعي ولسد الفجوة بين الإنتاج والاستهلاك.**

7- **تحديد متطلبات المحاصيل للمغذيات تبعا للنوعية السائدة لمياه الصرف الصحي المعالجة المستعملة والتقليل من استخدام الأسمدة الكيميائية.**

8- تعتبر مياه الصرف الصحي المعالجة موردا مائيا يضاف إلى المخزون المائي من اجل إعادة الاستعمال وهذا أمر مطلوب ومجدي في ضوء المناخ الجاف وشبه الجاف واستعمال المياه المعالجة في الزراعة غير المقيدة وتوفير المياه العذبة لإغراض الشرب والتي يتحتم فيها استخدام تقنيات الري الحديثة لمواكبة التطور الزراعي وعلى ذلك فان أهمية استخدام مياه الصرف الصحي في الزراعة تعتبر كبيرة نتيجة لندرة الأمطار في المناطق الجافة ويمكن استغلالها لزيادة الإنتاج الزراعي.

9- حسن الإدارة وتطوير أساليب التعامل مع هذه المياه وتوفير متطلبات السلامة العامة والصحة المهنية والتثقيف والتوعية ودراسة وتحديد المعايير الأساسية التي تحدد صلاحية وأسلوب وإدارة هذه المياه بكفاءة عالية من خلال إعداد برنامج متابعة ومراقبة دورية لنوعية المياه.

10-نظراً لمحدودية مصادر المياه الصالحة للاستخدام الزراعي وتزايد الطلب على المياه لمواجهة الزيادة السكانية وتدهور المياه الجوفية نتيجة الضخ الجائر من الآبار والتلوث الناشئ عن مياه الصرف الصحي، فان مياه الصرف الصحي المعالجة تعتبر مصدر مائي لايمكن تجاهله ويجب التحضير لاستعماله، فان استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في الزراعة تعتبر احد الوسائل الهامة لمعالجة هذه المشكلة وفي ظروف التنمية ومحدودية الموارد المائية لابد من ضرورة الاهتمام بإعادة استخدام مياه الصرف الصحي.

12- خطورة استخدام مياه الصرف الصحي دون معالجة على الصحة العامة، وفى نفس الوقت يعتبر عدم إعادة استعمالها إهداراً للموارد المائية، ولذلك يجب أن تعالج مياه الصرف الصحي في المحطات الكبرى وتختلف درجة المعالجة طبقا لتقسيمات منظمة الصحة العالمية من مياه معالجة نهائيا وتعتبر أكفا أنواع المعالجة . ومياه معالجة ثانويا وهى اقل نسبيا من الأولى . ومياه معالجة أوليا وتعتبر أشدها خطورة. ويجب فصل وحجز المواد السامة من المخلفات الصناعية لإمكانية الاستفادة من المياه وكذلك من رواسب المخلفات السائلة.

13- المتطلبات لنجاح مشاريع الري بمياه الصرف الصحي المعالجة توفير الأراضي في أماكن بالقرب من محطات التنقية وان لا تسبب خطر علي تلوث البيئة، وخاصة تلوث خزانات المياه الجوفية.

14- مياه الصرف الصحي المعالجة ليست معدومة الفائدة ويمكن جمعها ومعالجتها وفق المعايير التي تمكن من إعادة استعمالها في الزراعة وفي أغراض أخرى منزلية بما في ذلك تغذية المياه الجوفية.

15- في حالة استخدام المياه المعالجة في الزراعة يجب إيقاف عملية إضافة الكلور إلي المياه الناتجة لان الكلور قد يكون مضراً بالنباتات المراد استزراعها .

Suitability of Sirte Treated Wastewater Reuse for Wheat Cultivation and Its Effect on Soil P properties

Abstract

This study was conducted to investigate the suitability of reuse of treated sewage wastewater of Sirte city for water cultivation and its effect on wheat growth and yield and soil properties. An outdoor column experiment was carried out in the faculty of Agriculture, Sirte University during the fall season 2008-2009. Two soil profiles were selected and described representing the typical soil types of Sirte region and AL-Gerdabeya region: namely Sandy loam (SL) and Sandy (S) soils. Respectively. Disturbed soil samples representing these soils were collected . air-dried. 2-mm sieved and routinely analyzed.

PVC cylinders, 110 cm height and 11.5 cm i.d. were designed with one open end the other with PE base having a drain hole of 1.0 cm diameter. These cylinders were carefully packed with the collected soil samples according to their field sequences and bulk densities. Treated sewage wastewater (TW) were blended with fresh Great Man-made River (FWW) at four different rats (0.50.67.& 100%) and used for irrigation . The 24 soil column were randomly arranged for the two soil types and four water treatments and treated according to the completely randomized factorial design in triplicates. After 153-days of growth period, wheat were carefully separated from soil columns to determine, different growth parameters and soil columns were sampled at 0-25. 25-55& 50-110 cm depths to determine some soil properties. Significant differences between the measured variables were tested using the L.SD at 5% level.

The obtained results revealed that measured EC. Soluble Na, Cl & K ions in soil extracts of soils irrigated with TWW was increased compared with soil irrigated with FW . Generally, available soil trace elements and heavy metals recorded very low levels and to their very low concentrations in TW. Available soil Cu and Ni were also slightly increased due to the irrigation with TW. This increases were proportional to the increase in TW blending rate . However, available soil Mn , Fe, Zn & Pb were not significantly affected by the tested treatments . EC Volga and soluble Na & Cl and available Mn & Zn were found to significantly increase with soil depth due to the leaching effect of the applied water and the high permeability of the studied soil . Blending TW significantly increased the total plant fresh and dry weights, shoot dry weight. plant height. and length and dry weight of wheat spikes. An increases in the E. Coli population in the TWW-irrigated soil were observed compared with the FW- irrigated ones . Although the populations were very low, this increase was proportional the TWW blending rate and was allocated to the surface soil later. From this middy it may be concluded that the treated wastewater produced from the Sirte Sewage Waste Plant can be properly used in wheat cultivation in the studied soil types . However further extensive monitoring of the long term side effects is needed .

7- المراجع

المراجع العربية:

1- العدوي, محمد صادق, 1988 . النظم الهندسة العلمية للبيئة, فحوصات المياه. منشورات وزارة التعليم العالي والبحث العلمي, جامعة الموصل.

2- اللجنة الفنية لدراسة الوضع المائي, 1999.دراسة الوضع المائي للجماهيرية العظمي والإستراتيجية الوطنية لإدارة الموارد المائية, الجزيئين الأول والثالث, اللجنة الشعبية العامة طرابلس.

3- اللجنة الشعبية العامة للمياه, 1999م. دراسة الوضع المائي للجماهيرية العظمي والإستراتيجية الوطنية لإدارة الموارد المائية من الفترة 2000/ 2025 . اللجنة الفنية لدراسة الوضع المائي في الجماهيرية العظمى.

4- اللبدي ، علي ميدي ،1989 . الموارد المائية غير التقليدية في الوطن العربي، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، تونس.

5- السلاوي ، محمود سعيد ، 1989 . هيدرولوجية المياه السطحية ، الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع والإعلان طرابلس .

6- السلاوي ، محمود سعيد ، 1986 . المياه الجوفية بين النظرية والتطبيق، الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع والإعلان طرابلس.

7- الحايك, نصر, 1990 . طرق معالجة مياه الصرف. دار اكعاد للنشر والتوزيع, دمشق- الجمهورية العربية السورية.

8- الخطيب, السيد احمد, 1993. استخدام مياه الصرف الصحي في الزراعة، معايير ومحاذير, كلية الزراعة - جامعة الإسكندرية.

9- الهيئة العامة للمياه, 2006. الوضع المائي بالجماهيرية العظمى.منشورات اللجنة الشعبية للزراعة والثروة الحيوانية والمائية,طرابلس, الجماهيرية العظمى.

10- المهدوي ، محمد المبروك ، 1990 . جغرافية لبيا البشرية ، قسم الجغرافية ، جامعة قار يونس- ليبيا.

11- الصغير, خيري, 1986 . محاصيل الحقل, منشورات جامعة الفاتح طرابلس.

12- الأرباح , صالح الأمين , 1996 .الأمن الغذائي_ أبعاده ومحدداته وسبل تحقيقه, الطبعة الأولى, الهيئة القومية للبحث العلمي, الجزئيين الأول والثاني, دار الكتب الوطنية, بنغازي.

13- الاشرم, محمود, 2001 . اقتصاديات المياه في الوطن العربي والعالم، الطبعة الأولى، مركز دراسات الوحدة العربية.

14- المركز الوطني للأرصاد الجوى (محطة أرصاد سرت 2003-2008).

15- الفلاح محمود الصديق , 2002. نظم معالجة مياه الصرف الصحي. حلقة نقاش حول تقنيات معالجة مياه الصرف الصحي _ جمعية المهندسين العلمية وشركة (Chemistry and Technology , طرابلس- بنغازي.

16- بن محمود ، خالد رمضان ، و سليمان خليل أبوبكر , 1980. الأراضي الرملية ، نشرة عالمية (رقم 22) منشورات جامعة الفاتح طرابلس.

17- بن محمود ، خالد رمضان ، والجنديل ، رشيد عدنان ، 1984 . دراسة التربة في الحقل، منشورات جامعة الفاتح .

18- بن محمود, خالد رمضان,1995م. الترب الليبية (تكوينها وتصنيفها وخواصها وإمكانياتها الزراعية) ,الهيئة القومية للبحث العلمي طرابلس الجماهيرية العظمى.

19- بوستيل, ساندرا, 1998. تقسيم المياه الإقليمية (الأمن الغذائي وصحة النظام البيئي والسياسات الجديدة تجاه الندرة) ، ترجمة شويكار زكى،.معهد مراقبة البيئة العالمية. القاهرة.

20- تقرير ودراسات متنوعة حول المياه الجوفية والسطحية للجماهيرية العظمى, الهيئة العامة للمياه, طرابلس, 1994م.

21- جهاز تنفيذ وإدارة مشروع النهر الصناعي العظيم, 1989. مشروع النهر الصناعي العظيم.

22- خليل, محمود عبد العزيز إبراهيم,1998. العلاقات المائية ونظم الري (الأراضي الرملية-الزراعات المحمية- محاصيل الخضر), كلية الزراعة- جامعة الزقازيق.

23- علام, محمد نصر الدين, 2001 . المياه والأراضي الزراعية في مصر، الماضي والحاضر والمستقبل.

24- عون, احمد أمحمد محمد, 2002. الماء من المصدر إلى المكب, الهيئة العامة للبيئة, طرابلس.

25- عبد الهادي، يوسف محمد، 2005. أسس علوم الأراضي والمياه ، التجارب العملية ، كلية الزراعة والعلوم ، جامعة جرش الأهلية الأردن.

26- سالم عمر محمد 2001م , إدارة الموارد المائية في الجماهيرية العظمي من اجل تنمية مستدامة, مجلس التخطيط العام- ندوة حول الاقتصاد الليبي (سرت28-9-1370و.ر) الهيئة العامة للمياه, طرابلس.

27- فرج, خيرية أحمد, فوزي الدومي, نوري موس مؤمن, وعمر رمضان الساعدي ,1993 . أستخدم مياه الصرف الصحي المعاملة في الري وتأثيرها علي الخواص الفيزيائية والكيميائية في ظروف التربة الجافة. مجلة عمر المختار للعلوم. العدد الثالث. البيضاء- ليبيا.

28- فييادر, هورمان, 1975. مشروع التوسع بالهضبة الخضراء تقرير أولى/ مياه الري، ليبيا.

29- كيث.1965. مرجع أولي عن نباتات ليبيا. منشورات وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي.

30- لجنة من الأساتذة , ليبيا الثورة في 25 عاما 69-94 , التحولات السياسية والاقتصادية والاجتماعية , الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع والإعلان , مصراتة , 1994م.

31- موسوعة النباتات الليبية ,الصادرة علي قسم علم النبات. كلية العلوم, جامعة الفاتح.

32- يحيى, الطاهر احمد , سليمان خليل أبو بكر ,1985 . الدليل المعملي لتقدير الخواص الطبيعية للتربة , قسم التربة والمياه كلية الزراعة, جامعة الفاتح- طرابلس- ليبيا.

المرجع الأجنبية:

1-Abdel-Naim,M.and R.M.EL-Awady(1989):Studies on heav metal removal from sewage water used in sandy soils. Pan American ICID Regional conference.219-230.

2-Ammary, B. Y., (2007).Wastewater reuse in Jordan: Present and future plans. Desalination 211:164 -176.

3- Banin, A., J. Navrot, Y.Noi , and D.Yoles . (1981). Assumula tion of heavy metals in arid zone soils irrigated with treated sewage effluents and their uptake by Rhodes grass. J.Environ. Qual.10:536-540.

