دراسة الخصائص الهيدروليكية لنظام الري بالتنقيط وتأثيره على كفاءات الري مقارنة بالري السطحي لإنتاج الطماطم تحت ظروف صنعاء

أطروحة تقدم بها:
عبد الكريم محمد احمد المجاهد
بكالوريوس علوم زراعية - هندسة زراعية - جامعة الملك سعود - السعودية **1990**م
ماجستير هندسة زراعية (ري) - جامعة صنعاء **2001**م

رسالة مقدمة لجامعة الخرطوم للإيفاء بمتطلبات درجة الدكتوراه
(هندسة زراعية)

بـــإشـــراف

مشرف: د.أمير بخيت سعيد
مشرف مساعد: د. عبد المنعم الأمين محمد
مشرف خارجي: د. عبد الله محمد محمد يايه

جامعة الخرطوم
كلية الزراعة
قسم الهندسة الزراعية
2006م

الإهـــداء

إلـــــــــــــــــــى معلم البشرية سيدنا محمد عليه افضل الصلاة وأتم التسليم

إلـــــــــــــــــــى من قال فيهم الله تعالى " وبالوالدين إحسانا"
والدي العزيز
والدتي الحنونة

إلـــــــــــــــــــى من ذللت الصعاب في طريقي زوجتي حباً ووفاء واعزازاً

إلـــــــــــــــــــى الزهور اليانعة أولادي ميعاد وشروق ومعاذ ومرام
وقرة العين محمد

إلـــــــــــــــــــى إخواني وأخواتي

اهدي خلاصة جهدي
وفاءاً وعرفاناً لهم

عبد الكريم

الفهــرس

الصفحة

الشكر i
الخلاصة باللغة العربية ii
الخلاصة باللغة الانجليزية iv
الفصل الأول: المقدمة 1
الفصل الثاني: مراجعة المصادر 4
1.2 لمحة تاريخية 4
2.2 مميزات الري بالتنقيط ومشكلاته 5
1.2.2 مميزات الري بالتنقيط 5
1.1.2.2 التشغيل والتحكم 5
2.1.2.2 رطوبة التربـة 6
3.1.2.2 التربـة والتضاريس 6
4.1.2.2 الاحتياجات المائية 6
5.1.2.2 نوعية المياه 7
6.1.2.2 تكلفة النظام 7
7.1.2.2 إضافة الأسمدة والكيميائيات خلال نظام الري بالتنقيط7
8.1.2.2 مقاومة الآفات والأمراض 8
9.1.2.2 البيئة المحميـة 8
2.2.2 مشكلات الري بالتنقيط 8
1.2.2.2 انسـداد المنقطات 8
2.2.2.2 ملـوحـة التربة 9
3.2.2.2 تعرض النظـام للأضـرار 9
4.2.2.2 التحكم في البيئة 9
5.2.2.2 الانتشار المحدود للجذور وانخفاض التهوية 10
6.2.2.2 مصدر الماء 10
7.2.2.2 التصميم والصيانة 10
8.2.2.2 المحاصيل 11
3.2 علاقة الضغط بالتصريف 11
4.2 تأثير أنظمـة الري 14

1.4.2 كفاءة التجانس 14
1.1.4.2 الاختلاف في تصنيع المنقطات لنظام الري بالتنقيط 16
2.1.4.2 انتظامية التنقيط 19
2.4.2 كفاءة إضافة الماء 22
3.4.2 كفاءة خزن الماء 24
5.2 تأثير أنظمة ومستويات ماء الري في صفات نمو النبات 25
6.2 تأثير أنظمة الري في إنتاجية محصول الطماطم 26
7.2 تأثير أنظمة الري في الاستهلاك المائي وكفاءة استخدام المياه 29
8.2 تأثير مستويات ماء الري في إنتاجية محصول الطماطم 31
9.2 تأثير مستويات الري في كفاءة استخدام المياه 32
10.2 تأثير محسنات التربة 32
الفصل الثالث : مواد وطرق البحث 34
1.3 مواد البحث 34
1.1.3 التحليلات الكيميائية والفيزيائية للتربة 34
2.1.3 التحليلات الكيميائية للماء 34
3.1.3 التصميم التجريبي 34
1.3.1.3 شبكة خطوط نظامي الري بأنابيب التنقيط السطحية والنقاطات بدون صمام الضغط 35
2.3.1.3 خطوط نظام الري السطحي 36
3.3.1.3 خطوط نظام الري السطحي + البوليمر 36
2.3 طرق البحث 36
1.2.3 زراعة محصول الطماطم 36
2.2.3 الاحتياجات المائية 37
3.2.3 التجربة الحقلية 37
4.2.3 تجربة قياس معامل الاختلاف المصنعي 38
5.2.3 القياسات 38
1.5.2.3 قياس التصريف 38
2.5.2.3 قياس الضغط 38
3.5.2.3 قياس المحتوى الرطوبي 38
4.5.2.3 قياس صفات نمو نبات الطماطم 41
5.5.2.3 قياس انتاجية المحصول 41

6.5.2.3 كفاءة استخدام المياه 41
الفصل الرابع: النتائج والمناقشة 42
1.4 خصائص التربة وماء الري 42
1.1.4 الخصائص الفيزيائية والكيمائية للتربة42
2.1.4 التحليلات الكيميائية للماء 42
2.4 الخصائص الهيدروليكية للنقاطات 42
1.2.4 علاقات الضغط بالتصريف 43
2.2.4 معامل الاختلاف المصنعي للنقاطات 45
3.2.4 معامل انتظام التنقيط 46
3.4 تأثير أنظمة الري في الصفات المدروسة في المرحلة التمهيدية لنمو المحصول 47
1.3.4 الصفات المدروسة والمتأثرة معنوياً 47
1.1.3.4 كفاءة الإضافة 47
2.1.3.4 كفاءة الخزن 47
3.1.3.4 ارتفاع النبات 48
4.1.3.4 قطر ساق النبات 48
5.1.3.4 عدد أفرع النبات 48
2.3.4 الصفات المدروسة التي لم تتأثر معنوياً 49
1.2.3.4 كفاءة التجانس 49\
4.4 تأثير مستويات الري في ا لصفات المدروسة في المرحلة التمهيدية لنمو المحصول 50
1.4.4 الصفات المدروسة والمتأثرة معنوياً 50
1.1.4.4 كفاءة الإضافة 50
2.1.4.4 كفاءة التجانس 51
3.1.4.4 كفاءة الخزن 51
4.1.4.4 ارتفاع النبات 52
5.1.4.4 قطر ساق النبات 52
6.1.4.4 عدد أفرع النبات 52
5.4 تأثير التداخل بين أنظمة ومستويات الري في الصفات المدروسة في المرحلة التمهيدية لنمو المحصول 53
1.5.4 الصفات المدروسة والمتأثرة معنوياً 53

1.1.5.4 كفاءة الإضافة 53
2.1.5.4 كفاءة التجانس 53
3.1.5.4 كفاءة الخزن 54
4.1.5.4 ارتفاع النبات 55
5.1.5.4 قطر ساق النبات 56
6.1.5.4 عدد أفرع النبات 56
6.4 المعادلات التنبؤية للمرحلة التمهيدية لنمو المحصول 61
1.6.4 كفاءة الإضافة 61
2.6.4 كفاءة الخزن 61
3.6.4 كفاءة التجانس 62
4.6.4 ارتفاع النبات 62
5.6.4 قطر ساق النبات 63
6.6.4 عدد أفرع النبات 63
7.4 تأثير أنظمة الري في الصفات المدروسة في مرحلة تطور المحصول 66
1.7.4 الصفات المدروسة والمتأثرة معنوياً 66
1.1.7.4 كفاءة الإضافة 66
2.1.7.4 كفاءة الخزن 66
3.1.7.4 ارتفاع النبات 67
4.1.7.4 قطر ساق النبات 67
5.1.7.4 عدد أفرع النبات 67
2.7.4 الصفات المدروسة والتي لم تتأثر معنوياً 68
1.2.7.4 كفاءة التجانس 68
8.4 تأثير مستويات الري في الصفات المدروسة في مرحلة تطور المحصول 69
1.8.4 الصفات المدروسة والمتأثرة معنوياً 69
1.1.8.4 كفاءة الإضافة 69
2.1.8.4 كفاءة التجانس 70
3.1.8.4 كفاءة الخزن 70
4.1.8.4 ارتفاع النبات 70
5.1.8.4 قطر ساق النبات 70
6.1.8.4 عدد أفرع النبات 70
9.4 تأثير التداخل بين أنظمة ومستويات الري في الصفات المدروسة

في مرحلة تطور المحصول 72
1.9.4 الصفات المدروسة والمتناثرة معنوياً 72
1.1.9.4 كفاءة الإضافة 72
2.1.9.4 كفاءة التجانس 73
3.1.9.4 كفاءة الخزن 74
4.1.9.4 ارتفاع النبات 74
5.1.9.4 عدد أفرع النبات 75
2.9.4 الصفات المدروسة و التي لم تتأثر معنوياً 76
1.2.9.4 قطر ساق النبات 76
10.4 المعادلات التنبؤية في مرحلة تطور المحصول 81
1.10.4 كفاءة الإضافة 81
2.10.4 كفاءة الخزن 81
3.10.4 كفاءة التجانس 82
4.10.4 ارتفاع النبات 82
5.10.4 قطر ساق النبات 83
6.10.4 عدد أفرع النبات 83
11.4 تأثير أنظمة الري في الصفات المدروسة في نهاية مرحلة منتصف الموسم 86
1.11.4 الصفات المدروسة والمتأثرة معنوياً 86
1.1.11.4 كفاءة الإضافة 86
2.1.11.4 كفاءة الخزن 86 3.1.11.4 ارتفاع النبات 86
4.1.11.4 قطر ساق النبات 87
5.1.11.4 عدد أفرع النبات 87
2.11.4 الصفات المدروسة والتي لم تتأثر معنوياً 88
1.2.11.4 كفاءة التجانس 88
12.4 تأثير مستويات الري في الصفات المدروسة في نهاية مرحلة منتصف الموسم 89
1.12.4 الصفات المدروسة والمتأثرة معنوياً 90
1.1.12.4 كفاءة الإضافة 90
2.1.12.4 كفاءة الخزن 90
3.1.12.4 ارتفاع النبات 90
4.1.12.4 قطر ساق النبات 90

5.1.12.4 عدد أفرع النبات 91
2.12.4 الصفات المدروسة و التي لم تتأثر معنوياً 91
1.2.12.4 كفاءة التجانس 91
13.4 تأثيرا لتداخل بين أنظمة ومستويات الري في الصفات المدروسة في نهاية مرحلة منتصف الموسم 91
1.13.4 الصفات المدروسة والمتأثرة معنوياً 92
1.1.13.4 كفاءة الإضافة 92
2.1.13.4 كفاءة الخزن 92
3.1.13.4 ارتفاع النبات 93
4.1.13.4 عدد أفرع النبات 93
2.13.4 الصفات المدروسة والتي لم تتأثر معنوياً 94
1.2.13.4 كفاءة التجانس 94
2.2.13.4 قطر ساق النبات 95
14.4 المعادلات التنبؤية في نهاية مرحلة منتصف الموسم 95
1.14.4 كفاءة الإضافة 95
2.14.4 كفاءة الخزن 100
3.14.4 ارتفاع النبات 100
4.14.4 قطر ساق النبات 101
5.14.4 عدد أفرع النبات 101
15.4 تأثير أنظمة الري في الصفات المدروسة نهاية الموسم 104
1.15.4 الصفات المدروسة والمتأثرة معنوياً 104
1.1.15.4 الإنتاجية 104
2.1.15.4 الاستهلاك المائي 104
3.1.15.4 كفاءة استخدام المياه 105
16.4 تأثير مستويات الري في الصفات المدروسة نهاية الموسم 106
1.16.4 الصفات المدروسة والمتأثرة معنوياً 106
1.1.16.4 الإنتاجية 106
2.1.16.4 الاستهلاك المائي 107
3.1.16.4 كفاءة استخدام المياه 107
17.4 تأثير التداخل بين أنظمة و مستويات ماء الري في الصفات المدروسة نهاية الموسم 107

1.17.4 الصفات المدروسة والمتأثرة معنوياً 108
1.1.17.4 الاستهلاك المائي 108
2.17.4 الصفات المدروسة والتي لم تتأثر معنوياً 108
1.2.17.4 الإنتاجية 108
2.2.17.7 كفاءة استخدام المياه 108
18.4 المعادلات التنبؤية في نهاية الموسم 112
1.18.4 الإنتاجـــــــــية 112
2.18.4 الاستهلاك المائي 112
3.18.4 كفاءة استخدام المياه 113
الفصل الخامس: الاستنتاجات والتوصيات 115
1.5 الاستنتاجات 115
2.5 التـوصيـــات 116
المصـــادر 117
الملاحق

فهـــــــــــــــــرس الجداول

رقم جدول	العنوان	الصفحة
1.2	المعيار العام لمعامل انتظام التنقيط	15
2.2	تصنيف النقاطات من حيث معامل الاختلاف المصنعي	18
1.3	توزيع المعاملات داخل كل قطاع حسب التصميم المتبع.	39
2.3	مواصفات النقاطات المستخدمة في التجربة.	39
1.4	تصريف النقاطات عند ضغوط التشغيل المختلفة	43
2.4	قيم معاملات معادلة التصريف لأنواع النقاطات المستخدمة في التجربة	43
3.4	معامل الاختلاف المصنعي Cv للنقاطات المستخدمة	45
4.4	معامل انتظام التنقيط Eu% للنقاطات المستخدمة.	46
5.4	تحليل التباين بمتوسطات المربعات للصفات المدروسة في المرحلة التمهيدية لنموالمحصول	49
6.4	تأثير أنظمة الري في الصفات المدروسة في المرحلة التمهيدية لنمو المحصول	50
7.4	تأثير مستويات الري الري في الصفات المدروسة في المرحلة التمهيدية لنمو المحصول	51
8.4	تأثير التداخل بين أنظمة ومستويات الري الري في الصفات المدروسة في المرحلة التمهيدية لنمو المحصول	57
9.4	يبين معادلات الانحدار للصفات بدلالة أنظمة ومستويات الري الري في المرحلة التمهيدية لنمو المحصول	64
10.4	يبين علاقة الارتباط (*) و(**) للمرحلة التمهيدية لنمو المحصول	65

11.4	يبين علاقة الارتباط (*) و(**) للمرحلة التمهيدية لنمو المحصول	65
13.4	تأثير أنظمة الري في الصفات المدروسة قي مرحلة تطور المحصول	69
رقم جدول	العنوان	الصفحة
14.4	تأثير مستويات الري في الصفات المدروسة قي مرحلة تطور المحصول	71
15.4	تأثيرا لتداخل بين أنظمة ومستويات الري في الصفات المدروسة في مرحلة تطور المحصول	77
16.4	يبين معادلات الانحدار للصفات بدلالة أنظمة ومستويات الري في مرحلة تطور المحصول	84
17.4	يبين علاقة الارتباط (*) و(**) لمرحلة تطور المحصول	85
18.4	يبين علاقة الارتباط (*) و(**) لمرحلة تطور المحصول	85
19.4	تحليل التباين بمتوسطات المربعات للصفات المدروسة في نهاية مرحلة منتصف الموسم	88
20.4	تأثير أنظمة الري في الصفات المدروسة قي نهاية مرحلة منتصف الموسم	89
21.4	تأثير مستويات الري في الصفات المدروسة قي نهاية مرحلة منتصف الموسم	89
22.4	تأثير التداخل بين أنظمة ومستويات الري في الصفات المدروسة في نهاية مرحلة منتصف الموسم.	96
23.4	يبين معادلات الانحدار للصفات بدلالة أنظمة ومستويات الري في نهاية مرحلة منتصف الموسم	102
24.4	يبين علاقة الارتباط (*) و(**) لمرحلة نهاية منتصف الموسم	103
25.4	يبين علاقة الارتباط (*) و(**) لمرحلة نهاية منتصف الموسم	103
26.4	تحليل التباين بمتوسطات المربعات للصفات المدروسة نهاية الموسم	105

27.4	تأثير أنظمة الري في الصفات المدروسة نهاية الموسم	106
28.4	تأثير مستويات الري في الصفات المدروسة نهاية الموسم	106
29.4	تأثير التداخل بين أنظمة ومستويات الري في الصفات المدروسة نهاية الموسم.	109
30.4	يبين معادلات الانحدار للصفات بدلالة أنظمة ومستويات الري في نهاية الموسم	114
31.4	يبين علاقة الارتباط (*) و(**) نهاية الموسم	114

فهـــــــــــــــــرس الأشكال

رقم الشكل	العنوان	الصفحة
1.3	مخطط توضيحي لخطوط الري المستخدمة في التجربة الحقلي	40
1.4	علاقة الضغط بالتصريف للنقاطات المستخدمة في التجربة	44
2.4	تأثير أنظمة ومستويات الري في كفاءة الإضافة في المرحلة التمهيدية لنمو المحصول	58
3.4	تأثير أنظمة ومستويات الري في كفاءة التجانس في المرحلة التمهيدية لنمو المحصول	58
4.4	تأثير أنظمة ومستويات الري في كفاءة الخزن في المرحلة التمهيدية لنمو المحصول	59
5.4	تأثير أنظمة ومستويات الري في ارتفاع النبات في المرحلة التمهيدية لنمو المحصول	59
6.4	تأثير أنظمة ومستويات الري في قطر ساق النبات في المرحلة التمهيدية لنمو المحصول	60
7.4	تأثير أنظمة ومستويات الري في عدد أفرع النبات في المرحلة التمهيدية لنمو المحصول	60
8.4	تأثير أنظمة ومستويات الري في كفاءة الإضافة في مرحلة تطور المحصول	78
9.4	تأثير أنظمة ومستويات الري في كفاءة التجانس في مرحلة تطور المحصول	78
10.4	تأثير أنظمة ومستويات الري في كفاءة الخزن في مرحلة تطور المحصول	79
11.4	تأثير أنظمة ومستويات الري في ارتفاع النبات في مرحلة تطور المحصول	79
12.4	تأثير أنظمة ومستويات الري في عدد أفرع النبات في مرحلة تطور المحصول	80
13.4	تأثير أنظمة ومستويات الري في قطر ساق النبات في مرحلة تطور المحصول	80

14.4	تأثير أنظمة ومستويات الري في كفاءة الإضافة في نهاية مرحلة منتصف الموسم	97
15.4	تأثير أنظمة ومستويات الري في كفاءة الخزن في نهاية مرحلة منتصف الموسم	97
رقم الشكل	العنوان	الصفحة
17.4	تأثير أنظمة ومستويات الري في عدد أفرع النبات في نهاية مرحلة منتصف الموسم	98
18.4	تأثير أنظمة ومستويات الري في كفاءة التجانس في نهاية مرحلة منتصف الموسم	99
19.4	تأثير أنظمة ومستويات الري في قطر ساق النبات في نهاية مرحلة منتصف الموسم	99
20.4	تأثير أنظمة ومستويات الري في الاستهلاك المائي نهاية الموسم	110
21.4	تأثير أنظمة ومستويات الري في انتاجية محصول الطماطم نهاية الموسم	110
22.4	تأثير أنظمة ومستويات الري في كفاءة استخدام المياه نهاية الموسم	111

شـــــــــــــــكر وتقـــــــــــــــدير

- الحمد لله رب العالمين الذي أعانني في إعداد هذه الرسالة، والصلاة والسلام على سيد الخلق محمد وعلى اله وصحبه أجمعين.
- إما بعد اتقدم بالشكر والعرفان إلى الأساتذة لجنة الإشراف وهم الأستاذ الدكتور/ أمير بخيت سعيد والدكتور/ عبد المنعم الأمين محمد والدكتور/ عبد الله محمد محمد يايه على إشرافهم ومتابعتهم لتنفيذ البحث وكتابة الرسالة والعطاء الذي لاحدود له.
- كما أتقدم بالشكر والتقدير إلى عمادة كلية الزراعة جامعة صنعاء وأعضاء هيئة التدريس بقسم الهندسة الزراعية على تقديم العون والمساعدة في كل المشاكل التي واجهتني .
- كما أجد من الوفاء والإخلاص أن أتقدم بالشكر للأخ المهندس/ناجي طاهر مدير المزرعة التعليمية والمهندس/ فتحي الجنيد والمهندس/ عبد الملك المجاهد على مساعدتهم لي طوال فترة تنفيذ البحث وكتابة الرسالة بعظيم شكري وامتناني .
- كما لا أنسى أن أتقدم بعظيم شكري وامتناني إلى كل من مد لي يد العون وإبداء روح التعاون والمساعدة.

والله ولي الهداية والتوفيق.

عبد الكريم

خلاصة الأطروحة

تم إجراء هذا البحث في حقل المزرعة التعليمية بكلية الزراعة – جامعة صنعاء خلال الفترة 2004-2005 في تربة طينية لغرض دراسة تأثير أنظمة الري بالتنقيط السطحي بنوعين من النقاطات: أنابيب التنقيط السطحية "GR" (نقاطات داخل الخط) والنقاطات بدون صمام الضغط (Euro-key) والري السطحي والري السطحي + محسن التربة الكيميائي (البوليمر) في كفاءات الإضافة والتجانس والخزن وفي بعض الخصائص الهامة لنمو النبات (الارتفاع وقطر الساق وعدد الأفرع للنبات) والإنتاجية والاستهلاك المائي وكفاءة استخدام المياه، وقد أُخذ محصول الطماطم كمؤشر للدراسة، كما تم اختبار النقاطات المستخدمة في التجربة بهدف دراسة الخواص الهيدروليكية ومعامل الاختلاف المصنعي لها وانتظامية التنقيط.

استخدم تصميم القطع المنشقة (RCBD) بثلاث مكررات احتلت أنظمة الري المعاملات الرئيسية باستخدام ثلاث مستويات لإضافة الماء 100% 75%، 50%، من الاحتياجات المائية للنبات (ET_c) والتي تم تقديرها باستخدام برنامج الحاسوب (Cropwat) المعد من قِبل منظمة الفاو (1992)، واستخدمت طريقة دنكن عند مستوى احتمال ($P \leq 0.05$) في اختبار معنوية الفروقات بين متوسطات المعاملات المختلفة وكانت أهم النتائج كما يلي:

- متوسط معامل الاختلاف المصنعي 0.068 لأنابيب التنقيط السطحية (نقاطات داخل الخط GR) و0.066 للنقاطات بدون صمام الضغط (Euro-key).
- أما معادلات التصريف فهي: $q = 0.800H^{0.355}$ لأنابيب التنقيط السطحية (نقاطات داخل الخط GR) و$q = 0.785H^{0.364}$ للنقاطات بدون صمام الضغط.
- متوسط معامل إنتظامية التنقيط 94% لأنابيب التنقيط السطحية (نقاطات داخل الخط GR) و94.67% للنقاطات بدون صمام الضغط وتعتبر النقاطات المستخدمة ممتازة حسب معيار العمود (1997).
- تأثير أنواع أنظمة الري: كان معنوياً عند مستوى ($P \leq 0.01$) في كلٍ من كفاءة الإضافة وكفاءة الخزن وارتفاع النبات وقطر ساق النبات وعدد أفرع النبات والإنتاجية والاستهلاك المائي وكفاءة استخدام المياه في حين ان كفاءة التجانس لم تتأثر معنوياً وقد كانت النتائج لأنواع أنظمة الري بأنابيب التنقيط السطحية (نقاطات داخل الخط GR) والنقاطات بدون صمام الضغط والري السطحي والري السطحي + البوليمر على التوالي كما يلي:
  * متوسط كفاءة الإضافة 86 ، 86 ، 47 و48%.
  * متوسط كفاءة التجانس 98 ، 98 ، 98 و99%.
  * متوسط كفاءة الخزن 55 ، 55 ، 41 و42%.
  * متوسط ارتفاع النبات 35 ، 35 ، 35 و38 سم.
  * متوسط قطر ساق النبات 10 ، 10 ، 10 و12 مم.
  * متوسط عدد أفرع النبات 10 ، 10 ، 9 و13.
  * متوسط إنتاجية محصول الطماطم 24.8 ، 24.9 ، 24.1 و31.4 طن/هـ.
  * متوسط الاستهلاك المائي 397 ، 397 ، 596 و596 مم.
  * متوسط كفاءة استخدام المياه 6.5 ، 6.5 ، 4.2 و5.5 كجم/م^3.
- تأثير مستويات ماء الري: وُجد ان اختلاف مستويات ماء الري له تأثير معنوي عند مستوى ($P \leq 0.01$) في جميع الصفات المدروسة، وقد كانت النتائج لمستويات الري 100%، 75% و50% من الاحتياج المائي للمحصول على التوالي كما يلي:
  * متوسط كفاءة الإضافة 60 ، 67 و73%.

* متوسط كفاءةالتجانس 98 ، 98 و99%.
* متوسط كفاءة الخزن 63 ، 49 و33%.
* متوسط الإنتاجية 30.6 ، 26.5 و21.7 طن/هـ.
* متوسط الاستهلاك المائي 662 ، 496 و331 مم.
* متوسط كفاءة استخدام المياه 4.8 ، 5.5 و6.8 كجم/م^3.
* أما فيما يتعلق بصفات نمو النبات فهي تزداد طردياً مع مستويات إضافة الماء.

- تم استنباط معادلات رياضية للتنبؤ بالصفات المدروسة فيما يتعلق بعوامل نمو النبات والإنتاجية وكفاءة استخدام المياه اعتماداً على العوامل المتضمنة في الدراسة.

Study on Drip Irrigation Hydraulic Characteristics and the Impact on Irrigation Efficiencies Compared to Surface Irrigation for Tomato Production Under Sana'a Conditions

ABSTRACT

This work was conducted at the Demonstration Farm of the Faculty of Agriculture – University of Sana'a during the period 2004/2005. The study included a surface drip irrigation system with two types of drippers: the built-in (GR) and the built-on or pressure non-compensating (Euro-key) emitters, the surface irrigation method on its own and when a chemical soil conditioner (polymer) was added. The parameters investigated included water application efficiency (Ea), uniformity distribution (Cu), storage efficiency (Es), plant growth attributes (plant height, stem diameter, number of branches/plant) crop yield, water consumption and water use efficiency (WUE). Tomato was taken as the indicator plant. Also, the drippers used were studied for their hydraulic characteristics and manufacturing coefficient of variation (Cv) and emission uniformity (Eu). The experimental design used was the randomized complete block design (RCBD) with three replicates: the main treatments being the irrigation systems in which three levels of watering were used 100%, 75%, 50% of crop water requirement (ETc), which was estimated by the FAO (1992) Cropwat computer programme.

Duncan test at ($P \leq 0.05$) was used for checking variations among average values. Following are the most important results obtained:

For the (GR) and (Euro-key) emitters the results were respectively:

- Cv: 0.068 and 0.066.
- Rate of discharge: $q = 0.800H^{0.355}$ and $q = 0.785H^{0.364}$.
- Eu: 94% and 94.67% and hence the emitters are rated excellent according to Al Amoud (1997).
- In so far as the type of irrigation system is concerned, the effect was significant at ($P \leq 0.01$) for Ea, Es, plant height, stem diameter, number of branches/plant, yield, water consumption and water use efficiency (WUE), however no significant effect was recorded with respect to Cu.

For the drip irrigation with emitters (GR & Euro-key), the surface irrigation on its own and the surface irrigation + polymer, the average results are respectively as follows:

* Ea%: 86, 86, 47 and 48.
* Cu%: 98, 98, 98 and 99.
* Es%: 55, 55, 41 and 42.
* Plant height (cm): 35, 35, 35 and 38.
* Stem diameter (mm): 10, 10, 10 and 12.
* Number of branches/plant: 10, 10, 9 and 13.
* Yield (ton/ha): 24.8, 24.9, 24.1 and 31.4.
* Water consumption (mm): 397, 397, 596 and 596.
* WUE (kg/m^3): 6.5, 6.5, 4.2 and 5.5.

- The study shows that watering levels resulted in significant differences ($P \leq 0.01$) with respect to the parameters under investigation. Watering at 100%, 75% and 50% of crop water requirement (ETc) were respectively as follows:

* Ea%: 60, 67 and 73.

* Cu%: 98, 98 and 99.

* Es%: 63, 49 and 33.

* Yield (ton/ha): 30.6, 26.5 and 21.7.

* Water consumption (mm): 662, 496 and 331.

* WUE (kg/m^3): 4.8, 5.5 and 6.8.

* Whereas, for the other plant parameters there was a positive increase with the increase in watering level.

- The study also revealed mathematical relations that can be used with confidence to predict plant growth attributes, yield and WUE based on the available parameters.

الفصل الأول
المقدمة

تعتبرمشكلةالمياه من اهم المشاكل التي تواجه الجمهورية اليمنية حالياً. فمنذ قرون عديدة استطاع الإنسان اليمني أن يدير الموارد المائية بشكل ممتاز فلقد أدت عمليات الري بالفيضان وبناء المدرجات إلى استمرارية الإنتاج الزراعي وتغذية المياه الجوفية، ولكن خلال العقود الماضية وبسبب زيادة عدد السكان وتنامي واختلاف حاجاتهم وشح الأمطار ازداد الاعتماد على ألمياه الجوفية حيث تقدر كميات الري الحالية من المياه الجوفية بـ 2600 مليون متر مكعب والذي أدى إلى انخفاض مستوى الماء الأرضي وزيادة تكاليف الضخ وتدهور نوعية المياه الجوفية إضافة إلى تهديد مصادر مياه الشرب وزيادة تكلفتها.

ومن المتوقع أن يصل عدد سكان اليمن عام 2010م إلى 25.47 مليون نسمة وتقدر احتياجاتهم المائية للاستخدام المنزلي 476.8 مليون متر مكعب في السنة، والاستخدام الصناعي أكثر من 623.8 مليون متر مكعب في السنة [بغض النظر عن توسع الصناعة في المحافظات الجنوبية والشرقية] والاستخدام الزراعي 2143 مليون متر مكعب في السنة ومن المتوقع أن تكون حصة الزراعة من المياه الجوفية في عام 2010م في المحافظات الشمالية والغربية 650 مليون متر مكعب والذي يشكل حوالي 30% مما يستخرج حالياً. أما في حوض صنعاء فمن المتوقع أن تستنزف كمية المياه الموجودة في الحوض خلال عشر سنوات (بامطرف وآخرون، 1996؛ والسنباني وبامطرف، 1993).

ومن أوائل التحديات التي تواجه الموارد المائية العربية بعد الشح هو تدني كفاءة استخدام هذه الموارد ويعتبر التوسع الكبير للري السطحي التقليدي في الوطن العربي هو المؤثر الأول في مستوى تدني كفاءة استخدام هذه الموارد حيث أن الزراعة المروية تستحوذ على 89% من جملة الاستخدامات المائية في الوطن العربي وأن 85% من هذه الزراعة المروية تستخدم رياً سطحياً تقليدياً وأن المتوسط العام لكفاءة الري السطحي التقليدي في الوطن العربي بحدود 38% (المنظمة العربية للتنمية الزراعية، 1999).

ومن هنا كانت هناك الحاجة الماسة للدراسة والتطوير في تقنية الري لتوفير المياه والطاقة، ولعل واحدة من أهم طرق التقنية الحديثة في الري ممثلة في نظام التنقيط تحقق بعض هذه المطالب وتتلافى بعض العيوب التي ظهرت مع طرق الري الأخرىكالري السطحي والذي لاتزيد كفاءته عن 50% في الجمهورية اليمنية (بامطرف وآخرون ، 1996).

ويوفر الري بالتنقيط المصمم جيداً كميات من المياه تصل إلى% 50 مقارنة بالري السطحي و30% مقارنة بالري بالرش وذلك بتقليل فوافد المياه التي قد تضيع بالتسرب العميق أو بالجريان السطحي أو بالتبخر في نظم الري الأخرى، ولا يتوقف التوفير عند المياه فحسب بل هناك توفير في الطاقة لان النظام يعمل عند ضغوط تشغيل منخفضة مقارنة بنظم الري بالرش(العمود، 1997)، ويعد الري بالتنقيط إحدى المبتكرات الحديثة لإضافة ماء الري وهو بلاشك يمثل تقدما واضحاًفي تقنية الري وتعد الجمهورية اليمنية من الدول التي تطبق تقنيات الري بالتنقيط ولو أن استخدام هذه التقنية مازال في بدايته، ويكثر استخدام نظم الري بالتنقيط في ري محاصيل البيوت المحمية والخضروات والفواكه وأشجار الزينة وبعض المسطحات الخضراء. وبناءاً على ماتقدم فإن هذه الدراسة تهدف إلى دراسة ما يلي :-

1. الخواص الهيدروليكية لبعض النقاطات المتوفرة في السوق المحلية.
2. تأثير أنظمة الري بأنابيب التنقيط السطحية والنقاطات بدون صمام الضغط و السطحي و السطحي +البوليمر وبثلاثة مستويات من ماء الري - % 100، 75 ، 50 خلال مراحل نمو النبات المختلفة في :-
   - كفاءة الإضافة
   - كفاءة الخزن

- كفاءة التجانس
- صفات نمو المحصول وتشمل:
- ارتفاع نبات الطماطم
- قطر ساق نبات الطماطم
- عدد أفرع نبات الطماطم

3. تأثير أنظمة الري بأنابيب التنقيط السطحية والنقاطات بدون صمام الضغط و السطحي و السطحي + البوليمر وبثلاثة مستويات من ماء الري100%، 75 ، 50 في :-
- إنتاجية محصول الطماطم
- الاستهلاك المائي لمحصول الطماطم
- كفاءة استخدام المياه

4.استنباط علاقات رياضية إحصائية بمعادلات انحدار للتنبؤ بالصفات المدروسة اعتماداً على العوامل الداخلة في الدراسة.

الفصل الثاني
مراجعة المصادر

1.2 لمحة تاريخية

ترجع بداية ري التنقيط إلى القرن الماضي حيث أجريت تجربة في ألمانيا عام 1869م استخدمت فيها أنابيب قصيرة من الطين ذات فتحات عند موضع الوصلات وذلك بغرض الري والصرف في آن واحد. وفي عام 1912م بدئ بتجربة ري التنقيط تحت السطحي في الولايات المتحدة الامريكية لأنابيب ذات فتحات ولكن تلك التجربة لم تنجح بسبب التكاليف الباهظة لها . وخلال عام 1920م استخدمت الأنابيب ذات الفتحات في عدد من التجارب لأنواع متعددة من الأنابيب للري والتحكم في سريان المياه من خلال تلك الأنابيب. وفي خلال الفترة من 1925 إلى 1932م أجريت بعض التجارب في فرنسا وروسيا على ري التنقيط تحت السطحي ولكنها لم تنجح بسبب بعض الصعوبات المتعلقة بالإنشاء والتشغيل.

ويعد التطور التقني لري التنقيط حديثاً حيث جاء على أثر التطور في تصنيع البلاستيك ومشتقاته بعد الحرب العالمية الثانية وكانت التجربة الأولى في أحد البيوت المحمية على الطماطم في بريطانيا بين عامي 1945م و1948م حيث زودت النباتات بمياه من فوهات حلزونية وبتصريف يتراوح بين لتر ولترين/ساعة كذلك من أنابيب شعرية ومتفرعة من أنابيب تنقيط ذات أقطار لا تتجاوز ملليمتراً ويعتقد أن اسم الري بالتنقيط أطلق على تلك الطريقة في بريطانيا عام 1952 م بواسطة إحدى الشركات المتخصصة في الري آنذاك (كاميرون ورايت رين) ورغم أن البداية كانت في بريطانيا إلا أن التجارب الأولية بدئ بها أيضاً في ايطاليا منذ عام 1951م (العمود، 1997).

وشهدت الفترة بين 1950م و1960م إجراء التجارب على بعض المنقطات وكان هناك بعض الاستخدام المحدود في الحقول وتعد بداية الستينات من القرن العشرين هي الفترة التي أجريت فيها الكثير من التجارب الجادة على نظم التنقيط في محاولة للتغلب على بعض المصاعب التي كانت قد ظهرت عند استخدام النظام. كما شهدت نهاية الستينات الاستخدام الفعلي لنظم الري بالتنقيط للمحاصيل الحقلية في الولايات المتحدة الامريكية واستراليا .

ويبدو أن العالم بدأ يدرك أهمية نظم الري بالتنقيط مع بداية السبعينات حيث بدأ استخدامه يخرج من حدود الولايات المتحدة وأوروبا ليصل إلى جنوب إفريقيا والمكسيك والبرازيل والهند وأخيرا إلى معظم دول العالم. شارك العديد من العلماء من جميع إنحاء العالم بأبحاث تهدف إلى تطوير النظام وحل بعض المشكلات

التقنية المتعلقة بها فكانت هناك مؤتمرات عام 1972م و1974م في سان دياجو - كاليفورنيا ثم المؤتمر العالمي الثالث لري التنقيط في فريزنو - كاليفورنيا بالولايات المتحدة الأمريكية عام 1985م تلاه المؤتمر العالمي الرابع في البوري - أستراليا عام 1988م وأخيراً المؤتمر العالمي الخامس في أورلاندو بالولايات المتحدة الأمريكية عام 1994م (العمود، 1997).

2.2 مميزات الري بالتنقيط ومشكلاته

1.2.2 مميزات الري بالتنقيط

1.1.2.2 التشغيل والتحكم

تعد الدرجة العالية للتحكم في استخدام المياه التي يوفرها النظام أهم مميزات ري التنقيط المتعلقة بالتشغيل فإضافة المياه بمعدلات بطيئة وفي مساحة محدودة حول النبات تعمل على تحسين دخول الماء إلى التربة ذات معدل التسرب البطيء. كما أنه يمكن التحكم في كمية الماء المضافة في كل ريه حسب كل مرحلة من مراحل النمو للنبات كما يهيئ الظروف الجيدة لنمو الجذور من حيث التهوية ودرجات الرطوبة المناسبة كما أن احتواء النظام على عدد كبير من المخارج (المنقطات) للمياه لكل وحدة مساحة يعمل على

زيادة التجانس في توزيع المياه حيث تصل كفاءة النظام إلى 90% مقارنة بنظام الري بالرش الذي تتراوح كفاءة الإضافة بين 50% و80% والري السطحي الذي تتراوح كفاءة الإضافة بين 50% و60% (الخفاف وفتحي، 1987).

2.1.2.2 رطوبة التربـة

لعل أهم أهداف الري عموماً هو إمداد التربة بالماء بمعدل يفي باحتياجات النبات ويجعل الجهد الرطوبي الشعري والاسموزي عاليين حيث يعمل ذلك على تخفيض الشد المائي والاسموزي. ويحقق الري بالتنقيط هذا الهدف حيث يبقى المحتوى الرطوبي في التربـة عالياً بالريـات المتقاربـة كمـا يعمـل علـى تفـادي الوقـوع فـي مشكلات تهويـة التربـة وتعمل الريات المتقاربة على غسل الأملاح الزائدة خارج منطقة الجذور مما يبقي الجهد الاسموزي عالياً (العمود، 1997).

3.1.2.2 التربـة والتضاريس

يمكن استخدام ري التنقيط لأنواع كثيرة من التربـة والتضاريس الأرضية التي لا يمكن أن تروى بأية طريقة أخرى فقد أمكن زراعـة أشجار الافوكادو بنجاح على هضاب جبلية ذات انحدارات عالية باستخدام الري بالتنقيط ، وبهذا فهو يوفر الجهد المطلوب لعمليات التسوية والتمهيد لسطح التربة حيث يمكن استخدامه في الأراضـي المنحدرة والتي تصل نسبة انحدارها 5 - 6% بنجاح وبدون حدوث انجراف للتربة . كما يمكن ري الأراضي ذات النفاذية العالية وسعة الاحتفاظ المائي المنخفضة مثل الأراضـي الرملية بنظام التنقيط وبكفاءة عالية حيث لا ينجح الري السطحي أو الري بالرش (الخفاف وفتحي، 1987 ؛ والعمود، 1997)

4.1.2.2 الاحتياجات المائية

تعد الاحتياجات المائية (الإروائية) لنظام التنقيط أقل مقارنة بالاحتياجات المائية للري السطحي والري بالرش ويرجع هذا الوفر في الميـاه إلـى أسباب لعل أهمها الابتلال الجزئي للتربة في الري بالتنقيط بالإضافة إلى أن الضائعات المباشرة من التبخر قليلة جداً فليس هناك انتقال لقطرات المـاء فـي الهـواء بالإضـافة إلـى عدم ترطيب الجزء الخضري للنبات وانعدام التبخر من سطح التربة خارج المساحة المبتلة وانعدام الفاقد بالجريان السطحي إضافة لهذا فـإن الـري بـالتنقيط يمنـع نمـو الحشائش ويقلل من الاستهلاك المائي غير النافع من قبل الحشائش (معتوق، 1993).

5.1.2.2 نوعية المياه

أن نظام الري بالتنقيط هو الأنسب مقارنة بنظم الري الأخرى عند الري بمياه ذات ملوحة عالية حيث لا ينخفض الإنتاج كثيراً نتيجة لنوعية هذه المياه لأنه يقلل من تجمع الأملاح في منطقة الجذور خاصة عند الري باستخدام مياه سطحية أو جوفية رديئة النوعية حيث يمكن في هذه الطريقة استعمال ميـاه ري ذات درجـات ملوحـة مرتفعـة تـصل إلـى 3000 جزء في المليون وذلك لأن منطقة الجذور تظل عند محتوى رطوبي مرتفع مما يقلل من تركيز الأملاح في محلول التربة. وعموماً يكون تركيز الأمـلاح مرتفعاً عند حافة المنطقة المبتلة بعيداً عن جذور النباتات (الفاو، 1987).

6.1.2.2 تكلفة النظام

بالرغم من أن التكاليف الإنشائية لنظام ري التنقيط ثابت لمحاصيل خطية يعد عالياً مقارنة بنظام الري بالرش فإن التكاليف الأخرى مثل تكاليف التشغيل والضخ تعد أقل لنظام الري بالتنقيط لأن نظام الري بالتنقيط يحتاج إلى ضغوط تشغيل اقل من تلك المستخدمة في نظام الري بالرش مما يوفر في الطاقة اللازمة. وفي المحاصيل البستانية ذات المسافات الكبيرة نسبياً بين أشجارها يعد إنشاء ري بالتنقيط لها غير مكلف مقارنة بنظم الري بالرش (الفاو، 1987).

7.1.2.2 إضافة الأسمدة والكيميائيات خلال نظام الري بالتنقيط

من الممكن توصيل محاليل الأسمدة والمواد الكيميائية مثل مبيدات الفطريات والأعشاب وغيرها باستخدام ري التنقيط عبر شبكة النظام مع مياه الري حسب الحاجة مما يوفر من تكلفة إضافة الأسمدة والمبيدات بالإضافة إلى وصول السماد مباشرة إلى منطقة الجذور دون أي فقد يذكر.

كما أن عمليات حقن السماد في ماء الري تعتبر عملية اقتصادية من ناحية الاستغلال الأمثل للسماد والعمالة، ويساعد في الحصول على تجانس توزيع جيد للأسمدة والكيميائيات وقد لاحظ Ibrahim (1992) زيادة ملحوظة في إنتاجية محصول الطماطم الذي سمد عن طريق إضافة السماد مع ماء الري عن إنتاجية المحصول الذي سمد بالطريقة التقليدية.

8.1.2.2 مقاومة الآفات والأمراض

نتيجة للري بالتنقيط فإن جزء فقط من سطح التربة يتبلل كما أن الجزء الخضري من النبات لا يتبلل مما يقلل من ظهور وتطور عدد من المشاكل المرتبطة بالحشرات والأمراض والفطريات. وللجزء الخضري الجاف ميزة أخرى هي أن النباتات المروية بري التنقيط لا تتعرض لاحتراق أوراقها نتيجة للري بالمياه المالحة (العمود، 1997).

9.1.2.2 البيئة المحمية

كان تطور نظم التنقيط في البداية لري المحاصيل في البيوت المحمية في بريطانيا فهي توفر توزيعاً للمياه والعناصر الغذائية لكل نبات على حدة بطريقة يمكن التحكم فيها بدقة وتعد هذه الخصائص مهمة لإنتاج المحاصيل غالية الثمن مثل الزهور وبعض الفواكه والخضروات وتناسب نظم التنقيط الخضروات المزروعة تحت الأغلفة البلاستيكية مثل الفراولة والبطيخ بأنواعه (العمود، 1997).

2.2.2 مشكلات الري بالتنقيط

1.2.2.2 انسداد المنقطات

إن المشكلة الرئيسية المتعلقة بري التنقيط هي انسداد المنقطات وغالباً فإن المنقطات ذات الأقطار الأقل من ملليمتر واحد قابلة للانسداد نتيجة للجذور وحبات الرمل والصدأ والكائنات الدقيقة والتلوث في مياه الري أو نتيجة بعض الترسبات الكيميائية مما يؤثر على معدل تصرف المياه وعدم تجانس توزيعها ويسبب انسداد المنقطات في النهاية تلفاً في المحصول وانخفاضاً في الإنتاج. ويعتبر ترشيح ماء الري أضمن وسيلة دفاعية لمنع حدوث الانسداد أو التصفية الملائمة أو المعالجة الكيميائية رغم أنها تؤدي إلى زيادة تكلفة النظام (الخفاف وفتحي، 1987؛ و العمود، 1997).

