



جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة واسط
كلية الزراعة
قسم علوم التربة والموارد المائية

دراسة بعض الخصائص الحرارية لتربة مزيجة رملية تحت نظم ري وتغطية مختلفة واثرها في نمو وحاصل الذرة الصفراء (Zea mays L .)

رسالة مقدمة الى مجلس كلية الزراعة – جامعة واسط
وهي جزء من متطلبات نيل شهادة الماجستير
في علوم التربة والموارد المائية

من قبل الطالبة
أثمار جميل كريم اللامي

بإشراف
أ.د. جمال ناصر عبد الرحمن السعدون

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ
وَمَا تَوْفِیْقِیْ اِلَّا بِاللّٰهِ عَلَیْهِ تَوَكَّلْتُ
وَإِلَیْهِ اُنِیْبُ
صَدَقَ اللّٰهُ الْعَظِیْمُ

سورة هود جزء من اية (88)

الاهداء

إلى نور النور ومدبر الأمور ونور السموات والأرض ... ذي الجلال والاكرام الله ﷻ

إلى من بلغ الرسالة وأدى الامانة ونصح الأمة نبي الرحمة وخاتم الأنبياء والمرسلين
الصادق الامين محمد (ص).

إلى جميع الأنبياء والمرسلين... وال بيت المصطفى معادن التقى والسداد ومنبع الهدى
والرشاد عليهم السلام أجمعين.

إلى من كلله الله بالهبة والوقار... ومن علمني العطاء بكل اقتدار... إلى من أحمل اسمه بكل
افتخار... فحمدا لله الذي أراك ثمار جهدك بعد طول انتظار... أبي الغالي.

إلى من أكرمني الله بوجودها ووفقتي بدعائها ... إلى معنى الحب و الحنان والتفاني
والطيبة... إلى بسمه الحياة...وسر الوجود بعد الله...أمي الحبيبة.

إلى من أسعدهم نجاحي وأمدوني بالعون والمساعدة وكانوا ملجئي وسندي وقوتي وملاذي
بعد الله... أخوتي

إلى من كأن دعائهن سر نجاحي .. وحنانهن بلسم جراحي ... أبهجهن تفوقي
سندي في السراء والضراء... أخواتي

إلى رفيق دربي ومن سار معي نحو الحلم... خطوة بخطوة... بذرناه معاً ... وحصدناه معاً
وسنبقى معاً... بإذن الله ... زوجي الغالي

إلى من أرى التفاؤل بعيونهم ... والسعادة في ضحكاتهم... الشموع التي أنارت
دنياي..... أبنائي

إلى من أشعلوا سنين عمرهم شموع في درب علمنا ... وأعطوا من علمهم وفكرهم لينيروا
دربنا...اساتذتي الكرام الافاضل

اهدي جهدي المتواضع هذا عرفاناً وأمتاناً

أثمار

الشكر والتقدير

بسم الله الرحمن الرحيم

((رب أوزعني أن اشكر نعمتك التي أنعمت علي وعلى والدي وأن اعمل صالحا ترضاه وأدخلني برحمتك في عبادك الصالحين))

صدق الله العظيم

الآية 19 من سورة النمل

بسم الله نبتدى وإليه ننتهي وعليه نعول فيما نرتجي ونستهل بالحمد لله الذي ليس لقضائه دافع ولا لعطائه مانع ولا كصنعه صنع صانع وهو الجواد الواسع ، والسلام على من خصه الله بالنبوة سيد الأنام أبي القاسم محمد صل الله عليه وعلى اله بيته الطيبين الطاهرين وصحبه الاخيار.

وبعد أنهاء هذه الدراسة أجد في نفسي ومن دواعي الوفاء والعرفان أن أتقدم بالشكر المقرون بالتقدير الكبير إلى استاذي الفاضل الاستاذ الدكتور جمال ناصر عبد الرحمن ليس لقبول الاشراف على هذه الدراسة فحسب وإنما لأخلاقه العالية وعلمه الغزير وسعه صدره ، فضلا عن توجيهاته السديدة وجهده ومتابعته الحثيثة الاثر الكبير في أنجاز هذا البحث فأشرف ووجه وتابع وراجع فكأن ولا يزال منارة للبحث العلمي تضيء جوانبه فجزاء الله عني خير جزاء . كما ويشرفني أن أتقدم بفائق شكري وتقديري إلى السادة اعضاء اللجنة المناقشة على قبولهم مناقشة رسالتي وصرفهم جزء من وقتهم الثمين لأجل قراءتها وابداء ملاحظاتهم السديدة ، فكان لعلمهم الفياض وتوجيهاتهم البناءة وروحهم الطيبة وخلقهم الكريم أثر واضح في إتمام هذه الرسالة داعية من الله عز وجل أن يحفظهم ويرعاهم . وأقدم شكري وتقديري وامتناني إلى عمادة كلية الزراعة، واشكر جميع أساتذتي في كلية الزراعة / جامعة واسط. ولا يسعني إلا أن اشكر جميع من وقفوا إلى جانبي وساعدوني في إثناء دراستي . ولا يفوتني أن اشكر واثمن التعاون الأخوي الذي أبداه طلبة الدراسات العليا جميعاً، والشكر موصول إلى جميع من مد يد العون و تمنى الخير والتوفيق لي .

أثمار

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

إقرار المشرف

أشهد أن إعداد هذه الرسالة جرى تحت إشرافي في كلية الزراعة/جامعة واسط وهي جزء من متطلبات درجة ماجستير في العلوم الزراعية/ علوم التربة والموارد المائية.

أ. د. جمال ناصر عبد الرحمن

المشرف

كلية الزراعة/ جامعة واسط

2021/ /

توصية رئيس القسم

بناء على الشروط والتوصيات المتوافرة نرشح هذه الرسالة للمناقشة

م. مهند اسماعيل خلباص

رئيس قسم علوم التربة والموارد المائية

كلية الزراعة/جامعة واسط

2021/ /

المستخلص

نفذت تجربة حقلية في حقل كلية الزراعة / جامعة واسط الواقع على خط طول $33.5^{\circ}50'45''$ شرقاً وخط عرض $29^{\circ}49.8'32''$ شمالاً للموسم الزراعي 2019 بهدف دراسة بعض الخصائص الحرارية لتربة مزيجة رملية تحت نظم ري وتغطية مختلفة واثراً في نمو وحاصل الذرة الصفراء (*Zea mays L.*). نفذت تجربة عاملية وفقاً لتصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD) بثلاثة مكررات ، العامل الاول هو طرق الري (ري بالأحواض ، ري بالمروز) ، العامل الثاني هو التغطية (قش حنطة ، سعف نخيل ، رقائق البولي اثيلين الاسود ، بدون تغطية) ، كما شملت أخذ قياسات للصفات الفيزيائية للتربة (درجة حرارة التربة ، المحتوى الرطوبي ، الكثافة الظاهرية ، الايصالية المائية المشبعة) بشكل عشوائي في أعماق مقد التربة الذي ينتشر فيه المجموع الجذري لنبات الذرة الصفراء وهي (0 ، 10 ، 20 ، 30 ، 40)سم وتم قياسها طيلة موسم النمو .

زرعت بذور الذرة الصفراء (*Zea mays L.*) صنف فجر للعودة الخريفية في تربة ذات نسجة مزيجة رملية Sandy Loam. تم جدولة الري على أساس إضافة ماء الري عند استنزاف 50% من الماء الجاهز بالاعتماد على بيانات منحى الوصف الرطوبي ، تم قياس درجات الحرارة والمحتوى الرطوبي الوزني فضلاً عن بعض الصفات الفيزيائية الأخرى (الكثافة الظاهرية ، الايصالية المائية المشبعة) قبل الزراعة وفي منتصف الموسم وبعد الحصاد ، إضافة إلى قياس بعض مؤشرات نمو المحصول بعد اكتمال التزهير، كذلك تم تقدير الصفات الحرارية باستخدام معادلات (الإيصالية الحرارية ، التدفق الحراري ، السعة الحرارية الحجمية ، عمق التضاؤل) وكفاءة استعمال المياه ، وتتلخص النتائج التي تم التوصل إليها بما يأتي:

1. سجلت أعلى درجات حرارة للمعاملات المغطاة برفائق البولي اثيلين الأسود والمقارنة تلتها معاملة التغطية بسعف النخيل ، و سجلت أقل درجة حرارة للمعاملات المغطاة بالقش في بداية الموسم . لكن حصل انخفاض قليل في قيم درجة الحرارة في منتصف الموسم (أيلول وتشرين الأول) واستمر الانخفاض لنهاية الموسم (تشرين الثاني) لجميع المعاملات .

2. تفوقت معاملة التغطية برفائق البولي اثيلين الأسود في بداية ونهاية الموسم في حصولها أعلى إيصالية حرارية للتربة ، تلتها معاملة التغطية بالقش والسعف مقارنة بمعاملة بدون تغطية ، إذ بلغت في بداية الموسم 0.830 ، 0.769 ، 0.752 واط /م . كلفن على التوالي وبلغت في نهاية الموسم 0.834 ، 0.813 ، 0.772 واط /م . كلفن على التوالي ، بينما بلغت

الإيصالية الحرارية لمعاملة المقارنة 0.665 ، 0.746 واط / م .كلفن في بداية ونهاية الموسم على التوالي.

3. تفوقت طريقة الري بالأحواض على طريقة الري بالمروز اذ حققت اعلى الإيصالية الحرارية في بداية ونهاية الموسم أذ بلغت 0.775 ، 0.733 واط / م . كلفن على التوالي في بداية الموسم و 0.785, 0.797 واط / م . كلفن على التوالي في نهاية الموسم .

4. تفوقت معاملة التغطية برقائق البولي اثيلين الأسود على باقي المعاملات في قيم التدفق الحراري في بداية الموسم تلتها معاملة المقارنة والتغطية بالسعف ثم التغطية بالقش والتي بلغت 6.80 , 4.47 , 3.30 , 2.96 واط/م² على التوالي.

5. تفوقت طريقة الري بالأحواض على طريقة الري بالمروز بحصولها على أعلى تدفق حراري في بداية الموسم أذ بلغ 5.99 , 2.77 واط/م² على التوالي ، و في نهاية الموسم تفوقت طريقة الري بالمروز على طريقة الري بالأحواض أذ بلغ 3.99 , 3.85 واط/م² على التوالي.

6. تفوقت معاملة التربة المغطاة برقائق البولي اثيلين الأسود بحصولها على أعلى قيم للسعة الحرارية الحجمية ثم تأتي بعدها معاملة التغطية بالقش والسعف والمقارنة في بداية ونهاية موسم نمو المحصول ،أذ بلغت 1.61 , 1.53 , 1.49 , 1.39 ميكا جول /م³.كلفن على التوالي في بداية الموسم و 1.63 , 1.54 , 1.54 , 1.52 ميكا جول /م³.كلفن على التوالي في نهاية الموسم.

7. تفوقت طريقة الري بالأحواض على طريقة الري بالمروز في حصولها على أعلى قيم للسعة الحرارية الحجمية ، حيث بلغت 1.53 , 1.48 ميكا جول /م³.كلفن على التوالي في بداية الموسم و 1.57 , 1.54 ميكا جول /م³.كلفن على التوالي في نهاية الموسم.

8. حصول تأثير معنوي لعامل تغطية سطح التربة في قيم الكثافة الظاهرية لمعاملة المقارنة والتغطية بالسعف والتغطية برقائق البولي اثيلين الأسود في نهاية الموسم ،أذ بلغت 1.26 , 1.25 , 1.24 ميكا جرام م⁻³ على التوالي مقارنة مع قيمها قبل الزراعة.

9. حصول تأثير معنوي لعامل التغطية في قيم الإيصالية المائية ، أذ انخفضت قيم الإيصالية المائية لمعاملات المقارنة والتغطية بالسعف ورقائق البولي اثيلين الاسود ،أذ اصبحت 9.498 ، 9.714 ،

9.797 سم ساعة⁻¹، أما معاملة التغطية بالقش فقد زادت قيم الإيصالية المائية في نهاية الموسم مقارنة مع قيمها قبل الزراعة والتي بلغت 10.354 سم ساعة⁻¹.

10. وجود تأثير للتغطية في قيم معدلات ارتفاع النبات والمساحة الورقية، أذ بلغت قيم متوسطات ارتفاع النبات 169.25 , 184.05 , 177.5 , 149.6 سم لمعاملات عدم التغطية (المقارنة) والتغطية بالقش والسعف ورقائق البولي اثيلين الاسود على التوالي ، وبلغت قيم معدلات المساحة الورقية 4206 ، 5381 ، 4385 ، 3565 سم² لمعاملات عدم التغطية والتغطية بالقش والتغطية بالسعف والتغطية برقائق البولي اثيلين الاسود على التوالي، لوحظ كذلك عدم وجود تأثير معنوي لطريقة الري على صفة ارتفاع النبات والمساحة الورقية .

11. وجود فروق معنوية بين معاملات التغطية لصفة حاصل الحبوب ووزن 500 حبة، أذ بلغت 4028 , 5260 , 4625 , 3520 كغم هكتار⁻¹ لمعاملات عدم التغطية والتغطية بالقش والسعف ورقائق البولي اثيلين الأسود على التوالي ، وبلغت قيم وزن 500 حبة 99.8 , 113.9 , 103.8 , 91.1 غم لمعاملات عدم وجود تغطية والتغطية بالقش والسعف ورقائق البولي اثيلين الأسود على التوالي ، لوحظ وجود فروق معنوية بين طريقتي الري على صفة حاصل الحبوب ووزن 500 حبة، أذ بلغ حاصل الحبوب 4703 ، 4014 كغم .هكتار⁻¹ لمعاملة الري بالأحواض والمرور على التوالي. وبلغ وزن 500 حبة 105.4 , 98.8 غم لمعاملة الري بالأحواض والمرور على التوالي.

12. زادت تغطية سطح التربة بالقش والسعف ورقائق البولي اثيلين الاسود من كفاءة استعمال الماء مقارنة مع المعاملة غير المغطاة أذ بلغت 1.104 ، 0.849 ، 0.806 كغم /م³ على التوالي ، ولم تؤثر طريقتي الري معنويا في كفاءة استعمال الماء.

قائمة المحتويات

الصفحة	الموضوع
1	1-المقدمة Introduction
3	2-مراجعة المصادر Literature Review
3	1-2. الحرارة
4	1-1-2. درجة حرارة التربة Soil Temperature
5	2-1-2. طرق انتقال الحرارة
6	3-1-2. الصفات الحرارية للتربة
7	1-3-1-2. الإيصالية الحرارية للتربة Thermal Conductivity of Soil
8	2-3-1-2. التدفق الحراري Thermal flux
8	3-3-1-2. السعة الحرارية الحجمية للتربة Volumetric Heat Capacity fo Soil
8	4-3-1-2. عمق التضاؤل Damping Depth
9	4.1.2. تأثير المادة العضوية على الصفات الحرارية للتربة
10	5.1.2. تأثير المحتوى الرطوبي للتربة على الصفات الحرارية للتربة
10	6.1.2. النظام الحراري لمقد التربة
11	2.2. التغطية
12	1-2-2. تأثير التغطية على الصفات الحرارية للتربة
13	2-2-2. تأثير التغطية على بعض الصفات الفيزيائية
14	3-2-2. تأثير التغطية في صفات النمو الخضري والحاصل
15	3-2. الري Irrigation
15	1-3-2. الري السطحي Surface Irrigation

16	Basin Irrigation(الحواضي)ري الأحواض 1-1-3-2
16	Border-Strip Irrigation ري الألواح الشريطية 2-1-3-2
17	Furrow Irrigation ري المروز 3-1-3-2
17	2-3-2. تأثير الري على بعض صفات التربة الفيزيائية
17	1-2-3-2. المحتوى الرطوبي
18	2-2-3-2. الكثافة الظاهرية Bulk density
18	3-2-3-2. الإيصالية المائية المشبعة Saturated hydraulic conductivity
21	3-المواد وطرائق العمل
21	1-3. موقع التجربة
21	2-3. التحاليل الأولية للتربة والمياه
21	1-2-3. خصائص الفيزيائية للتربة
23	2-2-3. خصائص الكيمائية للتربة
24	3-2-3. خصائص ماء الري
25	3-3. تهيئة ارض التجربة
25	4-3. الوصف العام لمنظومة الري
26	5-3. نصب ومعايرة منظومة الري
27	6-3. التصميم التجريبي ومعاملات التجربة
29	7-3. موعد وطريقة الزراعة
29	8-3. التسميد
29	9-3. الري
32	10-3. عمليات خدمة المحصول
32	11-3. القياسات الحقلية خلال موسم نمو المحصول

32	3-11-1. قياس المحتوى الرطوبي للتربة
33	3-11-2. قياس درجة حرارة التربة
33	3-11-3. الكثافة الظاهرية (ميكا غرام /سم ³)
33	3-11-4. الإيصالية المائية المشبعة (سم.ساعة ⁻¹)
33	3.12. تقدير الصفات الحرارية
33	3-12-1. حساب الإيصالية الحرارية (واط/ م .كلفن)
34	3-12-2. تقدير السعة الحرارية الحجمية (ميكا جول/م ³ كلفن)
34	3-12-3. حساب عمق التضاؤل (م)
35	3-12-4. التدفق الحراري للتربة (واط / م ²)
35	3-13. قياسات المحصول اثناء مراحل النمو
35	3-13-1. ارتفاع النبات (سم)
35	3-13-2. المساحة الورقية (سم ²)
36	3-14. الحصاد
36	3-15. قياسات المحصول بعد الحصاد
36	3-15-1. وزن 500 حبة (غم)
36	3-15-2. حاصل الحبوب الكلي (طن/هكتار)
36	3-16. قياسات خصائص التربة الفيزيائية بعد انتهاء موسم نمو المحصول
36	3-17. كفاءة استعمال الماء WUE
37	3-18. البيانات المناخية
37	4-18. التحليل الاحصائي
38	4. النتائج والمناقشة
38	4-1. تأثير التغطية سطح التربة وطريقة الري على درجة حرارة التربة خلال موسم النمو

42	2-4. تأثير التغطية سطح التربة وطريقة الري على الإيصالية الحرارية في بداية ونهاية الموسم
45	3-4. تأثير التغطية سطح التربة وطريقة الري على السعة الحرارية الحجمية في بداية ونهاية الموسم
47	4-4. تأثير التغطية سطح التربة وطريقة الري على عمق التضاؤل في بداية ونهاية الموسم
48	4-4. تأثير التغطية سطح التربة وطريقة الري على التدفق الحراري في بداية ونهاية الموسم
52	4-5. تأثير التغطية سطح التربة وطريقة الري والعمق على الكثافة الظاهرية للتربة خلال الموسم
59	4-6. تأثير التغطية سطح التربة وطريقة الري والعمق على الإيصالية المائية المشبعة للتربة
62	4-7. تأثير التغطية سطح التربة وطريقة الري ارتفاع النبات (سم)
63	4-8. تأثير التغطية سطح التربة وطريقة الري المساحة الورقية (سم ²)
64	4-9. تأثير التغطية سطح التربة وطريقة الري وزن 500 حبة (غم)
66	4-10. تأثير التغطية سطح التربة وطريقة الري في حاصل الحبوب (كغم/هكتار)
67	4-11. تأثير التغطية سطح التربة وطريقة الري في كفاءة استعمال الماء
70	5- الاستنتاجات والتوصيات
70	5-1. الاستنتاجات
71	5-2. التوصيات
72	6- المصادر
72	6-1. المصادر العربية
78	6-2. المصادر الأجنبية
90	7- الملاحق

قائمة الجداول

الصفحة	الموضوع	رقم الجدول
22	الخصائص الفيزيائية لتربة الحقل قبل اجراء التجربة	1
24	الخصائص الكيميائية لتربة حقل التجربة قبل الزراعة	2
25	بعض الخصائص الكيميائية لماء الري	3
30	المحتوى الرطوبي وصفات التربة المستخدمة في جدولة الري	4
39	تأثير تغطية سطح التربة وطريقة الري في معدل درجة حرارة التربة خلال شهر تموز	5
39	تأثير تغطية سطح التربة وطريقة الري في معدل درجة حرارة التربة خلال شهر اب	6
40	تأثير تغطية سطح التربة وطريقة الري في معدل درجة حرارة التربة خلال شهر ايلول	7
40	تأثير تغطية سطح التربة وطريقة الري في معدل درجة حرارة التربة خلال شهر تشرين الاول	8
41	تأثير تغطية سطح التربة وطريقة الري في معدل درجة حرارة التربة خلال شهر تشرين الثاني	9
43	تأثير تغطية سطح التربة وطريقة الري في الايصالية الحرارية للتربة في بداية ونهاية الموسم	10
46	تأثير تغطية سطح التربة وطريقة الري في السعة الحرارية الحجمية للتربة في بداية ونهاية الموسم	11
48	تأثير تغطية سطح التربة وطريقة الري في عمق التضاؤل في بداية ونهاية الموسم	12
50	تأثير تغطية سطح التربة وطريقة الري في التدفق الحراري للتربة في بداية ونهاية الموسم	13
54	تأثير تغطية سطح التربة وطريقة الري في الكثافة الظاهرية للتربة في بداية الموسم	14
55	تأثير تغطية سطح التربة وطريقة الري في الكثافة الظاهرية للتربة في منتصف الموسم	15

56	تأثير تغطية سطح التربة وطريقة الري في الكثافة الظاهرية للتربة في نهاية الموسم	16
60	تأثير تغطية سطح التربة وطريقة الري في الايصالية المائية المشبعة للتربة في نهاية الموسم	17
63	تأثير تغطية سطح التربة وطريقة الري في ارتفاع النبات	18
64	تأثير تغطية سطح التربة وطريقة الري في المساحة الورقية	19
65	تأثير تغطية سطح التربة وطريقة الري في وزن 500 حبة	20
67	تأثير تغطية سطح التربة وطريقة الري في حاصل الحبوب	21
69	تأثير تغطية سطح التربة وطريقة الري في كفاءة استعمال الماء	22

قائمة الاشكال

الصفحة	الموضوع	رقم الشكل
23	منحنى الوصف الرطوبي لتربة الحقل لعمق 0-30سم	1
28	المخطط الحقلي للتجربة	2

قائمة الملاحق

الصفحة	الموضوع	ت
90	طريقة حساب عمق (d) وحجم ماء الري (v) المضاف وزمن الري (T)	1
92	اعماق ماء الري (mm) المضافة وعدد الريات خلال مراحل نمو المحصول	2
93	كفاءة استعمال الماء كغم / م ³	3
94	معدل الكثافة الظاهرية خلال مراحل نمو محصول الذرة الصفراء	4
95	معدل الإيصالية المائية (سم/ساعة) قبل موسم وبعد نهاية موسم النمو محصول	5
96	المحتوى الرطوبي الحجمي θ خلال مراحل نمو محصول الذرة الصفراء	6

97	معدل درجات حرارة التربة خلال مراحل نمو محصول الذرة الصفراء	7
98	معدل الإيصالية الحرارية خلال مراحل نمو محصول الذرة الصفراء	8
99	معدل التدفق الحراري خلال مراحل نمو محصول الذرة الصفراء	9
100	معدل السعة الحرارية الحجمية خلال مراحل نمو محصول الذرة لصفراء	10
101	التحليل الاحصائي لبيانات التجربة باستخدام برنامج Gestate	11
103	البيانات المناخية لمحطة الأنواء الجوية / الكوت لأشهر موسم نمو المحصول	12
107	صور العمل الحقلية خلال تجربة الدراسة	13

قائمة الوحدات

الوحدات باللغة العربية	الوحدات باللغة الانكليزية
ميكا غرام /متر	$Mg m^{-3}$
سم/ساعة	$cm hour^{-1}$
غم/كغم	$g Kg^{-1}$
ديسيسيمنز /متر	$ds m^{-1}$
ملي مول /لتر	$mMol.L^{-1}$
سم ³ /سم ³	cm^3/cm^3
واط/ م .كلفن	$W m^{-1}K^{-1}$
واط/م ²	$W m^{-2}$
جول/م ³ .كلفن	$J m^{-3} K^{-1}$
م ² /ثا	$m^2 sec^{-1}$

المقدمة

Introduction

حرارة التربة هي إحدى أهم الخصائص الفيزيائية للتربة، واهتم الباحثون بدراسة تغيراتها بسبب تأثيرها في الكثير من العمليات الكيميائية والفيزيائية والحيوية التي تحدث بالقرب من المنطقة الجذرية للنبات وطبقة الهواء الملامسة لسطح التربة (توفيق وآخرون، 2011). تعتبر الخصائص الحرارية للتربة ديناميكية، لأنها تعتمد على العوامل الخارجية مثل (الظروف الجوية والحرارة) والخصائص الفيزيائية للتربة مثل المحتوى الرطوبي ودرجة الحرارة والكثافة الظاهرية وغيرها (Zhang et al., 2018). لدرجة الحرارة أهمية كبرى في تحديد معدلات واتجاهات عمليات التربة الفيزيائية وتبادل الطاقة والكتلة مع الجو من ضمنها التبخر والتهوية، كما أن درجة الحرارة تتحكم في أنواع ومعدلات التفاعلات الكيميائية التي تحدث في التربة، كما تؤثر حرارة التربة بقوة في العمليات الحيوية مثل إنبات البذور، بزوغ البادرات ونموها، نمو الجذور، امتصاص الماء والمغذيات من قبل الجذور والفعاليات المايكروبية وحركة الماء في التربة وغيرها. يتحقق التمثيل الضوئي والتنفس وتبخر الماء وهضم المواد الغذائية وعمليات فسيولوجية أخرى في الكائنات النباتية في نظام محدد من درجة الحرارة، إذ توجد مجالات حرارية للنشاط الحيوي عند النباتات هي الحد الأدنى الحيوي والحد الأعلى الحيوي وتقع بينهما منطقة حرارية مثالية وعند هذه الحرارة يجري تطور النبات. تتغير درجة حرارة التربة باستمرار استجابة لتغير الأنظمة المناخية العاملة على تداخلات التربة مع الجو. تتصف الأنظمة المناخية بالتعاقبات الدورية اليومية (الليل والنهار) والفصلية (فصول السنة)، تحصل التدفئة خلال النهار بفعل الأشعة قصيرة الموجة الواصلة من الشمس، في حين يحصل التبريد بفعل الأشعة طويلة الموجة المنبعثة من التربة، ولذلك فإن أنظمة درجة حرارة التربة تمتلك مدتين دوريتين تدعى بالدورات اليومية (Diurnal cycles) والفصلية او الحولية (Annual cycles).

نظرا للظروف المناخية التي يتعرض لها بلدنا وبلدان منطقة الشرق الأوسط بسبب الاحتباس الحراري وارتفاع درجات الحرارة بشكل غير مسبوق وتجاوز معدلاتها لأكثر من 50 م°، وما يصاحبها من تبخر من سطح التربة والنتح من النبات بسبب ارتفاع درجات الحرارة لسطح التربة والتدفق الحراري خلال مقد التربة، مما تستدعي الحاجة إلى استخدام بعض الطرق لإدارة التربة لتفادي المشكلة، وهي استخدام مغطيات التربة (Mulching materials) وهي عبارة عن مواد تغطي سطح

التربة وقد تكون بقايا المحاصيل بعد حصادها او سعف النخيل او بعض المغطيات الصناعية مثل البولي اثلين بألوانه المختلفة وغيرها، والتي تستخدم لغرض تقليل تأثير الاشعاع الشمسي وما يصاحبه من ارتفاع درجات حرارة التربة التي تؤثر بدورها في النباتات والاحياء المجهرية في التربة ، كذلك تعمل على تغيير النظام الرطوبي والحراري للتربة ، و تغيير الظروف المحيطة بالنباتات من خلال المحافظة على رطوبة التربة وتقليل كمية المياه المستخدمة في الري بسبب خفض معدل التبخر من سطح التربة، وتزيد من خصوبة التربة وتقلل من انجرافها وتحسين النظام الحيوي للتربة (Patil et al., 2013).

تعد الذرة الصفراء (*Zea mays L.*) من المحاصيل الاستراتيجية والاقتصادية المهمة في العالم ، وتأتي في المرتبة الثالثة من حيث الأهمية بعد محصول الحنطة والرز. ويزرع في العراق محصول الذرة الصفراء على نطاق واسع ،أذ تبلغ المساحة المزروعة بمحصول الذرة الصفراء في العراق لسنة 2016 حوالي 76000 هكتار بمعدل إنتاج 3.416 طن /هكتار (Directorate,2016) ، ويعد محصول الذرة الصفراء أحد أهم المحاصيل الحبوبية لإنتاج الأعلاف والنشأ والزيت والوقود ، وازدادت الأهمية الاقتصادية لها على المستوى العلاجي أو إنتاج الأصباغ أو استخدامه كوقود حيوي واعد بديلا عن وقود السيارات التقليدي أو غيرها من الاستخدامات(Lorenz et al., 2009).

وعلى ضوء ذلك جاءت هذه الدراسة لغرض تحقيق الأهداف الآتية:

1. دراسة تأثير أنواع مختلفة من مغطيات التربة(رقائق البولي اثيلين الأسود ، قش الحنطة ، سعف النخيل)على الصفات الحرارية للتربة.
2. دراسة تأثير أنواع مختلفة من طرق الري(احواض ، مروز) في الصفات الحرارية للتربة .
3. دراسة تأثير تغطية التربة وطريقة الري في بعض الخصائص الفيزيائية للتربة.
4. دراسة بعض مؤشرات نمو المحصول واستجابتها لطرق ري مختلفة تحت نظم تغطية مختلفة.

2.مراجعة المصادر

Review of Literatures

1-2. الحرارة

هي شكل من أشكال الطاقة التي يمكن أن تتحول إلى أنواع أخرى من الطاقة ويمكن أن تنتقل من جسم إلى آخر أبرد منه ، وأنَّ هذا التحول مستمر في الحرارة ، وإنَّ اتجاه وسرعة انتقال الحرارة هي عبارة عن تعبير عن مقدار الطاقة الموجودة في الأجسام . إنَّ الجزء الأكبر من الطاقة الواصلة لسطح الارض يأتي مباشرة من الشمس بواسطة الاشعاع ، وإن ثبات هذا المصدر الحراري مع حركة دوران الارض يتولد عنه تغيرات في درجة حرارة المحيط وترتفع حرارة سطح الارض بنسبة اسرع من تبريدها ، واستنادا إلى ذلك فإن معدل درجة حرارة التربة ولكل الفصول تكون أعلى من درجة حرارة الهواء الملامس لها والذي فوقها مباشرة. يؤثر لون وبناء سطح التربة على كمية الإشعاع الممتص ، إذ يعكس اللون الأبيض الأشعة بينما يمتصها اللون الأسود ،ولهذا تؤثر الحرارة على مواعيد الزراعة وإنبات بذور المحاصيل المختلفة (البلداوي واخرون، 2014). يؤثر المحتوى الرطوبي للتربة في محتواها الحراري ، أذ كلما كانت التربة رطبة كانت التغيرات في درجة الحرارة أبطأ ، ذلك لأنَّ الحرارة النوعية للماء أكبر من الحرارة النوعية للدقائق المعدنية للتربة بخمس مرات تقريبا ، أي أنَّ الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة الماء بين فراغات التربة تقدر بخمس مرات الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة حجم مساوي من معادن التربة (البلداوي وآخرون، 2014). أشار (Hillel, 1980) إلى أنَّ درجة الحرارة تتحكم بالتفاعلات الكيميائية التي تجري في التربة وتؤثر في العمليات الحيوية كإنبات البذور ونمو الجذور والنشاط الميكروبي . بين (Shokri et al., 2008) بوجود ارتباط واضح بين درجة حرارة الجو ودرجة حرارة التربة ، أذ تؤثر حرارة الجو في درجة حرارة التربة عندما تتدفق درجة حرارة الجو إلى مقد التربة ، وهذا بدوره يؤثر في نمو ونشاط النباتات. يوجد في الوقت الحاضر تحسن كبير في التقدير الكمي لقياس تغيرات الحرارة والرطوبة في التربة الغير مشبعة من خلال استخدام متحسسات لمعرفة التغيرات والتذبذب بدرجة الحرارة والرطوبة (Gran et al. , 2011).