4-Bear, F.E and A. L. Prince ,(1947). Agricultural values of sewage sludge. N.J Agric. Exp.St .Bul:733. Soils and Fertilizers 11:121.

5 -Beek, J., F.A.M. Hean , and W.H Van Riemsdijk. (1977). Phosphates in soils treated with sewage water I. general information on sewage. Water from soil and treatment results.J.Environ.Qual.6:4-7.

6- Bower, C.A.G.Ogata , and J .M.Tucher . (1968).Sodium hazard of Irrigation waters as influenced by leaching fraction and by precipitation or solution of calcium carbonate. Soil Sci . 106(1):29-34.

7-Burns,S.and E.Rawitz.(1981).The effect of sodium and organic matter sewage effluent on water retention properties of soils. Soil Sic 45:487-493.

8-Black, C.A., D.D.Evans, L.E. Ensminger, J.L. White, and F.E.Clark.(1965). Methods. of Soil Analysis., Part l. Physical Analysis. American Soc. of Agronomy. Inc. Madison Wisconsin .USA.

9 - Chang, A..C. A.L. Page, J.E. Warneke, M.R. Resketo , and T.E. Jones , (1983). Accumulation of cadmium and zinc in Barley grown on sludge treated soils: A long-term field study. J.Environ. Qual, 12: 391-397

10 -Christenson, D.R. and H. Ferguson.(1966). The effect of interactions of salt and clays on un saturated water flow. Soil Sci.Soc.Am. Proc. 30:549-553.

11 - Carter, N. R.(1984). Effect of soil management on some chemical, physical, and biological properties of a solonetzic soil. Sci.

12 -Danial,T.C.and J.Bouma. (1974). Column studies of soil clogging in a slowly permeable soil as a function of effluent quality .J. Environ. Qual, 4: 321-326.

13- Day, A..D., J.A. Mcfadyen, T.C. Tucker , and C.B. Cluff , (1979). Commercial Production of wheat grain irrigated with Municipal waste water and pump water. J. En. Viron Q July wal. 8:403- 406.

14- Eaton, Frank. M.1950 .Significance of carbonates in, irrigation water. Soil.sci. V(69), PP; 123-133.

15- Ernest,J.W. and H.F.Massey, (1960) The effect of several factors on volatilization of ammonia formed form urea in the soil. SSSAP:24:87.

16 -FAO.1990.Guidelines For Soil Profile Description, 3rd ed., FAO, Rom

17-Greenberg, A.E, (1955). Chemical changes in sewage during reclamation by spreading. Soil Sci,79:33.

18 -Graham,H.G.,J.R.Mcright ,and E.D. Frendlich. (1962). Determination of Calcium in phosphate materials by titration with EDTA in th Presence of calcium indicator .J.Agric.Food Chem.,16:447-450.

19-Hesse, P.R.(1971). A Text Book of Soil Chemical Analysis. John Murray, London.

20-Johnson,D.W, D.W. Breuer, and D.W. Cole, (1979). The influence of anion mobility on ionic retention in waste water irrigated soils.J.Environ. Qual.8:246-250.

21 - Kaul, R.N, (1956). Changes in the physico-chemical properties of soil as affected by frequency of cultivation. J. soil and water conservation.

22- Kanwar, J.S., and R Do, (1969).K^+ and Mg^{++} in irrigation water and their effects on the physico-chemical peoperties of soil. Indian society of soil. Sci. J:217-226.

23- Kantanoleon, N., L. Zampetakis,.T.Manios.(2007). Public perspective towards waste water reuse in amedium size,seaside, Mediterranean city:A pilot survey. Resourees.Conservation and Recycling. 50:282-292.

24- Kalavrouziotis,I.K.and Apostolopoulos,C.A. (2007). An integrated environmental plan for the reuse of treated waste water effluents from WWTP iurban areas. Building and Environment 42:1862-1868.

25-Kelley, W.J,S.M. Brown and G.F.Libeig, (1940). Hemical effects of Saline irrigation water on soils. Soil Sci. 49:55-109.

26-Kim,H. (1995).Soil Sampling Preparation and Analysis.The University of Georgia Athens, Georgia, USA.

27-Korte,N. E.J.Skogg,E.E.Niebla , and W.H.Fuller (1975).Water ,Air , and Soil Pollut.5,149.

28 - Lawrence, P., Adham , S.,and Barrott, L. (2002). Ensuring water reuse projects succeed Institutional and Technical issues For treated Waste water reuse.152:291-298.

29-Mcheal, B.L and N.T. Coleman, (1966). Effects of solution composition on Soil hydraulic conductivity. Soil Sci. Soc. 30:308-312.

30 -Miller,W.P., and W.W.Mcfee.(1983). The distribution of Cd,Zn,Cu and Pb in soils of industrial North western Indiana.J.Enviror Qual.12:29-33.

31 - Pagliai, M. G. Guidi, M. Lamarca, M. Giachetti , and G. Lucamante , (1981). Effects of sewage sludges and composts on soil porosity and aggregation. J. Environ. Qu. (1981). 10: 556 -561.

32 -Palazzo,A,J. and T.Jenkins,(1979).land application of waste water effect on soil and plant potassium .8:309-312.

33 -Pratt,P.F.(1972).Quality Criteria Fortace Elements in Irrigation Water. Calif. Agric. Exp.Sta.

34 -Ryan, J.,G.Estefan and Abdul Rashid.(2001).Soil and Plant Analysis . Laboratory Manual, Second Edition. Jointly published by the International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA) and the National Agricultural Research Center (NARC).

35-Sanchez-Maranon, M.,M. Soriano, G. Delgado , and R. Delgado.(2002). Quality in Mediterranean Mountaion Environments. Soil Effects of Land Use Change. Soil Sci.Soc.66:948-958.

36-Sharma,A.A. Sharma and M.L.Naik (1990). Physical-chemical properties of a steel plant waste water and its effects on soil and plant characteristics Ind.J.of Ecology.17:9-12.

37 -Schalscha,E.B.,I. Vergara, T. Schirado , and M.Morales, (1979).Nitrate movement in a Chilean Agriculture irrigated with untreated sewage water .8:27-30.

38 -Singleton, P.W.,Elswaify,S.A and B.Ahlool,B.B,(1982).Effect of salinity on Rhizobium growth and survival applied and Environmental microbiology.soil studies of the eastern zone of the S.P.L.A.J. Tripoli, 112-114.

39-U.S.Salinity laboratory Staff, (1954). Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils.L.A. Richards (ed). Agric. Handbook (60), USDA, Washington, D.C.

40-U.N.Department of Technical Cooperation for Development.(1985). The use of non convential water resourcec in developing countries.Natural Water Resources. No.14 UN DTCD, New York.

41-Warrington,(1952), Effects of using lagooned sewage effluent on farm land. Sewage Industrial Wastes, 24(10):1243.

42-WHO (1989). Health guidelines for the use of waste water in agriculture and aquaculture.Technical Peport No.778.WHO,Geneva.

43-Zekri, M. and R.C.J Koo (1990). Effects of reclaimed wastes water on leaf and soil mineral composition and fruit quality of citrus.Proc.of the Florida State hort.Sci.103:38-41.

44 - Oster, J.D. and Fred, W.Schroer,(1979). lnfiltration as influenced by irrigation Water quality. Soil. Sci.Soc. of Amer. J. 43:444- 447.

45-WWW.ezproxy.uaeu.ac.ae\login.Research Papers on Waste water Reuse in Agriculture Available on Science Direct.

8- الملاحق

ملحق(1):الوصف المورفولوجي لقطاعات التربة الممثلة لمنطقة الدراسة

جدول(1-1)الوصف المورفولوجي للقطاع رقم (1):-

الافق	العمق (سم)	الوصف
A_1	25-0	**تربة بنية وهي جافة (7.5YR 6/6)، تربة بنية معتمة وهي رطبة (7.5YR 5/6)، رملية ، عديمة البناء، مفككة وهي جافة، قابلة للفرك وهي رطبة، عديم الالتصاق واللدونة وهي مبللة،عديمة الجذور،جيرية بدرجة ضعيفة.**
C_1	55-25	**تربة بنية وهي جافة (7.5YR 6/6)، تربة بنية معتمة وهي رطبة (7.5YR 5/6)، رملية ، عديمة البناء، مفككة وهي جافة، قابلة للفرك وهي رطبة، عديم الالتصاق واللدونة وهي مبللة،عديمة الجذور،جيرية بدرجة ضعيفة.**
C_2	110-55	**تربة بنية وهي جافة (7.5YR 6/6)، تربة بنية معتمة وهي رطبة (7.5YR 5/6)، رملية ، عديمة البناء، مفككة وهي جافة، قابلة للفرك وهي رطبة، عديم الالتصاق واللدونة وهي مبللة،عديمة الجذور،جيرية بدرجة ضعيفة.**

شكل (2): صورة توضح الخواص الظاهرية بالقطاع رقم (1)

جدول(2-1)الوصف المورفولوجي للقطاع رقم (2):-

الافق	العمق (سم)	الوصف
A_1	25-0	**تربة بنية وهي جافة (7.5YR 6/6)، تربة بنية معتمة وهي رطبة (7.5YR 5/6)، رملية طمييية، عديمة البناء ، مفككة وهي جافة، قابلة للفرك وهي رطبة، عديم الالتصاق واللدونة وهي مبللة،عديمة الجذور،جيرية بدرجة ضعيفة.**
C_1	55-25	**تربة بنية وهي جافة (7.5YR 6/6)، تربة بنية معتمة وهي رطبة (7.5YR 5/6)، رملية طمييية، عديمة البناء ، مفككة وهي جافة، قابلة للفرك وهي رطبة، عديم الالتصاق واللدونة وهي مبللة،عديمة الجذور،جيرية بدرجة ضعيفة.**
C_2	110-55	**تربة بنية وهي جافة (7.5YR 6/6)، تربة بنية معتمة وهي رطبة (7.5YR 5/6)، رملية طمييية، عديمة البناء ، مفككة وهي جافة، قابلة للفرك وهي رطبة، عديم الالتصاق واللدونة وهي مبللة،عديمة الجذور،جيرية بدرجة ضعيفة.**

شكل (3): صورة توضح الخواص الظاهرية بالقطاع رقم (2)

ملحق(2):

النتائج التفصيلية للتحليل الاحصائي

الجدول الأتي يوضح دلائل الأرقام الواردة في نتائج التحليل الإحصائى للمعاملات التي تم دراستها في التجربة.

نوع المعاملة	المستويات	الرقم
نوع التربة	رملية	1
	رملية طميية	2
نوعية المياه	100% مياه عذبة	1
	50% مياه عذبة + 50% مياه الصرف الصحي	2
	33% مياه عذبة + 67 % مياه الصرف الصحي	3
	100% مياه الصرف الصحي	4
العمق	0- 25 سم	1
	25- 55 سم	2
	55- 110 سم	3

THREE WAY ANOVA COMPLETELY RANDOMIZED
Variable: EC

Source	SS	df	MS	F	P
Main Effects					
Water	1092952.4861	3	364317.49537	13.072988377	.0000 ***
Dpth	1983814.0833	2	991907.04167	35.593100499	.0000***
SOIL	2300.6805556	1	2300.6805556	0.0825564804	.7751 ns
Interaction					
Water x Dpth	639001.13889	6	106500.18981	3.8216000089	.0034 **
Water x SOIL	48157.486111	3	16052.49537	0.5760197851	.6336 ns
Dpth x SOIL	18326.027778	2	9163.0138889	0.3288010474	.7214 ns
Waterx Dpth x SOIL	77018.972222	6	12836.49537	0.4606184356	.8339 ns
Error	1337662	48	27867.958333		
Total	5199232.875	71			

Duncan's Multiple Range Test
Factor: Water
Error mean square = 27867.958333
Degrees of freedom = 48
Significance level = .05
LSD .05 = 111.88310421

n	Mean	Trt#	Rank	Non-significant ranges
18	644.22222222	4	1	a
18	503.61111111	3	2	b
18	476.83333333	2	3	b
18	297.83333333	1	4	c

Duncan's Multiple Range Test
Factor: Dpth
Error mean square = 27867.958333
Degrees of freedom = 48
Significance level = .05
LSD .05 = 96.893610503

n	Mean	Trt#	Rank	Non-significant ranges
24	697.625	3	1	a
24	449.66666667	2	2	b
24	294.58333333	1	3	c

Duncan's Multiple Range Test
Factor: SOIL
Error mean square = 27867.958333
Degrees of freedom = 48
Significance level = .05
LSD .05 = 79.113301689

n	Mean	Trt#	Rank	Non-significant ranges
36	486.27777778	2	1	a
36	474.97222222	1	2	a