2.2.2.2 ملوحة التربة

عند استخدام مياه مالحة أو غير نقية تأخذ الأملاح في التجمع عند حدود البلل وقد تسبب مشكلات خطيرة للمحاصيل التي تزرع لاحقاً وبطريقة ري مختلفة أو في مناطق صحراوية لا تفي فيها الأمطار بإغراض غسل تلك الأملاح المتجمعة ويمكن التخفيف من هذه المشكلة بغسل تلك الأملاح بتشغيل النظام أثناء موسم الأمطار أو باستخدام ري الرش أو الغمر أو استخدام نظام ري التنقيط وبكمية ماء أكثر مما يستهلكه النبات ستدفع معظم الأملاح أو يتم غسلها وصرفها أسفل المنطقة الجذرية (الخفاف وفتحي، 1987).

3.2.2.2 تعرض النظام للأضرار

يمكن أن يتعرض نظام الري بالتنقيط وخصوصاً أنابيب التنقيط والحاملة للمنقطات لبعض الأضرار للدونتها وسهولة تلفها بواسطة الإنسان باستخدام الآلات الحقلية أو بالتخريب بواسطة الحيوانات مثل القوارض أو العصافير ولمنع حدوث هذه الأضرار جزئياً يمكن تغطية الأنابيب الفرعية والمنقطعات بطبقة ضحلة من التربة ولكن قد يؤدي ذلك إلى مشكلة أخرى وهي انسداد المنقطات ويمكن حل هذه المشكلة أحياناً باصطياد تلك الحيوانات أو تشتيتها أو تزويدها بمصدر بديل للماء (العمود، 1997).

4.2.2.2 التحكم في البيئة

يتحكم الري بالرش عند مقارنته بالري بالتنقيط إلى درجة ما في الأحوال القاسية فهو يعد أحد الطرق الفعالة لوقاية النبات من الصقيع كما يمكن لذلك النظام أيضاً أن يبلل الغطاء الخضري في البيوت المحمية فيخفف الجهد المائي ومعدل التبخر-نتح في منتصف النهار . ونظراً لعدم قدرة نظام التنقيط على توفير الرش للغطاء الخضري فإن ذلك يعد من المساوئ خصوصاً في البيئة الحارة أو الباردة جداً (الفاو، 1987).

5.2.2.2 الانتشار المحدود للجذور وانخفاض التهوية

تنتشر النباتات في الجزء المبلل من التربة فقط تحت نظام الري بالتنقيط وينتج عن ذلك تركيز كثافة الجذور في منطقة محدودة وضحلة تقلل قدرة النبات على تحمل الرياح ولا توفر القدر الكافي من الماء عند توقف النظام لسبب طارئ ويرجع ذلك أساساً للإدارة السيئة للنظام وعدم اختيار المنقطات المناسبة لنوع التربة لضمان التوزيع الجيد للرطوبة (الخفاف وفتحي، 1987).

6.2.2.2 مصدر الماء

يحتاج نظام التنقيط مصدراً ثابتاً ومستمراً للماءوذلك لأن النباتات المروية بالتنقيط تعتمد على الريات المتقاربة وانقطاع الماء ولو لفترة قصيرة قد يكون له آثار سلبية على نمو النبات لذا ولتلافي هذه الآثار ينصح دائماً بزيادة النسبة المبللة للتربة وتوفير خزان للمياه.

7.2.2.2 التصميم والصيانة

تنخفض كفاءة نظام التنقيط الحقلية في بعض التصميمات نتيجة للتباين في توزيع المياه من النظام بسبب استخدام منقطات غير معادلة للضغط يكون التصريف فيها غالباً حساساً للتغير في التضاريس عند ضغوط منخفضة وتشكل كثرة أجزاء شبكة الري بالتنقيط صعوبة في صيانتها أحياناً فعدد المنقطات مثلاً لوحدة المساحة يعادل 50 مرة تقريباً عدد الرشاشات للمساحة نفسها (العمود، 1997).

8.2.2.2 المحاصيل

ينحصر استخدام الري بالتنقيط - حتى الآن - في المحاصيل البستانية لعدم جدوى استخدامه اقتصادياً مع المحاصيل الحقلية لارتفاع التكلفة الإنشائية لهذا النظام (العمود،1997).

3.2 علاقة الضغط بالتصريف

إن العلاقة بين الضغط والتصريف من أهم خصائص المنقطات، وتوجد علاقة تجريبية عامة يمكن تطبيقها عبر مدى معقول من ضغوط التشغيل وتميز علاقات الضغط بالتصريف للعديد من المنقطات وهذه العلاقة بحسب العمود (1997)هي كما يلي:-

$$q_e = b*H^{\beta} \quad \text{..... (1 - 2)}$$

حيث أن:

qe: تصريف النقاط (لتر/ ساعة).

H: الضغط الذي يعمل عنده النقاط (كيلو باسكال).

b،ß : ثوابت تميز المنقط ونظام السريان في المنقط بالترتيب.

وتزود الشركات الصانعة غالبا المستعملين بمعلومات عن الثوابت اوالعلاقات المحددة للضغط ومعدل التصريف، ويبين ثابت التصريف ß في العلاقة درجة الاستواء أوالانبساط في المنحني ويبين بوضوح أفضلية المنقط الذي يتميز بثابت تصريف منخفض، وتنفرد المنقطات المعادلة للضغط بثابت تصريف منخفض (العمود، 1997).

ويكون التجانس عند تصميم نظام ري بالتنقيط على ارض مستوية مقيداً بحساسية المنقط للضغط وتوفر المنقطات المعادلة للضغط الحل الأسرع في تلك الحالة، ويمكن اختيار منقطات ذات تصرفات مختلفة ووضعها على خطوط المنقطات لتقابل الاختلاف في الضغط الناتج عن التغير في الارتفاع وهو أمر غير سهل في التطبيق ويجب مراعاة أن تكون خطوط المنقطات قصيرة وبطول معقول لتفادي الزيادة في فروق الضغط وحتى على الحقول المنبسطة، والعوامل التي تؤثر على الحد الأعلى لطول تلك الخطوط هي التصريف لكل وحدة طول، التجانس، صفات السريان للمنقط المختار ومميزاته، أنماط أوضاع خطوط المنقطات، التموج في سطح الأرض وقطر أنبوب خط المنقطات.

وقد ذكر Vermeiren و Gobling (1987) بان قيم ß تعبر عن نظام التدفق،

ففي النظام المضطرب $\beta = 0.5$

وفي النظام ألصفائحي $\beta = 1$

وفي المرحلة الانتقالية بين النظامين $0.5 < \beta < 1$

وأوضح بأنه كلما انخفضت قيمة ß تأثر التصريف بتغيرات الضغط وعند الانتظام المطلق للتصريف تكون $\beta = 0$

ولإيجاد قيمة ß ،b في العلاقة رقم (2-1) يجب معرفة تصريف النقاط عند ضغطي تشغيل مختلفين فعندما يكون التصريف qe1 عندH1 و qe2 عند H2 معلومين يمكن حساب ثابت التصريف رياضياً من العلاقة التالية :

$$\beta = \frac{\log \frac{qe\ 1}{qe\ 2}}{\log \frac{H\ 1}{H\ 2}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2\text{-}2)$$

كما يمكن الحصول على نتيجة مقاربة بيانياً بقياس ميل الخط الذي يصل القيمتين لـ H وqe المرسومة على ورق لوغارتمي كامل ثم يمكن استخدام قيمة (ß) لإيجاد قيمة (b) (العمود، 1997). أوباستخدام طريقة المربعات الصغرى لحساب أفضل مستقيم يمر بالنقاط الموجودة (بشر والروبي، 1983)

بينت نتائج التجارب التي قام بها Correia (1990) لاختبار ستة أنواع من النقاطات المصنعة في الهند بان أس معادلة التصريف لتلك النقاطات قد تراوح مابين 0.16 و0.69.

قام Ismail (1992) بحساب معادلة التصريف لعشرة أنواع من النقاطات عن طريق إيجاد أس معادلة التصريف للمنقط كما قام بتقسيم المنقطات حسب حساسيتها للضغط إلى منقطات معوضة تماماً للضغط يتبعها في الحساسية منقطات التربو أس سي يتبعها منقطات البلر معوض جزئي للضغط والقسم الثاني هو منقطات سريان اضطرابي غير معوضة للضغط وتشمل التربو كي، أي تو، كي فور، اجري جيت، أمريكا، الأنابيب المزدوجة. والقسم الثالث يشمل منقط الكي كليب وهو غير معوض للضغط ذو جريان انتقالي. وأوضح بان قيمة أس التصريف و قيمة معامل الاختلاف المصنعي تستخدم في حساب اقل ضغط مسموح به لنظام الري بالتنقيط للمحافظة على توزيع مياه منتظم وذلك عند تصميم شبكة الري من حيث حساب قطر أنابيب المشعب واختيار الطول المسموح به لخطوط التنقيط.

قام Arnaout (1993) دراسة خواص بعض النقاطات حيث قام بحساب أس التصريف ودراسة بعض العوامل الهيدروليكية التي تؤثر على تصريف النقاط وعلاقة ذلك بمعامل الاختلاف المصنعي، ومن خلال حساب أس التصريف تم تقسيم النقاطات تحت التجربة حسب حساسيتها للضغط إلى نقاطات ذاتية التعويض 0.07 - 0.06 = ß ونقاطات غير ذاتية التعويض 0.5 = ß ذات سريان مضطرب وذات سريان رقائقي 0.78 = ß وأخيرا نقاطات تعمل على تعويض الضغط جزئياً 0.37 = ß.

أوضح Ozekici وSneed (1995) بان النقاطات ذات الجريان الطباقي لها قيمة أعلى لـ ß مقارنة بالنقاطات ذات الجريان المضطرب مما يؤدي إلى كونها أكثر حساسية لتغيرات الضغط.

أوضح Bakeer (1997) بان علاقة الضغط بالتصريف للأنابيب الناضحة يمكن إيجادها بالعلاقة التالية:-

$$q = a + bH^n \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3\text{-}2)$$

حيث أن:

q: تصريف الأنبوب (لتر/ ساعة)

a، b، n : ثوابت

H: الضاغط (كيلو باسكال)

4.2 تأثير أنظمة الري

1.4.2 كفاءة التجانس

إن من الخواص المهمة التي تحدد فعالية الري هو التوزيع المتجانس لماء الري في منطقة الجذور، فكلما كان توزيع الماء أكثر تناسقاً كانت استجابة المحصول أفضل، توزيع الماء غير المتساوي على سطح الأرض له نتائج سيئة، حيث تظهر مساحات جافة في الحقل مالم تضاف كمية زائدة من الماء والذي ينتج عنه تبذير في مياه الري، وعندما يوجد الاستعداد لتجميع الأملاح فإن المناطق المرتفعة نسبياً والتي تتلقى كمية اقل من الماء تتجمع عليها كمية اكبر من الأملاح. وكفاءة التجانس تدل على مدى التناسق الذي تتوزع فيه المياه على طول مسار الري وتحسب كفاءة التجانس بحسب James (1988) بالمعادلة التالية :-

$$CU = 100(1-y/d) \quad \text{.....} \quad (4 - 2)$$

حيث أن:

CU: كفاءة التجانس (نسبة مئوية)

d: متوسط عمق الماء المخزون إثناء الري

Y: متوسط الانحراف العددي لعمق الماء المخزون عن متوسط عمق الماء المخزون إثناء الري (d)

ولحساب معامل انتظام التنقيط في الشبكة يمكن استخدام المعادلة السابقة مع استبدال الأعماق المترشحة بالتربة بحجم الماء المتجمع من النقاط.

ذكر Keller وKarmeli (1974) أن تناسق التوزيع للخط الفرعي يعتبر دالة للتغير المتوقع في تصريف المنقطات عند نفس ضغط التشغيل وذكر انه بالإمكان تطبيق علاقات الانتظام في سريان المنقطات للحصول على انتظام النظام باستخدام العلاقة التالية:

$$EU = (qn/q_a)*100 \quad \text{.....} \quad (5\text{-}2)$$

حيث أن:

EU: معامل انتظام التنقيط (نسبة مئوية)

qn: معدل التصريف للربع الأقل (لتر/ساعة) للمنقطات المستعملة في الاختبار الحقلي

qa: معدل التصريف الكلي (لتر/ساعة) للمنقطات المستعملة في الاختبار الحقلي.

كما تستخدم المعادلة التالية المشتملة على معامل الاختلاف لمصنعي وعدد المنقطات لكل شجرة في الحقل لحساب معامل انتظام تنقيط الماء EU وفقاً لـ James (1988) :

$$EU = 100*[1-(1.27/\sqrt{Ne})*Cv]\ qn/q_a \quad \text{.....} \quad (6\text{-}2)$$

حيث أن:

EU: معامل انتظام التنقيط (نسبة مئوية)

Ne: عدد المنقطات في كل نقطة تنقيط

Cv: معامل الاختلاف المصنعي

qn، qa: كما في المعادلة (2-5)

ويوضح الجدول 1.2 المعيار العام لمعامل انتظام التنقيط.

جدول **1.2** المعيار العام لمعامل انتظام التنقيط

معامل انتظـام التنقيط(EU%)	التصنيف
اكبر من 90	ممتاز
90 – 80	جيد
80 – 70	مقبول
70- 60	ضعيف
اقل من 60	غير مقبول

المصدر : العمود (1997).

1.1.4.2 الاختلاف في تصنيع المنقطات لنظام الري بالتنقيط

يعد تصنيع منقطين متماثلين تماماً من الناحية العملية أمراً عسيراً فالفروق اليسيرة بين مايبدو أنها منقطات متماثلة يمكن أن تسبب اختلافات كبيرة في التصريف، فعند إجراء تجربة على مجموعة من المنقطات من نوع معين وعند ضغوط مختلفة، نجد أن أداء المنقطات على طول خط التنقيط غير متساو، ويحدث نتيجة اختلاف حجم المجرى والشكل وخشونة سطح المجرى للمنقط نسبة كبيرة في اختلاف مقاسات المنقط، ويعتمد حجم الفروقات على تصميم المنقط والمواد المستخدمة في الصنع ودقة التصنيع.

يستخدم معامل الاختلاف المصنعي لقياس الاختلافات المتوقعة في التصريف لعينة من منقطات جديدة ويمكن الحصول على قيمة معامل الاختلاف المصنعي (Cv) من الشركة المصنعة، كما يمكن حسابه لعينة من المنقطات تعمل على ضغط ثابت من العلاقة التالية:

$$C_v = S_d/q_a \quad \text{..... (7 - 2)}$$

حيث أ ن:

Sd: متوسط الانحراف القياسي للتصرفات عن المتوسط

$$S_d = \frac{\sqrt{q_1^2+q_2^2+....+q_n^2-nq_a^2}}{n-1} \quad \text{. ..... (8 -2)}$$

حيث أن:

qa: متوسط تصريف النقاطات في العينة (لتر/ساعة)

qn.....q1 : تصريف النقاطات للعينة (لتر/ساعة)

n : عدد النقاطات في العينة

وتتفاوت القيمة الفعلية لمعامل التغير المصنعي حسب نوع المنقط، ويعد المعامل(Cv) مفيداً وذا أهمية فيزيائية لان معدلات التصريف للمنقطات عند ضغط معين يفترض من ناحية إحصائية، أن تكون ذات توزيع طبيعي (Normal Distribution) ، ويمكن إيجاد المعنى الفيزيائي للمعامل (Cv) من منحنيات التوزيع الطبيعي الإحصائية حيث تقع جميع معدلات التصريف ضمن qa(1±Cv) و 95% تقريباً ضمن qa(1±Cv) و 68% تقريباً تقع ضمن qa(1±Cv)، ويكون متوسط اقل 0.25 من معدلات التصريف مساوياً لـ qa (1-1.27 Cv) تقريباً. وهكذا بناء على التوزيع الطبيعي الإحصائي، فالمنقط ذو معامل الاختلاف المصنعي الذي يساوي Cv = 0.06 وتصرفه qa =4 لتر/ساعة يتوقع أن تتراوح 95% من معدلات التصريف فيه 3.52 و4.48 لتر/ساعة، ومعدل التصريف لأقل 0.25 من العينة سوف يكون تقريباً 3.7 لتر/ساعة (العمود، 1997م). ويوضح الجدول (2.2) تصنيف النقاطات من حيث معامل الاختلاف المصنعي الذي توصي به ASAE .

ذكر Keller وKarmeli (1974) أن اختلاف الضغط وكذلك الاختلاف المصنعي هما من أهم أسباب اختلاف تصريف النقاطات، كما أن كفاءة نظام الري الكلية مساوية لتجانس التوزيع لان الماء المضاف عن طريق الري بالتنقيط لايتعرض إلى الفقد عن طريق التسرب العميق، وتحت ظروف الإدارة الجيدة يتوقع بان 90% من الماء المضاف يبقى ضمن المنطقة الجذرية.

بين Parchomchok (1976) أن من أهم متطلبات تصميم شبكات الري بالتنقيط هو دقة تصريف النقاط إذ يجب أن يكون تصريف جميع النقاطات متساوياً وأن لا يتغير تصريف النقاط مع الزمن بسبب الظروف البيئية، وذكر بأنه يوجد إجماع عام بأنه يجب أن لايتجاوز انحراف التصريف عن ±10%.

أوضح Ken (1979) بأن لمعامل الاختلاف المصنعي تأثير كبير على معامل انتظام التنقيط لذا يجب أخذه في الاعتبار عند التصميم وعند اختيار النقاطات. كما بين بأن لهذا المعامل علاقة بدقة التصنيع ونوع المواد المستخدمة وتصميم النقاط.

قام Nakayama وآخرون (1979) بوضع طريقة لحساب معامل انتظام التنقيط بالاعتماد على معامل الاختلاف المصنعي للنقاطات وباستخدام انتظام الري للري بالرش وأوضح بأن معامل الاختلاف المصنعي يجب أن يكون اقل أو يساوي 0.15 للحصول على معامل انتظام مقبول كما بين بأن حساب فترة الري بالاعتماد على متوسط التصريف عملية غير دقيقة إذ يؤدي ذلك إلى أن بعض النباتات تتلقى كمية ماء أقل وبعضها الأخر تتلقى كمية ماء أكثر من المتوسط وأنه يمكن زيادة معامل انتظام التنقيط بزيادة عدد النقاطات لكل نبات.

جدول **2.2** تصنيف النقاطات من حيث معامل الاختلاف المصنعي

نوع النقاط	مجال معامل الاختلاف ألمصنعي (**Cv**)	التصنيف
منقطات منفردة	اقل من 0.05	جيد
	0.10 - 0.0 5	متوسط
	0.15 - 0.10	ضعيف
	اكبر من 0.15	غير مقبول

منقطات متصلة	اقل من 0.10	جيد
	0.10 - 0.20	متوسط
	اكبر من 0.20	ضعيف إلى غير مقبول

المصدر: James (1988)

أثبتت التجارب التي قام بها Bralts وWu (1979) بأن معامل الاختلاف الهيدروليكي للأنابيب لا يعتمد على معامل الضغط كما أنه لا يعتمد على معامل المفردة الجدار. كما أوضح بأن معامل الاختلاف المصنعي يمكن حسابه إحصائياً وإدخاله في معادلات التصميم لحساب التجانس والاختلاف في تصريف النقاطات وبالتالي تأثيره على الإنتاجية.

ذكر Nakayama وBucks (1981) أن معامل الاختلاف المصنعي 0.05 يعد جيداً، أما معامل الاختلاف المصنعي 0.1 فيعد ضعيفاً. كما بين Wu وGitlin (1981) بأنه يمكن رفع معامل انتظام التنقيط باستخدام مدخلين للماء Double-inlet حيث تؤمن هذه العملية ضغط متساوي في بداية ونهاية الخط الفرعي ويكون أكبر فرق في الضغط في وسط الخط، كما أن فرق الضغط هذا يكون أكبر في الخطوط المفردة. وتوضح النتائج التي توصل إليها Lopez وAbreu (1985) بأن معامل انتظام التنقيط للوحدات الثانوية للموز كانت 61.2% (بمعامل Cv 40%). وبين Pitts وآخرون (1986) أن معامل انتظام التنقيط يتأثر بصورة معنوية أكبر باختلاف معامل التصنيع للنقاطات أكثر من تأثره بعلاقة الضغط والتصريف الرئيسي. كما توصل Bourne (1987) إلى أن معامل انتظام التنقيط وكذا توزيع الرطوبة تعتمد بصورة كبيرة على كفاءة التصريف للمنقط. في حين أظهرت نتائج التجارب التي قام بها Berry (1990) باستخدام الأنابيب ثنائية الجدار لنظام الري السطحي بأن معامل انتظام التنقيط للأنابيب بطول 40 و60 و80 متر كان ضمن الحدود الموصى بها (90%) وأوضح بأنه لتقليل فوارق الضغط على طول الأنبوب يجب تقليل الطول وإجراء تسوية ترابية جيدة لسطح الحقل. كما أوضحت النتائج التي توصل إليها Ozekici وSneed (1990) بأن معامل الاختلاف المصنعي للقطارات التي بصمام تنظيم ضغط أعلى منه لتلك التي بدون صمام تنظيم ضغط. وبينت نتائج التجارب التي قام بها Correia (1990) لاختبار ستة أنواع من النقاطات المصنعة في الهند بأن معامل الاختلاف المصنعي قد تراوح مابين 0.016 و0.375. وأوضحت النتائج التي توصل إليها Ozekici وSneed (1990) بأن تصاميم شبكات الري بالتنقيط التي اعتمدت على معلومات المصنع فقط يمكن أن تعطي معامل انتظام تنقيط أقل.

2.1.4.2 انتظامية التنقيط

أثبتت الدراسة التي قام بها Singh وآخرون (1990) أن معامل انتظام التنقيط يزداد بازدياد الضغط ولم تكن هناك زيادة معنوية عند تجاوز الضغط $1.2Kg/cm^2$.

لقد توصل Wasif (1990) إلى أن قيم معامل انتظام التنقيط على طول الخطوط تزداد بانخفاض قيمة دليل نمط السريان ß إلى أقل من 0.5 وذلك باستخدام النقاطات المعوضة للضغط Pressure Compensating كما تنخفض النسبة المئوية لاختلاف تصريف النقاطات بانخفاض قيمة ß فيصبح من الضروري والأفضل استخدام نقاطات ذات نمط سريان مضطرب $ß = 0.5$ أو معوضة للضغط $ß < 0.5$.

قام Ismail (1992) بدراسة الخواص الهيدروليكية لأداء عشرة أنواع من أجهزة انبعاث الماء حيث توصل إلى أن العلاقة عكسية بين معامل الاختلاف المصنعي والضغط التشغيلي وأن معامل الاختلاف المصنعي للنقاطات المعوضة للضغط أكبر منها في حالة النقاطات غير المعوضة للضغط.

أثبتت التجارب التي قام بها Morad و Arnaout (1992) على ثلاثة أطوال مختلفة للأنابيب الفرعية وثلاثة أنواع مختلفة من النقاطات على معامل انتظام التنقيط. أن معامل انتظام التنقيط يزيد عن 90% بالنسبة للمنقط Eurbo-SC لذلك يوصي باستخدامه في الأنابيب الطويلة وبالنسبة للنوعين Eurbo -Key و Americe Serics الآخرين من النقاطات فإن معامل انتظام التنقيط تنخفض على طول 80 م للأنبوبة لذلك يوصي بقصر استخدامها على أطوال تقل عن 60 م.

قام Arnaout (1993) بحساب معامل التصنيع ومعرفة مدى تأثيره على تصريف النقاط تحت الضغوط المختلفة حيث وجد بأن معامل الاختلاف المصنعي كان أكبر للنقاطات معوضة الضغط منه للنقاطات الأخرى كما بين أهمية هذا العامل وحسابه لتأثيره البالغ على معامل انتظام التصريف للنقاطات.

أكد Musleh (1993) أن قياس معامل الاختلاف المصنعي وتحديده مهماً في تصميم أنظمة الري للاستفادة القصوى من فترة الري وتحديد معدلات الري المطلوبة لتقليل هذا الاختلاف إلى أقصى حد ممكن للوصول إلى ري مثالي تكون فيه معدلات الري على جميع النقاط المنتشرة في خط الري بالتنقيط متساوية في الكمية إلى ابعد حد ممكن.

أوضح Ozekici وSneed (1995) بأن معامل الاختلاف المصنعي للنقاطات ذات صمام تنظيم الضغط كان أعلى منه للنقاطات بدون صمام ضغط وذلك لاحتوائها على أجزاء داخلية متحركة يجعلها أكثر صعوبة عند التصنيع ويؤدي إلى تقليل الفائدة المتحصل عليها من استخدام صمامات تنظيم الضغط، كما بين بأن السبب الرئيسي لاختلاف التصريف بين النقاطات لنفس النوع هو الاختلاف المصنعي، وأن معامل الاختلاف المصنعي المقاس كان أعلى من المثبت بواسطة المصنع، وأن معامل الاختلاف المصنعي العالي من الممكن أن يؤدي إلى معامل انتظام تنقيط منخفض لذا يجب أن تعتمد تصاميم شبكات الري بالتنقيط على قيم معامل تصنيع مقاسه وليس على القيم المعطاة من قبل المصنع.

أظهرت النتائج التي توصل إليها Elmorsy (1996) بأنه أمكن الحصول على توزيع متجانس للرطوبة حول الأشجار في حالة وضع الخط الفرعي موازياً للميل واستخدم نقاط ميكروجيت مقابل جذع الشجرة وعمل بتن دائري حول الشجرة مع وجود نقاط صغير في الجانب العلوي داخل الحلقة وكذا في حالة وضع الخط الفرعي عمودي على الميل في الجانب العلوي واستخدم نقاطتين ذوي تصريف منخفض على جانبي الشجرة.

لقد بين Hartz (1996) ضرورة زيادة احتياجات الري للتغلب على عدم انتظام توزيع المياه تحت نظم الري بالتنقيط حيث لا يوجد نظام يعطي تجانس تام لتوزيع المياه، وأوصى بضرورة زيادة الاحتياجات المائية بمقدار 10 – 20% للتغلب على عدم الانتظام، أما في حالة انخفاض معامل انتظام التنقيط للنظام عن 80% فيجب البحث عن اسباب عدم انتظام توزيع المياه كانسداد النقاطات مثلاً.

قام Sharaf وآخرون (1996) بدراسة تأثير الاختلاف في التصريف الناتج عن التصنيع كعامل في حساب طول الخط ثم مقارنة أطوال الخطوط المحسوبة على أساس الاختلافات الهيدروليكية فقط بأطوال الخطوط المحسوبة على أساس دمج الاختلافات الهيدروليكية الناتجة عن التصنيع مع ثبات بقية مدخلات التصميم الأخرى فوجد أن إدماج تأثير الاختلاف في التصريف الناتج عن التصنيع يؤدي إلى الإقلال الملحوظ في طول الخط وأن نسبة هذا الإقلال تزداد بانخفاض نسبة الاختلاف الكلي للتصريف المسموح به.

قام Sharaf وآخرون (1996) باجرء تجارب معملية على أنابيب التنقيط (تيفون) لدراسة خصائصها الهيدروليكية وذلك بتعيين معاملات دالة التصريف ($q = \beta h^{b}$) بالإضافة إلى دراسة الخصائص التقنية بإيجاد معامل الاختلاف الناتج عن التصنيع واظهر النتائج بأن متوسط معامل الاختلاف الناتج عن التصنيع بلغ 0.0178 لتعطي كفاءة عالية في انتظام توزيع المياه على امتداد خطوط التنقيط، كما أوضحت التجارب عدم وجود ارتباط بين معامل الاختلاف الناتج عن التصنيع والضغط التشغيلي وأن الاختلافات الناتجة عن التصنيع تكمن في المعامل ß.

بين Steele وآخرون (1996) بأن معدل تصريف النقاطات للري تحت السطحي ينخفض بصورة كبيرة بزيادة المسافة من بداية الخط ويعزى ذلك إلى فواقد الضغط في الأنبوب وتغير مقطع الأنبوب نتيجة الظروف المناخية ورص التربة نتيجة عمليات الحراثة ومخلفات الكالسيوم، وأدى ذلك إلى انخفاض انتاجية محصول القرع والذرة الحلوة والكرنب مع زيادة المسافة من بداية الخط.

لقد توصل Arnaout (1997) إلى أن متوسط انتظام توزيع المياه بلغ 75.83 و78.33 و 84.20 % لأنظمة الري بالخطوط والرش والتنقيط على التوالي.

كما أظهرت التجارب التي قام بها Bakeer (1997) أن معامل انتظام التنقيط للري تحت السطحي باستخدام الأنابيب النضاضة (الناضحة) بلغت 90% للأنابيب بطول 40 و50 م تحت ضغط 2 و 4 م بينما كانت أقل من الحدود المسموح بها (90%) للضغوط 6 و 8 و 10 متر.

2.4.2 كفاءة إضافة الماء

عند وصول الماء إلى الحقل يكون من المهم استخدام هذا الماء بكفاءة عالية قدر الإمكان، ولذا فقد طورت فكرة كفاءة الإضافة لقياس كفاءة خزن الماء المضاف إلى الحقل في التربة ضمن منطقة الجذور بحيث يمكن الاستفادة منها من قبل النبات (إسماعيل، 1988). ويمكن وصف كفاءة إضافة الماء بالمعادلة التالية:

$$Ea = (Ws/W_f)\ 100 \quad \text{.....(9-2)}$$

حيث أن:

Ea: كفاءة إضافة الماء %

Ws: كمية الماء المخزون في التربة ضمن منطقة جذور النبات

Wf: كمية الماء المضاف إلى الحقل

إن فكرة كفاءة الإضافة ممكن استخدامها لتقييم عملية الري في مشروع أو مزرعة أو حقل.ففي ممارسات الري الاعتيادية تكون كفاءة الإضافة في الري السطحي بحدود 60% بينما تبلغ في أنظمة الري بالرش والمصممة جيداً إلى 75% (العمود، 1997).

قام Wu و Gitlin (1983) بوضع طريقة لحساب كفاءة الإضافة لنظام الري الموضعي باستخدام اختلاف التصريف بسبب فواقد الاحتكاك أو بسبب فواقد الاحتكاك والاختلاف المصنعي معاً آخذين في الاعتبار حصول الحقل بالكامل على الاحتياج المائي أو جزء منه. وأوضحا بأنه يمكن زيادة كفاءة الإضافة إلى حدود 100% عند استخدام نظام الري الجزئي ودون التأثير بصورة كبيرة على الناتج.

بين Goyal وآخرون (1985) بأن كفاءة الإضافة لكل من نظام الري بالتنقيط والرش والسطحي كانت 80%، 50%، 25% على التوالي. بينما وصلت كفاءة الإضافة الفعالة لنظام الري بالتنقيط في التجارب التي قام بها Lopez و Abreu (1985) إلى 82% عند Cv = 10%. كما توصل Shatanawi (1987) إلى أن كفاءة الري الحقلية لنظام الري السطحي لمحاصيل الطماطم والخيار والقرع كانت 48%، 28%، 45% على التوالي وتراوحت بين 52%- 75% لنظام الري بالتنقيط. وفي التجارب التي قام بها Norum وآخرون (1988) وصلت الكفاءة الكلية لنظام الري بالتنقيط إلى 92%. وأوضحت التجارب التي قام بها Mateo's وآخرون (1991) بأن كفاءة الإضافة لنظام الري بالتنقيط لمحصول القطن كانت أكبر بـ (30%) منها لنظام الري بالخطوط. وذكر Harald (1992) بأن أعلى كفاءة ري سجلت في الولايات المتحدة الأمريكية كانت 60%- 80% للري بالأحواض والشرائح و 55%- 70% للري بالخطوط ووصلت إلى 80% للري تحت السطحي و 70% للري بالرش في المناطق المتوسطة الحرارة. كما أوضح Anyoji و Wu (1994) بأنه يمكن استخدام نظرية التوزيع الطبيعي لاشتقاق معادلات لحساب كفاءة الإضافة وكفاءة الخزن والتخلل العميق واستنفاذ الرطوبة وذلك باستخدام معامل α والذي يعبر عن موقع العمق المطلوب للري في التوزيع الطبيعي ومعامل اختلاف تصريف النقاط، حيث وجد بأن معامل الاختلاف التصميمي لتصريف النقاط أقل من 20% وأن كفاءة الإضافة والخزن كانت أكبر من 92%. وحصل Battikhi وAbu-Hammad (1994) على كفاءة إضافة مقدارها 91% تحت نظام الري بالتنقيط للخضر و 64% لنظام الري السطحي. كما لاحظ Malik وآخرون (1994) أن كفاءة الإضافة لحقل المشمش كانت لنظام الري بالتنقيط تحت ضغط 0.3 بار أكثر بـ 2.6 ضعف منها لنظام الري بالغمر (الأحواض). وأظهرت الدراسة التي قام بها Bhardwaj وآخرون (1995) إن كفاءة الإضافة لنظام الري بالتنقيط كانت أعلى منها لنظام الري السطحي لأشجار التفاح بمقدار 44%.

في حين توصل Arnaout (1997) إلى أن متوسط الكفاءة الإجمالية لنظام الري بالتنقيط 82.5% بزيادة قدرها 20.8% و40% عن كل من نظامي الري بالرش والري بالخطوط وقد أوصى بري المحاصيل المختلفة بمقننات محددة مأخوذة عن أبحاث ميدانية بالحقل تحت نظام الري بالتنقيط لكفاءته المرتفعة ولزيادة إنتاجية الفدان وحفاظاً

على مياه الري. كما أثبتت التجارب التي قام بها Yohannes وTadesse (1998) في أثيوبيا بأن كفاءة الإضافة لنظام الري بالتنقيط لمحصول الطماطم كانت أكبر منها لنظام الري بالخطوط.

3.4.2 كفاءة خزن الماء

إن الريات الصغيرة تؤدي إلى كفاءة عالية لإضافة الماء ولكن عملية الري تكون غير جيدة وإن كفاءة خزن الماء تكون مفيدة لتقييم هذه المشكلة، إن فكرة كفاءة خزن الماء تعود إلى كيفية خزن الماء المتاح بصورة كلية في منطقة الجذور خلال عملية الري. ويمكن التعبير عن كفاءة خزن الماء بالمعادلة التالية:

$$Es = (Ws/Wn)*100 \quad \text{.....(10-2)}$$

حيث أن:

ES: كفاءة خزن الماء %

Ws: كمية الماء المخزون في التربة في منطقة الجذور خلال عملية الري

Wn: كمية الماء الواجب إضافتها في منطقة الجذور قبل الري للوصول إلى السعة الحقلية

5.2 تأثير أنظمة ومستويات ماء الري في صفات نمو النبات

تتغير كمية الماء تبعاً لنوع المحصول المزروع ومرحلة نموه والظروف الجوية السائدة ونوع التربة وغالباً ما يعتبر الري الزائد عن الحاجة مكلفاً أو ضاراً أو كليهما وتعتبر عملية الري كافية عندما تحافظ على بقاء الماء الجاهز عند سطوح امتصاص الجذور، وإذا ما تحددت الكمية الواجب إضافتها فأن تحقيق كفاءة الري يمكن الوصول إليها بتلافي الفقد عن طريق الجريان أو التسرب العميق أو التبخر من سطح التربة، كما أن نقص الماء يؤثر على نمو وإنتاجية النبات وبدرجات متفاوتة تبعاً لنوع المحصول ومرحلة النمو ونوع التربة والظروف الجوية السائدة (خليل، 1998).

وجد Wahba وآخرون (1990) أن مستويات الري 100%، 75، 50 كان لها تأثير معنوي عند مستوى 0.01 على ارتفاع نبات عباد الشمس في حين كان التأثير معنوياً عند مستوى 0.05 على قطر ساق النبات وقطر زهرة عباد الشمس وذلك عند زيادة مستويات الري من 50% إلى 75% وكذلك عند الزيادة من 75% إلى 100%. كما أجرى Michelakis وآخرون (1993) دراسة لمعرفة تأثير ثلاث مستويات من الري 0.3 ، 0.6 ، 0.9 من التبخر نتح تحت نظام الري بالتنقيط فوجدوا زيادة في كثافة جذور نبات الافوكادو عند زيادة مستوى الري من 0.3 إلى 0.9 . وقام Abo-Hussein (1995) بدراسة على محصول البطاطس باستخدام أربعة مستويات للري وهي 80%، 60، 40، 20 وأوضحت النتائج أن زيادة مستوى الري إلى 80% أدى إلى زيادة معدل نمو النبات والامتصاص الكلي للعناصر المعدنية وبالتالي زيادة كمية إنتاجية محصول البطاطس بالمقارنة مع معاملات الري الأخرى. في حين بينت التجارب التي قام بها Bhardwaj وآخرون (1995) أن نمو نبات التفاح تحت نظام الري بالتنقيط كان أفضل منه تحت نظام الري السطحي نتيجة للتجانس الأفضل للرطوبة في منطقة الجذور. ووجد Obreza وآخرون (1996) أن الري الناقص تحت نظام الري بالتنقيط عند المستويات 100% ، 85 ، 70 له تأثير على ارتفاع نبات الطماطم حيث انخفض ارتفاع النبات بمقدار 3.81 سم مع انخفاض مستويات الري. كما بين Oweis وآخرون (2000) أن استجابة الحنطة تحت ظروف البحر المتوسط ولثلاثة مستويات من الري تحت نظام الري بالتنقيط (كامل، 2/3، 1/3) أن زيادة مستوى الري من 1/3 إلى كامل أدى إلى زيادة الإنتاجية بصورة معنوية وأن معدل الزيادة في الإنتاجية مع زيادة الإضافة يعود إلى زيادة المساحة الورقية وإلى زيادة نمو الجذور وتأثيرها على امتصاص الماء.

6.2 تأثير أنظمة الري في إنتاجية محصول الطماطم

لاحظ Seifert وآخرون (1975) أن انتاجية الذرة ووزن المادة الجافة وكفاءة استخدام المياه تحت نظام الري بالتنقيط كانت أعلى منها تحت نظام الري بالخطوط عند استخدام ماء تركيز الأملاح فيه 1600ppm لري المحصول المزروع في تربة طمية رملية ناعمة. كما أظهرت نتائج التجارب التي قام بها Badr (1976) بأن نظام الري بالتنقيط أعطى محصولاً للبطيخ أفضل من حيث النوعية والكمية مقارنة بنظام الري بالخطوط، إلا أن الدراسة التي قام بها Ravelo وآخرون (1977) لم تظهر فروقاً معنوية في انتاجية محصول الذرة باستخدام الري بالتنقيط أو الري بالرش في ظروف التربة الطميية الرملية. كما ذكر Bucks وآخرون (1981) بأن استخدام الري بالتنقيط تحت السطحي أظهر الكثير من المميزات على الري بالتنقيط السطحي، حيث يمكن زراعة أكثر من محصول باستخدام نفس الشبكة ويقلل العمليات الزراعية. كما أن عمر النظام يكون أطول وأن استخدام نظام الري بالتنقيط قد أعطى زيادة في إنتاجية الجزر والشمام والبصل الجاف عنه باستخدام الري بالتنقيط السطحي كما لوحظ بأن الجذور لم تسبب انسداد النقاطات. ويمكن تقليل احتياجات الري باستخدام إدارة ذات كفاة عالية للتقنيات المستخدمة في نظام الري بالتنقيط تحت السطحي. وأوضح Bui و Kinoshta (1985) بأن انتاجية الحقول المروية بالتنقيط أكثر ب- 20% من الحقول المروية بطريقة أخرى. وأن هذه الإنتاجية يمكن أن ترتفع بصورة كبيرة بازدياد الخبرة المكتسبة. في حين توصل Davis وآخرون (1985) إلى أن انتاجية ونوعية محصول الطماطم لم تتأثر بعمق الدفن للخطوط الفرعية عند ثبات كمية الماء المضاف وتردد الري.

كما أظهرت التجارب التي قام بها Abdal و Coffay (1988) بأن الطماطم المروية بالتنقيط أنتجت محصولاً تسويقياً أكثر ب- 70% من تلك المروية بالغمر ويعود السبب إلى زيادة عدد الثمار التي وصلت إلى الحجم التسويقي، كما أن نسبة ثمار الدرجة الأولى كانت أكبر. وأظهرت الدراسة التي قام بها Berry وآخرون (1989) أن إنتاجية بذور نبات اللوبيا ومساحة الأوراق في المراحل الأولى من النمو كانت أكبر تحت نظام الري السطحي منها تحت نظام الري تحت السطحي إلا أن انتاجية البذور كانت أكبر بمقدار 27% وازدادت مساحة الأوراق عند الحصاد للنباتات المزروعة تحت نظام الري تحت السطحي عنها تحت نظام الري السطحي، واستنتج بأن نظام الري تحت السطحي يؤدي إلى زيادة في الإنتاج وتقليل كمية المياه المستهلكة عند الزراعة في الأراضي الجافة. كما توصل Clough وآخرون (1990) إلى أن إنتاج محصول القرنبيط البروكلي تحت نظام الري بالتنقيط كان أكثر منه تحت نظام الري بالرش في نفس الظروف. وأوضحت الدراسة التي أعدها مشروع الإنتاج الزراعي والائتمان- ج.م.ع (1990) بأن إنتاج معظم محاصيل الخضر كالخيار والشمام والبطيخ والطماطم يزيد بما لا يقل عن 50% بالإضافة إلى تحسن صفات الجودة للثمار مما يرفع سعر وحدة الإنتاج المحصولي في الري بالتنقيط عنه في الري السطحي أو الرش . كما توصل Hegde وSrinivas (1991) إلى أن نمو نبات الموز كان أفضل والتزهير أبكر كما ازدادت الإنتاجية تحت نظام الري بالتنقيط عنه تحت نظام الري بالاحواض ولم تتأثر نوعية المنتوج بتغير نظام الري. وأوضح Pitts وClark (1991) بأن إنتاجية ونوعية ثمار الطماطم المزروعة تحت نظام الري بالتنقيط والري بالرشح (تحت السطح) لم تتأثر معنوياً بتغير نظام الري. وبين Yadav وآخرون (1993) أن الري بالتنقيط أدى إلى زيادة إنتاجية الخضر بمقادير تتراوح بين 10% إلى 112% حسب نوع المحصول عند مقارنته بأساليب الري الأخرى، كما أنه أدى إلى توفير في المياه تراوح بين 30% و 60% دون التأثير على نوعية المحصول. وأظهرت النتائج التي قام بها Amma وLarroque (1994) بأن استخدام الري بالتنقيط لري محصول الطماطم أدى إلى زيادة الإنتاج التسويقي للثمار بمقدار 12.8% مقارنة بالري بالخطوط. كما توصل El-Kady (1994) إلى أن الري بالتنقيط التحت سطحي أعطى أعلى انتاجية لمحصول الخيار والطماطم مع تصريف 4 L/h وفترة بين الريات قصيرة (يومياً) مقارنة بالري بالتنقيط السطحي. ولكن الري بالتنقيط التحت سطحي أعطى أقل انتاجية للمحصول مع تصريف 2L/h وفترة ثلاثة أيام بين الريات مقارنة بنظام الري بالتنقيط السطحي تحت ظروف التجربة. وأثبتت التجارب التي قام بها Cetin وآخرون (1994) على نبات القطن أن هناك زيادة في انتاجية المحصول تحت نظام الري بالتنقيط والري بالتنقيط تحت السطحي عنه تحت نظام الري السطحي بالخطوط. كما بينت التجارب التي قام بها Bhardwaj وآخرون (1995) أن نمو نبات التفاح تحت نظام الري بالتنقيط كان أفضل منه تحت نظام الري السطحي نتيجة للتجانس الأفضل للرطوبة في منطقة الجذور. وقد أظهرت نتائج المقارنة التي قام بها Chandioوآخرون (1995) بين نظامي الري بالتنقيط والري بالخطوط لبعض محاصيل الخضر (الجزر، القرنبيط، البصل، الطماطم) بأن زيادة انتاجية هذه المحاصيل تحت نظام الري بالتنقيط لم تكن معنوية. وأوضحت التجارب التي قام بها Sharanappa وآخرون (1995) بأن انتاجية محصول الملفوف تحت نظام الري بالتنقيط كانت 67 tan/ha بينما كانت تحت نظام الري بالخطوط 59 tan/ha وكانت كفاءة استخدام المياه قليلة تحت نظام الري بالخطوط مقارنة بنظام الري بالتنقيط. وأوضحت نتائج التجارب التي قام

بها Slavik (1996) عدم ظهور فروق معنوية في إنتاج محصول القرنبيط المزروع تحت ظروف الري بالتنقيط والري الرذاذي. وأثبتت التجارب التي قام بها Batchelor وآخرون (1997) لدراسة ثلاثة أساليب رخيصة للري الموضعي لنباتات الطماطم والبصل والملفوف (الري بالتنقيط تحت ضغط منخفض واستخدام الجرار والري تحت السطحي باستخدام الأنابيب الطينية) بأن الري الأخير كان أكثر كفاءة من حيث تحسين نوع وكمية المحصول وكفاءة استخدام المياه. وتوصل El-Naggar (1997) إلى أن زيادة كمية مياه الري المضافة من 200 ملم إلى 400 ملم للموسم أدت إلى زيادة وزن الدرنة ومحصول البطاطس وكذلك زيادة كفاءة استخدام المياه بينما أدت زيادة مياه الري من 300 ملم إلى 600 ملم للموسم إلى زيادة المحصول وانخفاض كفاءة استخدام المياه لمحصول الطماطم. كما أثبتت التجارب التي قام بها Rashaid (1997) أن متوسط محصول البطاطس زاد مع النقص في طول الأنابيب الفرعية لشبكات الري بالتنقيط.