1-1-2. درجة حرارة التربة Soil Temperature

تعتمد عملية إنبات البذور بدرجة كبيرة على درجة حرارة التربة ، إذ تجعل عملية إنبات البذور أسرع وتقلل من موت البذور المزروعة ويحدث العكس في حالة انخفاض درجة حرارة التربة ، أذ تكون عملية إنبات البذور بطيئة وموت أكثر بسبب درجة الحرارة غير الملائمة لإنبات البذور ، ولا يقتصر تأثير درجة حرارة التربة على إنبات البذور بل تؤثر في الأطوار الأخرى لنمو النبات ، فعند انخفاض درجة الحرارة عن الحد الأدنى لها يحدث تجمد للماء داخل الجذور النباتية ، مما يؤدي إلى ذبول النبات بسبب عدم الحصول على الماء الذي يحتاجه لإتمام العمليات الحيوية (ولي وآخرون، 1989). تتحدد درجة تسخين التربة وفقا لعوامل عدة منها نسجة التربة التي تعد من العوامل الأساسية ، إذ لها أهمية كبرى على النبات من حيث تنشيط العمليات الحيوية التي يتطلبها النبات وتهوية التربة المهمة في التبادل الغازي بين التربة والغلاف الجوي . فالتربة ذات النسجة الرملية تكون مناسبة أكثر للتوازن الحراري بينها وبين الغلاف الجوي لكن الترب الطينية أبعد ما تكون عن مثل هذا التوازن ، لذا تكون التربة ذات النسجة الرملية أنسب لنمو النبات في وقت مبكر مقارنة مع التربة الطينية (السامرائي، 1989). تختلف درجة حرارة التربة في استجابتها للتغيرات في عمليات تبادل الإشعاع والحرارة والطاقة الكامنة التي تحدث عند سطح التربة ، وإن كمية الحرارة التي تمر أو تتدفق في التربة تؤثر في درجة حرارة التربة ، ترتبط درجة حرارة التربة بدرجة حرارة الهواء الجوي والعكس بالعكس. أن كلا من درجة حرارة التربة والهواء الجوي لها تأثيرات جوهرية في نمو النبات (Shokri et al. ,2008) . تتأثر درجة حرارة التربة بمحتواها الرطوبي فالترب الطينية والغرينية تكون درجة حرارتها معتدلة ، في حين تنخفض وترتفع درجة حرارة الترب الرملية بشكل كبير بسبب سرعة ارتفاع وانخفاض رطوبتها ، أذ تكون التربة الجافة ذات درجة حرارة أكثر من التربة الرطبة عند تعرضها لدرجة الحرارة نفسها، لان التربة الجافة لها القدرة لاكتساب درجة الحرارة الواصلة لها اسرع من التربة الرطبة. تتأثر سرعة فقدان الماء من النبات بصورة غير مباشرة بدرجة حرارة التربة ، فسرعة النتح من النبات تعتمد على سرعة امتصاص التربة للماء وتزداد الأخيرة بارتفاع درجة حرارة التربة (العاني ، 1988). تعد قيم درجة حرارة التربة وسلوكها مع الزمن والموقع عامل أساسي في تقدير معدل واتجاه عمليات التربة (الفيزيائية و الكيميائية و الحيوية) وتبادل الطاقة والمادة مع الغلاف الجوي ويشمل ذلك التبخر والتهوية. تعتبر درجة حرارة التربة عاملا مهما يمكن أن يؤثر في النشاط الحيوي

للنبات ، كما يمكن استخدامه كعامل مكافحة للسيطرة على مسببات الأمراض والادغال عن طريق تعريض التربة للشمس (Boldrin, 1985 و Pacini 1987).

2-1-2 طرق انتقال الحرارة

بصوره عامة توجد ثلاث أنماط لانتقال الحرارة وهي كما يلي:

1- الاشعاع (Radiation): هو انبعاث الطاقة على شكل موجات كهرومغناطيسية من جميع الاجسام التي تكون حرارتها فوق درجة الصفر كلفن (K°)، استنادا إلى قانون ستيفان – بولتزمان ، تتناسب الطاقة الكلية المنبعثة من جسم (J_t) موزعة على جميع اطوال الموجة مع القوة الرابعة لدرجة الحرارة المطلقة (T) لسطح الجسم (Hillel, 1990) بحسب القانون الاتي:

$$J_t = \epsilon \sigma T^4 \text{-----(1)}$$

اذ إن σ ثابت ، ϵ معامل الانبعاث (Emissivity Coefficient) والذي يساوي وحدة واحدة unit لمشعة كاملة (يسمى عادة بالجسم الأسود). إن الحرارة المنطلقة تحدد ايضا توزيع طول الموجة للطاقة المنبعثة.

2- الحمل (Convection): هو حركة كتلة حاملة للحرارة كما هو الحال في التيارات البحرية أو الرياح الجوية ، إنَّ المثل الأقرب إلى فيزياء التربة هو غيض ماء النفايات الحار الصادر من مصنع معين في تربة باردة من الأساس.

3- التوصيل (Conduction): هو توليد حرارة داخل الجسم نتيجة الحركة الجزيئية الداخلية ،ولما كانت الحرارة تعبير عن الطاقة الحركية لجزيئات الجسم ،فإنَّ وجود اختلاف ضمن الجسم عادة يسبب نقل الطاقة الحركية عن طريق التصادم المتعدد للجزيئات السريعة الحركة من المنطقة الساخنة في الجسم مع جاريتها في المنطقة الباردة .

4- التقطير (Distillation): تشمل مرحلة امتصاص الحرارة بالتبخر متبوعة بحركة البخار المحمولة أو المنتشرة ومنتوية بمرحلة إطلاق الحرارة بعملية التكثيف ،والتي تعتبر عملية متسلسلة يمكن أن تحدث إلى الإمام والخلف من الجليد إلى الماء السائل (Hillel, 1990).

2-1-3. الصفات الحرارية للتربة

تعتبر دراسة الصفات الحرارية للتربة مهمة لما لها من تأثير في حرارة التربة ، والتي بدورها تؤثر في خواص التربة والنبات. يؤثر تدفق حرارة التربة في سعة تخزين الحرارة في التربة، كما تحدد إلى أي مدى يمكن لموجة الحرارة أن تخزن في التربة اثناء التعرض للطاقة الشمسية ، ويعتمد ذلك على الإيصالية الحرارية والسعة الحرارية المحددة بدورها لخصائص التربة والتي تتأثر بالمحتوى الرطوبي للتربة. أشار (Martin et al. ,1991) الى ان الإيصالية الحرارية أعلى في الترب الرطبة مقارنة مع الترب الجافة لأن أعلى درجة حرارة يتم الحصول عليها اثناء الري ، وأن التغيرات في درجات حرارة التربة يعود إلى اختلاف بناء التربة ومحتواها الرطوبي ، و يؤثر هذا بدوره في أنتاجية المحاصيل . تقلل تغطية التربة من تدفق الحرارة لأن دوران الهواء بين التربة والغلاف الجوي يكون محدود (Julio,2002) ، ففي التربة المغطاة تتم عملية التبادل الحراري عبر طبقة الهواء المحصور بين التربة والغطاء وعن طريق الحمل الحراري من الغطاء إلى الهواء المحيط. تعتمد تدفقات الحرارة على قدرة نقل الحرارة ودرجة حرارة الغطاء(التي تحدها خواصها البصرية) وعلى سمك طبقة الهواء بين التربة والغطاء . العمليات الزراعية بما في ذلك الري والبزل والحراثة لديها القدرة على التأثير في الخواص الحرارية للتربة ، وبالتالي في النظام الحراري للتربة ، وتعد الحراثة من أهم الادارات الزراعية لإدارة خواص التربة الحرارية وتدفق الحرارة بين الهواء والتربة .التغيرات الناتجة من الحراثة لها اثار كبيرة في درجة حرارة التربة والرطوبة وعلى المناخ المحيط بالنبات.

أشار (Abu-Hamdeh and Reeder et al. ,2000) بأن الإيصالية الحرارية للتربة تتناقص مع زيادة المادة العضوية . أن النظام الحراري لمقد التربة (Thermal Regime of Soil Profile) في الطبيعة وحرارة التربة يختلف باستمرار نتيجة للتغير في العوامل المناخية التي تعمل على سطح التربة (الحد الفاصل بين التربة والغلاف الجوي)، يتميز هذا النظام بتغيرات دورية منتظمة يومية وفصلية بين الليل والنهار والصيف والشتاء، أما الدورات اليومية والسنوية المنتظمة فتتغير نتيجة بعض الظواهر الجوية مثل الغيوم والموجات الباردة والموجات الحارة والعواصف المطرية أو العواصف الثلجية والجفاف الدوري ، أضف إلى ذلك التأثيرات الخارجية لتغير خواص التربة (التغيرات المؤقتة في الانعكاسية والسعة الحرارية والإيصالية الحرارية نتيجة التبادل بين دورات الجفاف والترطيب للتربة وتغير كل هذه الخواص مع العمق) ، وكذلك تأثيرات الموقع الجغرافي

والغطاء النباتي، ويمكن أن نتوقع أن النظام الحراري لمقد التربة في الحقيقة معقد ولا يمكن التنبؤ به (Webb and Ho,1998).

وأشار (Azooz and Arshad ,1997) إن الإيصالية الحرارية والسعة الحرارية الحجمية تزداد بزيادة المحتوى المائي. ومن المعروف أن التغطية تزيد من درجة حرارة التربة إذ إن طاقة الشمس تمر عبر الغطاء البراق وتزيد من الأشعة تحت الحمراء وتسخن طبقة التربة التي تقع تحت الغطاء مباشرة (Hu et al.,1995) و (Ramakrishna et al.,2006) . أوضح (Sarkar et al.,2007) أن أنظمة إدارة التربة تغير من خصائص التربة الحرارية . إن التدفق الحراري أسرع في الطبقات العليا منه في الطبقات الأعمق (Zhang , 2009). أوضح (Abu- Hamdeh ,2003) و (Khaled and abu – Hamdeh ,2013) أن السعة الحرارية الحجمية تزداد مع زيادة المحتوى الرطوبي وكثافة التربة . و أكد عدد من الباحثين أن النظام الحراري تحت التربة المغطاة يختلف عما هو عليه في الترب غير المغطاة ، وتشمل الصفات الحرارية للتربة ما يلي :

1-3-1-2. الإيصالية الحرارية للتربة (Soil Thermal Conductivity)

تم تحليل التوصيل الحراري في المواد الصلبة منذ مدة طويلة والذي يرجع إلى عام 1822 من قبل Fourier ،والذي يرتبط اسمه مع معادلات النقل الانسيابية والتي استعملت منذ عهد بعيد لوصف التوصيل الحراري . تعرف الإيصالية الحرارية بأنها كمية الحرارة التي تنتقل عبر وحدة مساحة في وحدة زمن تحت تأثير وحدة الانحدار الحراري . فالإيصالية الحرارية للتربة تعتمد على مكوناتها المعدنية ومحتواها من المادة العضوية بالإضافة إلى حجم الماء والهواء، ولما كانت الإيصالية الحرارية للهواء أقل بكثير عن الإيصالية الحرارية للماء أو المادة الصلبة ،فإن المحتوى العالي من الهواء أو المحتوى الواطئ من الرطوبة تقابله إيصالية حرارية واطئة. أن الإيصالية الحرارية للتربة تحت الظروف الرطبة يكون أعلى مما هو تحت الظروف الجافة لأن أعلى درجة حرارة للتربة يتم الحصول عليها في أثناء الري ، وأن الاختلافات في درجة حرارة التربة يعود إلى اختلاف بناء التربة ومحتواها الرطوبي والذي يكون له تأثير في إنتاجية المحاصيل الزراعية (Martin et al.,1991) و (Warren and Bilderback , 2004) . تلعب الإيصالية الحرارية دوراً مهماً في حساب انتقال

الحرارة في التربة تحت الظروف المحيطة، وتتأثر بالجزء المعدني ودرجة الحرارة والكثافة الظاهرية والمحتوى الرطوبي (Bi et al. , 2018).

2-3-1-2. التدفق الحراري (Thermal flux)

يعرف التدفق الحراري بأنه كمية الحرارة الموصلة عبر وحدة مساحة مقطع لوحدة الزمن إنَّ التدفق الحراري للتربة يؤثر في قدرة خزن الحرارة في التربة، كما أنه يحدد مدى عمق موجة الحرارة التي يمكن أن تخترق التربة اثناء التعرض لأشعة الشمس، ويعتمد ذلك على الإيصالية الحرارية والسعة الحرارية وخصائص التربة كالمحتوى المائي للتربة، وتقلل التغطية من التدفقات الحرارية لمحدودية حركة الهواء بين التربة والجو (AL- Shammmary and Al-Sadoon , 2014).

3-3-1-2. السعة الحرارية الحجمية للتربة (Soil Volumetric Heat Capacity)

تعرف السعة الحرارية الحجمية للتربة بأنها كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة وحدة حجم من التربة درجه مئوية واحدة. وتعتمد قيمة السعة الحرارية الحجمية على مكونات التربة الصلبة(المادة المعدنية والعضوية المتواجدة)،الكثافة الظاهرية، ورطوبة التربة والمسامية (Levy ,2016) ، تزداد السعة الحرارية مع زيادة المحتوى الرطوبي للتربة بعد سقوط الأمطار وعملية الري، تعتمد السعة الحرارية الحجمية على المحتوى الرطوبي الحجمي والكثافة الظاهرية (Evett et al.2012) .

4-3-1-2. عمق التضاؤل (Damping Depth)

ان الثابت d هو خاصية للعمق ، ويدعى عمق التضاؤل damping depth والذي يعرف بأنه العمق الذي يقل عنده مدى تذبذب درجة الحرارة amplitude temperature الى داله تساوي جزء مقداره 0.37 من مدى التذبذب عند سطح التربة والذي يرمز له Ao (التمييزي وعبء،2015) ، ويتعلق عمق التضاؤل بالصفات الحرارية للتربة وتكرار تذبذب درجة الحرارة ، وان التفسير الفيزيائي للتضاؤل

والتأخر في موجات درجة الحرارة مع العمق يقع في حقيقة ان كمية معينة من الحرارة تمتص او تطلق على طول مسار الأتساع عندما تزداد او تقل درجة حرارة التربة الموصلة على التوالي ، ونظرا لتباين درجة حرارة الجو باستمرار حسب الظروف الجوية المتغيرة فتحدث دورات حرارية يومية وسنوية تؤدي الى تذبذب يومي لدرجة الحرارة اضافة الى تذبذب السنوي، حيث ان موجة درجة الحرارة السنوية تنفذ في التربة بعمق أكبر بكثير مقارنة بالعمق الذي تنفذ اليه موجة درجة الحرارة اليومية لنفس التربة بسبب اختلاف الفترة الزمنية اليومية والسنوية لتذبذب درجة الحرارة (Hillel ,1980). يؤثر التدفق الحراري في قابلية التربة على تخزين الحرارة ،ويحدد عمق الموجة التي تخترق مقد التربة عندما تتعرض لأشعة الشمس وهذا يعتمد على المحتوى الرطوبي للتربة والسعة الحرارية والإيصالية الحرارية (الصالحى، 2018).

4.1.2. تأثير المادة العضوية في الصفات الحرارية للتربة

تعرف المادة العضوية على أنها خليط من بقايا نباتية أو حيوانية وكائنات حية دقيقة أخرى تحللت خلال فترة طويلة من الزمن . تعمل المادة العضوية الموجودة في التربة على تقليل حرارة التربة خلال فصل الصيف وتدفئة التربة خلال فصل الشتاء من خلال زيادة قابلية التربة على الاحتفاظ بالماء ،وعادة تكون المادة العضوية خفيفة وذات مسامية عالية ، مما يسهم في تحسين خواص التربة الفيزيائية ومنها زيادة الاحتفاظ بالماء ، والذي بدوره يؤثر في الصفات الحرارية للتربة (Micheal and Lea ,1991). أن المادة العضوية هي إحدى مكونات التربة غير المعدنية سواء أكانت بقايا نباتية أو حيوانية وتعمل على زيادة المحتوى الرطوبي للتربة ،مما يؤدي إلى زيادة الإيصالية الحرارية للتربة ، تزيد المادة العضوية من قابلية التربة على الاحتفاظ بالماء وكذلك تساهم في اللون الداكن للتربة وهاتين الخاصيتين تزيدان من امتصاص الحرارة وبالتالي تزيدان من حرارة التربة (Fang et al. ,2005) .

5.1.2. تأثير المحتوى الرطوبي للتربة في الصفات الحرارية للتربة

يعرف المحتوى الرطوبي للتربة بأنه كمية الرطوبة (الماء) الموجودة داخل مسام التربة وحول سطح حبيبات التربة منسوبة إلى كتلة التربة الجافة. يعد المحتوى الرطوبي من أهم العوامل المؤثرة في حرارة التربة، إذ يكون التدفق الحراري في الترب الرطبة أعلى مما هو عليه في الترب الجافة بسبب امتلاء المسامات بالهواء (Broadbent , 2015). إنَّ ارتفاع درجة حرارة التربة مع انخفاض درجة الظل تؤدي إلى زيادة معدلات التبخر من التربة وتعيق حركة الماء الداخل إلى مقد التربة، وهذا بدوره يؤثر في الصفات الحرارية للتربة (Rengasmy et al. ,2009). تؤدي طرق الري المختلفة إلى دخول كميات مختلفة من مياه الري إلى التربة، مما يؤدي إلى تغيير توزيع المياه في التربة، وبالتالي حصول اختلاف في المحتوى الرطوبي للترب، ويمكن أن تؤدي كمية مناسبة من الماء إلى زيادة القدرة الحرارية للتربة وتقليل الفقد من درجة حرارة التربة (Guo-Hua et al. ,2012).

6.1.2. النظام الحراري لمقد التربة

درجة حرارة الترب عادة تكون غير ثابتة و إنما تتغير باستمرار وفق التغيرات المستمرة في الأحوال الجوية، يتميز التغير المستمر في درجة حرارة التربة بالتعاقب الدوري المنتظم على المدى اليومي (الليل والنهار) وعلى المدى السنوي (الصيف والشتاء)، وهذه الدورات اليومية والشهرية لدرجة حرارة التربة هي أيضا غير ثابتة النمط و إنما يحدث فيها بعض التغير الناجم من الظواهر العرضية غير المنتظمة مثل الموجات الدافئة والباردة والغيوم والعواصف الممطرة والعواصف الثلجية و فترات الجفاف والفيضان، كذلك تغيير خواص التربة نفسها لها تأثير في الدورات اليومية والسنوية لدرجة حرارتها، ومن أهم الخواص الحرارية ذات التغير المؤقت داخل مقد التربة هي انعكاسية الأشعة من السطح والتوصيل الحراري والسعة الحرارية، ويحصل تذبذب لدرجة حرارة التربة عند أعماقها كدالة توافقية مع الزمن، إذ تزداد درجة الحرارة مع زيادة العمق في مقد التربة في فصلي الشتاء والخريف، ويحدث العكس حيث تبدأ درجات الحرارة بالانخفاض مع زيادة العمق في مقد التربة في فصلي الصيف والربيع (Webb and Ho ,1998).

2-2. التغطية

تعرف المغطيات بأنها إضافة أو تهيئة غطاء على سطح التربة، اذ يعمل كحاجز لانتقال الحرارة والبخار والتيارات الهوائية، كما تؤثر المغطيات في النظام الحراري للتربة، ويرجع سبب ذلك إلى لون التربة وقابليتها على التوصيل الحراري الذي يؤثر بدوره في الاشعة الساقطة والمنعكسة، وتعمل المغطيات على تقليل فقد الماء عن طريق التبخر وخفض درجات الحرارة في سطح التربة ومن ثمّ تزيد المحتوى الرطوبي للتربة، (Ahmed, 1991). وعرفت مغطيات التربة (Soil Mulching) منذ نهاية القرن السابع عشر بوصفها إحدى العمليات الزراعية المهمة لتحسين نمو النبات وزيادة الإنتاج (المعصوم، 1996). وجد (Patil et al., 2013) أنّ تغطية التربة يحسن من ظروف وبيئة التربة وخصوبتها، كما تحافظ التغطية على المخزون الرطوبي وتقلل كمية مياه الري المستخدمة من خلال خفض معدلات التبخر من سطح التربة والحفاظ على درجة حرارة التربة والتقليل من انجرافها وتحسين النظام الحيوي للتربة. تعدّ أغطية التربة من أكثر الوسائل المفيدة والمستخدمة في التجارب الزراعية الحقلية، إذ تؤثر إيجاباً عندما تستخدم على سطح التربة. بدأت الكثير من الدول المتقدمة زراعياً مثل الولايات المتحدة الأمريكية واليابان وألمانيا وبريطانيا وفرنسا وغيرها باستخدام تغطية التربة لزراعة الكثير من المحاصيل (Jenson, 1988).

أشار كل من (Locascio et al., 1985) و (Tayel et al., 1988) و (Lamont, 1993) و (Matyn et al., 1990) و (الراوي وآخرون، 1995) و (محمد وآخرون، 1995) و (الحديثي، 2001) و (الجنابي، 2005) إلى أنّ المغطيات تقلل التبخر من سطح التربة ومن ثمّ تزيد كمية الرطوبة في منطقة الامتصاص الفعال للجذور. أشار (Doving, 2005) أنّ استعمال المغطيات حققت نسبة عالية في مكافحة الحشرات والمسببات المرضية، اذ أنّها مهمة في تحويل الادغال إلى كتلة عضوية مخصبة للتربة وتقضي على عوائل المسببات المرضية، وبذلك فهي تقلل من تكاليف مكافحة باستخدام المبيدات، اذ تعمل التغطية وخصوصاً بالقش على تخفيض نسبة تفتت التربة بنسبة 97.4 - 98.4% مقارنة بالتراب غير المغطاة مع الحفاظ على رطوبة التربة.

2-2-1. تأثير التغطية في الصفات الحرارية للتربة

لوحظ خلال استخدام مغطيات التربة تأثيرها في الصفات الحرارية للتربة، وذلك بسبب محافظتها على الخزين الرطوبي، حيث أنّ قش الحنطة عند استخدامه في تغطية سطح التربة يعمل على تقليل انتقال الحرارة إلى مقد التربة نتيجة امتصاص معظم طاقة الإشعاع الشمسي وعكسها للجو مرة أخرى، وبذلك تنخفض الطاقة الحرارية المنتقلة إلى أعماق التربة، مما يؤدي إلى خفض كمية الماء المتبخرة والمحافظة على الرطوبة المناسبة (الحديثي، 2002). هناك علاقة طردية بين الإيصالية الحرارية والرطوبة الحجمية، وبما أنّ تغطية التربة تزيد من الرطوبة الحجمية من خلال تقليل التبخر من سطح التربة، وهذا بدوره يؤدي إلى زيادة الإيصالية الحرارية للتربة المغطاة مقارنة التربة غير المغطاة (Azooz et al., 1997) و (Anikwe et al., 2007) و (AL-Shammary and Al- Sadoon, 2014).

أشار (Ahmed, 1991) إلى أنّ الترب المغطاة تحتفظ برطوبة أعلى من الترب المكشوفة بسبب موازنة رطوبة التربة وتأثيرها في النظام الحراري للتربة بسبب لونها أو القابلية في توصيلها الحراري والذي يؤثر بدوره في الأشعة الساقطة والمنعكسة. بين (Ham et al., 1993) و (Al-Shammary and Al- Sadoon, 2014) بأن التدفق الحراري يتناسب مع الإيصالية الحرارية ودرجة الحرارة، إذ أنّ التغطية تزيد من الإيصالية الحرارية، كذلك تزداد درجة حرارة التربة ويحدث اشعاع صافي كبير نسبياً على سطح التربة و يتكثف الماء تحت الغطاء خلال الليل ومن ثم يمتص الإشعاع بواسطة التربة وبذلك تحافظ على حرارة التربة، مما يزيد من التدفق الحراري. أنّ تغطية سطح التربة بالبولي أثلين تسبب زيادة في نمو النبات والغلة ونسبت هذه الزيادة إلى التغيرات في درجة حرارة التربة والهواء بالقرب من الغطاء وتوازن مياه التربة وتوفر المغذيات مقارنة بالتربة غير المغطاة، كما ساهمت تغطية التربة بانخفاض رص التربة وبالتالي تحسين التهوية تحت التربة المغطاة (Lamont, 1993). يقلل غطاء البلاستيك الأسود والأبيض والملون والورق والنفط و البتيومين والقش من تدفق حرارة التربة والسعة اليومية لدرجة حرارة التربة (Streck et al., 1994). أنّ استخدام بقايا المحاصيل في تغطية سطح التربة تعتبر جيدة لتقليل التبخر من التربة وزيادة رطوبة التربة وتقليل التباين في درجة حرارة التربة وزيادة التوصيل الهيدروليكي (Dahiya et al., 2003). تقلل تغطية التربة من رصّ التربة وبذلك تقل الكثافة الظاهرية التي تؤثر بصورة مباشرة في الإيصالية الحرارية والسعة الحرارية

الحجمية (Tong et al. 2017). اظهرت نتائج دراسة (Islam et al. ,2006) أنَّ معاملة التغطية بالبولي اثلين أعطت أعلى درجة حرارة للتربة خلال 14 ساعة عند عمق 10سم وكانت 23.2م° تلتها معاملة المقارنة بينما كانت أقل درجة حرارة للتربة المغطاة بالقش حيث حصلت على 19م° خلال 14 ساعة عند عمق 10سم .

2-2-2. تأثير التغطية على بعض الصفات الفيزيائية

أحد أهم الاسباب الرئيسية لتغطية التربة هو الحفاظ على رطوبة التربة وزيادة الخزين المائي فيها (الحديثي، 2001). أشار (Sinkeviciene et al. ,2009) في دراستهم حول تأثير الاغطية العضوية في صفات التربة والحاصل ، أنَّ الالواح المغطاة أعطت أعلى محتوى رطوبي للتربة بلغ 2.6- 7.3% لمعاملة البتموس و3.8-6.1% لمعاملة النفايات، في حين بلغ المحتوى الرطوبي 0.3- 1.1% في معاملة الحشائش . أشار (Liu et al. ,2001) أنَّ استخدام بقايا المحاصيل لتغطية سطح التربة مع إضافة المصلحات أعطت زيادة معنوية للكربون العضوي في التربة ومعدل القطر الموزون مع انخفاض في الكثافة الظاهرية وزيادة المسامية الكلية للتربة ، وجد القيسي (1996) أنَّ معاملة التربة المغطاة بمستحلب شمع البرافين أدت إلى زيادة المحتوى الرطوبي للتربة مقارنة مع معاملة المقارنة. بين حسن وآخرون (1988) أنَّ تغطية سطح التربة برقائق البولي اثلين أدت إلى المحافظة على رطوبة التربة وكأن التأثير أكبر للطبقة (0-10) سم . بين (Siborlabane ,2000) بأن للمغطيات العضوية مثل بقايا النباتات والقش والاعشاب دوراً مهماً في إضافة بعض العناصر الضرورية لنمو النبات مثل النتروجين العضوي وتحسين خواص التربة نتيجة تحللها ، كما أوضح بأن تأثير التغطية كأن واضحاً عند تعرض التربة إلى مدة جفاف مقدارها شهر خلال موسم النمو. وجد الظفيري (1998) أنَّ هناك تبايناً في تأثير مغطيات سطح التربة في التوزيع الرطوبي فقد احتفظت المعاملة المغطاة بكوالح الذرة بأعلى محتوى رطوبي للتربة وخاصة في الطبقة السطحية منها مقارنة بمعاملي النفط الأسود والبرافين. أشارت عدد من الأبحاث (Steitieh ,1980) و (vellidis et al ,1988) و (Matyn,1990) و (Salem ,1992) إلى أنَّ المغطيات قللت التبخر من سطح التربة وبالتالي زادت كمية الرطوبة في الطبقة السطحية وأدت إلى زيادة قابلية هذه الطبقة على مسك الماء. أستنتج حسن (1995) أنَّ إضافة تبن الحنطة إلى التربة له دور فعال في زيادة محتوى التربة من الكربون العضوي في مجاميع التربة وزيادة

معدل القطر الموزون وانخفاض قيم الكثافة الظاهرية للتربة وزيادة المسامية وزيادة سعة التربة للاحتفاظ بالماء عند شذوذ مختلفة .

2-2-3. تأثير التغطية في صفات النمو الخضري والحاصل

ذكر الدوغجي وآخرون (2009) تفوق نمو وانتاج نباتات المعاملات المغطاة مقارنة بنمو وانتاج نباتات المعاملات غير مغطاة ، وهذا يعود إلى أن تغطية التربة شجعت الجذور على امتصاص الماء والعناصر الغذائية ، وهذا بدوره ينعكس في المجموع الخضري والحاصل . وفي تجربة قام بها (Spiess,1999) حول مدى تأثير تغطية التربة بالقش في عدد من أصناف البطاطا أظهرت النتائج أن النباتات قد نمت بصورة افضل عند تغطية التربة بالقش. أوضح (Ahmed et al.,2007) أن للتغطية تأثيراً كبيراً في الانتاج من خلال المحافظة على رطوبة ودرجة الحرارة في المنطقة الجذرية مما ينتج عنه وسط ملائم لنمو النبات وزيادة الانتاج.

بين الظفيري (1988) أن استخدام مغطيات التربة خفضت عدد الامتار المكعبة اللازمة لانتاج كيلو غرام واحد من المادة الجافة و حاصل الحبوب لكل هكتار بنسبة 24-76% ، إذ أعطت معاملي التربة المزيج الطينية والغرينية المغطاة بمستحلب النفط الأسود و كوالح الذرة أعلى قيم لكفاءة استعمال الماء بالنسبة لانتاج الحبوب وكذلك المادة الجافة ، إذ بلغت الكفاءة 1.33 ، 1.75 كغم / م³ للحبوب و 0.59 ، 0.50 كغم/ م³ للمادة الجافة للمعاملتين على التوالي . وجد (محمد وآخرون ،1995) أن المغطيات ادت إلى زيادة كفاءة استعمال الماء ، إذ وصلت نسبة الزيادة 57 و 55 و 29 و 37% لكل من الرقائق البراقة والنفط الأسود والقش والمقارنة على التوالي . أن النباتات المزروعة تحت معاملات التغطية العضوية (بقايا النباتات) لم تعان من الإجهاد الرطوبي أو الحراري، وعلى عكس من ذلك النباتات التي كانت مزروعة تحت التغطية البلاستيكية عملت على تقليل مؤشرات النمو الخضري النبات بسبب تعرض النباتات إلى الاجهاد الحراري ولاسيما في مرحلة الإنبات (Zhao et al. ,2012). استنتج (Li at al. , 2011) ، أن التغطية برفائق البولي اثيلين الأسود تعمل على تحسين درجة حرارة سطح التربة وزيادة نمو المحاصيل في مرحلة مبكرة في المناطق الباردة .

2-3. الري (Irrigation)

يعد الريّ من العناصر الأساسية في رفع مستوى الانتاج الزراعي في مختلف بلدان العالم وتزداد اهميته في المناطق الجافة وشبه الجافة التي تكون فيها الأمطار غير كافية لنمو المحاصيل و بلوغها مرحلة الحصاد. ونظرا لزيادة الطلب على المياه بسبب النشاط البشري المتزايد في جوانب الحياة المختلفة فلذلك استوجب اعادة النظر في كيفية استغلال وتوزيع وترشيد استهلاك المياه بالشكل الأنسب و الأكفأ ، إذ تعتبر إدارة التربة و المياه الركن الاساسي والمهم في هذا المجال وخصوصا اختيار طريقة الري المناسبة والتي تحقق أعلى كفاءة في استعمال المياه وتحافظ على خواص التربة الفيزيائية وكذلك توفر ظروف ملائمة لنمو النبات (الحمدة، 2007).

2-3-1. الري السطحي (Surface Irrigation)

يعرف الري السطحي بأنه إضافة المياه إلى سطح التربة مباشرة عند أعلى نقطة منغمره (كليا أو جزئيا) أو ينساب فوقه وهي من أكثر طرق الري شيوعا وانتشارا مقارنة بطرق الري الأخرى. لعل من أهم مظاهر الري السطحي هو توزيع الماء على سطح التربة بصورة متناسقة والذي غالبا ما يسيطر عليه باجراءات وتحويلات في طبيعة سطح التربة بالإضافة إلى تعيين التصريف المناسب للحقل والذي بدوره يعتمد على معدل تقدم الماء على سطح التربة وعمق الجريان وزمن الإضافة وعمق الماء المضاف. تعد أنظمة الري السطحي ذات أهمية كبيرة كونها لا تزال هي إحدى أكثر طرق الري استعمالاً في العالم ، إذ إنّ أكثر من 80 % من الأراضي الزراعية تروى بهذه الطريقة وخاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة من العالم ، إنّ فهم المبادئ الاساسية والمتغيرات الهيدروليكية المؤثرة في الري السطحي يعتبر شرطا أساسيا في تصميم وتنفيذ نظام ري ناجح، فالموازنة الصحيحة بين كل تلك المتغيرات سيؤدي إلى تقليل الضائعات المائية وتحسين كفاءة الإرواء وانتظام توزيع الماء في الحقل بغية الاستفادة والاستغلال الأمثل للماء باعتباره قيمة اقتصادية وذات أثر محدد للانتاج الزراعي في المناطق الجافة وشبه الجافة (الطيف والحديثي، 1988). تعد طريقه الري السطحي من الطرق الشائعة والسهلة وذات تكاليف ابتدائية قليلة ويفضل استعمالها للترب التي لها قابلية جيدة على خزن المياه وذات نفاذية قليلة كالترب الطينية والمزيجة ، إلا أنه وبسبب ما يحصل من هدر للمياه عن طريق الجريان السطحي (Runoff) والتبخر (Evaporation) والتخلل العميق (Deep percolation) فهذا يجعله

3-1-3-2 ري المروز Furrow Irrigation

في هذه الطريقة من الري يضاف الماء بشكل تيار يجري في مروز منشأة بين خطوط النباتات وبذلك تختلف إضافة مياه الري بطريقة المروز اختلافا جوهريا عن طريقة الغمر، حيث حركة الماء في التربة بطريقة الغمر تكون دائما إلى الأسفل حيث جذور النباتات، أما حركة الماء في التربة بطريقة المروز فتكون بثلاثة اتجاهات حركة جانبية للأعلى وحركة أفقية نحو جذور النبات وحركة نحو الأسفل (اسماعيل، 1988).