ملحق (2-2):

THREE WAY ANOVA COMPLETELY RANDOMIZED

Variable: pH

Source	SS	df	MS	F	P	
Main Effects						
Water	0.2867930556	3	0.0955976852	0.9829534636	.4087	ns
Dpth	0.0356361111	2	0.0178180556	0.1832086142	.8332	ns
SOIL	0.0333680556	1	0.0333680556	0.3430966526	.5608	ns
Interaction						
Water x Dpth	0.3186527778	6	0.0531087963	0.5460746792	.7705	ns
Water x SOIL	0.8975041667	3	0.2991680556	3.0761024791	.0363	*
Dpth x SOIL	0.2879194444	2	0.1439597222	1.4802210671	.2378	ns
Water x Dpth x SOIL	0.0819916667	6	0.0136652778	0.1405089684	.9901	ns
Error	4.6682666667	48	0.0972555556			
Total	6.6101319444	71				

Duncan's Multiple Range Test
Factor: Water
Error mean square = 0.0972555556
Degrees of freedom = 48
Significance level = .05
LSD .05 = 0.2090109988

n	Mean	Trt#	Rank	Non-significant ranges
18	7.5511111111	4	1	a
18	7.5027777778	1	2	a
18	7.4333333333	2	3	a
18	7.3866666667	3	4	a

Duncan's Multiple Range Test
Factor: Dpth
Error mean square = 0.0972555556
Degrees of freedom = 48
Significance level = .05
LSD .05 = 0.1810088347

n	Mean	Trt#	Rank	Non-significant ranges
24	7.48875	1	1	a
24	7.4791666667	3	2	a
24	7.4375	2	3	a

Duncan's Multiple Range Test
Factor: SOIL
Error mean square = 0.0972555556
Degrees of freedom = 48
Significance level = .05
LSD .05 = 0.1477930946

n	Mean	Trt#	Rank	Non-significant ranges
36	7.49	2	1	a
36	7.4469444444	1	2	a

ملحق (2-3):

THREE WAY ANOVA COMPLETELY RANDOMIZED
Using: E:\COSTAT\SOILIONS.DT
Variable: Cl

Source	SS	df	MS	F	P
Main Effects					
Water	26.563333333	3	8.8544444444	20.861256545	.0000***
Dpth	29.207777778	2	14.603888889	34.407068063	.0000***
SOIL	4.4005555556	1	4.4005555556	10.367801047	.0023 **
Interaction					
Water x Dpth	13.87	6	2.3116666667	5.4463350785	.0002***
Water x SOIL	3.8227777778	3	1.2742592593	3.0021815009	.0395 *
Dpth x SOIL	3.0344444444	2	1.5172222222	3.5746073298	.0357 *
Wat x Dpth x SOIL	1.4455555556	6	0.2409259259	0.5676265271	.7539 ns
Error	20.373333333	48	0.4244444444		
Total	102.71777778	71			

Duncan's Multiple Range Test
Factor: Water
Error mean square = 0.4244444444
Degrees of freedom = 48
Significance level = .05
LSD .05 = 0.4366388333

n	Mean	Trt#	Rank	Non-significant ranges
18	2.5	4	1	a
18	1.8	3	2	b
18	1.5166666667	2	3	b
18	0.8055555556	1	4	c

Duncan's Multiple Range Test
Factor: Dpth
Error mean square = 0.4244444444
Degrees of freedom = 48
Significance level = .05
LSD .05 = 0.3781403219

n	Mean	Trt#	Rank	Non-significant ranges
24	2.3083333333	3	1	a
24	1.8666666667	2	2	b
24	0.7916666667	1	3	c

Duncan's Multiple Range Test
Factor: SOIL
Error mean square = 0.4244444444
Degrees of freedom = 48
Significance level = .05
LSD .05 = 0.30875028

n	Mean	Trt#	Rank	Non-significant ranges
36	1.9027777778	2	1	a
36	1.4083333333	1	2	b

ملحق (2-4):

```
THREE WAY ANOVA COMPLETELY RANDOMIZED
Using: E:\COSTAT\SOILIONS.DT
Variable: Ca
Source                      SS    df            MS             F     P
------------------------------------------------------------------------------
Main Effects
  Water          0.3716666667     3  0.1238888889  1.0090497738 .3969 ns
  Dpth           0.0836111111     2  0.0418055556  0.3404977376 .7131 ns
  SOIL                   0.02     1          0.02  0.1628959276 .6883 ns
Interaction
  Water x Dpth          0.4475     6  0.0745833333  0.6074660633 .7230 ns
  Water x SOIL   1.6633333333     3  0.5544444444  4.5158371041 .0072 **
  Dpth x SOIL           0.1525     2       0.07625   0.621040724 .5416 ns
  Wat x Dpth x SOIL0.1008333333   6  0.0168055556  0.1368778281 .9907 ns

Error                 5.8933333333    48  0.1227777778
------------------------------------------------------------------------------
Total                 8.7327777778    71
Duncan's Multiple Range Test
Factor: Water
Error mean square = 0.1227777778
Degrees of freedom = 48
Significance level = .05
LSD .05 = 0.2348398614

n       Mean     Trt# Rank Non-significant ranges
------------------------------------------------------------------------------
18   0.8777777778  2    1    a
18   0.7833333333  4    2    a
18   0.7333333333  3    3    a
18   0.6833333333  1    4    a


Duncan's Multiple Range Test
Factor: Dpth
Error mean square = 0.1227777778
Degrees of freedom = 48
Significance level = .05
LSD .05 = 0.2033772858
n       Mean     Trt# Rank Non-significant ranges
------------------------------------------------------------------------------
24   0.8166666667  3    1    a
24   0.7541666667  2    2    a
24   0.7375        1    3    a


Duncan's Multiple Range Test
Factor: SOIL
Error mean square = 0.1227777778
Degrees of freedom = 48
Significance level = .05
LSD .05 = 0.1660568585
n       Mean     Trt# Rank Non-significant ranges
------------------------------------------------------------------------------
36   0.7861111111  1    1    a
36   0.7527777778  2    2    a
```

ملحق (2-5):

THREE WAY ANOVA COMPLETELY RANDOMIZED
Using: E:\COSTAT\SOILIONS.DT
Variable: Mg

Source	SS	df	MS	F	P
Main Effects					
Water	0.3183333333	3	0.1061111111	0.4081196581	.7479 ns
Dpth	0.3602777778	2	0.1801388889	0.6928418803	.5051 ns
SOIL	0.0022222222	1	0.0022222222	0.0085470085	.9267 ns
Interaction					
Water x Dpth	0.9841666667	6	0.1640277778	0.6308760684	.7048 ns
Water x SOIL	2.0411111111	3	0.6803703704	2.6168091168	.0617 ns
Dpth x SOIL	0.0169444444	2	0.0084722222	0.0325854701	.9680 ns
Wat x Dpth x SOIL	0.2097222222	6	0.0349537037	0.1344373219	.9912 ns
Error	12.48	48	0.26		
Total	16.412777778	71			

Duncan's Multiple Range Test
Factor: Water
Error mean square = 0.26
Degrees of freedom = 48
Significance level = .05
LSD .05 = 0.3417421955

n	Mean	Trt#	Rank	Non-significant ranges
18	0.6722222222	4	1	a
18	0.6555555556	2	2	a
18	0.6444444444	3	3	a
18	0.5055555556	1	4	a

Duncan's Multiple Range Test
Factor: Dpth
Error mean square = 0.26
Degrees of freedom = 48
Significance level = .05
LSD .05 = 0.2959574228

n	Mean	Trt#	Rank	Non-significant ranges
24	0.6833333333	3	1	a
24	0.6541666667	2	2	a
24	0.5208333333	1	3	a

Duncan's Multiple Range Test
Factor: SOIL
Error mean square = 0.26
Degrees of freedom = 48
Significance level = .05
LSD .05 = 0.2416482238

n	Mean	Trt#	Rank	Non-significant ranges
36	0.625	1	1	a
36	0.6138888889	2	2	a

ملحق (2-6):

```
THREE WAY ANOVA COMPLETELY RANDOMIZED
Using: E:\COSTAT\SOILIONS.DT
Variable: CO3
Source                      SS    df            MS             F     P
-------------------------------------------------------------------------
Main Effects
  Water          0.2311111111     3   0.077037037  0.6419753086 .5918 ns
  Dpth           0.6177777778     2  0.3088888889  2.5740740741 .0867 ns
  SOIL          0.5688888889     1  0.5688888889  4.7407407407 .0344  *
Interaction
  Water x Dpth   0.2888888889     6  0.0481481481  0.4012345679 .8746 ns
  Water x SOIL   0.1244444444     3  0.0414814815  0.3456790123 .7924 ns
  Dpth x SOIL   0.9644444444     2  0.4822222222  4.0185185185 .0243  *
  Wat x Dpth x SOIL0.3688888889   6  0.0614814815   0.512345679 .7960 ns

Error                          5.76    48          0.12
-------------------------------------------------------------------------
Total                  8.9244444444    71

Duncan's Multiple Range Test
Factor: Water
Error mean square = 0.12
Degrees of freedom = 48
Significance level = .05
LSD .05 = 0.2321681037
n       Mean     Trt# Rank Non-significant ranges
-------------------------------------------------------------------------
18   0.6888888889  4    1    a
18   0.6444444444  3    2    a
18   0.6222222222  1    3    a
18   0.5333333333  2    4    a

Duncan's Multiple Range Test
Factor: Dpth
Error mean square = 0.12
Degrees of freedom = 48
Significance level = .05
LSD .05 = 0.2010634758

 n       Mean     Trt# Rank Non-significant ranges
-------------------------------------------------------------------------
24   0.75          1    1    a
24   0.5833333333  2    2    ab
24   0.5333333333  3    3     b

Duncan's Multiple Range Test
Factor: SOIL
Error mean square = 0.12
Degrees of freedom = 48
Significance level = .05
LSD .05 = 0.1641676405

n       Mean     Trt# Rank Non-significant ranges
-------------------------------------------------------------------------
36   0.7111111111  1    1    a
36   0.5333333333  2    2     b
```

ملحق (2-7):

THREE WAY ANOVA COMPLETELY RANDOMIZED
Using: E:\COSTAT\SOILIONS.DT
Variable: HCO3

Source	SS	df	MS	F	P
Main Effects					
Water	8.2861111111	3	2.762037037	9.5978120978	.0000***
Dpth	1.6544444444	2	0.8272222222	2.8745173745	.0662 ns
SOIL	5.555556E-04	1	5.555556E-04	0.0019305019	.9651 ns
Interaction					
Water x Dpth	3.0122222222	6	0.502037037	1.7445302445	.1310 ns
Water x SOIL	0.6461111111	3	0.2153703704	0.7483912484	.5286 ns
Dpth x SOIL	0.0677777778	2	0.0338888889	0.1177606178	.8892 ns
Wat x Dpth x SOIL	1.5855555556	6	0.2642592593	0.9182754183	.4902 ns
Error	13.813333333	48	0.2877777778		
Total	29.066111111	71			

Duncan's Multiple Range Test
Factor: Water
Error mean square = 0.2877777778
Degrees of freedom = 48
Significance level = .05
LSD .05 = 0.3595344901

n	Mean	Trt#	Rank	Non-significant ranges
18	1.7666666667	1	1	a
18	1.1777777778	2	2	b
18	1.0555555556	3	3	b
18	0.8555555556	4	4	b

Duncan's Multiple Range Test
Factor: Dpth
Error mean square = 0.2877777778
Degrees of freedom = 48
Significance level = .05
LSD .05 = 0.3113660019

n	Mean	Trt#	Rank	Non-significant ranges
24	1.3333333333	1	1	a
24	1.3083333333	2	2	ab
24	1	3	3	b

Duncan's Multiple Range Test
Factor: SOIL
Error mean square = 0.2877777778
Degrees of freedom = 48
Significance level = .05
LSD .05 = 0.254229276

n	Mean	Trt#	Rank	Non-significant ranges
36	1.2166666667	1	1	a
36	1.2111111111	2	2	a