7.2 تأثير أنظمة الري في الاستهلاك المائي وكفاءة استخدام المياه

للحصول على أعلى إنتاج ممكن من المحصول الزراعي ينبغي توفر الماء للري في الوقت الذي يحتاجه النبات. وللحصول على أعلى إنتاج من أي مزرعة أو مشروع ري يكون من الضروري معاملة كل حقل أو وحدة ري معاملة خاصة وريه تبعاً لاحتياجاته. وعادة مايستخدم مصطلح كفاءة استخدام المياه للتعبير عن مدى تأثير كمية الماء المضافة أثناء الري على انتاجية المحصول حيث يعبر عنها كنسبة بين كمية المحصول لحقل ما مقسومة على كمية الماء المستخدمة على شكل عمق أو حجم لري ذلك المحصول.

وغالباً تعتمد كمية المحصول ليس فقط على كمية أو وقت إضافة ماء الري (جدولة الري) وإنما تتأثر تأثراً كبيراً بطريقة إضافة الماء وإيصاله إلى النبات.

أظهرت نتائج التجارب التي قام بها Badr (1976) بأن نظام الري بالتنقيط يوفر حوالي 75%- 85% من المياه مقارنة بنظام الري بالخطوط عند استخدامه لري محصول البطيخ. كما أوضح العوضي (1984) أنه باستخدام أنظمة الري بالتنقيط يمكن توفير لغاية 70% من المياه مقارنة بأساليب الري الأخرى مما يعتبر ميزة كبرى في المناطق الجافة وشبه الجافة. وذكر حسن (1988) بأن حقول الخضر تحتاج على وجه التقريب إلى نحو 238 م^3 من الماء لكل هكتار أسبوعيا في الأراضي الثقيلة، ونحو 476 م^3 في الأراضي الرملية في الجو الحار الجاف. كما أظهرت التجارب التي قام بها Pitts وآخرون (1988) أن استهلاك الماء باستخدام الري بالتنقيط لري محصول الطماطم كان أقل بكثير منه باستخدام الري بالرشح (تحت السطح) حيث أن 80% من الماء في حالة الري بالرشح يفقد كتخلل عميق يذهب إلى الماء الجوفي. وأثبتت التجارب التي قام بها Yohannes وTadesse (1988) بأن كفاءة استخدام الماء ونوعية محصول الطماطم تحت نظام الري بالتنقيط كانت أكبر منها تحت نظام الري بالخطوط.

بين Hadgson وآخرون (1990) بأن كفاءة استخدام الماء لمحصول القطن كانت أكبر بنسبة 16% لنظام الري بالتنقيط عنها لنظام الري بالخطوط عند أخذ فواقد الجريان السطحي والفواقد في القنوات بالاعتبار ويمكن رفع كفاءة استخدام الماء لنظام الري بالخطوط بتحسين فعالية هذا النظام.

أوضحت نتائج التجارب التي قام بها Badr (1992) لدراسة إنتاج محصول البطاطس تحت نظامي الري بالتنقيط والري بالرش بالمقارنة بطريقة الري بالخطوط في أرض رملية طميية بأن أعلى محصول أنتج من المعاملة 90% - 70% من الماء الميسر تحت نظام الري بالتنقيط يليه معاملة الري بالرش عند 90% - 70 % من الماء الميسر أيضاً. ثم اتبعهما محصول الري بالتنقيط تحت مستوى 60% - 40% من الماء الميسر وجاء في المرتبة الرابعة محصول الري بالخطوط ثم جاء في المرتبة الخامسة محصول الري بالرش عند 60% - 40% من الماء الميسر ثم محصول التنقيط عند مستوى 30% - 20% من الماء الميسر بينما كان أقل محصول أنتج باستخدام طريقة الري بالرش عند مستوى 30% - 20% من الماء الميسر.

أثبتت التجارب الحقلية التي قام بها Ismail وEtman (1993) في ارض رملية لإيجاد معادلة تربط بين إنتاجية البطاطس وكمية مياه الري تحت نظامي الري بالرش والتنقيط حيث وجد أنه في حالة الري بالرش كان أقصى إنتاج 28.95طن/هكتار عند عمق مياه ري 797 ملم وكانت كفاءة استعمال المياه 36.33 كجم/ملم. أما في حالة الري بالتنقيط فكان أقصى إنتاج 27.357 طن/هكتار عند عمق مياه ري 873 ملم وكانت كفاءة استعمال المياه 31.93 كجم/ملم وبين بأن التفوق الغير معنوي في الإنتاج للري بالرش

عن الري بالتنقيط باستخدام الأنابيب المزدوجة كان نتيجة لقصر الفترة بين الريات وتساويها في الطريقتين في التربة الرملية وأيضاً لطبيعة الانتشار السطحي لجذور المحصول. كما بين Amma و Larroque (1994) بان استخدام الري بالتنقيط لري محصول الطماطم أدى إلى زيادة كفاءة استخدام المياه بمقدار 35% مقارنة بالري بالخطوط. وأثبتت التجارب التي قام بها Cetin (1994) على أن استهلاك نبات القطن تحت نظام الري بالتنقيط والري بالتنقيط تحت السطحي انخفض بمقدار 31% و 27% على التوالي عنه تحت نظام الري السطحي بالخطوط.

أظهرت الدراسة التي قام بها Lamm وآخرون (1995) لحساب حدود التوازن المائي لمحصول الذرة بأن الإدارة الجيدة لنظم الري بالتنقيط تحت السطحي يمكن أن تخفض الاحتياج المائي الصافي بنسبة 25% دون التأثير على الإنتاجية وأن هذه الوفرة ناتجة من تخفيض التبخر والصرف. وذكروا بأن نظام الري بالتنقيط تحت السطحي من الأنظمة التي يمكن بواسطتها رفع كفاءة استخدام المياه.

لقد توصل Arnaout (1997) أنه تحت نظام الري بالتنقيط فإن أفضل متوسط إنتاجية للبسلة وصل إلى 6.25 طن/هكتار تحت كمية مياه ري تقدر بـ 2740 م^3/هكتار وتحت نظامي الري بالرش والري بالخطوط وصلت أحسن إنتاجية إلى 5.59، 5.71 طن/هكتار تحت كمية مياه ري 3100 و 4450 م^3/هكتار على التوالي لكل من نظامي الري بالرش والري بالخطوط.

8.2 تأثير مستويات ماء الري في إنتاجية محصول الطماطم

أوضح Freeman وآخرون (1976) انخفاض انتاجية محصول الطماطم عند انخفاض مستوى ماء الري من 100% إلى 50% إذ كان الإنتاج 97.4 طن/هكتار و80.76 طن/هكتار عند مستويات ري 100% و50% على التوالي وبنسبة انخفاض مقدارها 17%. ووجدا Locascio وSmajstrla (1993) انخفاض معنوي في انتاجية محصول الطماطم باستعمال مستويات ماء الري 50%، 25 بالمقارنة بمستويات ماء ري 100%، 75. كما وجدا Locascio وSmajstrla (1993) أن زيادة معدل الأمطار من 15 ملم في الموسم الأول إلى 34 ملم لكل أسبوع في الموسم الثاني لم يؤدي إلى اختلافات معنوية في انتاجية محصول الطماطم حيث كانت الإنتاجية 66.4 و57.7 ، 63.6 ، 63 و26.89 طن/هكتار عند مستويات ماء الري 100% ، 75% ، 50% ، 25% و0% على التوالي.

وجد Darusman وآخرون (1997b)انخفاض انتاجية الذرة الصفراء عند إعطاء مستويات ماء ري أعلى أو أقل من احتياجات الري حيث أوضحوا أنه عند استعمال50% ، 75 ، 125 من احتياجات الري انخفضت الإنتاجية معنوياً بالمقارنة بمستوى ماء الري 100% إذ بلغت الإنتاجية 10.5 tan/ha، 12.1، 12.3 عند مستويات ماء الري 50%، 75، 125 على التوالي بالمقارنة بـ 13.9 tan/ha عند مستوى ماء الري 100%، كما أوضحوا أن إضافة ماء الري بكميات أعلى من الاحتياج سوف يؤدي إلى زيادة التسرب العميق للماء إلى الأسفل وبالتالي قلت انتاجية المحصول.

9.2 تأثير مستويات الري في كفاءة استخدام المياه

وجد Shinde وآخرون (1987) انخفاض كفاءة استخدام المياه مع زيادة مستوى ماء الري من 50% إلى 70% من الاحتياجات المائية.

أكد Matyn وآخرون (1990) على أن كفاءة استخدام المياه لمحصول الثوم كانت موجبة مع تقليل تكرار الري حيث كانت كفاءة استخدام المياه 1.085 و 0.99 و 0.74 كجم/م^3 ماء عندما كانت فترة الري 4 و 3 و 2 يوم على التوالي.

بين Wahba وآخرون (1990) أن كفاءة استخدام المياه عند مستوى ماء الري 50% أعلى من مستويات ماء الري 100% و 75%.

أوضح Tayel وآخرون (1993a) إلى أن زيادة مستوى ماء الري يؤدي إلى انخفاض كفاءة استخدام المياه.

10.2 تأثير محسنات التربة

محسنات التربة هي عبارة عن مواد عضوية أو كيميائية تعمل على تحسين صفة أو أكثر من صفات التربة وتحتوي المركبات العضوية من نوع (Polymers) والتي تتميز بأوزان جزيئية عالية على مجاميع فعالة مثل الكاربوكسيل والهايدروكسيل والاميدات تقوم بربط دقائق التربة مع بعضها بحيث تقلل من سرعة ترطيب مجاميع التربة من خلال تأثيرها على التوزيع ألحجمي لمسامات التربة. (Deboodt، 1979).

أوضح Wallace وآخرون (1986) أن استخدام محسنات التربة يؤدي إلى تحسين كثير من الصفات الفيزيائية للتربة الطينية أو الرملية فعند إضافتها إلى التربة الطينية فإنها تزيد من الرطوبة، وتسهل حركة الماء والهواء في التربة وتمنع الجريان السطحي وعند إضافتها إلى التربة الرملية فإنها تعمل على زيادة نمو النبات وكفاءة استخدام المياه.

أوضح Matyn وآخرون (1990) أن التغطية بالبيوتومين أثرت تأثيرا موجبا في انتاجية ووزن محصول الثوم.

أكد Wahba وآخرون (1990) أن رش التربة بمستحلب البيوتومين أدى إلى زيادة كفاءة استخدام المياه.

درس Awad وآخرون (1992) تأثير عدد من البوليمرات في انتاجية البا قلاء باستخدام Urea-Formaldehyde 75جم/م^{2}والبيوتومين 50جم/م^2 وPolyacrylamide 20جم/م^2 وUresol 40 جم/م^2 فوجدوا زيادة بمعدل البذور 11% ، 15، 18، 20 على التوالي بالمقارنة مع المعاملة المكشوفة.

أكد Balba (1992) أن كفاءة محسنات التربة تعتمد على عدة عوامل منها ما يتعلق بخواص المحسنات وبطريقة إضافتها للتربة ومنها ما يتعلق بخواص التربة كالقلوية والملوحة والقوام.

درس Pauwelyn وآخرون (1992) تأثير عدد من البوليمرات على انتاجية محصول القمح باستخدام Polyacrylamide 25جم/م^2 و Urea-Formaldehyde 40 جم/م^2 والبيوتومين 50 جم/م^2 ووجد أن انتاجية محصول القمح كانت 4.63، 4.5، 4.25 طن/هكتار للمعاملات السابقة على التوالي بالمقارنة بـ 3.9 طن/هكتار للمعاملة المكشوفة.

أكد Tayel وآخرون (1993b) أن رش التربة بمستحلب البيوتومين بتركيز 75جم/م^2 أدى إلى زيادة وزن النبات الكلي كما أدى إلى زيادة وزن وعدد القرون للفول السوداني وإلى زيادة كفاءة استخدام المياه.

الفصل الثالث
مواد وطرق البحث

أجريت هذه التجارب في حقل المزرعة التعليمية بكلية الزراعة - جامعة صنعاء وتم إجراء التحليلات المخبرية في معامل الكلية، وذلك خلال الموسم الزراعي للفترة 2005/2004.

1.3 مواد البحث

1.1.3 التحليلات الكيميائية والفيزيائية للتربة

تم تجميع عينات عشوائية من التربة من مواقع مختلفة من حقل الدراسة ومن أعماق (0 - 10)، (10 - 20)، (20 - 30)، (30 - 40)، (40 - 50) سم بغرض تحليلها كيميائياً وكذلك أخذت عينات من مواقع مختلفة من حقل الدراسة بغرض التحليل الميكانيكي لتربة الحقل. تم قياس السعة الحقلية للتربة باستخدام العجينة المشبعة وكذلك تم إيجاد الكثافة الظاهرية للتربة.

2.1.3 التحليلات الكيميائية للماء

لقد تم استخدام مياه بئر كلية الزراعة في ري محصول التجربة حيث أخذت عدة عينات من مياه الري وتم دراسة خواصها الكيميائية.

3.1.3 التصميم التجريبي

طبقت تجربة عامليه بعاملين في قطع منشقة Split Plot Design بتصميم قطاعات عشوائية كاملة. حيث قسم حقل التجربة إلى أربعة قطاعات وكل قطاع قسم إلى ثلاثة مكررات ولكل مكرر ثلاثة مستويات من ماء الري وتم توزيع الوحدات التجريبية باستخدام تصميم القطاعات كاملة التعشية (RCBD) كما في الجدول (1.3) وبذلك تكون التجربة عامليه بعاملين.

1- أنظمة الري بواقع أربعة نظم ري أنابيب التنقيط السطحية والنقاطات بدون صمام الضغط والسطحي والسطحي+ البوليمر.
2- مستويات ماء الري بواقع ثلاثة مستويات 100% ، 75 ، 50 وتم تحليل البيانات المتحصل عليها للصفات المدروسة باستخدام اختبار دنكن عند مستوى احتمال 5% في اختبار معنوية الفرو قات بين متوسطات المعاملات المختلفة وذلك باستخدام الحاسوب وفق برنامج التحليل الإحصائي SAS 2001 حيث أن المعاملات المشتركة في الرمز نفسه عمودياً تعد الفروق بين المعاملات غير معنوية عند مستوى 0.05 في حين أن الصفات غير المتأثرة معنوياً تترك بدون رموز.

المعادلات التنبؤية:

استنبطت معادلات تنبؤية للصفات المدروسة بدلالة العوامل الداخلة أنظمة ومستويات ماء الري فضلاً عن معامل التحديد والذي يمثل دقة المعادلة في تقدير قيم الصفة المتنبأ بها وبهذا نلاحظ أنه كلما أدخلنا متغير مستقلاً جديداً في المعادلة تزداد دقة المعادلة كما أن البرنامج الإحصائي المستخدم في التحليل لايقوم بإدخال أي متغير إلى المعادلة مالم تكون الصفة متأثرة معنوياً بالمتغير المستقل عند مستوى معنوية لأتقل عن 0.15 حيث استخدمت معادلات الانحدار الخطي المتعدد، وقد استخدم Grisso وآخرون (1996) هذه الطريقة.

1.3.1.3 شبكة خطوط نظامي الري بأنابيب التنقيط السطحية والنقاطات بدون صمام الضغط

لقد تم تنفيذ شبكة الري الخاصة بالتجربة باستخدام نوعين من النقاطات ذات المواصفات الموضحة في الجدول (2.3) حيث استخدمت هذه النقاطات نظراً لتوفرها في الأسواق المحلية ولكونها الأكثر استخداماً في المزارع اليمنية ولقد تم تثبيت النقاطات على خطوط الأنابيب الفرعية المصنوعة من البولي ايثلين بقطر 16ملم وبمسافات 50 سم بين النقاطات وبطول 40م وكذا أنابيب التنقيط السطحية فقد مدت بطول 40م، وكان عدد خطوط الأنابيب الفرعية 18 خط المسافة بين كل خط فرعي وآخر 1م شكل (1.3) حيث وزعت خطوط الأنابيب الفرعية عشوائياً لتعطي ثلاثة مستويات لإضافة ماء الري (100% ، 75 ، 50) حيث يمثل كل خط فرعي مستوى إضافة لماء الري ولكل مستوى إضافة ثلاثة مكررات بحسب الجدول (1.3) وللنوعين من النقاطات اعلاه. كما تم وضع مقياس للضغط في بداية الشبكة وكذلك عداد مياه لحساب تصريف الماء الداخل إلى الشبكة بحسب مستويات إضافة ماء الري أعلاه كما تم التحكم بتصريف الخطوط باستخدام صمام بوابي في بداية كل خط.

2.3.1.3 خطوط نظام الري السطحي

كان عدد خطوط الري السطحي9 خطوط المسافة بين كل خط وأخر1م وزعت عشوائياً تحت ثلاثة مستويات لإضافة ماء الري(100%، 75 ، 50) حيث مثل كل خط ري سطحي مستوى إضافة ولكل مستوى إضافة ثلاثة مكررات بحسب الجدول (1.3).

3.3.1.3 خطوط نظام الري السطحي + البوليمر

كان عدد خطوط الري السطحي + البوليمر 9 خطوط المسافة بين كل خط وأخز 1م وزعت تحت ثلاث مستويات لإضافة الماء (100%، 75، 50) حيث مثل كل خط ري سطحي + بوليمر مستوى إضافة ولكل مستوى إضافة ثلاثة مكررات بحسب الجدول (1.3) حيث تم وضع البوليمر على عمق يتراوح بين 20 – 30 سم أسفل التربة حيث تم خلطه بالتربة حول منطقة انتشار جذور نبات محصول الطماطم وقت الشتل كما تم التحكم بكميات الماء المضافة بواسطة مقياس الضغط وعداد المياه السابق ذكرهما.

2.3 طرق البحث

1.2.3 زراعة محصول الطماطم

تم زراعة محصول الطماطم (*Lycopersicon esculentum*) صنف (Roma-VF) لأغراض التجربة حيث تم زراعة نبات الطماطم على شكل بذور في أحواض بتربة من حقل الدراسة. نقلت الشتلات في أوائل أغسطس وبعمر45 يوماً إلى الحقل الذي تم حراثته بالمحراث القلاب المطرحي وتسويته بآلة التسوية وتخطيطه بالة التخطيط حيث تمت زراعة الشتلات على جانب الخطوط الفرعية وبمسافات 50 سم بين النبات والأخر وكان عرض الخط الفرعي 50 سم وسمدت الخطوط بالسماد النيتروجيني (يوريا) لمرة واحدة خلال الموسم بمعدل 110كجم/هكتار لجميع الخطوط بحسب ما أوصى به (مكرد، 1998) كما تمت مكافحة فطر رايزوكتونيا الذي ظهر أثناء التجربة بمبيد ارو ميل بلص.

2.2.3 الاحتياجات المائية

تم تقدير الاحتياجات المائية لمحصول الطماطم خلال الموسم الزراعي لمدينة صنعاء – الجمهورية اليمنية اعتمادا على الظروف المناخية لمدينة صنعاء (ملحق 44) ونوعية التربة الملائمة للمحصول إضافة إلى عوامل خاصة باستخدام برنامج كمبيوتر (Smith، 1992)، إضافة إلى أنه تم التأكد من المحتوى الرطوبي للتربة عن طريق اخذ عينات من التربة قبل عملية الري.

3.2.3 التجربة الحقلية

تم إجراء التجارب بثلاث مراحل من مراحل نمو نبات الطماطم الأربع وهي المرحلة التمهيدية للمحصول (30 يوماً) ومرحلة تطور المحصول (40 يوماً) ومرحلة منتصف الموسم (40 يوماً) حيث تم في نهاية كل مرحلة تجربة وفي كل تجربة تم تثبيت الضغط عند 100 كيلو باسكال في بداية الخط وذلك لجميع خطوط التجربة لغرض قياس التصريف، كما تم قياس رطوبة التربة قبل إجراء كل عملية ري وبعد مضي 24 ساعة على عملية الري في نقاط تقع على بعد (10، 20، 30م) من طول خطوط التجربة لغرض حساب كفاءة الري في كل تجربة ولجميع أنظمة ومستويات الري وأثناء كل عملية ري للمحصول كان يتم تثبيت الضغط عند 100 كيلو باسكال لغرض معرفة التصريف المستخدم وكان يتم قياس زمن الري.

كما تم قياس بعض صفات نمو النبات مثل ارتفاع نبات الطماطم وقطر ساق النبات وعدد أفرع النبات في نقاط تقع على بعد 10، 20، 30م على طول خطوط التجربة، وفي كل تجربة ولجميع أنظمة ومستويات ماء الري.

4.2.3 تجربة قياس معامل الاختلاف المصنعي

تم اختيار عينة عشوائية من كل النقاطات المستخدمة حيث تتكون العينة من 25 نقاط، وتم إجراء التجربة باستخدام ثلاثة ضغوط لكل نوع من أنواع النقاطات هي (50، 75، 100 كيلو باسكال).

5.2.3 القياسات

1.5.2.3 قياس التصريف

تم تثبيت اسطوانة مدرجة تحت النقاطات وبسعة 100مل لغرض قياس حجم الماء المتجمع من النقاط. واستخدمت ساعة توقيت لحساب زمن تجمع الماء. ثم تم حساب التصريف للنقاط بقسمة حجم الماء المتجمع في الاسطوانة على زمن التجميع، وتمت عملية قياس التصريف للنقاطات من نقاط تقع على بعد(10، 20، 30م) من طول خطوط الأنابيب الفرعية لشبكة الري بالتنقيط وفي كل مرة يقاس فيها التصريف يتم التأكد من عدم حدوث تغير في الضغط. كما تمّ قياس التصريف للري السطحي بواسطة عداد مياه (Flow meter).

2.5.2.3 قياس الضغط

لقياس الضغط تم استخدام جهاز قياس ضغط نوع بوردن (Bourdon) حيث تم قياس الضغط في نفس النقاط التي تم قياس التصريف فيها لشبكة الري بالتنقيط.

3.5.2.3 قياس المحتوى الرطوبي

تم قياس المحتوى الرطوبي للتربة لغرض قياس كفاءة الري باستخدام الطريقة الوزنية وذلك بأخذ عينات من التربة على أعماق هي (0- 10)، (10- 20)، (20- 30)، (30- 40)، (40- 50) سم باستخدام البريمة ووزنها بميزان حساس ثم تجفيفها في الفرن بدرجة حرارة 105 درجة مئوية ولمدة 24 ساعة ثم وزنها بعد التجفيف.

جدول **1.3** توزيع المعاملات داخل كل قطاع حسب التصميم المتبع

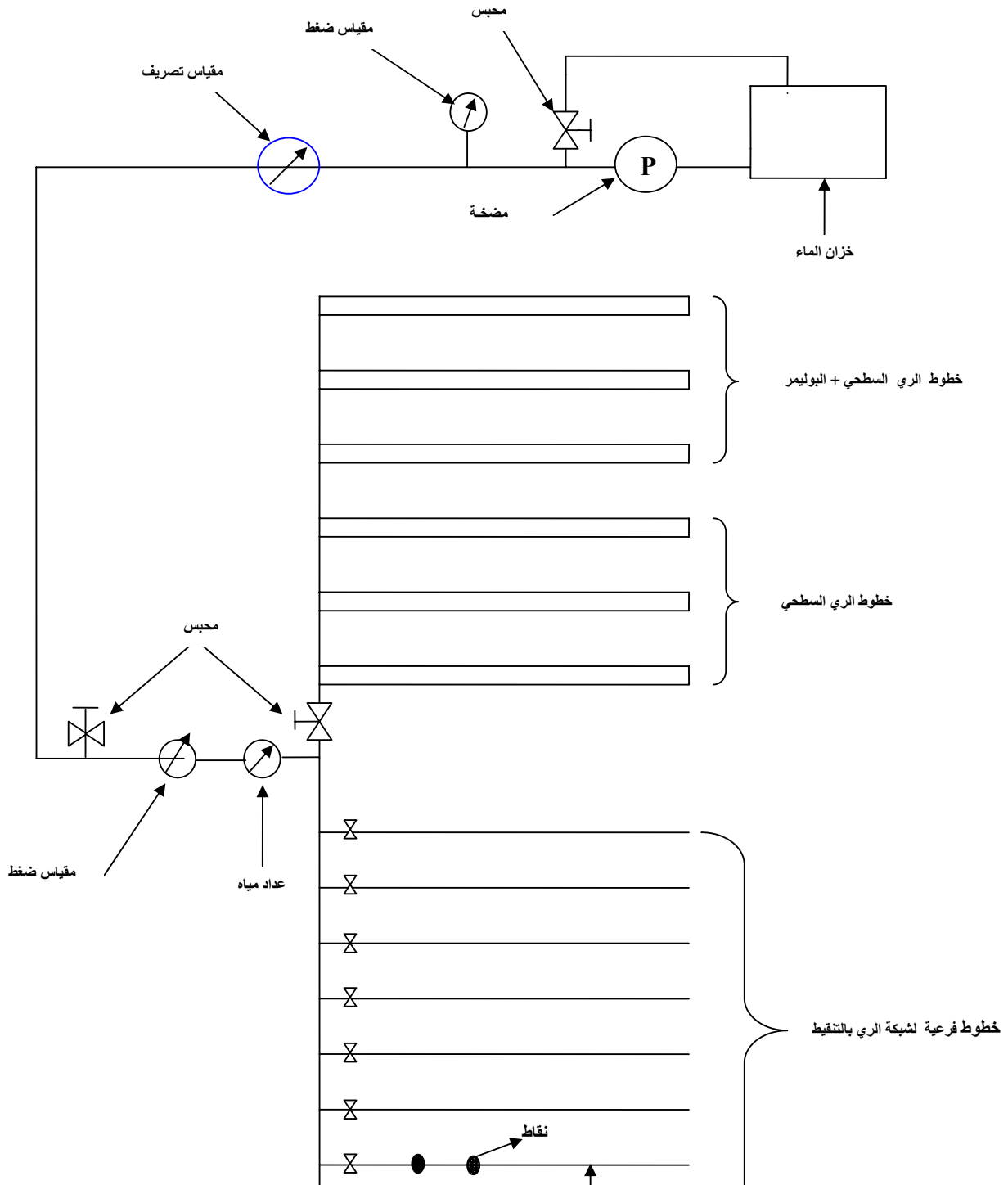
الرقم	القطاع الرابع	القطاع الثالث	القطاع الثاني	القطاع الأول
1	A_4B_1	A_3B_1	A_2B_1	A_1B_1
2	A_4B_3	A_3B_2	A_2B_3	A_1B_2
3	A_4B_2	A_3B_3	A_2B_2	A_1B_3
4	A_4B_3	A_3B_2	A_2B_3	A_1B_2
5	A_4B_2	A_3B_3	A_2B_2	A_1B_3
6	A_4B_1	A_3B_1	A_2B_1	A_1B_1
7	A_4B_2	A_3B_3	A_2B_2	A_1B_3
8	A_4B_3	A_3B_2	A_2B_3	A_1B_2
9	A_4B_1	A_3B_1	A_2B_1	A_1B_1

A1 : نظام الري بأنابيب التنقيط السطحية
A2 : نظام الري بالنقاطات بدون صمام الضغط
A3 : نظام الري السطحي
A4 : نظام الري السطحي + البوليمر

B1: مستوى ماء الري 100%
B2: مستوى ماء الري 75%
B3: مستوى ماء الري 50%

جدول **2.3** مواصفات النقاطات المستخدمة في التجربة

م	نوع النقاطات	اسم الموديل	بلد الصنع	التصريف حسب الكتالوج
1	نقاطات بدون صمام ضغط	Euro-Key	ايطاليا	4 l/h
2	أنابيب التنقيط السطحية بمسافات (50cm)بين الفتحات (Built-in)	GR	ايطاليا	4 l/h


محبس
مقياس ضغط
مقياس تصريف
P
مضخة
خزان الماء
خطوط الري السطحي + البوليمر
خطوط الري السطحي
محبس
مقياس ضغط
عداد مياه
خطوط فرعية لشبكة الري بالتنقيط
نقاط

4.5.2.3 قياس صفات نمو نبات الطماطم

تم قياس صفات نمو نبات الطماطم مثل ارتفاع نبات الطماطم وقطر ساق نبات الطماطم وعدد أفرع نبات الطماطم عند نقاط تقع على بعد(10، 20، 30 م) من طول خطوط التجربة ولجميع أنظمة ومستويات ماء الري وتم قياس ارتفاع نبات الطماطم وقطر ساق نبات الطماطم باستخدام المسطرة والقدمة الورنية.

5.5.2.3 قياس انتاجية المحصول

تم جني محصول الطماطم عند نضج المحصول بعد 110 يوم من الزراعة على ثلاث فترات بواقع جنية كل عشرة أيام حيث تم وزن محصول الطماطم لكل خط من خطوط التجربة لغرض تحديد كمية المحصول والتعبير عنها بوحدة كجم/هكتار ولجميع أنظمة ومستويات ماء الري.

6.5.2.3 كفاءة استخدام المياه

قدرت بقسمة انتاجية محصول الطماطم كجم/هكتار على كمية الري المضافة $م^3$/هكتار.

الفصل الرابع
النتائج والمناقشة

1.4 خصائص التربة وماء الري

1.1.4 الخصائص الفيزيائية والكيمائية للتربة

أُخذت عينات من التربة من مواقع مختلفة من حقل الدراسة والموضح في الملحق (1) التحليل الميكانيكي لتربة الحقل حيث يتضح من الملحق (1) ان قوام التربة Clay كما تم قياس السعة الحقلية للتربة باستخدام العجينة المشبعة وكانت 34% وزناً. وتم قياس الكثافة الظاهرية للتربة وكانت 1.3 جم/سم^3 وذلك لاستخدامها في حساب كفاءة الري.

كما تم تجميع عينات عشوائية من التربة من مواقع مختلفة من حقل الدراسة ومن أعماق (0 - 10)، (10 - 20)،(20 - 30)، (30 - 40)، (40 - 50) سم بغرض تحليلها كيميائياً وكان متوسط نتيجة التحليلات كما هو مدون في الملحق (2) ويتضح من الملحق ان تربة التجربة صالحة لزراعة محصول الطماطم بحسب حسن (1988).

2.1.4 التحليلات الكيميائية للماء

لقد تم استخدام مياه بئر كلية الزراعة في ري محصول الطماطم حيث أخذت عدة عينات من مياه الري وتم دراسة خواصها الكيميائية. الموضحة في الملحق (3) حيث يتضح من هذا الملحق أن قيمة التوصيل الكهربائي 0.5 dsm^{-1} لماء الري المستخدم في التجربة ويعتبر ضمن المدى المقبول والمسموح به في الري تبعاً لتقسيم منظمة الغذاء والزراعة الدولية (FAO، 1985).

2.4 الخصائص الهيدروليكية للنقاطات

لغرض تصميم شبكات الري بالتنقيط من الضروري معرفة العلاقات الهيدروليكية بين الضغط والتصريف وفواقد الطاقة بالاحتكاك كما من الضروري معرفة الاختلافات المصنعية للنقاطات.

1.2.4 علاقات الضغط بالتصريف

يوضح الجدول (1.4) والشكل (1.4) متوسط قيم التصريف للنقاطات ولضغوط تشغيل مختلفة (40- 100 كيلو باسكال).

جدول **1.4** تصريف النقاطات عند ضغوط التشغيل المختلفة.

نـــــوع النقـــــاط	الضغـــــط التشغيـــــــــلي (كيلو باسكال)						
	40	**50**	**60**	**70**	**80**	**90**	**100**
	تصريف النقاطات عند ضغوط التشغيل المختلفة لتر/ساعة						
أنابيب التنقيط السطحية	3.08	3.18	3.24	3.55	3.80	4.00	4.15
نقاطات بدون صمام ضغط	3.10	3.22	3.34	3.69	3.85	4.05	4.26

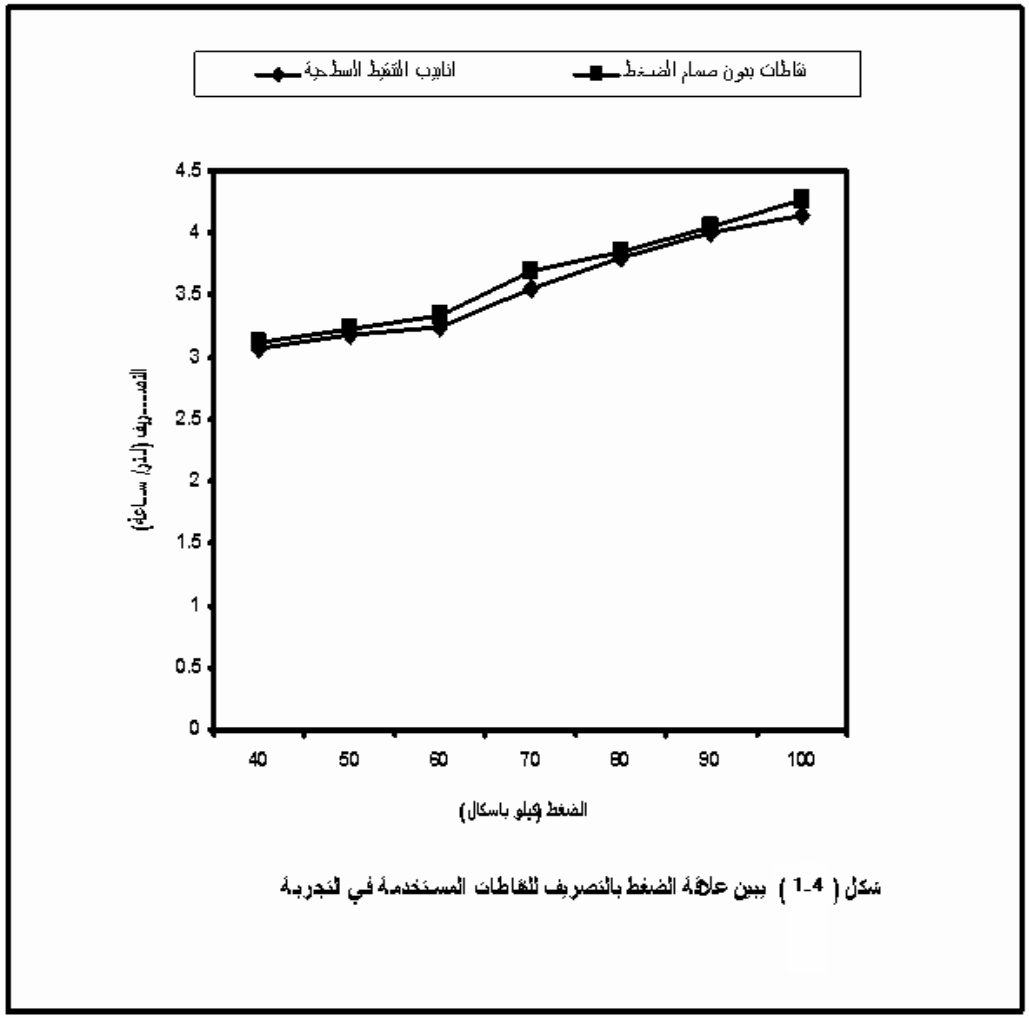
ويلاحظ أنه بزيادة الضغط يزداد التصريف ولجميع أنواع النقاطات المستخدمة في التجربة، كما يمكن استنتاج العلاقة التي تربط الضغط بالتصريف والتي تأخذ الصيغة

$$q = b\,H^{\beta} \qquad (1-4)$$

لأنواع النقاطات المستخدمة حيث كانت قيم ß ، b كما هو مدون في الجدول (4. 2).

جدول **2.4** قيم معاملات معادلة التصريف لأنواع النقاطات المستخدمة في التجربة.

نوع النقـــــاط	المعـــــــــامـــــــــلات		
	b	ß	معامل الارتباط
أنابيب التنقيط السطحية	0.800	0.355	0.99
نقاطات بدون صمام ضغط	0.785	0.364	0.99



شكل (4-1) يبين علاقة الضغط بالتصريف للقاطات المستخدمة في التجربة

ومن المعروف أن قيم ß هي مقياس لمدى حساسية التصريف إلى الضغط، وفي الظروف المثالية يجب أن تقع قيم ß بين 0 و 1 ، حيث أنه عندما تكون ß =1 فإن ذلك يعني أن أي زيادة في الضغط التشغيلي للنقاط تؤدي إلى زيادة بنفس النسبة بالتصريف بينما تعني قيمة ß =0 بأن تصريف النقاط لا يتأثر باختلاف الضغط وهذه حالة مثالية، ويتضح من الجدول (4. 2) الاختلافات بين النقاطات حيث تغير أس المعادلة بين 0.355 و 0.364 حيث كانت أدنى قيمة لأنابيب التنقيط السطحية وأعلى قيمة للنقاطات بدون صمام الضغط.

ويظهر من الجدول (4. 2) أن أنابيب التنقيط السطحية والنقاطات بدون صمام الضغط ذات سريان دوامي متغير (العمود، 1997)، وبما أن قيم ß المنخفضة تدل على أن التصريف يتأثر بتغير الضغط بصورة أقل، فإن النقاطات ذات قيم ß الأقل أفضل من النقاطات ذات قيم ß الأكبر.

2.2.4 معامل الاختلاف المصنعي للنقاطات

يبين معامل الاختلاف المصنعي للنقاطات الاختلافات الحاصلة في النقاطات من نفس النوع أثناء عملية التصنيع، ويتم إيجاده بقياس تصريف النقاطات تحت نفس الضغط. وقد تم حساب معامل الاختلاف المصنعي (Cv)للنقاطات المستخدمة تحت ضغوط (50، 75، 100 كيلو باسكال) وبموجب المعادلة (2-7)وقد تم إسقاط قيم (Cv) التي تم الحصول عليها في الجدول (3.4) والذي يبين الاختلاف بين أنواع النقاطات المستخدمة في التجربة.

جدول **3.4** معامل الاختلاف المصنعي **Cv** للنقاطات المستخدمة

نـــوع النقـــــاط	الضـــــــــــــــغط (كيلو باسكال)				التصنيـــــف
	50	**75**	**100**	المتوسط	
أنابيب التنقيط السطحية	0.081	0.061	0.062	0.068	متوسط
نقاطات بدون صمام ضغط	0.081	0.059	0.057	0.066	متوسط

وقد تراوحت قيمCv لأنابيب التنقيط السطحية بين 0.061 و0.081 وبمتوسط 0.068 وتصنف حسب الجدول (2-2) بأنها متوسطة، أما النقاطات بدون صمام الضغط فقد تراوحت قيم Cv بين 0.057 و0.081 وبمتوسط 0.066 وتصنف على أنها متوسطة أيضاً. وتتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه كل من(1992) Ismail و Ozekiciوآخرون (1995).

3.2.4 معامل انتظام التنقيط

استخدم تصريف النقاطات لحساب معامل انتظام التنقيط باستخدام المعادلة (2- 4) وذلك للنقاطات المستخدمة في التجربة ويتضح من الجدول (4.4) أن قيم معامل انتظام التنقيط للنقاطات المستخدمة في التجربة ولجميع الضغوط التشغيلية كانت ضمن الحدود الممتازة بموجب الجدول (1.2).

جدول **4.4** معامل انتظام التنقيط **Eu%** للنقاطات المستخدمة.

نـــوع النقـــــاط	الضـــــــــــــــغط (كيلو باسكال)				التصنيـــف
	50	**75**	**100**	المتوسط	

أنابيب التنقيط السطحية	93	95	94	94	ممتاز
نقاطات بدون صمام ضغط	94	95	95	94.67	ممتاز

كما يتضح أن معامل انتظام التنقيط يعتمد على نوع النقاط حيث أن أعلى قيمة لمعامل انتظام التنقيط كانت للنقاطات بدون صمام الضغط ثم أنابيب التنقيط السطحية ويعود السبب في ذلك لانخفاض معامل الاختلاف المصنعي وتتفق هذه النتيجة مع ما توصل إليه Wasif (1990).

3.4 تأثير أنظمة الري في الصفات المدروسة في المرحلة التمهيدية لنمو المحصول

يتضح من الجدولين (5.4) و (6.4) أن لأنواع أنظمة الري تأثير معنوي عند مستوى 0.01 في كل من كفاءة الإضافة وكفاءة الخزن وارتفاع النبات وقطر ساق النبات وعدد أفرع النبات، في حين أن كفاءة التجانس لم تتأثر معنوياً.

1.3.4 الصفات المدروسة والمتأثرة معنوياً

1.1.3.4 كفاءة الإضافة

أعطى نظام الري بأنابيب التنقيط السطحية أعلى كفاءة إضافة وهي 85.33% والتي لم تختلف معنوياً عن نظام الري بالنقاطات بدون صمام الضغط وهي 85.11% مقارنة مع نظام الري السطحي + البوليمر الذي حقق كفاءة إضافة 45.00% في حين أعطى نظام الري السطحي أقل كفاءة إضافة وهي 43.44% ويعود السبب في ذلك إلى أنه لم تحدث فواقد للمياه المضافة أثناء الري بالتنقيط والتي تفقد بالتسرب العميق أو بالجريان السطحي أو بالتبخر أثناء الري السطحي. وتنسجم هذه النتائج مع ما توصل إليه كل من Goyal وآخرون (1985)؛ Lopez وآخرون (1985)؛ Anyoji و Wu (1994)؛ Arnaout (1997) وYohannes وآخرون (1998).

2.1.3.4 كفاءة الخزن

أعطى نظام الري بأنابيب التنقيط السطحية أعلى كفاءة خزن وهي 61.56% والتي لم تختلف معنوياً عن نظام الري بالنقاطات بدون صمام الضغط وهى 61.11% مقارنة مع نظام الري السطحي + البوليمر الذي حقق كفاءة خزن 46.22% والتي لم تختلف معنوياً مع نظام الري السطحي الذي حقق أقل كفاءة خزن 44.89% ويعود السبب في ذلك إلى أن أعماق الماء المخزون في منطقة الجذور لم تكن متساوية تحت أنظمة الري المختلفة، إضافة إلى أن الري بالتنقيط يبقي المحتوى الرطوبي في التربة عالياً.

3.1.3.4 ارتفاع النبات

أعطى نظام الري السطحي + البوليمر أعلى ارتفاع لنبات الطماطم وهو 22.73 سم يليه نظام الري السطحي الذي حقق ارتفاع 20.51 سم مقارنة مع نظام الري بأنابيب التنقيط السطحية الذي حقق ارتفاع 18.82 سم والذي لم يختلف معنوياً مع نظام الري بالنقاطات بدون صمام الضغط الذي أعطى أقل ارتفاع وهو 18.69 سم ويرجع ذلك

إلى أن كمية الماء المضافة بنظام الري السطحي أعلى منها بنظام الري بالتنقيط كما أن محسنات التربة تعمل على زيادة المحتوى الرطوبي وبالتالي زيادة معدل نمو النبات وتنسجم هذه النتائج مع ما توصل إليه كل من Wallace وآخرون (1986)؛ Wahba وآخرون (1990) وObreza وآخرون (1996).

4.1.3.4 قطر ساق النبات

أعطى نظام الري السطحي + البوليمر أكبر قطر لساق نبات الطماطم وهو 5.89 مم يليه نظام الري السطحي الذي حقق 4.96 مم مقارنة بنظام الري بأنابيب التنقيط السطحية الذي حقق 4.74 مم والذي لم يختلف معنوياً مع نظام الري بالنقاطات بدون صمام الضغط الذي أعطى أقل قطر وهو 4.59 مم ويرجع ذلك إلى أن كمية الماء المضاف بنظام الري السطحي كانت أعلى منها بنظام الري بالتنقيط كما أن محسنات التربة تعمل على زيادة المحتوى الرطوبي وبالتالي زيادة معدل نمو النبات وتتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه كل من Wallace وآخرون (1986)؛ Wahba وآخرون (1990) وObreza وآخرون (1996).

5.1.3.4 عدد أفرع النبات

أعطى نظام الري السطحي + البوليمر أعلى عدد لأفرع نبات الطماطم وهو 6.26 يليه نظام الري السطحي الذي حقق 3.96 مقارنة مع نظام الري بأنابيب التنقيط السطحية الذي حقق أقل عدد لأفرع النبات 3.37 والذي لم يختلف معنوياً مع نظام الري بالنقاطات بدون صمام الضغط الذي حقق 3.37 ويرجع ذلك إلى أن كمية الماء المضاف بنظام الري السطحي كانت أعلى منها بنظام الري بالتنقيط كما أن محسنات التربة تعمل على زيادة المحتوى الرطوبي وبالتالي زيادة معدل نمو النبات وتنسجم هذه النتائج مع ما توصل إليه كل من Wallace وآخرون (1986)؛ Wahba وآخرون (1990) وObreza وآخرون (1996).