2-3-2. تأثير الري في بعض صفات التربة الفيزيائية

1-2-3-2. المحتوى الرطوبي

إنّ تحديد المحتوى الرطوبي في تربة الحقل أمر ضروري في عملية الري لغرض معرفة كمية الماء الواجب اضافتها وموعد الإضافة المناسب، إذ إنّ إضافة كمية قليلة من مياه الري قد لا تكفي للوصول إلى حدود السعة الحقلية وقد تجعل استفاضة النباتات من كمية الماء المضافة قليلة، كما أنّ الاستخدام الزائد لمياه الري الزائدة عن حاجة النبات وعن قابلية مسك التربة للماء يكون سببا في ارتفاع مستوى المياه الأرضية وتملح الترب (الطيف والحديثي، 1988). إنّ انخفاض رطوبة التربة بسبب زيادة الفترة بين الريات أو بسبب ارتفاع درجات الحرارة للإشعاع الشمسي وسرعة الرياح والرطوبة النسبية المنخفضة هذا بدوره يؤدي إلى حدوث تشققات لسطح التربة، وبالتالي زيادة كثافتها الظاهرية ومن ثم تقل جاهزية الماء والعناصر الغذائية لطبقات التربة نتيجة حصول انخفاض كبير في جهد ماء التربة (Ram et al., 1996). وذكر (Hoogmond and Stroosnijder, 1984) أن تكون القشرة (crust) يقلل من غيض الماء في التربة ويقلل من الإنبات وأن تأثير القشرة الموجودة على السطح قد ظهر بعد مرور خمس دقائق من بداية الري وأدت إلى تقليل حجم الماء المتخلل من سطح التربة. أوضح نديوي (1998) من خلال دراسته حول تأثير مستويات الري في حركة وتوزيع الماء في مقد التربة الرملية بأن كمية الماء المجهزة لها تأثير كبير في زيادة المحتوى الرطوبي عموديا وافقيا تحت معاملات مستوى ري 100% Ep مقارنة مع معاملات مستوى ري 50% Ep وبفارق معنوي.

2-2-3-2. الكثافة الظاهرية Bulk density

الكثافة الظاهرية هي دالة لمسامية التربة ولها علاقة بحركة الماء وتهوية وانتشار الجذور في التربة وتتأثر بدرجة كبيرة بعمليات إدارة التربة كالحراثة والري ، لوحظ أن التوصيل الحراري للتربة الرملية و الرملية الغرينية والغرينية والطينية قد ازداد بزيادة الكثافة الظاهرية وبزيادة المحتوى الرطوبي (Abu-Hamdeh and Reeder, 2009). وجد الدليمي (1988) ارتفاعاً في قيم الكثافة الظاهرية للتربة المزروعة بالذرة الصفراء في مرحلة تكوين العرائص بسبب حدوث التقشر في سطح التربة للألواح المحروثة نتيجة لسقوط الامطار وحركة بعض دقائق التربة الناعمة اثناء الري ودخولها في مسامات التربة وتقليل المسامية . يرجع الاهتمام بتحسين كثافة التربة الظاهرية لما لها من تأثير كبير وواضح على عمليات النمو والانتاج النباتي وبالأخص المجموع الجذري من خلال تأثيرها في الأنظمة المائية والهوائية والحرارية للتربة ، فهي تؤدي دوراً مهماً في نفاذية التربة للماء والهواء اللذان يتغيران مع تغير كثافة التربة . ذكر الراوي (1986) أن قيم الكثافة الظاهرية ازدادت في منتصف موسم النمو وفي النهاية مقارنة مع قيم الكثافة الظاهرية قبل الزراعة ، وهذا يرجع إلى حركة الدقائق الناعمة بسبب تحطم وانهيار كتل التربة اثناء الري السحي وترسيبها داخل مسامات التربة ، مما يؤدي إلى تقليل المسامية الكلية وبالتالي زيادة الكثافة الظاهرية . بين (AL-Saud et al., 1993) أن استخدام الري الموجي يزيد من كثافة التربة الظاهرية وبالأخص الطبقة السطحية ، وخلال فترة القطع تسود كل من ظاهرتي الانضمام (Consolidation) والانسداد (Sealing) في الطبقة السطحية من التربة ، مما يخفض المسامية ومن ثم انخفاض الإيصالية المائية المشبعة ومعدل الغيض.

3-2-3-2. الإيصالية المائية المشبعة (Saturated hydraulic conductivity)

الإيصالية المائية هي إحدى الخصائص الفيزيائية المهمة في دراسة خواص التربة المائية وتقييم جريان الماء فيها (Johnson et al., 2005). عرفت الإيصالية المائية من قبل Hillel (1980) بأنها النسبة بين التدفق المائي (q) إلى الإنحدار المائي في الجريان المشبع ، وهناك العديد من العوامل المؤثرة عليها منها الشكل الهندسي للمسام وتوزيع حجوم المسامات والمسامية الكلية للتربة . توصل الجنابي (2005) إلى عدم وجود فروق معنوية بين طريقتي الري بالتنقيط التقليدي والشريطي في قيم الإيصالية المائية المشبعة، إذ بلغت 4.40 و 4.50

سم. ساعة⁻¹ على التوالي، بينما وجد فروق زيادة معنوية في قيمة الإيصالية المائية المشبعة بإضافة المخلفات العضوية لسطح التربة، إذ حصلت زيادة في قيم الإيصالية المائية من 3.2 سم. ساعة⁻¹ إلى 5.69 سم ساعة⁻¹. ذكر سرحان (2009) حصول انخفاض في قيم الإيصالية المائية المشبعة لمعاملات الدراسة بعد الزراعة مقارنة بقيم الإيصالية المائية قبل الزراعة، حيث تراوحت نسبة الانخفاض 5.16 و 7.5 و 10.7 % لمعاملات الري اليومي وكلّ يومين وكل ثلاثة أيام على التوالي .

2-3-3. كفاءة استعمال الماء

تعتبر كفاءة استعمال الماء (WUE) Water use efficiency عن علاقة الحاصل في وحدة المساحة إلى كمية الماء المستعملة (Marais et al., 1998). ذكر (Copper et al., 1987) هنالك ثلاث أسس رئيسية يعتمد عليها في زيادة كفاءة استعمال الماء كتغيير كفاءة النتج، وتقليل الفقد بالنتج، وتقليل الضائعات المائية. تعد زيادة كفاءة استعمال الماء عاملاً رئيسياً للاستعمال الأمثل للماء المتوافر (عطية، 2005). بينت الابحاث الحديثة إن كإن الماء عاملاً محددًا لانتاج المحاصيل الزراعية فمن الضروري استعمال الماء المتوافر في عملية الري بكفاءة عالية قدر الامكان (Howell, 2003). أوضح (AL-Rawahy et al., 2004) أن كفاءة استعمال الماء تأثرت بالعديد من العوامل كاحتفاظ التربة بنسبة كبيرة من الماء الجاهز ونوع طرائق الري المستعملة ووجود منسوب ماء ارضي ثابت وملوحة التربة واختلاف صنف النبات، فحصل على كفاءة استعمال ماء حقلي 1.9 كغم لكل 25 سم ماء و1.2 كغم لكل 15 سم ماء لنظامي ري تنقيط سطحي وتحت سطحي على الترتيب، وكفاءة استعمال ماء محصولي 1.96 كغم م⁻³ و 1.18 كغم م⁻³ لطريقتي الري على الترتيب. استنتج (AL-Omran et al. 2004) أن كفاءة استعمال الماء من قبل النبات تزداد عندما يكون الري على أوقات متقاربة ومنتظمة تحت نظامي الري بالتنقيط السطحي وتحت السطحي اي بوجود رطوبة أرضية مرتفعة نسبياً، وفي حالة حدوث انخفاض الرطوبة يزداد الشد الرطوبي ويقل معدل حركة الماء إلى جذور النبات فتقل الاستفادة من الماء، فتحصل زيادة في الفرق بين التبخر نتج الفعلي ET_a والتبخر نتج المرجعي ET_o ، وهذا يؤدي إلى تغاير في معدلات النتج نتيجة التغير في الإشعاع وانخفاض الرطوبة النسبية في الجو فينخفض معدل نمو النبات بانخفاض المحتوى الرطوبي للتربة. كما وجد (Wahba et al., 1990) و (Tayel et al., 1993) زيادة كفاءة استخدام الماء عند رش التربة

بمستحلب البيوتومين. وأشار محمد وعلي (1995) إلى ان المغطيات أدت إلى زيادة كفاءة استخدام الماء إذ وصلت النسبة 57 ، 55 ، 49 و37% لكل من الرقائق الشفافة والنفط الأسود والقش والمقارنة على التوالي. لقد أوضحت العديد من الدراسات التي قام بها العديد من الباحثين إلى وجود اختلافات واضحة في قيم كفاءة استعمال المياه لمحصول الذرة الصفراء فقد وجد (الكواز وآخرون، 1977) بأن كفاءة استعمال الماء لمحصول الذرة الصفراء هي 0.88 كغم م⁻³، لكن (سليمان وآخرون ، 2002) فقد حصلوا على كفاءة استعمال لنبات الذرة الصفراء بلغت 1.78 كغم م⁻³، وتوصل (الظفيري ، 1998) إلى كفاءة استعمال الماء لمحصول لذرة الصفراء بلغت 0.78 كغم م⁻³.

3. المواد وطرائق العمل

Materials and Methods

3-1. موقع التجربة

نفذت تجربة حقلية للموسم الخريفي لسنة 2019 في حقل تجارب كلية الزراعة / جامعة واسط ، الواقع على خط طول $33.5^{\circ} 50' 45''$ شرقاً وخط عرض $49.8^{\circ} 29' 32''$ شمالاً ، كانت نسجة تربة الحقل مزيجاً رملية Sandy loam.

3-2. التحاليل الأولية للتربة والمياه

3-2-1. الخصائص الفيزيائية للتربة

أخذت عينات عشوائية من عدة مواقع متفرقة من تربة الحقل ومن خمسة اعماق (0-10 و 10-10-20 و 20-30 و 30-40 و 40-50) سم مزجت عينات كل عمق مع بعضها واستحصلت منها عينة مركبة ممثلة. جففت عينات الترب هوائياً ثم طحنت ونخلت بمنخل قطر فتحاته 2 ملم. استعملت هذه العينات لتقدير خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية قبل الزراعة و كما يأتي:

قدر توزيع حجوم دقائق التربة بطريقة الماصة وفق (Blake ,1965) ، قدرت الكثافة الظاهرية للتربة والكثافة الحقيقية بطريقة الإسطوانة المعدنية (Core Sampler) وطريقة قنينة الكثافة (Pycnometer Method) على الترتيب حسب الطريقة التي ذكرها (Blake ,1965) . حسب المسامية الكلية من العلاقة بين الكثافة الظاهرية و الكثافة الحقيقية حسب (vomocil,1965) وفق المعادلة الآتية:

$$f = 1 - \frac{\rho_b}{\rho_s} \times 100 \text{-----}(2)$$

أذ إن:

f: المسامية (%).

ρ_b : الكثافة الظاهرية للتربة Mg m^{-3}

ρ_s : الكثافة الحقيقية للتربة Mg m^{-3}

قدرت الإيصالية المائية المشبعة باستخدام طريقة عمود الماء الثابت وحسب طريقة (Klute, 1965) حسب المعادلة الآتية:

$$K = \frac{V L}{At \Delta H} \dots \dots \dots (3)$$

إذ أن:

K: الإيصالية المائية المشبعة (سم.ساعة⁻¹).

V: حجم الماء الراشح من عمود التربة (سم³).

L: طول عمود التربة (سم).

A: مساحة مقطع الجريان (مقطع عمود التربة) (سم²).

t: زمن جمع الماء (ساعة).

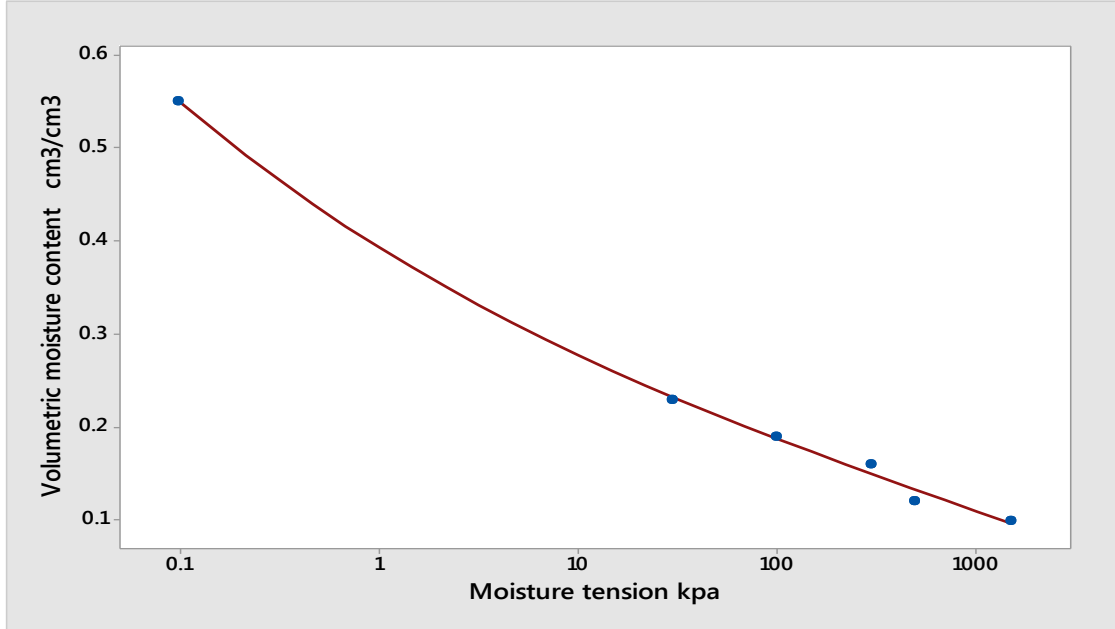
ΔH : التغير في جهد الماء بين نقطة دخوله وخروجه من عمود التربة (سم).

وكما موضح في الجدول (1)

جدول 1 . بعض الخصائص الفيزيائية لتربة الحقل قبل الزراعة

الإيصالية المائية cm hour^{-1}	المسامية %	الكثافة الحقيقية Mg m^{-3}	الكثافة الظاهرية Mg m^{-3}	نسجة التربة	التوزيع الحجمي لدقائق التربة			العمق (cm)
					الطين gKg^{-1}	الغرين gKg^{-1}	الرمل gKg^{-1}	
10.476	55.9	2.63	1.16	Sandy loam	63	360	577	0-10
10.368	54.5	2.64	1.20		76	375	549	10-20
10.188	53.6	2.65	1.23		89	360	551	20-30
10.044	52.1	2.65	1.27		93	350	557	30-40
9.792	52.4	2.67	1.27		95	335	570	40-50
10.174	53.7	2.65	1.23		83.2	356	560.8	المعدل

قدر منحنى الوصف الرطوبي لنموذج تربة الحقل للعمق 0-30 سم للشدود 0-1500 كيلو باسكال باستخدام جهاز اقراص الضغط Pressure Plate apparatus ، وحسب طريقة (Klute ,1986) كما هو موضح في شكل (1) .



شكل 1. منحنى الوصف الرطوبي لتربة حقل التجربة للعمق (0-30)سم

2-2-3 الخصائص الكيميائية للتربة

تم إجراء التحاليل الكيميائية الآتية على العينات المأخوذة قبل الزراعة على خمسة اعماق بدءاً من سطح التربة (0-10) و(10-20) و (20-30) و(30-40) و(40-50) سم وكما يلي :

- أ- الإيصالية الكهربائية (EC): قدرت باستخدام مستخلص تربة وماء (1:1) باستعمال جهاز Ec Meter حسب الطريقة التي وصفها (Jackson ,1958).
- ب- درجة التفاعل (PH): قدر باستخدام مستخلص تربة وماء (1:1) بواسطة جهاز PH meter حسب الطريقة التي وصفها (Jackson ,1958).
- ت- قدرت المادة العضوية في التربة باستخدام دايكرومات البوتاسيوم حسب طريقة Walkley – Black مذكورة في (Jackson , 1958) .

- ث- قدرت الأيونات الموجبة والسالبة الذائبة في مستخلص التربة 1:1 تربة: ماء حسب الطرائق الواردة في (Richards ,1954).
- ج- قيس الكالسيوم والمغنيسيوم بطريقة التسحيح مع EDTA (0.01 N) ،حسب ما ورد في (Richards ,1954).
- ح- قيس الصوديوم والبوتاسيوم باستعمال جهاز اللهب الضوئي (Flame photometer) ،حسب ما ورد في (Jackson ,1958).
- خ- قدرت الكربونات والبيكارونات بطريقة التسحيح مع حامض الكبريتيك (0.01N) ،حسب ما ورد في (Richards ,1954).
- د- قيس الكلوريد بطريقة التسحيح مع نترات الفضة (0.01 N) حسب ما ورد في (Richards ,1954).
- ذ- قدرت الكبريتات بترسيبها على هيئة كبريتات الباريوم ،حسب ما ورد في (Page ,1982). ويوضح جدول (2) الخصائص الكيميائية لتربة موقع التجربة .

جدول 2 . بعض الخصائص الكيميائية لتربة الحقل قبل الزراعة

المادة العضوية gKg ⁻¹	الأيونات الذائبة (mmol L ⁻¹)								درجة التفاعل (pH)	الإيصالية الكهربائية (dSM ⁻¹)	الصفة عمق التربة (cm)
	SO ₄ ⁻²	HCO ₃	Cl ⁻	CO ₃ ⁻²	K ⁺	Na ⁺	Mg ⁺²	Ca ⁺²			
6.5	1.31	4.8	12.8	0	2.2	3.11	4.4	9.2	7.15	1.89	0-10
5.8	1.28	4	12.5	0	2.0	2.92	3.8	8.9	7.13	1.79	10-20
5.8	1.1	3.6	10.6	0	1.81	2.70	3.1	7.7	7.11	1.49	20-30
5.5	1.4	3.1	10	0	1.63	2.63	2.6	6.4	7.09	1.34	30-40
5.3	1.2	3.0	10	0	1.62	2.61	2.6	6.3	7.11	1.32	40-50

3-2-3- خصائص ماء الري

يبين جدول (3) بعض الخصائص الكيميائية لمياه الري (مياه نهر دجلة) التي استخدمت لري معاملات التجربة .

جدول 3. بعض الصفات الكيميائية لماء الري

SO ₄ ⁻²	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₂ ⁻	K ⁺	Na ⁺	Mg ⁺²	Ca ⁺ ₂	PH	Ec	الصفة
(الايونات الذائبة (mmol L))									(dsm ⁻¹)	الوحدة
1.5	7	5	0	0.641	3.6	4	5.6	6.76	1.4	

3-3. تهيئة ارض التجربة

اختيرت قطعة ارض بمساحة اجمالية 731 م² ابعادها (17م × 43 م) حرثت بالمحراث الثلاثي القلاب وسويت التربة ونعمت باستخدام معدات تحضير التربة (الدسك والمعدلان). تم تقسيم ارض التجربة الى ثلاث مكررات شمل كل مكرر ثمان وحدات تجريبية بواقع اجمالي 24 وحدة تجريبية ، تم تهيئة الوحدات التجريبية و توزيع المعاملات حسب تصميم التجربة ، كذلك شملت طريقتا الري وهي الاحواض والمروز والتي على أساسها تم تهيئة الوحدات التجريبية حسب عامل التجربة الثاني. اذ كانت المسافة بين مرز واخر 75 سم بواقع اربع مروز لكل وحدة تجريبية. تركت مسافة 1 م بين كل وحدتين تجريبيتين متجاورتين ومسافة 1م بين المكررات لمنع التداخل بين جهات الترطيب بين المعاملات المدروسة .

4-3. الوصف العام لمنظومة الري

تتكون منظومة الري من حوض ماء أبعاده 3م × 2م × 2م مبطن بالنايلون وتم ملئه بمياه نهر دجلة بواسطة مضخة كهربائية منصوبة على ضفة النهر ، تم نصب مضخة بنزين 2 أنج × 2 أنج على حافة الحوض وترتبط المضخة بفلتر لغرض تصفية مياه الري. تم نصب مقياس ضغط بين المضخة والفلتر وكذلك تم نصب أنبوب ماء راجع بين المضخة ومقياس الضغط للتحكم في ضغط الماء داخل المنظومة والمحافظة على تصريف ثابت، يتصل الفلتر بأنبوب رئيسي قطره 2 أنج تتفرع منه أنابيب فرعية بنفس القطر بعدد 8 أنابيب، يتفرع من كل أنبوب ثلاثة أنابيب كل أنبوب خاص بوحدة تجريبية ينتهي بسداد(كالك) لغرض التحكم بكمية المياه المضافة للوحدة التجريبية وحسب زمن الري الخاص بكل معاملة .

3-5. نصب ومعايرة منظومة الري

نصبت منظومة الري ومدت الأنابيب الحقلية حسب التصميم التجريبي ، تم تشغيل المنظومة قبل الزراعة لغرض معالجة أماكن النضح الحاصل من التقاسيم والعكوس والأقفال الخاصة بالمنظومة ، وكذلك لقياس تصريف المياه الخارجة من الأنابيب الفرعية الخاصة بالوحدات التجريبية والبالغة 24 أنبوباً فرعياً ، حيث تم وضع حاويات بلاستيكية في نهاية كل أنبوب فرعي وتجميع كمية ماء معينة خلال فترة زمنية 2 دقيقة لغرض حساب معدل التصريف الخارج من هذه الأنابيب وحسب المعادلة الآتية الواردة في الحديثي واخرون (2010) :

$$Q=V/T\text{-----}(4)$$

حيث إنَّ .:

Q :التصريف لتر/ثانية

V :حجم الماء المتجمع (لتر)

T:زمن القياس(ثانية ، دقيقة)

تم تكرار قياس التصريف لأكثر من مرة ولجميع الأنابيب الفرعية وتم تثبيت التصريف Q بمقدار (1.6) لتر/ثا لغرض حساب زمن الري T للوحدات التجريبية الخاصة بمعاملات التجربة. كذلك تم ري تربة الحقل رية التعبير قبل الزراعة للمحافظة على التوازن الملحي لحقل التجربة ولتحديد خط تجمع الملح في الوحدات التجريبية الخاصة بري المروز.

6-3. التصميم التجريبي ومعاملات التجربة

استخدمت تجربة عاملية وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD) وبثلاثة مكررات وتتكون معاملات التجربة من العوامل الآتية :

ا- طريقة الري : تتضمن نوعين من طرق الري هما:

• ريّ الأحواض (Basins(B)

• ريّ المروز (Furrows (F)

ب- مغطيات التربة : تم استخدام ثلاثة أنواع من التغطية وهي :

• التغطية برقائق البولي اثيلين Black polyethylene mulch غطيت الأحواض بالكامل برقائق البولي اثيلين الأسود ، اما المروز فتم تغطيتها بالكامل برقائق البولي اثيلين الاسود مع ترك قاع المرز بدون تغطية.

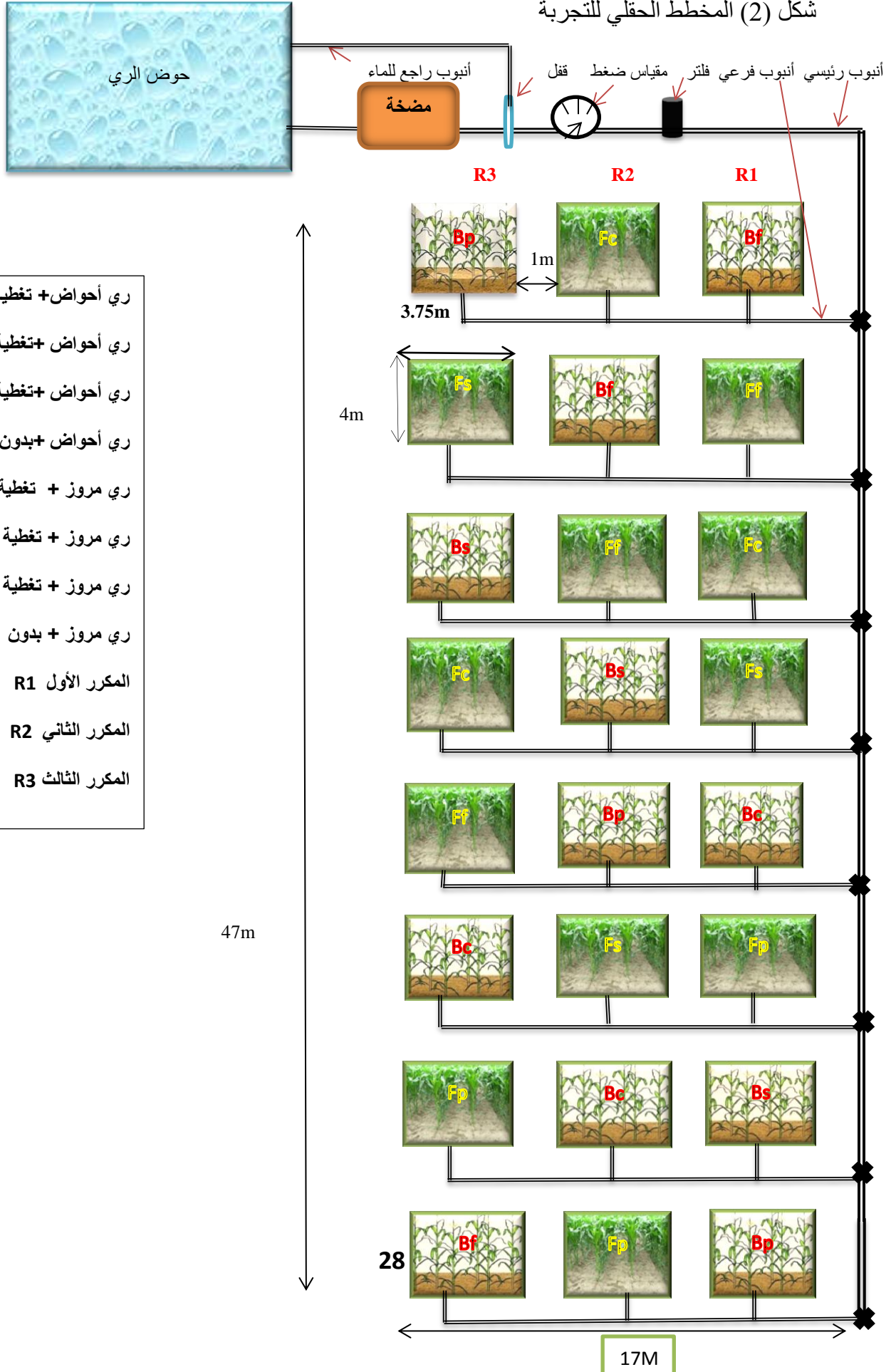
• التغطية بالسعف Fronds mulch تمت تغطية الأحواض بالسعف ، اما المروز فتم تغطية الجهة المقابلة لأشعة الشمس بسعف النخيل والتي تم فيها زراعة المحصول.

• التغطية بالقشّ Straw mulch تم تغطية الأحواض بالقشّ ، أما المروز غطيت الجهة المقابلة لأشعة الشمس والتي تم فيها زراعة المحصول.

• بدون تغطية (Control).

تم توزيع المعاملات الثمانية عشوائياً على الوحدات التجريبية لكل مكرر، ويوضح شكل (2) المخطط الحقل لمعاملات التجربة .

شكل (2) المخطط الحقل للتجربة



- Bs ري أحواض + تغطية قش
- Bf ري أحواض + تغطية سعف
- Bp ري أحواض + تغطية نايلون
- Bc ري أحواض + بدون تغطية
- Fs ري مروز + تغطية قش
- Ff ري مروز + تغطية سعف
- Fp ري مروز + تغطية نايلون
- Fc ري مروز + بدون تغطية
- R1 المكرر الأول
- R2 المكرر الثاني
- R3 المكرر الثالث

7-3. موعد وطريقة الزراعة

تمت زراعة بذور الذرة الصفراء *Zea mays L.* صنف فجر المجهز من قبل الهيئة العامة للبحوث الزراعية / وزارة الزراعة العراقية بتاريخ 2019/7/20، زرعت على شكل خطوط في الأحواض وفي الثلث العلوي من المرز. كانت المسافة بين جوررة وأخرى 25 سم وبين خط زراعة وآخر 75 سم وبواقع (3) بذور في الجورة الواحدة ، وبعمق 1-5 سم وأجريت عملية الخف بعد الإنبات وترك نبات واحد في الجورة الواحدة .

8-3. التسميد

تم استعمال الأسمدة الكيماوية لغرض تسميد الحقل وحسب التوصيات السمادية لوزارة الزراعة العراقية/2019 ،أضيف سماد اليوريا (46% N) بمقدار 200 كغم. هكتار⁻¹ على دفعتين ، تم إضافة الدفعة الأولى بعد شهر من الزراعة وبطريقة السرب على عمق 5 سم والدفعة الثانية بعد شهرين من الزراعة ، وأضيف سماد سوبر فوسفات الثلاثي (20% P) بمقدار 240 كغم. هكتار⁻¹ دفعة واحدة قبل الزراعة ووزعت بشكل متجانس داخل الأحواض والمروز ، وكذلك تم إضافة سماد كبريتات البوتاسيوم (41.5% K) بمقدار 100 كغم هكتار⁻¹ دفعة واحدة قبل الزراعة .

9-3. الري

تم اعطاء الريّة الأولى (ريّة الإنبات) بعد الزراعة مباشرة بتاريخ 2019/7/20 حيث تم ري جميع معاملات التجربة ريات متساوية لحين الإنبات، حيث بعدها تم الريّ على أساس الاستنفاد الرطوبي حسب معادلة 5 ، حيث تم الري عند استنزاف 50% من الماء الجاهز للنبات ، إذ تم إضافة عمق الماء اللازم لإيصال رطوبة التربة إلى حدود السعة الحقلية بالاعتماد على بيانات منحنى الوصف الرطوبي (جدول 4 وملحق 1)، حيث قدر محتوى الماء الجاهز في التربة عن طريق الفرق بين السعة الحقلية (المحتوى الرطوبي الحجمي عند شد 33 كيلو باسكال) ونقطة الذبول الدائم (المحتوى الرطوبي الحجمي عند شد 1500 كيلو باسكال) ، وحسب المحتوى الرطوبي الحجمي θ بعد استنزاف 50% من الماء

الجاهز كما هو موضح في جدول (4) وتم حساب عمق ماء الري d كما موضح في معادلة (5) المقترحة من قبل Allen وآخرون (1998).

$$d = (\Theta_{f.c} - \Theta_w) \times D \text{-----}(5)$$

d : عمق ماء الري الواجب إضافته (سم)

$\Theta_{f.c}$: الرطوبة الحجمية عند السعة الحقلية سم³/سم³

Θ_w : الرطوبة الحجمية قبل الريه اللاحقة سم³/سم³ (بعد استنزاف 50% من الماء الجاهز)

D : عمق التربة (سم) حيث استخدم عمق 10 سم لمرحلة الإنبات والنمو الخضري ثم زيادة إلى 20 سم لمرحلة التزهير، ثم زيادة إلى 30 سم في مرحلة النضج والحصاد واعتمادا على المتابعة الحقلية لتعمق المجموع الجذري للمحصول.

جدول (4) المحتوى الرطوبي وصفات التربة المستخدمة في جدولة الري

القيمة	الوحدة	الخاصية
0.23	cm ³ /cm ³	المحتوى الرطوبي الحجمي عند السعة الحقلية (33 كيلو باسكال)
0.1	cm ³ /cm ³	المحتوى الرطوبي الحجمي عند نقطة الذبول الدائم (1500 كيلو باسكال)
0.13	cm ³ /cm ³	الماء الجاهز
0.065	cm ³ /cm ³	استنزاف 50% من الماء الجاهز
0.165	cm ³ /cm ³	المحتوى الرطوبي الحجمي بعد استنزاف 50% من الماء الجاهز
18.7	%	المحتوى الرطوبي الوزني عند السعة الحقلية
13.41	%	المحتوى الرطوبي الوزني بعد استنزاف 50% من الماء الجاهز

تم حساب حجم الماء المضاف (V) لكل وحدة تجريبية وزمن الري (T) وفق المعادلات الواردة في حاجم وياسين (1992) و الحديثي وآخرون (2010) وكما يلي :

$$V = d \times A \text{-----(6)}$$

$$T = V / Q \text{-----(7)}$$

V:حجم ماء الري المضاف (m³)

d:عمق ماء الري (م)

A:مساحة الوحدة التجريبية (أحواض أو مروز) م²

Q:التصريف (لتر /ثا) ويحول إلى (م³/ثا) أو (م³/دقيقة) عند حساب زمن الري(T)

تمّ حساب مساحة الوحدة التجريبية (الأحواض) = الطول × العرض ، حيث كانت مساحة الحوض = 3.75 م × 4 م ، وتحسب كمية الماء المضافة للوحدة التجريبية كحجم (m³) من خلال حاصل ضرب عمق ماء الري المضاف (m) × مساحة الحوض (m²). أما في طريقة ري المروز فتحسب كمية ماء الري المضافة كحجم (m³) لكلّ مرز كما يلي :

ا- طول المحيط المبتل للمرز = 0.7 م ، طول المرز = 4 م

ب- المساحة المبتلة = 4 × 0.7 = 2.8 م²

ج- حجم ماء الري المضاف (m³) = عمق ماء الري المضاف (m) × المساحة المبتلة (2.8 م²) × عدد المروز (4)

أو تحسب كما يلي :

ا- مساحة المرز الواحد (m²) = 0.75 م × 4 م = 3 م²

ب- نسبة المساحة المبتلة = (طول المحيط المبتل /المسافة بين المروز) × 100

= (0.7 م / 0.75 م) × 100 = 93.3%

ت-كمية الماء المضافة كحجم (m^3) للمرز الواحد = عمق ماء الري المضاف (m) \times مساحة المرز (m^2) \times نسبة المساحة المبتلة (0.993) .

ث-كمية الماء المضافة كحجم (m^3) للوحدة التجريبية = عمق ماء الري المضاف (m) \times مساحة المرز (m^2) \times نسبة المساحة المبتلة (0.933) \times عدد المروز وكما موضح بالملحق (1) .

10-3. عمليات خدمة المحصول

استعملت المكافحة الكيماوية لغرض حماية محصول الذرة الصفراء من الحشرات حيث استعمل مييد الديازينون المحبب تركيز (10%) وبمقدار 1.5 كغم /دونم على القمم النامية للنبات كإجراء وقائي تحسبا لاحتمال الإصابة بحشرة حفار ساق الذرة وأجريت عمليات خف للنبات وترقيع والعزق اليدوي للادغال كلما دعت الحاجة لذلك .