ملحق (2-8):

```
THREE WAY ANOVA COMPLETELY RANDOMIZED
Using: E:\COSTAT\SOILIONS.DT
Variable: K

Source                      SS    df           MS            F     P
-------------------------------------------------------------------------
Main Effects
  Water         65.250283333     3  21.750094444   9.004727749 .0001***
  Dpth          4.2934333333     2  2.1467166667  0.8887593195 .4178 ns
  SOIL          0.5868055556     1  0.5868055556  0.2429425896 .6243 ns
Interaction
  Water x Dpth   13.223733333     6  2.2039555556   0.912456716 .4942 ns
  Water x SOIL      20.78255     3  6.9275166667  2.8680519857 .0461  *
  Dpth x SOIL    2.5813777778     2  1.2906888889  0.5343563948 .5895 ns
  Wat x Dpth x SOIL 13.880366667  6  2.3133944444  0.9577653652 .4637 ns

Error                     115.9396    48  2.4154083333
-------------------------------------------------------------------------
Total                    236.53815    71

Duncan's Multiple Range Test
Factor: Water
Error mean square = 2.4154083333
Degrees of freedom = 48
Significance level = .05
LSD .05 = 1.0416149662
n       Mean     Trt# Rank Non-significant ranges
-------------------------------------------------------------------------
  18   9.4744444444  4    1    a
  18   9.0344444444  3    2    a
  18   8.9511111111  2    3    a
   18   7.0033333333  1    4    b
Duncan's Multiple Range Test
Factor: Dpth
Error mean square = 2.4154083333
Degrees of freedom = 48
Significance level = .05
LSD .05 = 0.9020650217
n       Mean     Trt# Rank Non-significant ranges
-------------------------------------------------------------------------
24   8.9475        2    1    a
24   8.5333333333  1    2    a
24   8.3666666667  3    3    a

Duncan's Multiple Range Test
Factor: SOIL
Error mean square = 2.4154083333
Degrees of freedom = 48
Significance level = .05
LSD .05 = 0.736533006
n       Mean     Trt# Rank Non-significant ranges
-------------------------------------------------------------------------
36   8.7061111111  1    1    a
36   8.5255555556  2    2    a
```

ملحق (2-9):

```
THREE WAY ANOVA COMPLETELY RANDOMIZED
Using: E:\COSTAT\SOILIONS.DT
Variable: Na
Source                      SS    df            MS             F     P
-------------------------------------------------------------------------
Main Effects
  Water         195.46838194     3  65.156127315  10.524011317 .0000***
  Dpth           86.632269444     2  43.316134722  6.9964178475 .0022 **
  SOIL           0.1241680556     1  0.1241680556  0.0200556122 .8880 ns
Interaction
  Water x Dpth   35.146497222     6   5.857749537  0.9461431328 .4714 ns
  Water x SOIL   11.319126389     3  3.7730421296  0.6094213961 .6122 ns
  Dpth x SOIL    0.3844694444     2  0.1922347222  0.0310497335 .9694 ns
  Wat x Dpth x SOIL 25.623719444 6  4.2706199074  0.6897901101 .6588 ns

Error                      297.177    48     6.1911875
-------------------------------------------------------------------------
Total                651.87563194    71

Duncan's Multiple Range Test
Factor: Water
Error mean square = 6.1911875
Degrees of freedom = 48
Significance level = .05
LSD .05 = 1.6676269675
n       Mean     Trt# Rank Non-significant ranges
-------------------------------------------------------------------------
18   8.9677777778  2    1    a
18   8.4827777778  3    2    a
18   8.3766666667  4    3    a
18   4.8388888889  1    4     b

Duncan's Multiple Range Test
Factor: Dpth
Error mean square = 6.1911875
Degrees of freedom = 48
Significance level = .05
LSD .05 = 1.4442073179
 n       Mean     Trt# Rank Non-significant ranges
-------------------------------------------------------------------------
24   8.7045833333  3    1    a
24   8.1458333333  2    2    a
24   6.1491666667  1    3     b

Duncan's Multiple Range Test
Factor: SOIL
Error mean square = 6.1911875
Degrees of freedom = 48
Significance level = .05
LSD .05 = 1.1791903372

 n       Mean     Trt# Rank Non-significant ranges
-------------------------------------------------------------------------
36   7.7080555556  1    1    a
36   7.625         2    2    a
```

ملحق (2- 10):

THREE WAY ANOVA COMPLETELY RANDOMIZED
Variable: Ni

Source	SS	df	MS	F	P
Main Effects					
Water	0.2289486111	3	0.0763162037	2.3371046177	.0854 ns
DPTH	0.0111694444	2	0.0055847222	0.1710263281	.8433 ns
SOIL	0.1467013889	1	0.1467013889	4.4925779422	.0392 *
Interaction					
Water x DPTH	0.1066638889	6	0.0177773148	0.5444118356	.7718 ns
Water x SOIL	1.0506152778	3	0.3502050926	10.724667886	.0000***
DPTH x SOIL	0.0655194444	2	0.0327597222	1.0032325295	.3743 ns
WAT x DPTH x SOIL	0.0523138889	6	0.0087189815	0.2670097685	.9496 ns
Error	1.5674	48	0.0326541667		
Total	3.2293319444	71			

Duncan's Multiple Range Test
Factor: Water
Error mean square = 0.0326541667
Degrees of freedom = 48
Significance level = .05
LSD .05 = 0.1211103429

n	Mean	Trt#	Rank	Non-significant ranges
18	0.2088888889	4	1	a
18	0.1133333333	2	2	ab
18	0.0722222222	1	3	b
18	0.0694444444	3	4	b

Duncan's Multiple Range Test
Factor: DPTH
Error mean square = 0.0326541667
Degrees of freedom = 48
Significance level = .05
LSD .05 = 0.1048846336

n	Mean	Trt#	Rank	Non-significant ranges
24	0.1329166667	3	1	a
24	0.1116666667	2	2	a
24	0.1033333333	1	3	a

Duncan's Multiple Range Test
Factor: SOIL
Error mean square = 0.0326541667
Degrees of freedom = 48
Significance level = .05
LSD .05 = 0.0856379447

n	Mean	Trt#	Rank	Non-significant ranges
36	0.1611111111	2	1	a
36	0.0708333333	1	2	b

ملحق (2-11):

THREE WAY ANOVA COMPLETELY RANDOMIZED
Variable: Fe

Source	SS	df	MS	F	P	
Main Effects						
Water	3.0237444444	3	1.0079148148	1.1913260839	.3230	ns
DPTH	0.6974527778	2	0.3487263889	0.4121844794	.6645	ns
SOIL	0.0854222222	1	0.0854222222	0.1009665896	.7521	ns
Interaction						
Water x DPTH	7.1169472222	6	1.1861578704	1.4020042069	.2333	ns
Water x SOIL	7.5458111111	3	2.5152703704	2.9729766408	.0409	*
DPTH x SOIL	3.3186027778	2	1.6593013889	1.9612461258	.1518	ns
WAT x DPTH x SOIL	1.7113305556	6	0.2852217593	0.3371238487	.9139	ns
Error	40.610133333	48	0.8460444444			
Total	64.109444444	71				

Duncan's Multiple Range Test
Factor: Water
Error mean square = 0.8460444444
Degrees of freedom = 48
Significance level = .05
LSD .05 = 0.6164651359

n	Mean	Trt#	Rank	Non-significant ranges
18	1.6838888889	3	1	a
18	1.5072222222	1	2	a
18	1.42	2	3	a
18	1.1177777778	4	4	a

Duncan's Multiple Range Test
Factor: DPTH
Error mean square = 0.8460444444
Degrees of freedom = 48
Significance level = .05
LSD .05 = 0.5338744683

n	Mean	Trt#	Rank	Non-significant ranges
24	1.5645833333	1	1	a
24	1.4033333333	3	2	a
24	1.32875	2	3	a

Duncan's Multiple Range Test
Factor: SOIL
Error mean square = 0.8460444444
Degrees of freedom = 48
Significance level = .05
LSD .05 = 0.435906678

n	Mean	Trt#	Rank	Non-significant ranges
36	1.4666666667	1	1	a
36	1.3977777778	2	2	a

ملحق (2-12):

THREE WAY ANOVA COMPLETELY RANDOMIZED
Variable: Cu

Source	SS	df	MS	F	P
Main Effects					
Water	12.464815278	3	4.1549384259	4.7707494102	.0055 **
DPTH	0.0133583333	2	0.0066791667	0.0076690981	.9924 ns
SOIL	8.9958680556	1	8.9958680556	10.329162029	.0023 **
Interaction					
Water x DPTH	0.0348305556	6	0.0058050926	0.0066654759	1 ns
Water x SOIL	13.2580375	3	4.4193458333	5.0743451206	.0039 **
DPTH x SOIL	0.0182194444	2	0.0091097222	0.0104598907	.9896 ns
WAT x DPTH x SOIL	0.058525	6	0.0097541667	0.0111998495	1 ns
Error	41.804133333	48	0.8709194444		
Total	76.6477875	71			

Duncan's Multiple Range Test
Factor: Water
Error mean square = 0.8709194444
Degrees of freedom = 48
Significance level = .05
LSD .05 = 0.6254619933

n	Mean	Trt#	Rank	Non-significant ranges
18	1.4777777778	4	1	a
18	1.475	2	2	a
18	1.1316666667	1	3	a
18	0.4572222222	3	4	b

Duncan's Multiple Range Test
Factor: DPTH
Error mean square = 0.8709194444
Degrees of freedom = 48
Significance level = .05
LSD .05 = 0.5416659753

n	Mean	Trt#	Rank	Non-significant ranges
24	1.1545833333	1	1	a
24	1.1275	2	2	a
24	1.1241666667	3	3	a

Duncan's Multiple Range Test
Factor: SOIL
Error mean square = 0.8709194444
Degrees of freedom = 48
Significance level = .05
LSD .05 = 0.4422684169

n	Mean	Trt#	Rank	Non-significant ranges
36	1.4888888889	2	1	a
36	0.7819444444	1	2	b

ملحق (2-13):

THREE WAY ANOVA COMPLETELY RANDOMIZED
Variable: Pb

Source	SS	df	MS	F	P
Main Effects					
Water	2.4421041667	3	0.8140347222	2.1735607375	.1033 ns
DPTH	0.1397861111	2	0.0698930556	0.1866220165	.8304 ns
SOIL	4.8620013889	1	4.8620013889	12.982069482	.0007***
Interaction					
Water x DPTH	1.069625	6	0.1782708333	0.4760024031	.8228 ns
Water x SOIL	0.4611375	3	0.1537125	0.4104289974	.7462 ns
DPTH x SOIL	0.8634361111	2	0.4317180556	1.1527338941	.3244 ns
WAT x DPTH x SOIL	1.1527083333	6	0.1921180556	0.5129759839	.7955 ns
Error	17.9768	48	0.3745166667		
Total	28.967598611	71			

Duncan's Multiple Range Test
Factor: Water
Error mean square = 0.3745166667
Degrees of freedom = 48
Significance level = .05
LSD .05 = 0.4101545237

n	Mean	Trt#	Rank	Non-significant ranges
18	1.3977777778	3	1	a
18	1.2222222222	4	2	ab
18	1.1538888889	2	3	ab
18	0.8855555556	1	4	b

Duncan's Multiple Range Test
Factor: DPTH
Error mean square = 0.3745166667
Degrees of freedom = 48
Significance level = .05
LSD .05 = 0.355204237

n	Mean	Trt#	Rank	Non-significant ranges
24	1.2158333333	1	1	a
24	1.1704166667	3	2	a
24	1.1083333333	2	3	a

Duncan's Multiple Range Test
Factor: SOIL
Error mean square = 0.3745166667
Degrees of freedom = 48
Significance level = .05
LSD .05 = 0.290023045

n	Mean	Trt#	Rank	Non-significant ranges
36	1.4247222222	2	1	a
36	0.905	1	2	b

ملحق (2-14):

THREE WAY ANOVA COMPLETELY RANDOMIZED
Variable: Mn

Source	SS	df	MS	F	P	
Main Effects						
WATer	14.2213	3	4.7404333333	2.0887106842	.1141	ns
DPTH	29.537158333	2	14.768579167	6.5072719996	.0032	**
SOIL	0.1216888889	1	0.1216888889	0.0536180692	.8179	ns
Interaction						
Water x DPTH	14.678141667	6	2.4463569444	1.0779039653	.3889	ns
Water x SOIL	3.0018777778	3	1.0006259259	0.4408917741	.7248	ns
DPTH x SOIL	0.0132527778	2	0.0066263889	0.0029196928	.9971	ns
WAT x DPTH x SOIL	12.777580556	6	2.1295967593	0.9383343655	.4766	ns
Error	108.9384	48	2.26955			
Total	183.2894	71				

Duncan's Multiple Range Test
Factor: WATer
Error mean square = 2.26955
Degrees of freedom = 48
Significance level = .05
LSD .05 = 1.009675478

n	Mean	Trt#	Rank	Non-significant ranges
18	1.6088888889	4	1	a
18	1.2616666667	2	2	ab
18	0.8455555556	1	3	ab
18	0.4238888889	3	4	b

Duncan's Multiple Range Test
Factor: DPTH
Error mean square = 2.26955
Degrees of freedom = 48
Significance level = .05
LSD .05 = 0.8744046136

n	Mean	Trt#	Rank	Non-significant ranges
24	1.93625	3	1	a
24	0.6629166667	1	2	b
24	0.5058333333	2	3	b