2.3.4 الصفات المدروسة التي لم تتأثر معنوياً

1.2.3.4 كفاءة التجانس

لم تتأثر كفاءة التجانس معنوياً بأنظمة الري حيث كانت 96.78% ، 96.22 ، 97.22 ، 98.22 لكل من أنظمة الري السطحي + البوليمر والسطحي والنقاطات بدون صمام الضغط وأنابيب التنقيط السطحية على التوالي.ويعزى ذلك إلى أن تربة التجربة تلقت أعماقا متساوية من الماء ولجميع أنظمة الري.

جدول **5.4** تحليل التباين بمتوسطات المربعات للصفات المدروسة في المرحلة التمهيدية لنمو المحصول

الصفات المدروسة	أنظمة الري **A**	مستويات الري **B**	أنظمة الري * مستويات الري **B*A**
كفاءة الإضافة %	5046.70**	629.36**	17.95**
كفاءة التجانس %	6.44	17.44**	5.89*
كفاءة الخزن %	749.78**	2746.36**	99.36**

ارتفـــاع النبات سم	31.97**	28.42**	3.19**
قطر ساق النبات مم	3.05**	7.79**	0.33**
عــدد أفــرع النبـــات	17.02**	1.99**	1.21**

** معنوي عند 0.01 ، * معنوي عند 0.05

جدول **6.4** تأثير أنظمة الري في ا لصفات المدروسة في المرحلة التمهيدية لنمو المحصول.

الصفات المدروسة	أنابيب التنقيط السطحية	نقاطات بدون صمام الضغط	الري السطحي	الري السطحي + بوليمر
كفاءة الإضـافة %	a85.33	a85.11	c43.44	b45.00
كفاءة التجانس %	96.78	96.22	97.22	98.22
كفاءة الخـزن %	61.56 a	61.11 a	44.89 b	46.22 b
ارتفـــاع النبات سم	18.82 c	18.69 c	20.51 b	22.73 a
قطر ساق النبات مم	4.74 b c	4.59 c	4.96 b	5.89 a
عــدد أفـرع النبات	3.37 c	3.37 c	3.96 b	6.26 a

4.4 تأثير مستويات الري في ا لصفات المدروسة في المرحلة التمهيدية لنمو المحصول

يتضح من الجدولين (5.4) و(7.4) أن لاختلاف مستويات ماء الري تأثير معنوي عند مستوى 0.01 على جميع الصفات المدروسة وهي كفاءة الإضافة وكفاءة التجانس وكفاءة الخزن وارتفاع النبات وقطر ساق النبات وعدد أفرع النبات.

1.4.4 الصفات المدروسة والمتأثرة معنوياً

1.1.4.4 كفاءة الإضافة

حقق المستوى 50% أعلى كفاءة إضافة وهي 72.33% مقارنة بالمستوى 100% الذي أعطى أقل كفاءة إضافة وهي 57.92% في حين وقع المستوى 75% بينهما حيث سجل 63.92% ويرجع السبب في ذلك إلى اختلاف مستويات الري، حيث أن كمية الماء المضافة بمستوى أقل لايحدث لها تسرب عميق مقارنة مع كمية الماء المضافة بمستوى أعلى.

جدول **7.4** تأثير مستويات الري في الصفات المدروسة في المرحلة التمهيدية لنمو المحصول .

الصفات المدروسة	**100%**	**75%**	**50%**
كفاءة الإضافة %	c57.92	b63.92	a72.33
كفاءة التجانس %	b96.50	b96.33	a98.50
كفاءة الخـــزن %	a68.75	b53.08	c38.50
ارتفـــاع النبات سم	a21.58	b20.45	c18.54
قطر ساق النبات مم	a5.83	b5.08	c4.22
عــدد أفـرع النبـات	a4.61	b4.31	c3.81

2.1.4.4 كفاءة التجانس

حقق المستوى 50% أعلى كفاءة تجانس وهي 98.50% مقارنة بالمستوى 100% الذي حقق كفاءة تجانس هي 96.50% والتي لم تختلف معنوياً مع المستوى 75% الذي حقق أقل كفاءة تجانس وهي 96.33% ويعزى ذلك إلى أن الحقل لم يتلقى أعماق متساوية من الماء نظراً لاختلاف مستويات الري.

3.1.4.4 كفاءة الخزن

حقق المستوى 100% أعلى كفاءة خزن وهي 68.75% مقارنة بالمستوى 50% الذي أعطى أقل كفاءة خزن وهي 38.50% في حين وقع المستوى 75% بينهما حيث أعطى كفاءة خزن هي 53.08% ويرجع السبب في ذلك إلى أن عمق الماء المخزون في منطقة الجذور لم يكن متساوي نظراً لاختلاف مستويات الري ولم يصل إلى السعة الحقلية لتربة الحقل.

4.1.4.4 ارتفاع النبات

أعطى المستوى 100% أعلى ارتفاع لنبات الطماطم وهو 21.58 سم مقارنة بالمستوى 50% الذي حقق أقل ارتفاع وهو 18.54سم في حين وقع المستوى 75% بينهما حيث أعطى 20.45 سم ويرجع السبب في ذلك إلى الاختلاف قي مستويات الري،حيث أن كمية الماء المضافة من الري بحسب الاحتياج المائي للنبات كانت عند أعلى مستوى ري مما يؤدي إلى زيادة معدل نمو النبات والامتصاص الكلي للعناصر المعدنية. وتتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه كل من Wahba وآخرون (1990)؛ Abo-Hussein (1995)؛ Obreza وآخرون (1996) و Oweis وآخرون (2000).

5.1.4.4 قطر ساق النبات

سجل المستوى 100% أعلى قطر لنبات الطماطم وهو 5.83 مم مقارنة بالمستوى 50% الذي حقق أقل قطر وهو 4.22 مم في حين وقع المستوى 75% بينهما حيث حقق القطر 5.08 مم ويعود السبب في ذلك لاختلاف مستويات الري،حيث أن كمية الماء المضافة من الري بحسب الاحتياج المائي للنبات كانت عند المستوى الأ على مما يؤدي إلى زيادة معدل نمو النبات. وتنسجم هذه النتائج مع ما توصل إليه كل من Wahba وآخرون (1990) و Abo-Hussein (1995) وObreza وآخرون (1996) و Oweis وآخرون (2000).

6.1.4.4 عدد أفرع النبات

أعطى المستوى 100% أعلى عدد لأفرع ا لنبات وهو 4.61 مقارنة بالمستوى 50% الذي أعطى أقل عدد لأفرع النبات وهو 3.81 في حين وقع المستوى 75% بينهما حيث أعطى عدد لأفرع النبات وهو 4.31 ، ويرجع السبب في ذلك إلى اختلاف مستويات الري، حيث أن كمية الماء المضافة من الري بحسب الاحتياج المائي للنبات كانت عند ا لمستوى ألا على مما يؤدي إلى زيادة معدل نمو النبات. وتتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه Abo-Hussein (1995).

5.4 تأثير التداخل بين أنظمة ومستويات الري في الصفات المدروسة في المرحلة التمهيدية لنمو المحصول

يتبين من الجدولين (5.4) و(8.4) أن التداخل بين أنظمة ومستويات الري له تأثير معنوي عند مستوى 0.01 في كل من كفاءة الإضافة وكفاءة الخزن وارتفاع النبات وقطر ساق النبات وعدد أفرع النبات ماعدا كفاءة التجانس عند مستوى 0.05.

1.5.4 الصفات المدروسة والمتأثرة معنوياً

1.1.5.4 كفاءة الإضافة

يوضح الشكل (2.4) انخفاض كفاءة الإضافة عند زيادة مستوى ماء الري ويلاحظ أن نظام الري بأنابيب التنقيط السطحية عند مستوى 50% أعطى أعلى كفاءة إضافة وهى 91.00% والتي لم تختلف معنوياً مع نظام الري بالنقاطات بدون صمام الضغط عند نفس المستوى وهي 91.00% مقارنة مع نظام الري السطحي عند مستوى 100% الذي سجل أقل كفاءة إضافة وهي 34.00%، ويرجع السبب في ذلك لاختلاف أنظمة ومستويات الري، كما أن انخفاض الري عن الاحتياجات المائية تحت نظام الري بالتنقيط لايحدث لها تسرب عميق مقارنة بنظام الري السطحي عند مستوى أعلى من الري إضافة إلى أن نظام الري بالتنقيط يقلل فواقد المياه التي قد تضيع بالتسرب العميق أو بالجريان السطحي أو بالتبخر في نظام الري السطحي، كما لاتوجد اختلافات معنوية بين نظامي الري بأنابيب التنقيط السطحية عند مستوى 100% والنقاطات بدون صمام الضغط عند

نفس المستوى، كما لأيوجد اختلافات معنوية بينهما عند مستوى 75% كما لاتوجد اختلافات معنوية بين نظامي الري السطحي عند مستوى 75% والسطحي + البوليمر عند نفس المستوى، كما لأيوجد اختلافات معنوية بينهما عند مستوى 50%.

2.1.5.4 كفاءة التجانس

يوضح الشكل (3.4) أن كفاءة التجانس تقل بزيادة مستوى ماء الري ويلاحظ أن نظام الري بأنابيب التنقيط السطحية عند مستوى 50% حقق أعلى كفاءة تجانس وهى 99.00% والتي لم تختلف معنوياً مع نظام الري بالنقاطات بدون صمام الضغط عند نفس المستوى وهي 99.00% والتي لم تختلف معنوياً مع نظام الري السطحي + البوليمر عند المستويين 100%، 75 وهي 98.33% لكلا المستويين مقارنة مع نظام الري بالنقاطات بدون صمام الضغط عند مستوى 100%الذي حقق أقل كفاءة تجانس وهي 94.00% ، ويعود السبب في ذلك إلى أن تربة التجربة لم تتلقى اعماقاً متساوية من الماء نظراً لاختلاف أنظمة ومستويات الري . كما لاتوجد اختلافات معنوية بين ا أنظمة الري السطحي + البوليمر عند ا لمستويات 100% ، 75 ، 50 مع السطحي عند نفس المستويات ومع النقاطات بدون صمام الضغط عند المستوى 50% ومع أنابيب التنقيط السطحية عند المستويين 100% ، 50 والذين لايختلفون معنوياً مع المستوى 75% لنظامي الري بالنقاطات بدون صمام الضغط وأنابيب التنقيط السطحية واللذان لايختلفان معنوياً مع المستوى 100% لنظام الري بالنقاطات بدون صمام الضغط.

3.1.5.4 كفاءة الخزن

يتضح من الشكل (4.4) ارتفاع كفاءة الخزن بزيادة مستوى ماء الري وقد أعطى نظام الري بأنابيب التنقيط السطحية عند مستوى 100% أعلى كفاءة خزن وهى 83.00% والتي لم تختلف معنوياً عن نظام الري بالنقاطات بدون صمام الضغط عند نفس المستوى وهي81.00% مقارنة مع نظام الري السطحي عند مستوى 50% الذي حقق أقل كفاءة خزن وهي 34.33% ، والتي لم تختلف معنوياً عن نظام الري السطحي + البوليمر عند نفس المستوى وهي % 35.67 ، ويعود السبب في ذلك إلى أن عمق الماء المخزون في منطقة الجذور أثناء الري يختلف باختلاف نظام ومستوى الري لان الماء المضاف بنظام الري بالتنقيط وعند المستوى الأعلى للري بحسب الاحتياج المائي لايحدث له ضياع بالتسرب العميق أو الجريان السطحي مقارنة بنظام الري السطحي، كما لاتوجد اختلافات معنوية بين نظامي الري بأنابيب التنقيط السطحية عند مستوى 75% مع النقاطات بدون صمام الضغط عند نفس المستوى، كما لأيوجد اختلافات معنوية بينهما عند مستوى 50% كما لاتوجد اختلافات معنوية بين نظامي الري السطحي + البوليمر والسطحي عند مستوى 100%، كما لأيوجد اختلافات معنوية بينهما عند مستوى 75% .

4.1.5.4 ارتفاع النبات

يتضح من الشكل (5.4) أن ارتفاع نبات الطماطم أزداد بزيادة مستوى ماء الري حيث سجل نظام الري السطحي + البوليمر عند مستوى 100% أعلى ارتفاع لنبات الطماطم وهو 23.60 سم مقارنة بنظام الري السطحي عند مستوى 50% الذي أعطى أقل ارتفاع لنبات الطماطم وهو 17.15 سم والذي لم يختلف معنوياً عن نظام الري بأنابيب التنقيط السطحية عند مستوى 50% الذي حقق 17.27 سم، ويعود السبب في ذلك لاختلافات أنظمة ومستويات الري فا لماء المضاف بنظام الري السطحي بحسب الاحتياج المائي للنبات أعلى من الماء المضاف بنظام الري بالتنقيط وبحسب الاحتياج المائي للنبات، وعند مستويات الري المختلفة، إضافة إلى وجود محسنات التربة التي تعمل على زيادة المحتوى الرطوبي للتربة وبالتالي زيادة معدل نمو النبات، كما لاتوجد اختلافات معنوية بين نظام الري السطحي + البوليمر عند مستوى 100% مع نظام الري السطحي عند نفس المستوى ومع المستوى 75% لنظام الري السطحي + البوليمر والذي لايختلف معنوياً مع المستوى 50% لنفس النظام والذي لايختلف معنوياً مع المستوى 75% لنظام الري السطحي، كما لاتوجد اختلافات معنوية بين نظامي الري بأنابيب التنقيط السطحية عند مستوى 100% مع النقاطات بدون صمام الضغط عند نفس المستوى والذي

لأيوجد له اختلافات معنوية مع نظامي الري بأنابيب التنقيط السطحية والنقاطات بدون صمام الضغط عند المستوى 75% واللذان لايوجد لهما اختلاف معنوي مع المستوى 50% لنظام الري بالنقاطات بدون صمام الضغط والذي لايوجد له اختلافات معنوية مع نظامي الري بأنابيب التنقيط السطحية والسطحي عند مستوى 50%.

5.1.5.4 قطر ساق النبات

يتضح من الشكل (6.4)أن قطر ساق نبات الطماطم ازداد زيادة بسيطة بزيادة مستوى ماء الري حيث حقق نظام الري السطحي + البوليمر عند مستوى 100%أكبر قطر لساق نبات الطماطم وهو 7.11 مم مقارنة مع نظام الري بالنقاطات بدون صمام الضغط عند مستوى 50% الذي أعطى أقل قطر لساق نبات الطماطم وهو 3.89 مم ، ويعود السبب في ذلك لاختلاف نظم ومستويات الري فا لماء المضاف بنظام الري بالتنقيط و بحسب احتياج النبات أقل من الماء المضاف بنظام الري السطحي، وعند مستويات الري المختلفة، إضافة إلى وجود محسنات التربة التي تعمل على زيادة المحتوى الرطوبي للتربة وبالتالي زيادة معدل نمو النبات، كما لايوجد اختلاف معنوي بين نظام الري السطحي + البوليمر عند مستوى 75% مع نظام الري السطحي عند مستوى 100% والذي لايختلف معنوياً مع نظامي الري بأنابيب التنقيط السطحية عند مستوى 100% و النقاطات بدون صمام الضغط عند مستوى 100% والذي لايختلف معنوياً مع نظامي الري بأنابيب التنقيط السطحية والسطحي عند مستوى 75% واللذان لايختلفان معنوياً مع أنظمة الري بالنقاطات بدون صمام الضغط عند المستوى 75% والسطحي + البوليمر عند مستوى 50% والسطحي عند مستوى 50% و الذي لا يختلف معنوياً مع نظام الري بأنابيب التنقيط السطحية عند مستوى 50% و الذي لا يختلف معنوياً مع نظام الري بالنقاطات بدون صمام الضغط عند مستوى 50% .

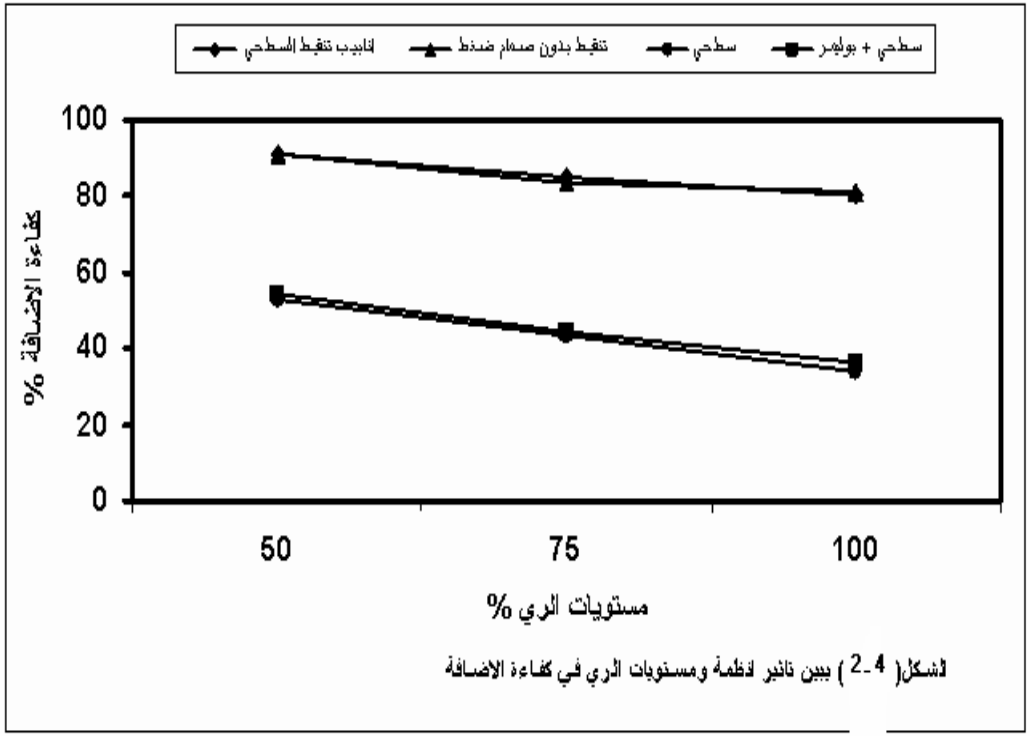
6.1.5.4 عدد أفرع النبات

يوضح الشكل (7.4) أن عدد أفرع نبات الطماطم ازدادت زيادة بسيطة عند زيادة مستوى ماء الري ويلاحظ أن نظام الري السطحي + البوليمر عند مستوى 100%أعطى أعلى عدد لأفرع نبات الطماطم وهو 7.56 مقارنة مع نظام الري بالنقاطات بدون صمام الضغط عند مستوى % 50 الذي سجل أقل عدد لافرع النبات وهو 3.22، ويعود السبب في ذلك لاختلاف أنظمة ومستويات الري فا لماء المضاف بنظام الري السطحي و بحسب ا لاحتياج المائي للنبات أكبر من الماء المضاف بنظام الري بالتنقيط وبحسب الاحتياج المائي للنبات، إضافة إلى وجود محسنات التربة التي تعمل على زيادة المحتوى الرطوبي للتربة وبالتالي زيادة معدل نمو النبات، كما لايوجد اختلافات معنوية بين المستويات 100%، 75، 50 لنظام الري السطحي، كما لاتوجد اختلافات معنوية بين أنظمة الري السطحي عند المستويين 100%، 50 ونظام الري بأنابيب التنقيط السطحية عند المستويات 100%، 75، 50 ونظام الري بالنقاطات بدون صمام الضغط عند المستويين 100%، 75 كما لاتوجد اختلافات معنوية بين المستويات 100%، 75، 50 لنظام الري بأنابيب التنقيط السطحية والذين لايختلفون معنوياً مع المستويات 100%، 75، 50 لنظام الري بالنقاطات بدون صمام الضغط، كما لايوجد اختلاف معنوي بين نظامي الري بالنقاطات بدون صمام الضغط والسطحي عند مستوى 50%.

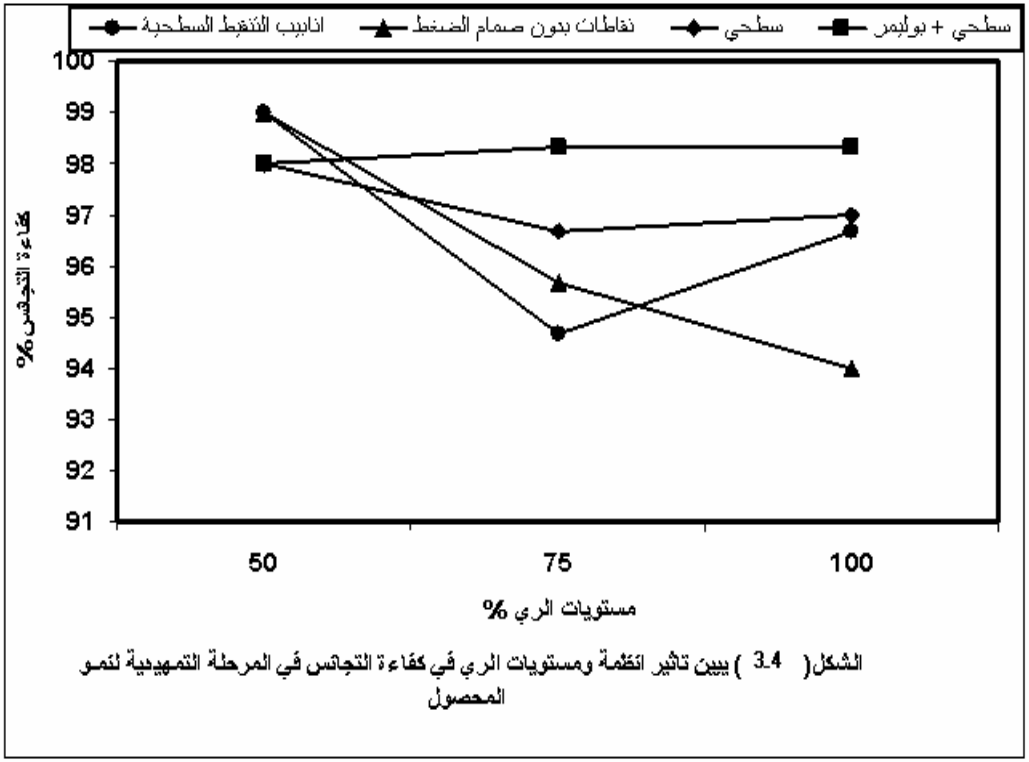
جدول **8.4** تأثير التداخل بين أنظمة ومستويات الري في الصفات المدروسة في المرحلة التمهيدية لنمو المحصول

التداخلات		كفاءة الإضافة %	كفاءة التجانس %	كفاءة الخزن %	ارتفاع النبات (سم)	قطر ساق النبات (مم)	عدد أفرع النبات
نظام الري	مستويات الري						
أنابيب التنقيط السطحية	100%	c80.33	abc96.67	a83.00	20.25 d	5.44 c	3.44 ef
	75%	84.67 b	94.67 cd	60.33 b	18.96 ef	4.78 de	3.33 ef

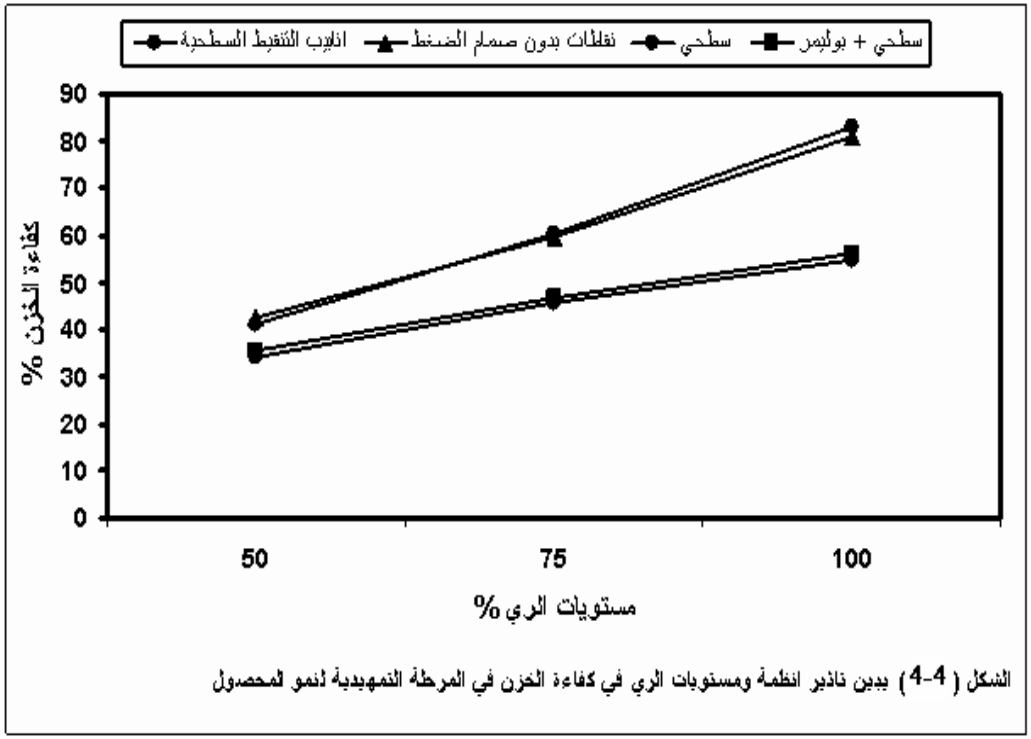
3.33 ef	4.00 fg	17.27 g	41.33 a	99.00 a	91.00 a	50%	
3.56 ef	5.22 cd	19,62 ed	81.00 a	94.00 d	81.00 c	100%	نقاطات بدون صمام الضغط
3.33 ef	4.67 e	18.69 ef	59.67 b	95.67 bcd	83.33 b	75%	
3.22 f	3.89 g	17.78 fg	42.67 e	99.00 a	91.00 a	50%	
3.89 de	5.56 bc	22.87 ab	54.67 c	97.00 abc	34.00 g	100%	السـطحي
4.22 d	4.89 de	21.50 c	45.67 d	96.67 abc	43.33 e	75%	
3.78 def	4.44 ef	17.15 g	34.33 f	98.00 ab	53.00 d	50%	
7.56 a	7.11 a	23.60 a	56.33 c	98.33 a	36.33f	100%	ا لسـطحي + البوليمر
6.33 b	6.00 b	22.64 abc	46.67 d	98.33 a	44.33e	75%	
4,89 c	4.56 e	21.96 bc	35.67 f	98.00 ab	54.33 d	50%	



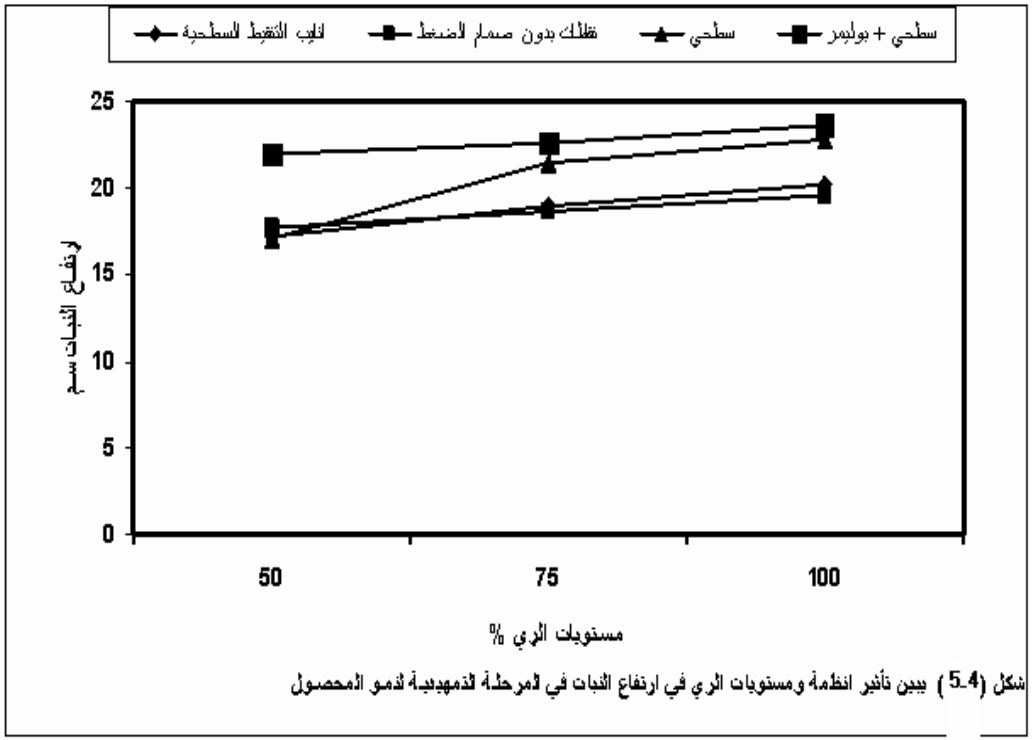
لشكل(4 -2) يبين تاثير لانظمة ومستويات الري في كفاءة الاضافة



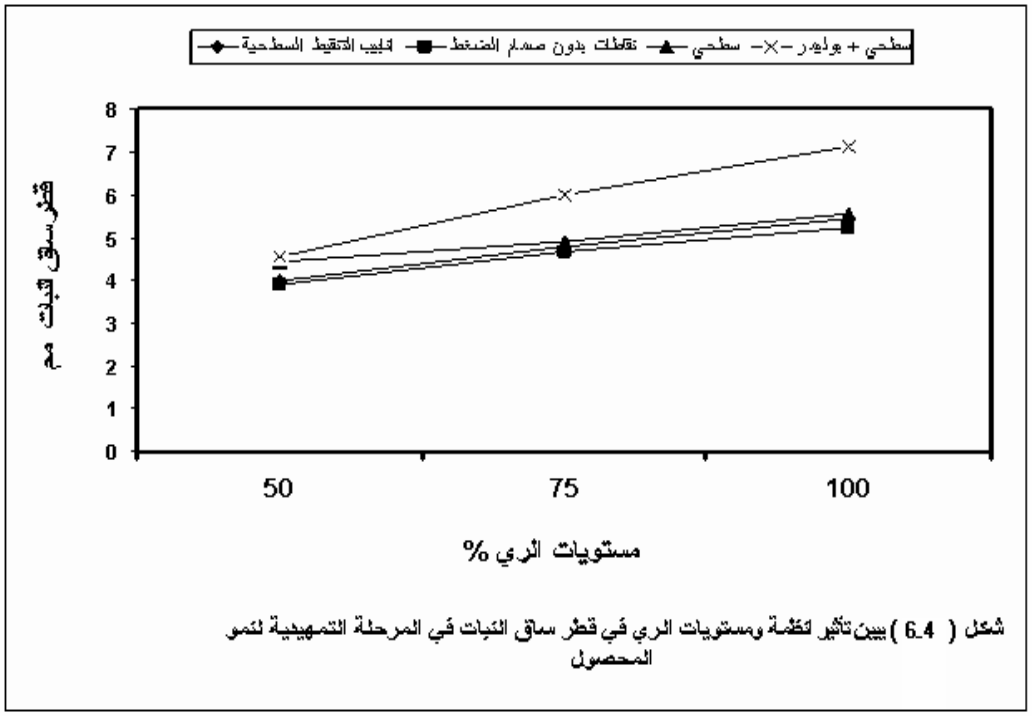
الشكل(3.4) يبين تاثير انظمة ومستويات الري في كفاءة التجانس في المرحلة التمهيدية لنمو المحصول



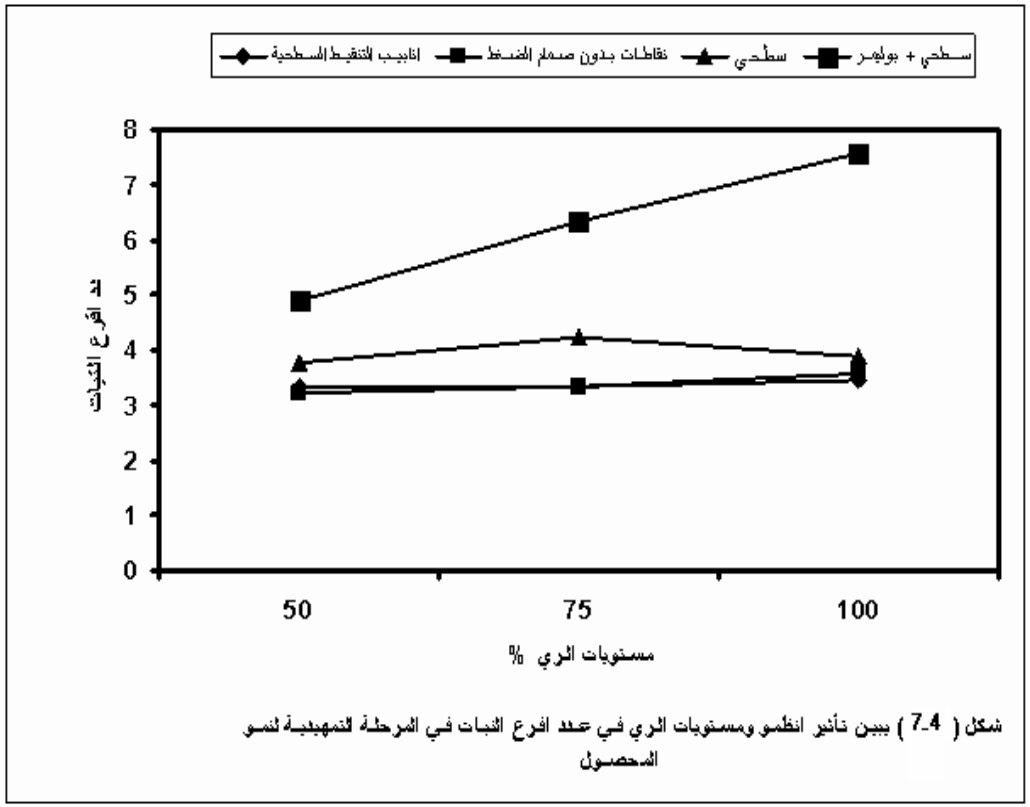
الشكل (4-4) يبين تاثير انظمة ومستويات الري في كفاءة الخزن في المرحلة التمهيدية لنمو المحصول



شكل (4-5) يبين تأثير انظمة ومستويات الري في ارتفاع النبات في المرحلة الخضرية لنمو المحصول



شكل (6.4) يبين تأثير انظمة ومستويات الري في قطر ساق النبات في المرحلة التمهيدية لنمو المحصول



شكل (4-7) يبين تأثير انظمة ومستويات الري في عدد افرع النبات في المرحلة التمهيدية لنمو المحصول

6.4 المعادلات التنبؤية للمرحلة التمهيدية لنمو المحصول

استنبطت المعادلات التنبؤية للصفات بدلالة العوامل الداخلة في التجربة ويتضح من الجدول (9.4) المعادلات التنبؤية في المرحلة التمهيدية لنمو المحصول وهي كما يلي :-

1.6.4 كفاءة الإضافة

من الملاحظ من الجدول (9.4) أن التنبؤ بكفاءة الإضافة اعتماداً على نظام الري يجعل دقة المعادلة (R^2)0.720 وأصبحت الدقة 0.795 عند إضافة عامل مستوى الري للتنبؤ بكفاءة الإضافة ولتفسير المعادلة نلاحظ أن أي تغير في نظام الري من A1 إلى A4 مع بقاء عامل المستوى ثابت يؤدي إلى انخفاض كفاءة الإضافة بمقدار 16.27%، وعند زيادة مستوى الري بمقدار 1% تقل كفاءة الإضافة بمقدار 28.83% مع ثبات العامل الأخر.

EA= 127.01-16.27A-28.83B 4 ..... (2- 4)

كما يتضح من الجدول (10.4) بأن هناك علاقة ارتباط عكسية عند مستوى معنوي 0.01 بين كفاءة الإضافة ونظام الري وكانت قيمة معامل الارتباط 0.85- وعلاقة ارتباط عكسية غير معنوية بين كفاءة الإضافة ومستوى الري وكان معامل الارتباط 0.27 –

2.6.4 كفاءة الخزن

يتضح من الجدول (9.4) أن دقة معادلة التنبؤ بكفاءة الخزن اعتماداً على مستوى الري هي 0.654 وأصبحت دقة المعادلة 0.862 عند إدخال عامل نظام الري، وتوضح المعادلة بأن أي تغير في نظام الري من A1 إلى A4 يؤدي إلى انخفاض كفاءة الخزن بمقدار 6.22% وعند زيادة مستوى الري بمقدار 1% فإنه يؤدي إلى زيادة كفاءة الخزن بمقدار 60.50% عند ثبات العامل الأخر

ES=23.63-6.22A+60.50B .... (3-4)

كما يتبين من الجدول (10.4) بأن هناك علاقة ارتباط عكسية عند مستوى معنوي 0.01 بين كفاءة الخزن ونظام الري وكانت قيمة معامل الارتباط 0.46 – وعلاقة ارتباط طردية ذات مستوى معنوي0.01 بين كفاءة الخزن ومستوى الري وكان معامل الارتباط 0.81 .

3.6.4 كفاءة التجانس

يتضح من الجدول (9.4) أن دقة معادلة التنبؤ بكفاءة التجانس هي 0.179 اعتماداً على مستوى الري وأصبحت دقة المعادلة 0.275 عند إضافة عامل نظام الري، وتوضح المعادلة بأن أي تغير في نظام الري من A1 إلى A4 يؤدي إلى زيادة كفاءة التجانس بمقدار 0.53% وأي زيادة في مستوى الري بمقدار 1% يؤدي إلى انخفاض كفاءة التجانس بمقدار 4% عند ثبات العامل الأخر.

CU= 98.78 + 0.53A - 4.00B ..... (4-4)

كما يتبين من الجدول (10.4) بأن هناك علاقة ارتباط طردية غير معنوية بين كفاءة التجانس ونظام الري وكان معامل الارتباط 0.31 في حين كانت علاقة الارتباط عكسية عند مستوى معنوي 0.01 بين كفاءة التجانس ومستوى الري وكان معامل الارتباط 0.42 – .

4.6.4 ارتفاع النبات

يتضح من الجدول (9.4) أن دقة معادلة التنبؤ بارتفاع نبات الطماطم اعتماداً على نظام الري هي 0.457 وأصبحت دقة المعادلة 0.766 عند إدخال عامل مستوى الري وتوضح المعادلة بأن أي تغير في نظام الري من A1 إلى A4 يؤدي إلى زيادة ارتفاع النبات بمقدار 1.35 سم وأي زيادة في مستوى الري بمقدار 1% يؤدي إلى زيادة ارتفاع النبات بمقدار 6.09 سم عند ثبات العامل الأخر

H=12.24 + 1.35A + 6.09B ..... (5-4)

كما يتبين من الجدول (11.4) بأن هناك علاقة ارتباط طردية عند مستوى معنوي 0.01 بين ارتفاع النبات ونظام الري وكانت قيمة معامل الارتباط 0.68 وعلاقة ارتباط طردية عند مستوى معنوي 0.01 بين ارتفاع النبات ومستوى الري وكانت قيمة معامل الارتباط 0.56.

5.6.4 قطر ساق النبات

من الملاحظ في الجدول (9.4) أن التنبؤ بقطر ساق نبات الطماطم اعتماداً على مستوى الري يجعل دقة المعادلة 0.546 وأصبحت الدقة 0.776 عند إضافة عامل نظام الري، وتوضح المعادلة بأن أي تغير في نظام الري من A1 إلى A4 يؤدي إلى زيادة في قطر ساق النبات بمقدار 0.38 مم وأي زيادة في مستوى الري بمقدار 1% يؤدي إلى زيادة في قطر ساق النبات بمقدار 3.22 مم عند ثبات العامل الأخر

$$D= 1.68 + 0.38A + 3.22B \quad \text{.....(6-4)}$$

كما يتضح من الجدول (11.4) بأن هناك علاقة ارتباط طردية عند مستوى معنوي 0.01 بين قطر ساق نبات الطماطم ونظام الري وكان معامل الارتباط 0.48 وعلاقة ارتباط طردي معنوي عند مستوى 0.01 بين قطر ساق نبات الطماطم ومستوى الري وكان معامل الارتباط 0.74.

6.6.4 عدد أفرع النبات

يتضح من الجدول (9.4) أن دقة معادلة التنبؤ بعدد أفرع نبات الطماطم اعتماداً على نظام الري هي 0.574 وأصبحت دقة المعادلة 0.632 عند إدخال عامل مستوى الري، وتوضح المعادلة بأن أي تغير في نظام الري من A1 إلى A4 يؤدي إلى زيادة عدد أفرع نبات الطماطم بمقدار 0.93، وأي زيادة في مستوى الري بمقدار 1% يؤدي إلى زيادة عدد أفرع نبات الطماطم بمقدار 1.61 عند ثبات العامل الأخر

$$N= 0.71 + 0.93A + 1.61B \quad \text{.....(7-4)}$$

كما يتضح من الجدول (11.4) بأن هناك علاقة ارتباط طردي معنوي عند مستوى 0.01 بين عدد أفرع النبات ونظام الري وكان معامل الارتباط 0.76 في حين كانت علاقة الارتباط طردية غير معنوية بين عدد أفرع النبات ومستوى الري وكان معامل الارتباط 0.24

جدول 9.4 يبين معادلات الانحدار للصفات بدلالة أنظمة ومستويات الري في المرحلة التمهيدية لنمو المحصول

الصـــــــفة	معــادلة الانـــــحدار	رمـز	الوحـــدة	المعـــنوية	R^2
كفاءة الإضـافة	EA =127.01 - 16.27A - 28.83B	EA	%	-	0.795
		A	-	0.0001	0.720
		B	%	0.0014	0.075
كفاءة الخزن	ES = 23.63 - 6.22A + 60.50B	ES	%	-	0.862
		A	-	0.0001	0.208
		B	%	0.0001	0.654
كفاءة التجانس	CU = 98.78 + 0.53A - 4.00B	CU	%	-	0.275
		A	-	0.0445	0.096
		B	%	0.0100	0.179
ارتفـــاع النبات	H = 12.24 + 1.35A + 6.09B	H	سم	-	0.766
		A	-	0.0001	0.457
		B	%	0.0001	0.309
قطر ساق النبات	D = 1.68 + 0.38A + 3.22B	D	مم	-	0.776

0.230	0.0001	-	A		
0.546	0.0001	%	B		
0.632	-	-	N	N = 0.71 + 0.93A + 1.61B	عــدد أفرع النبات
9.574	0.0001	-	A		
0.058	0.0294	%	B		

جدول **10.4** يبين علاقة الارتباط (*)، (**) للمرحلة التمهيدية لنمو المحصول

الصفـــة	أنظمة الري	مستويات الري	كفاءة الخزن	كفاءة التجانس	كفاءة الإضافة
أنظمة الري	1				
مستويات الري	1	1			
كفاءة الخزن	- 0.46**	0.81**	1		
كفاءة التجانس	0.31	- 0.42**	- 0.57**	1	
كفاءة الإضافة	- 0.85**	- 0.27	0.29	- 0.20	1

** معنوي عند 0.01
* معنوي عند 0.05

جدول **11.4** يبين علاقة الارتباط (*)و(**) للمرحلة التمهيدية لنمو المحصول

الصفـــة	أنظمة الري	مستويات الري	ارتفاع النبات	قطر ساق النبات	عدد أفرع النبات
أنظمة الري	1				
مستويات الري	1	1			
ارتفاع النبات	0.68**	0.56**	1		
قطر ساق النبات	0.48**	0.74**	0.77**	1	

عدد أفرع النبات	0.76**	0.24	0.73**	0.75*	1

** معنوي عند 0.01
* معنوي عند 0.05

7.4 تأثير أنظمة الري في الصفات المدروسة في مرحلة تطور المحصول

يتضح من الجدولين (12.4) و(13.4) أن لأنواع أنظمة الري تأثير معنوي عند مستوى 0.01 في كل من كفاءة الإضافة وكفاءة الخزن وارتفاع النبات وقطر ساق النبات وعددا فرع النبات، في حين أن كفاءة التجانس لم تتأثر معنوياً.

1.7.4 الصفات المدروسة والمتأثرة معنوياً

1.1.7.4 كفاءة الإضافة

حقق نظام الري بالنقاطات بدون صمام الضغط أعلى كفاءة إضافة وهي 86.33% والتي لم تختلف معنوياً مع نظام الري بأنابيب التنقيط السطحية وهي 86.22% مقارنة مع نظام الري السطحي + البوليمر الذي حقق كفاءة إضافة 48.67% في حين أعطى نظام الري السطحي أقل كفاءة إضافة وهي 47.56% ويعود السبب في ذلك إلى أنه لم يحدث فواقد للمياه أثناء الري بالتنقيط والتي تفقد بالتسرب العميق أو بالجريان السطحي أو بالتبخر أثناء الري بنظام الري السطحي. وتنسجم هذه النتائج مع ما توصل إليه كل من Goyal وآخرون (1985) ؛ Lopez وآخرون (1985)؛ Anyoji وWu (1994)؛ Arnaout (1997) وYohannes وآخرون (1998).