11-3. القياسات الحقلية خلال موسم نمو المحصول

1-11-3. قياس المحتوى الرطوبي للتربة

قدر المحتوى الرطوبي لجميع المعاملات في التجربة طيلة موسم النمو من خلال أخذ نماذج من التربة لمراحل النمو المختلفة بعد 24 ساعة من الري وقبل الري اللاحقة على أعماق (0-10، 10-20، 20-30، 30-40، 40-50)سم من سطح التربة اعتمادا على عمق جذور المحصول ووزنت وجفت في الميكرويف لمدة 3-4 دقيقة ووزنت بعد التجفيف ، وتم حساب الرطوبة الوزنية pw ووفقاً للطريقة التي ذكرها (Richards، 1954) خلال موسم نمو المحصول لغرض جدولة الري وحساب الرطوبة الحجمية θ من خلال ضرب الرطوبة الوزنية pw في الكثافة الظاهرية للتربة.

3-11-2. قياس درجة حرارة التربة

قيست درجة حرارة التربة لكلّ معاملات التجربة طيلة موسم النمو وعلى أعماق 0,10,20,30,40 سم من سطح التربة بواسطة مجسات رقمية كل 6 ساعات وبشكل يومي طيلة فترة التجربة ، من خلال وضع المجسات الرقمية في مواقع عشوائية من كل وحدة تجريبية لجميع معاملات التجربة.

3-11-3. الكثافة الظاهرية

قيست الكثافة الظاهرية للتربة لكلّ معاملات التجربة خلال موسم النمو وعلى أعماق 0-10 ، 10-20 ، 20-30 ، 30-40 ، 40-50 سم من سطح التربة باستعمال طريقة الاسطوانة Core Sample ، قيست الكثافة الظاهرية قبل الزراعة (شهر تموز) وفي بداية الموسم (شهر آب) وفي منتصف الموسم (شهر أيلول و تشرين الأول) وفي نهاية الموسم بعد الحصاد (شهر تشرين الثاني).

3-11-4. الإيصالية المائية

قيست الإيصالية المائية للتربة لكلّ معاملات التجربة في نهاية موسم النمو بعد الحصاد (شهر تشرين الثاني) وعلى أعماق 0-10 ، 10-20 ، 20-30 ، 30-40 ، 40-50 سم من سطح التربة باستعمال عمود الماء الثابت على نماذج تربة غير ماثرة.

3.12. تقدير الصفات الحرارية

تم حساب الصفات الحرارية لجميع معاملات التجربة ولخمس أعماق 0-10 و 10-20 و 20-30 و 30-40 و 40-50 سم من سطح التربة ولجميع معاملات التجربة والتي تتضمن :.

3-12-1. حساب الإيصالية الحرارية للتربة حسب ما ورد في (Kersten,1949) باستخدام المعادلة الآتية:

$$\lambda=(0.9 \log W-0.2) * 10^{0.01Yd} \text{-----}(8)$$

حيث إنَّ:

λ :الإيصالية الحرارية ($Wm^{-1} k^{-1}$)

W:المحتوى الرطوبي الوزني ($Kg Kg^{-1}$)

Yd : الكثافة الظاهرية للتربة $Mg m^{-3}$

2-12-3 تقدير السعة الحرارية الحجمية (Cv) وتحسب من المعادلة الواردة في (Steven et al.,2012) الآتية :

$$C_v = \frac{2.01 \cdot 10^6 \rho_b}{2.65} + 4.19 \times 10^6 \theta \text{ -----(9)}$$

أذ أن:

Cv:السعة الحرارية الحجمية ($J m^{-3} k^{-1}$)

ρ_b :الكثافة الظاهرية ($Mg m^{-3}$)

θ :المحتوى الرطوبي الحجمي للتربة ($m^3 m^{-3}$)

3-12-3. تقدير عمق التضاؤل للتربة و يحسب من معادلة (Hillel ,1998) وكما يلي:.

$$d = \sqrt{\frac{2\lambda}{\omega C_v}} \text{ -----(10)}$$

أذ ان:.

d:عمق التضاؤل (m)

λ :الإيصالية الحرارية ($w m^{-1} k^{-1}$)

Cv:السعة الحرارية الحجمية ($J m^{-3} k^{-1}$)

ω : التكرار النصف القطري والذي يحسب من المعادلة الواردة في (Hillel ,1998) :

$$\omega = \frac{2\pi}{86400} \text{-----} (11)$$

3-12-4. التدفق الحراري للتربة ويحسب من معادلة (Fourier) الواردة في (Steven et al. , 2012) وكما يلي:.

$$qh = -\lambda \frac{dT}{dx} \text{-----} (12)$$

أذ أن:

qh: التدفق الحراري ($w m^{-2}$)

λ : الإيصالية الحرارية ($w m^{-1} k^{-1}$)

T: درجة الحرارة (K)

X: المسافة الرأسية (m)

3-13. قياسات مؤشرات نمو المحصول اثناء مراحل النمو

تم قياس مؤشرات نمو المحصول خلال مرحلة اكتمال التزهير 100%، اذ تم اخذ خمسة نباتات بصورة عشوائية من كل وحدة تجريبية وقيست المؤشرات الاتية :

3-13-1. ارتفاع النبات (سم):. تم حسابه بواسطة مسطرة مدرجة من منطقة خروج الساق فوق سطح التربة وحتى عقدة النورة الزهرية الذكرية عند النضج الفسلجي (الساهاوكي، 1990).

3-13-2. المساحة الورقية (سم²):. حسبت من خلال المعادلة المقترحة من قبل الساهاوكي (1990) وكما يلي :

$$\text{المساحة الورقية} = (\text{طول ورقة} \times \text{عرض الورقة}) \times 0.75 \text{-----} (13)$$

14-3 الحصاد: تم حصاد المحصول بتاريخ 2019/11/20 بعد اكتمال النضج من خلال قطع النبات من منطقة اتصاله بسطح التربة .

15-3 . قياسات المحصول بعد الحصاد

1-15-3. حاصل الحبوب الكلي (طن/هكتار) :.تم حسابه من معدل وزن الحاصل المأخوذ كمعدل من خمسة نباتات المأخوذة من الخطين الوسطية من كل وحدة تجريبية مضروب في الكثافة النباتية، أذ تم تقريظ البذور ومن ثم تعديل الحاصل لمساحة طن /هكتار (البلداوي وآخرون،2014).

2-15-3 . وزن 500 حبة :. تم حسابه من خلال وزن 500 حبة من حاصل حبوب خمسة نباتات أخذت بصورة عشوائية من كل وحدة تجريبية بعد تصحيح الوزن على المحتوى الرطوبي 14.5% (الساهاوكي،1990).

16-3 . قياسات خصائص التربة الفيزيائية بعد انتهاء موسم نمو المحصول

قيست الكثافة الظاهرية والإبصالية المائية والمحتوى الرطوبي الوزني والحجمي ولخمس أعماق 0-10 و 10-20 و 20-30 و 30-40 و 40-50 سم من سطح التربة وقيست درجة حرارة التربة لخمس أعماق (0،10،20،30،40 سم) من سطح التربة ولجميع معاملات التجربة .

17-3 . كفاءة استعمال الماء WUE

تم حساب كفاءة استعمال الماء من خلال المعادلة الآتية والواردة في (الطيف والحديثي، 1988)

$$WUE = \frac{\text{الحاصل (كغم/هكتار)}}{\text{كمية ماء الري المضافة (م}^3\text{/هكتار)}} \text{-----} (14)$$

18-3 البيانات المناخية

تم الحصول على البيانات المناخية من محطة الأنواء الجوية في الكوت خلال مراحل نمو محصول الذرة الصفراء لسنة 2019 كما موضح في الملحق (12).

18-4 التحليل الاحصائي

تم إجراء التحليل الاحصائي للصفات المدروسة باستخدام برنامج Genstate ومقارنة المتوسطات وباستخدام اختبار أقل فرق معنوي L.S.D عند مستوى احتمال 0.05 (ملحق 11) وحسب عوامل التجربة :-

- أ- حلت مؤشرات نمو المحصول وفقاً للتصميم المستخدم (تجربة عاملية RCB).
ب- حلت نتائج الصفات الحرارية والفيزيائية وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة حسب ترتيب الالواح العاملية تحت الثانوية.

4 . النتائج والمناقشة

Results and Discussion

1-4. تأثير تغطية سطح التربة وطريقة الري في درجة حرارة التربة خلال موسم النمو

يلاحظ من جداول 5 و6 و7 و8 و9 تأثير التغطية في درجة حرارة التربة خلال موسم نمو محصول الذرة الصفراء، اذ سجلت أعلى درجات حرارة للتربة خلال الاشهر الأولى للموسم الزراعي (تموز وأب) ثم حصل انخفاض قليل لدرجة الحرارة في منتصف الموسم (أيلول وتشرين الأول) واستمر الانخفاض لنهاية الموسم (تشرين الثاني)، وسجلت أعلى معدلات لدرجات الحرارة للمعاملات المغطاة برقائق البولي اثيلين الأسود والمقارنة تليها سعف النخيل وأقل درجة حرارة للمعاملات المغطاة بالقش، بلغت في بداية الموسم (35.64 ، 34.06 ، 32.28 ، 31.49 م °) على التوالي ،اذ إنّ لمغطيات التربة تأثير في درجة حرارة التربة ، حيث تعمل أما على رفع أو خفض درجة حرارة التربة حسب الموسم الزراعي والظروف البيئية للمنطقة (Ramesh et al. ,2006). ويعزى سبب ارتفاع درجة حرارة التربة المغطاة برقائق البولي اثيلين الأسود إلى قابليتها على امتصاص أشعة الشمس وامكانية خزنها في التربة ،وهذا يتفق مع ما توصل إليه (El-Nemr ,2006)، كذلك يلاحظ أنّ التغطية برقائق البولي اثيلين الأسود تعمل على رفع درجة حرارة التربة إلى درجتين مئوية مقارنة مع الترب غير المغطاة ، وهذا يتفق مع (AL-Masoum et al. ,1993). ولوحظ ارتفاع درجة حرارة التربة من 4c° درجة مئوية للمعاملة المغطاة برقائق البولي اثيلين الاسود مقارنة مع درجة حرارة التربة للمعاملة المغطاة بالقشّ وهذا يتفق مع ما توصل إليه (Lal and Shukla ,2004)، أعطت المعاملات المغطاة بسعف النخيل اقل درجة حرارة مقارنة بالتربة الغير مغطاة وبفارق معنوي مقارنة بالمعاملات المغطاة برقائق البولي اثيلين الأسود، وهذا يتفق مع ما توصل إليه الحسبي (2009). أما أقل درجة حرارة سجلت خلال الموسم فهي للمعاملات المغطاة بالقش بسبب لونه البراق الذي يعمل على عكس أشعة الشمس ومحافظته على رطوبة التربة والمحافظة على درجة حرارة ملائمة لنمو النبات ،وهذا يتفق مع ما توصل إليه (Islam et al. ,2006). يلاحظ من جداول 5 و6 و7 و8 و9 عدم وجود فروق معنوية لطريقة الري (احواض و مروز) في درجة حرارة لتربة خلال اشهر نمو المحصول.

جدول 5. تأثير تغطية سطح التربة وطريقة الري في معدل درجة حرارة التربة خلال شهر تموز

رقائق البولي اثيلين اسود	سعف	قش	مقارنة	التداخل الثنائي (ري + تغطية)	
35.22	33.81	30.70	34.32	ري أحواض	
36.06	30.76	32.28	33.80	ري مروز	
معدل طرق الري					
ري مروز			ري أحواض		
33.22			33.51		
50-40	40-30	30-20	20-10	10-0	معدل الأعماق
33.79	33.40	33.20	32.90	33.55	
رقائق البولي اثيلين الاسود	سعف	قش	مقارنة	التغطية	
35.64	32.28	31.49	34.06		
التداخل الثنائي (ري + تغطية)	الأعماق		التغطية	الري	LSD
0.2479	0.0700		0.1134	0.3242	

جدول 6. تأثير تغطية سطح التربة وطريقة الري في معدل درجة حرارة التربة خلال شهر اب

رقائق البولي اثيلين الاسود	سعف	قش	مقارنة	التداخل الثنائي (ري + تغطية)	
36.64	35.41	34.39	35.80	ري أحواض	
36.02	35.43	34.77	35.85	ري مروز	
معدل طرق الري					
ري مروز			ري أحواض		
35.52			35.56		
رقائق البولي اثيلين الاسود	سعف	قش	مقارنة	التغطية	
36.33	35.42	34.58	35.82		
التداخل الثنائي (ري + تغطية)			التغطية	الري	LSD
0.1660			0.1149	0.1744	

جدول 7. تغطية سطح التربة وطريقة الري في معدل درجة حرارة التربة خلال شهر أيلول

رقائق البولي اثيلين الاسود	سعف	قش	مقارنة	التداخل الثنائي (ري + تغطية)	
35.31	32.79	32.31	34.45	ري أحواض	
34.04	34.24	31.79	35.12	ري مروز	
معدل طرق الري					
ري مروز			ري أحواض		
33.80			33.72		
رقائق البولي اثيلين الاسود	سعف	قش	مقارنة	معدل التغطية	
34.68	33.52	32.05	34.79		
التداخل الثنائي (ري + تغطية)			التغطية	الري	LSD
0.3524			0.2363	0.3881	

جدول 8. تأثير طريقة الري و التغطية على معدل درجة حرارة التربة خلال شهر تشرين الأول

رقائق البولي اثيلين الاسود	سعف	قش	مقارنة	التداخل الثنائي (ري + تغطية)	
29.42	27.74	27.45	27.96	ري أحواض	
28.91	28.60	25.98	29.40	ري مروز	
معدل طرق الري					
ري مروز			ري أحواض		
28.22			28.14		
رقائق البولي اثيلين الاسود	سعف	قش	مقارنة	معدل التغطية	
29.16	28.17	26.71	28.68		
التداخل الثنائي (ري + تغطية)			التغطية	الري	LSD
0.615			0.436	0.616	

جدول 9. تأثير طريقة الري والتغطية على معدل درجة حرارة التربة خلال تشرين الثاني

رقائق البولي اثيلين الاسود	سعف	قش	مقارنة	التداخل الثنائي (ري +تغطية)
19.81	19.90	18.29	22.00	ري أحواض
20.43	19.89	19.00	20.78	ري مروز
معدل طرق الري				
ري مروز		ري أحواض		
20.02		20.00		
رقائق البولي اثيلين الاسود	سعف	قش	مقارنة	معدل التغطية
20.12	19.89	18.64	21.39	
التداخل الثنائي(ري +تغطية)			التغطية	الري
0.121			0.086	0.061
				LSD

توضح الجداول 5 و6 و7 و8 و9 تأثير طريقة الري على درجة حرارة التربة خلال موسم النمو، اذ يلاحظ عدم وجود فروق معنوية بين طريقتي الري (أحواض ومروز) على درجة حرارة التربة خلال اشهر نمو المحصول. يلاحظ من الجداول 5 و6 و7 و8 و9 تأثير التداخل الثنائي بين طرق الري والتغطية على حرارة التربة في نهاية الموسم، اذ حققت معاملة الري بالأحواض بدون تغطية (مقارنة) أعلى قيم مقارنة مع باقي المعاملات في نهاية الموسم، اذ بلغت 20.00 م°، بينما حصلت معاملة الري بالأحواض المغطاة بالقش على أقل درجة حرارة مقارنة مع بقية المعاملات في نهاية الموسم حيث بلغت 18.29 م°، ويعزى السبب إلى أن استخدام القش في تغطية سطح التربة يؤدي إلى تقليل التبخر من التربة والمحافظة على رطوبة التربة لفترة أطول وتقليل التباين في درجة حرارة التربة مقارنة بالتراب غير المغطاة، وهذا يتفق مع (Dahiya et al., 2003).

2-4. تأثير تغطية سطح التربة وطريقة الري في الإيصالية الحرارية في بداية ونهاية الموسم

يبين جدول (10) تأثير التغطية وطريقة الري على الإيصالية الحرارية في بداية ونهاية الموسم، وكانت الفروقات معنوية لمعاملة التغطية في قيم الإيصالية الحرارية للتربة خلال موسم نمو المحصول، إذ يلاحظ تفوق معاملة التغطية برقائق البولي اثلين في بداية ونهاية الموسم بحصولها على أعلى إيصالية حرارية للتربة، تلتها معاملة القش والسعف مقارنة بمعاملة المقارنة، إذ بلغت في بداية الموسم 0.830 ، 0.769 ، 0.752 ، 0.665 W/m .K على التوالي وبلغت في نهاية الموسم 0.834 ، 0.813 ، 0.772 ، 0.746 W/m.k على التوالي، ويرجع سبب ذلك إلى المحتوى الرطوبي العالي لهذه المعاملات، إذ كانت المعاملة المغطاة برقائق البولي اثلين ذات محتوى رطوبي عالٍ تليها معاملة التغطية بالقش والسعف مقارنة مع معاملة المقارنة، كما هو موضح في ملحق 6، ويعزى السبب إلى أنّ تغطية سطح التربة برقائق البولي اثلين الأسود أدى إلى تقليل تبخر الماء من التربة وكذلك التغطية بالقش والسعف تحافظ على رطوبة التربة لفترة أطول، مما أدى إلى حصول هذه المعاملات على أعلى إيصالية حرارية مقارنة بمعاملة بدون تغطية، إذ إنّ الإيصالية الحرارية تكون أعلى تحت الظروف الرطبة مقارنة مع الظروف الجافة لأن أعلى إيصالية حرارية للتربة يتم الحصول عليها بعد الري وهذا يتفق مع (Martin et al., 1991) و (Warren and Bilderback, 2004). وقد يعزى السبب أيضاً إلى أنّ زيادة المحتوى الرطوبي للتربة يعمل على زيادة التماس بين الدقائق والتي تعمل على زيادة الإيصالية الحرارية والانتشارية الحرارية للتربة (التميمي وعبد، 2015)، يلاحظ أيضاً زيادة الإيصالية الحرارية في نهاية الموسم مقارنة مع بداية الموسم لجميع المعاملات، ويرجع سبب ذلك لزيادة المحتوى الرطوبي مع تقدم موسم النمو كما هو موضح في ملحق 6، وكذلك زيادة الكثافة الظاهرية لمعظم المعاملات مع استمرار موسم النمو كما هو موضح في ملحق 4، إذ إنّ زيادة الكثافة الظاهرية تؤدي إلى تقليل المسامية وتزيد من حالة التماس بين دقائق التربة فتعمل على زيادة الإيصالية الحرارية للتربة (التميمي وعبد، 2015).

جدول 10. تأثير تغطية سطح التربة وطريقة الري في معدل الإيصالية الحرارية (W/m.K)

في بداية ونهاية الموسم

تأثير تغطية سطح التربة وطريقة الري في معدل قيم الإيصالية الحرارية في بداية الموسم				
التداخل الثنائي(ري+ تغطية)	مقارنة	قش	سعف	رقائق البولي اثيلين الاسود
ري أحواض	0.71880	0.77840	0.76680	0.83660
ري مروز	0.61200	0.75880	0.73673	0.82420
معدل طرق الري	أحواض		مروز	
	0.77515		0.73293	
معدل طرق التغطية	مقارنة	قش	سعف	رقائق البولي اثيلين الاسود
	0.66540	0.76860	0.75177	0.83040
LSD	الري	التغطية	التداخل الثنائي (ري+ تغطية)	
	0.007403	0.005151	0.007302	
تأثير تغطية سطح التربة وطريقة الري في معدل قيم الإيصالية الحرارية في نهاية الموسم				
التداخل الثنائي(ري+ تغطية)	مقارنة	قش	سعف	رقائق البولي اثيلين الاسود
ري أحواض	0.76340	0.80580	0.78100	0.83960
ري مروز	0.72900	0.81967	0.76300	0.82860
معدل طرق الري	أحواض		مروز	
	0.79745		0.78507	
معدل طرق التغطية	مقارنة	قش	سعف	رقائق البولي اثيلين الاسود
	0.74620	0.81273	0.77200	0.83410
LSD	الري	التغطية	التداخل الثنائي (ري+ تغطية)	
	0.008709	0.005165	0.007793	

يوضح جدول 10 وجود تأثير معنوي لطريقة الري في قيم الإيصالية الحرارية للتربة خلال موسم نمو المحصول ، إذ تفوقت طريقة الري بالأحواض معنويًا على طريقة الري بالمرروز في زيادة الإيصالية الحرارية في بداية ونهاية الموسم ، إذ بلغت 0.775 ، 0.733 W/m.k على التوالي في بداية الموسم و 0.797 ، 0.785 W/m.k على التوالي في نهاية الموسم . يرجع سبب ذلك إلى أن كميات الماء المضافة في طريقة الري بالأحواض أكثر من طريقة الري بالمرروز كما هو موضح في ملحق 2 ، إذ كانت نسبة المساحة المبتلة بطريقة الري بالأحواض هي 100% ، في حين كانت نسبة المساحة المبتلة بطريقة الري بالمرروز هي 93% ، مما أدى إلى زيادة المحتوى الرطوبي للتربة الذي له دور كبير في زيادة الإيصالية الحرارية للتربة ، إذ يعمل الماء على إزاحة الهواء من جهة ويعمل كجسور رابطة بين الدقائق الصلبة من جهة أخرى ، لذلك يرفع من قيم الإيصالية الحرارية للتربة بدرجة كبيرة مقارنة

بالتربة قليلة الرطوبة (هال، 1982). تؤدي طرق الري المختلفة إلى دخول كميات مختلفة من مياه الري إلى التربة ، مما يؤدي إلى تغيير توزيع المياه في التربة ، وبالتالي حصول اختلاف في المحتوى الرطوبي للترب ،ويمكن أن تؤدي كمية مناسبة من الماء إلى زيادة السعة الحرارية للتربة وتقليل الفقد من درجة حرارة التربة (Guo-Hua ,2012). أن التوصيل الحراري والتوزيع الحراري يتأثر بالتوزيع الرطوبي للتربة ، إذ أن الرطوبة تنتقل من المناطق الحارة إلى المناطق الباردة في جسم التربة (Gran et al. ,2011).

يلاحظ من جدول 10 تأثير التداخل الثنائي بين طرق الري والتغطية في قيم الإيصالية الحرارية في نهاية الموسم ،أد حققت معاملة أحواض- مغطاة برفائق البولي اثيلين على أعلى قيمة للإيصالية الحرارية بلغت 0.840 W/m.k ، بينما حصلت معاملة مروز- بدون تغطية على أقل قيمة للإيصالية الحرارية في نهاية الموسم بلغت 0.729 W/m.k ، ويعزى سبب ذلك إلى أن التغطية برفائق البولي اثيلين الأسود تؤدي إلى زيادة المحتوى الرطوبي للتربة من خلال تقليل التبخر بالمقارنة مع معاملة بدون تغطية وهذا يتفق مع (Luo et al. ,2015) كما هو في ملحق 6 ، كذلك أن أعماق ماء الري المضافة بطريقة الري بالأحواض أكثر مما هو عليه بطريقة الري بالمروز ، كما هو موضح في ملحق 2 مما يزيد من المحتوى الرطوبي للأحواض مقارنة بالمروز ، وأن زيادة المحتوى الرطوبي للتربة تؤدي إلى زيادة الإيصالية الحرارية (Usovicz et al. ,2017) .

3-4. تأثير تغطية سطح التربة وطريقة الري في السعة الحرارية الحجمية في بداية نهاية الموسم

يبين جدول 11 تأثير التغطية وطريقة الري في السعة الحرارية الحجمية ، اذ كانت الفروق معنوية بين معاملات التجربة في قيم السعة الحرارية الحجمية للتربة خلال موسم نمو المحصول . تفوقت معاملة التغطية برقائق البولي اثيلين بحصولها على أعلى قيم للسعة الحرارية الحجمية ثم تأتي بعدها معاملي التغطية بالقش والسعف ومن ثم معاملة بدون تغطية في بداية ونهاية موسم نمو المحصول حيث بلغت 1.61, 1.53, 1.49, 1.39 MJ/m³.K على التوالي في بداية الموسم و 1.63 , 1.54 , 1.54 , 1.52 MJ/m³.K على التوالي في نهاية الموسم ، ويرجع سبب ذلك إلى دور التغطية في تقليل التبخر و المحافظة على كمية الماء المضافة خلال عملية الري لفترة أطول ، مما يزيد من محتواها الرطوبي (Ahmed,1991) ، وهذا بدوره يزيد من السعة الحرارية الحجمية للتربة . اذ أن رقائق البولي اثيلين الأسود له القابلية الأكبر في زيادة المحتوى الرطوبي للتربة ومن ثم غطاء قش الحنطة ويليها الغطاء بسعف النخيل ، وأن هذه الزيادة بالمحتوى الرطوبي للتربة بالمقارنة مع التربة غير المغطاة هو نتيجة إلى قابلية هذه المغطيات على التقليل والحد من تبخر الماء الموجود في التربة ونفاذه إلى الهواء الجوي(نصر ، 2017). يلاحظ أنّ السعة الحرارية الحجمية قد ارتفعت في نهاية موسم النمو مقارنة مع بداية موسم النمو، وقد يرجع سبب ذلك إلى زيادة المحتوى الرطوبي لبعض المعاملات والكثافة الظاهرية لبعض الآخر في نهاية الموسم مقارنة مع بداية الموسم كما هو موضح في ملحق 4 و 6 ، حيث تزداد السعة الحرارية الحجمية عند زيادة الرطوبة الحجمية والكثافة الظاهرية حسب معادلة 9، ويرجع ذلك لدور تغطية سطح التربة الذي يساعد على الاحتفاظ بالماء مقارنة بالثرب الغير مغطاة ، وهذا بدوره يؤدي لزيادة رطوبة التربة التي تزيد من مخزون السعة الحرارية للتربة (AL-Shammayandal-Sadoon,2014).

جدول 11. تأثير تغطية سطح التربة وطريقة الري في معدل قيم السعة الحرارية الحجمية
(MJ /m³.K) في بداية ونهاية الموسم

تأثير تغطية سطح التربة وطريقة الري على معدل السعة الحرارية الحجمية في بداية الموسم				
التداخل الثنائي (ري + تغطية)	مقارنة	قش	سعف	رقائق البولي اثيلين الاسود
ري أحواض	1.44800	1.54400	1.50800	1.61600
ري مروز	1.32400	1.51600	1.47458	1.60400
معدل طرق الري	أحواض		مروز	
	1.52900		1.47965	
معدل طرق التغطية	مقارنة	قش	سعف	رقائق البولي اثيلين الاسود
	1.38600	1.53000	1.49129	1.61000
LSD	الري	التغطية		التداخل الثنائي (ري + تغطية)
	0.001813	0.003941		0.004880
تأثير تغطية سطح التربة وطريقة الري على معدل قيم السعة الحرارية الحجمية في نهاية الموسم				
التداخل الثنائي (ري + تغطية)	مقارنة	قش	سعف	رقائق البولي اثيلين الاسود
ري أحواض	1.54800	1.54400	1.54800	1.63800
ري مروز	1.48800	1.54200	1.52400	1.61600
معدل طرق الري	أحواض		مروز	
	1.56950		1.54250	
معدل التغطية	مقارنة	قش	سعف	رقائق البولي اثيلين لاسود
	1.51800	1.54300	1.53600	1.62700
LSD	الري	التغطية		التداخل الثنائي (ري + تغطية)
	0.003286	0.001541		0.002652

يلاحظ من جدول 11 تأثير طريقة الري في قيم السعة الحرارية الحجمية للتربة خلال موسم نمو المحصول ، حيث يلاحظ تفوق طريقة الري بالأحواض على طريقة الري بالمروز في حصولها على أعلى قيم للسعة الحرارية الحجمية حيث بلغت 1.53 ، 1.48 MJ/m³K على التوالي في بداية الموسم و 1.57 ، 1.54 MJ/m³ K على التوالي في نهاية الموسم ، وقد يرجع سبب ذلك إلى كون كمية المياه المضافة بطريقة الري بالأحواض أكثر من طريقة الري بالمروز كما هو موضح في ملحق 2 ، حيث أنّ الري يزيد السعة الحرارية للتربة ، ويرفع الرطوبة النسبية للهواء فوق التربة ويزيد الإيصالية الحرارية وهذا يختزل تغيرات حرارة التربة اليومية (التميمي و عبد ، 2015). كذلك لوحظ زيادة قليلة في قيم الكثافة الظاهرية عند استخدام طريقة الري بالأحواض مقارنة بطريقة الري بالمروز كما هو موضح في ملحق 4، وهذا يؤدي إلى زيادة السعة الحرارية حيث تعتمد قيمة السعة الحرارية الحجمية على مكونات

التربة الصلبة (المادة المعدنية والعضوية المتواجدة)، الكثافة الظاهرية، ورطوبة التربة والمسامية (Levy and Schmidt, 2016)، تزداد السعة الحرارية مع زيادة المحتوى الرطوبي للتربة بعد سقوط الامطار وعملية الري، تعتمد السعة الحرارية الحجمية على المحتوى الرطوبي الحجمي والكثافة الظاهرية (Evet, 2012).

يبين جدول 11 التداخل الثنائي بين طرق الري والتغطية في نهاية الموسم على قيم السعة الحرارية الحجمية، حيث تفوقت معاملة أحواض - مغطاة برقائيق البولي اثيلين بحصولها على أعلى قيمة بلغت $1.64 \text{ MJ/m}^3 \cdot \text{K}$ وحصلت معاملة المروز - بدون تغطية على أقل قيمة بلغت $1.49 \text{ MJ/m}^3 \cdot \text{K}$ ويرجع سبب تفوق معاملة أحواض - مغطاة برقائيق البولي اثيلين على باقي المعاملات إلى محتواها الرطوبي العالي ومساحتها المبتلة 100% مقارنة مع معاملة المروز بدون تغطية ذات المحتوى الرطوبي القليل والمساحة المبتلة لها 93%.

4-4. تأثير تغطية سطح التربة وطريقة الري في معدل عمق التضاؤل في بداية ونهاية الموسم

يوضح جدول 12 تأثير تغطية سطح التربة وطريقة الري على عمق التضاؤل في بداية ونهاية الموسم، إذ تفوقت التغطية برقائيق البولي اثيلين الاسود بحصولها على قيمة تلتها معاملة التغطية بالسعف والقش ومن ثم معاملة بدون تغطية في بداية الموسم، ويرجع سبب ذلك لارتفاع المحتوى الرطوبي لمعاملة التغطية برقائيق البولي اثيلين الأسود مقارنة مع بقية المعاملات، حيث أدى إلى تحسين التوصيل الحراري بين جزيئات التربة والهواء (Miyajima et al., 2015). لكن تفوقت معاملة التغطية بالقش تلتها التغطية برقائيق البولي اثيلين الأسود ثم السعف ومن ثم معاملة بدون تغطية في نهاية الموسم، قد يعزى السبب أيضا لارتفاع محتواها الرطوبي حيث يمكن أن تكون التغطية مفيدة في تقليل فقد رطوبة التربة، وبالتالي تقليلها درجة حرارة التربة (Pramanik et al., 2015)، وبذلك تحافظ على رطوبتها وهذا يؤثر بدوره في عمق التضاؤل للتربة. يلاحظ من نتائج جدول 12 تغاير بسيط لطرق الري في قيم عمق التضاؤل في بداية ونهاية الموسم، ويرجع سبب ذلك إلى الاختلاف في قيم المحتوى الرطوبي، إذ إنَّ المحتوى العالي من الرطوبة يؤدي إلى زيادة التماس بين دقائق التربة، ولذلك تزداد الإيصالية الحرارية هذا من جهة، ومن جهة أخرى فإن زيادة الكثافة الظاهرية لبعض المعاملات تؤدي إلى تقليل المسامية وتزيد من التماس بين دقائق التربة فتعمل على زيادة الإيصالية الحرارية للتربة (التميمي

وعبد،2015) ، وهذا بدوره يزيد من عمق التضاؤل ،لذلك فإن الاختلافات في قيم عمق التضاؤل بين معاملات التجربة يعود بالدرجة الرئيسية الى تباين النظام الحراري والصفات الحرارية و الفيزيائية لمقد التربة خلال موسم نمو المحصول نتيجة معاملات الدراسة والظروف المناخية مما يؤدي الى تذبذب النظام الحراري في مقد تربة الدراسة وهذا ينعكس على قيم عمق التضاؤل وهذا ما اشار اليه (Hillel ,1980).