Duncan's Multiple Range Test
Factor: SOIL
Error mean square = 2.26955
Degrees of freedom = 48
Significance level = .05
LSD .05 = 0.7139483773

n	Mean	Trt#	Rank	Non-significant ranges
36	1.0761111111	2	1	a
36	0.9938888889	1	2	a

ملحق (2-15):

THREE WAY ANOVA COMPLETELY RANDOMIZED
Variable: Zn

Source	SS	df	MS	F	P
Main Effects					
Water	5.6871486111	3	1.8957162037	0.9374427226	.4299 ns
DPTH	36.119086111	2	18.059543056	8.9305494028	.0005***
SOIL	23.9778125	1	23.9778125	11.857168171	.0012 **
Interaction					
Water x DPTH	19.834680556	6	3.3057800926	1.6347275422	.1581 ns
Water x SOIL	12.659093056	3	4.2196976852	2.0866651236	.1144 ns
DPTH x SOIL	17.677075	2	8.8385375	4.370708359	.0180 *
WAT x DPTH x SOIL	18.610069444	6	3.1016782407	1.5337979857	.1875 ns
Error	97.0666	48	2.0222208333		
Total	231.63156528	71			

Duncan's Multiple Range Test
Factor: Water
Error mean square = 2.0222208333
Degrees of freedom = 48
Significance level = .05
LSD .05 = 0.9530731204

n	Mean	Trt#	Rank	Non-significant ranges
18	1.2711111111	2	1	a
18	0.6505555556	3	2	a
18	0.6294444444	4	3	a
18	0.5916666667	1	4	a

Duncan's Multiple Range Test
Factor: DPTH
Error mean square = 2.0222208333
Degrees of freedom = 48
Significance level = .05
LSD .05 = 0.825385534

n	Mean	Trt#	Rank	Non-significant ranges
24	1.7629166667	3	1	a
24	0.4875	2	2	b
24	0.1066666667	1	3	b

Duncan's Multiple Range Test
Factor: SOIL
Error mean square = 2.0222208333
Degrees of freedom = 48
Significance level = .05
LSD .05 = 0.6739244664

n	Mean	Trt#	Rank	Non-significant ranges
36	1.3627777778	2	1	a
36	0.2086111111	1	2	b

ملحق (2-16):

TWO WAY ANOVA COMPLETELY RANDOMIZED
Using: E:\COSTAT\PLANTD.DT
Variable: ارتفاع النبات

Source	SS	df	MS	F	P
Main Effects					
Water	339.31666667	3	113.10555556	4.7437801816	.0149 *
SOIL	0.1066666667	1	0.1066666667	0.0044737256	.9475 ns
Interaction					
Water x SOIL	65.243333333	3	21.747777778	0.912127408	.4571 ns
Error	381.48666667	16	23.842916667		
Total	786.15333333	23			

Duncan's Multiple Range Test
Factor: Water
Error mean square = 23.842916667
Degrees of freedom = 16
Significance level = .05
LSD .05 = 5.9763431183

n	Mean	Trt#	Rank	Non-significant ranges
6	57.366666667	2	1	a
6	55.35	4	2	a
6	53.5	3	3	a
6	47.316666667	1	4	b

Duncan's Multiple Range Test
Factor: SOIL
Error mean square = 23.842916667
Degrees of freedom = 16
Significance level = .05
LSD .05 = 4.2259127457

n	Mean	Trt#	Rank	Non-significant ranges
12	53.45	2	1	a
12	53.316666667	1	2	a

ملحق (2-17):

TWO WAY ANOVA COMPLETELY RANDOMIZED
Using: E:\COSTAT\PLANTD.DT
Variable: طول السنبلة

Source	SS	df	MS	F	P
Main Effects					
Water	27.254583333	3	9.0848611111	12.487781596	.0002***
SOIL	3.7604166667	1	3.7604166667	5.1689576174	.0371 *
Interaction					
Water x SOIL	2.2645833333	3	0.7548611111	1.0376097747	.4026 ns
Error	11.64	16	0.7275		
Total	44.919583333	23			

Duncan's Multiple Range Test
Factor: Water
Error mean square = 0.7275
Degrees of freedom = 16
Significance level = .05
LSD .05 = 1.0439322923

n	Mean	Trt#	Rank	Non-significant ranges
6	16.383333333	4	1	a
6	15.583333333	2	2	ab
6	15.15	3	3	b
6	13.466666667	1	4	c

Duncan's Multiple Range Test
Factor: SOIL
Error mean square = 0.7275
Degrees of freedom = 16
Significance level = .05
LSD .05 = 0.738171603

n	Mean	Trt#	Rank	Non-significant ranges
12	15.541666667	2	1	a
12	14.75	1	2	b

ملحق (2-18):

TWO WAY ANOVA COMPLETELY RANDOMIZED
Using: E:\COSTAT\PLANTD.DT
Variable: الوزن الجاف للسنابل

Source	SS	df	MS	F	P
Main Effects					
Water	9.9519791667	3	3.3173263889	2.4952075008	.0970 ns
SOIL	2.3751041667	1	2.3751041667	1.786492204	.2001 ns
Interaction					
Water x SOIL	2.0678125	3	0.6892708333	0.5184517747	.6756 ns
Error	21.271666667	16	1.3294791667		
Total	35.6665625	23			

Duncan's Multiple Range Test
Factor: Water
Error mean square = 1.3294791667
Degrees of freedom = 16
Significance level = .05
LSD .05 = 1.4112261041

n	Mean	Trt#	Rank	Non-significant ranges
6	5.3916666667	3	1	a
6	4.8166666667	2	2	ab
6	4.5583333333	4	3	ab
6	3.6083333333	1	4	b

Duncan's Multiple Range Test
Factor: SOIL
Error mean square = 1.3294791667
Degrees of freedom = 16
Significance level = .05
LSD .05 = 0.997887548

n	Mean	Trt#	Rank	Non-significant ranges
12	4.9083333333	1	1	a
12	4.2791666667	2	2	a

ملحق (2-19):

TWO WAY ANOVA COMPLETELY RANDOMIZED
Using: E:\COSTAT\PLANTD.DT
Variable: الوزن الجاف للمجموع الخضري

Source	SS	df	MS	F	P
Main Effects					
Water	14.604583333	3	4.8681944444	2.8262377036	.0718 ns
SOIL	1.08375	1	1.08375	0.6291727141	.4393 ns
Interaction					
Water x SOIL	2.77125	3	0.92375	0.5362844702	.6641 ns
Error	27.56	16	1.7225		
Total	46.019583333	23			

Duncan's Multiple Range Test
Factor: Water
Error mean square = 1.7225
Degrees of freedom = 16
Significance level = .05
LSD .05 = 1.6063325079

n	Mean	Trt#	Rank	Non-significant ranges
6	6.7333333333	3	1	a
6	6.5	2	2	a
6	5.9666666667	4	3	ab
6	4.7166666667	1	4	b

Duncan's Multiple Range Test
Factor: SOIL
Error mean square = 1.7225
Degrees of freedom = 16
Significance level = .05
LSD .05 = 1.1358486092

n	Mean	Trt#	Rank	Non-significant ranges
12	6.1916666667	1	1	a
12	5.7666666667	2	2	a

ملحق (2-20):

TWO WAY ANOVA COMPLETELY RANDOMIZED
Using: E:\COSTAT\PLANTD.DT
Variable: الوزن الجاف للمجموع الجذري

Source	SS	df	MS	F	P
Main Effects					
Water	3.9566666667	3	1.3188888889	1.2259230571	.3327 ns
SOIL	0.2016666667	1	0.2016666667	0.1874515879	.6708 ns
Interaction					
Water x SOIL	1.8483333333	3	0.6161111111	0.5726826749	.6411 ns
Error	17.213333333	16	1.0758333333		
Total	23.22	23			

Duncan's Multiple Range Test
Factor: Water
Error mean square = 1.0758333333
Degrees of freedom = 16
Significance level = .05
LSD .05 = 1.2694872144

n	Mean	Trt#	Rank	Non-significant ranges
6	2.7333333333	2	1	a
6	2.5166666667	4	2	a
6	2.0666666667	3	3	a
6	1.6833333333	1	4	a

Duncan's Multiple Range Test
Factor: SOIL
Error mean square = 1.0758333333
Degrees of freedom = 16
Significance level = .05
LSD .05 = 0.8976630179

n	Mean	Trt#	Rank	Non-significant ranges
12	2.3416666667	1	1	a
12	2.1583333333	2	2	a

ملحق(2-21):

TWO WAY ANOVA COMPLETELY RANDOMIZED
Using: E:\COSTAT\PLANTD.DT
Variable: الوزن الكلي الطازج للنبات

Source	SS	df	MS	F	P
Main Effects					
Water	123.68791667	3	41.229305556	4.3744621279	.0198 *
SOIL	7.1504166667	1	7.1504166667	0.7586648983	.3966 ns
Interaction					
Water x SOIL	13.717916667	3	4.5726388889	0.4851606248	.6973 ns
Error	150.8	16	9.425		
Total	295.35625	23			

Duncan's Multiple Range Test
Factor: Water
Error mean square = 9.425
Degrees of freedom = 16
Significance level = .05
LSD .05 = 3.7574785718

n	Mean	Trt#	Rank	Non-significant ranges
6	16.833333333	3	1	a
6	15.833333333	2	2	a
6	15.016666667	4	3	a
6	10.866666667	1	4	b

Duncan's Multiple Range Test
Factor: SOIL
Error mean square = 9.425
Degrees of freedom = 16
Significance level = .05
LSD .05 = 2.6569385783

n	Mean	Trt#	Rank	Non-significant ranges
12	15.183333333	1	1	a
12	14.091666667	2	2	a

ملحق (2-22):

TWO WAY ANOVA COMPLETELY RANDOMIZED
Using: E:\COSTAT\PLANTD.DT
Variable: الوزن الكلي الجاف للنبات

Source	SS	df	MS	F	P
Main Effects					
Water	68.093645833	3	22.697881944	2.6937442567	.0809 ns
SOIL	9.1884375	1	9.1884375	1.0904674191	.3119 ns
Interaction					
Water x SOIL	11.924479167	3	3.9748263889	0.4717253258	.7062 ns
Error	134.81833333	16	8.4261458333		
Total	224.02489583	23			

Duncan's Multiple Range Test
Factor: Water
Error mean square = 8.4261458333
Degrees of freedom = 16
Significance level = .05
LSD .05 = 3.5527963891

n	Mean	Trt#	Rank	Non-significant ranges
6	14.191666667	3	1	a
6	14.05	2	2	a
6	13.041666667	4	3	ab
6	10.008333333	1	4	b

Duncan's Multiple Range Test
Factor: SOIL
Error mean square = 8.4261458333
Degrees of freedom = 16
Significance level = .05
LSD .05 = 2.5122064189

n	Mean	Trt#	Rank	Non-significant ranges
12	13.441666667	1	1	a
12	12.204166667	2	2	a

ملحق(3)

جداول النتائج

جدول (1): قيم الترصيل الكهربي (µS/cm) لمستخلص الترب تحت معاملات الري المختلفة.

نوع التربة	معاملة الري	عمق التربة cm	المكررات			المتوسط
			1	2	3	
رملية طمية	100% FW	25-0	318	202	290	270
		55-25	260	235	249	248
		110-55	379	242	301	307
	50%FW + 50%TWW	25-0	260	273	354	296
		55-25	268	389	430	362
		110-55	432	803	798	678
	33% FW + 67%TWW	25-0	257	362	286	302
		55-25	565	318	567	483
		110-55	589	763	790	714
	TWW%100	25-0	293	280	304	292
		55-25	361	709	737	602
		110-55	615	1388	1432	1145
رملية	100% Fresh Water	25-0	321	255	266	281
		55-25	243	298	260	267
		110-55	423	400	419	414
	50%FW + 50%TWW	25-0	284	309	244	279
		55-25	558	486	434	493
		110-55	683	732	846	754
	33%FW + 67%TWW	25-0	362	316	274	317
		55-25	541	679	431	550
		110-55	574	629	762	655
	100%TWW	25-0	353	309	298	320
		55-25	811	835	128	591
		110-55	906	1253	584	914

- **الماء العذب** (FW) Fresh Water
- ماء الصرف الصحي المعالجة (TWW) Treated Waste Water

جدول (2): قيم رقم حموضة الترب (pH) لمستخلص الترب تحت معاملات الري المختلفة.