2.1.7.4 كفاءة الخزن

أعطى نظام الري بأنابيب التنقيط السطحية أعلى كفاءة خزن وهي 58.00% والتي لم تختلف معنوياً مع نظام الري بالنقاطات بدون صمام الضغط وهي 57.33%مقارنة مع نظام الري السطحي + البوليمر الذي أعطى 43.67% في حين سجل نظام الري السطحي أقل كفاءة خزن وهي 41.78% ويعود السبب في ذلك إلى أن عمق الماء المخزون في منطقة الجذور لم يكن متساوي تحت أنظمة الري المختلفة ولم يصل إلى السعة الحقلية لتربة التجربة، إضافة إلى أن الري بالتنقيط يبقي المحتوى الرطوبي في التربة عالياً.

3.1.7.4 ارتفاع النبات

أعطى نظام الري السطحي + البوليمر أعلى ارتفاع لنبات الطماطم وهو 41.86 سم مقارنة بنظام الري بأنابيب التنقيط السطحية الذي حقق 39.98 سم والذي لم يختلف معنوياً مع نظامي الري بالنقاطات بدون صمام الضغط الذي حقق 39.55 سم والسطحي الذي أعطى أقل ارتفاع لنبات الطماطم وهو 39.29 سم ، ويعود السبب في ذلك إلى أن كمية الماء المضافة بنظام الري السطحي أعلى منها بنظام الري بالتنقيط ، كما أن محسنات التربة تعمل على زيادة المحتوى الرطوبي للتربة وبالتالي زيادة معدل نمو النبات وتتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه Wallace وآخرون (1986).

4.1.7.4 قطر ساق النبات

حقق نظام الري السطحي + البوليمر أعلى قطر لساق نبات الطماطم وهو 13.04 مم مقارنة بنظام الري بالنقاطات بدون صمام الضغط الذي أعطى 11.18 مم والذي لم يختلف معنوياً عن نظام الري بأنابيب التنقيط السطحية الذي حقق 11.44 مم في حين أعطى نظام الري السطحي أقل قطر لساق نبات الطماطم وهو 10.59 مم ، ويعود السبب في ذلك إلى أن كمية الماء المضافة بنظام الري السطحي أعلى منها بنظام الري بالتنقيط، كما أن محسنات التربة تعمل على زيادة المحتوى الرطوبي للتربة وبالتالي زيادة معدل نمو النبات، وتنسجم هذه النتائج مع ما توصل إليه Wallace وآخرون (1986).

5.1.7.4 عدد أفرع النبات

سجل نظام الري السطحي + البوليمر أعلى عدد لأفرع نبات الطماطم وهو 13.55 مقارنة بنظام الري بأنابيب التنقيط السطحية الذي حقق 11.67 في حين أعطى نظام الري السطحي أقل عدد لأفرع نبات الطماطم وهو 9.70 مقارنة بنظام الري بالنقاطات بدون صمام الضغط الذي أعطى 11.11، ويعود السبب في ذلك إلى أن كمية الماء المضافة بنظام الري السطحي أعلى منها بنظام الري بالتنقيط كما أن محسنات التربة تعمل على زيادة المحتوى الرطوبي للتربة وبالتالي زيادة معدل نمو النبات ، وتنسجم هذه النتائج مع ما توصل إليه Wallace وآخرون (1986).

2.7.4 الصفات المدروسة والتي لم تتأثر معنوياً

1.2.7.4 كفاءة التجانس

لم تتأثر كفاءة التجانس تأثيراً معنوياً باختلاف أنظمة الري حيث كانت 98%، 98.22، 98.44، 98.89، لكل من أنظمة الري السطحي + البوليمر والسطحي والنقاطات بدون صمام الضغط وبأنابيب التنقيط السطحية على الترتيب.

جدول **12.4** تحليل التباين بمتوسطات المربعات للصفات المدروسة في مرحلة تطور المحصول

الصفات المدروسة	أنظمة الري **A**	مستويات الري **B**	أنظمة الري * مستويات الري **B*A**
كفاءة الإضافة %	4371.95**	450.36**	13.29**
كفاءة التجانس %	1.30	5.44**	1.07*
كفاءة الخزن %	676.03**	3121.44**	157.00**
ارتفاع النبات سم	12.16**	45.53**	1.51*
قطر ساق النبات مم	9.81**	12.35**	0.37
عدد أفرع النبات	22.88**	12.37**	2.31**

** معنوي عند 0.01
* معنوي عند 0.05

جدول **13.4** تأثير أنظمة الري في الصفات المدروسة قي مرحلة تطور المحصول

الصفات المدروسة	أنابيب التنقيط السطحية	نقاطات بدون صمام الضغط	الري السطحي	الري السطحي + البوليمر
كفاءة الإضـافة %	86.22 a	86.33 a	47.56 c	48.67 b
كفاءة التجانس %	98.00	98.22	98.44	98.89
كفاءة الخـزن %	58.00 a	57.33 a	41.78 c	43.67 b
ارتفـــاع النبات سم	39.98 b	39.55 b	39.29 b	41.86 a
قطر ساق النبات مم	11.44 b	11.18 b	10.59 c	13.04 a
عــدد أفــرع النبـــات	11.67 b	11.11 c	9.70 d	13.55 a

8.4 تأثير مستويات الري في الصفات المدروسة في مرحلة تطور المحصول

يتضح من الجدولين (12.4) و(14.4) أن لاختلاف مستويات الري تأثير معنوي عند مستوى 0.01 في كل من كفاءة الإضـافة وكفاءة التجـانس وكفـاءة الخـزن وارتفـاع النبات وقطر ساق النبات وعدد أفرع النبات.

1.8.4 الصفات المدروسة والمتأثرة معنوياً

1.1.8.4 كفاءة الإضافة

أعطى المستوى 50% أعلى كفاءة إضافة وهي 25%. 73 مقارنة بالمستوى 100% الذي حقق أقل كفاءة إضـافة وهـي 61.00% في حين وقع المستوى 75% بينهما حيث أعطى كفاءة إضافة 67.33% ويرجع السبب في ذلك لعدم حدوث تسرب عميق لمياه الري تحت المستوى الأدنى مقارنة بالمستوى الأعلى.

2.1.8.4 كفاءة التجانس

حقق المستوى 75% أعلى كفاءة تجانس وهي 99.00% والتي لم تختلف معنوياً عن المستوى 50% الذي أعطى كفاءة تجانس 98.50% مقارنة بالمستوى 100% الذي حقق أقل كفاءة تجانس وهي 97.67% ويرجع السبب في ذلك إلى أن تربة التجربة لم تتلقى اعماقاً متساوية من الماء نظراً لاختلاف مستويات الري.

3.1.8.4 كفاءة الخزن

أعطى المستوى 100% أعلى كفاءة خزن وهي 65 .58% مقارنة بالمستوى 50% الذي أعطى أقل كفاءة خزن وهي 33.42% في حين وقع المستوى 75% بينهما حيث أعطى كفاءة خزن 51.58% ويرجع السبب في ذلك إلى أن عمق الماء المخزون في منطقة الجذور لم تكن متساوية نظراً لاختلاف مستويات الري ولم يصل إلى السعة الحقلية لتربة التجربة.

4.1.8.4 ارتفاع النبات

سجل المستوى 100% أعلى ارتفاع لنبات الطماطم وهو 41.89 سم مقارنة بالمستوى 50% الذي أعطى أقل ارتفاع للنبات وهو 38.06 سم في حين وقع المستوى 75% بينهما حيث حقق ارتفاع للنبات 40.56 سم، ويعود السبب في ذلك إلى أن كمية الماء المضافة من الري بحسب الحاجة كانت عند أعلى مستوى مما يؤدي إلى زيادة معدل نمو النبات والامتصاص الكلي للعناصر المعدنية، وتنسجم هذه النتائج مع ما توصل أليه كل من Wahba وآخرون (1990)؛ Abo-Hussein (1995)؛ Obreza وآخرون (1996) وOweis وآخرون (2000).

5.1.8.4 قطر ساق النبات

حقق المستوى 100% أكبر قطر لساق ا لنبات وهو 12.56 مم مقارنة بالمستوى 50% الذي سجل أقل قطر لساق النبات وهو 10.53 مم في حين وقع المستوى 75% بينهما حيث حقق 11.61 مم ويعود السبب إلى اختلاف مستويات الري حيث أن كمية الماء المضافة من الري و بحسب الاحتياج المائي للنبات كانت عند أعلى مستوى من مستويات الري مما أدي إلى زيادة معدل نمو النبات وعند الانخفاض عن المستوى المحدد بحسب الاحتياج المائي أدى إلى انخفاض معدل نمو النبات وتنسجم هذه النتائج مع ما توصل إليه كل من Wahba وآخرون (1990)؛ Abo-Hussein (1995)؛ Obreza وآخرون (1996) وOweis وآخرون (2000).

6.1.8.4 عدد أفرع النبات

حقق المستوى 100% أعلى عدد لأفرع ا لنبات وهو 12.50 مقارنة بالمستوى 50% الذي أعطى أقل عدد لأفرع النبات وهو 10.47 في حين وقع المستوى 75% بينهما حيث حقق 11.56 ويعود السبب إلى أنه كلما زاد مستوى الري إلى المستوى المطلوب من حاجات النبات للري كلما زاد معدل نمو النبات وانخفاض الري إلى المستوى الأدنى من حاجات النبات للري يؤدي إلى انخفاض معدل نمو النبات، وتنسجم هذه النتائج مع ما توصل إليه Abo-Hussein (1995).

جدول **14.4** تأثير مستويات الري في الصفات المدروسة قي مرحلة تطور المحصول

الصفات المدروسة	**100%**	**75%**	**50%**
كفاءة الإضـافة %	61.00 c	67.33 b	73.25 a
كفاءة التجانس %	97.67 b	99.00 a	98.50 a
كفاءة الخـزن %	65.58 a	51.58 b	33.42 c
ارتفـــاع النبات سم	41.89 a	40.56 b	38.06 c
قطر ساق النبات مم	12.56 a	11.61 b	10.53 c
عــدد أفــرع النبـــات	12.50 a	11.56 b	10.47 c

9.4 تأثير التداخل بين أنظمة ومستويات الري في الصفات المدروسة في مرحلة تطور المحصول

يتبين من الجدولين (12.4) و(15.4) أن التداخل بين أنظمة ومستويات الري له تأثير معنوي عند مستوى 0.01 في كل من كفاءة الإضافة وكفاءة الخزن وعدد أفرع النبات. في حين أن كفاءة التجانس وارتفاع النبات كان لهما تأثير معنوي عند مستوى 0.05 بينما قطر ساق النبات لم يتأثر معنوياً.

1.9.4 الصفات المدروسة والمتناثرة معنوياً

1.1.9.4 كفاءة الإضافة

يتضح من الشكل (8.4) انخفاض كفاءة الإضافة عند زيادة مستوى ماء الري ويلاحظ أن نظام الري بالنقاطات بدون صمام الضغط عند مستوى 50% سجل أعلى كفاءة إضافة وهي 91.67% والتي لم تختلف معنوياً عن أنابيب التنقيط السطحية عند نفس المستوى وهي 91.33% مقارنة مع نظام الري السطحي عند مستوى 100% الذي أعطى أقل كفاءة إضافة 39.33% والتي لم تختلف معنوياً عن نظام الري السطحي + البوليمر وهي 40.33% ، ويعود السبب في ذلك إلى اختلاف أنظمة ومستويات الري، كما أن انخفاض مستوى الري عن الاحتياجات المائية تحت نظام الري بالتنقيط لايحدث لها تسريب عميق مقارنة بنظام الري السطحي عند أعلى مستوى للري، كما أن نظام الري بالتنقيط يقلل فواقد المياه التي تضيع بالجريان السطحي أو بالتبخر في نظام الري السطحي. كما لاتوجد اختلافات معنوية بين نظام الري بأنابيب التنقيط السطحية عند مستوى

75% مع نظام الري بالنقاطات بدون صمام الضغط عند نفس المستوى. أيضاً لاتوجد اختلافات معنوية بينهما عند المستوى 100%، كما لاتوجد اختلافات معنوية بين نظامي الري السطحي + البوليمر والسطحي عند مستوى 75% كما لاتوجد اختلافات معنوية بينهما عند مستوى 50%.

2.1.9.4 كفاءة التجانس

يتضح من الشكل (9.4) أن كفاءة التجانس تقل عند زيادة مستوى ماء الري و يلاحظ أن نظام الري السطحي + البوليمر أعطى أعلى كفاءة تجانس عند مستوى 75% وهي 99.00% والتي لم تختلف معنوياً عن أنظمة الري بأنابيب التنقيط السطحية والنقاطات بدون صمام الضغط والسطحي عند نفس المستوى وهي 99.00 % لجميع الأنظمة مقارنة بالمستوى 100% لنظام الري بأنابيب التنقيط السطحية الذي حقق أقل كفاءة تجانس وهي 96.66%، ويعود السبب في ذلك إلى أن تربة التجربة لم تتلقى اعماقاً متساوية من الماء نظراً لاختلاف أنظمة ومستويات الري.

كما لاتوجد اختلافات معنوية بين أنظمة الري السطحي + البوليمر عند المستويات 100% ، 75 ، 50 مع السطحي عند المستويات 100% ، 75 ، 50 ومع النقاطات بدون صمام الضغط عند المستويين 75% ،50 ومع أنابيب التنقيط السطحية عند المستويين 75% ،50 ، كما لاتوجد اختلافات معنوية بين نظام الري بأنابيب التنقيط السطحية عند مستوى 50% مع نظام الري بالنقاطات بدون صمام الضغط عند مستوى 100% والذي لا يختلف معنوياً مع نظام الري السطحي عند المستوى 50%.

3.1.9.4 كفاءة الخزن

يوضح الشكل (10.4) أن كفاءة الخزن تزداد عند زيادة مستوى ماء الري ويلاحظ أن نظام الري بأنابيب التنقيط السطحية عند مستوى 100% حقق أعلى كفاءة خزن وهي 80.33% والتي لم تختلف معنوياً عن نظام الري بالنقاطات بدون صمام الضغط عند نفس المستوى وهي 79.33% مقارنة مع نظام الري السطحي عند مستوى 50% الذي أعطى أقل كفاءة خزن وهي 31.00% والتي لم تختلف معنوياً عن نظام الري السطحي + البوليمر عند نفس المستوى وهي 32.00%، ويعود السبب في ذلك إلى اختلاف أنظمة ومستويات الري،لان الماء المضاف بالري بالتنقيط لايحدث له ضياع بالتسرب العميق أو الجريان السطحي أمقارنة بنظام الري السطحي، وبالتالي يكون عمق الماء المخزن في منطقة الجذور أثناء عملية الري بنظام الري بالتنقيط غير متساوي مع عمق الماء المخزون في منطقة الجذور أثناء الري بنظام الري السطحي وعند مستويات الري المختلفة، كما لاتوجد اختلافات معنوية بين نظامي الري بأنابيب التنقيط السطحية والنقاطات بدون صمام الضغط عند مستوى 75%، كما لاتوجد اختلافات معنوية بينهما عند مستوى 50% .

4.1.9.4 ارتفاع النبات

يوضح الشكل (11.4) أن ارتفاع نبات الطماطم يزداد عند زيادة مستوى ماء الري ومن الملاحظ أن نظام الري السطحي + البوليمر عند مستوى100% سجل أعلى ارتفاع لنبات الطماطم وهو 43.05 سم مقارنة بنظام الري السطحي عند مستوى 50% الذي أعطى أقل ارتفاع لنبات الطماطم وهو 36.60 سم، ويعود السبب إلى اختلاف مستويات الري، فكلما زادت كمية الماء المضافة بالري إلى المستوى ألأعلى بحسب احتياج النبات كلما زاد معدل نمو النبات بالإضافة إلى وجود محسنات التربة التي تعمل على زيادة المحتوى الرطوبي للتربة وبالتالي زيادة معدل نمو النبات، كما لاتوجد اختلافات معنوية بين نظام الري السطحي + البوليمر عند المستويات 100%، 75 مع نظام الري بأنابيب التنقيط السطحية عند مستوى 100%، كما لاتوجد اختلافات معنوية بين نظام الري السطحي عند مستوى 100% مع نظام الري السطحي + البوليمر عند مستوى 75% وأنابيب التنقيط السطحية عند مستوى 100% ، كما لاتوجد اختلافات معنوية بين نظامي الري السطحي و الري بالنقاطات بدون صمام الضغط عند مستوى 100% مع نظامي الري بأنابيب التنقيط السطحية عند مستوى 75% و السطحي + البوليمر عند مستوى 50% أيضا لاتوجد اختلافات معنوية بين نظامي الري بالنقاطات بدون صمام الضغط

والسطحي عند مستوى 75% مع نظامي الري بأنابيب التنقيط السطحية عند مستوى 75% و النقاطات بدون صمام الضغط عند مستوى 100%، كما لاتوجد اختلافات معنوية بين نظام الري بالنقاطات بدون صمام الضغط عند مستوى 50% مع نظام الري بأنابيب التنقيط السطحية عند نفس ا لمستوى،كما لاتوجد اختلاف معنوي بين نظام الري بأنابيب التنقيط السطحية عند مستوى 50% مع نظام الري السطحي عند نفس المستوى

5.1.9.4 عدد أفرع النبات

يوضح الشكل (12.4) أن عدد أفرع نبات الطماطم ازداد زيادة بسيطة عند زيادة مستوى ماء الري ومن الملاحظ أن نظام الري السطحي + البوليمر عند مستوى100% حقق أعلى عدد لأفرع نبات الطماطم وهو 15.89 مقارنة بنظام الري السطحي عند مستوى 50% الذي أعطى أقل عدد لأفرع نبات الطماطم وهو 9.44، والذي لم يختلف معنوياً مع المستوى 100%، 75 لنفس نظام الري السطحي ومع نظام الري بالنقاطات بدون صمام الضغط عند مستوى 50%، ويعود السبب إلى اختلاف أنظمة و مستويات الري، فكلما زاد مستوى الري إلى المستوى ألأعلى بحسب احتياج النبات كلما زاد معدل نمو النبات بالإضافة إلى وجود محسنات التربة التي تعمل على زيادة نمو النبات، كما أن كمية الماء المضافة بنظام الري السطحي وبحسب الإ حتياج المائي للنبات كانت أعلى من كمية الماء المضافة بنظام الري بالتنقيط وبحسب الاحتياج المائي للنبات. كما لاتوجد اختلافات معنوية بين نظام الري بأنابيب التنقيط السطحية عند مستوى 100% مع نظام الري السطحي + البوليمر عند مستوى% 75، كما لاتوجد اختلافات معنوية بين ا أنظمة الري بأنابيب التنقيط السطحية عند مستوى 75% و السطحي + البوليمر عند مستوى% 50 والنقاطات بدون صمام الضغط عند مستوى 100%، 75.

2.9.4 الصفات المدروسة و التي لم تتأثر معنوياً

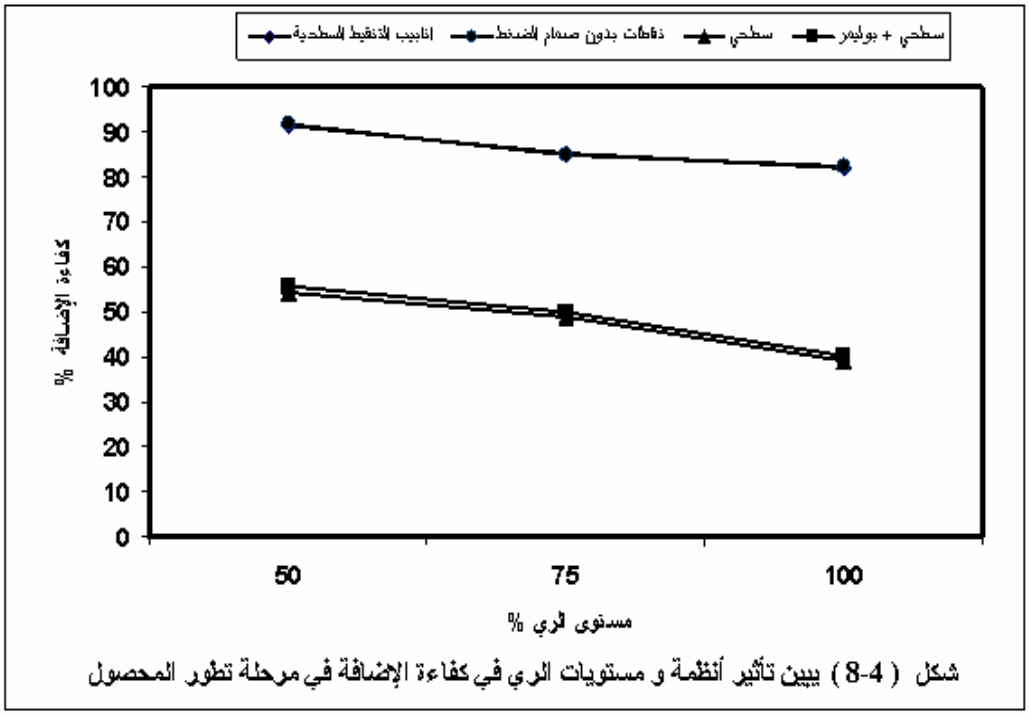
1.2.9.4 قطر ساق النبات

يوضح الشكل (13.4) أن قطر ساق نبات الطماطم ازداد زيادة بسيطة عند زيادة مستوى ماء الري ومن الملاحظ أن نظام الري السطحي + البوليمر عند مستوى100% حقق أكبر قطر لساق نبات الطماطم وهو 14.44 مم بينما أعطى نظام الري السطحي عند مستوى 50% أقل قطر لساق نبات الطماطم وهو 9.56 مم ويعزى السبب في ذلك إلى وجود محسنات التربة التي تعمل على زيادة المحتوى الرطوبي للتربة وبالتالي زيادة معدل نمو النبات.

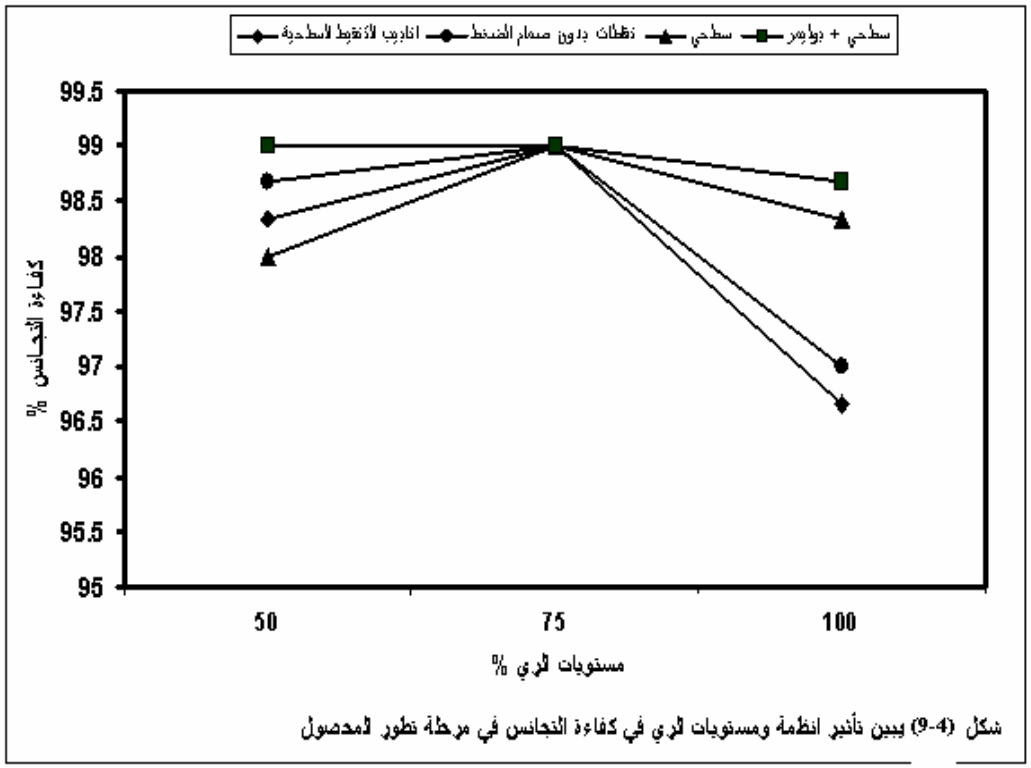
جدول **15.4** تأثيرا لتداخل بين أنظمة ومستويات الري في الصفات المدروسة في مرحلة تطور المحصول

التـــداخـــــلات		كفاءة الإضافة %	كفاءة التجانس %	كفاءة الخزن %	ارتفاع النبات (سم)	قطر ساق النبات (مم)	عدد أفرع النبات
نظام الري	مستويات الري						
أنابيب التنقيط السطحية	100%	C82.00	c 96.66	80.33 a	42.43 ab	12.67	12.56 b
	75%	b33.58	a00.99	58.00 b	40.33 cd	11.44	11.67 c
	50%	a3391.	a33.89	35.67 g	37.17 ef	10.22	10.78 d
نقاطات بدون صمام الضغط	100%	c33.28	.00 bc79	79.33 a	40.73 cd	11.78	11.67 c
	75%	b00.58	99.00 a	57.67 b	39.99 d	11.33	11.78 c
	50%	a6791.	a67.89	35.00 g	37.94 e	10.44	9.89 e
السطحي	100%	f33.93	a8.339	50.00 d	41.37 bc	11.33	9.89 e
	75%	e00.94	a00.99	44.33 f	39.91 d	10.89	9.78 e
	50%	d33.45	98.00 ab	31.00 h	36.60 f	9.56	9.44 e

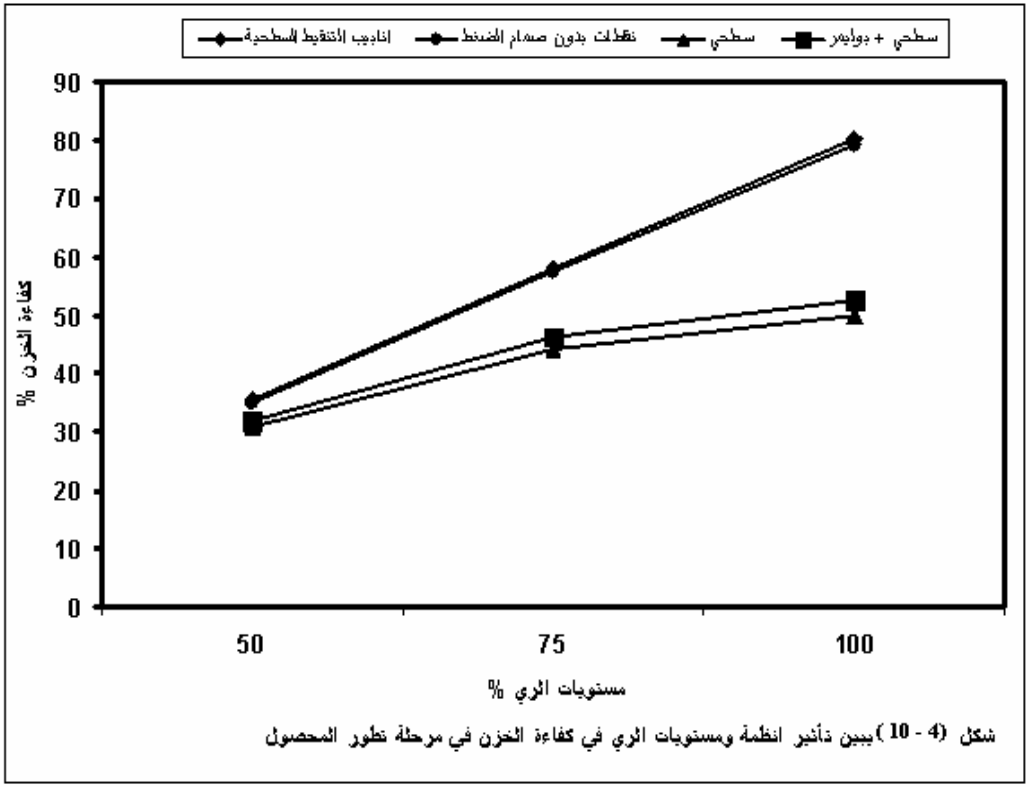
15.89 a	14.44	43.05 a	52.67 c	a6798.	.33 f40	100%	السطحي+ البوليمر
12.99 b	12.78	42.02 ab	46.33 e	a00.99	e00.50	75%	
11.78 c	11.89	40.52 cd	32.00 h	.00 a99	d67.55	50%	



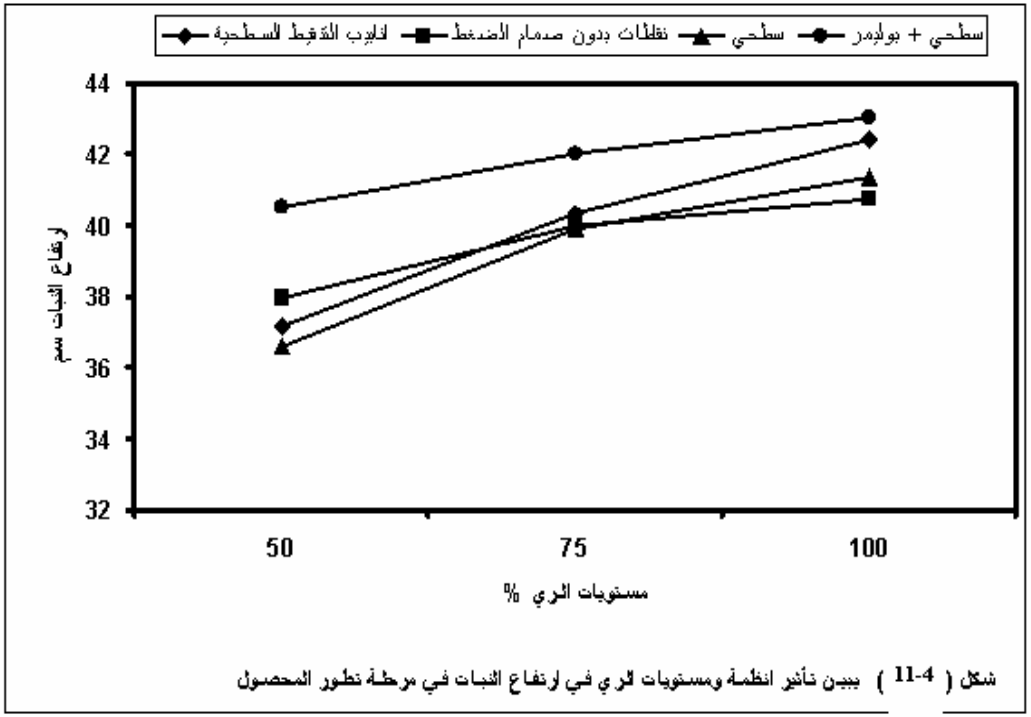
شكل (4-8) يبين تأثير أنظمة و مستويات الري في كفاءة الإضافة في مرحلة تطور المحصول



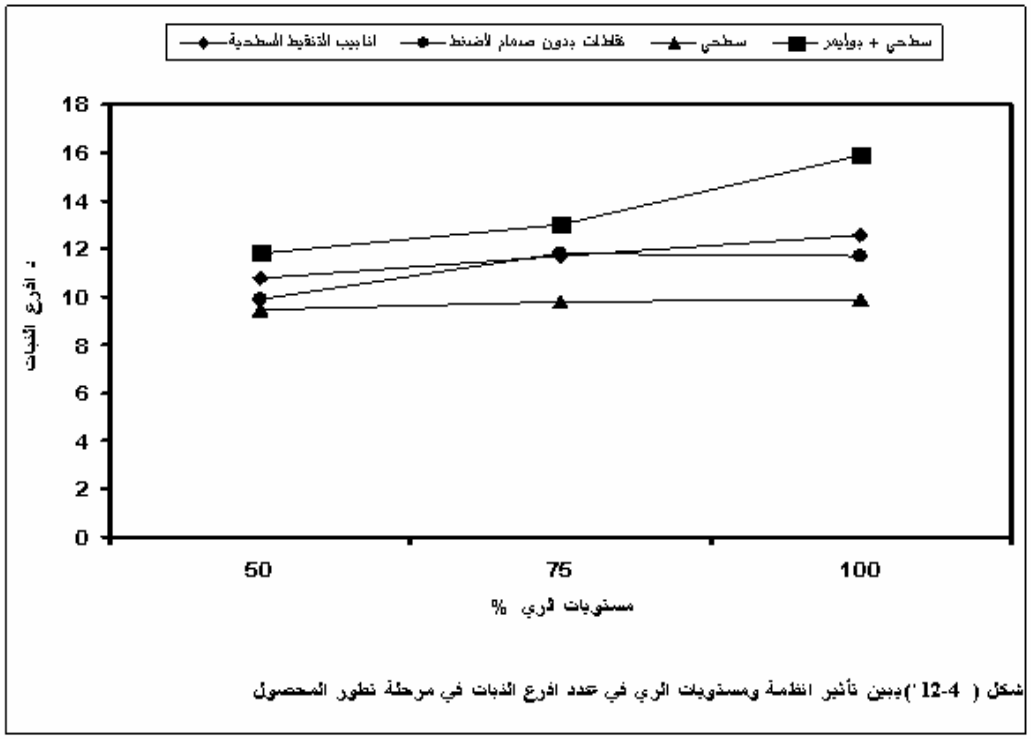
شكل (4-9) يبين تأثير انظمة ومستويات الري في كفاءة النجانس في مرحلة تطور المحصول



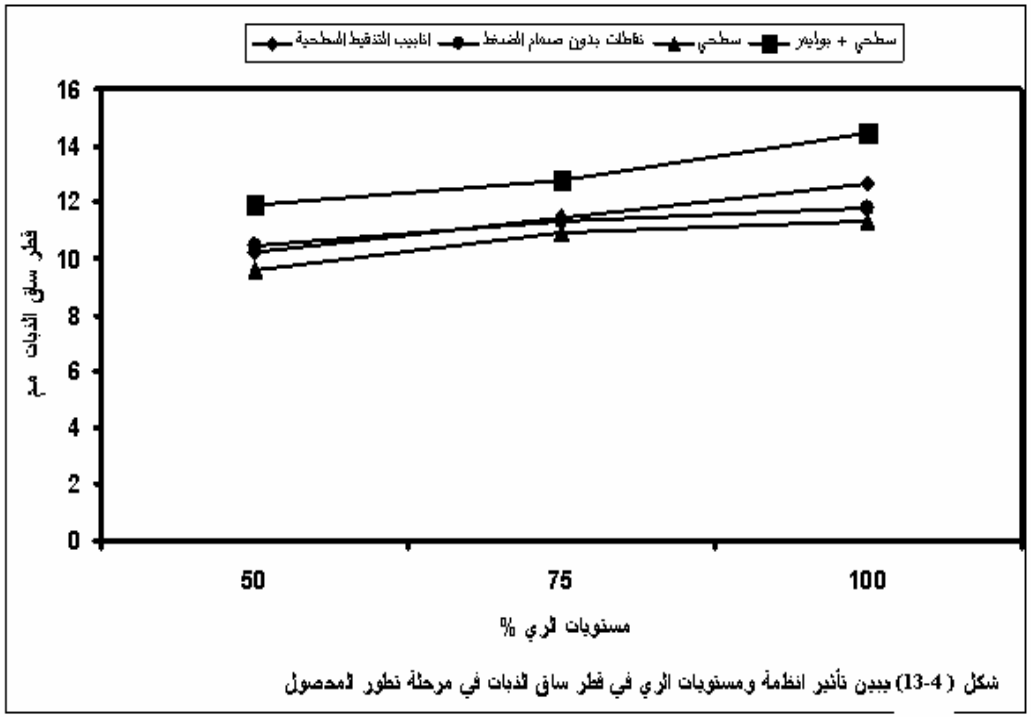
شكل (4 - 10) يبين تأثير انظمة ومستويات الري في كفاءة الخزن في مرحلة تطور المحصول



شكل (4-11) يبين تأثير انظمة ومستويات الري في ارتفاع النبات في مرحلة تطور المحصول



شكل (4-12)يبين تأثير انظمة ومستويات الري في عدد افرع النبات في مرحلة تطور المحصول



شكل (4-13) يبين تأثير انظمة ومستويات الري في قطر ساق الذبات في مرحلة نطور المحصول

10.4 المعادلات التنبؤية في مرحلة تطور المحصول

استنبطت المعادلات التنبؤية للصفات بدلالة العوامل الداخلة في التجربة ويتضح من الجدول (16.4) المعادلات التنبؤية في مرحلة تطور المحصول وهي كما يأتي:-

1.10.4 كفاءة الإضافة

يتضح من الجدول (16.4) أن دقة معادلة التنبؤ بكفاءة الإضافة اعتماداً على نظام الري هي 0.731 وأصبحت دقة المعادلة 0.795 عند إدخال عامل مستوى الري، وتوضح المعادلة بأن أي تغير في نظام الري من A1 إلى A4 فانه يؤدي إلى انخفاض كفاءة الإضافة بمقدار 15.14%، وعند زيادة مستوى الري بمقدار 1% تقل كفاءة الإضافة بمقدار 24.50% عند ثبات العامل الأخر.

EA=123.43-15.14A -24.50B ..... (8-4)

كما يتبين من الجدول (17.4) وجود علاقة ارتباط عكسية عند مستوى معنوي 0.01 بين كفاءة الإضافة ونظام الري وكانت قيمة معامل الارتباط 0.86- وكذلك كانت علاقة الارتباط عكسية غير معنوية بين كفاءة الإضافة ومستوى الري وكان معامل الارتباط 0.25 – .

2.10.4 كفاءة الخزن

يتضح من الجدول (16.4) أن دقة معادلة التنبؤ بكفاءة الخزن اعتماداً على مستوى الري هي 0.672 وأصبحت دقة المعادلة 0.839 عند إدخال عامل نظام الري، وتوضح المعادلة بأن أي تغير في نظام الري من A1 إلى A4 فانه يؤدي إلى انخفاض كفاءة الخزن بمقدار % 5.86 ، وأي زيادة في مستوى الري بمقدار 1% فانه يؤدي إلى زيادة كفاءة الخزن بمقدار 64.33% عند ثبات العامل الأخر.

ES= 16.58 – 5.86A + 64.33B ..... (9 - 4)

كما يتبين من الجدول (17.4) وجود علاقة ارتباط عكسية عند مستوى معنوي 0.05 بين كفاءة الخزن ونظام الري وكانت قيمة معامل الارتباط 0.41- و علاقة ارتباط طردية عند مستوى معنوي0.01 بين كفاءة الخزن ومستوى الري وكان معامل الارتباط 0.82.

3.10.4 كفاءة التجانس

يتضح من الجدول (16.4) أن دقة معادلة التنبؤ بكفاءة التجانس اعتماداً على مستوى الري هي 0.136 وأصبحت دقة المعادلة 0.259 عند إضافة عامل نظام الري، وتوضح المعادلة بأن أي تغير في نظام الري من A1 إلى4 A يؤدي إلى زيادة كفاءة التجانس بمقدار % 0.29 وأي زيادة في مستوى الري بمقدار 1% فانه يؤدي إلى انخفاض كفاءة التجانس بمقدار 1.67%عند ثبات العامل الأخر.

CU = 98.92 + 0.29A – 1.67B..... (10 - 4)

و يتبين من الجدول (17.4) بأن هناك علاقة ارتباط طردية عند مستوى معنوي 0.05 بين كفاءة التجانس ونظام الري حيث كانت قيمة معامل الارتباط 0.35 ، في حين كانت علاقة الارتباط عكسية عند مستوى معنوي 0.05 بين كفاءة التجانس ومستوى الري وكان معامل الارتباط 0.37 -.

4.10.4 ارتفاع النبات

من الملاحظ في الجدول (16.4) أن دقة معادلة التنبؤ بارتفاع نبات الطماطم اعتماداً على مستوى الري هي0.565 وأصبحت 0.649 عند إضافة عامل نظام الري، وتوضح المعادلة بأن أي تغير في نظام الري من A1 إلى4 A يؤدي إلى زيادة بارتفاع النبات بمقدار 0.54 سم وأي زيادة في مستوى الري بمقدار 1% فانه يؤدي إلى زيادة ارتفاع النبات بمقدار 7.67 سم عند ثبات العامل الأخر.

$$H = 33.06 + 0.54A + 7.67B \quad \text{.....} \quad (11\text{-}4)$$

و يتبين من الجدول (18.4) بأن هناك علاقة ارتباط طردية غير معنوية بين ارتفاع نبات الطماطم ونظام الري وكانت قيمة معامل الارتباط 0.29 وعلاقة ارتباط طردية عند مستوى معنوي0.01 بين ارتفاع نبات الطماطم ومستوى الري وكان معامل الارتباط 0.75.

5.10.4 قطر ساق النبات

يتضح من الجدول (16.4) أن دقة معادلة التنبؤ بقطر ساق نبات الطماطم هي 0.391 اعتماداً على مستوى الري وأصبحت دقة معادلة التنبؤ 0.516 عند إدخال عامل نظام الري، وتوضح المعادلة بأن أي تغير في نظام الري من A1 إلى4 A يؤدي إلى زيادة قطر ساق نبات الطماطم بمقدار 0.42 مم وأي زيادة في مستوى الري بمقدار 1% فانه يؤدي إلى زيادة في قطر ساق نبات الطماطم بمقدار 4.06 مم عند ثبات العامل الأخر.

$$D = 7.48 + 0.42A + 4.06B \quad \text{.....} \quad (12\text{-}4)$$

كما يتبين من الجدول (18.4) بأن هناك علاقة ارتباط طردية عند مستوى معنوي 0.05 بين قطر ساق نبات الطماطم ونظام الري وكانت قيمة معامل الارتباط 0.35 في حين كانت علاقة الارتباط طردية عند مستوى معنوي0.01 بين قطر ساق نبات الطماطم ومستوى الري وكان معامل الارتباط 0.63.

6.10.4 عدد أفرع النبات

يتضح من الجدول (16.4) أن دقة معادلة التنبؤ بعدد أفرع نبات الطماطم هي 0.215 عند الاعتماد على مستوى الري وأصبحت دقة معادلة التنبؤ 0.286 عند إضافة عامل نظام الري، وتوضح المعادلة بأن أي تغير في نظام الري من A1 إلى4 A يؤدي إلى زيادة في عدد أفرع نبات الطماطم بمقدار 0.43 وأي زيادة في مستوى الري بمقدار 1% فانه يؤدي إلى زيادة في عدد أفرع نبات الطماطم بمقدار 4.06 عند ثبات العامل الأخر.

$$N = 7.40 + 0.43A + 4.06B \quad \text{.....} \quad (13\text{-}4)$$

كما يتبين من الجدول (18.4) وجود علاقة ارتباط طردي غير معنوي بين عدد أفرع نبات الطماطم ونظام الري وكانت قيمة معامل الارتباط 0.27 ، كما أن علاقة الارتباط طردية بين عدد أفرع نبات الطماطم ومستوى الري عند مستوى معنوي0.01 وكانت قيمة معامل الارتباط 0.46.

جدول **16.4** يبين معادلات الانحدار للصفات بدلالة أنظمة ومستويات الري في مرحلة تطور المحصول

الصفة	معادلة الانحدار	رمز	الوحدة	المعنوية	R^2

كفاءة الإضـافة	EA =123.43 – 15.14A – 24.50B	EA	%	-	0.795
		A	-	0.0001	0.731
		B	%	0.0030	0.064
كفاءة الخزن	ES = 16.58 – 5.86A + 64.33B	ES	%	-	0.839
		A	-	0.0001	0.167
		B	%	0.0001	0.672
كفاءة التجانس	CU = 98.92 + 0.29A – 1.67B	CU	%	-	0.259
		A	-	0.0255	0.123
		B	%	0.0267	0.136
ارتفـــاع النبات	H = 33.06 + 0.54A + 7.67B	H	سم	-	0.649
		A	-	0.0084	0.084
		B	%	0.0001	0.565
قطر ساق النبات	D = 7.48 + 0.42 A + 4.06 B	D	مم	-	0.516
		A	-	0.0063	0.125
		B	%	0.0001	0.391
عــدد أفرع النبات	N = 7.40 + 0.43 A + 4.06 B	N	-	-	0.286
		A	-	0.0796	0.071
		B	%	0.0044	0.215

جدول **17.4** يبين علاقة الارتباط (*) و(**) لمرحلة تطور المحصول

الصفـــــــة	أنظمة الري	مستويات الري	كفاءة الخزن	كفاءة التجانس	كفاءة الإضافة

أنظمة الري	1				
مستويات الري	1	1			
كفاءة الخزن	- 0.41*	0.82**	1		
كفاءة التجانس	0.35*	- 0.37*	- 0.53**	1	
كفاءة الإضافة	- 0.86**	- 0.25	0.27	- 0.21	1

** معنوي عند 0.01
* معنوي عند 0.05

جدول **18.4** يبين علاقة الارتباط (*) و(**) لمرحلة تطور المحصول

الصفـــــــة	أنظمة الري	مستويات الري	ارتفاع النبات	قطر ساق النبات	عدد أفرع النبات
أنظمة الري	1				
مستويات الري	1	1			
ارتفاع النبات	0.29	0.75**	1		
قطر ساق النبات	0.35*	0.63**	0.86**	1	

عدد أفرع النبات	0.27	0.46**	0.70**	0.85**	1

** معنوي عند 0.01
* معنوي عند 0.05

11.4 تأثير أنظمة الري في الصفات المدروسة في نهاية مرحلة منتصف الموسم

يتضح من الجدولين (19.4) و(20.4) أن لأنواع أنظمة الري تأثير معنوي عند مستوى 0.01 في كل من كفاءة الإضافة وكفاءة الخزن وارتفاع النبات وقطر ساق النبات وعدد أفرع النبات في حين أن كفاءة التجانس لم تتأثر معنوياً

1.11.4 الصفات المدروسة والمتأثرة معنوياً

1.1.11.4 كفاءة الإضافة

أعطى نظام الري بأنابيب التنقيط السطحية أعلى كفاءة إضافة وهي 86.78% والتي لم تختلف معنوياً عن نظام الري بالنقاطات بدون صمام الضغط وهي 86.56% مقارنة بنظام الري السطحي + البوليمر الذي حقق كفاءة إضافة وهي 51.00% في حين سجل نظام الري السطحي أقل كفاءة إضافة وهي 49.78% ، ويعود السبب في ذلك إلى أنه لم يحدث فواقد للمياه المضافة أثناء الري بالتنقيط والتي تفقد بالتسرب العميق أو الجريان السطحي أو التبخر أثناء الري السطحي .وتتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه كل من Goyal وآخرون (1985) ؛ Lopezوآخرون (1985) ؛ Anyoji وWu (1994)؛ Arnaot (1997) وYohannes وأخرون (1998).