جدول 12. تأثير تغطية سطح التربة وطريقة الري على عمق التضاؤل(m)

ت	المعاملة	بداية الموسم	نهاية الموسم
1	حوض رقائق البولي اثيلين الاسود	0.119	0.118
2	حوض سعف	0.118	0.118
3	حوض قش	0.118	0.119
4	حوض مقارنة	0.113	0.114
5	مرز رقائق البولي اثيلين الاسود	0.119	0.118
6	مرز سعف	0.117	0.117
7	مرز قش	0.116	0.120
8	مرز مقارنة	0.112	0.116

5-4. تأثير تغطية سطح التربة وطريقة الري في معدل التدفق الحراري في بداية ونهاية

الموسم

يوضح جدول 13 تأثير التغطية وطريقة الري في التدفق الحراري في بداية ونهاية الموسم ،وكانت الفروق معنوية لعامل التغطية في قيم التدفق الحراري للتربة خلال موسم نمو المحصول ، أذ تفوقت معاملة التغطية برفائق البولي اثيلين الاسود على باقي المعاملات في بداية الموسم تليها معاملة بدون تغطية ثم معاملة التغطية بالسعف والتغطية بالقش حيث بلغت 6.80 , 4.47 , 3.30 , 2.96 W/m² على التوالي ، ويرجع سبب ذلك إلى كون رقائق البولي اثيلين الاسود تعمل على امتصاص كمية أكبر من الإشعاع الشمسي ،ومن ثم زيادة تسخين سطح التربة ، مما يؤدي إلى ارتفاع درجات حرارة التربة ، بالإضافة إلى زيادة في المحتوى الرطوبي حيث تعمل رقائق البولي اثيلين الاسود على تقليل تبخر الماء من التربة

(Islam et al., 2006)، سجلت معاملة بدون التغطية على أعلى قيم للتدفق الحراري بعد معاملة رقائق البولي اثيلين الأسود، ويرجع سبب ذلك إلى ارتفاع درجة حرارة التربة في بداية الموسم (شهر آب) كما هو موضح في ملحق 7، مما سبب انخفاض محتواها الرطوبي كما هو موضح في ملحق 6 ، وهذا بدوره أثر في الإيصالية الحرارية مقارنة ببقية المعاملات، وقد يرجع السبب إلى سطح التربة إذا كان جافاً فأن الطاقة الحرارية سوف تقوم بتسخين سطح التربة والناتج يكون تدرج حراري كبير نسبياً في مقد التربة (Mostafazadeh-Fard et al. , 2008). بينما حصلت معاملة التغطية بالسعف والقش على قيم أقل للتدفق الحراري مقارنة بمعاملة بدون تغطية ، وقد يعزى سبب ذلك إلى انخفاض درجة حرارة تربة هاتين المعاملتين مقارنة بمعاملي التغطية برقائق البولي اثيلين الاسود وبدون تغطية وهذا يتفق مع ما توصل إليه (Burgers and Nel ,1984)، إذ كانت درجة حرارة التربة الواقعة تحت تأثير التغطية بقش الحنطة أقل من درجة حرارة التربة غير مغطاة بـ 5°م ، كذلك قد يعزى سبب انخفاض التدفق الحراري لمعاملي التغطية بالقش والسعف إلى أنّ تغطية سطح التربة بالقش والسعف تؤدي إلى التقليل من الاشعاع الواصل للتربة (قصير الموجة) الذي يتحول الى اشعاع حراري (طويل الموجة) كي ينتقل داخل مقد التربة نتيجة امتصاص معظم طاقة الاشعاع الشمسي وعكسها للجو مرة أخرى بسبب لونها البراق وبهذا تنخفض الطاقة الحرارية المنتقلة إلى اعماق التربة (الحديثي، 2002). أما فيما يخص التدفق الحراري في نهاية موسم النمو لوحظ تفوق معاملة رقائق البولي اثيلين الأسود ثم تليها معاملة التغطية بالسعف ثم التغطية بالقش إذ بلغت 4.71 ، 4.61 ، 3.43 W/m² ، على التوالي وذلك بسبب محتواها الرطوبي العالي وزيادة الكثافة الظاهرية في نهاية الموسم ، كما هو موضح في ملحق 4 و6، مما أدى إلى زيادة إيصاليته الحرارية ، إذ إنّ التدفق الحراري يوتر في قابلية التربة على تخزين الحرارة ، ويحدد عمق الموجة التي تخترق مقد التربة عندما تتعرض لأشعة الشمس وهذا يعتمد على المحتوى الرطوبي للتربة والسعة الحرارية والإيصالية الحرارية (الصالح، 2018)، لكن حصلت معاملة بدون تغطية على أقل تدفق حراري مقارنة مع بقية معاملات التغطية بالقش والسعف حيث بلغت 2.95 W/m² بسبب انخفاض الإيصالية الحرارية لهذه المعاملة في نهاية الموسم كما هو موضح في جدول 10، وكذلك يكون التدفق الحراري في الترب الرطبة أعلى مما هو عليه في الترب الجافة

بسبب ملئ المسامات بالهواء عند جفاف التربة (Broadbent ,2015) ،اذ إنَّ درجة حرارة التربة تحت التغطية (رقائق البولي اثيلين الأسود) تكون أعلى 2-5 درجة مئوية من درجة حرارة التربة من دون تغطية وهذا يتفق مع ما توصل إليه (Wang et al.,2009) كذلك يلاحظ انخفاض التدفق الحراري في نهاية الموسم لبعض المعاملات مقارنة مع بداية الموسم ويرجع سبب ذلك إلى انخفاض درجة حرارة الجو الذي يؤثر بدوره على درجة حرارة التربة

جدول 13. تأثير تغطية سطح التربة وطريقة الري في معدل التدفق الحراري (W/m^2)

في بداية ونهاية الموسم

تأثير تغطية سطح التربة وطريقة الري والعمق في معدل قيم التدفق الحراري في بداية الموسم				
التداخل الثنائي(ري+ تغطية)	مقارنة	قش	سعف	رقائق البولي اثيلين الاسود
ري أحواض	7.485	3.698	4.070	8.727
ري مروز	1.455	2.222	2.530	4.870
معدل طرق الري	أحواض	مروز		
	5.995	2.769		
معدل طرق التغطية	مقارنة	قش	سعف	رقائق البولي اثيلين الاسود
	4.470	2.960	3.300	6.799
الري	التغطية	التداخل الثنائي(ري+ تغطية)		
0.4415	0.3223	0.4500		
LSD				
تأثير تغطية سطح التربة وطريقة الري والعمق في معدل قيم التدفق الحراري في بداية الموسم				
التداخل الثنائي(ري+ تغطية)	مقارنة	قش	سعف	رقائق البولي اثيلين الاسود
ري أحواض	1.9050	3.6225	4.6250	5.2400
ري مروز	3.9925	3.2325	4.5850	4.1775
معدل طرق الري	أحواض	مروز		
	3.848	3.996		
معدل طرق التغطية	مقارنة	قش	سعف	رقائق البولي اثيلين الاسود
	2.9487	3.4275	4.6050	4.7087
الري	التغطية	التداخل الثنائي (ري+ تغطية)		
0.01945	0.01061	0.01668		
LSD				

يوضح جدول 13 وجود تأثير معنوي لطريقة الري في قيم التدفق الحراري للتربة خلال موسم نمو المحصول ، إذ تفوقت طريقة الريّ بالأحواض على طريقة الري بالمروز بحصولها على أعلى تدفق حراري في بداية الموسم حيث بلغ 5.99 , 2.77 W/m^2 على التوالي، لكن حصل العكس في نهاية الموسم إذ تفوقت طريقة الري بالمروز على طريقة الري بالأحواض حيث بلغت 3.85 , 3.99 W/m^2 وقد يرجع سبب تغير قيم التدفق الحراري في بداية ونهاية الموسم إلى درجة حرارة التربة والمحتوى الرطوبي للتربة ، كما هو موضح في ملحق 6 و 7 ، إذ إنّ درجة حرارة التربة كانت عالية في بداية الموسم بلغت (35.2 ، 33.82 ، 30.72 ، 4.36 $^{\circ}C$) للأحواض المغطاة برفائق البولي اثيلين الاسود والسعف والقش وبدون تغطية على التوالي ، وبلغت (36.06 ، 32.3 ، 30.76 ، 33.8) درجة مئوية للمروز المغطاة برفائق البولي اثيلين الاسود والسعف والقش وبدون تغطية ، لكن حصل انخفاض في معدل درجات الحرارة في نهاية الموسم بلغت (20.64 ، 21.54 ، 18.5 ، 23.92 $^{\circ}C$) للأحواض المغطاة برفائق البولي اثيلين الاسود والسعف والقش وبدون تغطية على التوالي ، وبلغت (20.98 ، 21.3 ، 19.8 ، 21.08 $^{\circ}C$) للمروز المغطاة برفائق البولي اثيلين الاسود والسعف والقش وبدون تغطية) ، كان معدل المحتوى الرطوبي قليل في بداية الموسم إذ بلغ (0.16 ، 0.15 ، 0.14 ، 0.12) للأحواض المغطاة برفائق البولي اثيلين والقش والسعف وبدون تغطية على التوالي ، وبلغ (0.16 ، 0.14 ، 0.13 ، 0.09) للمروز المغطاة برفائق البولي اثيلين والقش والسعف وبدون تغطية على التوالي ، لكن زاد معدل المحتوى الرطوبي في نهاية الموسم حيث بلغ (0.17 ، 0.15 ، 0.14 ، 0.14) للأحواض المغطاة برفائق البولي اثيلين الاسود والقش والسعف وبدون تغطية على التوالي . وبلغ (0.16 ، 0.15 ، 0.14 ، 0.13) للمروز المغطاة برفائق البولي اثيلين والقش والسعف وبدون تغطية على التوالي ، بالإضافة إلى أنّ المساحة المبتلة للأحواض 100% لكن للمروز 93% ، مما قلل من المحتوى الرطوبي في المروز ، وبالتالي قلل من الإيصالية الحرارية للمروز ، وهذا اثر بدوره في التدفق الحراري للمروز مقارنة مع التدفق الحراري للأحواض . لكن في نهاية الموسم كانت درجات الحرارة منخفضة والمحتوى الرطوبي عالي للأحواض والمروز فلذلك كانت زيادة غير معنوية في التدفق الحراري بين الأحواض والمروز وهذه العوامل لها تأثير كبير في الصفات الحرارية (Al-Shammary and Al-Sadoon ,2014) و (Ham et al.,1993) .

يوضح جدول 13 تأثير التداخل الثنائي بين طرق الري والتغطية في قيم التدفق الحراري في نهاية الموسم ،حيث تفوقت معاملة أحواض – رقائق البولي اثيلين الاسود بحصولها على أعلى معدل للتدفق الحراري مقارنة مع بقية المعاملات ،حيث بلغت 5.24 W/m^2 بسبب محتواها الرطوبي العالي وكثافتها الظاهرية العالية كما هو موضح في ملاحق 4 و 6 في نهاية الموسم ، مما زاد من إيصاليتها الحرارية ، وهذا بدوره زاد من قيم التدفق الحراري ،بينما حصلت معاملة أحواض – على أقل قيمة للتدفق الحراري في نهاية الموسم حيث بلغت 1.91 W/m^2 بسبب انخفاض محتواها الرطوبي في نهاية الموسم مقارنة مع باقي المعاملات ،مما أثر على قيمة الإيصالية الحرارية وما يتبعها من انخفاض التدفق الحراري ،بينما حصلت معاملة ري المروز المغطاة بالسعف على أعلى قيمة للتدفق الحراري مقارنة مع باقي المروز بلغت 4.59 W/m^2 ، وحصلت معاملة ري المروز المغطاة بالقش على أقل قيمة للتدفق الحراري بلغت 3.23 W/m^2 في نهاية الموسم ، ويعزى السبب إلى درجة حرارة تربة ري المروز المغطاة بالسعف كانت أعلى مقارنة بدرجة حرارة تربة ري المروز المغطاة بالقش في نهاية الموسم ،مما زاد من قيمة التدفق الحراري كما هو موضح في ملحق 7.

6-4. تأثير تغطية سطح التربة وطريقة الري والعمق في الكثافة الظاهرية للتربة خلال موسم النمو

توضح جداول 14 و15 و16 تأثير تغطية سطح التربة في قيم الكثافة الظاهرية في بداية ومنتصف ونهاية الموسم مقارنة مع قيمها قبل الزراعة ،أضح أن قيم الكثافة الظاهرية في بداية الموسم لم تتأثر بتغطية سطح التربة ، اذ بلغت قيم معدلات الكثافة الظاهرية 1.23 ميكا غرام م⁻³ لمعاملات المقارنة والتغطية بالسعف وبرقائق البولي اثيلين الأسود مقارنة مع قيمها قبل الزراعة والتي كانت 1.23 ميكا غرام م⁻³ ،في حين توجد فروق معنوية في منتصف الموسم في قيم الكثافة الظاهرية لمعاملة المقارنة اذ بلغت 1.24 ميكا غرام م⁻³ بنسبة زيادة مقدارها 0.81% مقارنة بقيمة الكثافة الظاهرية للتربة قبل الزراعة ، وقد يعزى سبب ذلك إلى انهيار وتحطم الكتل الترايبية خلال الري، مما ينتج عن ذلك ترسب الحبيبات الناعمة في المسامات الكبيرة وبذلك تقل المسامية الكلية وتزداد الكثافة الظاهرية وهذا يتفق مع ما توصل إليه المعروف (2001) والراوي (1986). في حين لم تؤثر التغطية بالسعف والتغطية برقائق البولي اثيلين الأسود في قيم الكثافة الظاهرية في منتصف الموسم مقارنة مع قيم قبل الزراعة، في حين يتضح حصول تأثير معنوي لعامل تغطية سطح التربة في قيم الكثافة الظاهرية

لمعاملات المقارنة والتغطية بالسعف وبرقائق البولي اثيلين الأسود في نهاية الموسم حيث بلغت 1.26 , 1.25 , 1.24 ميكا غرام م⁻³ على التوالي مقارنة مع قيمها قبل الزراعة، قد يرجع السبب إلى تأثير التغطية في نشاط الأحياء المجهرية الهوائية ، مما يقلل من افرازاتها التي تلعب دور مهم في بناء التربة وتقليل الكثافة الظاهرية وهذا يتفق مع ما توصل إليه (الدليمي ،2011). يلاحظ من جداول 14 و15 و16 انخفاض قيم معدلات الكثافة الظاهرية لمعاملة التغطية بالقش في بداية ومنتصف ونهاية الموسم ،حيث كانت القيم 1.22 , 1.22 , 1.21 ميكا غرام م⁻³ على التوالي، كانت نسبة الانخفاض في قيم الكثافة الظاهرية 0.81% في بداية ومنتصف الموسم و 1.63% في نهاية الموسم مقارنة مع قيمتها ما قبل الزراعة آ، ويرجع سبب ذلك لتأثير نمو وتغلغل جذور نباتات الذرة الصفراء بسبب الظروف التي توفرها التغطية بالقش من درجة حرارة ورطوبة مناسبة ،الذي ساعد على تحسين صفات التربة من خلال ربط دقائقها وزيادة المسامية ، فضلا عن وجود أحياء التربة المجهرية وما تفرزه من مواد تساعد في تحسين بناء التربة وهذا يتفق مع ما توصل إليه (and Evanlyo and Me- Guinn , 2000) و (المياحي ،2010).

جدول 14. تأثير طريقة الري والتغطية والعمق في الكثافة الظاهرية في بداية الموسم

الأعماق (سم)					معاملات تداخل ثلاثي (ري + تغطية + عمق)		
50-40	40-30	30-20	20-10	10-0			
1.27	1.27	1.23	1.21	1.17	مقارنة	ري أحواض	
1.27	1.27	1.23	1.19	1.15	قش		
1.27	1.27	1.23	1.21	1.16	سعف		
1.27	1.27	1.23	1.20	1.16	رقائق البولي اثيلين الاسود		
1.27	1.27	1.22	1.20	1.16	مقارنة	ري مروز	
1.27	1.27	1.22	1.21	1.16	قش		
1.27	1.27	1.22	1.21	1.16	سعف		
1.27	1.27	1.22	1.20	1.16	رقائق البولي اثيلين الاسود		
رقائق البولي اثيلين الاسود		سعف	قش	مقارنة	التداخل الثنائي (ري + تغطية)		
1.23		1.23	1.22	1.23	ري أحواض		
1.22		1.23	1.23	1.22	ري مروز		
50-40	40-30	30-20	20-10	10-0	التداخل الثنائي (ري + عمق)		
1.27	1.27	1.23	1.20	1.16	ري أحواض		
1.27	1.27	1.22	1.21	1.16	ري مروز		
50-40	40-30	30-20	20-10	10-0	التداخل الثنائي (تغطية + عمق)		
1.27	1.27	1.23	1.21	1.17	مقارنة		
1.27	1.27	1.23	1.20	1.16	قش		
1.27	1.27	1.23	1.21	1.16	سعف		
1.27	1.27	1.23	1.20	1.16	رقائق البولي اثيلين الاسود		
مروز			أحواض		معدل طرق الري		
1.23			1.23				
رقائق البولي اثيلين الاسود		سعف	قش	مقارنة	معدل طرق التغطية		
1.23		1.23	1.22	1.23			
50-40	40-30	30-20	20-10	10-0	معدل الأعماق		
1.27	1.27	1.23	1.20	1.16			
التداخل الثلاثي ري + تغطية + اعماق	التداخل الثنائي (تغطية + عمق)	التداخل الثنائي (ري + عمق)	التداخل لثنائي (ري + تغطية)	الأعماق	التغطية	الري	LSD
0.0180	0.0119	0.0110	0.0107	0.0065	0.0026	0.0131	

جدول 15. تأثير طريقة الري والتغطية والعمق في الكثافة الظاهرية في منتصف الموسم

الأعماق (سم)					معاملات التداخل الثلاثي (ري + تغطية + عمق)	ري أحواض	
40-50	30-40	20-30	10-20	0-10			
1.28	1.28	1.24	1.23	1.20	مقارنة	ري أحواض	
1.27	1.27	1.22	1.19	1.15	قش		
1.27	1.27	1.24	1.22	1.17	سعف		
1.27	1.27	1.24	1.20	1.15	رقائق البولي اثيلين الاسود		
1.27	1.27	1.24	1.22	1.19	مقارنة	ري مروز	
1.27	1.27	1.22	1.19	1.15	قش		
1.27	1.27	1.22	1.21	1.17	سعف		
1.27	1.27	1.22	1.20	1.16	رقائق البولي اثيلين الاسود		
رقائق البولي اثيلين الاسود		سعف	قش	مقارنة	التداخل الثنائي (ري + تغطية)		
1.23		1.23	1.22	1.25	ري أحواض		
1.22		1.23	1.22	1.24	ري مروز		
50-40	40-30	30-20	20-10	10-0	التداخل الثنائي (ري + اعماق)		
1.27	1.27	1.24	1.21	1.17	ري أحواض		
1.27	1.27	1.23	1.21	1.17	ري مروز		
50-40	40-30	30-20	20-10	10-0	التداخل الثنائي (تغطية + اعماق)		
1.28	1.28	1.24	1.23	1.20	مقارنة		
1.27	1.27	1.22	1.19	1.15	قش		
1.27	1.27	1.23	1.22	1.17	سعف		
1.27	1.27	1.23	1.20	1.16	رقائق البولي اثيلين الاسود		
معدل طرق الري							
ري مروز				ري أحواض			
1.23				1.23			
50-40	40-30	30-20	20-10	10-0	معدل الأعماق		
1.27	1.27	1.23	1.21	1.17			
رقائق البولي اثيلين الاسود		سعف	قش	مقارنة	معدل التغطية		
1.23		1.23	1.22	1.24			
التداخل الثلاثي (ري + تغطية + اعماق)	التداخل الثنائي (تغطية + اعماق)	التداخل الثنائي (ري + اعماق)	التداخل الثنائي (ري + تغطية)	الأعماق	تغطية	الري	LSD
0.0169	0.0116	0.0095	0.0095	0.0057	0.0060	0.0112	

جدول 16 . تأثير طريقة الري والتغطية والعمق في الكثافة الظاهرية في نهاية الموسم

الأعماق (سم)					معاملات التداخل الثلاثي (ري + تغطية + اعماق)			
50-40	40-30	30-20	20-10	10-0			ري أحواض	
1.30	1.29	1.26	1.25	1.22	مقارنة			ري أحواض
1.26	1.25	1.21	1.18	1.14	قش			
1.29	1.29	1.25	1.24	1.19	سعف			
1.29	1.29	1.25	1.22	1.18	رقائق البولي اثيلين لاسود			
1.29	1.29	1.25	1.24	1.20	مقارنة		ري مروز	
1.26	1.24	1.20	1.18	1.14	قش			
1.28	1.28	1.25	1.23	1.19	سعف			
1.29	1.28	1.24	1.22	1.17	رقائق البولي اثيلين لاسود			
رقائق البولي اثيلين الاسود		سعف	قش	مقارنة	التداخل الثنائي (ري + تغطية)			
1.25		1.25	1.21	1.26	ري أحواض			
1.24		1.25	1.20	1.25	ري مروز			
50-40	40-30	30-20	20-10	10-0	التداخل الثنائي (ري + اعماق)			
1.29	1.28	1.24	1.22	1.18	ري أحواض			
1.28	1.27	1.24	1.22	1.18	ري مروز			
50-40	40-30	30-20	20-10	10-0	التداخل الثنائي (تغطية + اعماق)			
1.30	1.29	1.26	1.25	1.21	مقارنة			
1.26	1.25	1.21	1.18	1.14	قش			
1.29	1.29	1.25	1.24	1.19	سعف			
1.29	1.29	1.25	1.22	1.18	رقائق البولي اثيلين الاسود			
معدل طرق الري								
ري مروز				ري أحواض				
1.24				1.24				
50-40	40-30	30-20	20-10	10-0	معدل الأعماق			
1.28	1.28	1.24	1.22	1.18				
رقائق البولي اثيلين الاسود		سعف	قش	مقارنة	معدل التغطية			
1.24		1.25	1.21	1.26				
التداخل الثلاثي (ري + تغطية + اعماق)	التداخل الثنائي (تغطية + اعماق)	التداخل الثنائي (ري + اعماق)	التداخل الثنائي (ري + تغطية)	الأعماق	التغطية	الري	LS D	
0.0173	0.0104	0.0139	0.0143	0.0052	0.0051	0.0185		

يلاحظ من جداول 14 و 15 و 16 عدم وجود تأثير لطريقتي الري على قيم الكثافة الظاهرية للتربة في بداية و منتصف و نهاية الموسم مقارنة مع قيم الكثافة الظاهرية قبل الزراعة، أظهرت النتائج زيادة قليلة في قيم الكثافة الظاهرية للتربة في نهاية موسم نمو المحصول مقارنة بقيمتها قبل الزراعة .

تبين جداول 14 و 15 و 16 إن لعامل العمق تأثيراً معنوياً على قيم الكثافة الظاهرية للتربة ولجميع المعاملات ، فعند مقارنة الكثافة الظاهرية لطبقات مقد التربة في نهاية الموسم مع قيمها قبل الزراعة ، نلاحظ زيادة في قيم الكثافة الظاهرية مع العمق ، ويعزى سبب ذلك لانخفاض نسبة المادة العضوية بزيادة عمق مقد التربة ، إذ إن انخفاض المادة العضوية مع العمق يؤثر على بعض الصفات الفيزيائية وخصوصا الكثافة الظاهرية ، حيث تكون نسبة المادة العضوية عالية في الطبقة السطحية مقارنة مع باقي الطبقات التحتية (العاني وآخرون، 2000). ويلاحظ حصول زيادة طفيفة في قيم الكثافة الظاهرية لكل أعماق التربة في نهاية موسم النمو مقارنة بقيمتها في باقي مراحل النمو وقبل الزراعة وهذا يتفق مع ما توصل إليه (شبيب، 2010) ، حيث يلاحظ استمرار زيادة قيمتها حتى نهاية الموسم ، وقد يعزى سبب ذلك إلى تأثير عمليات الري التي تؤدي إلى إعادة ترتيب دقائق التربة (الدليمي، 1988) ، انخفضت نسبة الزيادة في قيم الكثافة الظاهرية بالنسبة للأعماق التحتية مقارنة مع الأعماق العليا في نهاية الموسم ، حيث بلغت الزيادة في الطبقة 0-30سم 5.08% وفي طبقة 30-50سم 3.23% ، قد يرجع سبب ذلك إلى نمو وتغلغل الجذور مع تقدم موسم النمو ، والتي تعمل على ربط حبيبات التربة وكذلك وجود الأحياء المجهرية وافرازاتها التي تحسن من بناء التربة ، حيث يكون تواجدها في الطبقات السطحية أكثر مما هو عليه في الطبقات السفلى (Boldyrev et al. ,1978). يلاحظ من النتائج في جداول 14 و 15 و 16 أن أعلى كثافة ظاهرية كانت في الطبقة السفلى قبل وبعد الزراعة ، ربما يعود السبب في ذلك إلى تعرض هذه الطبقة إلى عملية دك أو رص في المراحل الأولى، مما أدى إلى تقليل المسامات البينية و أزيد قيم الكثافة الظاهرية أو بسبب ثقل التربة في الطبقات العليا، اما عن انخفاض الكثافة الظاهرية في الطبقات العليا والوسطى قبل الزراعة وبعد انتهاء الموسم فقد يعود السبب إلى الحرارة قبل الزراعة وإلى دور الجذور التي حسنت من بناء التربة ، إذ أن زيادة أنتشار المجموع الجذري للمحصول تؤدي إلى زيادة الحجم الظاهري للتربة، ومن ثمَّ انخفاض كثافتها الظاهرية وهذا يتفق مع ما ذكره الموسوي (2007) .

يلاحظ من نتائج جداول 14 و 15 و 16 تأثير التداخل الثنائي بين طريقة الري والتغطية في قيم الكثافة الظاهرية للتربة في نهاية الموسم ، إذ حققت معاملة أحواض – بدون تغطية (مقارنة) أعلى قيمة للكثافة

الظاهرية حيث بلغت 1.26 ميكا غرام م⁻³ ، ويعزى السبب إلى حركة الدقائق الناعمة بسبب تحطم وانهيار كتل التربة اثناء الري السحي وترسيبها داخل مسامات التربة وبالتالي زيادة الكثافة الظاهرية وهذا يتفق مع (AL-Saud et al. ,1993)، بينما حصلت معاملة المروز – المغطاة بالقش على أقل قيمة للكثافة الظاهرية بلغت 1.20 ميكا غرام م⁻³ ، ويرجع سبب ذلك إلى أن التغطية بقش الحنطة زاد من الحجم المسامي ، والذي يؤدي إلى انخفاض قيم الكثافة الظاهرية وزيادة المسامية ، وهذا يتفق مع (الجنابي ،2016). كذلك يلاحظ من جدول 16 تأثير التداخل الثنائي بين طريقة الري والأعماق على قيم الكثافة الظاهرية في نهاية الموسم ، حققت معاملة ري الأحواض للعمق 40-50سم أعلى قيمة للكثافة ظاهرية والتي بلغت 1.29 ميكا غرام م⁻³ ، بينما حصلت كلتا معاملي ري الأحواض وري المروز للعمق 0-10سم على أقل قيمة للكثافة الظاهرية بلغت 1.18 ميكا غرام م⁻³ ، ويرجع سبب ذلك إلى أن استمرار عمليات الري أدى إلى ضعف استقرار التجمعات ، مما أدى إلى تفتيتها وترسب دقائق الطين في المسام الكبيرة ،الذي سبب زيادة في قيم الكثافة الظاهرية (شبيب ،2010)، ويعزى سبب ارتفاع الكثافة الظاهرية في العمق الخامس مقارنة بالعمق الأول إلى ثقل التربة في الطبقات العليا ، مما أدى إلى تقليل المسامات البينية وازدياد قيم الكثافة الظاهرية ،أما سبب انخفاض الكثافة في العمق الأول يعود إلى أنتشار المجموع الجذري للمحصول يؤدي إلى زيادة الحجم الظاهري للتربة، ومن ثمَّ انخفاض كثافتها الظاهرية وهذا يتفق مع ما ذكره الموسوي (2007) .

توضح جداول 14 و 15 و 16 تأثير التداخل الثنائي بين التغطية والأعماق في قيم الكثافة الظاهرية في نهاية الموسم ، حققت معاملة بدون تغطية(مقارنة) للعمق 40-50سم أعلى قيمة للكثافة ظاهرية اذ بلغت 1.30 ميكا غرام م⁻³ ، بينما حصلت معاملة التغطية بالقش للعمق 0-10سم على أقل قيمة للكثافة الظاهرية بلغت 1.14 ميكا غرام م⁻³، بسبب عملية الري المتكرر تؤدي إلى تحطم الكتل الترابية وترسيب الحبيبات الناعمة في المسامات الكبيرة ،وبذلك تقلل المسامية الكلية وتزداد الكثافة الظاهرية (المعروف ، 2001) .

7-4. تأثير تغطية سطح التربة وطريقة الري والعمق في الإيصالية المائية المشبعة للتربة في نهاية

الموسم

يلاحظ من نتائج التحليل الاحصائي الموضحة في جدول 17 عدم وجود تأثير معنوي لعامل التغطية على قيم الإيصالية المائية، إذ انخفضت قيم الإيصالية المائية مقارنة مع قيمها قبل الزراعة، إذ أصبحت 9.498 ، 9.714 ، 9.979 سم ساعة⁻¹ لمعاملات المقارنة والتغطية بالسعف ورقائق البولي اثيلين الاسود على التوالي ، يرجع السبب إلى التدهور التدريجي الذي يحصل في تجمعات التربة الكبيرة وتحولها إلى تجمعات اصغر ، وكذلك تشتت دقائق التربة الغروية خلال عمليات الري ، مما أدى إلى انخفاض في المسام الكبيرة والمسؤولة عن حركة الماء في التربة وبالتالي انخفاض الإيصالية المائية (شبيب، 2010). أما في معاملة التغطية بالقش فقد زادت قيم الإيصالية المائية في نهاية الموسم زيادة طفيفة مقارنة مع قيمها قبل الزراعة والتي بلغت 10.354 سم ساعة⁻¹ وتوقت معنويا على معاملة التغطية بالسعف والمقارنة في نهاية الموسم ، وقد يعزى سبب ذلك إلى انخفاض الكثافة الظاهرية للتربة، مما زاد من نسبة المسام وانتظام توزيعها ، وهذا يؤدي إلى زيادة الأنابيب الشعرية الموصلة للماء وبالنتيجة ازدادت الإيصالية المائية ، وهذا يتفق مع ما توصل إليه الزوبعي والنعي (2009) .

يلاحظ من جدول 17 تأثير طريقة الري في قيم الإيصالية المائية للتربة، إذ لوحظ عدم وجود فروق معنوية لطريقة الري في صفة الإيصالية المائية، إذ بلغت 9.737 ، 9.945 سم ساعة⁻¹ لطريقتي الري بالأحواض والمرور على التوالي ، وقد يرجع سبب ذلك إلى استمرار عمليات الري وبالأخص الري بالأحواض الذي يؤدي إلى تدهور خصائص التربة وانخفاض قابليتها على إيصال الماء ، وهذا ما ظهر في بعض المعاملات التي تروى بطريقة الأحواض (شبيب، 2010). يوضح جدول 17 تأثير العمق في قيم الإيصالية المائية، إذ يلاحظ انخفاض قيم الإيصالية المائية مع العمق بعد انتهاء موسم النمو مقارنة مع قيمها ما قبل الزراعة ، وهذا قد يرجع إلى زيادة قيم الكثافة الظاهرية مع زيادة العمق والتي ينتج عنها زيادة رص دقائق التربة مسببة انخفاض في المسامية وحجم المسام المسؤولة عن حركة الماء (الموسوي، 1997) ، يلاحظ أن الإيصالية المائية في الأعماق العليا أكثر مما هو عليه في الأعماق السفلى، ويرجع السبب إلى انخفاض الكثافة الظاهرية وزيادة المسامية في الأعماق العليا مقارنة مع الأعماق السفلى، مما يؤدي إلى زيادة الإيصالية المائية فيها .

جدول 17. تأثير طريقة الري والتغطية والعمق في الإيصالية المائية المشبعة (cm hr^{-1}) في نهاية الموسم

الأعماق (سم)					معاملات		
50-40	40-30	30-20	20-10	10-0	التداخل الثلاثي		ري أحواض
9.007	9.193	9.340	9.587	10.173	مقارنة		
9.250	10.120	10.310	10.220	11.023	قش		
9.107	9.353	9.187	10.023	9.947	سعف		
9.797	9.460	9.487	10.007	10.153	رقائق البولي اثيلين الاسود		ري مروز
9.520	9.243	9.253	9.800	9.867	مقارنة		
10.350	10.020	10.420	10.507	11.320	قش		
9.653	9.870	9.820	9.657	10.523	سعف		
9.823	9.740	9.737	9.793	9.977	رقائق البولي اثيلين الاسود		التداخل الثنائي (ري + تغطية)
رقائق البولي اثيلين الاسود	سعف	قش	مقارنة	ري أحواض			
9.781	9.523	10.185	9.460	ري مروز			
9.814	9.905	10.523	9.537	التداخل الثنائي (تغطية + اعماق)			
50-40	40-30	30-20	20-10	10-0	مقارنة		
9.264	9.218	9.297	9.693	10.020	قش		
9.800	10.070	10.365	10.363	11.172	سعف		
9.380	9.612	9.503	9.840	10.235	رقائق البولي اثيلين الاسود		
9.810	9.600	9.612	9.900	10.065	التداخل الثنائي (ري + اعماق)		
50-40	40-30	30-20	20-10	10-0	ري أحواض		
9.290	9.532	9.581	9.959	10.324	ري مروز		
9.837	9.718	9.807	9.939	10.422			
معدل طرق الري							
ري مروز				ري أحواض			
9.945				9.737			
50-40	40-30	30-20	20-10	10-0	معدل الأعماق		
9.563	9.625	9.694	9.949	10.373	معدل التغطية		
رقائق البولي اثيلين الاسود		سعف	قش	مقارنة			
9.797		9.714	10.354	9.498			
التداخل الثلاثي ري + تغطية + عمق	التداخل الثنائي تغطية + اعماق	تداخل الثنائي ري + اعماق	تداخل الثنائي ري + تغطية	الأعماق	تغطية	الري	LSD
1.0731	0.8024	0.4451	0.7430	0.3236	0.5948	0.3584	

يبين جدول 17 تأثير التداخل الثنائي بين طرق الري والتغطية في قيم الإيصالية المائية في نهاية الموسم ،اذ حصلت معاملة الري بالمرور – المغطية بالقش على أعلى القيم مقارنة مع باقي المعاملات في نهاية الموسم ،اذ بلغت 10.523 سم ساعة¹ ،بينما حصلت معاملة الري بالاحواض – بدون تغطية (مقارنة) على أقل قيمة مقارنة مع بقية المعاملات في نهاية الموسم اذ بلغت 9.460 سم ساعة¹ . يبين جدول 17 تأثير التداخل الثنائي بين طرق الري والأعماق في قيم الإيصالية المائية في نهاية الموسم ،اذ حصلت معاملة الري بالمرور للعمق 0-10سم على أعلى القيم مقارنة مع باقي المعاملات في نهاية الموسم ،اذ بلغت 10.422 سم ساعة ، بينما حصلت معاملة الري احواض للعمق 40-50 سم على أقل قيمة مقارنة مع بقية المعاملات في نهاية الموسم حيث بلغت 9.290 سم ساعة.