نوع التربة	معاملة الري	عمق التربة cm	المكررات			المتوسط
			1	2	3	
رملية طمية	100% FW	25-0	7.22	8.01	7.43	7.55
		55-25	7.35	7.51	7.45	7.44
		110-55	7.06	7.53	7.32	7.30
	50%FW + 50%TWW	25-0	7.97	7.69	7.62	7.76
		55-25	7.53	7.57	7.54	7.55
		110-55	7.59	7.3	7.61	7.50
	33% FW + 67%TWW	25-0	7.69	7.14	7.15	7.33
		55-25	7.45	7.29	7.04	7.26
		110-55	7.55	7.03	7.09	7.22
	TWW%100	25-0	7.55	7.8	7.23	7.53
		55-25	7.67	7.62	7.04	7.44
		110-55	7.64	7.54	7.27	7.48
رملية	100% Fresh Water	25-0	7.36	7.80	7.51	7.56
		55-25	7.74	7.82	7.44	7.67
		110-55	7.59	7.69	7.22	7.50
	50%FW + 50%TWW	25-0	7.33	6.88	7.57	7.26
		55-25	7.97	6.62	7.13	7.24
		110-55	7.65	7.23	7	7.29
	33%FW + 67%TWW	25-0	7.46	7.43	7.46	7.45
		55-25	7.63	7.52	7.16	7.44
		110-55	7.67	7.57	7.63	7.62
	100%TWW	25-0	7.33	7.56	7.54	7.48
		55-25	7.73	7.35	7.33	7.47
		110-55	8.8	7.46	7.46	7.91

- **الماء العذب** (FW) Fresh Water
- ماء الصرف الصحي المعالجة (TWW) Treated Waste Water

جدول (3): قيم تركيز أيون الكلوريد (meq/l) في مستخلص الترب تحت معاملات الري المختلفة.

نوع التربة	معاملة الري	عمق التربة cm	المكررات			المتوسط
			1	2	3	
رملية طمية	100% FW	25-0	0.9	1.2	0.8	0.97
		55-25	0.6	0.6	0.5	0.57
		110-55	0.6	0.7	1	0.77
	50%FW + 50%TWW	25-0	0.8	1	0.5	0.77
		55-25	0.7	1.4	1	1.03
		110-55	1.3	3.4	0.6	1.77
	33% FW + 67%TWW	25-0	0.9	1.1	0.9	0.97
		55-25	2.6	1	2	1.87
		110-55	2.2	3.3	1.9	2.47
	TWW%100	25-0	0.7	0.7	0.5	0.63
		55-25	1	3	3	2.33
		110-55	2.3	3	3	2.77
رملية	100% Fresh Water	25-0	0.8	0.4	0.5	0.57
		55-25	0.6	0.6	0.7	0.63
		110-55	1.2	1.3	1.5	1.33
	50%FW + 50%TWW	25-0	0.9	0.6	0.5	0.67
		55-25	1.9	1.8	2.5	2.07
		110-55	2	4	2.4	2.80
	33%FW + 67%TWW	25-0	1	1	0.6	0.87
		55-25	2.4	3.1	0.6	2.03
		110-55	2.4	3	2.4	2.60
	100%TWW	25-0	0.8	0.9	1	0.90
		55-25	5.6	4	3.6	4.40
		110-55	3.1	4	4.8	3.97

- **الماء العذب** (FW) Fresh Water

- ماء الصرف الصحي المعالجة (TWW) Treated Waste Water

جدول (4): قيم تركيز أيون الكالسيوم (meq/l) في مستخلص الترب تحت معاملات الري المختلفة.

نوع التربة	معاملة الري	عمق التربة cm	المكررات			المتوسط
			1	2	3	
رملية طمية	100% FW	25-0	0.3	0.9	1	0.73
		55-25	0.5	0.8	1.4	0.90
		110-55	0.3	1	0.6	0.63
	50%FW + 50%TWW	25-0	0.6	1.8	1	1.13
		55-25	0.5	0.8	1.4	0.90
		110-55	0.5	1.2	1.2	0.97
	33% FW + 67%TWW	25-0	0.4	0.6	0.4	0.47
		55-25	0.5	0.6	0.4	0.50
		110-55	0.3	0.6	0.6	0.50
	TWW%100	25-0	0.5	1.4	0.8	0.90
		55-25	0.6	1	0.8	0.80
		110-55	0.4	0.8	1.8	1.00
رملية	100% Fresh Water	25-0	0.6	0.3	0.6	0.50
		55-25	0.5	0.7	1	0.73
		110-55	0.3	0.7	0.8	0.60
	50%FW + 50%TWW	25-0	0.7	0.6	1	0.77
		55-25	0.6	0.8	0.7	0.70
		110-55	1	0.5	0.9	0.80
	33%FW + 67%TWW	25-0	0.6	1.4	0.4	0.80
		55-25	0.8	1	0.8	0.87
		110-55	1.2	1.6	1	1.27
	100%TWW	25-0	0.9	0.4	0.5	0.60
		55-25	0.7	0.7	0.5	0.63
		110-55	0.5	1.2	0.6	0.77

- **الماء العذب** (FW) Fresh Water
- ماء الصرف الصحي المعالجة (TWW) Treated Waste Water

جدول (5): قيم تركيز أيون الماغنسيوم (meq/l) في مستخلص الترب تحت معاملات الري المختلفة.

نوع التربة	معاملة الري	عمق التربة cm	المكررات			المتوسط
			1	2	3	
رملية طميية	100% FW	25-0	0.5	0.5	0	0.33
		55-25	0.3	0.2	0.4	0.30
		110-55	1.5	0.2	0.6	0.77
	50%FW + 50%TWW	25-0	0.6	0.2	0	0.27
		55-25	2.3	0.4	0	0.90
		110-55	0.9	0.2	0.6	0.57
	33% FW + 67%TWW	25-0	1.2	1	0.8	1.00
		55-25	0.9	0.4	1.4	0.90
		110-55	0.9	1.4	0.4	0.90
	TWW%100	25-0	0.7	0	0.6	0.43
		55-25	1	0.4	0.2	0.53
		110-55	1	0.6	0.2	0.60
رملية	100% Fresh Water	25-0	0.6	0.7	0.2	0.50
		55-25	0.9	0.7	0	0.53
		110-55	1.3	0.3	0.2	0.60
	50%FW + 50%TWW	25-0	0.9	0.6	0.2	0.57
		55-25	2	0.8	0.1	0.97
		110-55	0.8	0.7	0.5	0.67
	33%FW + 67%TWW	25-0	0.6	0	0.6	0.40
		55-25	0.6	0.2	0.2	0.33
		110-55	0.6	0.2	0.4	0.40
	100%TWW	25-0	0.1	1.2	0.7	0.67
		55-25	0.7	0.7	0.9	0.77
		110-55	1.9	0.2	1	1.03

- **الماء العذب** (FW) Fresh Water

- ماء الصرف الصحي المعالجة (TWW) Treated Waste Water

جدول (6): قيم تركيز أيون الكربونات (meq/l) في مستخلص الترب تحت معاملات الري المختلفة.

نوع التربة	معاملة الري	عمق التربة cm	المكررات			المتوسط
			1	2	3	
رملية طميية	100% FW	25-0	1.2	0.8	0.8	0.93
		55-25	0.4	0.8	0.8	0.67
		110-55	0.4	0.8	0.4	0.53
	50%FW + 50%TWW	25-0	0.8	0.8	0.4	0.67
		55-25	0.4	0.4	0.4	0.40
		110-55	0.4	0.8	0.8	0.67
	33% FW + 67%TWW	25-0	2.4	0.8	0.4	1.20
		55-25	1.2	0.4	0.4	0.67
		110-55	0.4	0.8	0.4	0.53
	TWW%100	25-0	0.4	2	1.2	1.20
		55-25	0.4	0.4	0.8	0.53
		110-55	0.8	0.4	0.4	0.53
رملية	100% Fresh Water	25-0	0.4	0.8	0.4	0.53
		55-25	0.4	0.4	0.8	0.53
		110-55	0.4	0.8	0.4	0.53
	50%FW + 50%TWW	25-0	0.4	0.4	0.4	0.40
		55-25	0.8	0.4	0.4	0.67
		110-55	0.4	0.4	0.4	0.40
	33%FW + 67%TWW	25-0	0.4	0.4	0.4	0.40
		55-25	0.4	0.8	0.4	0.53
		110-55	0.4	0.8	0.4	0.53
	100%TWW	25-0	0.8	0.4	0.8	0.67
		55-25	0.8	0.4	0.8	0.67
		110-55	0.8	0.4	0.4	0.53

- **الماء العذب** (FW) Fresh Water

- ماء الصرف الصحي المعالجة (TWW) Treated Waste Water

جدول (7): قيم تركيز أيون البيكربونات (meq/l) في مستخلص الترب تحت معاملات الري المختلفة.

نوع التربة	معاملة الري	عمق التربة cm	المكررات			المتوسط
			1	2	3	
رملية طميية	100% FW	25-0	1.2	1.8	1.4	1.47
		55-25	1.6	3	2.6	2.40
		110-55	1.2	1.6	0.4	1.07
	50%FW + 50%TWW	25-0	1.2	0.6	2.4	1.40
		55-25	1.4	0.6	1.2	1.07
		110-55	1.8	0.6	0.8	1.07
	33% FW + 67%TWW	25-0	2.4	1.4	1.4	1.73
		55-25	0.2	1.8	1.4	1.13
		110-55	0.6	0.8	0.8	0.73
	TWW%100	25-0	0.8	1.2	0.2	0.73
		55-25	1	1	0.4	0.80
		110-55	1.8	1	0.2	1.00
رملية	100% Fresh Water	25-0	1.6	1.8	1.6	1.67
		55-25	1.8	3	1.8	2.20
		110-55	1.2	3	1.2	1.80
	50%FW + 50%TWW	25-0	1.4	1.4	1.8	1.53
		55-25	1.6	0.8	0.6	1.00
		110-55	1.2	0.8	1	1.00
	33%FW + 67%TWW	25-0	1.2	1	1	1.07
		55-25	1	0.6	1	0.87
		110-55	0.8	0.6	1	0.80
	100%TWW	25-0	1	1.6	0.6	1.07
		55-25	1	1.2	0.8	1.00
		110-55	0.6	0.8	0.2	0.53

- **الماء العذب** (FW) Fresh Water

- ماء الصرف الصحي المعالجة (TWW) Treated Waste Water

جدول (8): قيم تركيز أيون البوتاسيوم (meq/l) في مستخلص الترب تحت معاملات الري المختلفة.

نوع التربة	معاملة الري	عمق التربة cm	المكررات			المتوسط
			1	2	3	
رملية طميية	100% FW	25-0	7.28	7.53	8.16	7.66
		55-25	5.78	7.66	10.05	7.83
		110-55	7.16	7.53	7.66	7.45
	50%FW + 50%TWW	25-0	8.41	8.79	11.80	9.67
		55-25	8.16	9.29	8.54	8.66
		110-55	8.54	9.80	8.54	8.96
	33% FW + 67%TWW	25-0	8.29	7.03	10.05	8.46
		55-25	9.80	7.53	8.16	8.50
		110-55	7.53	8.16	7.66	7.79
	100%TWW	25-0	6.28	9.92	11.55	9.25
		55-25	8.54	10.05	11.68	10.09
		110-55	8.04	10.67	11.80	10.17
رملية	100% Fresh Water	25-0	4.02	4.77	5.02	4.60
		55-25	8.79	7.03	7.28	7.70
		110-55	5.27	7.79	7.28	6.78
	50%FW + 50%TWW	25-0	6.03	9.80	8.79	8.20
		55-25	9.67	7.03	10.93	9.21
		110-55	9.17	9.04	8.79	9.00
	33%FW + 67%TWW	25-0	11.93	10.30	10.17	10.80
		55-25	11.93	8.16	11.05	10.38
		110-55	7.79	9.29	7.79	8.29
	100%TWW	25-0	10.55	9.54	8.79	9.63
		55-25	11.30	6.28	10.05	9.21
		110-55	11.68	6.91	6.91	8.50

- **الماء العذب** (FW) Fresh Water
- ماء الصرف الصحي المعالجة (TWW) Treated Waste Water

جدول (9): قيم تركيز أيون الصوديوم(meq/l) في مستخلص الترب تحت معاملات الري المختلفة.