2.1.11.4 كفاءة الخزن

سجل نظام الري بالنقاطات بدون صمام الضغط أعلى كفاءة خزن وهي % 47.78 والتي لم تختلف معنوياً عن نظام الري بأنابيب التنقيط السطحية وهي 47.44% مقارنة بنظام الري السطحي + البوليمر الذي حقق كفاءة خزن وهي 37.44% في حين أعطى نظام الري السطحي أقل كفاءة خزن وهي 36.22% ، ويرجع السبب في ذلك إلى أن عمق الماء المخزون في منطقة الجذور لم تكن متساوية لاختلاف أنظمة الري، إضافة إلى أن الري بالتنقيط يبقي المحتوى الرطوبي في التربة عالياً.

3.1.11.4 ارتفاع النبات

حقق نظام الري السطحي + البوليمر أعلى ارتفاع لنبات الطماطم وهو49.07 سم مقارنة بنظام الري بالنقاطات بدون صمام الضغط الذي أعطى 46.66 سم والذي لم يختلف معنوياً مع نظام الري السطحي الذي حقق 46.54 سم، وأنابيب التنقيط السطحية الذي أعطى أقل ارتفاع لنبات الطماطم وهو 46.06 سم، ويعود السبب في ذلك إلى أن كمية الماء المضافة بنظام الري السطحي كان أعلى منها بنظام الري بالتنقيط، كما أن محسنات التربة تعمل على زيادة المحتوى الرطوبي للتربة وبالتالي زيادة معدل نمو النبات . وتتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه Wallace وآخرون(1986).

4.1.11.4 قطر ساق النبات

أعطى نظام الري السطحي + البوليمر أكبر قطر لساق نبات الطماطم وهو 17.07 مم مقارنة بنظام الري بالنقاطات بدون صمام الضغط الذي حقق 14.70 مم والذي لم يختلف معنوياً مع نظامي الري السطحي الذي أعطى 14.70 مم أيضا والري بأنابيب التنقيط السطحية الذي حقق أقل قطر لساق نبات الطماطم وهو 14.41 مم ، ويعود

السبب في ذلك إلى أن كمية الماء المضافة بنظام الري السطحي كان أعلى منها بنظام الري بالتنقيط ، إضافة إلى وجود محسنات التربة التي تعمل على زيادة المحتوى الرطوبي للتربة وبالتالي زيادة معدل نمو النبات . وتتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه Wallace وآخرون (1986).

5.1.11.4 عدد أفرع النبات

أعطى نظام الري السطحي + البوليمر أعلى عدد لأفرع النبات وهو 18.48 مقارنة بنظام الري بالنقاطات بدون الضغط الذي أعطى 14.82 والذي لم يختلف معنوياً مع نظامي الري بأنابيب التنقيط السطحية الذي حقق 14.67 و السطحي الذي أعطى أقل عدد لأفرع نبات الطماطم وهو 14.52 ، ويعود السبب في ذلك إلى أن كمية الماء المضافة بنظام الري السطحي كانت أعلى منها بنظام الري بالتنقيط ، إضافة إلى وجود محسنات التربة التي تعمل على زيادة المحتوى الرطوبي للتربة وبالتالي زيادة معدل نمو النبات . وتتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه Wallace وآخرون (1986).

2.11.4 الصفات المدروسة والتي لم تتأثر معنوياً

1.2.11.4 كفاءة التجانس

لم تتأثر كفاءة التجانس معنوياً باختلاف أنظمة الري حيث كانت 98.78%، 98.44، 98.78، 98.89 لأنظمة الري بأنابيب التنقيط السطحية والنقاطات بدون ضمام الضغط والسطحي والسطحي + البوليمر على الترتيب، ويرجع السبب في ذلك إلى أن تربة التجربة قد تلقت اعماقاً متساوية من الماء تحت أنظمة الري المختلفة، وتتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه Arnaout (1997).

جدول **19.4** تحليل التباين بمتوسطات المربعات للصفات المدروسة في نهاية مرحلة منتصف الموسم

الصفات المدروسة	أنظمة الري **A**	مستويات الري **B**	أنظمة الري * مستويات الري **B*A**
كفاءة الإضافة %	3950.55**	475.03**	4.66**
كفاءة التجانس %	0.33	0.11	0.22
كفاءة الخزن %	350.89**	2062.03**	52.92**
ارتفـــاع النبات سم	16.46**	81.95**	2.52*
قطر ساق النبات مم	13.89**	13.80**	0.34
عــدد أفــرع النبـــات	32.84**	16.69**	7.27**

** معنوي عند 0.01
* معنوي عند 0.05

جدول **20.4** تأثير أنظمة الري في الصفات المدروسة قي نهاية مرحلة منتصف الموسم

الصفات المدروسة	أنابيب التنقيط السطحية	نقاطات بدون صمام الضغط	الري السطحي	الري السطحي + البوليمر
كفاءة الإضـافة %	86.78 a	86.56 a	49.78 c	51.00 b
كفاءة التجانس %	98.89	98.78	98.44	98.78
كفاءة الخـزن %	47.44 a	47.78 a	36.22 c	37.44 b
ارتفـــاع النبات سم	46.06 b	46.66 b	46.54 b	49.07 a
قطر ساق النبات مم	14.41 b	14.70 b	14.70 b	17.07 a
عـدد أفرع النبـات	14.67 b	14.82 b	14.52 b	18.48 a

12.4 تأثير مستويات الري في الصفات المدروسة في نهاية مرحلة منتصف الموسم

يتضح من الجدولين (19.4) و(21.4) أن لاختلاف مستويات الري تأثير معنوي عند مستوى 0.01 في كل من كفاءة الإضافة وكفاءة الخزن وارتفاع النبات وقطر ساق النبات وعدد أفرع النبات في حين أن كفاءة التجانس لم تتأثر معنوياً.

جدول **21.4** تأثير مستويات الري في الصفات المدروسة قي نهاية مرحلة منتصف الموسم

الصفات المدروسة	**100%**	**75%**	**50%**
كفاءة الإضـافة %	62.25 C	68.50 b	74.83 a
كفاءة التجانس %	98.67	98.67	98.83
كفاءة الخـزن %	54.50 a	43.75 b	28.42 c

ارتفـــاع النبات سم	49.48 a	47.47 b	44.29 c
قطر ساق النبات مم	16.25 a	15.31 b	14.11 c
عــدد أفــرع النبـــات	16.92 a	15.33 b	14.61 c

1.12.4 الصفات المدروسة والمتأثرة معنوياً

1.1.12.4 كفاءة الإضافة

أعطى المستوى 50% أعلى كفاءة إضافة وهي 74.83% مقارنة بالمستوى 100% الذي حقق أقل كفاءة إضافة وهي 62.25% في حين وقع المستوى 75% بينهما حيث سجل كفاءة إضافة 68.50% ويعود السبب في ذلك لاختلاف مستويات الري، لان الماء المضاف بكميات بسيطة لايحدث له تسرب عميق مقارنة بالماء المضاف بكميات كبيرة.

2.1.12.4 كفاءة الخزن

سجل المستوى 100% أعلى كفاءة خزن وهي 54.50% مقارنة بالمستوى 50% الذي أعطى أقل كفاءة خزن 28.42% في حين وقع المستوى 75% بينهما حيث أعطى 43.75% ويعود السبب في ذلك لاختلاف عمق الماء المخزون في منطقة الجذور نظراً لاختلاف مستويات الري، فكلما زاد مستوى الري كلما زاد خزن التربة للماء .

3.1.12.4 ارتفاع النبات

أعطى المستوى 100% أعلى ارتفاع لنبات الطماطم وهو 49.48 سم مقارنة بالمستوى 50% الذي أعطى أقل ارتفاع لنبات الطماطم وهو 44.29 سم في حين وقع المستوى 75% بينهما حيث حقق 47.47 سم ويعود السبب في ذلك إلى أن كمية الماء المضافة من الري بحسب الاحتياج المائي كانت عند أعلى مستوى ري مما يؤدي إلى زيادة معدل نمو النبات والامتصاص الكلي للعناصر المعدنية وتتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه كل من Wahba وآخرون (1990)؛ Abo-Hussein (1995)؛ Obreza وآخرون (1996) وOweis وآخرون (2000).

4.1.12.4 قطر ساق النبات

حقق المستوى 100% أكبر قطر لساق نبات الطماطم وهو 16.25 مم مقارنة بالمستوى 50% الذي أعطى أقل قطر لساق نبات الطماطم وهو 14.11 مم في حين وقع المستوى 75% بينهما حيث سجل 15.31 مم ويرجع السبب في ذلك لاختلاف مستويات الري، حيث أن كمية الماء المضافة من الري بحسب الاحتياج المائي كانت عند أعلى مستوى ري مما يؤدي إلى زيادة معدل نمو النبات والامتصاص الكلي للعناصر المعدنية وتتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه كل من Wahba وآخرون (1990)؛ Abo-Hussein (1995)؛ Obreza وآخرون (1996) وOweis وآخرون (2000).

5.1.12.4 عدد أفرع النبات

أعطى المستوى 100% أعلى عدد لأفرع نبات الطماطم وهو 16.92 مقارنة بالمستوى 50% الذي حقق أقل عدد لأفرع نبات الطماطم 14.61 في حين وقع المستوى 75% بينهما حيث سجل 15.33، ويعود السبب في ذلك إلى اختلاف مستويات الري، حيث أن كمية الماء المضافة من الري بحسب الاحتياج المائي كانت عند أعلى مستوى ري مما يؤدي إلى زيادة معدل نمو النبات والامتصاص الكلي للعناصر المعدنية وتنسجم هذه النتائج مع ما توصل إليه Abo-Hussein (1995)

2.12.4 الصفات المدروسة و التي لم تتأثر معنوياً

1.2.12.4 كفاءة التجانس

لم تتأثر كفاءة التجانس معنوياً باختلاف مستويات الري حيث كانت 98.67% ، 98.67، 98.83 للمستويات 100%، 75، 50 على الترتيب، ويرجع السبب في ذلك إلى أن حقل التجربة تلقى اعماقاً متساوية من الماء تحت مستويات الري المختلفة.

13.4 تأثيرا لتداخل بين أنظمة ومستويات الري في الصفات المدروسة في نهاية مرحلة منتصف الموسم:-

يتضح من الجدولين (19.4) و(22.4) أن التداخل بين أنظمة ومستويات الري له تأثير معنوي في كفاءة الإضافة وكفاءة الخزن وعدد أفرع النبات عند مستوى 0.01 في حين أن ارتفاع النبات كان له تأثير معنوي عند مستوى 0.05، بينما كفاءة التجانس وقطر ساق النبات لم يتأثرا معنوياً.

1.13.4 الصفات المدروسة والمتأثرة معنوياً

1.1.13.4 كفاءة الإضافة

يوضح الشكل (14.4) انخفاض كفاءة الإضافة عند زيادة مستوى ماء الري ومن الملاحظ أن نظام الري بالنقاطات بدون صمام الضغط عند مستوى 50% حقق أعلى كفاءة إضافة وهي 93.33% والتي لم تختلف معنوياً عن نظام الري بأنابيب التنقيط السطحية عند نفس المستوى وهي 93.00% مقارنة بنظام الري السطحي عند مستوى 100% الذي أعطى أقل كفاءة إضافة وهي 42.67% والتي لم تختلف معنوياً عن نظام الري السطحي + البوليمر الذي أعطى كفاءة إضافة 43.67% ، ويرجع السبب في ذلك إلى أنه لايحدث فقد للمياه أثناء الري بالتنقيط والتي تضيع بالتسرب العميق أو بالجريان السطحي أو بالتبخر أثناء الري السطحي، كما أن انخفاض الري عن الاحتياجات المائية تحت نظام الري بالتنقيط لايحدث لها تسرب عميق مقارنة بنظام الري السطحي عند أعلى مستوى من الري، كما لاتوجد اختلافات معنوية بين نظام الري بالنقاطات بدون صمام الضغط عند مستوى 75% مع نظام الري بأنابيب التنقيط السطحية عند نفس المستوى، أيضاً لاتوجد اختلافات معنوية بينهما عند المستوى 100%، كما لاتوجد اختلافات معنوية بين نظامي الري السطحي + البوليمر والسطحي عند مستوى 75%.

2.1.13.4 كفاءة الخزن

يتضح من الشكل (15.4) ارتفاع كفاءة الخزن عند زيادة مستوى ماء الري ويلاحظ أن نظام الري بالنقاطات بدون صمام الضغط عند مستوى 100% سجل أعلى كفاءة خزن وهي 64.00% والتي لم تختلف معنوياً عن نظام الري بأنابيب التنقيط السطحية عند نفس المستوى وهي 63.33% مقارنة مع نظام الري السطحي عند مستوى 50% والذي أعطى أقل كفاءة خزن 26.00% ،ويعود السبب إلى أن عمق الماء المخزون في منطقة الجذور أثناء الري يختلف باختلاف أنظمة ومستويات الري لان الماء المضاف بنظام الري بالتنقيط وعند مستوى أعلى من الري بحسب الاحتياج المائي للنبات لايحدث له ضياع بالتسرب العميق أو بالجريان السطحي مقارنة بنظام الري السطحي. كما لاتوجد اختلافات معنوية بين نظامي الري بأنابيب التنقيط السطحية والنقاطات بدون صمام الضغط عند المستوى 50%، أيضاً لاتوجد اختلافات معنوية بينهما عند المستوى 75%.

3.1.13.4 ارتفاع النبات

يوضح الشكل (16.4) زيادة ارتفاع نبات الطماطم عند زيادة مستوى ماء الري ويلاحظ أن نظام الري السطحي + البوليمر عند مستوى 100% أعطى أعلى ارتفاع لنبات الطماطم وهو 50.97 سم مقارنة مع نظام الري السطحي عند مستوى 50% الذي حقق أقل ارتفاع لنبات الطماطم وهو 42.53 سم، ويرجع السبب في ذلك لاختلاف نظام ومستويات الري، فالماء المضاف بنظام الري السطحي وبحسب الاحتياج المائي للنبات أعلى من الماء المضاف بنظام الري بالتنقيط وبحسب الاحتياج المائي للنبات وعند مستويات الري المختلفة، إضافة إلى وجود محسنات التربة التي تعمل على زيادة المحتوى الرطوبي للتربة وبالتالي زيادة معدل نمو النبات، كما لاتوجد اختلافات معنوية بين نظام الري السطحي + البوليمر عند مستوى 100% مع نظام الري السطحي عند نفس المستوى والذي لم تختلف معنوياً مع نظام الري السطحي + البوليمر عند مستوى 75% والذي لم يختلف معنوياً مع نظامي الري بأنابيب التنقيط السطحية والنقاطات بدون صمام الضغط عند المستوى 100% واللذان لايختلفان معنوياً مع أنظمة الري السطحي + البوليمر والسطحي والنقاطات بدون صمام الضغط عند المستوى 75% والذين لايختلفون معنوياً مع نظام الري بأنابيب التنقيط السطحية عند مستوى 75%، كما لايوجد اختلاف معنوي بين نظام الري بالنقاطات بدون صمام الضغط عند المستوى 50% مع نظام الري بأنابيب التنقيط السطحية عند نفس المستوى والذي لم يختلف معنوياً مع نظام الري السطحي عند المستوى 50%.

4.1.13.4 عدد أفرع النبات

يتضح من الشكل (17.4) زيادة عدد أفرع نبات الطماطم زيادة بسيطة عند زيادة مستوى ماء الري ويلاحظ أن نظام الري السطحي + البوليمر عند مستوى 100% سجل أكبر عدد لأفرع نبات الطماطم وهو 22.44 مقارنة مع نظام الري بأنابيب التنقيط السطحية عند مستوى 50% الذي أعطى أقل عدد لأفرع النبات وهو 14.11، والذي لايختلف معنوياً عن نظام الري السطحي عند نفس المستوى وهو 14.11، ويرجع السبب في ذلك لاختلاف أنظمة ومستويات الري، فالماء المضاف بنظام الري السطحي وعند مستويات الري المختلفة أعلى من الماء المضاف بنظام الري بالتنقيط وعند مستويات الري المختلفة، إضافة إلى وجود محسنات التربة التي تعمل على زيادة المحتوى الرطوبي للتربة وبالتالي زيادة معدل نمو النبات، كما لاتوجد اختلافات معنوية بين نظام الري السطحي + البوليمر عند مستوى 50% مع نظامي الري بأنابيب التنقيط السطحية والنقاطات بدون صمام الضغط عند المستوى 100% واللذان لايختلفان معنوياً مع نظام الري السطحي عند المستويين 75% ، 50 ، كما لاتوجد اختلافات معنوية بين المستويين 75% ، 50 لنظام الري بأنابيب التنقيط السطحية، كما لاتوجد اختلافات معنوية بين المستويات% 100 ، 75 ، 50 لنظام الري بالنقاطات بدون صمام الضغط، كما لاتوجد اختلافات معنوية بين المستويات% 100 ، 75 ، 50 لنظام الري السطحي والذين لايختلفون معنوياً مع المستوى 75% ومع المستوى 50% لنظامي الري بالنقاطات بدون صمام الضغط وانأبيب التنقيط السطحية.

2.13.4 الصفات المدروسة والتي لم تتأثر معنوياً

1.2.13.4 كفاءة التجانس

يتضح من الشكل (18.4) أن كفاءة التجانس تقل بقدر بسيط عند زيادة مستوى ماء الري ويلاحظ أن نظام الري بأنابيب التنقيط السطحية حقق أعلى كفاءة تجانس عند المستوى 50% وهي 99% مقارنة بنظام الري بالنقاطات بدون صمام الضغط عند المستوى 50% الذي أعطى 99% السطحي + البوليمر عند نفس المستوى الذي أعطى 99% في حين سجل نظام الري السطحي عند المستوى 100%، 50 أقل كفاءة تجانس وهي 98.33% مقارنة بنظام الري السطحي + البوليمر عند مستوى 75% الذي أعطى 98.33% ويعزى ذلك إلى أن أنظمة ومستويات الري أعطت اعماقاً متساوية من الماء.

2.2.13.4 قطر ساق النبات

يتضح من الشكل (19.4) أن قطر ساق نبات الطماطم يزداد زيادة بسيطة عند زيادة مستوى ماء الري ومن الملاحظ أن نظام الري السطحي + البوليمر عند المستوى 100% سجل أعلى قطر لساق نبات الطماطم وهو 18.56 مم بينما أعطى نظام الري بأنابيب التنقيط السطحية عند المستوى 50% أقل قطر لساق نبات الطماطم وهو 13.33 مم، ويرجع ذلك لوجود محسنات التربة التي تعمل على زيادة المحتوى الرطوبي للتربة وبالتالي زيادة معدل نمو النبات.

14.4 المعادلات التنبؤية في نهاية مرحلة منتصف الموسم

استنبطت المعادلات التنبؤية للصفات بدلالة العوامل الداخلة في التجربة ويتضح من الجدول (23.4) المعادلات التنبؤية في نهاية مرحلة منتصف الموسم وهي كما ياتي:-

1.14.4 كفاءة الإضافة

من الملاحظ في الجدول (23.4) أن دقة معادلة التنبؤ بكفاءة الإضافة هي 0.728 عند الاعتماد على نظام الري وأصبحت دقة المعادلة 0.802 عند إدخال عامل مستوى الري وتوضح المعادلة بأن أي تغير في نظام الري من A1 إلى A4 يؤدي إلى انخفاض كفاءة الإضافة بمقدار 14.41% وعند زيادة مستوى الري بمقدار 1% تقل كفاءة الإضافة بمقدار 25.17%.

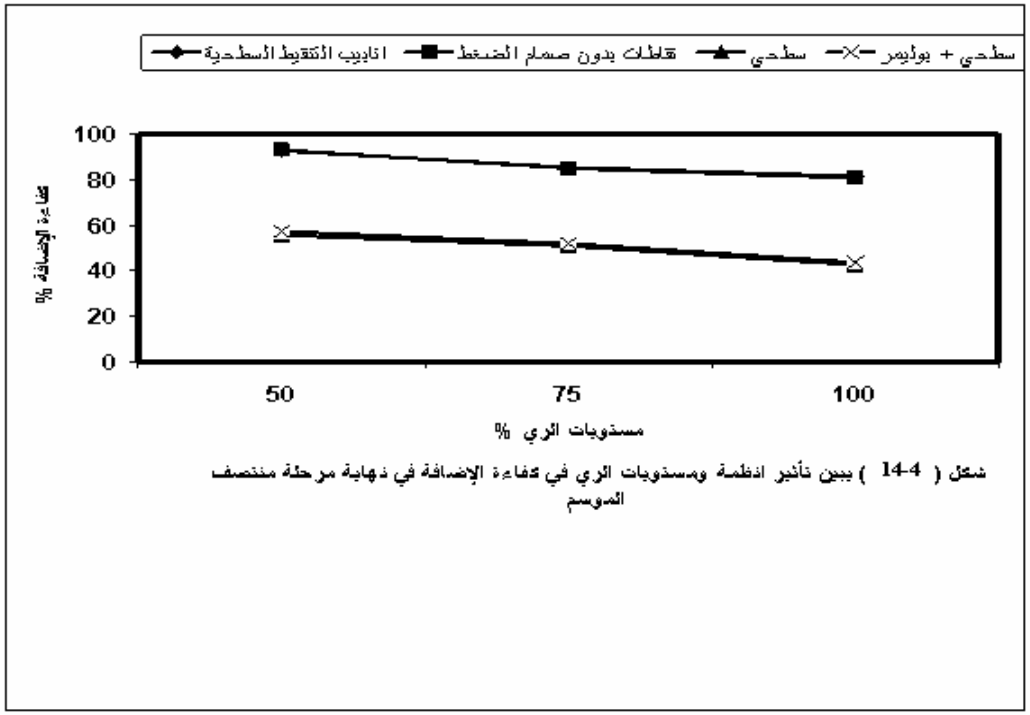
$$EA = 123.43 - 14.41A - 25.17B \quad \text{..... (14 - 4)}$$

كما يتضح من الجدول (24.4) بأن هناك علاقة عكسية عند مستوى معنوي 0.01 بين كفاءة الإضافة ونظام الري وكان معامل الارتباط 0.85 – في حين كانت علاقة الارتباط عكسية غير معنوية بين كفاءة الإضافة ومستوى الري وكانت قيمة معامل الارتباط 0.27 –.

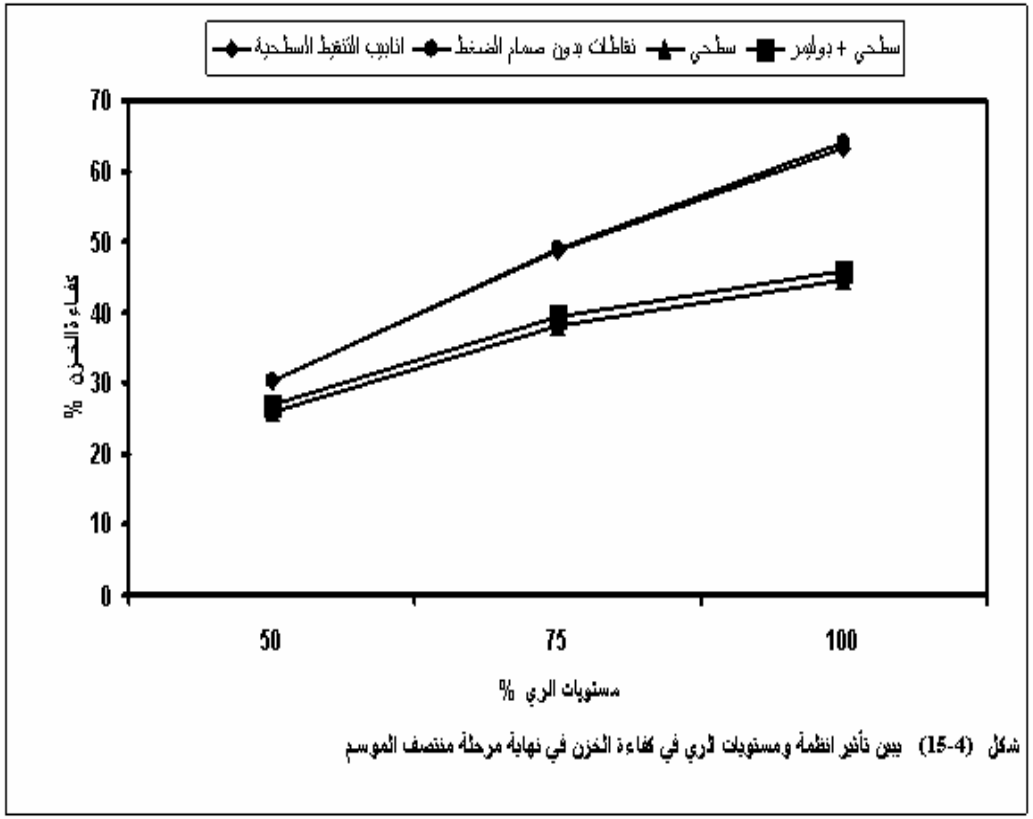
جدول**22.4** تأثير التداخل بين أنظمة ومستويات الري في الصفات المدروسة في نهاية مرحلة منتصف الموسم.

التـــــــداخـــــــلات		كفاءة الإضافة %	كفاءة التجانس %	كفاءة الخزن %	ارتفاع النبات (سم)	قطر ساق النبات (مم)	عدد أفرع النبات
نظام الري	مستويات الري						
أنابيب التنقيط السطحية	100%	c 781.6	7.689	63.33 a	48.30 cd	15.56	15.33 cd
	75%	.67 b58	00.99	48.67 b	46.36 e	14.34	14.56def
	50%	93.00 a	99.00	30.33 g	43.53 fg	13.33	14.11 f

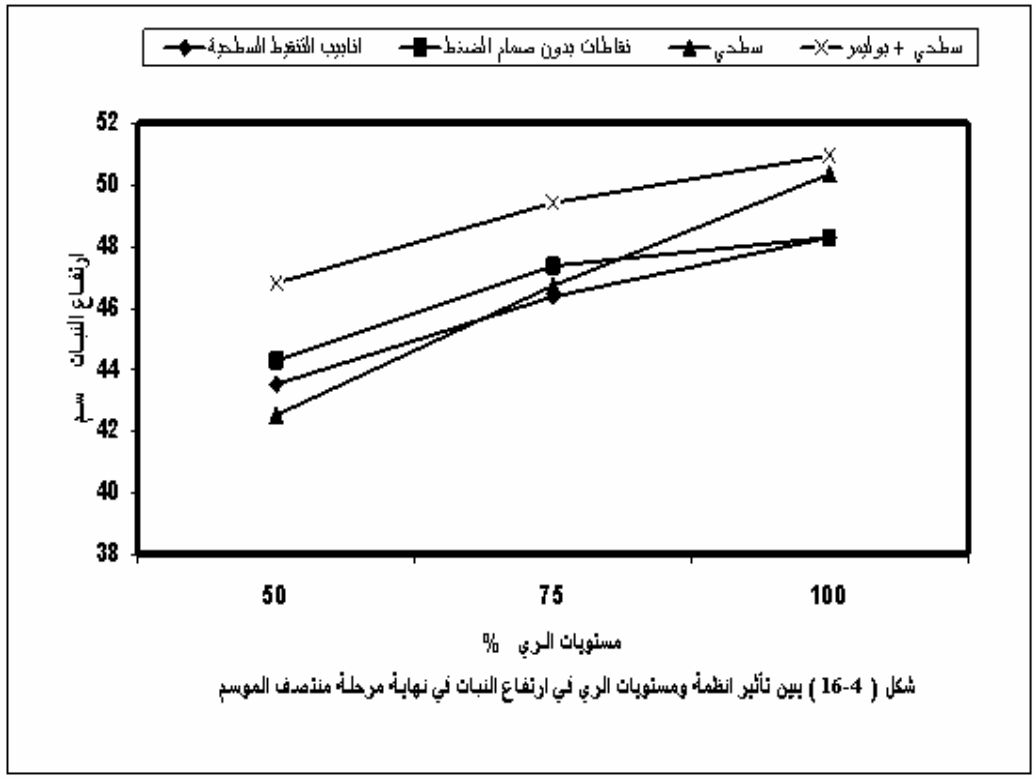
15.11cde	15.44	48.30 cd	64.00 a	98.67	81.00 c	100%	نقاطات بدون صمام الضغط
15.0 def	14.89	47.37 de	49.00 b	98.67	.33 b58	75%	
14.33 ef	13.78	44.30 f	30.33 g	99.00	93.33 a	50%	
14.78defF	15.45	50.36 ab	44.67 d	8.339	42.67 g	100%	السطحي
14.67def	14.89	46.72 de	38.00 f	98.67	f0051.	75%	
14.11 f	13.78	42.53 g	26.00 i	98.33	55.67 e	50%	
22.44 a	18.56	50.97 a	46.00 c	99.00	3.67 g4	100%	السطحي + البوليمر
17.11 b	17.11	49.43 bc	39.33 e	98.33	f002.5	75%	
15.89 c	15.55	46.82 de	27.00 h	.0099	57.33 d	50%	



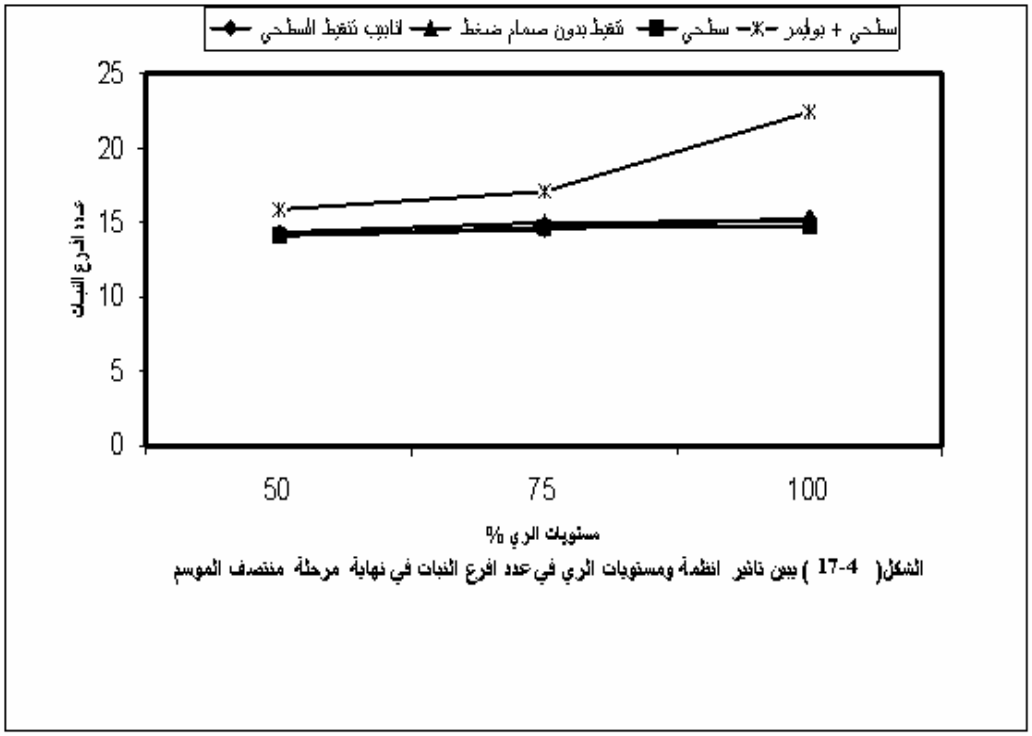
شكل (14-4) يبين تأثير انظمة ومستويات الري في كفاءة الإضافة في نهاية مرحلة منتصف الموسم



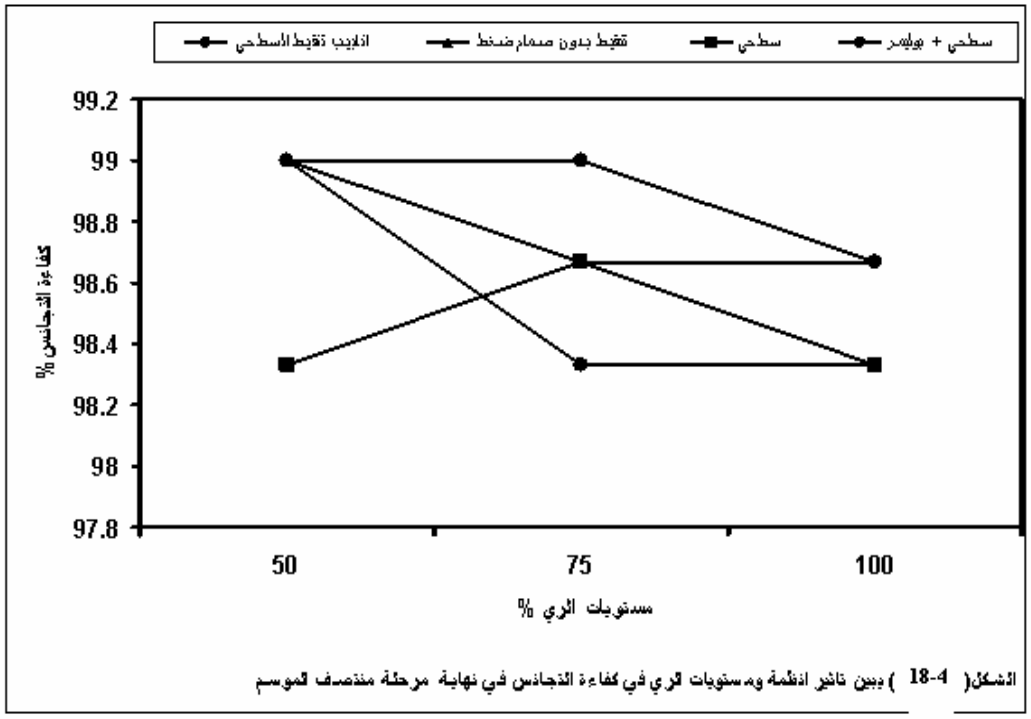
شكل (4-15) يبين تأثير انظمة ومستويات الري في كفاءة الخزن في نهاية مرحلة منتصف الموسم



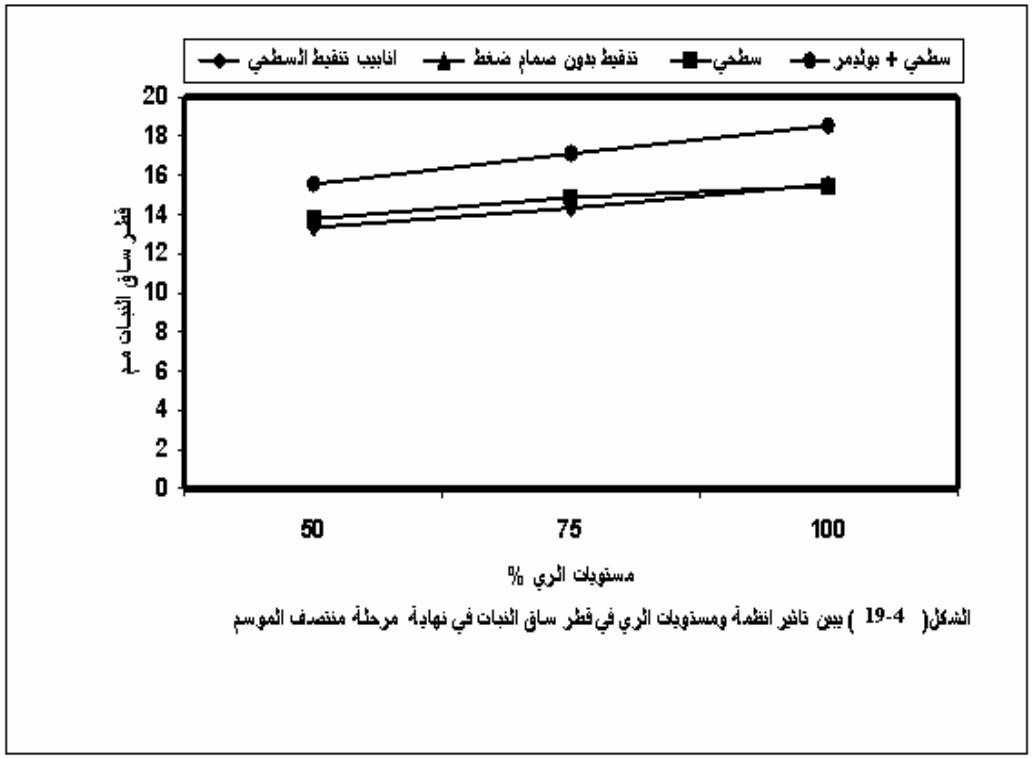
شكل (4-16) يبين تأثير انظمة ومستويات الري في ارتفاع النبات في نهاية مرحلة منتصف الموسم



الشكل(4-17) يبين تاثير انظمة ومستويات الري في عدد افرع النبات في نهاية مرحلة منتصف الموسم



الشكل(4-18) يبين تاثير انظمة ومستويات الري في كفاءة التجانس في نهاية مرحلة منتصف الموسم



الشكل(4-19) يبين تاثير انظمة ومستويات الري في قطر ساق النبات في نهاية مرحلة منتصف الموسم

2.14.4 كفاءة الخزن

من الملاحظ في الجدول (23.4) أن دقة معادلة التنبؤ بكفاءة الخزن اعتماداً على مستوى الري هي 0.742 وأصبحت دقة المعادلة 0.883 عند إضافة عامل نظام الري، وتوضح المعادلة بأن أي تغير في نظام الري من A1 إلى A4 يؤدي إلى انخفاض في كفاءة الخزن بمقدار 4.16% وعند زيادة مستوى الري بمقدار 1% فإنه يؤدي إلى زيادة في كفاءة الخزن بمقدار 52.17%.

$$ES = 13.49 - 4.16A + 52.17B \quad \text{..... (15 - 4)}$$

كما يتضح من الجدول (24.4) وجود علاقة ارتباط عكسية عند مستوى معنوي 0.05 بين كفاءة الخزن ونظام الري وكان معامل الارتباط 0.38 – في حين كانت علاقة الارتباط طردية عند مستوى معنوي 0.01 بين كفاءة الخزن ومستوى الري وكانت قيمة معامل الارتباط 0.86.

3.14.4 ارتفاع النبات

يتضح من الجدول (23.4) أن دقة معادلة التنبؤ بارتفاع نبات الطماطم اعتماداً على مستوى الري هي 0.657 وأصبحت دقة المعادلة 0.803 عند إضافة عامل نظام الري، وتوضح المعادلة بأن أي تغير في نظام الري من A1 إلى A4 يؤدي إلى زيادة بارتفاع النبات بمقدار 0.98 سم وعند زيادة مستوى الري بمقدار 1% فإنه يؤدي إلى زيادة بارتفاع نبات الطماطم بمقدار 10.37 سم.

$$H = 37.08 + 0.89A + 10.37B \quad \text{..... (16 - 4)}$$

كما يتبين من الجدول (25.4) وجود علاقة ارتباط طردية عند مستوى معنوي 0.05 بين ارتفاع نبات الطماطم ونظام الري وكان معامل الارتباط 0.38، كما توجد علاقة الارتباط طردية عند مستوى معنوي 0.01 بين ارتفاع نبات الطماطم ومستوى الري وكانت قيمة معامل الارتباط 0.81.

4.14.4 قطر ساق النبات

من الملاحظ في الجدول (23.4) أن دقة معادلة التنبؤ بقطر ساق نبات الطماطم اعتماداً على نظام الري هي 0.351 وأصبحت دقة المعادلة 0.686 عند إدخال عامل مستوى الري، وتوضح المعادلة بأن أي تغير في نظام الري من A1 إلى A4 يؤدي إلى زيادة بقطر ساق نبات الطماطم بمقدار 0.80 مم وعند زيادة مستوى الري بمقدار 1% فإنه يؤدي إلى زيادة بقطر ساق نبات الطماطم بمقدار 4.28 مم.

$$D = 10.01 + 0.80A + 4.28B \quad \text{..... (17 - 4)}$$

كما يتبين من الجدول (25.4) وجود علاقة ارتباط طردية عند مستوى معنوي 0.01 بين قطر ساق نبات الطماطم ونظام الري وكانت قيمة معامل الارتباط 0.59 ، في حين كانت علاقة الارتباط طردية عند مستوى معنوي 0.01 بين قطر ساق نبات الطماطم ومستوى الري وكانت قيمة معامل الارتباط 0.58.

5.14.4 عدد أفرع النبات

يتضح من الجدول (23.4) أن دقة معادلة التنبؤ بعدد أفرع نبات الطماطم 0.300 اعتماداً على نظام الري وأصبحت دقة المعادلة 0.471 عند إدخال عامل مستوى الري، وتوضح المعادلة بأن أي تغير في نظام الري من A1 إلى A4 يؤدي إلى زيادة بعدد أفرع نبات الطماطم بمقدار 1.11 وعند زيادة مستوى الري بمقدار 1% فإنه يؤدي إلى زيادة بعدد أفرع نبات الطماطم بمقدار 4.61 .

$$N = 9.38 + 1.11A + 4.61B \quad \text{.....} \quad (18 - 4)$$

كما يتبين من الجدول (25.4) بان هناك علاقة ارتباط طردية عند مستوى معنوي 0.01 بين عدد أفرع نبات الطماطم ونظام الري وكانت قيمة معامل الارتباط 0.55، كما أن علاقة الارتباط طردية عند مستوى معنوي 0.05 بين عدد أفرع نبات الطماطم ومستوى الري وكانت قيمة معامل الارتباط 0.41.

جدول **23.4** يبين معادلات الانحدار للصفات بدلالة أنظمة ومستويات الري في نهاية مرحلة منتصف الموسم

الصفة	معادلة الانحدار	رمز	الوحدة	المعنوية	R^2
كفاءة الإضافة	EA =123.43 – 14.41A - 25.17B	EA	%	-	0.802
		A	-	0.0001	0.728
		B	%	0.0013	0.074
كفاءة الخزن	ES = 13.49 – 4.16A + 52.17B	ES	%	-	0.883
		A	-	0.0001	0.141
		B	%	0.0001	0.742
ارتفاع النبات	H = 37.08 + 0.89A + 10.37B	H	سم	-	0.803
		A	-	0.0001	0.146
		B	%	0.0001	0.657
قطر ساق النبات	D = 10.01 + 0.80A + 4.28 B	D	مم	-	0.686
		A	-	0.0001	0.351

0.335	0.0001	%	B		
0.471	-	-	N	N = 9.38 + 1.11A + 4.61B	عدد أفرع النبات
0.300	0.0005	-	A		
0.171	0.0025	%	B		

جدول **24.4** يبين علاقة الارتباط (*) و(**) لمرحلة نهاية منتصف الموسم

الصفـــــــــة	أنظمة الري	مستويات الري	كفاءة الخزن	كفاءة التجانس	كفاءة الإضافة
أنظمة الري	1				
مستويات الري	1	1			
كفاءة الخزن	- 0.38*	0.86**	1		
كفاءة التجانس	- 0.17	- 0.15	- 0.06	1	
كفاءة الإضافة	- 0.85**	- 0.27	0.19	0.28	1

** معنوي عند 0.01
* معنوي عند 0.05

جدول **25.4** يبين علاقة الارتباط (*) و(**) لمرحلة نهاية منتصف الموسم

الصفة	أنظمة الري	مستويات الري	ارتفاع النبات	قطر ساق النبات	عدد أفرع النبات
أنظمة الري	1				
مستويات الري	1	1			
ارتفاع النبات	0.38*	0.81**	1		

قطر ساق النبات	0.59**	0.58**	0.78**	1	
عدد أفرع النبات	0.55**	0.41*	0.62**	0.81**	1

** معنوي عند 0.01
* معنوي عند 0.05

15.4 تأثير أنظمة الري في الصفات المدروسة نهاية الموسم

يتضح من الجدولين (26.4) و(27.4) أن لأنواع أنظمة الري تأثير معنوي عند مستوى 0.01 في كل من الإنتاجية والاستهلاك المائي وكفاءة استخدام المياه.