يلاحظ من جدول 17 تأثير التداخل الثلاثي بين طرق الري والتغطية والأعماق في قيم الإيصالية المائية في نهاية الموسم ،اذ حصلت معاملة الري بالمرور – المغطية بالقش للعمق 0-10سم على أعلى القيم مقارنة مع باقي المعاملات في نهاية الموسم ،اذ بلغت 11.320 سم ساعة¹ ،بينما حصلت معاملة الري بالاحواض – غير المغطية للعمق 40-50 سم على أقل قيمة مقارنة مع بقية المعاملات في نهاية الموسم حيث بلغت 9.007 سم ساعة¹ . يتضح من نتائج التداخل أعلاه بين عوامل التجربة أنّ طريقة الري وخصوصا الري بالاحواض خفض قيم الإيصالية المائية ، وقد يرجع سبب ذلك إلى استمرار عمليات الري وبالأخص الري بالاحواض الذي يؤدي إلى تدهور خصائص التربة وانخفاض قابليتها على إيصال الماء، وهذا ما ظهر في بعض المعاملات التي تروى بطريقة الأحواض (شبيب، 2010). يتضح أيضا أنّ الأعماق السطحية ذات إيصالية مائية أعلى من الأعماق السفلى ،بسبب أنتشار جذور النباتات فيها ،مما يؤدي إلى تقليل الكثافة الظاهرية وزيادة الإيصالية المائية مقارنة مع الأعماق السفلى ذات الإيصالية المائية القليلة بسبب عمليات الري ومرور المكائن و الآلات الزراعية تؤدي إلى رص هذه الطبقات ،بالإضافة إلى ثقل الطبقات العليا ، مما يزيد من كثافتها الظاهرية ويقلل مساميتها (Ahuja ,1982).

8-4. تأثير تغطية سطح التربة وطريقة الري في ارتفاع النبات

يوضح جدول 18 تأثير التغطية وطريقة الري على قيم معدلات ارتفاع النبات ، فكانت الفروق معنوية لعامل تغطية سطح التربة في ارتفاع النبات، اذ بلغ اعلى ارتفاع لمعاملة التغطية بالقش التي لم تختلف معنوياً مع معاملة التغطية بالسعف وبلغ اقل متوسط ارتفاع لمعاملة رقائق البولي ايثيلين الاسود حيث كانت 149.6 سم ، في حين بلغت قيم متوسطات ارتفاع النبات 177.5 , 184.05 , 169.25 سم لمعاملات التغطية بالقش والسعف والمقارنة على التوالي ، تفوقت معاملة التغطية بالقش معنوياً على معاملتي رقائق البولي ايثيلين الاسود وبدون تغطية (المقارنة) في حين كانت الفروق غير معنوية بينها وبين معاملة التغطية بالسعف، ويعزى سبب ذلك إلى دور القش في المساهمة في خلق ظروف جيدة لنمو النبات من درجة حرارة ورطوبة مناسبة لنمو، مما يزيد من نمو الجذور وانتشارها التي تعمل بدورها على توفير الرطوبة المناسبة لنمو وزيادة ارتفاع النبات والمساحة الورقية نتيجة لمساهمة الماء بانقسام الخلايا ، وهذا يتفق مع ما توصل إليه (Elsahookie et al. , 2006). يلاحظ من جدول 18 عدم وجود فروق معنوية بين معاملة القش وسعف النخيل لصفة ارتفاع النبات لما لسعف النخيل من دور في المحافظة على بقاء التربة معتدلة الحرارة مقارنة بمعاملتي التغطية برفائق البولي ايثيلين الاسود وعدم التغطية (المقارنة) ، حيث إن معاملة رقائق البولي ايثيلين الاسود أدت إلى ارتفاع درجة حرارة التربة كما موضح في ملحق 7 ، وهذا يتفق مع ما توصل إليه (Ahmed ,1991) بأن الترب المغطاة تحتفظ برطوبة أعلى من الترب المكشوفة بسبب موازنة رطوبة التربة ، كذلك تأثيرها في النظام الحراري للتربة بسبب لون أو قابلية التربة في التوصيل الحراري والذي يؤثر بدوره في الأشعة الساقطة والمنعكسة ، مما ينعكس سلباً لصفة ارتفاع النبات . يوضح جدول 18 عدم وجود تأثير معنوي لطريقة الري على صفة ارتفاع النبات ، حيث بلغت متوسطات طريقتي الري بالأحواض والمرور 170.25 , 169.95 سم على التوالي ، ويرجع سبب ذلك لكون المعاملات كانت تروى اعتماداً على المحتوى الرطوبي لتربة المعاملات ، لذلك اخذت كل معاملة كفايتها من الماء في مرحلة النمو الخضري والتزهير ، ، مما أدى إلى تشجيع نمو النبات ومن ثم زيادة ارتفاعه (الراوي ، 2002). أوضحت نتائج الدراسة كما في جدول 18 التأثير المعنوي للتداخل الثنائي لكلا عملي الدراسة (طريقة الري والتغطية) على ارتفاع النبات ، حققت معاملة ري المرور المغطاة بالقش أعلى معدل لصفة ارتفاع النبات وبلغت 185.4 سم ، بينما كان أقل معدل لمعاملة الري بالأحواض المغطاة برفائق البولي ايثيلين الاسود والذي بلغ 148.8 سم.

جدول 18. تأثير تغطية سطح التربة وطريقة الري على ارتفاع النبات (cm)

التغطية					طريقة الري
المعدل	رقائق البولي اثيلين الاسود	السعف	القش	المقارنة	
170.25	148.8	177.7	182.7	171.8	الأحواض
169.95	150.4	177.3	185.4	166.7	المروز
	149.6	177.5	184.05	169.25	المعدل
التداخل الثنائي(ري + تغطية)			معاملات التغطية	طريقة الري	أقل فرق معنوي
12.83			7.94	(N.S)	LSD

9-4. تأثير تغطية سطح التربة وطريقة الري في المساحة الورقية

يوضح جدول 19 تأثير التغطية وطريقة الري في المساحة الورقية ، فكانت الفروق معنوية بين معاملات التغطية لصفة المساحة الورقية، حيث بلغت قيم معدلات المساحة الورقية 5381 ، 4385 ، 4206 ، 3565 سم² لمعاملات التغطية بالقش والتغطية بالسعف وعدم التغطية والتغطية برقائق البولي اثيلين الأسود على التوالي، ويعود سبب تفوق معاملة القش على باقي المعاملات إلى دور القش بالمحافظة على رطوبة التربة نتيجة لتقليل التبخر من التربة ، مما يزيد من قابلية الجذور على امتصاص المغذيات، مما يؤدي إلى زيادة المساحة الورقية وهذا يتفق مع ما توصل إليه (Owies et al. , 2000) ، بينما حصلت معاملة رقائق بولي اثيلين الأسود على أقل معدل لصفة المساحة الورقية ، ويعزى سبب ذلك إلى أن التغطية برقائق البولي اثيلين الأسود يؤدي إلى زيادة المحتوى الرطوبي للتربة بعد عملية الري ، و قد يؤدي ذلك إلى تقليل التهوية بسبب عدم امتلاكها فتحات أو مسامات ، وزيادة غسل المغذيات في المنطقة الجذرية ، مما انعكس سلبا على النمو الخضري للنبات، وهذا يتفق مع ما توصل إليه (Zhao et al. , 2012). كذلك أن النباتات المزروعة تحت معاملات التغطية العضوية(القش والسعف وغيرها) لم تعان من الاجهاد الرطوبي أو الحراري، وعلى عكس من ذلك فإن التغطية البلاستيكية (رقائق البولي اثيلين الأسود) أدت إلى تقليل مؤشرات النمو الخضري للنباتات نتيجة لتعرض هذه النباتات إلى الاجهاد الحراري وخصوصا في مرحلة البزوغ وهذا يتفق مع ما توصل إليه (Zhao et al. , 2012)، ويرجع سبب الإجهاد الحراري لعدم امتلاك رقائق البولي اثيلين

الأسود فتحات أو مسامات كما في المغطيات الأخرى مثل القشّ والسعف ، لذا فإن عملية التبادل الغازي التي تحدث ما بين التربة والهواء الجوي تكون قليلة وبذلك فإن عملية تهوية التربة ضرورية لزيادة مؤشرات النمو الخضري للنبات لخلق حالة الاتزان الحراري بين الجو والتربة. يوضح جدول 19 عدم وجود فروق معنوية بين طريقتي الري على صفة المساحة الورقية ، ويعزى سبب ذلك إلى كفاية الري في مرحلتي النمو الخضري والتزهير (ملحق 2) التي أدت بدورها إلى زيادة ارتفاع النبات وزيادة عمق الجذور، مما زاد من امتصاص الماء والعناصر الغذائية ، وبالتالي أدى إلى تحسين نمو النبات ، مما أدى إلى زيادة المساحة الورقية (Caverro et al. ,2000) و (الراوي، 2002) ، يبين جدول 19 وجود فروق معنوية للتداخل الثنائي بين طريقة الري والتغطية، حققت معاملة المروز المغطاة بالقش أعلى معدل للمساحة الورقية بلغ 5520 سم² وأقل معدل كان لمعاملة الأحواض المغطاة برقائق البولي اثيلين الأسود وبلغ 3562 سم².

جدول 19. تأثير تغطية سطح التربة وطريقة الري في المساحة الورقية (cm²)

التغطية					طريقة الري
المعدل	رقائق بولي اثيلين الاسود	السعف	القش	المقارنة	
4383	3562	4578	5242	4148	الأحواض
4385	3567	4191	5520	4263	المروز
	3565	4385	5381	4206	المعدل
التداخل الثنائي(ري+ تغطية)			معاملات التغطية	طريقة الري	أقل فرق معنوي
494.4			339.6	N.S	LSD

10-4. تأثير تغطية سطح التربة وطريقة الري في وزن 500 حبة

يوضح جدول 20 تأثير التغطية وطريقة الري في وزن 500 حبة ،أذ وجدت فروق معنوية بين معاملات التغطية لصفة وزن 500 حبة حيث بلغت 99.8 , 113.9 , 103.8 , 91.1 غم لمعاملات عدم وجود تغطية والتغطية بالقش والسعف ورقائق البولي اثيلين الأسود على التوالي ،حيث حققت معاملة التغطية بالقش أعلى معدل تليها التغطية بالسعف والمقارنة ثم رقائق البولي اثيلين الأسود ،وقد يعزى سبب ذلك إلى محافظة القش على درجة حرارة و رطوبة مناسبة لنمو النبات لفترة معينة، مما يؤدي إلى وفرة الماء الذي بدوره يؤثر في نمو وانقسام خلايا النبات ،مما يؤدي إلى تحسين كفاءة عملية التركيب الضوئي وبالنتيجة يعطي فرصة لأكبر كمية من المواد الغذائية أن تخزن داخل البذرة وبالتالي

زيادة وزن 500 حبة (الساھوكي، 2007)، وقد يعزى زيادة وزن 500 حبة لمعاملة التغطية بالسعف لما للسعف من دور في المحافظة على رطوبة التربة ودرجة حرارة معتدلة لفترة معينة، مما يؤدي إلى تراكم المادة الجافة في الحبوب وزيادة وزن 500 حبة (الحسبي، 2009)، في حين أعطت معاملة التغطية برقائق البولي اثيلين الأسود أقل معدل وذلك لارتفاع درجة الحرارة تحت الغطاء كما هو موضح في ملحق 7، بالإضافة إلى حرارة الجو العالية قد يؤثر ذلك على نمو النبات بشكل عام يلاحظ من جدول 20 وجود فروق معنوية بين طريقتي الري في صفة وزن 500 حبة، إذ بلغت 105.4 98.9 غم للري بالأحواض والمروز على التوالي، وقد يعزى سبب ذلك إلى أن الري السحي (أحواض) يوفر كمية كبيرة من المياه للمحصول كما هو موضح في ملحق 2، مما يؤدي إلى استهلاك كمية أكبر من المياه وذلك لاستجابة الذرة لزيادة كمية المياه، وهذا يؤدي إلى عدم حصول اضطرابات فسيولوجية للنبات وخاصة في مرحلة التزهير والإخصاب، مما أتاح الفرصة لإتمام عملية التمثيل الضوئي وتصنيع المواد الغذائية المصدرة إلى الحبوب النامية وهذا بدوره يزيد من وزن 500 حبة وهذا ما أشار إليه (Oikeh et al., 1999). يوضح جدول 20 وجود فروق معنوية للتداخل الثنائي بين طريقة الري والتغطية حيث حققت معاملة الأحواض المغطاة بالقش أعلى معدل بلغ 119.3 غم وأقل معدل لمعاملة المروز المغطاة برقائق البولي اثيلين الأسود حيث بلغ 84.7 غم.

جدول 20. تأثير تغطية سطح التربة وطريقة الري في وزن 500 حبة (gm)

التغطية					طريقة الري
المعدل	رقائق لبولي اثيلين لاسود	السعف	القش	المقارنة	
105.4	97.5	104.7	119.3	100.0	الأحواض
98.9	84.7	102.8	108.5	99.5	المروز
	91.1	103.8	113.9	99.8	المعدل
التداخل الثنائي (ري + تغطية)			معاملات التغطية	طريقة الري	أقل فرق معنوي
12.27			9.83	5.85	LSD

41.1- تأثير تغطية سطح التربة وطريقة الري في حاصل الحبوب

أوضحت النتائج في جدول 21 تأثير التغطية وطريقة الري في حاصل الحبوب، أذ وجدت فروق معنوية بين معاملات التغطية لصفة حاصل الحبوب، حيث بلغت 4028 ، 5260 ، 4625 ، 3520 كغم هكتار⁻¹ لمعاملات عدم التغطية والقشّ والسعف ورقائق البولي اثيلين الاسود على التوالي، حيث بلغ أعلى معدل لحاصل الحبوب لمعاملة القش تليه معاملة التغطية بالسعف ثم معاملة المقارنة ثم معاملة التغطية برقائق البولي اثيلين الاسود ، يعزى السبب إلى زيادة المساحة الورقية عند التغطية بالقشّ حيث أنّ زيادة المساحة الورقية تزيد من تبادل الهواء و التعرض إلى الإشعاع الشمسي وزيادة المادة الجافة التي تعمل بدورها على زيادة فترة امتلاء الحبة ، مما يزيد من وزنها ثم زيادة الحاصل (Tollenaar et al.,2004). يوضح جدول 21 وجود فروق معنوية بين طريقتي الري في صفة حاصل الحبوب ، اذ بلغت 4703 ، 4014 كغم هكتار⁻¹ لمعاملة الري بالأحواض والمرور على التوالي، ويعود سبب تفوق معاملة الري بالأحواض إلى ان المساحة المبتلة للأحواض كانت 100% (ملحق 2) ، أما سبب انخفاض الحاصل لمعاملة الري بالمرور، قد يعزى سبب ذلك إلى كون المساحة المبتلة 93% اما الري بالأحواض كانت المساحة المبتلة 100% والتغطية كاملة في الاحواض، أذ بلغ عمق ماء الري المضاف للأحواض بدون تغطية والقش والسعف ورقائق البولي اثيلين الاسود 498.9، 559.5، 519، 594.78 mm على التوالي، اما المرور فبلغت 380.93 ، 528.65 ، 428.35، 545.68 mm لمعاملة بدون تغطية (المقارنة) والقش والسعف ورقائق البولي اثيلين الاسود على التوالي كما هو موضح في ملحق 2 ، حيث إنّ الماء هو المذيب الوحيد داخل الخلايا النباتية، كونه يساعد في عملية نقل نواتج التمثيل الضوئي من المصدر (الأوراق) إلى المصب و خاصة خلال مرحلة امتلاء البذور والتي تحدد وزن البذرة. لذلك فأن كمية المياه المتاحة للنبات خلال تلك المرحلة الحرجة من حياة النبات هي التي تحدد كمية الحاصل وهذا يتفق مع ما توصل إليه (الجنعير ، 2008). يوضح جدول 21 وجود فروق معنوية للتداخل الثنائي بين طريقة الري والتغطية لصفة حاصل الحبوب، حيث حققت معاملة الأحواض – المغطاة بالقش أعلى قيمة لحاصل الحبوب بلغت 6045 كغم هكتار⁻¹ بسبب توفر الماء الكافي والحرارة الملائمة التي يوفرها القش عند تغطية

سطح التربة به ، إذ ما قورنت بمعاملة المقارنة وهذا يتفق مع (AL-Maliki et al. 2014).

جدول 21. تأثير تغطية سطح التربة وطريقة الري في حاصل الحبوب (kg ha^{-1})

التغطية					طريقة الري
المعدل	رقائق لبولي اثيلين لاسود	السعف	القش	المقارنة	
4703	3800	5015	6045	3950	الأحواض
4014	3240	4235	4475	4105	المروز
	3520	4625	5260	4028	المعدل
التداخل الثنائي(ري+ تغطية)			معاملات تغطية	طريقة الري	أقل فرق معنوي
610.3			430.1	620.0	LSD

12-4. تأثير تغطية سطح التربة وطريقة الري في كفاءة استعمال الماء

يبين الشكل 22 تأثير تغطية سطح التربة وطريقة الري في كفاءة استعمال الماء ، إذ وجدت فروق معنوية لعامل تغطية سطح التربة على كفاءة استعمال الماء، إذ إنّ تغطية سطح التربة بالقش زاد من كفاءة استعمال الماء تليها معاملة التغطية بالسعف ثم معاملة التغطية برقائق البولي اثيلين الأسود مقارنة بالترب غير المغطاة (المقارنة) إذ بلغت 1.104 ، 0.849 ، 0.806 ، 0.708 كغم/م³ على التوالي ، يعزى سبب ذلك إلى محافظة القش على رطوبة التربة لفترة اطول ، مما أدى إلى زيادة حاصل النبات، مما زاد من كفاءة استعمال الماء ، كذلك قد يعزى السبب إلى انخفاض قيم الكثافة الظاهرية بسبب تغطية سطح التربة بالقش ، وقد شجع ذلك على نمو المجموع الجذري بشكل أفضل وكفاءة عالية في امتصاص العناصر الغذائية، وهذا بدوره قد انعكس إيجابيا في كمية الحاصل وزيادة انتاجية وحدة المياه المستعملة في الري وهذا يتفق مع ما توصل إليه الراوي (2002). حيث إنّ لهذا الاسلوب الجديد في الزراعة (تغطية سطح التربة) تأثير واضح في زيادة المردود الاقتصادي من جهة ومن جهة اخرى يعمل على تحسين الخصائص الفيزيائية للتربة ، مما يساهم في ترشيد وتقنين كمية المياه المستهلكة من قبل النبات. أما بالنسبة لتغطية سطح التربة برقائق البولي اثيلين الأسود فكانت كفاءة استعمال الماء قليلة وذلك لأنّ رقائق البولي اثيلين الأسود تغطي سطح التربة بالكامل ، مما يعمل على تقليل تبخر المياه وتكثف المياه

واعادتها مرة اخرى إلى التربة ، مما يسبب في زيادة رطوبة التربة ويقلل الأوكسجين، هذا بالإضافة إلى ارتفاع درجة حرارة التربة تحت الغطاء (Zhao et al., 2012)، كل هذه العوامل قد تكون السبب في تقليل حاصل النبات، مما أثر سلباً في كفاءة استعمال الماء عند مقارنتها مع الترب المغطاة بالقش والسعف، حيث من المعروف أن كفاءة استعمال الماء تتناسب طردياً مع زيادة غلة المحصول وعكسياً مع مجموع كمية المياه المضافة خلال موسم النمو الكامل (الدليمي، 2011)، لكن كفاءة استعمال الماء في معاملة التغطية برقائق البولي اثيلين الاسود أفضل من معاملة بدون التغطية ، وهذا يتفق مع ما توصل إليه (Zhao et al., 2012) بأن التغطية برقائق البولي اثيلين الأسود أدى إلى الزيادة في كفاءة استعمال المياه بالمقارنة مع المعاملات المكشوفة من التغطية، لكن تكون ذات كفاءة قليلة إذ ما قورنت مع معاملة التغطية بالقش والسعف على الرغم من توفيرها كميات اكبر من المياه مقارنة بباقي المعاملات، إلا أن تأثيرها كأن سلبيا في كمية الحاصل ، لذا لا تعد ذات كفاءة جيدة وهذا يتفق مع (Medici et al., 2014)، ويرجع سبب حصول معاملة المقارنة على أقل كفاءة إلى أن دقائق التربة الناعمة تترسب داخل مسامات التربة بسبب الري ، مما يؤدي إلى تقليل المسامية وارتفاع الكثافة الظاهرية، ومن ثم تطور قشرة سطحية التي تعمل بدورها إلى تقليل غيض الماء في التربة ، وهذا يتفق مع ما توصل إليه (شبيب ، 2010) ، وهذا بدوره يؤثر سلبا في حاصل النبات ، بالإضافة إلى أن كميات المياه المضافة إلى معاملة المقارنة كبيرة مقارنة مع بقية المعاملات كما هو موضح في ملحق 2 ، مما يؤثر هذا بدوره على كفاءة استعمال الماء (النعيمي، 2001) . كذلك يعزى سبب انخفاض كفاءة استعمال الماء في معاملة المقارنة بسبب زيادة كمية الماء المستعملة نسبة إلى أنتاجها من حاصل الحبوب قياسا ببقية معاملات الدراسة ، وهذا يتفق مع ما توصل إليه (عبد الحسن ، 2007)، حيث إن استعمال عمق مياه كبير يقلل من كفاءة استعمال المياه وبمعنى آخر زيادة عمق مياه الري يقلل من كفاءة استعمال المياه (Kahlon and Khera, 2015) . يلاحظ من جدول 22 أنه لا توجد فروق معنوية لعامل طريقة الري في كفاءة استعمال الماء، إذ بلغت كفاءة استعمال الماء 0.871 ، 0.862 كغم م⁻³ لطريقة الري بالأحواض والري بالمروز على التوالي، وهذا يتفق مع (Xian-Feng et al., 2016) ، وقد يرجع سبب التغيرات القليل في زيادة كفاءة استعمال الماء مع اختلاف طرق الري المستخدمة (الأحواض والمروز) إلى الطبيعة الفسلجية للنبات، حيث يبذل النبات جهداً كبيراً في محاولة الاستفادة من جميع الماء المجهز له خلال عملية الري ليعطي إنتاجاً طبيعياً، وهذا يتفق مع ما توصل إليه (صالح، 2012).

جدول 22. تأثير تغطية سطح التربة و طريقة الري في كفاءة استعمال الماء (kg m^{-3})

التغطية					طريقة الري
المعدل	رقائق البولي اثيلين الاسود	السعف	القش	المقارنة	
0.8713	0.7610	0.8960	1.1640	0.6640	الأحواض
0.8618	0.8500	0.8010	1.0440	0.7520	المروز
	0.8055	0.8485	1.1040	0.7080	المعدل
التداخل الثنائي(ري + تغطية)			معاملات التغطية	طريقة الري	أقل فرق معنوي
0.03430			0.02426	0.01715	LSD

5- الاستنتاجات والتوصيات

Conclusions and Recommendations

1.5- الاستنتاجات

1- لوحظ زيادة المحتوى الرطوبي والكثافة الظاهرية في نهاية الموسم مما زاد من الصفات الحرارية، حيث ساهمت التغطية بزيادة المحتوى الرطوبي مما زاد بدوره من الإيصالية الحرارية والسعة الحرارية الحجمية بصورة مباشرة وبصورة غير مباشرة في التدفق الحراري .

3- عملت معاملة التغطية برقائق البولي اثيلين الأسود (أحواض أو مروز) في رفع درجة حرارة التربة والرطوبة مقارنة مع معاملات التجربة الباقية ويرجع ذلك للغشاء البلاستيكي فقد قلل تبخر الماء بدرجة عالية والذي يمتلك سعة حرارية عالية وكذلك يرجع السبب إلى لونه الأسود الذي يمتص الأشعة أكثر مما يعكسها.

4- اسهمت معاملة التغطية بالقش (أحواض ومروز) في خفض الكثافة الظاهرية في اعماق التربة مقارنة مع باقي معاملات التغطية بالسعف ورقائق البولي اثيلين الأسود والمقارنة التي اسهمت بقيم كثافة ظاهرية أعلى.

5- أسهمت معاملة التغطية بالقش (أحواض ومروز) في زيادة الإيصالية المائية في اعماق التربة مقارنة مع باقي معاملات التغطية بالسعف ورقائق البولي اثيلين الأسود والمقارنة التي اسهمت في خفض قيم الإيصالية المائية .

6- أعطت معاملة التغطية بالقش (أحواض و مروز) أعلى قيم في ارتفاع النبات والمساحة الورقية ووزن 500 حبة وحاصل الحبوب لمحصول الذرة الصفراء مقارنة بباقي المعاملات .

7- أدى استعمال التغطية بالقش والسعف إلى زيادة حاصل النبات ، وذلك لأن لهما دوراً فعالاً في تغيير النظام الحراري والرطوبي لمقد التربة الواقع تحت هذه المغطيات وتغيير الظروف المحيطة بالنبات .
8- ازدياد قيم كفاءة استعمال الماء في معاملة التغطية بالقش تليها معاملة التغطية بالسعف بسبب احتفاظ القش بالرطوبة لفترة أطول ، كذلك محافظة السعف على رطوبة ودرجة حرارة معتدلة للتربة ، مما أنعكس بشكل ايجابي على حاصل النبات ، مما زاد من كفاءة استعمال الماء لهذه المعاملات .

2-5.التوصيات

- 1-استخدام أسلوب تغطية سطح التربة بمغطيات نباتية في الزراعة لأنها توفر ظروفاً بيئية مناسبة لنمو المحصول المزروع من حرارة ورطوبة مناسبة ومغذيات ، كذلك وجود رقائق البولي اثيلين الأسود أسهم بعدم تبخر الماء خارج التربة وزاد من درجات حرارة التربة في الموسم الخريفي ، مما أثر سلباً على نمو النبات لذلك ينصح استعماله في المناطق الباردة أو في فصل الشتاء .
- 2- للحصول على أعلى كفاءة في استعمال ماء الري يفضل تغطية سطح التربة بالمغطيات الطبيعية(القش) .
- 4- يجب أن نكون على معرفة ودراية كبيرة في وقت استخدام التغطية برقائق البولي اثيلين الأسود ولا نوصي باستخدام مغطيات رقائق البولي اثيلين الاسود في المحاصيل الحقلية.

6. المصادر Referencrs

1.6 المصادر العربية

- **اسماعيل**، ليث خليل (1988) الري والبزل . كلية الزراعة _ جامعة الموصل.
- **البلداوي**، محمد هذال كاظم ،موفق عبد الرزاق ، جلال حميد حمزة ،خليل ابراهيم محمد ،خالدة ابراهيم هاشم ،هادي محمد كريم (2014) ضوابط ومعايير زراعة ودراسة المحاصيل الحقلية كلية الزراعة –جامعة بغداد .ص 12 و ص100.
- **التميمي**، مهدي ابراهيم عودة ، و عبد ، فريد مجيد (2015) الجريان في الأوساط المسامية كلية الزراعة –جامعة بغداد.
- **توفيق**، حسام الدين احمد ،اميرة حنون عطية ، علاء علي حسين ، علي عباس محمد وهشام سلمان العبيدي (2011) تأثير السماد الحيواني في الانتشارية والتوصيلية الحرارية للتربة .مجلة جامعة تكريت للعلوم الزراعية .مجلد(11) عدد(4) صفحة 269-276.
- **الجنابي** ، بريسم حمزة كاظم (2016) تأثير الرص والمخلفات النباتية في الخصائص لفيزيائية للتربة ونمو الخلايا الفطرية وحاصل الذرة الصفراء .رسالة ماجستير .كلية الزراعة –جامعة بغداد.
- **الجنابي** ، محمد علي عبود (2005) تقييم الري بالتنقيط لمحصول البصل *Allium cepa L.* تحت استعمال المغطيات والمادة العضوية في التربة. رسالة ماجستير . قسم التربة والموارد المائية . كلية الزراعة . جامعة الأنبار .
- **الجنعير**، فاطمة خالد (2008) غربلة بعض طرز زهرة الشمس (*Helianthus annuus L.*) لتحمل الجفاف والحرارة المرتفعة. رسالة ماجستير. جامعة دمشق- كلية الهندسة الزراعية. الجمهورية العربية السورية.
- **حاجم**، احمد يوسف وحقي اسماعيل ياسين(1992) هندسة نظم الري الحقلي. دار الكتب للطباعة والنشر. جامعة الموصل. العراق.

- **الحديثي** ، عصام خضير حمزة (2001) الاستهلاك المائي للباقلاء تحت ظروف تغطية التربة .مجلة العلوم الزراعية العراقية . المجلد (32).العدد(6): 55-58.
- **الحديثي** ،سيف الدين عبد الرزاق سالم(2002) جدول الري غير الكامل لمحصول الذرة الصفراء .اطروحة دكتوراه .كلية الزراعة –جامعة بغداد.
- **الحديثي**، عصام خضير، احمد مدلول وياس خضير(2010) تقانات الري الحديثة .وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. كلية الزراعة . جامعة الأنبار. العراق.
- **الحسبي**، سعد بن سيف بن علي (2009) تقييم بعض الممارسات الزراعية تحت ظروف ملوحة المياه من اجل الزراعة المستدامة .اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي اسيا (الانكلو).1-7.
- **حسن** ، هشام محمود ، عصام خضير الحديثي وصلاح الدين عبد العزيز محمود (1988) تأثير تغطية التربة على بعض الخصائص الفيزيائية للتربة ونمو وانتاج الباقلاء تحت الظروف الديمية . المؤتمر العلمي الخامس لمجلس البحث العلمي- بغداد-العراق .
- **حسن**، خالد فالح ، 1995 ، تقييم اثر إضافة بقايا المحاصيل في إنتاجية الترب الجبسية تحت الظروف الديمية ، اطروحة دكتوراه ، كلية الزراعة والغابات – جامعة الموصل .
- **الحمد** ، عبد الرحمن داود صالح(2007) تأثير تناوب الري بالتنقيط والري السطحي في بعض الخصائص الفيزيائية وكفاءة الري في الترب الطينية ،رسالة ماجستير ،قسم علوم التربة والمياه، كلية الزراعة، جامعة البصرة.
- **الدليمي** ،سعد عناد حرفوش (2011) مقارنة تأثير طرق ري مختلفة ببعض المعايير المائية والفيزيائية ونمو وحاصل الطماطة .اطروحة دكتوراه. كلية الزراعة –جامعة الأنبار.
- **الدليمي**، حامد عجيل حبيب (1988) تأثير الحراثة والزراعة على غيض الماء في التربة وبعض الصفات الفيزيائية وحاصل الذرة الصفراء. رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة بغداد، العراق.

- **الدوغجي**، عصام حسين علي وعبد الرزاق عثمان حسن و نادية ناصر حامد (2009) تأثير مسافة الزراعة وتغطية التربة في نمو وحاصل الخيار المزروع في البيوت البلاستيكية. مجلة البصرة للعلوم الزراعية .المجلد(22)، العدد(2): 35-47.
- **الراوي** ،علي احمد عطوي، وخلف ،موسى طه ، و عذاب ،نعمة هادي .1995. تأثير تغطية التربة برقائق البولي اثلين في بعض خواص التربة ونمو وانتاج الطماطة .مجلة زراعة الرافدين .الموصل . المجلد(27). العدد(3):24-27.
- **الراوي** ، عادل خير الله (2002) تقييم اداء منظومة الري بالرش المحوري وتأثيرها في بعض الخصائص الفيزيائية لتربة جبسية و انتاجية الذرة الصفراء. رسالة ماجستير - كلية الزراعة - جامعة الأنبار.
- **الراوي**، خالد عبد حسن (1986) تأثير أسلوب الحراثة في بعض الصفات الفيزيائية للتربة وفي نمو وحاصل الحنطة ومكوناته في المنطقة الديمة. رسالة ماجستير، كلية الزراعة والغابات، جامعة الموصل – العراق.
- **الزوبعي والنعمي** ، عبد الرزاق يونس وواثب شكري (2009) تأثير زيت الوقود ومسحوق الشنبلان المائي *Ceratophlam demeresm L.* في بعض خصائص التربة الفيزيائية وحاصل البزاليا تحت ظروف الأمطار لمدينة الرمادي . مجلة العلوم الزراعية العراقية : 40 (4): 51-62 .
- **السامرائي**، عمر مزاحم حميد (1989) اثر المناخ في زراعة و انتاجية محاصيل الخضروات في محافظة صلاح الدين ،دراسة المناخ التطبيقي . مجلة زانكو صلاح الدين ،المجلد الثاني ،العدد الأول ،مطبعة التعليم العالي ،اربيل ،ص85.
- **الساھوكي** ،مدحت وكريمة محمد وهيب (1990) تطبيقات في تصميم وتحليل التجارب .جامعة بغداد –وزارة التعليم والبحث العلمي.
- **الساھوكي** ، مدحت مجيد (2007) علاقة المصدر بالمصب وثابت مقدرة النظام في هجين الذرة الصفراء وسلالته 93 ، مجلة الزراعة العراقية (عدد خاص) مجلد 12 عدد (2) المحاصيل الحقلية - كلية الزراعة، جامعة بغداد.