نوع التربة	معاملة الري	عمق التربة cm	المكررات			المتوسط
			1	2	3	
رملية طميية	100% FW	25-0	3.41	5.75	8.09	5.75
		55-25	4.05	5.96	5.96	5.32
		110-55	3.62	6.18	5.11	4.97
	50%FW + 50%TWW	25-0	3.41	7.45	10.01	6.96
		55-25	4.05	11.71	11.50	9.09
		110-55	6.18	12.35	11.92	10.15
	33% FW + 67%TWW	25-0	3.41	9.37	7.03	6.60
		55-25	7.24	9.58	12.78	9.87
		110-55	4.90	10.65	14.48	10.01
	TWW%100	25-0	3.62	7.67	3.83	5.04
		55-25	7.03	9.58	9.37	8.66
		110-55	8.30	10.65	11.29	10.08
رملية	100% Fresh Water	25-0	5.54	3.19	2.98	3.90
		55-25	2.13	2.98	4.05	3.05
		110-55	6.39	5.96	5.75	6.03
	50%FW + 50%TWW	25-0	4.26	6.81	8.09	6.39
		55-25	7.03	12.35	10.65	10.01
		110-55	7.88	12.78	12.99	11.21
	33%FW + 67%TWW	25-0	6.81	9.37	4.90	7.03
		55-25	9.37	10.64	7.67	9.23
		110-55	5.54	11.07	7.88	8.16
	100%TWW	25-0	9.80	8.52	4.26	7.52
		55-25	9.80	9.16	10.86	9.94
		110-55	10.01	9.58	7.45	9.01

- **الماء العذب** (FW) Fresh Water
- ماء الصرف الصحي المعالجة (TWW) Treated Waste Water

جدول (10): قيم تركيز عنصر النيكل (Ni mg/l) في مستخلص الترب تحت معاملات الري المختلفة.

نوع التربة	معاملة الري	عمق التربة cm	المكررات			المتوسط
			1	2	3	
رملية طمية	100% FW	25-0	0.00	0.18	0.06	0.08
		55-25	0.00	0.04	0.28	0.11
		110-55	0.00	0.46	0.28	0.11
	50%FW + 50%TWW	25-0	0.00	0.00	0.00	0.25
		55-25	0.00	0.00	0.00	0.00
		110-55	0.00	0.00	0.00	0.00
	33% FW + 67%TWW	25-0	0.00	0.30	0.19	0.00
		55-25	0.00	0.02	0.00	0.16
		110-55	0.00	0.32	0.42	0.01
	TWW%100	25-0	0.00	0.00	0.00	0.25
		55-25	0.00	0.00	0.00	0.00
		110-55	0.00	0.00	0.00	0.00
رملية	100% Fresh Water	25-0	0.00	0.00	0.00	0.00
		55-25	0.00	0.00	0.00	0.00
		110-55	0.00	0.00	0.00	0.00
	50%FW + 50%TWW	25-0	0.00	0.19	0.16	0.00
		55-25	0.00	0.58	0.41	0.12
		110-55	0.00	0.14	0.56	0.33
	33%FW + 67%TWW	25-0	0.00	0.00	0.00	0.24
		55-25	0.00	0.00	0.00	0.00
		110-55	0.00	0.00	0.00	0.00
	100%TWW	25-0	0.00	0.70	0.70	0.00
		55-25	0.00	0.84	0.51	0.47
		110-55	0.00	0.63	0.38	0.45

- الماء العذب (FW) Fresh Water

– ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

جدول (11): قيم تركيز عنصرالحديد (Fe mg/l) في مستخلص الترب تحت معاملات الري المختلفة.

نوع التربة	معاملة الري	عمق التربة cm	المكررات			المتوسط
			1	2	3	
رملية طمية	100% FW	25-0	0.52	1.22	0.35	0.70
		55-25	0.57	1.16	1.40	1.04
		110-55	0.68	1.33	2.04	1.35
	50%FW + 50%TWW	25-0	1.46	4.48	1.69	2.54
		55-25	1.05	2.10	1.35	1.50
		110-55	0.78	1.66	1.37	1.27
	33% FW + 67%TWW	25-0	5.74	1.53	1.28	2.85
		55-25	0.68	1.27	1.47	1.14
		110-55	0.56	1.30	1.27	1.05
	TWW%100	25-0	0.79	1.50	2.27	1.52
		55-25	0.75	1.24	1.40	1.13
		110-55	0.79	1.71	2.04	1.51
رملية	100% Fresh Water	25-0	0.60	1.06	2.24	1.30
		55-25	0.75	2.09	4.40	2.41
		110-55	4.19	1.02	1.51	2.24
	50%FW + 50%TWW	25-0	1.60	1.06	0.97	1.21
		55-25	0.73	1.45	1.27	1.15
		110-55	0.59	1.02	0.93	0.84
	33%FW + 67%TWW	25-0	1.80	1.56	1.66	1.67
		55-25	1.39	1.34	1.54	1.42
		110-55	1.42	1.68	2.82	1.97
	100%TWW	25-0	0.03	1.27	0.87	0.72
		55-25	0.84	0.91	0.74	0.83
		110-55	0.87	0.77	1.33	0.99

– **الماء العذب** Fresh Water (FW)

– ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

جدول (12): قيم تركيز عنصر النحاس (Cu, ppm) في مستخلص الترب تحت معاملات الري المختلفة.

نوع التربة	معاملة الري	عمق التربة cm	المكررات			المتوسط
			1	2	3	
رملية طميئية	100% FW	25-0	2.14	0.00	0.22	0.79
		55-25	2.04	0.00	0.00	0.68
		110-55	2.15	0.00	0.30	0.82
	50%FW + 50%TWW	25-0	2.24	0.33	0.00	0.86
		55-25	2.08	0.17	0.01	0.75
		110-55	2.17	0.00	0.00	0.72
	33% FW + 67%TWW	25-0	2.08	0.35	0.22	0.88
		55-25	2.05	0.18	0.07	0.77
		110-55	2.08	0.23	0.03	0.78
	TWW%100	25-0	2.16	0.12	0.00	0.76
		55-25	2.30	0.17	0.00	0.82
		110-55	2.10	0.03	0.13	0.75
رملية	100% Fresh Water	25-0	2.21	2.22	0.10	1.51
		55-25	2.09	2.18	0.24	1.51
		110-55	2.18	2.25	0.05	1.49
	50%FW + 50%TWW	25-0	2.24	2.22	2.12	2.19
		55-25	2.08	2.38	2.12	2.19
		110-55	2.09	2.20	2.10	2.13
	33%FW + 67%TWW	25-0	0.00	0.00	0.12	0.04
		55-25	0.00	0.28	0.13	0.13
		110-55	0.00	0.30	0.11	0.14
	100%TWW	25-0	2.24	2.17	2.21	2.21
		55-25	2.22	2.14	2.13	2.16
		110-55	2.22	2.13	2.13	2.16

– **الماء العذب** Fresh Water (FW)

– ماء الصرف الصحي المعالجة (TWW) Treated Waste Water

جدول (13): قيم تركيز عنصر الرصاص (Pb, ppm) في مستخلص الترب تحت معاملات الري المختلفة.

نوع التربة	معاملة الري	عمق التربة cm	المكررات			المتوسط
			1	2	3	
رملية طميئية	100% FW	25–0	0.84	0.76	1.31	0.97
		55–25	0.00	0.64	0.67	0.44
		110–55	0.00	0.00	1.42	0.47
	50%FW + 50%TWW	25–0	1.11	1.32	1.23	1.22
		55–25	0.75	1.40	0.32	0.82
		110–55	0.48	1.08	0.63	0.73
	33% FW + 67%TWW	25–0	0.18	1.84	0.71	0.91
		55–25	1.21	1.83	0.42	1.15
		110–55	0.54	1.88	0.50	0.97
	TWW%100	25–0	0.73	1.70	0.60	1.01
		55–25	0.46	1.47	2.01	1.31
		110–55	0.41	1.12	1.01	0.85
رملية	100% Fresh Water	25–0	1.56	0.76	0.37	0.90
		55–25	1.23	1.00	0.28	0.84
		110–55	1.06	1.20	2.84	1.70
	50%FW + 50%TWW	25–0	1.45	1.32	1.80	1.52
		55–25	0.84	1.47	1.90	1.40
		110–55	0.91	1.46	1.30	1.22
	33%FW + 67%TWW	25–0	1.41	1.31	2.37	1.70
		55–25	0.55	2.14	2.56	1.75
		110–55	0.85	2.64	2.22	1.90
	100%TWW	25–0	1.20	1.68	1.62	1.50
		55–25	0.98	0.89	1.58	1.15
		110–55	1.10	1.58	1.86	1.51

– **الماء العذب** (FW) Fresh Water

– ماء الصرف الصحي المعالجة (TWW) Treated Waste Water

جدول (14): قيم تركيز عنصرالمنجنيز(Mn ,ppm) في مستخلص الترب تحت معاملات الري المختلفة.

نوع التربة	معاملة الري	عمق التربة cm	المكررات			المتوسط
			1	2	3	
رملية طميئية	100% FW	25–0	2.34	0.34	1.39	1.36
		55–25	2.03	0.00	0.00	0.68
		110–55	2.34	0.45	0.81	1.20
	50%FW + 50%TWW	25–0	1.26	0.00	0.00	0.42
		55–25	1.03	0.09	0.00	0.37
		110–55	0.00	2.03	4.41	2.15
	33% FW + 67%TWW	25–0	0.10	0.45	0.00	0.18
		55–25	0.00	0.00	1.42	0.47
		110–55	0.00	0.16	0.00	0.05
	TWW%100	25–0	0.00	0.02	1.53	0.52
		55–25	1.22	0.00	0.00	0.41
		110–55	9.27	0.81	2.28	4.12
رملية	100% Fresh Water	25–0	0.76	0.00	0.00	0.25
		55–25	1.14	0.00	0.56	0.57
		110–55	1.57	1.49	0.00	1.02
	50%FW + 50%TWW	25–0	0.57	0.00	1.57	0.71
		55–25	0.00	1.45	0.00	0.48
		110–55	3.69	4.89	1.72	3.43
	33%FW + 67%TWW	25–0	0.23	0.05	0.00	0.10
		55–25	0.00	0.99	0.00	0.33
		110–55	0.00	0.00	4.23	1.41
	100%TWW	25–0	0.80	4.50	0.00	1.76
		55–25	1.84	0.37	0.00	0.74
		110–55	0.18	4.46	1.68	2.11

– الماء العذب (FW) Fresh Water

– ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

جدول (15): قيم تركيز أيون الكروم (Cr, ppm) في مستخلص الترب تحت معاملات الري المختلفة.

نوع التربة	معاملة الري	عمق التربة cm	المكررات			المتوسط
			1	2	3	
رملية طميية	100% FW	25-0	0	0	0	0.00
		55-25	0	0	0	0.00
		110-55	0	0	0	0.00
	50%FW + 50%TWW	25-0	0	0	0	0.00
		55-25	0	0	0	0.00
		110-55	0	0	0	0.00
	33% FW + 67%TWW	25-0	0	0	0	0.00
		55-25	0	0	0	0.00
		110-55	0	0	0	0.00
	TWW%100	25-0	0	0	0	0.00
		55-25	0	0	0	0.00
		110-55	0	0	0	0.00
رملية	100% Fresh Water	25-0	0	0	0	0.00
		55-25	0	0	0	0.00
		110-55	0	0	0	0.00
	50%FW + 50%TWW	25-0	0	0	0	0.00
		55-25	0	0	0	0.00
		110-55	0	0	0	0.00
	33%FW + 67%TWW	25-0	0	0	0	0.00
		55-25	0	0	0	0.00
		110-55	0	0	0	0.00
	100%TWW	25-0	0	0	0	0.00
		55-25	0	0	0	0.00
		110-55	0	0	0	0.00

– **الماء العذب** Fresh Water (FW)

– ماء الصرف الصحي المعالجة Treated Waste Water (TWW)

جدول (16): قيم تركيز عنصرالزنك (Zn mg/l) في مستخلص الترب تحت معاملات الري المختلفة.

نوع التربة	معاملة الري	عمق التربة cm	المكررات			المتوسط
			1	2	3	
رملية طميية	100% FW	25-0	0.00	0.10	0.94	0.35
		55-25	0.00	0.00	0.00	0.00
		110-55	0.00	0.00	0.00	0.00
	50%FW + 50%TWW	25-0	0.00	0.00	0.00	0.00
		55-25	0.00	0.00	0.00	0.00
		110-55	0.00	0.00	0.00	0.00
	33% FW + 67%TWW	25-0	0.00	0.00	0.00	0.00
		55-25	0.00	0.00	0.00	0.00
		110-55	0.00	2.87	1.66	1.51
	TWW%100	25-0	0.00	0.00	0.00	0.00
		55-25	0.00	0.00	0.00	0.00
		110-55	0.00	0.03	1.91	0.65
رملية	100% Fresh Water	25-0	0.00	0.00	0.00	0.00
		55-25	0.00	0.00	7.34	2.45
		110-55	2.27	0.00	0.00	0.76
	50%FW + 50%TWW	25-0	0.00	1.52	0.00	0.51
		55-25	0.00	4.14	0.00	1.38
		110-55	4.36	5.76	7.10	5.74
	33%FW + 67%TWW	25-0	0.00	0.00	0.00	0.00
		55-25	0.22	0.00	0.00	0.07
		110-55	0.00	1.61	5.35	2.32
	100%TWW	25-0	0.00	0.00	0.00	0.00
		55-25	0.00	0.00	0.00	0.00
		110-55	0.00	3.26	6.13	3.13

– **الماء العذب** Fresh Water (FW)

جدول (17): القيم المقاسة لصفة طول السنبلة (CM) في النبات.