1.15.4 الصفات المدروسة والمتأثرة معنوياً

1.1.15.4 الإنتاجية

حقق نظام الري السطحي + البوليمر أعلى إنتاجية لمحصول الطماطم وهي 31443.3 كجم/هكتار مقارنة مع نظام الري بالنقاطات بدون صمام الضغط الذي أعطى 24877.8 كجم/هكتار والذي لم يختلف معنوياً مع أنابيب التنقيط السطحية الذي سجل 24751.1 كجم/هكتار،ومع نظام الري السطحي الذي أعطى أقل إنتاجية لمحصول الطماطم وهي 24113.3 كجم/هكتار وبنسبة انخفاض مقدارها 23.31% عن نظام الري السطحي + البوليمر، ويعود السبب في ذلك إلى وجود محسنات التربة التي تعمل على زيادة المحتوى الرطوبي وبالتالي زيادة الإنتاجية. وتنسجم هذه النتائج مع ما توصل إليه كل من Awad وآخرون (1992)؛ Pauwelyn وآخرون (1992)، Yadav وآخرون (1993) وCetin وآخرون (1994).

2.1.15.4 الاستهلاك المائي

سجل نظام الري السطحي أعلى استهلاك مائي وهو 595.75 مم والذي لم يكن له اختلاف معنوي مع نظام الري السطحي + البوليمر الذي أعطى 595.75 مم مقارنة بنظام الري بأنابيب التنقيط السطحية الذي أعطى أقل استهلاك مائي وهو 397.16 مم والذي لم يكن له اختلاف معنوي مع نظام الري بالنقاطات بدون صمام الضغط وهو397.16 مم وبنسبة انخفاض مقدارها 34% عن نظام الري السطحي . ويعزى ذلك إلى أن الاحتياج المائي لنظام الري السطحي أعلى منها لنظام الري بالتنقيط. وتنسجم هذه النتائج مع ما توصل إليه كل من ألعوضي (1984)؛ Pitts وآخرون (1988) و Cetin وآخرون (1994).

3.1.15.4 كفاءة استخدام المياه

أعطى نظام الري بالنقاطات بدون صمام الضغط أعلى كفاءة استخدام للمياه وهي 6.52 كجم/م^3 ماء والتي لم تختلف معنوياً عن نظام الري بأنابيب التنقيط السطحية وهي 6.50 كجم/م^3 ماء مقارنة مع نظام الري السطحي + البوليمر الذي حقق كفاءة استخدام للمياه وهي 5.48 كجم/م^3 ماء في حين أعطى نظام الري السطحي أقل كفاءة استخدام للمياه وهي 4.22 كجم/م^3 ماء وبنسبة انخفاض مقدارها 35% عن نظام الري بالنقاطات بدون صمام الضغط ، ويعود السبب في ذلك إلى أن كمية الماء المضافة بنظام

الري بالتنقيط أقل منها بنظام الري السطحي وبالتالي انخفاض كفاءة استخدام المياه مع زيادة كمية الري، وتتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه كل من Badr (1976) ؛ العوضي (1984)؛ Yohannes وTadesse (1988)؛ Hadgson (1990)؛ Amma وLarroque (1994) وArnaout (1997).

جدول **26.4** تحليل التباين بمتوسطات المربعات للصفات المدروسة نهاية الموسم

الصفات المدروسة	أنظمة الري **A**	مستويات الري **B**	أنظمة الري * مستويات الري **B*A**
الإنتاجية (كجم/هكتار)	106971328.70**	239152577.78**	3741703.70
الاستهلاك المائي (مم)	118309.99**	328613.49**	4381.77**
كفاءة استخدام المياه (كجم/م^3)	10.67**	12.30**	0.15

** معنوي عند 0.01
* معنوي عند 0.05

جدول **27.4** تأثير أنظمة الري في الصفات المدروسة نهاية الموسم

الصفات المدروسة	أنابيب التنقيط السطحية	نقاطات بدون صمام الضغط	الري السطحي	الري السطحي + البوليمر
الإنتاجية (كجم/هكتار)	24751.1 b	24877.8 b	24113.3 b	31443.3 a

الاستهلاك المائي (مم)	397.16 b	397.16 b	595.75 a	595.75 a
كفاءة استخدام المياه (كجم/م^3)	6.50 a	6.52 a	4.22 c	5.48 b

16.4 تأثير مستويات الري في الصفات المدروسة نهاية الموسم

يتضح من الجدولين (26.4)و(28.4) أن لاختلاف مستويات الري تأثير معنوي عند مستوى 0.01 في كل من الإنتاجية والاستهلاك المائي وكفاءة استخدام المياه.

جدول **28.4** تأثير مستويات الري في الصفات المدروسة نهاية الموسم

الصفات المدروسة	**100%**	**75%**	**50%**
الإنتاجية (كجم/هكتار)	30644.2 a	26520.8 b	21724.2 c
الاستهلاك المائي (مم)	661.94 a	496.46 b	330.98 c
كفاءة استخدام المياه (كجم/م^3)	4.76 c	5.52 b	6.77 a

1.16.4 الصفات المدروسة والمتأثرة معنوياً

1.1.16.4 الإنتاجية

أعطى المستوى 100% أعلى إنتاجية لمحصول الطماطم وهي 30644.2 كجم/هكتار مقارنة بالمستوى 50% الذي أعطى أقل إنتاجية لمحصول الطماطم وهي 21724.2 كحم/هكتار وبنسبة انخفاض قدرها 29% عن المستوى 100% في حين وقع المستوى 75% بينهما حيث حقق إنتاجية لمحصول الطماطم وهي 26520.8 كجم/هكتار، ويعزى ذلك إلى أن زيادة مستويات الري بحسب الاحتياج المائي يؤدي إلى زيادة الإنتاجية، وتتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه كل من Freem وآخرون (1976) وLocaseio وSmajstrla (1993).

2.1.16.4 الاستهلاك المائي

سجل المستوى 100% أعلى استهلاك مائي وهو 661.94 مم مقارنة بالمستوى 50% الذي سجل أقل استهلاك مائي وهو 330.98 مم وبنسبة انخفاض قدرها 50% عن المستوى 100% في حين وقع المستوى 75% بينهما حيث سجل 496.46 مم.

3.1.16.4 كفاءة استخدام المياه

سجل المستوى 50% أعلى كفاءة استخدام للمياه وهي 6.77 كجم/م^3 ماء مقارنة بالمستوى 100% الذي حقق أقل كفاءة استخدام للمياه وهي 4.76 كجم/م^3 ماء وبنسبة انخفاض قدرها 29.69% عن المستوى 50% في حين وقع المستوى 75% بينهما حيث أعطى كفاءة استخدام للمياه وهي 5.52 كجم/م^3 ماء، ويعود السبب إلى أن انخفاض مستوي الري يؤدي إلى زيادة كفاءة استخدام للمياه، وزيادة مستوى الري يؤدي إلى انخفاض كفاءة استخدام للمياه، وتنسجم هذه النتائج مع ما توصل إليه كل من Shinde وآخرون (1987)؛ Matyn وآخرون (1990)؛ Wahba وآخرون (1990) وTayel وآخرون (1993a).

17.4 تأثير التداخل بين أنظمة و مستويات ماء الري في الصفات المدروسة نهاية الموسم

يتضح من الجدولين (26.4) و(29.4) أن التداخل بين أنظمة ومستويات ماء الري له تأثير معنوي في الاستهلاك المائي عند مستوى 0.01 بينما الإنتاجية وكفاءة استخدام المياه لم يتأثرا معنوياً.

1.17.4 الصفات المدروسة والمتأثرة معنوياً

1.1.17.4 الاستهلاك المائي

يوضح الشكل (20.4) أن الاستهلاك المائي لمحصول الطماطم يزداد مع زيادة مستوى ماء الري ومن الملاحظ أن نظام الري السطحي عند المستوى 100% سجل أعلى استهلاك مائي وهو 794.33 مم والذي لم يختلف معنوياً مع نظام الري السطحي + البوليمر الذي سجل 794.33 مم عند نفس المستوى مقارنة مع نظام الري بأنابيب التنقيط السطحية عند المستوى 50% الذي سجل أقل استهلاك مائي وهو 264.78 مم والذي لم يختلف معنوياً مع نظام الري بالنقاطات بدون صمام الضغط عند نفس المستوى وهو 264.78 مم.

2.17.4 الصفات المدروسة والتي لم تتأثر معنوياً

1.2.17.4 الإنتاجية

يتضح من الشكل (21.4) أن إنتاجية محصول الطماطم تزداد بزيادة مستويات ماء الري ويلاحظ أن نظام الري السطحي + البوليمر عند مستوى ماء ري 100% حقق أعلى إنتاجية لمحصول الطماطم وهي 37666.667 كجم/هكتار مقارنة بنظام الري السطحي عند المستوى 50% الذي أعطى أقل إنتاجية لمحصول الطماطم وهي 19886.667 كحم/هكتار، ويعود ذلك إلى وجود محسنات التربة التي تعمل على زيادة المحتوى الرطوبي في التربة وبالتالي زيادة الإنتاجية تحت نظام الري السطحي + البوليمر

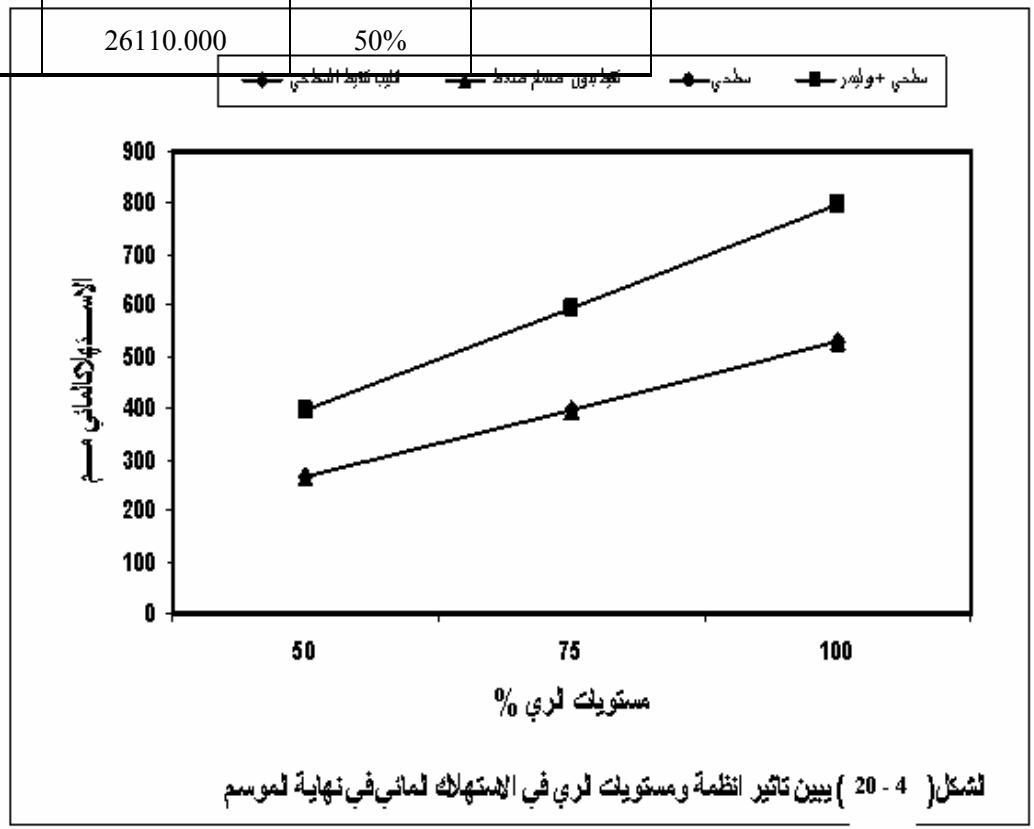
2.2.17.7 كفاءة استخدام المياه

يتضح من الشكل (22.4) أن كفاءة استخدام للمياه تنخفض عند زيادة مستويات ماء الري ومن الملاحظ أن نظام الري بالنقاطات بدون صمام الضغط عند المستوى ماء الري 50% أعطى أعلى كفاءة استخدام للمياه وهي 7.78 كجم/م^3 ماء مقارنة مع نظام الري السطحي عند المستوى ماء الري 100% الذي سجل أقل كفاءة استخدام للمياه وهي 3.47 كجم/م^3 ماء، ويعزى ذلك لاختلاف أنظمة ومستويات ماء الري. فانخفاض مستوى ماء الري يؤدي إلى زيادة كفاءة استخدام المياه وزيادة مستوى ماء الري يؤدي إلى انخفاض كفاءة استخدام المياه.

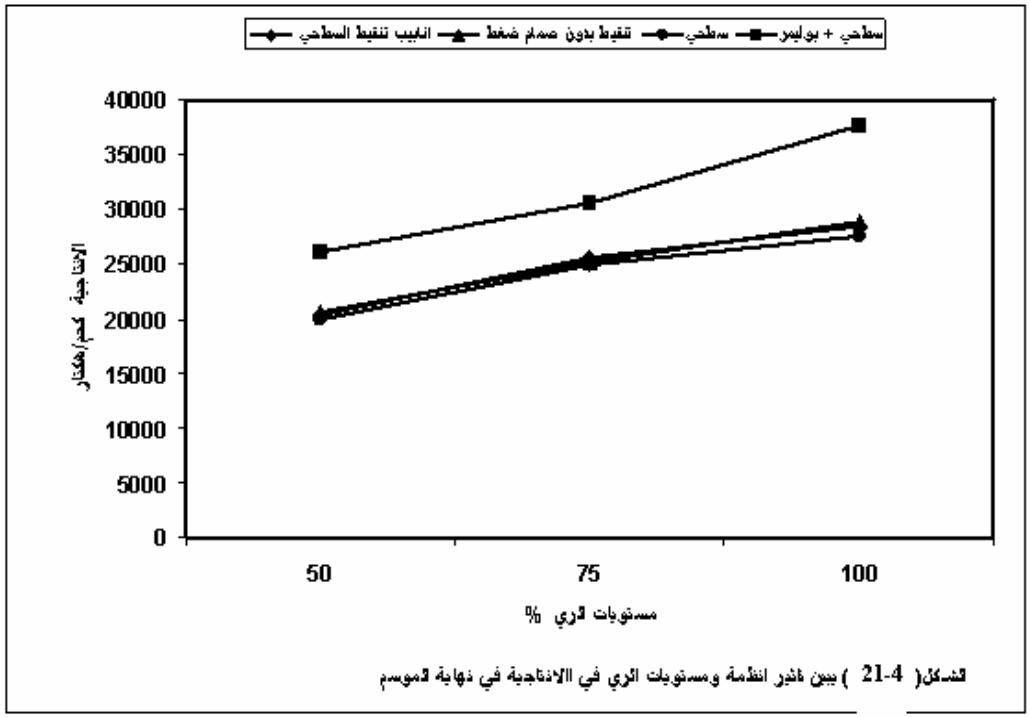
التـــــــداخـلات		الإنتاجية (كجم/هكتار)	الاستهلاك المائي (مم)	كفاءة استخدام المياه (كجم/م^3)
نظام الري	مستويات الري			
أنابيب التنقيط السطحية	100%	28443.333	529.55 c	5.37
	75%	25510	397.16 e	6.44
	50%	20300	264.78 f	7.68
نقاطات بدون صمام الضغط	100%	28900	529.55 c	5.46
	75%	25133.333	397.16 e	6.33
	50%	20600	264.78 f	7.78
السـطـحي	100%	27566.667	794.33 a	3.47
	75%	24886.667	595.75 b	4.17
	50%	19886.667	397.17 d	5.01

جدول 29.4 تأثير التداخل بين المدروسة نهاية الموسم.

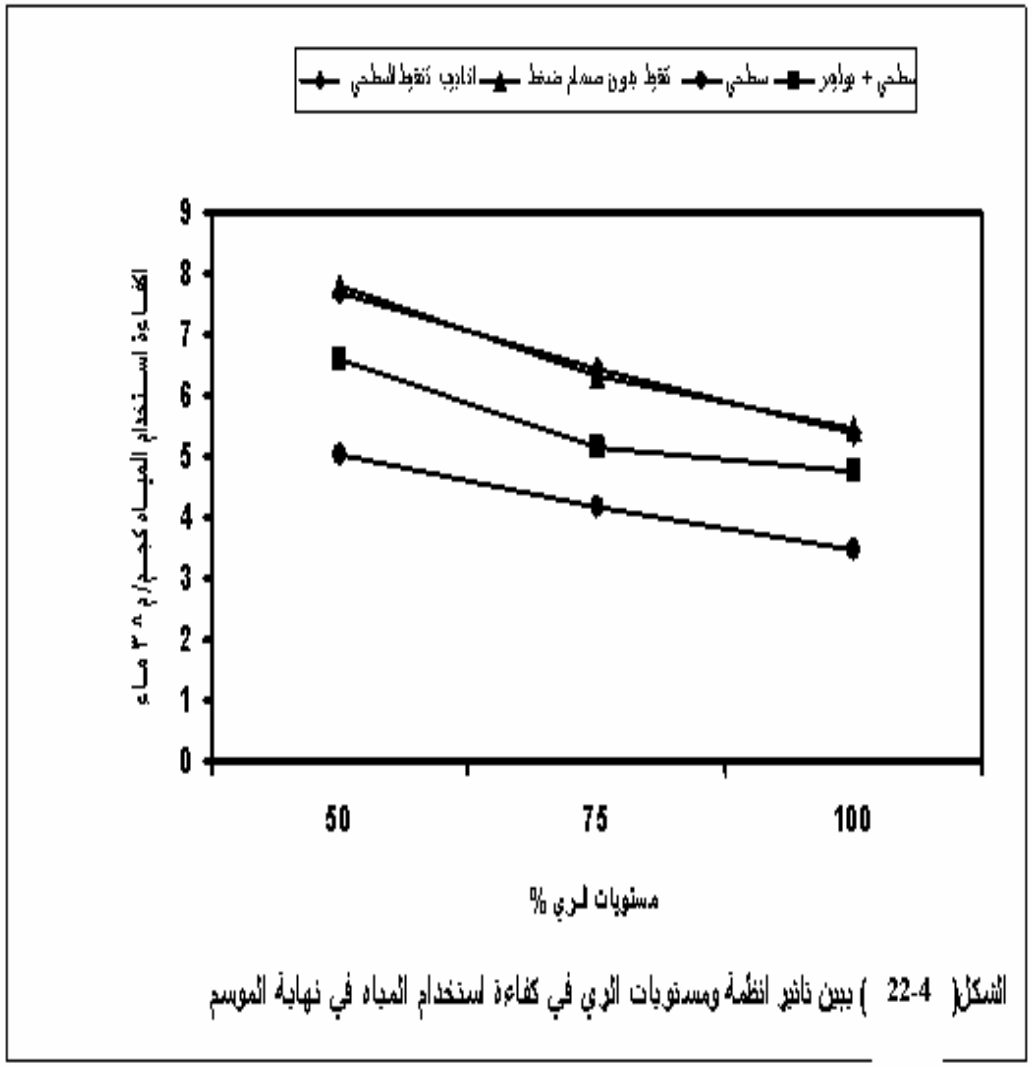
ا لسطحي + البوليمر	100%	37666.667	794.33 a	4.74
	75%	30553.333	595.75 b	5.13
	50%	26110.000	397.17 d	6.58



الشكل(4 - 20) يبين تاثير انظمة ومستويات الري في الاستهلاك المائي في نهاية الموسم



الشكل(4-21) يبين تاثير انظمة ومستويات الري في الانتاجية في نهاية الموسم



الشكل(4-22) يبين تاثير انظمة ومستويات الري في كفاءة استخدام المياه في نهاية الموسم

18.4 المعادلات التنبؤية في نهاية الموسم

استنبطت المعادلات التنبؤية للصفات بدلالة العوامل الداخلة في التجربة ويتضح من الجدول (30.4) المعادلات التنبؤية في نهاية الموسم وهي كما يأتي :-

1.18.4 الإنتاجـــــــــية

يتضح من الجدول (30.4) أن دقة معادلة التنبؤ بإنتاجية محصول الطماطم اعتماداً على مستوى الري هي 0.526 وأصبحت دقة المعادلة 0.710 عند إضافة عامل نظام الري، وتوضح المعادلة بأن أي تغير في نظام الري من A1 إلى A4 يؤدي إلى زيادة بإنتاجية محصول الطماطم بمقدار 1931.22 كجم/هكتار، وأي زيادة بمستوى الري بمقدار 1% يؤدي إلى زيادة بإنتاجية محصول الطماطم بمقدار 17840 كجم/هكتار .

$$Y = 8088.33 + 1931.22A + 17840B \quad \text{..... (19 - 4)}$$

كما يتبين من الجدول (31.4) وجود علاقة ارتباط طردية عند مستوى معنوي 0.01 بين إنتاجية محصول الطماطم ونظام الري وكان معامل الارتباط 0.43، كما أن علاقة الارتباط طردية عند مستوى معنوي 0.01 بين إنتاجية محصول الطماطم ومستوى الري وكانت قيمة معامل الارتباط 0.73.

2.18.4 الاستهلاك المائي

يتضح من الجدول (30.4) أن دقة معادلة التنبؤ بالاستهلاك المائي محصول الطماطم اعتماداً على مستوى الري هو 0.629 وأصبحت دقة المعادلة 0.901 عند إدخال عامل نظام الري، وتوضح المعادلة بأن أي تغير في نظام الري من A1 إلى A4 يؤدي إلى زيادة بالاستهلاك المائي بمقدار 79.43 مم، وعند زيادة مستوى الري بمقدار 1% يؤدي إلى زيادة بالاستهلاك المائي بمقدار 661.93 مم.

$$W = -198.58 + 79.43A + 661.93B \quad \text{..... (20 - 4)}$$

كما يتبين من الجدول (31.4) وجود علاقة ارتباط طردية عند مستوى معنوي 0.01 بين الاستهلاك المائي ونظام الري وكان معامل الارتباط 0.52، كما أن علاقة الارتباط طردية عند مستوى معنوي 0.01 بين الاستهلاك المائي لمحصول الطماطم ومستوى الري وكانت قيمة معامل الارتباط 0.79.

3.18.4 كفاءة استخدام المياه

يتضح من الجدول (30.4) أن دقة معادلة التنبؤ بكفاءة استخدام المياه هي 0.402 اعتماداً على مستوى الري وأصبحت دقة المعادلة 0.616 عند إدخال عامل نظام الري، وتوضح المعادلة بأن أي تغير في نظام الري من A1 إلى A4 يؤدي إلى انخفاض بكفاءة استخدام المياه بمقدار 0.53 كجم/م^3 ماء، وأي زيادة في مستوى الري بمقدار 1% يؤدي إلى الانخفاض بكفاءة استخدام المياه بمقدار 4.01 كجم/م^3.

$$WUE = 10.03 - 0.53A - 4.01B \quad \text{..... (21 - 4)}$$

كما يتبين من الجدول (31.4) بأن هناك علاقة ارتباط عكسية عند مستوى معنوي 0.01 بين كفاءة استخدام المياه ونظام الري وكان معامل الارتباط 0.46 - ، في حين كانت علاقة الارتباط عكسية عند مستوى معنوي 0.01 بين كفاءة استخدام المياه ومستوى الري وكانت قيمة معامل الارتباط 0.63 –.

جدول **30.4** يبين معادلات الانحدار للصفات بدلالة أنظمة ومستويات الري في نهاية الموسم.

الصفة	معادلة الانحدار	الرمز	الوحدة	المعنوية	R^2
الإنتاجية	Y = 8088.333 + 1931.22A + 17840B	Y	كجم/هـ	-	0.710
		A	-	0.0001	0.184
		B	%	0.0001	0.526
الاستهلاك المائي	W =-198.58 + 79.43A + 661.93B	W	مم	-	0.901
		A	-	0.0001	0.272
		B	%	0.0001	0.629
كفاءة استخدام المياه	WUE = 10.03 - 0.53A – 4.017B	WUE	كجم/م^3	-	0.616
		A	-	0.0001	0.214
		B	%	0.0001	0.402

جدول **31.4** يبين علاقة الارتباط (*) و(**) نهاية الموسم

الصفة	أنظمة الري	مستويات الري	الإنتاجية (كجم/هكتار)	الاستهلاك المائي (مم)	كفاءة استخدام المياه (كجم/م^3)
أنظمة الري	1				
مستويات الري	1	1			
الإنتاجية(كجم/هكتار)	0.43**	0.73**	1		
الاستهلاك المائي (مم)	0.52**	0.79**	0.77**	1	
كفاءة استخدام المياه (كجم/م^3)	- 0.46**	- 0.63**	- 0.42**	- 0.87**	1

** معنوي عند 0.01

* معنوي عند 0.0

الفصل الخامس

الاستنتاجات والتوصيات

1.5 الاستنتاجات

1- تفوق نظامي الري بأنابيب التنقيط السطحية والنقاطات بدون صمام الضغط معنوياً على نظامي الري السطحي + البوليمر والسطحي في كل من كفاءة الإضافة وكفاءة الخزن، بينما تفوق نظام الري السطحي + البوليمر معنوياً على أنظمة الري بأنابيب التنقيط السطحية والنقاطات بدون صمام الضغط والسطحي في كل من ارتفاع وقطر الساق وعدد أفرع نبات الطماطم، في حين لم تكن الفرو قات معنوية في كفاءة التجانس. ولمراحل نمو النبات المختلفة.

2– تفوق مستوى ماء الري 50% معنوياً على المستويين 100%، 75 في كل من كفاءة الإضافة وكفاءة التجانس في المرحلة التمهيدية لنمو المحصول، بينما تفوق المستوى 100% معنوياً على المستويين 75%، 50 في كل من كفاءة الخزن وارتفاع النبات وقطر ساق النبات وعدد أفرع النبات ولمراحل نمو النبات المختلفة، في حين تفوق المستويان 75%، 50 معنوياً على المستوى 100% في كفاءة التجانس عند مرحلة تطور المحصول، ولم تكن الفروقات معنوية في كفاءة التجانس عند مرحلة منتصف الموسم.

3– ازدادت كل من كفاءة الخزن وارتفاع النبات وقطر ساق النبات وعدد أفرع النبات، وانخفضت كل من كفاءة الإضافة وكفاءة التجانس عند زيادة مستويات ماء الري عند مراحل نمو النبات المختلفة .

4– تفوق نظام الري السطحي + البوليمر معنوياً على أنظمة الري بأنابيب التنقيط السطحية والنقاطات بدون صمام الضغط والسطحي في انتاجية محصول الطماطم، في حين تفوق نظامي الري بأنابيب التنقيط السطحية والنقاطات بدون صمام الضغط معنوياً على نظامي الري السطحي + البوليمر والسطحي في كفاءة استخدام المياه نهاية الموسم.

5– تفوق مستوى ماء الري 100% معنوياً على المستويين 75%، 50 في كل من الإنتاجية و الاستهلاك المائي، في حين تفوق المستوى 50% معنوياً على المستويين 100%، 75 في كفاءة استخدام المياه نهاية الموسم.

6– ازداد كل من انتاجية محصول الطماطم والاستهلاك المائي وانخفضت كفاءة استخدام المياه عند زيادة مستوى ماء الري نهاية الموسم.

2.5 التـــوصيـــــات

1– ضرورة اختبار النقاطات قبل استخدامها في تصميم وإنشاء شبكات الري بالتنقيط من حيث معامل الاختلاف المصنعي لغرض تحديد مدى صلاحيتها للاستخدام، على أن يكون اختبار معامل الاختلاف المصنعي تحت الضغط التشغيلي المستخدم نظراً لتغير معامل الاختلاف المصنعي مع الضغط .

2– ضرورة التوسع بإدخال أنظمة الري الموضعي في زراعة الخضر في الجمهورية اليمنية لما لها من دور كبير في زيادة الإنتاجية وكفاءة استخدام المياه وخفض كمية المياه المستهلكة مقارنة بنظام الري السطحي.

3– ضرورة استخدام محسنات التربة تحت أنظمة الري الموضعي في الجمهورية اليمنية في الدراسات المستقبلية بهدف الوصول إلى أعلى انتاجية وأفضل كفاءة استخدام للماء وبما يساعد على تحسين إدارة المياه.

المصـــــادر

المصادر العـربيــة

إسماعيل ل.خ.(1988) الري والبزل - جامعة الموصل - العراق - 560

الخفاف س.خ. وفتحي ز . ش (1987) تصميم منظومة الري بالتنقيط دار الحرية للطباعة ـ العراق – بغداد – 87.

السنباني م . م . وبامطرف ع . م . (1993) الطلب على المياه واستخداماتها -القضايا الأساسية وبدائل السياسات . ندوة السياسات الوطنية للموارد المائية، ديسمبر، وزارة الزراعة والموارد المائية الجمهورية اليمنية -59.

الطحان ي. ه . وبكر ع. إ. (1990) ميكانيك الموائع . جامعة الموصل -العراق -304 .

العمود أ. إ. (1997) نظم الري بالتنقيط ، جامعة الملك سعود -المملكة العربية السعودية -374 .

العوضي م. ن. (1984) الري الحقلي في المناطق الجافة وشبة الجافة . مجلة عالم المياه العربي أيار حزيران 4-6.

المنظمة العربية للتنمية الزراعية (1999) دراسة تقويم استخدامات تقانات الري الحديثة تحت ظروف الزراعة العربية.\

بامطرف ع. م(1995) الري في حوض صنعاء . الندوة الموسعة حول مستقبل تمويل العاصمة بالمياه –صنعاء - الجمهورية اليمنية -1 -5 .

بامطرف ع. م. وهاشم ع. أ. وعبدا لله ف. ع. (1996) المؤتمر الوطني الثاني للسياسة السكانية -السكان والبيئة 26 -29 أكتوبر المجلس الوطني للسكان -صنعاء - الجمهورية اليمنية - 31.

بشــر م. ع. والروبي م. م. (1983) مقدمة في طرق الإحصاء وتصميم التجارب . دار المطبوعات الجديدة.ج. م. ع.- 419.

حسن أ. ع. (1988) أساسيات إنتاج الخضر وتكنولوجيا الزراعات المكشوفة والمحمية. الدار العربية للنشر والتوزيع ج.م. ع. - 923.

خليل م. ع. أ. (1998) العلاقات المائية ونظم الري (الأراضي الرملية - الزراعة المحمية - محاصيل الخضر) منشات المعارف بالإسكندرية. جلال حربي وشركاه . مصر.

عمارة ن.ج. (1983) ميكانيك الموائع - الجامعة التكنولوجية - العراق - 543.

مجموعة خبراء الأعمال المتعلقة بالزراعة بشركة كيمولكس للاستشارات الدولية (1990) دراسة عن نظم الري المتطورة -الري بالتنقيط . مشروع الإنتاج الزراعي والائتمان - 55.

معتوق م. أ. (1993) الري بالرش والري بالتنقيط . مكتبة الانجلو المصرية -القاهرة -ج. م. ع. -260.

مكرد ع. ع. (1998) الدليل الزراعي للمرتفعات الوسطى - الهيئة العامة للبحوث والإرشاد الزراعي، وزارة الزراعة والري - الجمهورية اليمنية.

L. Vermeiren وG.A. GoBling (1987)الري الموضعي. سلسلة دراسات الري والصرف رقم 36 - منظمة الفاو – 273.

المصـادر الأجـنبيــة

Abdal, M.S. and Coffey, D.L. (1988). Tomato production with trickle irrigation and raised beds. Tennessee farm and home science. 148: 4-7; 1 pl; 9 ref.

Abo-Hussein, S.D. (1995). Studies on Potato Fertigation in newly reclaimed Land. M.Sc. Thesis, Fac. of Agric. Ainshams Univ., Cairo (A.R.E).

Amma, A.T. and Larroque O.R. (1994). Organic amendments and irrigation Systems in tomato culture under cover. Third international symposium on Protected cultivation in mild winter climates, Buenos Aires, Argentina, 5 - 8 Oct. 1992, Acta-Horticulture 199435: 325-334.

Anyoji, H. and Wu, I.P. (1994). Normal distribution of water application for drip irrigation schedules. Transactions of the ASAE 37(1): 159-164.

Arnaout, M.A.I. (1993). Hydraulic study on emitter discharge with respect to sensitivity to pressure and temperature. Misr. J. Ag .Eng., 10(3): 545-554.

Arnaout, M.A.I. (1997). A Study on selecting the proper applied water under different irrigation systems. Misr. J. Ag. Eng., 14(3): 310-318.

Awad, F.B.; Ader EL-Den, S.M.S. and Wahba, S.A. (1992). Using Soil conditioners to optimize broad bean production in newly reclaimed areas. Incer. Symp. Soil Conditioners, Egypt, pp:145-152.

Badr, A.E. (1976). Trickling irrigation as a method of maximum water economy. M.Sc. Agric. Eng. Dept. Fac. of Agric. Cairo University, Egypt, p. 133.

Badr, A.E. (1992). Potato production under drip and sprinkler irrigation systems compared with furrow irrigation Misr J. Agric. Eng., 9(1): 77-97.

Bakeer, G.A. (1997). Study on the performance of leaky tube for subsurface irrigation. Misr J. Ag. Eng., 14(1): 150-163.

Balba, A.M. (1992). Factors effecting the efficiency of soil conditioners. Inter Soil Conditioners Egypt p. 21-29.

Batchelor, C.; Lovell, C. and Murata, M. (1997). Simple micro-irrigation techniques for improving irrigation efficiency on vegetable gardens. Agricultural Water Management, 32(1): 37-48.

Battikhi, A.M. and Abu-Hammad, A.H. (1994). Comparison between the efficiencies of surface and pressurized irrigation systems in Jordan irrigation and drainage systems. 8: 2, 109- 121.

Berry, A.M. (1990). Study on the performance of bi-wall irrigation tubes. Misr J. Agric. Eng; 9(a): 25-39.

Berry, A.M.; Haffar; I. and Ahmed, M.H. (1989). Utilization of bi-wall subsurface drip Irrigation system for vegetable production under desert conditions. Misr J.Agric. Eng., 9(a): 17-24.

Bhardwaj, S.K.; Sharma, I.P.; Bhandari, A.R.; Sharma, .J.C. and Tripathi, D. (1995). Soil water distribution and growth of apple plants under drip irrigation. Journal of the Indian Society of Soil Science. 43(3): 323-327.

Bourne, O.C. (1987). Trickle irrigation uniformity evaluation. Water – and – Irrigation Review. 7(3) 8-9; 2 tab. 4 ref.

Bralts, V.F. and Wu, I.P. (1979). Emitter flow variation and uniformity for drip Irrigation. Summer meeting of ASAE and CSAE University of Manitoba Winnipeg, Canada, pp. 24-27.

Bucks, D.A.; Erie, L.J.; French, O.F.; Nakayama, F.S. and Pew, W.D. (1981). Subsurface trickle irrigation management with multiple cropping. Transactions of the ASAE, pp. 1482-1488.

Bui, W. and Kinoshita, C.M. (1985): Has drip irrigation in Hawaii lived up to the expectations. Drip-trickle – Irrigation - in – Action, I.: 84-89; 3 fig.; 3 ref.

Cetin, O.; Ozyurt, E. and Sener, S. (1994). The effect of different irrigation methods on the yield and water use efficiency of cotton in Harran plain. 17th ICID. European Regional Conference on Irrigation and Drainage. Varna, Bulgaria, 16-22May, 1:241-246; yield response to Water Use Affected by Irrigation Schedule.

Chandio, B.A.; Yaseen, S.M.; Roo, M.I. and Lamm, F.R. (1995). Comparative suitability of drip irrigation over furrow irrigation. Micro-irrigation for a changing world: Conserving resources preserving the environment. Proceedings of the 5th International Micro-Irrigation Congress Orlando. Florida, USA, 2 - 6 April, 1995, 526-531; 9 ref.

Clough, G.H.; Locascio, S.J and Olson, S.M. (1990). Yield of successively cropped polyethylene mulched vegetables as affected by irrigation method and fertilization management. Journal of the American Society for Horticultural Science 115(6): 884-887.

Correia, J.F. (1990). Evaluation of hydraulic characteristics of emitters. Proceedings of the 11th International Congress on the Use of Plastics in Agriculture, New Delhi, India, 26 February - 2nd March 1990 .B.137 - B.143.

Darusman, A.; Khan, A.H.; Stone, L.R.; Spurgeon, W.E. and Lamm, F.R (1997b). Water FLUX below the root zone vs. irrigation amount in drip irrigated of corn. Agron. J. 89: 375-379.

Davis, K.R.; Phene, C.J.; McCormick, R.L.; Hutmacher, R.B. and Meek, D.W. (1985). Trickle frequency and installation depth effects on tomatoes. Drip – Trickle – Irrigation – in – Action, 11: 896-902; 2 fig; 2 tab.

De Boodt, M. (1979). Soil conditioning for better soil management. Notebook on Agriculture. 10: 63-70.

EL Morsy, E.A. (1996). An approach for optimizing trickle irrigation on sloping land. Misr J. Ag. Eng., 13(1): 3-17.

EL-Kady, S.A.M. (1994). Suitability of surface and subsurface trickle irrigation systems in the new reclaimed land. M.Sc. Agric. Mech. Dept. Fac. Agric; Ain Shams University, Egypt, 97.

EL-Naggar, E.M.I. (1997). Consumptive use under drip irrigation system. M.Sc. Dept of Soil .Fac. Agric; Ain Shams University, Egypt.

FAO, (1985). Water quality for agriculture FAO Irrigation and Drainage paper No. 29 pp 174.

Freeman, B.M.; Black Well, J. and Garzoli, K.V. (1976). Irrigation frequency and total water application with trickle and furrow systems. Agricultural Water Management, 1: 21-31.

Goyal, M.R.; Colberg, O. and Acosta, A. (1985). Xylem irrigation principles, prospects and problems. ASAE (1985), Paper No. 85-2620, 18 pp.

Grisso, R.D.; Yasin, M. and Kocher, M.F. (1996). Tillage implements forces operating in silt clay loam. Transaction of the ASAE, 39(6): 1977-1982

Hadgson, A.S.; Constable, G.A.; Duddy, G.R. and Daniells, I.G. (1990). A comparison of drip and furrow irrigation of cotton on a cracking clay soil. 2. Water use efficiency, water logging; root distribution and soil structure. Irrigation Science. 11(3): 143-148.

Harald, D.F. (1992). Drought planning and water efficiency implications on water resources management. World Bank Technical, paper No.185 U.S.A pp. 38.

Hartz, T.K. (1996). Water management in drip irrigated vegetable production. Hort. Technology, 6(39-16): 165-167.

Hegde, D.M. and Srinivas, K. (1991). Growth, yield, nutrient uptake and water use of banana crops under drip and basin irrigation with N and K fertilization. Tropical Agriculture, 68(4): 331-334; 9.

Ibrahim, A. (1992). Fertilization and irrigation management for tomato production under arid conditions. Egyptian Journal of Soil Science, 32(1): 81-96.

Ismail, S.M. (1992): Characterizing micro-irrigation emission devices performance. Misr J. Ag. Eng; 9(3): 325-334.

Ismail, S.M. and Etman, A.W. (1993). Potatoes yield response under sprinkler and trickle irrigation. Misr J. Ag. Eng; 10(2): 300-3l0.

James, L.G. (1988). Principles of farm irrigation system design. John Wiley and Sons, New York U.S.A, 543.

Keller, J. and Karmeli, D. (1974). Trickle irrigation design parameters transactions of the ASAE, 17(4): 678-684.

Lamm, F.R.; Mange's, H.L.; Stone, L.R. Khan, A.H. and Rogers, D.H. (1995). Water requirement of subsurface drip - irrigated corn in North West Kansas. Transactions of the ASAE, 38(2): 441-448.

Locascio, S.J. and Smajstrla, A.G. (1993). Pan evaporation scheduling for drip irrigation of tomato. Proc. Fla. State. Hort. Soc., 106: 216-218.

Locascio, S.J. and Smajstrla, A.G. (1996). Water application scheduling by pan evaporation for drip irrigation of tomato. J. Am. Soc. Hort. Sci. 121 (1): 63-68.

Lopez, J.R. and Abreu, J.M.H. (1985). Localized banana irrigation systems evaluation in the Canary Islands. Drip - Trickle - Irrigation in Action, Vol. I, 1985, 281-287; 6 tab; 6 refs.

Malik, R.S.; Sharma, I.P. and Bhandari, A.R. (1994). Soil water relations and water application efficiency of trickle irrigation under fruit crops- apricot. Indian - Journal of Agricultural Research, 28(4): 263-269.

Mateo's, L.; Berengena, F.; Orgaz, F. Diz, J. and Fereres, E. (1991). A comparison between drip and furrow irrigation in cotton at two levels of water supply. Agricultural Water Management. 19(4): 313-324.

Matyn, M.A.; Tayel, M.Y.; Wahba, S.A. and Abdel Hady, M. (1990). Effect of bitumen mulch on the growth of garlic under different field conditions. Soil Technology 3: 63-81.

Michelakis, N.; Vougioucalou, E. and Clapaki, G. (1993). Water use, wetted soil volume, root distribution and yield of avocado under drip irrigation. Agricultural Water Management. 24: 119-131.

Morad, M.M. and Arnaout, M.A. (1992). A study on some hydraulic characteristics of trickle irrigation lateral lines. Misr J.Agric. Eng., 9(1): 23-31.

Musleh, M.H. (1993). Effect of in line emitter spacings on the uniformity of drip irrigation lateral line M.Sc. Thesis. Department of Civil Engineering, Faculty of Graduate Studies, University of Jordan.

Nakayama, F.S. and Bucks, D.A. (1981). Emitter clogging effects on trickle irrigation uniformity. ASAE, (24): 77-80.

Nakayama, F.S.; Bucks, D.A. and Clemmens, A.J. (1979). Assessing trickle emitter application uniformity. ASAE paper No. 78-2017.

Norum, E.M.; Zoldoske, D.F.; Whitehead, E.E. (ed); Hutchinson, C.F. (ed); Timmermann, B.N. (ed.) and Vorady, R.G. (1988). Design and operation of solar powered (PV) drip irrigation system. Arid-Lands: Today and Tomorrow, 1988, 183-187 tab.

Obreza, T.A.; Pitts D.J.; McGovern, R.J. and Spreen, T.H. (1996). Deficit irrigation of micro-irrigation Tomato affects yield, fruit quality and disease Severity. Journal – of – Production – Agriculture (USA), 9(2): 270-275.

Oweis, T.; Zhang, H. and Pala, M. (2000). Water use efficiency of rain fed and irrigated bread wheat in a Mediterranean environment. Agron. J. 92: 231-238.

Ozekici, B. and Sneed, R.E. (1990). Effect of manufacturing variation on trickle Irrigation. ASAE, No. 90-2644, 33 pp

Ozekici, B. and Sneed, R.E. (1995). Manufacturing variation for various trickle Irrigation online emitters. ASAE, 11(2): 235-240.

Parchomchuk, P. (1976). Temperature effects on emitter discharge rates transactions of the ASAE, pp. 690-692.

Pauwelyn, P.; Al-Jaloup, A.; Vereplancke, H. and Deboodt, M. (1992). Increasing water use efficiency in sandy desert soil using soil conditioners. Inter. Symp. Soil Conditioners, Egypt, pp. 127-39.

Pitts, D.J. and Clark, G.A. (1991). Comparison of drip irrigation to sub irrigation for tomato production in Southwest Florida applied engineering in agriculture, 7(2): 177-184.

Pitts, D.J.; Clark, G.A.; Alvarez, J.; Everett, P.H. and Grimm, J.M. (1988). A comparison of micro to subsurface irrigation of tomatoes. Proceedings of the Florida State Horticultural Society, Publ. 1989, 101: 393-397; 1 fig.

Pitts, D.J.; Ferguson, J.A. and Taker, F.L. (1986). A computer model to aid in drip Irrigation system sub unit design. ASAE, Paper No.86-2101.

Rashaid, M.A. (1997). Hydraulics and evaluation study of trickle irrigation system. M.Sc. Agric. Mech. Soil and Water Dept. Fac. of Agric. Suez Canal University, Egypt, 85.

Seifert, J.R.; Hiler, E.A. and Howell, T.A. (1975). Trickle irrigation with water of different salinity levels. Transaction of the ASAE, 18(1): 89-94.

Sharaf, G.A.; Zin El-Abedin, T.K.; and Ismail, S.M. (1996). Subsurface dripper line irrigation system. Misr J. Ag. Eng., 13(3): 575-588.

Sharanappa, J.; Gowda, M.C.; Agamid, S. and Chowde, G.M. (1995). Study of frequency of drip irrigation for cabbage production. Current Research University of Agricultural Sciences Bangalore, 24(11): 199-200.

Shatanawi, M.R. (1987). Efficiency of the Jordan valley irrigation system. Dirasat, 13(5): 121-124.

Shinde, S.H.; Dhond, P.W. and Pawar, A.D. (1987). Effects of depth and frequency of irrigation on yield of sunflower. J. of Maharashta Agric. Univ. 12(1): 104-105.