- **سرحان**، عبد الهادي محمد (2009) تأثير مواعيد الري تحت نظام الري بالتنقيط في التوزيع الرطوبي والممحي في تربة متأثرة بالملوحة. رسالة ماجستير. كمية الزراعة-جامعة بغداد.
- **سليمان**، عامر داود، حسين فياض ومكارم محمد صالح (2002) دراسة الاستهلاك المائي لبعض المحاصيل الحقلية، الشركة العامة لبحوث الموارد المائية والتربة وزارة الري.
- **شبيب**، يحيى جهاد (2010) تأثير التناوب بالري السحيق والتنقيط وملوحة ماء الري على خصائص التربة ونمو النبات في تربة طينية. رسالة ماجستير. كلية الزراعة - جامعة البصرة.
- **صالح**، سعدية مهدي (2012) تأثير فاصلة الري والتناوب بمياه مرتفعة ومنخفضة الملوحة تحت منظومة الري بالتنقيط في بعض خصائص التربة ونمو نبات الذرة الصفراء (*Zea Mays L.*). جامعة البصرة - كلية الزراعة.
- **الصالحى**، زهراء خالد كامل (2018) مقارنة الحالات الملحية في المنطقة الجذرية تحت نظام *swrt* وبعض أنظمة الأخرى في تربتين خشنة ومتوسطة النسجة وتأثير ذلك في نمو وانتاج الذرة الصفراء. أطروحة دكتوراه. كلية الزراعة - جامعة بغداد.
- **الطيف**، نبيل ابراهيم، عصام خضير الحديثي (1988) الري واساسياته وتطبيقاته. كلية الزراعة - جامعة بغداد.
- **الظفيري**، عبد الله علي (1988) تأثير التغطية في التبخر- نتح وعلاقة ذلك برطوبة التربة ونمو وحاصل الذرة الصفراء. أطروحة دكتوراه - قسم التربة - كلية الزراعة- بغداد.
- **الظفيري**، عبد الله علي. 1998. تأثير التغطية في التبخر- نتح وعلاقة ذلك برطوبة التربة ونمو وحاصل الذرة الصفراء. أطروحة دكتوراه - قسم التربة - كلية الزراعة- بغداد.
- **العاني**، عبد الله نجم (1988) علاقة التربة بالماء واثرها على فترات الري وكمية ماء الري المضافة، كلية الزراعة. جامعة بغداد.
- **العاني**، عبد الله نجم؛ داخل راضي نديوي و طالب عكاب حسين (2000) الخصائص الفيزيائية والكيميائية لبعض ترب الاهوار في العراق. مجلة الزراعة العراقية، 5 (1):1-14.

- **عبد الحسن** ، شذى (2007) استجابة صنفين من الذرة البيضاء [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] للإجهاد المائي تحت ظروف الحقل ، أطروحة دكتوراه - كلية الزراعة - جامعة بغداد .
- **عطية**، اميرة حنون. 2005. تأثير طريقة الري ونمط الحراثة في حركة الماء والنترات في التربة وحاصل الذرة الصفراء (*Zea mays* L.). رسالة ماجستير. كلية الزراعة. جامعة بغداد. العراق.
- **القيسي** ، عبد الوهاب عبد الرزاق . 1996. تكييف ونمذجة النظام الحراري للتربة تحت ظروف الأنفاق البلاستيكية. أطروحة دكتوراه . كلية الزراعة. جامعة بغداد .
- **الكواز** ، غازي مجيد ، صفاء الدين عبد الستار (1977) دليل ري بعض محاصيل المنطقة الوسطى في العراق . تقرير رقم (15) وحدة بحوث المقننات المائية -معهد بحوث الموارد الطبيعية ومركز بحوث التربة واستصلاح الاراضي . المؤسسة العامة للتربة واستصلاح الأراضي . بغداد - العراق .
- **محمد**، عصام محمود ، علي سيدو رشو (1995) تأثير التغطية في بعض الصفات الفيزيائية للتربة ونمو وحاصل نبات الشعير. وقائع مؤتمر علوم للتربة الأول. وجامعة الموصل ايكاردا 25 - 26 أيلول 1995. مجلة زراعة الرافدين 27 (3) 28-34.
- **المعروف**، عبد الكريم فاضل (2001) تأثير عمق الحراثة وطول اللوح على كفاءة نظام الري الشريطي. رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة البصرة.
- **المعصوم** ، احمد عبد الرحمن (1996) دور الاغطية الارضية *MULCHES* في إنتاج الخضروات في المناطق الجافة ،مجلة الامارات للعلوم الزراعية 1:8-24.
- **الموسوي** ،كوثر عزيز حميد (1997) تاثير المحارث والزراعة على بعض الصفات الفيزيائية والكيميائية للتربة .رسالة ماجستير .كلية الزراعة -جامعة البصرة.

- **الموسوي**، كوثر عزيز حميد (2007) تأثير مناوبة نوعية مياه الري ومحتوى رطوبة التربة في بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لتربة هور الحمار والاستهلاك المائي لمحصول الذرة البيضاء. أطروحة دكتوراه، كلية الزراعة – جامعة البصرة.
- **المياحي**، حسين عبد النبي جويد كشيح (2010) تأثير تصريف المنقطات ومناوبة ملوحة ماء الري في بعض خصائص التربة ونمو نبات الذرة الصفراء رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة بصرة.
- **نديوي**، داخل راضي (1998) دراسة حركة الماء وتجمع الاملاح باستخدام الري بالتنقيط السطحي وتحت السطحي واستجابة نمو الطماطة. أطروحة دكتوراه. كلية الزراعة، جامعة البصرة.
- **نصر**، مروان موسى (2017) تأثير فاصلة الري وتغطية التربة في كفاءتي الري واستعمال المياه وحاصل البطاطا (*Solanum tuberosum L.*) كلية الزراعة – جامعة بغداد.
- **النعمي**، غزوان حسام توفيق (2001) تقييم منظومة الري بالرش المحوري في منطقة وسط العراق. رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة بغداد.
- **هتل**، دانيال (1982) المدخل إلى فيزياء التربة. ترجمة د. جمال شريف دوغرمه جي (1990).
- **ولي**، صلاح الدين بهاء الدين، احمد عبد الحسين، احمد حملة، امين حمة رشيد (1989) تأثير درجة الحرارة المتفاوتة على إنبات بعض صفات بادرات الحنطة والشعير. مجلة زانكو صلاح الدين، المجلد الثاني، العدد الأول، مطبعة التعليم العالي، اربيل، ص6.

4-2. المصادر الاجنبية

- **Abu-Hamdeh**, N, H. and Reeder R, C. (2000) Soil Thermal Conductivity Effects of Density, Moisture, Salt Concentration, and Organic Matter. SSSAJ. 64:1285–1290.
- **Abu-hamdeh**, N.H. (2003) Thermal properties of Soils as Affected by Density and Water Content .Biosystems Engineering , 86,1,97-102.
- **Abu-hamdeh**, N.H. and Reeder ,R.C. (2009) Soil Thermal Conductivity Effects of Density ,Moisture, Salt Concentration, and Organic Matter. Soil Science Society of America.64,4,1285-1290 .
- **Ahmad** .W.I (1991)Evaporation and Transpiration as related to Sub Surface Flow Ph.D. Dissertation Presented to Utah State .University .At .Lonyan Utah .USA.
- **Ahmed**, Z. I. ; M. Ansar; M. IO bal and N. M. Minhas (2007) Effect of planting geometry and mulching on moisture conservation , weed control and wheat growth under rain fed conditions. Pak . J. Bot ., 39 (4) : 1189 – 1195.
- **Ahuja**, L.R.; R.D. Williams and J.W. Nancy (1982) Bulk density and effective porosity to characterize spatial variability of soil hydro-logic properties and effects of cropping systems tillage or erosion. Agronomy Abs. Am. Soc. of Agro ,pp. 518.
- **Al- Masoum**, A. ; A. R. Saghir, and S. Itami (1993) Soil solarization for weed management in U.A.E. J. Emir. Agric. Sci., 7: 507-510.
- **Allen**, R.G., L.S Pereira, D. Raes and M.Smith (1998) Crop evapotranspiration. FAO Irrigation and Drainage. Paper 65, Rome .
- **Al-Maliki**, S.M. H;A.ALWatefi,A.S;Abdulabbas,A.A. (2014) Changes Inorganic matter content, aggregate stability and microbial activity under

tillage and no-tillage system in Babylon province .Euphrates journal of Agriculture Science 6:19-33.

- **AL-Omran**, A.M., A.S. Sheta, A.M. Falatah, and AL-Harbi. 2004. The use of clay deposits in drip irrigation system for water conservation. International conf. on water resources and arid environment. AR.20-64 .
- **AL-Rawahy**, S.A., H.A. Abdul Rahman and M. S. AL-Kalbani. 2004. Cabbage (*Brassica oleracea* L.) response to soil moisture regime under surface and subsurface point and line application. International journal of agriculture and biology. Vol.6, No.6. Pp. 1093-1096 .
- **Al-Saud**, M.; A. Senzanje; and T. H. podmore (1993) Surge effects on soil properties and infiltration. ASAE paper. No. 93-2031. Stem cell. Joseph. MI.
- **Al-Shammary**, A.A.G., Al-Sadoon, J.N.A. (2014) Influence of tillage depth, soil mulching systems and fertilizers on some thermal properties of silty clay soil. Eur. J. Agric. For. Res. 2, 1–1.
- **Anikwe**, M., Mbah, C., Ezeaku, P., Onyia, V.(2007) Tillage and plastic mulch effects on soil properties and growth and yield of cocoyam (*Colocasia esculenta*) on an ultisol in southeastern Nigeria. Soil Tillage Res. 93, 264–272 .
- **Azooz**, R.H., Lowery, B., Daniel, T.C., Arshad, M.A.(1997) Impact of tillage and residue management on soil heat flux. Agric. For. Meteorol. 84, 207–222.
- **Bi**, J., Zhang, M., Chen, W., Lu, J., Lai, Y.(2018) A new model to determine the thermal conductivity of fine-grained soils. Int. J. Heat Mass Transf. 123, 407-417.
- **Blake** ,G.R. (1965) Bulk density .In Black ,C .A:D.D .Evans ,L.E. Ensminger ;j. L. White, and F.E. clark (eds).methods of soil Analysis

ar1.Agronomy9.Am. Soc. of. Agron. Madison, Wisconsin U.S.A.pp.374-390.

- **Blake** ,G.R. (1965) Particle density .In Black ,C .A:D.D .Evans ,L.E. Ensminger :j. L. White, and F.E. Clark (eds).methods of soil Analysis ar1.Agronomy9.Am. Soc. of. Agron. Madison, Wisconsin U.S.A.pp.371-373.
- **Blodyrev** , I. I. I. I. Andrusenko, Ye. P. Safonova and A. M. Kovolenko (1978) Change in the physical properties of the dark chestnut soils of Ukraine under the effect of irrigation. Sovit Soil Sci. 9: 705-710.
- **Boldrin** ,L. (1985) Film termici nelle coperture delle serre .Colture Protette 11:59-62.
- **Broadbent**. F.E. (2015) Soil organic matter. Sustainable options in land management. 2:34–38.
- **Burgers**, M. and P. Nel. (1984) Potato irrigation scheduling and straw mulching South African. Journal of Plant and Soil. 1(4): 111-116.
- **Cavero** , J.I. Farre , P. Debaek , and J.M. Faci (2000) Simulation of maize yield under water stress with the EPIC phasa CROPWAT models . Agron . J. 92 : 679-690 .
- **Copper**, P.J.M., P.J. Gregory, D. Tully and H.C. Harris. 1987. Improving water use efficiency of annual crop in the rainfall farming system of west Asia and North Africa. Exp. Agric. Vol. 23. Pp.113-158.
- **Dahiya**, R., Malik, R.S., Jhorar, B.S.(2003) Effect of sugarcane trash and enriched sugarcane trash mulches on ratoon cane yield and soil properties. J. Indian Soc. Soil Sci. 51 (4), 504–508.
- **Directorate of Agricultural Statistics** (2016) production of Cotton.Maize and potatoes. Central Statistical Organization .Ministry of planning .Iraq.pp.19. <http://www.cossit.gov.iq/ar/agri-stat/veg-prod>.

- **Doving**, T.F; Bvandt ; J.H. Mavia ;R.F.H. Suucke (2005)Effects of straw mulch on soil nitrate dynamics ,weeds, yield and soil erosion in organically grown potatoes –field crops Research 94:238-249.
- **El-Nemr**, M. A. (2006) Effect of mulch types on soil environmental conditions and their effect on the growth and yield of cucumber plants. J. App. Sci. Res. 2 (2): 67 -73.
- **Elsahookie** ,M.M.A. Mahmood ,and F .Oraha (2006)Skip irrigation ,variability of tassel and silk, and leaf removal relationship to maize grain yield .the Iraqi J, Agric .Sci .37(1):123-128.
- **Evanylo** , G . and R . McGuinn (2000) Agricultural management practices and soil quality : Measuring , assessing and comparing laboratory and field test kit indicators of soil quality attributes . Virginia Cooprtative Extension Virginia state University .Publication No .452 – 400 March.
- **Evelt**, S.R., Agam, N., Kustas, W.P., Colaizzi, P.D., Schwartz, R.C. (2012) Soil profile method for soil thermal diffusivity, conductivity and heat flux: Comparison to soil heat flux plates. Adv. Water Resour. 50, 41–54.
- **Fang**, CM, Smith P, Monorieff JB. (2005) similar response of cabile and resistant soil organic matter pools to changes in temperature. Nature.;436:881–883.
- **Gran** ,M.; J. Carrera; J. Massana, M.W. Saaltink; S. Olivella; C. Ayora, and A.Lloret (2011) Dynam-ics of water vapor flux and water separation processes during evapo-ration from a salty dry soil. J. Hy-drol.396:215-220.doi:10.1016/j. jhydrol. 2010.11.011 .

- **Guo-Hua**, L.V.; Kang, Y.H.; Tai, Y.; Liu, B.C. (2012) Effect of Irrigation Methods on Soil Temperature Distribution in Winter Wheat Field. *J. Irrig. Drain*, 31, 48–50+65.
- **Ham**, J.M., Kluitenberg, G., Lamont, W.(1993) Optical properties of plastic mulches affect the field temperature regime. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 118, 188–193
- **Hillel** ,D. (1998) *Environmental soil physics* .Academic press ,New York.pp.325.
- **Hillel**, D. (1980) *Application of soil physics*. Academic press, New York.
- **Hillel**, D. (1990) Role of irrigation in agricultural system. Stewart, B.A. and D.R. Nielsen (eds). *Irrigation in agricultural crops*. ASA.CSSA. SSSA. Monograph, Madison was. Pp. 5-29.
- **Hoogmond**, W. B. and Stroosnijder, L. (1984) Crust formation on sandy soils in the Sahel. 1. Rain fall and infiltration. *Soil Tillage Res.* 4: 5-23.
- **Howell**, T.A. 2003. Irrigation efficiency. *Encyclopedia of Water Science*, published by Marcel Dekker, New York. USA. V. 10. Pp.467-472.
- **Hu**, W., Duan, S., and Sui, Q. (1995) High yield technology for ground nut. *Int. Arachis Newsletter*, 15(Suppl.),1-22.
- **Islam**, M. S. ; A. J. M. S. Karim; M. S. Hossain and M. M. Masud (2006) Tillage and mulch effects on some soil physical properties in shallow red brown terrace soils of Baugladesh. *Bull. Inst. Arg. Kyushu Univ.* 29 : 69 -82.
- **Jackson**, M.L. (1958) *Soil Chemical analysis* Prontic hall.Inc.Englewood Cliffs .N.J.

- **Jenson**,m, (1988)ACHiere ment in the usa of Plustic ingriculture in (Be-cent adranes in the USS of plastic in agriculture) Extension bulletine PP:276,1-9 food Fertilizer technology center tawan ,R .O.C .
- **Johnson**, D. O.; F. J. Arraign; and B. Lowery (2005) Automation of a falling head permeameter for rapid determination of hydraulic conductivity of multiple samples. Soil Sci. Soc. Amer. J. 69 : 828 - 833
- **Julio** ,E.H. (2002) Agro Economic Effect of soil solarization on Fall Planted Lettuce.Master thesis.Department of Horticulture,Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College.
- **Kahlon**, M. and K. Khera (2015) Irrigation water productivity and potato (*Solanum tuberosum* L.) yield in different planting Methods under Mulch Conditions. Journal of Agriculture and Ecology Research International, 3(3): 107-112.
- **Kersten**. M.S. (1949)Thermal properties of Soils .Bull ,28.Univ .Minnesota Inst .Tech-noi. St. paul .Minnesota.
- **Khaled** .A.A. and Abu-Hamdeh .NH. (2013) Specific Heat and Volumetric Heat Capacity of some saudian soils as Affected by Moisture and Density .proceedings of the international conference on Mechanics ,Fluids ,Heat,Elasticity and Electromagnetic fields.
- **Klute**, A . (1986) Water Retention Laboratory Methods . Methods of Soil Analysis, part 1. Agron . Mon . 26 : 635 – 660.
- **Klute**,A.(1965) Laboratory Measurment of hydraulic conductivity of Saturated Soil. In Black .C.A.P.D.Evans ,L.E.Ensminger,J.L. White ,and F.E.Clark(eds).Methods of Soil Anglysis .part 1.Agronomy 9 .Am.Soc.of.Agron.Medison, Wisconsin U.S.A .pp.253-261.
- **Lal**, R. and M. Shukla(2004) Principles of soil physics. Marcel dekker, inc. NEW YORK. pp.682.

- **Lamont** (1993) Jr.W.J.plastic mulches for the production of vegetable crops.Hort technology ,v.3.n.1,p.35-9.
- **Levy**, J.S., Schmidt, L.M.(2016) Thermal properties of Antarctic soils: Wetting controls subsurface thermal state. *Antarct. Sci.* 1–10.
- **Li**, S.; Y. Duan; T. Guo and Y. Zhang (2011) Demonstrating a link between nutrient use and water management to improve crop yields and nutrient use efficiency in arid Northwest China. *Better Crops with Plant Food*, 95(50): 20-22.
- **Liu**, A.; B. L. Ma and A. A. Bomke (2001) Effect of cover crops on soil aggregate stability, Total organic carbon and Polysaccharides. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 08 : .035- .03.
- **Locascio** ,S.J.S.M.Olson;F.M.Rhoads ;C.D.Stanley and A.A.Csizinsky (1985)Water and fertilizer timing for trickle irrigation tomatoes .*Proc.Fla.State. Hortr .Soc.*98:237-239.
- **Lorenz**, A.J., R.P. Anex, A. Lsci, J.G. Coors, N. De Leon and P.J. Weimer (2009) Forage qualityand composition measurements as predictors of ethanol yield from maize (*Zea mays* L.)stover. *Biotechnology for iofuels*. <http://www.biotechnologyforbiofuels.com/content/2/1/5>.
- **Luo**, S., Zhu, L., Liu, J., Bu, L., Yue, S., Shen, Y., Li, S., 2015. Sensitivity of soil organic carbon stocks and fractions to soil surface mulching in semiarid farmland. *Eur. J. Soil Biol.* 67, 35–42.
- **Marais**, D., F.G. Rethman and J. Annandal. 1998. Water use efficiency of pearl millet (*pennistum glaucm*) in term of dry matter, crude protein and digestible nutrient production international symposium on arid region Soil, SSST. Izmir, Turkey.
- **Martin**, C. A.; D. L. Ingram and T. A. Nell (1991) Growth and photosynthesis of *Magnolia grandiflora* “St. Mary” in response to constant and

increased container volume. J. Amer. Soc. Hort.Sci., Vol. 116, PP. 439-445, 1991 .

- **Matyn**, M. A., M. Y. Tayel, S. A. Wahba, and M. Abdel Hady(1990) Effect of bitumen mulch on the growth of garlic under different field conditions. Soil Technology 3: 63-81.
- **Medici**, L.; F. Reinert ; D. Carvalho; M. Kozak and R. Azevedo (2014) What about keeping plants well-watered? Environmental and Experimental Botany 99: 38-42.
- **Micheal**, A. W. and R. Lea(1991) Soil temperature and organic matter in a disturbed forested wetland. Soil Sci. Soc. Am. J. 55: 1741 – 1746.
- **Miyajima**, S., Uoi, N., Murata, T., Takeda, M., Morishima, W., Watanabe, M.(2015) Effect of structural modification on heat transfer through man-made soils in urban green areas. Soil Sci. Plant Nutr. 61, 70–87.
- **Mostafazadeh -Fard**, B. Mansouri; H. Mousavi and M. Feizi(2008) Application of Swap model to predict yield and soil salinity for sustainable agriculture in an arid region. International Journal of Sustainable Development and Planning. 3(4): 334-342.
- **Oikeh**, S.O.J.G. Kling, W ,J, Horst. V.O. Chude, and sky(1999)Growth and distribution of maize roots under nitrogen fertilization in plinthite soil.Field Crops Res .62:1-13.
- **Oweis**, T; H. Zhang, and M. Pala (2000) Water use efficiency of rainfed and irrigated bread wheat in a Mediterranean environment. Agron. J. 92:231-238.
- **Pacini** ,L. (1987)11 "progetto di norma 482" per il miglioramento delle colture protette.Seleplast 3:114 -119.

- **Page**, A. I. (1982) Methods of soil analysis. part 2. chemical and microbiological properties .Ameer. Agron. midison Wisconsin. U. S. A.
- **Patil** , S. S. Kelkar; A. Tushar and B. Satish(2013) Mulching : A Soil and Water Conservation Practice. Res. J. Agriculture and Forestry Sci. 1(3): 26-29.
- **Pramanik** , P., Bandyopadhyay, K., Bhaduri, D., Bhattacharyya, R., Aggarwal, P.(2015) Effect of mulch on soil thermal regimes-A review. Int. J. Agric. Environ. Biotechnol.8, 645.
- **Ram** , P.C.; B.B. Singh ; A.K. Singh ; V.K. Singh ; O.W. Singh ; T.L. Setter ; R.K. singh and V.P. Singh .(1996) Environmental and plant measurement requirement for the assessment of drought , flood and salinity tolerance in rice. In : K.J. Lampe (ed.) . Phsiology of stresstolerance in rice. P. 45 – 69. NADUAT , IRRI . LosBanos , Phillippines
- **Ramakrishna**, A., Tam, H. M., Wani, S. P., & Long, T. D. (2006) Effect of mulch on soil temperature, moisture,weed infestation and yield of groundnut in northern Vietnam. Field Crops Res., 95(2-3), 115-125.
- **Ramesh**, K.; S. Gurumarthy; V. Vcerabadran; S. Senthilves and K. Shan mugasundaram (2006). Res. J. Agric of Biol. Sci., 2 (6) : 447-451.
- **Rengasmy** ,P, Churchman GJ. (2009) Cation echange capacity, exchangeable cations and solidity. In: Peverrilli KI, et al. editors. Soil analysis. Australia: an interpretation manual CSIRO publishing.
- **Richards**, A. (1954) Diagnosis and improvement of saline and alkali soils agriculture. Hand book No.60.USDA Washington.
- **Salem**, N. (1992) Evaluation of same parameters influencing the use conditioners in soil. Inter. Symp. Soil Conditioners, Egypt. p: 81-91.
- **Sarkar**, S., Paramanick, M., & Goswami, S. B. (2007) Soil temperature, water use and yield of yellow sarson Brassica napus L. var. glauca) in re-

lation to tillage intensity and mulch management under rainfed lowland ecosystem in eastern India. *Soil Till. Res.*, 93, 94-101. <http://dx.doi.org/10.1016/j.still.2006.03.015>.

- **Shokri**, N.; P. Lehmann and D. Or. (2008) Effects of hydrophobic layers on evaporation from porous media. *Geophys. Res. Lett.* 35: L19407. doi: 10.1029/2008GL035230.
- **Siborlabane**, C. (2000) Effect of mulching on yield and quality of fresh market tomato. In : Training Report 2000. Regional Training course in vegetable production and research . ARC-AVRDC, Bangkok. Thailand . pp. 1-6.
- **Sinkeviciene** ,A ; D.Jodaugiene ; R.Pupaliene and M.Urboniene (2009)The influence of organic mulches on soil properties and crop yield.*Agronomy research* 7(Special issue I),485- 491.
- **Spiess** , E. (1999) Mulch treatment, in potato growing, Experiment Switzerland. *Kartoffelbau*, 45 (3): 48-52.
- **Steitieh**, A. M. (1980) Vegetables grown under plastic covers and drip irrigation systems in the east Jordan valley. University of Jordan. Faculty of Agriculture.
- **Steven** R. Evett a , Nurit Agam b , William P. Kustas c , Paul D. Colaizzi a , Robert C. Schwartz , (2012) Soil profile method for soil thermal diffusivity ,conductivity and heat flux :comparison to soil heat flux plates .*Advances in water resources* 50.41-54.
- **Streck**, N.A.Schneider.pM.Buriol ,G.A.modificacoes (1994) fisicas causadas pelo mulching .*Revista Brasileira de Agrometeorologia*,v.2,p.131-42.

- **Tayel**, M. Y.; M. A. Matyn, and S. A. Wahba. 1993. Response of groundnut to irrigation frequency, soil mulching and heaping. Egypt. J. Soil Sci. 33(2): 163-176.
- **Tollenaar** ,M.A. Ahmad zadeh ,and E.A.Lee (2004) Physiological basis of heterosis for grain yield in maize .Crop Sci .44:2086-2094.
- **Tong**, B., Gao, Z., Horton, R., Wang, L.(2017) Soil apparent thermal diffusivity estimated by conduction and by conduction–convection heat transfer models. J.Hydrometeorol. 18, 109–118.
- **Usoiwicz**, B., Łukowski, M.I., Rüdiger, C., Walker, J.P., Marczewski, W. (2017) Thermal properties of soil in the Murrumbidgee River Catchment (Australia). Int. J. Heat Mass Transf. 115, 604–614.
- **Vellidis**, G., A. G. Smajstla, and F. S. Zazueta(1988) Water use of drip irrigated tomatoes under high water table conditions. Proc. Fla. State Hort. Soc. (101): 376-380.
- **Vomocil**,J.A.(1965) Porosity .In Black ,C.A.;D.D.Evans;L.E.,Ensminger .L.E.and clark.f.B.Methods of Soil Analysis .Agronomy.No .q part .l.American society of Agronomy,Inc.,Publisher Medison .Wisconsin .USA .PP :299-314.
- **Wahba**, S. A.; S. I. Abdel Rahman, M. Y. Tayel, and M. A. Matyn. 1990. Soil moisture, salinity water use efficiency and sunflower growth as influenced by irrigation, bitumen mulch and plant density. Soil Technology. (3): 33-44.
- **Wang**, H. ; F. Liu ; M. Andersen and C. Jensen (2009) Comparative effects of partial root-zone drying and deficit irrigation on nitrogen uptake in potatoes (*Solanum tuberosum* L.). Irrig. Sci. 27: 443-447.
- **Warren**, S.L. and Bilderback. T.E. (2004) Irrigation timing: effect on plant growth, photosynthesis, water use efficiency and substrate temper-

ature. ISHS Acta Horticulturae 644: International Symposium on Growing Media and Hydroponic, 2004.

- **Webb**, S.W. and C.K.Ho. (1998) Enhanced vapor-phase diffusion in porous media. LDRD Final Report SAND98-2772, Sandia National Laboratories, Albuquerque, NM.
- **Xian-Feng**, Y.; Z. Xu-cheng; A. Hong-li ; W. Yi-fan; M. Hui-zhi and F. Yan-jie. (2016) Effects of fertilizer application on water consumption characteristics and yield of potato cultured under ridge-furrow and whole field plastic mulching in rain-fed area. *Yingyong Shengtai Xuebao*.27 (3).
- **Zhang** , S.I. Zhang ,X. (2009) Effects of Tillage on Soil Temperature of Layer in Spring of Black Soil Regions of China .*Research of Agricultural Modernization* .30.1.p:113-117.
- **Zhang**. M. Bi, J. Chen, W. Zhang, X. Lu, J. (2018) Evaluation of calculation models for the thermal conductivity of soils. *Int. Commun. Heat Mass Transfer* 94, 14-23.
- **Zhao**,. H; Y. Xiong; F. Li ; R. Wang; S. Qiang; T. Yao and F. Mo. (2012) Plastic film mulch for half growing-season maximized WUE and yield of potato via moisture temperature improvement in a semi-arid agroecosystem. *Agr. Water Manage.* 104: 68-78.

7. الملاحق

ملحق (1) مثال يوضح طريقة حساب عمق ماء الري (d) وحجم ماء الري (v) المضاف وزمن الري (T) للريّة الاولى وللعمق تربة 10 سم

$$\left[\begin{array}{l} \Theta \text{ عند السعة الحقلية (0.3 بار)} = 0.23 \\ \Theta \text{ عند نقطة الذبول الدائم (15 بار)} = 0.1 \end{array} \right. \text{ من منحنى الوصف الرطوبي}$$

$$\text{الماء الجاهز} = 0.1 - 0.23 = 0.13$$

$$50\% \text{ من الماء الجاهز} = 0.5 \times 0.13 = 0.065$$

$$\Theta \text{ بعد استنزاف } 50\% \text{ من الماء الجاهز} = 0.23 - 0.065 = 0.165$$

PW بعد استنزاف 50% من الماء الجاهز = Θ بعد استنزاف 50% من الماء الجاهز/الكثافة الظاهرية للتربة

$$14.22\% = 100 \times 0.1422 = 1.16 / 0.165$$

العمق ماء الري (d) يحسب من المعادلة التالية ..

$$d = (\Theta_{f.c} - \Theta_w) \times D$$

$\Theta_{f.c}$: محتوى الرطوبي الحجمي عنده السعة الحقلية

Θ_w : محتوى الرطوبي الحجمي عنده استنزاف 50% من الماء الجاهز

D: عمق الجذور (سم)

$$d = (0.23 - 0.165) \times 10 = 0.65 \text{ cm} / 100 = 0.0065 \text{ m}$$

تحسب كمية الماء المضافة للوحدة التجريبية كحجم (m^3) من خلال حاصل ضرب عمق ماء الري المضاف (m) X مساحة الحوض (m^2)

$$v = d \times A$$

v: حجم الماء المضاف (M^3)

d: عمق ماء الري (م)

A: مساحة الوحدة التجريبية (أحواض أو مروز) م^2

تم حساب مساحة الوحدة التجريبية (الأحواض) = الطول X العرض

$$3.75\text{m} \times 4\text{m} = 15\text{m}^2$$

$$0.0065\text{m} \times 15\text{m}^2 = 0.0975\text{m}^3 \times 1000 = 97.5 \text{ L}$$

يحسب الزمن اللازم للري (T) بالثانية أو الدقيقة

$$T = v/Q$$

Q: التصريف (لتر / ثا) واعتمد تصريف ماء ري بمقدار 1.6 لتر/ثا

$$97.5 / 1.6 = 60.93\text{sec}$$

أما في طريقة ري المروز فتحسب كمية ماء الري المضافة كحجم (m^3) لكل مرز كما يلي :

ا- طول المحيط المبتل للمرز = 0.7m ، طول المرز = 4m

ب- المساحة المبتلة = طول المحيط المبتل \times طول المرز = $2.8\text{m}^2 = 4\text{m} \times 0.7\text{m}$

ج- حجم ماء الري المضاف (m^3) = عمق ماء الري المضاف (m) \times المساحة المبتلة \times عدد المروز

$$0.0065\text{m} \times 2.8\text{m}^2 \times 4 = 0.0728\text{m}^3 \times 1000 = 72.8 \text{ L}$$

أو تحسب كما يلي :

ا- مساحة المرز الواحد (m^2) = $3\text{m}^2 = 4\text{m} \times 0.75\text{m}$

ب- نسبة المساحة المبتلة = (طول المحيط المبتل / المسافة بين المروز) $\times 100$

$$\%93.3 = 100 \times (0.75\text{m} / 0.7\text{m})$$

ت- كمية الماء المضافة كحجم (m^3) للمرز الواحد = عمق ماء الري المضاف (m) \times مساحة المرز (m^2) \times نسبة المساحة المبتلة (0.933)

$$0.0065\text{m} \times 3\text{m}^2 \times 0.933 = 0.01819\text{m}^3 \times 1000 = 18.193 \text{ L}$$

ث- كمية الماء المضافة كحجم (m^3) للوحدة التجريبية = عمق ماء الري المضاف (m) \times مساحة المرز (m^2) \times نسبة المساحة المبتلة (0.933) \times عدد المروز

$$0.0065\text{m} \times 3\text{m}^2 \times 0.933 \times 4 =$$

$$0.0727\text{m}^3 \times 1000 = 72.8$$

$$T = v/Q$$

$$72.8 / 1.6 = 45.48 \text{ sce}$$

ملحق (2) اعماق ماء الري (mm) المضافة وعدد الريات خلال مراحل نمو

محصول الذرة الصفراء /2019

المجموع	مراحل نمو المحصول					المعاملة	
	مرحلة الحصاد 11/2- 10/23	مرحلة النضج 10/22- 9/22	مرحلة التزهير 9/21- 9/1	مرحلة نمو الخضري 8/31 – 7/28	مرحلة الاثبات 7/27 – 7/20		
594.78	41.0	176.4	176.7	187.68	13	عمق ماء الري mm	حوض المقارنة
25	3	6	6	8	2	عدد الريات	
519.0	35.0	150.1	162.7	158.2	13	عمق ماء الري mm	حوض القش
21	2	5	5	7	2	عدد الريات	
559.5	36.0	153.5	172.0	185.0	13	عمق ماء الري mm	حوض السعف
24	3	5	6	8	2	عدد الريات	
498.9	34.3	147.6	149.0	155.0	13	عمق ماء الري mm	حوض رقائق البولي اثيلين الاسود
20	2	5	4	7	2	عدد الريات	
545.68	30.0	137.31	145.8	219.57	13	عمق ماء الري mm	مروز المقارنة
21	2	4	4	9	2	عدد الريات	
428.35	25.5	111.9	113.83	164.12	13	عمق ماء الري mm	مروز القش
17	2	3	3	7	2	عدد الريات	
528.65	32.5	137.06	139.89	206.2	13	عمق ماء الري mm	مروز السعف
21	2	4	4	9	2	عدد الريات	
380.93	22.22	100.53	100.54	144.64	13	عمق ماء الري mm	مروز رقائق البولي اثيلين الاسود
16	2	3	3	6	2	عدد الريات	