– ماء الصرف الصحي المعالجة (TWW) Treated Waste Water

نوع التربة	معاملة الري	المكررات			المتوسط
		1	2	3	
رملية طميئية	100% FW	13.9	11.6	14.8	13.43
	50%FW + 50%TWW	16.1	14.1	14.5	14.90
	33% FW + 67%TWW	15	15.2	14.8	15.00
	TWW%100	16	16.5	14.5	15.67
رملية	100% FW	14.5	13	13	13.50
	50%FW + 50%TWW	16.3	16.3	16.2	16.27
	33%FW + 67%TWW	15	15.4	15.5	15.30
	100%TWW	17	17	17.3	17.10

جدول (18): القيم المقاسة لصفة ارتفاع النبات (CM) في النبات.

نوع التربة	معاملة الري	المكررات			المتوسط
		1	2	3	
رملية طميئية	100% FW	53	37.8	46.6	45.80
	50%FW + 50%TWW	64.2	53.4	57.3	58.30
	33% FW + 67%TWW	47	50.3	57.8	51.70
	TWW%100	56.3	58.2	57.9	57.47
رملية	100% FW	52	50	44.5	48.83
	50%FW + 50%TWW	55	55.3	59	56.43
	33%FW + 67%TWW	52.4	55.2	58.3	55.30
	100%TWW	54.5	46.2	59	53.23

- **الماء العذب** (FW) Fresh Water

- ماء الصرف الصحي المعالجة (TWW) Treated Waste Water

جدول (19): القيم المقاسة لصفة الوزن الجاف للجذورفي النباتات .

نوع التربة	معاملة الري	المكررات			المتوسط g/column	المتوسط ton/ha
		1	2	3		

1.30	1.40	1.2	1.1	1.9	100% FW	رملية طمبية
2.60	2.73	2.9	2.3	3	50%FW + 50%TWW	
2.10	2.23	1.5	1.4	3.8	33% FW +67%TWW	
2.89	3.00	3.6	4.4	1	TWW%100	
1.80	1.97	1	2.7	2.2	100% FW	رملية
2.60	2.73	2.8	1.6	3.8	50%FW + 50%TWW	
1.80	1.90	2.7	1.2	1.8	33%FW + 67%TWW	
1.90	2.03	3	1.4	1.7	100%TWW	

جدول (20): القيم المقاسة لصفة الوزن الجاف للسنابل في النباتات .

المتوسط ton/ha	المتوسط g/column	المكررات			معاملة الري	نوع التربة
		3	2	1		
3.50	3.72	4.3	2.25	4.6	100% FW	رملية طمبية
5.00	5.27	5.5	4.8	5.5	50%FW + 50%TWW	
5.17	5.37	6.5	5.2	4.4	33% FW +67%TWW	
5.08	5.28	5.6	6.5	3.75	TWW%100	
3.37	3.50	2	4.3	4.2	100% FWW	رملية
4.20	4.37	5.6	3.5	4	50%FW + 50%TWW	
5.20	5.42	6.5	6.25	3.5	33%FW + 67%TWW	
3.69	3.83	4	4	3.5	100%TWW	

– **الماء العذب** (FW) Fresh Water

– ماء الصرف الصحي المعالجة (TWW) Treated Waste Water

جدول (21): القيم المقاسة لصفة الوزن الجاف الخضري للنباتات .

المتوسط ton/ha	المتوسط g/column	المكررات			معاملة الري	نوع التربة
		3	2	1		

4.27	4.43	5.3	2.5	5.5	100% FW	رملية طمييية
6.40	6.67	6.2	7.1	6.7	50%FW + 50%TW	
7.10	7.40	8	7.3	6.9	33% FW + 67%TWW	
6.00	6.27	7.5	7.3	4	TWW%100	
4.80	5.00	3.7	6.1	5.2	100% FW	رملية
6.10	6.33	8.1	5.5	5.4	50%FW + 50%TWW	
5.80	6.07	6.4	6.6	5.2	33%FW + 67%TWW	
5.40	5.67	5.3	7.3	4.4	100%TWW	

- **الماء العذب** (FW) Fresh Water

- ماء الصرف الصحي المعالجة (TWW) Treated Waste Water

جدول (22): القيم المقاسة لصفة الوزن الكلي الطازج للنباتات .

نوع التربة	معاملة الري	المكررات			المتوسط g/column	المتوسط ton/ha
		1	2	3		
رملية طمييية	100% FW	12.5	6.5	11.5	10.17	9.80
	50%FW + 50%TWW	16	17.5	16	16.50	15.89
	33% FW + 67%TWW	19	16.7	17.5	17.73	17.05
	TWW%100	10	20.5	18.5	16.33	15.70
رملية	100% FW	13.1	13.6	8	11.57	11.17
	50%FW + 50%TWW	14	13.5	18	15.17	14.64
	33%FW + 67%TWW	13	17.5	17.3	15.93	15.30
	100%TWW	10.1	15.5	15.5	13.70	13.19

- **الماء العذب** (FW) Fresh Water

- ماء الصرف الصحي المعالجة (TWW) Treated Waste Water

ملحق (4)
الصور الخاصة بتصميم وتنفيذ التجربة

صورة (1)

مياه الصرف ٪١٠٠ رملي عضوي A1
مياه الصرف ٪٥٠ مياه عذبة ٪٥٠ رملي طيني A3
مياه الصرف ٪٥٠ مياه عذبة ٪٥٠ رملي طيني A2
مياه الصرف ٪٥٠ مياه عذبة ٪٥٠ رملي طيني A1

صورة (2)

مياه
الصرف
١٠٠٪
رملي
طمي
A1
مياه
الصرف
١٠٠٪
رملي
طمي
A2
مياه
الصرف
١٠٠٪
رملي
طمي
A3
مياه
عذبة
١٠٠٪
رملي
طمي
A1

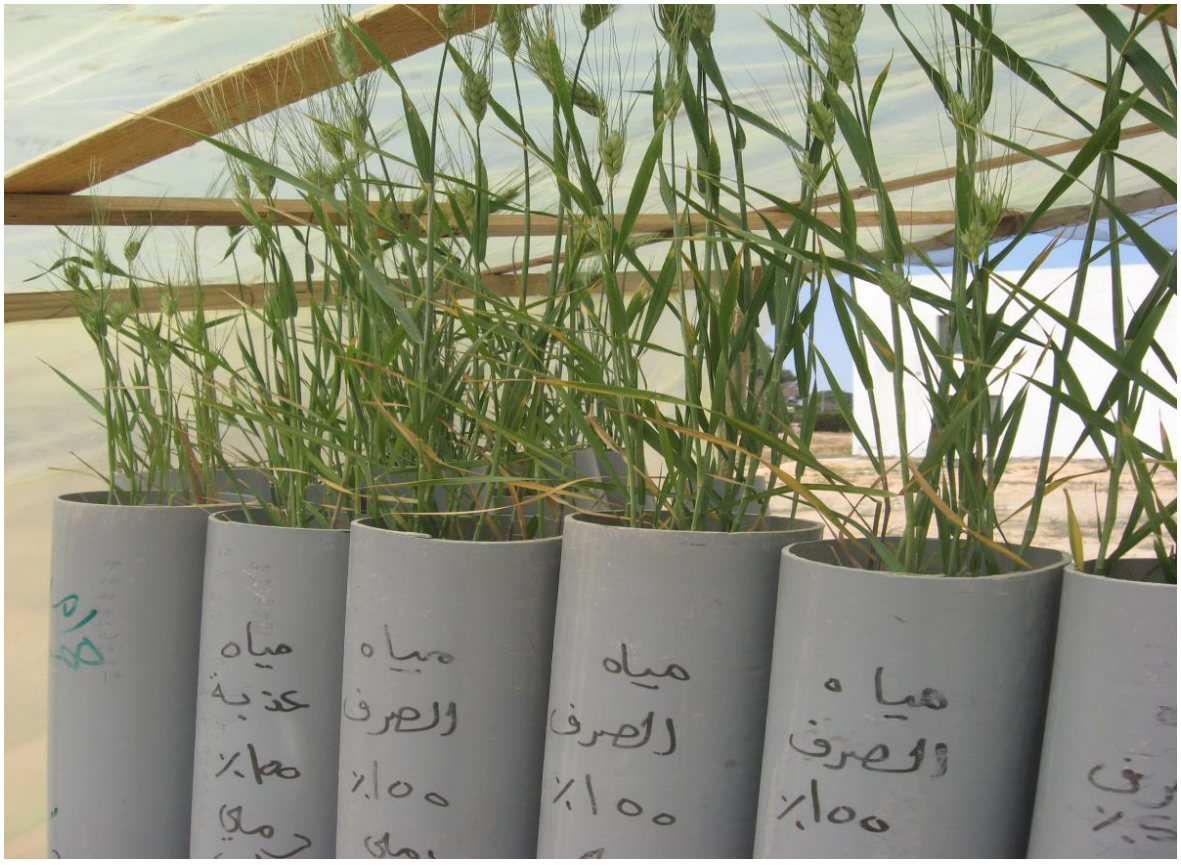
صورة (3)

صورة (4)

صورة (5)

صورة (6)

صورة (7)

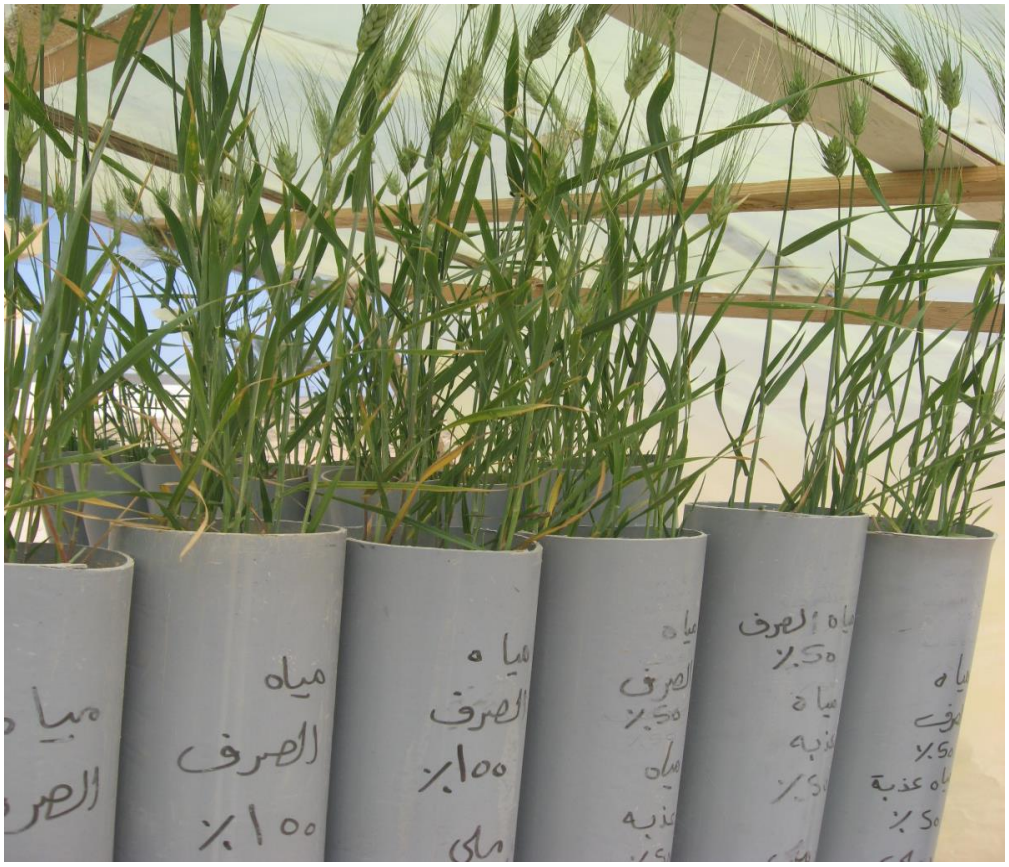


صورة (8)

صورة (9)

صورة (10)

صورة (11)



صورة (12)

صورة (13)

صورة (14)

صورة (15)

صورة (16)

صورة (17)

صورة (18)

صورة (19)

صورة (20)