Singh, K.K.; Rao, Y.P. and Kumar, S. (1990). Comparative performance of plastic drip irrigation systems. Proceeding of the 11th International Congress on the Use of Plastics in Agriculture, New Delhi, India, 26 February -2nd March 1990. BA l9B.124.

Slavik, L. (1996). Efficiency of drip irrigation and micro irrigation in summer cauliflower and spring lettuce. Rostlinna Vyroba, 42(8): 381-384.

Smith, M. (1992). CROPWAT, a computer program for irrigation planning and management. FAO Irrigation and Drainage paper 46, FAO, Rom.

Steele, D.D.; Greenland, B.L. and Gregor, B.L. (1996). Subsurface drip irrigation systems for specialty production in North Dakota. ASAE, 12(6): 671- 679.

Streeter, V.L. and Benjamin, W.E. (1987). Fluid mechanics .McGraw Hill Book Company: 562.

Wahba, S.A.; Abdel Rahman, S.I.; Tayal, M.Y. and Matyn, M.A. (1990). Soil moisture, salinity water use efficiency and sunflower growth as influenced by irrigation, bitumen mulch and plant density. Soil Technology, 3: 33-44.

Wallace, A.; Wallace, G.A. and Abuzamzam, A.M. (1986). Effect of soil conditioners on water relationships. Soil Sci. 141: 346-352.

Wasif, E.A. (1990). Trickle irrigation laterals design for uniformity. M.Sc. Dept of Soil. Fac. Agric; Ain Shams University, Egypt.

Wu, I.P. and Gitlin, H.M. (1974). Drip irrigation design based on uniformity. Transactions of the ASAE, pp. 429-432.

Wu, I.P. and Gitlin, H.M. (1981). Preliminary concept of drip irrigation network design. Transactions of the ASAE, pp. 330-339.

Wu, I.P. and Gitlin, H.M. (1983). Drip irrigation application efficiency and schedules. ASAE paper No. 81-2078.

Wu, I.P. and Yue, R. (1993). Drip lateral design using energy gradient line approach. Transaction of the ASAF, 36 (2): 389-394.

Yadav, B.S.; Singh, G.R.; Mangal, J.L. and Srivastava, V.K. (1993). Drip irrigation in vegetable production. Agricultural Reviews Karnal 14(2): 75-82.

Yohannes, F. and Tadesse, T. (1998). Effect of drip and furrow irrigation and Plant spacing on yield of tomato at Dire Dawa, Ethiopia. Agricultural Water Management, 35(3): 201-207.

الملاحق

ملحق **1**. التحليل الميكانيكي للتربة

Text. Class	Sand %	Silt %	Clay %
Clay	25	27.5	47.5

ملحق **2**. التحليلات الكيميائية للتربة

الوحدات	الـتركيز	العنـاصر
%	0.084	N
ppm	18.	P
ppm	167	K
ppm	9.8	Fe
ppm	0.9	Zn
ppm	7.1	Mn
ppm	1.8	Cu

EC = 0.4 ms/cm
pH = 8.2

ملحق **3**. الخواص الكيميائية لماء الري

الخاصـة والـوحـدة	القيـمة
التوصيل الكهربائي dsm^{-1}	0.5
درجة التفاعل pH	8
الكالسيوم مليمكافئ/ألتر	2.53
المغنيسيوم مليمكافئ/ألتر	0.9
الصوديوم مليمكافئ/ألتر	1.60
البوتاسيوم مليمكافئ/ألتر	0.16
الكلوريد مليمكافئ/ألتر	1.55
الكربونات مليمكافئ/ألتر	N.D
البيكربونات مليمكافئ/ألتر	2.90

الكبريتات مليمكافئ/ألتر	2.46
SAR	1.23

ملحق (**4**) يبين مواعيد وكميات الري (مم) لأنظمة ومستويات ماء الري المختلفة خلال الموسم

عدد الريات	التـاريخ	أنابيب التنقيط السطحية			نقاطات بدون صمام الضغط			السطحي			السطحي + البوليمر		
		100%	75%	50%	100%	75%	50%	100%	75%	50%	100%	75%	50%
1	2004/8/13	18.33	13.75	9.17	18.33	13.75	9.17	27.5	20.63	13.75	27.5	20.63	13.75
2	2004/8/23	25.22	18.92	12.61	25.22	18.92	12.61	37.83	28.38	18.92	37.83	28.38	18.92
3	2004/9/4	35.56	26.67	17.78	35.56	26.67	17.78	53.33	40	26.67	53.33	40	26.67
4	2004/9/15	48.33	36.25	24.17	48.33	36.25	24.17	72.50	54.38	36.25	72.50	54.38	36.25
5	2004/9/26	58.44	43.83	29.22	58.44	43.83	29.22	87.67	65.75	43.83	87.67	65.75	43.83
6	2004/10/7	65	48.75	32.5	65	48.75	32.50	97.50	73.13	48.75	97.50	73.13	48.75
7	2004/10/18	62.89	47.17	31.45	62.89	47.17	31.45	94.33	70.75	47.17	94.33	70.75	47.17
8	2004/10/30	65.67	49.25	32.83	65.67	49.25	32.83	98.50	73.88	49.25	98.50	73.88	49.25
9	2004/11/13	70.67	53	35.33	70.67	53	35.33	106	79.50	53	106	79.50	53
10	2004/12/3	79.44	59.58	39.72	79.44	59.58	39.72	119.17	89.38	59.58	119.17	89.38	59.58
11	Total	529.55	397.16	264.78	529.55	397.16	264.78	794.33	595.75	397.17	794.33	595.75	397.17

ملحق (5) تصريف النقاطات بدون صمام الضغط (لتر/ساعة) لحساب معامل الاختلاف المصنعي تحت الضغوط التشغيلية المختلف

الضغـــــــــــــط التشغيـــــــــلي (كيلو باسكال)		
100	75	50
3.8	3.4	3.3
3.9	3.4	3.2
3.8	3.2	3.00
3.7	3.2	3.00
3.6	3.4	2.8
4.2	3.7	3.1
3.8	3.2	2.7
4.2	3.7	3.2
4.0	3.5	3.1
4.3	3.6	3.0
3.7	3.5	3.0
3.9	3.2	3.0
3.5	3.3	2.9
3.7	3.5	2.9
4.1	3.3	3.2
3.8	3.2	3.0
3.7	3.1	2.9
3.6	2.9	2.6
3.8	3.2	2.2
3.6	3.7	3.0
4.1	3.4	2.7
4.2	3.3	2.8
3.8	3.2	2.9
3.9	3.4	3.0
4.0	3.0	2.6

ملحق(6) تصريف أنابيب التنقيط السطحية(لتر/ساعة) لحساب معامل الاختلاف المصنعي تحت الضغوط التشغيلية المختلفة

الضغـــــــــــــط التشغيـــــــــلي (كيلو باسكال)		
100	75	50
3.7	3.3	3.2
3.9	3.2	3.0
4.0	3.1	2.9
3.6	3.2	3.0
3.6	3.2	2.7
4.1	3.4	3.0
3.8	3.0	2.8
4.0	3.5	3.1
4.2	3.6	3.0
4.1	3.7	2.9
3.6	3.4	3.1
3.7	3.1	3.0
3.6	3.2	2.7
3.5	3.3	2.8
4.2	3.2	3.1
3.6	3.2	3.1
3.6	3.1	3.0
3.7	2.8	2.5
3.7	3.0	2.2
3.5	3.2	2.9
4.2	3.2	2.6
4.1	3.1	2.7
4.0	3.0	2.9
3.7	3.3	3.1
3.9	3.2	2.6

ملحق(7) رطوبة التربة قبل وبعد الري لنظام الري بأنابيب التنقيط السطحية تحت مستويات الري المختلفة في المرحلة التمهيدية لنمو المحصول

نوع الري	مستويات الري	المكررات	النقاط	1	2	3	المتوسط
أنابيب التنقيط السطحية	100%	R1	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	22	21.5	19.35	20.95
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	32.95	32.8	29.95	
		R2	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	22.35	21.35	18.29	20.66
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	32.95	32.35	29.67	
		R3	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	20.05	21.29	21.01	20.78
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	31.2	31.34	32.84	
أنابيب التنقيط السطحية	75%	R1	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	19.71	18.88	20.07	19.55
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	28.77	27.5	28.5	
		R2	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	19.57	20.65	19.41	19.88
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	27.99	28.92	29.33	
		R3	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	19.67	20.07	18.73	19.49
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	28.41	27.98	27.55	
أنابيب التنقيط السطحية	50%	R1	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	18.65	18.57	18.7	18.64
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	25.05	25.02	24.94	
		R2	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	18.54	19.2	20.18	19.31
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	24.78	25.43	26.27	
		R3	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	20.04	17.39	19.75	19.06
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	26.05	23.56	25.95	

ملحق(8) كفاءات نظام الري بأنابيب التنقيط السطحية تحت مستويات الري المختلفة للمرحلة التمهيدية لنمو المحصول

نوع الري	مستويات الري	المكررات	كفاءات الري		
			Ea - الإضافة	cu - التجانس	Es - الخزن
أنابيب التنقيط السطحية	100%	R1	80	98	84
		R2	80	98	82
		R3	81	94	83
أنابيب التنقيط السطحية	75%	R1	85	97	60
		R2	86	92	63
		R3	83	95	58
أنابيب التنقيط	50%	R1	93	99	41
		R2	90	99	42

السطحية		R3	90	99	41

ملحق(9) رطوبة التربة قبل وبعد الري لنظام الري بالنقاطات بدون صمام الضغط تحت مستويات الري المختلفة في المرحلة التمهيدية لنمو المحصول

نوع الري	مستويات الري	المكرر	النـــــــــــــقاط	1	2	3	المتوسط
نقاطات بدون صمام الضغط	100%	R1	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	21.8	20.01	19.28	20.36
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	32.94	32.8	29.88	
		R2	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	20.54	19.02	21.3	20.29
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	32.32	30.57	30.76	
		R3	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	20.14	21.03	20.26	20.48
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	31.5	31.15	31.8	
نقاطات بدون صمام الضغط	75%	R1	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	18.61	19.61	18.38	18.87
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	27.45	27.57	26.98	
		R2	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	20.25	19.42	20.44	20.04
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	28.43	27.99	29.5	
		R3	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	21.04	20.08	18,86	19.99
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	28.94	28.88	27.67	
نقاطات بدون صمام الضغط	50%	R1	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	19.18	19.48	18.97	19.21
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	25.48	25.58	25.28	
		R2	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	18.79	20.32	19.69	19.6
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	24.93	26.63	26.03	
		R3	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	20.76	18.74	17.98	19.16
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	26.99	25.14	24.27	

ملحق(10) كفاءات نظام الري بالنقاطات بدون صمام الضغط تحت مستويات الري المختلفة للمرحلة التمهيدية لنمو المحصول

نوع الري	مستويات الري	المكررات	كـــفاءات الـــــري		
			Ea - الإضافة	cu - التجانس	Es - الخزن
نقاطات بدون صمام الضغط	100%	R1	82	96	82
		R2	80	91	80
		R3	81	95	81
نقاطات بدون صمام الضغط	75%	R1	83	96	56
		R2	84	96	62
		R3	83	95	61

نقاطات بدون صمام الضغط	50%	R1	91	99	42
		R2	90	99	43
		R3	92	9	43

نوع الري	مستويات الري	المكرر	النـــــــــــــقاط	1	2	3	المتوسط
الســـــطحي	100%	R1	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	21.45	20.28	20.14	20.62
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	28.6	27.99	27.07	
		R2	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	21.68	21.52	20.07	21.09
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	28.81	28.94	27.52	
		R3	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	21.64	19.67	20.68	20.66
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	28.83	26.88	27.36	
السـطحي	75%	R1	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	18.79	19.4	19.63	19.27
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	25.5	26.2	25.94	
		R2	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	19.49	20.1	19.37	19.65
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	26.13	26.79	26.45	
		R3	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	19.35	19.34	19.14	19.28

	25.79	25.57	26.33	متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا			
18.44	18.86	18.66	17.8	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	R1	50%	السطحي
	24.5	24.05	23.3	متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا			
18.09	17.59	18.57	18.12	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	R2		
	22.89	24.08	23.76	متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا			
18.3	17.69	18.49	18.8	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	R3		
	23.06	23.19	23.96	متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا			

ملحق (12) كفاءات نظام الري السطحي تحت مستويات الري المختلفة للمرحلة التمهيدية لنمو المحصول

نوع الري	مستويات الري	المكرر	كفاءات الري%		
			Ea - الإضافة	cu - التجانس	Es - الخزن
السطحي	100 %	R1	32	96	54
		R2	36	98	57
		R3	34	97	53
السطحي	75%	R1	43	97	45
		R2	44	97	47
		R3	43	96	45
السطحي	50%	R1	54	98	35
		R2	53	98	34
		R3	52	98	34

ملحق(11) رطوبة التربة قبل وبعد الري لنظام الري السطحي تحت مستويات الري المختلفة في المرحلة التمهيدية لنمو

ملحق(13) رطوبة التربة قبل وبعد الري لنظام الري السطحي + البوليمر تحت مستويات الري المختلفة في المرحلة التمهيدية لنمو المحصول

نوع الري	مستويات الري	المكرر	النقاط	1	2	3	المتوسط
			متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	20.9	20.77	20.26	20.64

	27.49	28.2	28.15	متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا			+البوليمر
21.21	21.28	21.38	20.97	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	R2		
	28.35	28.89	28.3	متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا			
20.82	19.96	21.67	20.82	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	R3		
	27.6	29.33	28.22	متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا			
19.34	20.13	18.74	19.16	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	R1	75%	السطحي +البوليمر
	26.97	25.56	26.2	متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا			
19.25	20.12	19.52	18.1	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	R2		
	26.8	26.35	25.15	متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا			
19.87	20.3	19.89	19.43	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	R3		
	26.93	26.49	26.17	متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا			
18.28	17.59	18.11	18.99	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	R1	50%	السطحي +البوليمر
	23.21	23.85	24.46	متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا			
18.54	18.7	18.44	18.48	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	R2		
	23.95	24.05	24.1	متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا			
18.2	17.97	18.26	18.37	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	R3		
	23.55	23.75	23.89	متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا			

ملحق (14) كفاءات نظام الري السطحي + البوليمر تحت مستويات الري المختلفة للمرحلة التمهيدية لنمو اله

كفاءات الري%			المكرر	مستويات الري	نوع الري
Es - الخزن	cu - التجانس	Ea - الإضافة			
55	98	36	R1	100%	السطحي +البوليمر
57	98	36	R2		
57	99	37	R3		
47	98	45	R1	75%	السطحي +البوليمر
46	98	45	R2		
47	99	43	R3		
36	98	55	R1	50%	السطحي +البوليمر
36	97	54	R2		
35	99	54	R3		

ملحق(15) رطوبة التربة قبل وبعد الري لنظام الري بأنابيب التنقيط السطحية تحت مستويات الري المختلفة في مرحلة تطور المحصول

نوع الري	مستويات الري	المكرر	النقـــــــــــاط	1	2	3	المتوسط
أنابيب التنقيط السطحية	100%	R1	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	22.64	22.02	20.91	21.86
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	33.03	31.78	31.02	
		R2	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	20.51	21.34	21.15	21
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	30.93	31.84	30.95	
		R3	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	20.06	20.06	22.65	20.92
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	30.56	30.9	32.34	
أنابيب التنقيط السطحية	75%	R1	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	19.73	21.61	18.79	20.04
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	27.62	29.81	26.81	
		R2	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	20.51	19.19	20.55	20.08
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	28.41	27.28	28.56	
		R3	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	21.01	19.71	20.83	20.52
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	28.99	27.72	28.85	
أنابيب التنقيط السطحية	50%	R1	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	17.38	18.65	17.47	17.83
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	23.07	24.49	23.27	
		R2	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	16.63	17.71	18.69	17.68
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	22.21	23.61	24.23	
		R3	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	18.94	18.47	16.54	17.98
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	24.63	24.28	22.14	

ملحق (16) كفاءات نظام الري بأنابيب التنقيط السطحية تحت مستويات الري المختلفة لمرحلة تطور المحصول

نوع الري	مستويات الري	المكرر	كـــفاءات الـــــري		
			- Eaالإضافة	- cuالتجانس	- Esالخزن
أنابيب التنقيط السطحية	100%	R1	81	97	83
		R2	82	97	79
		R3	83	96	79
أنابيب التنقيط السطحية	75%	R1	86	99	58
		R2	85	99	57
		R3	85	99	59
أنابيب التنقيط السطحية	50%	R1	92	99	36
		R2	91	97	35
		R3	91	99	36

ملحق(17) رطوبة التربة قبل وبعد الري لنظام الري بالنقاطات بدون صمام الضغط تحت مستويات الري المختلفة في مرحلة تطور المحصول

نوع الري	مستويات الري	المكرر	النقاط	1	2	3	المتوسط
نقاطات بدون صمام الضغط	100%	R1	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	20.23	22.14	21.27	21.21
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	30.96	32.24	30.92	
		R2	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	21.41	21.18	19.84	20.81
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	31.75	32.13	30.26	
		R3	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	23.18	21.01	19.38	21.19
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	32.96	31.56	29.49	
نقاطات بدون صمام الضغط	75%	R1	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	20.04	19.48	21.09	20.2
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	27.93	27.54	28.99	
		R2	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	21.05	20.06	18.99	20.03
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	28.98	27.96	26.97	
		R3	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	20.88	20.02	19.6	20.17
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	28.86	27.96	27.6	
نقاطات بدون صمام الضغط	50%	R1	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	18.2	17.3	17.1	17.53
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	23.92	22.95	22.9	
		R2	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	17.77	18.65	16.34	17.59
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	23.5	24.4	22.2	
		R3	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	18.03	17.22	17.6	17.62
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	23.6	22.96	23.3	

ملحق (18) كفاءات نظام الري بالنقاطات بدون صمام الضغط تحت مستويات الري المختلفة لمرحلة تطور المحصول

نوع الري	مستويات الري	المكرر	كفاءات الري%		
			Ea - الإضافة	cu - التجانس	Es - الخزن
نقاطات بدون صمام الضغط	100%	R1	81	96	79
		R2	85	98	80
		R3	81	97	79
نقاطات بدون صمام الضغط	75%	R1	85	99	58
		R2	85	99	57
		R3	85	99	58

نقاطات بدون صمام الضغط	50%	R1	92	99	35
		R2	92	99	35
		R3	91	98	35

ملحق(19) رطوبة التربة قبل وبعد الري لنظام الري السطحي تحت مستويات الري المختلفة في مرحلة تطور المحصول

نوع الري	مستويات الري	المكرر	النقاط	1	2	3	المتوسط
السطحي	100%	R1	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	19.56	19.35	18.98	19.3
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	27.03	26.97	26.18	
		R2	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	19.98	18.91	18.68	19.19
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	27.38	26.07	26.11	
		R3	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	19.36	19.71	18.56	19.21
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	26.54	27.01	25.96	
السطحي	75%	R1	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	18.59	18.36	17.48	18.14
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	25.5	25.3	24.37	
		R2	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	18.91	18.54	18.33	18.59
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	25.89	25.46	25.3	
		R3	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	18.45	19.17	17.23	18.28
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	25.37	26.13	24.1	
السطحي	50%	R1	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	17.84	17.48	17.19	17.5
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	23.1	22.46	22.07	
		R2	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	17.74	17.53	17.25	17.51
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	22.84	22.73	22.23	
		R3	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	17.59	17.34	17.14	17.36
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	22.76	22.53	22.28	

ملحق(20) كفاءات نظام الري السطحي تحت مستويات الري المختلفة لمرحلة تطور المحصول

نوع الري	مستويات الري	المكرر	كفاءات الري%		
			Ea - الإضافة	cu - التجانس	Es - الخزن
السطحي	100%	R1	40	98	51
		R2	39	98	50
		R3	39	99	49
السطحي	75%	R1	49	99	44

		R2	49	99	45
		R3	49	99	44
السطحي	50%	R1	54	97	31
		R2	54	98	31
		R3	55	99	31

ملحق(21) رطوبة التربة قبل وبعد الري لنظام الري السطحي + البوليمر تحت مستويات الري المختلفة في مرحلة تطور المحصول

نوع الري	مستويات الري	المكرر	النقاط	1	2	3	المتوسط
السطحي + البوليمر	100%	R1	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	20.35	18.32	19.89	19.52
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	27.95	25.86	27.33	
		R2	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	20.03	19.34	19.96	19.78
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	27.69	26.98	27.54	
		R3	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	19.8	19.74	18.98	19.51
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	27.47	27.27	26.42	
السطحي + البوليمر	75%	R1	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	19.02	18.6	18.27	18.63
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	25.92	25.7	25.26	
		R2	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	19.31	18.76	18.65	18.91
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	26.39	25.87	25.77	
		R3	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	19.45	19.18	18.31	18.98
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	26.45	26.06	25.16	
السطحي + البوليمر	50%	R1	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	17.85	17.71	17.62	17.63
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	23.1	22.94	22.82	
		R2	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	18.02	17.79	17.49	17.77
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	22.96	22.64	22.64	
		R3	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	17.94	17.88	17.52	17.78
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	23.2	23.09	22.69	

ملحق (22) كفاءات نظام الري السطحي + البوليمر تحت مستويات الري المختلفة لمرحلة تطور المحصول

نوع الري	مستويات الري	المكرر	كفاءات الري%		
			Ea - الإضافة	cu - التجانس	Es - الخزن

السطحي + البوليمر	100%	R1	40	99	52
		R2	41	99	54
		R3	40	98	52
السطحي + البوليمر	75%	R1	50	99	46
		R2	51	99	47
		R3	49	99	46
السطحي + البوليمر	50%	R1	56	99	32
		R2	55	99	32
		R3	56	99	32

ملحق(23) رطوبة التربة قبل وبعد الري لنظام الري بأنابيب التنقيط السطحية تحت مستويات الري المختلفة في مرحلة نهاية منتصف الموسم

نوع الري	مستويات الري	المكرر	النـــــــــــــقاط	1	2	3	المتوسط
أنابيب التنقيط السطحية	100%	R1	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	19.57	20.94	19.35	19.95
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	28.65	29.74	28.19	
		R2	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	20.7	19.55	19.79	20.01
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	29.37	28.6	28.87	
		R3	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	20.2	21.08	19.18	20.15
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	28.88	29.84	28.02	
أنابيب التنقيط السطحية	75%	R1	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	19.5	20.08	19.37	19.65
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	26.3	27.06	26.36	
		R2	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	19.6	20.04	19.41	19.68
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	26.58	26.98	26.42	
		R3	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	19.67	20.19	19.6	19.82
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	26.69	27.17	26.55	
أنابيب التنقيط السطحية	50%	R1	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	17.36	16.99	16.97	17.11
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	22.35	22.01	22	
		R2	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	16.94	17.1	17.07	17.04
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	22	22.17	22.11	
		R3	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	18.1	17.39	16.94	17.48
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	23.2	22.48	22.02	

ملحق (24) كفاءات نظام الري بأنابيب التنقيط السطحية تحت مستويات الري المختلفة في نهاية مرحلة منتصف الموسم

نوع الري	مستويات	المكرر	كـــــفاءات الـــــــري%

	الري		Ea - الإضافة	cuالتجانس	Es - الخزن
أنابيب التنقيط السطحية	100%	R1	82	99	63
		R2	82	98	64
		R3	81	99	63
أنابيب التنقيط السطحية	75%	R1	85	99	48
		R2	86	99	49
		R3	86	99	49
أنابيب التنقيط السطحية	50%	R1	92	99	30
		R2	93	99	30
		R3	94	99	31

ملحق(25) رطوبة التربة قبل وبعد الري لنظام الري بالنقاطات بدون صمام الضغط تحت مستويات الري المختلفة في مرحلة نهاية منتصف الموسم

نوع الري	مستويات الري	المكرر	النقاط	1	2	3	المتوسط
نقاطات بدون صمام الضغط	100%	R1	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	20.07	20.21	21.28	20.52
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	28.84	29.1	29.98	
		R2	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	21.2	20.02	19.07	20.1
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	29.85	28.97	27.88	
		R3	متوسط الرطوبة قبل الري %وزنا	20.23	21.03	19.88	20.38
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	28.97	29.75	28.72	
نقاطات بدون صمام الضغط	75%	R1	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	20.63	20.61	18.38	19.87
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	27.65	27.57	25.48	
		R2	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	20.09	19.9	18.5	19.5
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	26.93	26.87	25.51	
		R3	متوسط الرطوبة قبل الري %وزنا	20.96	19.4	18.96	19.77
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	27.86	26.43	25.77	
نقاطات بدون صمام الضغط	50%	R1	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	18.2	16.94	17.93	17.69
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	23.29	22.05	23.03	
		R2	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	17.79	16.32	17.4	17.17
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	22.88	21.29	22.44	
		R3	متوسط الرطوبة قبل الري %وزنا	17.76	17.42	17.2	17.46

			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	22.77	22.5	22.24	

ملحق (26) كفاءات نظام الري بالنقاطات بدون صمام الضغط تحت مستويات الري المختلفة في نهاية مرحلة منتصف الموسم

نوع الري	مستويات الري	المكرر	كـــفاءات الـــــري%		
			Ea - الإضافة	cu - التجانس	Es - الخزن
نقاطات بدون صمام الضغط	100%	R1	81	99	65
		R2	81	98	63
		R3	81	99	64
نقاطات بدون صمام الضغط	75%	R1	86	99	50
		R2	85	99	48
		R3	85	98	49
نقاطات بدون صمام الضغط	50%	R1	94	99	31
		R2	93	99	30
		R3	93	99	30

ملحق(27) رطوبة التربة قبل وبعد الري لنظام الري السطحي تحت مستويات الري المختلفة في مرحلة نهاية منتصف الموسم

نوع الري	مستويات الري	المكرر	النـــــــــــقاط	1	2	3	المتوسط
الســـطحي	100%	R1	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	19.45	18.28	18.18	18.64
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	26.34	25.28	25.1	
		R2	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	18.68	18.49	17.99	18.39
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	25.71	25.58	24.77	
		R3	متوسط الرطوبة قبل الري %وزنا	18.68	18.67	18.42	18.59
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	25.57	25.66	25.08	
الســـطحي	75%	R1	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	17.79	17.4	17.13	17.44
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	24.19	23.63	23.24	
		R2	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	17.94	17.77	17.46	17.72
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	24.18	24.1	23.88	
		R3	متوسط الرطوبة قبل الري %وزنا	17.87	17.49	17.2	17.52
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	23.99	23.67	23.3	
الســـطحي	50%	R1	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	16.8	16.67	16.26	16.58
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	21.36	21.12	20.86	

		R2	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	17.23	16.54	16.47	16.75
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	21.8	21.08	20.93	
		R3	متوسط الرطوبة قبل الري %وزنا	16.96	16.49	16.43	16.63
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	21.62	21.04	20.86	

ملحق(28) كفاءات نظام الري السطحي تحت مستويات الري المختلفة في نهاية مرحلة منتصف الموسم

نوع الري	مستويات الري	المكرر	كفاءات الري%		
			Ea - الإضافة	cu - التجانس	Es - الخزن
السطحي	100 %	R1	43	99	45
		R2	43	98	45
		R3	42	98	44
السطحي	75%	R1	51	98	38
		R2	52	99	39
		R3	50	99	37
السطحي	50%	R1	56	98	26
		R2	55	99	26
		R3	56	98	26

ملحق(29) رطوبة التربة قبل وبعد الري لنظام الري السطحي + البوليمر تحت مستويات الري المختلفة في مرحلة نهاية منتصف الموسم

نوع الري	مستويات الري	المكرر	النقاط	1	2	3	المتوسط
السطحي + البوليمر	100%	R1	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	19.6	18.77	18.4	18.92
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	26.82	25.93	25.5	
		R2	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	18.97	18.68	18.54	18.73
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	26.15	25.81	25.52	
		R3	متوسط الرطوبة قبل الري %وزنا	18.82	18.67	18.36	18.62
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	25.71	25.66	25.36	
السطحي + البوليمر	75%	R1	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	17.8	17.77	17.75	17.77
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	24.13	24.17	24.1	
		R2	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	17.96	17.81	17.73	17.83
			متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا	24.41	24.19	24.33	
		R3	متوسط الرطوبة قبل الري %وزنا	17.94	17.89	17.69	17.84

	23.91	24.59	24.38	متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا			
16.81	16.75	16.8	16.87	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	R1	50%	السطحي + البوليمر
	21.38	21.56	21.57	متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا			
16.88	16.74	16.85	17.04	متوسط الرطوبة قبل الري%وزنا	R2		
	21.35	21.51	21.6	متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا			
16.85	16.68	16.77	17.09	متوسط الرطوبة قبل الري %وزنا	R3		
	21.41	21.39	21.73	متوسط الرطوبة بعد الري%وزنا			

ملحق (30) كفاءة نظام الري السطحي + البوليمر تحت مستويات الري المختلفة في مرحلة نهاية منتصف الموسم

نوع الري	مستويات الري	المكرر	كفاءات الري%		
			Ea - الإضافة	cu - التجانس	Es - الخزن
السطحي + البوليمر	100%	R1	44	99	47
		R2	44	99	46
		R3	43	99	45
السطحي + البوليمر	75%	R1	52	99	39
		R2	53	98	40
		R3	51	98	39
السطحي + البوليمر	50%	R1	58	99	27
		R2	57	99	27
		R3	57	99	27

3) صفات نمو النبات تحت نظام الري بأنابيب التنقيط السطحية ومستويات الري المختلفة في المرحلة التمهيدية لنمو نبات الطماطم

مستويات ماء الري	المكرر	المسافة (متر)								
		10			20			30		
		ارتفاع النبات(سم)	قطر ساق النبات(مم)	عدد أفرع النبات	ارتفاع النبات(سم)	قطر ساق النبات(مم)	عدد أفرع النبات	ارتفاع النبات(سم)	قطر ساق النبات(مم)	عدد أفرع النبات
100%	R1	20.3	7	4	19.7	5	4	18.7	5	3
	R2	19.3	6	3	22.3	5	4	21.3	5	3
	R3	22.3	6	4	19	5	3	19.3	5	3
75%	R1	19.3	5	4	19.7	5	4	18.3	5	3
	R2	19.7	5	4	18.3	5	3	19.3	5	3
	R3	19.3	5	3	18	4	3	18.7	4	3
50%	R1	18.7	4	4	16.8	4	3	18.5	4	3
	R2	15.5	4	3	17.8	4	4	15.8	4	3
	R3	18.3	4	4	16.5	4	3	17.5	4	3

ز) صفات نمو النبات تحت نظام الري بالنقاطات بدون صمام الضغط ومستويات الري المختلفة في المرحلة التمهيدية لنمو نبات

	مستويات ماء الري	المكرر	المسافة (متر)								
			10			20			30		
			ارتفاع النبات(سم)	قطر ساق النبات(مم)	عدد أفرع النبات	ارتفاع النبات(سم)	قطر ساق النبات(مم)	عدد أفرع النبات	ارتفاع النبات(سم)	قطر ساق النبات(مم)	عدد أفرع النبات
ام	100%	R1	19.7	6	4	19.3	5	4	20.3	4	3
		R2	20.3	5	4	20	6	4	19.3	5	3
		R3	19.3	6	4	19.7	5	3	18.7	5	3
ام	75%	R1	19	5	4	19.3	5	3	18	4	3
		R2	18	4	3	18.3	5	4	18.8	5	3
		R3	19.3	5	3	18.5	5	3	19	4	4
ام	50%	R1	18.3	4	3	17	4	3	17.3	3	3
		R2	18.3	4	3	16.8	4	4	17.5	4	3
		R3	18.5	4	3	17.8	4	4	18.5	4	3

ملحق(33) صفات نمو النبات تحت نظام الري السطحي ومستويات الري المختلفة في المرحلة التمهيدية لنمو نبات الطماطم

نوع الري	مستويات ماء الري	المكرر	المسافة (متر)								
			10			20			30		
			ارتفاع النبات(سم)	قطر ساق النبات(مم)	عدد أفرع النبات	ارتفاع النبات(سم)	قطر ساق النبات(مم)	عدد أفرع النبات	ارتفاع النبات(سم)	قطر ساق النبات(مم)	
سطحي	100%	R1	23.5	6	4	22.5	6	3	23	6	
		R2	22.8	6	5	24	6	4	22	5	
		R3	23	5	4	22.5	5	4	22.5	5	

سطحي	75%	R1	21.8	5	4	20.3	5	4	20.8	5	
		R2	22.5	5	5	22	4	4	21.5	4	
		R3	22	6	5	20.8	5	4	21.8	5	
سطحي	50%	R1	19	4	4	16.8	5	4	16.5	4	
		R2	16.8	5	4	16.5	4	4	14.8	4	
		R3	18	5	3	18.5	5	4	17.5	4	

ملحق(34) صفات نمو النبات تحت نظام الري السطحي + البوليمر ومستويات الري المختلفة في المرحلة التمهيدية لنمو نبات الطماطم

نوع الري	مستويات ماء الري	المكرر	المسافة (متر)								
			10			20			30		
			ارتفاع النبات(سم)	قطر ساق النبات(مم)	عدد أفرع النبات	ارتفاع النبات(سم)	قطر ساق النبات(مم)	عدد أفرع النبات	ارتفاع النبات(سم)	قطر ساق النبات(مم)	عد أفر النبا
سطحي+ بوليمر	100%	R1	26	8	9	23.8	6	8	24	8	9
		R2	24	7	8	23.5	6	7	23.8	8	8
		R3	22.8	8	6	23	7	6	21.5	6	7
سطحي + بوليمر	75%	R1	23	6	8	22	6	7	23.3	6	6
		R2	22.5	7	7	21.8	5	6	22.8	6	6
		R3	22.8	6	6	22.5	6	6	23	6	5
سطحي + بوليمر	50%	R1	23	5	6	22	5	4	21	4	5
		R2	22.5	5	6	21.5	4	5	22	5	4
		R3	22.3	4	5	21.8	5	5	21.5	4	4

ت نظام الري بأنابيب التنقيط السطحية ومستويات الري المختلفة في مرحلة تطور المحصول

المكرر	المسافة (متر)								
	10			20			30		
	ارتفاع النبات(سم)	قطر ساق النبات(مم)	عدد أفرع النبات	ارتفاع النبات(سم)	قطر ساق النبات(مم)	عدد أفرع النبات	ارتفاع النبات(سم)	قطر ساق النبات(مم)	عدد أفرع النبات
R1	43	13	12	42	13	13	43	13	13
R2	47.3	14	12	41.4	15	12	40.3	12	12
R3	43.4	12	14	42.5	11	13	39	11	12
R1	42.8	12	12	42	12	12	41	12	12
R2	41.8	12	11	41	11	12	39.5	11	11
R3	37.8	11	12	39.8	11	12	37.3	11	11
R1	39	10	11	36.8	10	12	37.3	10	10
R2	35.5	10	11	37.8	10	10	36.8	10	10
R3	38	11	11	36.8	11	11	36.5	10	11

ملحق(36) صفات نمو النبات تحت نظام الري بالنقاطات بدون صمام الضغط ومستويات الري المختلفة في مرحلة تطور المحصول

نوع الري	مستويات ماء الري	المكرر	المسافة (متر)								
			10			20			30		
			ارتفاع النبات(سم)	قطر ساق النبات(مم)	عدد أفرع النبات	ارتفاع النبات(سم)	قطر ساق النبات(مم)	عدد أفرع النبات	ارتفاع النبات(سم)	قطر ساق النبات(مم)	عدد أفرع النبات
نقاطات بدون صمام ضغط	100%	R1	43.5	13	13	40	13	12	39	12	12
		R2	40	11	10	39	12	11	40	11	11
		R3	42.3	11	12	41.5	12	12	41.3	11	12
نقاطات بدون صمام ضغط	75%	R1	41	11	12	40	11	12	39	12	12
		R2	41	11	12	40	12	12	40	11	11
		R3	40.8	11	12	38.8	12	11	39.3	11	12
نقاطات بدون صمام ضغط	50%	R1	39.5	10	10	37	11	10	38	10	10
		R2	39.3	11	11	36.4	10	10	36	10	9
		R3	38	10	9	38.3	11	10	39	11	10

ملحق(37) صفات نمو النبات تحت نظام الري السطحي ومستويات الري المختلفة في مرحلة تطور المحصول

نوع الري	مستويات ماء الري	المكرر	المسافة (متر)								
			10			20			30		
			ارتفاع النبات(سم)	قطر ساق النبات(مم)	عدد أفرع النبات	ارتفاع النبات(سم)	قطر ساق النبات(مم)	عدد أفرع النبات	ارتفاع النبات(سم)	قطر ساق النبات(مم)	عدد أفرع النبات
سطحي	100%	R1	40.8	12	10	41	11	11	42.8	10	9
		R2	40.3	11	9	43.3	12	10	41.5	11	11
		R3	40.3	12	10	41.5	12	10	40.8	11	9
سطحي	75%	R1	40.3	12	9	39	11	11	39.8	11	10
		R2	40.5	11	11	40.3	11	10	39.5	10	9
		R3	40.5	11	10	39.5	10	9	39.8	11	9
سطحي	50%	R1	37.8	10	9	36.5	9	9	37	9	10
		R2	37	10	10	36.3	10	10	35.3	9	10
		R3	37	9	9	36.5	10	9	36	10	9

ملحق(38) صفات نمو النبات تحت نظام الري السطحي + البوليمر ومستويات الري المختلفة في مرحلة تطور المحصول

نوع الري	مستويات ماء الري	المكرر	المسافة (متر)								
			10			20			30		
			ارتفاع النبات(سم)	قطر ساق النبات(مم)	عدد أفرع النبات	ارتفاع النبات(سم)	قطر ساق النبات(مم)	عدد أفرع النبات	ارتفاع النبات(سم)	قطر ساق النبات(مم)	عدد أفرع النبات
سطحي+ بوليمر	100%	R1	47.3	15	17	44	14	16	43	16	17
		R2	43.5	14	17	43.3	14	14	41.5	15	15
		R3	42.5	15	15	41.5	14	16	40.8	13	16
سطحي + بوليمر	75%	R1	43.3	14	15	42.5	12	14	43	12	14
		R2	42	14	13	42.3	12	12	42	13	12
		R3	41.5	13	12	41.3	13	13	40.3	12	12
سطحي + بوليمر	50%	R1	41.3	12	13	40.5	11	12	40.8	11	12
		R2	41	13	12	40.8	12	12	40	12	11
		R3	39.8	13	12	40	12	11	40.5	11	11

ملحق(39) صفات نمو النبات تحت نظام الري بأنابيب التنقيط السطحية ومستويات الري المختلفة في نهاية مرحلة منتصف الموسم

نوع الري	مستويات ماء الري	المكرر	المسافة (متر)								
			10			20			30		
			ارتفاع النبات(سم)	قطر ساق النبات(مم)	عدد أفرع النبات	ارتفاع النبات(سم)	قطر ساق النبات(مم)	عدد أفرع النبات	ارتفاع النبات(سم)	قطر ساق النبات(مم)	عدد أفرع النبات
أنابيب التنقيط السطحية	100%	R1	48.3	15	15	46	15	15	45.8	16	16
		R2	54	17	15	48.5	16	14	47	14	14
		R3	51	17	17	48.3	16	16	45.8	14	16
أنابيب التنقيط السطحية	75%	R1	47.8	15	15	45	15	14	46	14	14
		R2	47.3	15	14	47.8	14	16	46.5	15	14
		R3	45.5	14	15	46.8	14	15	44.5	13	14
أنابيب التنقيط السطحية	50%	R1	45	13	14	43.3	12	14	43.8	13	13
		R2	41.8	13	15	43.8	13	14	42.8	13	14
		R3	44.5	14	14	43.5	15	15	43.3	14	14

صفات نمو النبات تحت نظام الري بالنقاطات بدون صمام الضغط ومستويات الري المختلفة في نهاية مرحلة منتصف الموسم

مستويات ماء الري	المكرر	المسـافـة (متر)								
		10			20			30		
		ارتفاع النبات(سم)	قطر ساق النبات(مم)	عدد أفرع النبات	ارتفاع النبات(سم)	قطر ساق النبات(مم)	عدد أفرع النبات	ارتفاع النبات(سم)	قطر ساق النبات(مم)	عدد أفرع النبات
100%	R1	50.8	16	17	47.3	17	15	46.7	16	15
	R2	48	14	15	47.8	15	14	47	14	15
	R3	49.3	16	14	49	16	15	48.8	15	16
75%	R1	50.3	16	15	47	15	14	46.3	15	15
	R2	48.3	14	15	47.3	15	15	47	14	15
	R3	47.3	15	14	46.5	15	16	46.3	15	16
50%	R1	45.3	14	15	42.5	14	14	44.3	13	14
	R2	46	14	14	42.8	13	14	42.5	14	14
	R3	44.5	13	15	45.5	15	14	45.3	14	15

ملحق(41) صفات نمو النبات تحت نظام الري السطحي ومستويات الري المختلفة في نهاية مرحلة منتصف الموسم

نوع الري	مستويات ماء الري	المكرر	المسافة (متر)								
			10			20			30		
			ارتفاع النبات(سم)	قطر ساق النبات(مم)	عدد أفرع النبات	ارتفاع النبات(سم)	قطر ساق النبات(مم)	عدد أفرع النبات	ارتفاع النبات(سم)	قطر ساق النبات(مم)	عدد أفرع النبات
سطحي	100 %	R1	51	16	14	51.3	15	15	51.8	14	15
		R2	49	16	15	51.8	16	15	50.8	15	15
		R3	48.5	16	15	50	16	14	49	15	15
سطحي	75%	R1	47.8	16	15	45.8	15	15	46	15	14
		R2	48.3	15	15	47	15	15	46.8	14	15
		R3	46.5	15	14	45.5	14	15	46.8	15	14
سطحي	50%	R1	43.3	13	13	42.3	13	14	42.3	13	14
		R2	43	13	15	42.5	14	15	41.3	13	14
		R3	42.8	15	14	42.8	15	14	42.5	15	14

ملحق(42) صفات نمو النبات تحت نظام الري السطحي + البوليمر ومستويات الري المختلفة في نهاية مرحلة منتصف الموسم

نوع الري	مستويات ماء الري	المكرر	المسافة (متر)								
			10			20			30		
			ارتفاع النبات(سم)	قطر ساق النبات(مم)	عدد أفرع النبات	ارتفاع النبات(سم)	قطر ساق النبات(مم)	عدد أفرع النبات	ارتفاع النبات(سم)	قطر ساق النبات(مم)	عدد أفرع النبات
سطحي+ بوليمر	100 %	R1	53.3	18	25	52	18	24	51	20	23
		R2	52	19	24	51.5	18	21	50.3	18	22
		R3	50	18	20	49.8	19	21	48.8	19	22
سطحي + بوليمر	75%	R1	50.3	17	19	49.5	16	16	49.3	15	18
		R2	49.5	18	17	49.8	17	18	49	18	17
		R3	49	19	16	49.5	17	17	49	17	16
سطحي + بوليمر	50%	R1	47.5	15	17	47.3	14	16	47	16	16
		R2	46.8	16	17	46.5	15	17	46.5	15	15
		R3	46.5	17	16	46.8	16	15	46.5	16	14

ملحق (43) يبين انتاجية محصول الطماطم (كجم/هكتار) تحت أنظمة ومستويات الري نهاية الموسم

نوع نظام الري	المكررات	مستويات ماء الري		
		100%	75%	50%
أنابيب التنقيط السطحية	R1	28330	25600	20700
	R2	29600	25600	20800
	R3	27400	25330	19400
نقاطات بدون صمام الضغط	R1	29500	25500	19500
	R2	26800	25300	21700
	R3	30400	24600	20600
الري السطحي	R1	30000	26000	21000
	R2	28700	25330	18330
	R3	24000	23330	20330
الري السطحي + البوليمر	R1	40670	31330	26670
	R2	40000	30660	26330
	R3	32330	29670	25330

ملحق (44) يبين الظروف المناخية لمدينة صنعاء

Month	Max. temp. (^{o}C)	Min. temp. (^{o}C)	Humidity (%)	Wind spd. (km/d)	Sunshine (hours)	Solar rad. (MJ/m^2/d)	ETo (mm/d)
Jan.	23.4	2.6	44.0	173.0	8.3	18.2	3.92
Feb.	25.1	4.9	46.0	190.0	8.3	19.8	4.53
March	26.6	6.3	43.0	190.0	7.4	20.1	4.97
April	25.4	8.5	50.0	173.0	8.5	22.6	4.95
May	27.4	9.1	40.0	190.0	8.1	21.9	5.44
June	29.5	10.1	34.0	233.0	8.7	22.6	6.28
July	29.1	11.4	39.0	207.0	6.3	19.0	5.52
Aug.	28.0	11.7	52.0	199.0	7.4	20.8	5.20
Sept.	27.2	8.5	39.0	225.0	8.2	21.5	5.58
Oct.	25.1	4.3	40.0	164.0	8.6	20.7	4.53
Nov.	20.9	2.7	50.0	130.0	8.9	19.3	3.58
Dec.	22.2	2.5	47.0	156.0	7.8	17.0	3.48
Average	26.0	6.9	43.7	185.8	8.0	20.3	4.83