ملحق (3) كفاءة استعمال الماء كغم / م³

مثال يوضح كيفية حساب كفاءة استعمال الماء (كغم / م³)

1- طريقة حساب كفاءة استعمال الماء للأحواض (معاملة حوض مقارنة)

$$\text{كمية ماء الري} = 1000 / 594.78 \text{ mm} = 0.594768 \text{ m}$$

$$\text{m}^3 \text{ 5947.8} = 10000 \text{ m}^2 \times 0.59478 \text{ m}$$

كفاءة استعمال الماء = الحاصل (كغم/هكتار) / كمية الماء المضافة (م³ / هكتار)

$$= 3950 \text{ (كغم/هكتار)} / 5947.8 \text{ (م}^3 \text{/هكتار)} = 0.664 \text{ كغم/م}^3$$

2- طريقة حساب كفاءة استعمال الماء للمروز (معاملة مروز مقارنة)

$$\text{كمية ماء الري} = 1000 / 545.68 \text{ mm} = 0.54568 \text{ m}$$

$$5456.8 \text{ m}^3 = 10000 \text{ m}^2 \times 0.54568 \text{ m}$$

كفاءة استعمال الماء = الحاصل (كغم/هكتار) / كمية الماء المضافة (م³ / هكتار)

$$= 4105 \text{ (كغم / هكتار)} / 5456.8 \text{ (م}^3 \text{/ هكتار)} = 0.752 \text{ كغم / م}^3$$

3- الحاصل وكمية الماء المضافة وكفاءة استعمال الماء كغم / م³

المعاملات	الحاصل كغم/هكتار	كمية الماء المضافة م ³	الكفاءة كغم / م ³
حوض مقارنة	3950	5947.8	0.66
حوض قش	6045	5190	1.16
حوض سعف	5015	5595	0.90
حوض رقائيق البولي اثيلين الاسود	3800	4989	0.76
مرز مقارنة	4105	5456.8	0.75
مرز قش	4475	4283.5	1.04
مرز سعف	4235	5286.5	0.80
مرز رقائيق البولي اثيلين الاسود	3240	3809.3	0.85

ملحق (4) معدل الكثافة الظاهرية خلال مراحل نمو محصول الذرة الصفراء /2019

ت	المعاملة	الأعماق (سم)	بداية الموسم		منتصف الموسم شهر 9		نهاية الموسم	
			معدل	شهر 8	معدل	شهر 9	المعدل	شهر 11
1	حوض رقائق البولي اثيلين الاسود	0	1.23	1.23	1.23	1.23	1.16	1.18
		10					1.20	1.22
		20					1.23	1.25
		30					1.27	1.29
		40					1.27	1.29
2	حوض سعف	0	1.23	1.23	1.23	1.23	1.16	1.19
		10					1.21	1.24
		20					1.23	1.25
		30					1.27	1.29
		40					1.27	1.29
3	حوض قش	0	1.22	1.22	1.22	1.22	1.15	1.14
		10					1.19	1.18
		20					1.23	1.21
		30					1.27	1.25
		40					1.27	1.26
4	حوض مقارنة	0	1.23	1.23	1.23	1.23	1.17	1.22
		10					1.21	1.25
		20					1.23	1.26
		30					1.27	1.29
		40					1.27	1.30
5	مرز رقائق البولي اثيلين الاسود	0	1.23	1.23	1.23	1.23	1.16	1.17
		10					1.20	1.22
		20					1.23	1.24
		30					1.27	1.28
		40					1.27	1.29
6	مرز سعف	0	1.23	1.23	1.23	1.23	1.16	1.19
		10					1.21	1.23
		20					1.23	1.25
		30					1.27	1.28
		40					1.27	1.28
7	مرز قش	0	1.22	1.22	1.22	1.22	1.15	1.14
		10					1.19	1.18
		20					1.23	1.20
		30					1.27	1.24
		40					1.27	1.26
8	مرز مقارنة	0	1.23	1.23	1.23	1.23	1.16	1.20
		10					1.21	1.24
		20					1.23	1.25
		30					1.27	1.29
		40					1.27	1.29

ملحق (5) معدل الإيصالية المائية (سم/ساعة) قبل موسم وبعد نهاية موسم النمو
محصول الذرة الصفراء

ت	المعاملة	الأعماق(سم)	قبل الزراعة شهر(7)	نهاية الموسم شهر(11)
1	حوض رقائق البولي اثيلين الاسود	0	10.476	10.152
		10	10.368	9.936
		20	10.188	9.828
		30	10.044	9.612
		40	9.792	9.540
2	حوض سعف	0	10.476	10.080
		10	10.368	9.828
		20	10.188	9.720
		30	10.044	9.432
		40	9.792	9.360
3	حوض قش	0	10.476	11.160
		10	10.368	10.620
		20	10.188	10.471
		30	10.044	10.224
		40	9.792	9.972
4	حوض مقارنة	0	10.476	10.044
		10	10.368	9.720
		20	10.188	9.540
		30	10.044	9.360
		40	9.792	9.072
5	مرز رقائق البولي اثيلين الاسود	0	10.476	10.188
		10	10.368	9.936
		20	10.188	9.864
		30	10.044	9.648
		40	9.792	9.576
6	مرز سعف	0	10.476	10.460
		10	10.368	9.864
		20	10.188	9.720
		30	10.044	9.468
		40	9.792	9.288
7	مرز قش	0	10.476	11.160
		10	10.368	10.800
		20	10.188	10.656
		30	10.044	10.188
		40	9.792	9.900
8	مرز مقارنة	0	10.476	10.008
		10	10.368	9.720
		20	10.188	9.504
		30	10.044	9.396
		40	9.792	9.108

ملحق (6) المحتوى الرطوبي الحجمي θ خلال مراحل نمو محصول الذرة الصفراء

ت	المعاملة	الأعماق (سم)		بداية الموسم		منتصف الموسم		نهاية الموسم	
		0	10	المعدل	(شهر 8)	المعدل	(شهر 9)	المعدل	(شهر 11)
1	حوض رقائق البولي اثيلين الاسود	0	10	0.1638	0.1690	0.1502	0.1623	0.1714	
		20	30				0.1564	0.1694	
		40					0.1538	0.1692	
							0.1464	0.1614	
							0.1325	0.1571	
2	حوض قش	0	10	0.1455	0.1466	0.1466	0.1426	0.1517	
		20	30				0.1525	0.1538	
		40					0.1524	0.1533	
							0.1514	0.1509	
							0.1342	0.1390	
3	حوض سعف	0	10	0.1374	0.1342	0.1368	0.1461	0.1477	
		20	30				0.1398	0.1486	
		40					0.1356	0.1459	
							0.1261	0.1434	
							0.1299	0.1337	
4	حوض مقارنة	0	10	0.1227	0.1195	0.0863	0.0932	0.1343	
		20	30				0.0954	0.1436	
		40					0.0880	0.1432	
							0.0783	0.1427	
							0.0768	0.1402	
5	مرز رقائق البولي اثيلين الاسود	0	10	0.1589	0.1696	0.1487	0.1585	0.1640	
		20	30				0.1566	0.1640	
		40					0.1483	0.1611	
							0.1457	0.1610	
							0.1348	0.1536	
6	مرز قش	0	10	0.1409	0.1385	0.1415	0.1401	0.1480	
		20	30				0.1490	0.1535	
		40					0.1480	0.1520	
							0.1427	0.1512	
							0.1279	0.1446	
7	مرز سعف	0	10	0.1294	0.1305	0.1126	0.1114	0.1396	
		20	30				0.1209	0.1381	
		40					0.1148	0.1376	
							0.1132	0.1422	
							0.1029	0.1310	
8	مرز مقارنة	0	10	0.0938	0.0925	0.1015	0.1016	0.1213	
		20	30				0.1105	0.1340	
		40					0.1038	0.1291	
							0.0993	0.1287	
							0.0923	0.1265	

ملحق (7) معدل درجة حرارة التربة خلال مراحل نمو محصول الذرة الصفراء

المعدل	نهاية الموسم شهر 11	المعدل	منتصف الموسم شهر 9	المعدل	بداية الموسم شهر 8	الأعماق (سم)	معاملة	ت
20.64	19.2	38.32	39.62	35.2	35.1	0	حوض رقائق البولي اثيلين الاسود	1
	20.1		37.77		34.8	10		
	20.7		37.7		34.9	20		
	21.3		38.2		35.3	30		
	21.9		38.32		35.9	40		
21.54	22.3	36.74	37.62	33.82	33.1	0	حوض سعف	2
	20.9		36.00		33.3	10		
	21.3		36.37		33.9	20		
	21.4		36.62		34.1	30		
	21.8		37.12		34.7	40		
18.5	18.3	33.80	33.55	30.72	30.6	0	حوض قش	3
	17.9		33.47		30.3	10		
	18.1		34.62		30.6	20		
	18.9		33.7		30.9	30		
	19.3		33.7		31.2	40		
23.92	23.7	38.34	38.46	34.36	34.3	0	حوض مقارنة	4
	23.8		38.1		33.9	10		
	23.7		38.07		34.2	20		
	23.9		38.42		34.6	30		
	24.5		38.68		34.8	40		
20.98	20.1	38.63	38.86	36.06	35.8	0	مرز رقائق البولي اثيلين الاسود	5
	20		38.13		35.5	10		
	21.2		38.6		35.9	20		
	21.7		38.7		36.4	30		
	21.9		38.9		36.7	40		
21.3	18.3	38.22	38.53	32.3	34.6	0	مرز سعف	6
	21.3		37.76		31.5	10		
	21.9		37.83		32.1	20		
	22.3		38.3		31.4	30		
	22.7		38.7		31.9	40		
19.8	19.1	35.87	36.03	30.76	31.2	0	مرز قش	7
	19.2		35.5		30.8	10		
	19.7		35.56		30.3	20		
	20.3		36		30.6	30		
	20.7		36.26		30.9	40		
21.08	20.1	39.06	39.46	33.8	33.8	0	مرز مقارنة	8
	20.3		38.76		33.3	10		
	20.9		38.9		33.7	20		
	21.8		38.86		33.9	30		
	22.3		39.36		34.3	40		

ملحق(8)معدل الإيصالية الحرارية (w/m.k) خلال مراحل نمو محصول الذرة الصفراء /2019

المعدل	نهاية الموسم (شهر 11)	المعدل	بداية الموسم (شهر 8)	الأعماق (سم)	المعاملة	ت
0.842	0.890	0.837	0.857	0	حوض رقائق البولي اثيلين الاسود	1
	0.847		0.837	10		
	0.834		0.836	20		
	0.828		0.827	30		
	0.811		0.826	40		
0.781	0.772	0.766	0.781	0	حوض سعف	2
	0.809		0.794	10		
	0.790		0.774	20		
	0.770		0.758	30		
	0.764		0.730	40		
0.806	0.798	0.778	0.718	0	حوض قش	3
	0.820		0.793	10		
	0.816		0.797	20		
	0.802		0.805	30		
	0.793		0.779	40		
0.734	0.758	0.719	0.710	0	حوض مقارنة	4
	0.776		0.715	10		
	0.763		0.728	20		
	0.763		0.725	30		
	0.758		0.716	40		
0.829	0.846	0.824	0.845	0	مرز رقائق البولي اثيلين الاسود	5
	0.831		0.837	10		
	0.828		0.822	20		
	0.820		0.810	30		
	0.818		0.807	40		
0.763	0.763	0.743	0.742	0	مرز سعف	6
	0.769		0.753	10		
	0.764		0.757	20		
	0.763		0.734	30		
	0.756		0.731	40		
0.813	0.823	0.759	0.709	0	مرز قش	7
	0.825		0.774	10		
	0.821		0.775	20		
	0.802		0.770	30		
	0.794		0.709	40		
0.729	0.723	0.612	0.624	0	مرز مقارنة	8
	0.752		0.631	10		
	0.724		0.625	20		
	0.726		0.592	30		
	0.720		0.588	40		

ملحق (9) معدل التدفق الحراري (w/m^2) خلال مراحل نمو محصول الذرة الصفراء /2019

المعدل	نهاية الموسم (شهر 11)	المعدل	بداية الموسم (شهر 8)	الأعماق (سم)	المعاملة	ت
5.24	7.45	8.86	13.47	10-0	حوض رقائق البولي اثيلين الاسود	1
	5.08		9.91	20-10		
	3.56		6.02	30-20		
	4.87		5.52	40-30		
4.63	11.33	4.07	12.07	10-0	حوض سعف	2
	3.12		2.71	20-10		
	3.05		1.06	30-20		
	1		0.438	40-30		
3.63	6.41	4.12	6.46	10-0	حوض قش	3
	3.28		5.80	20-10		
	3.17		2.78	30-20		
	1.63		1.43	40-30		
1.90	4.55	7.50	12.8	10-0	حوض مقارنة	4
	1.53		6.38	20-10		
	0.78		5.39	30-20		
	0.76		5.37	40-30		
4.18	10.14	4.86	9.29	10-0	مرز رقائق البولي اثيلين الاسود	5
	4.1		4.52	20-10		
	1.64		3.64	30-20		
	0.83		2.00	40-30		
4.59	7.69	2.53	3.16	10-0	مرز سعف	6
	4.58		2.92	20-10		
	3.05		2.08	30-20		
	3.02		1.96	40-30		
3.22	4.81	2.22	4.57	10-0	مرز قش	7
	4.11		1.63	20-10		
	3.18		1.61	30-20		
	0.825		1.08	40-30		
3.99	6.53	1.45	3.91	10-0	مرز مقارنة	8
	4.34		0.69	20-10		
	3.6		0.63	30-20		
	1.50		0.59	40-30		

ملحق (10) معدل السعة الحرارية الحجمية (MJ/m³.k) خلال مراحل نمو محصول الذرة الصفراء /2019

ت	المعاملة	الأعماق(سم)	بداية الموسم (شهر 8)	المعدل	نهاية لموسم(شهر 11)	المعدل
1	حوض رقائق البولي اثيلين الاسود	0	1.67	1.62	1.69	
		10	1.67		1.67	
		20	1.62		1.65	
		30	1.60		1.63	
		40	1.52		1.55	
2	حوض سعف	0	1.55	1.51	1.56	
		10	1.52		1.59	
		20	1.52		1.57	
		30	1.51		1.56	
		40	1.44		1.46	
3	حوض قش	0	1.53	1.54	1.53	
		10	1.62		1.59	
		20	1.58		1.59	
		30	1.57		1.56	
		40	1.42		1.45	
4	حوض مقارنة	0	1.46	1.45	1.54	
		10	1.50		1.58	
		20	1.49		1.58	
		30	1.42		1.55	
		40	1.37		1.49	
5	مرز رقائق البولي اثيلين الاسود	0	1.67	1.60	1.67	
		10	1.64		1.66	
		20	1.63		1.62	
		30	1.60		1.60	
		40	1.48		1.53	
6	مرز سعف	0	1.41	1.47	1.51	
		10	1.54		1.57	
		20	1.51		1.56	
		30	1.47		1.52	
		40	1.44		1.46	
7	مرز قش	0	1.51	1.52	1.54	
		10	1.57		1.58	
		20	1.57		1.59	
		30	1.48		1.52	
		40	1.45		1.48	
8	مرز مقارنة	0	1.26	1.32	1.42	
		10	1.35		1.52	
		20	1.35		1.52	
		30	1.34		1.50	
		40	1.32		1.48	

ملحق (11) التحليل الاحصائي لبيانات التجربة باستخدام برنامج Genstate

s.o.v	d.f	بداية λ الموسم m.s	نهاية λ الموسم m.s	بداية c_v الموسم m.s	نهاية c_v الموسم m.s	بداية ρ_b الموسم m.s	منتصف ρ_b الموسم m.s	نهاية ρ_b الموسم m.s
block	2	0.00008896	0.00016351	3.408E-03	0.0036175	0.0007708	0.0005633	0.00031750
A(ري)	1	0.05346741	0.00460041	7.308E-02	0.0218700	0.0000208	0.0004033	0.00126750
Residual	2	0.00008881	0.00012291	5.326E-06	0.0000175	0.0002808	0.0002033	0.00055750
B(تغطية)	3	0.13905061	0.04697721	2.600E-01	0.0705400	0.0000675	0.0026711	0.01604750
Ab	3	0.01429794	0.00301814	1.919E-02	0.0043700	0.0001275	0.0001011	0.00004750
Residual	12	0.00008385	0.00008431	4.908E-05	0.0000075	0.0000225	0.0001144	0.00008417
P(عمق)	4	0.00309456	0.00280451	5.177E-02	0.0423450	0.0523408	0.0468946	0.04362375
AP	4	0.00096397	0.00009003	4.495E-03	0.0018450	0.0000708	0.0000596	0.00001125
BP	12	0.00110905	0.00075046	4.415E-03	0.0035650	0.0000425	0.0004274	0.00032875
ABP	12	0.00121125	0.00059618	3.509E-03	0.0007450	0.0000525	0.0000657	0.00006625
Residual	64	0.00009225	0.00008378	7.183E-06	0.0000100	0.0001296	0.0001004	0.00008188
Total	119							

λ : الايصالية الحرارية للتربة // c_v : السعة الحرارية الحجمية للتربة // ρ_b : الكثافة الظاهرية للتربة

s.o.v	d.f	بداية الموسم qh m.s	نهاية الموسم qh m.s
Block	2	5.403E-03	0.3000
A(ري)	1	5.310E-01	249.7440
Residual	2	4.906E-04	0.2527
B(تغطية)	3	1.822E+01	72.3204
Ab	3	1.110E+01	28.3338
Residual	12	2.844E-04	0.2626
P(عمق)	3	1.446E+02	157.1995
AP	3	2.080E+00	19.4840
BP	9	4.620E+00	6.0802
ABP	9	7.172E+00	10.1295
Residual	48	6.375E-04	0.2655
Total	95		

gh: التدفق الحراري

s.o.v	d.f	KS نهاية الموسم m.s	درجة حرارة التربة (تموز) m.s	درجة حرارة التربة (اب) m.s	درجة حرارة التربة (ايلول) m.s	درجة حرارة التربة (تشرين الاول) m.s
Block	2	0.1387	0.02100	0.02527	0.0996	0.660
A(ري)	1	1.2913	2.46533	0.05043	0.1985	0.187
Residual	2	0.2081	0.17033	0.04927	0.2441	0.614
B(تغطية)	3	3.9858	103.52156	16.44274	48.8644	33.664
Ab	3	0.2373	31.19444	1.31543	11.0497	12.983
Residual	12	1.1177	0.04067	0.04170	0.1764	0.601
P(عمق)	4	2.6394	2.76321	0.49563	0.3555	1.423
AP	4	0.2694	1.70387	0.84922	0.7662	1.104
BP	12	0.1953	0.79399	0.34101	0.6342	2.561
ABP	12	0.1766	0.86243	0.27309	0.4396	1.392
Residual	64	0.3148	0.01473	0.03122	0.1119	1.304
Total	119					

KS: الايصالية المائبة المشبعة

s.o.v	d.f	ارتفاع النبات m.s	مساحة الورقية m.s	وزن 500 حبة m.s	حاصل الحبوب m.s	كفاءة استعمال الماء m.s
Block	2	78.24	365238	73.21	110709	0.0000451
A(ري)	1	0.51	43	257.91	2846259	0.0005415
Residual	2	75.78	89619	11.08	124603	0.1711470
B(تغطية)	3	1338.87	3394240	537.87	3392734	0.0193645
AB	3	18.00	120230	56.53	756709	0.0003837
Residual	12	39.88	72889	61.05	116894	
Total	23					

ملحق (12) البيانات المناخية لمحطة الأنواء الجوية / الكوت لأشهر موسم نمو المحصول الذرة

الصفراء 2019

التاريخ	كمية الأمطار	درجة الحرارة العظمى	درجة الحرارة الصغرى	الرطوبة النسبية العظمى	مجموع الإشعاع الشمسي	معدل سرعة الرياح	كمية التبخّر
Date	Rain mm	AT Max C°	AT Min C°	RH Max %	SLR To- tal Mj/m2	WS Avg m/s	ET mm
01/07/2019	0	42.0	29.0	17	22.2048	6.4	15.4
02/07/2019	0	42.7	27.0	16	22.3776	5.6	14.6
03/07/2019	0	43.7	28.4	18	23.2416	5.8	15.2
04/07/2019	0	43.2	25.5	19	22.7232	4.1	12.3
05/07/2019	0	43.5	24.2	20	21.8592	3.3	10.9
06/07/2019	0	45.0	30.0	15	21.5136	5	14.3
07/07/2019	0	46.4	26.5	22	21.2544	2.1	8.8
08/07/2019	0	45.2	26.4	22	21.0384	2.9	10.3
09/07/2019	0	41.6	29.0	26	21.168	3.9	11.1
10/07/2019	0	44.5	26.8	20	21.6864	4.9	13.8
11/07/2019	0	44.0	30.0	23	21.7296	2.3	8.9
12/07/2019	0	44.0	25.5	21	21.0384	6.1	15.4
13/07/2019	0	43.0	26.7	21	20.6496	4.6	12.7
14/07/2019	0	41.5	26.3	24	20.2608	7.3	15.7
15/07/2019	0	42.0	24.5	20	20.6064	4.8	12.9
16/07/2019	0	41.5	29.5	19	20.3904	6.1	14.6
17/07/2019	0	40.6	28.0	23	20.3472	7.8	15.9
18/07/2019	0	43.5	28.0	18	20.52	8.5	18.4
19/07/2019	0	42.6	30.8	18	20.6064	6.5	15.5
20/07/2019	0	42.5	28.2	28	19.6992	4.5	12
21/07/2019	0	44.5	27.6	28	20.0448	3.1	10.2
22/07/2019	0	44.2	28.0	21	19.2672	5.6	14.4
23/07/2019	0	44.2	30.6	17	18.3168	6.4	15.8
24/07/2019	0	45.6	28.0	17	18.1008	3.6	11.5
25/07/2019	0	45.5	27.8	16	17.4096	4.4	12.9
26/07/2019	0	43.0	28.0	14	17.5824	6.8	16.1
27/07/2019	0	42.6	25.6	21	18.3168	4.8	12.7
28/07/2019	0	43.6	26.6	25	16.6752	1.5	6.6
29/07/2019	0	46.0	26.6	29	16.6752	0.3	3.9
30/07/2019	0	45.5	27.3	24	16.8912	2.5	8.9
31/07/2019	0	45.0	29.5	19	16.848	3.6	11.1
01/08/2019	0	45.5	29.8	17	15.6816	5.5	14.6
02/08/2019	0	47.0	28.5	17	16.0272	4	12.3
03/08/2019	0	42.8	30.4	25	15.4656	4.5	11.7
04/08/2019	0	43.0	28.5	30	16.0704	3	9.1

05/08/2019	0	43.4	25.6	28	14.6016	2.9	9
06/08/2019	0	44.0	27.5	21	16.4592	5.8	14.4
07/08/2019	0	44.6	28.8	19	16.2432	7.4	16.9
08/08/2019	0	43.2	30.0	14	14.04	7.6	17
09/08/2019	0	43.0	28.0	23	15.8976	4.5	11.9
10/08/2019	0	43.0	25.5	25	16.2864	3	9.4
11/08/2019	0	44.5	25.5	26	14.7744	1.4	6.2
12/08/2019	0	46.0	28.2	28	15.984	2.8	9.3
13/08/2019	0	47.0	30.5	24	16.1136	1.6	7
14/08/2019	0	48.0	30.0	27	16.0272	0.3	3.8
15/08/2019	0	45.0	32.5	24	15.6384	2.3	8.2
16/08/2019	0	43.7	31.0	21	15.66	4.9	12.7
17/08/2019	0	41.4	28.0	23	15.0336	4	10.6
18/08/2019	0	42.5	27.0	33	14.5368	3.4	9.4
19/08/2019	0	44.0	27.2	30	14.4828	1	5.1
20/08/2019	0	46.0	28.0	26	14.04	1.9	7.3
21/08/2019	0	46.5	27.0	27	12.312	3.9	11.2
22/08/2019	0	43.0	30.0	24	13.9104	7.6	15.8
23/08/2019	0	44.0	28.5	25	14.256	5.5	13.4
24/08/2019	0	46.0	25.0	28	11.556	1	4.9
25/08/2019	0	47.0	28.0	27	10.4436	1.1	5.1
26/08/2019	0	48.6	28.5	21	13.149	1.9	7.5
27/08/2019	0	47.0	28.4	23	13.6512	4	11.7
28/08/2019	0	46.2	30.2	24	11.7504	4.4	11.9
29/08/2019	0	46.5	28.0	25	9.6768	3.3	9.8
30/08/2019	0	47.4	27.0	24	12.8736	1.5	6.4
31/08/2019	0	46.7	28.4	27	9.2448	1.1	4.9
01/09/2019	0	42.2	27.0	24	9.8928	3.4	9.2
02/09/2019	0	43.5	25.5	29	13.1328	1.6	6.1
03/09/2019	0	43.0	26.5	26	9.8064	1.5	5.6
04/09/2019	0	43.0	25.0	25	8.5968	2.5	7.6
05/09/2019	0	43.7	25.4	24	7.128	1.8	6.1
06/09/2019	0	44.5	25.4	26	14.2128	2.4	8
07/09/2019	0	40.9	28.0	27	13.3488	4.3	10.4
08/09/2019	0	39.0	24.6	34	14.2128	2.6	7.3
09/09/2019	0	39.4	24.0	32	14.904	3.1	8.3
10/09/2019	0	39.0	24.5	26	8.9856	5.1	10.9
11/09/2019	0	39.0	22.3	29	7.4736	3.8	8.9
12/09/2019	0	39.5	23.5	30	15.336	3.6	9.2
13/09/2019	0	40.5	22.2	31	14.6448	1.1	4.8
14/09/2019	0	42.0	23.0	33	15.0336	0.8	4.3
15/09/2019	0	43.6	25.0	27	14.904	2.3	7.6

16/09/2019	0	44.6	23.4	33	15.6384	0.5	3.7
17/09/2019	0	45.0	24.7	28	14.2992	2.3	7.8
18/09/2019	0	41.5	29.4	22	11.8368	4.9	11.5
19/09/2019	0	40.5	24.5	22	5.4864	4	9.6
20/09/2019	0	43.4	23.0	21	5.5728	5.6	13.1
21/09/2019	0	45.2	24.4	32	6.696	1.4	5.1
22/09/2019	0	40.6	28.2	19	11.1024	4.5	10.8
23/09/2019	0	40.5	25.5	22	9.2448	3.3	8.6
24/09/2019	0	40.5	24.5	20	7.1712	1.8	5.8
25/09/2019	0	41.4	22.0	29	12.7008	1	4.4
26/09/2019	0	43.5	24.0	26	12.0096	2.1	6.9
27/09/2019	0	41.7	21.7	29	8.5536	0.8	3.6
28/09/2019	0	43.0	22.3	29	12.7008	0.8	4
29/09/2019	0	41.8	25.0	30	11.9664	1	4.3
30/09/2019	0	41.3	22.5	24	7.2144	2.3	6.8
01/10/2019	0	40.3	23.0	25	5.2704	1	3.7
02/10/2019	0	43.2	27.0	31	8.3808	1.1	4.3
03/10/2019	0	42.5	26.8	33	12.7872	0.3	2.7
04/10/2019	0	36.5	23.5	25	12.8736	3.4	8
05/10/2019	0	36.4	20.0	34	9.6768	4.3	8.8
06/10/2019	0	38.0	21.4	34	12.8736	1.3	4.6
07/10/2019	0	37.0	23.7	37	11.7504	1.3	4.3
08/10/2019	0	39.5	26.5	44	9.1584	0.5	2.7
09/10/2019	0	39.8	22.5	42	5.4432	1.3	4
10/10/2019	0	40.2	24.4	32	6.3504	3.6	8.3
11/10/2019	0	40.7	21.4	29	7.992	0.9	3.6
12/10/2019	0	41.2	20.0	29	11.6208	3.9	9.7
13/10/2019	0	40.5	25.5	32	11.88	0.5	2.9
14/10/2019	0	38.7	21.0	37	12.0096	1	3.8
15/10/2019	0	37.2	18.5	37	10.4976	1.3	4.2
16/10/2019	0	37.5	18.5	34	5.6592	1.3	4.1
17/10/2019	0	37.5	20.5	31	28.2	2.9	7.4
18/10/2019	0	37.5	22.6	34	29.4	2.6	6.8
19/10/2019	0	36.5	22.0	36	29.4	1.8	5.3
20/10/2019	0	35.7	24.2	35	29.9	3.1	7.1
21/10/2019	0	35.0	22.0	39	28.5	3.3	7.2
22/10/2019	0	35.0	20.0	47	27	1.6	4.7
23/10/2019	0	31.0	19.4	49	25.7	1.1	3.6
24/10/2019	0	28.2	20.0	51	23.8	3	5.3
25/10/2019	3.7	31.7	19.0	68	22.3	1	3.4
26/10/2019	0	30.4	15.6	70	23.1	0.5	2.7
27/10/2019	6	30.5	19.5	59	24.7	1.8	4.2

28/10/2019	0	24.5	18.5	81	21	0.4	2.5
29/10/2019	0	29.5	16.6	72	22.6	0.3	2.4
30/10/2019	0	29.0	17.0	62	22.6	2.9	4.9
31/10/2019	0	26.7	15.7	66	20.9	3.5	4.8
01/11/2019	0	27.5	14.7	58	20.8	1.5	3.5
02/11/2019	0	29.2	14.4	55	21.4	0.3	2
03/11/2019	0	30.4	14.8	49	22.8	0.8	2.8
04/11/2019	0	30.2	17.5	46	22.6	2.5	5
05/11/2019	0	28.5	13.4	41	20.5	3.5	5.9
06/11/2019	0	28.5	12.6	40	20.1	3.9	6.3
07/11/2019	0	28.0	13.3	46	20.3	1.1	2.9
08/11/2019	0	30.5	13.0	46	20.9	1.8	4.1
09/11/2019	0	30.0	11.3	55	19.9	0.5	2.1
10/11/2019	0	30.5	12.5	53	20.2	0	1.2
11/11/2019	0	30.0	12.0	48	19.9	0	1.1
12/11/2019	0	29.0	12.0	45	20	0.8	2.4
13/11/2019	0	28.3	13.5	48	20.2	1.1	2.8
14/11/2019	0	28.6	13.3	51	20.4	0	1.1
15/11/2019	0	28.8	15.6	58	21	0	1.3
16/11/2019	0	28.4	12.5	49	19.7	1.6	3.4
17/11/2019	0.6	21.2	9.2	63	14.9	3.4	3.8
18/11/2019	0	21.5	11.4	68	15.2	1.6	2.5
19/11/2019	0	20.4	5.0	46	13.1	3.5	4.3
20/11/2019	0	21.0	7.0	39	13.5	4.4	5.1

ملحق (13) بعض صور العمل الحقلية













Abstract

A field experiment was carried out in the field of the College of Agriculture / University of Wasit located at a longitude $45^{\circ} 50' 33.5''$ east and latitude $32^{\circ} 36' 49.8''$ norths for the 2019 growing season, to study of some thermal properties of sandy loam soils under different irrigation and mulching systems and their effect on growth and yield of maize (*Zea mays* L.). The study was carried as factorial experiment in RCBD design with three replications, the first factor was irrigation methods (basins, furrow), and the second factor was the mulching system (wheat straw, palm fronds, black poly ethylene, and without mulching). It also included the measurements of the soil physical properties (soil temperature, moisture content, bulk density, saturated hydraulic conductivity) randomly in the depths of the soil in which the root system of the maize plant spreads (0, 10, 20, 30, 40) cm, measurements were taken throughout the growing season.

Maize (cultivar Fajr) was planted in fall season in sandy loam soil. Based on the soil moisture data, irrigation was scheduled based on the addition of irrigation water when 50% of the available water was depleted. The temperature and gravimetric moisture content as well as some other physical characteristics (bulk density, saturated hydraulic conductivity) were measured before planting, mid-season and after harvest. In addition to measuring some crop growth parameters after flowering, the thermal characteristics were also estimated using equations (thermal conductivity, heat flow, volumetric heat capacity, damping depth) and water use efficiency. and the results obtained are summarized as follows:

1. The highest temperature for the treatments covered with black polyethylene and control treatment followed by the treatment mulched with the palm fronds, and the lowest temperature was recorded for the straw mulched treatment at the beginning of the season. However, there was a slight decrease in the temperature values in the middle of the season (September and October) and the decrease continued until the end of the season (November) for all treatments.
2. The black polyethylene mulching treatment outperformed other treatments at the beginning and end of the season with the highest thermal conductivity, followed by the straw and frond mulching treatment compared to the non-mulching treatment, as it reached at the beginning of the season 0.830 , 0.769, 0.752 W /m.k , respec-

tively, were at the end of the season 0.834 , 0.813, 0.772 W/ m.k, respectively, while the thermal conductivity of the control treatment was 0.665, 0.746 W /m.k at the beginning and end of the season, respectively.

3. The basin irrigation method outperformed the furrow irrigation method in the thermal conductivity values at the beginning and the end of the season, reaching 0.775 , 0.733 W/m . K respectively at the beginning of the season and 0.797 , 0.785 W/m . K respectively at the end of the season.
4. Black polyethylene mulching treatment outperformed the rest of the treatments in heat flux rate values at the beginning of the season followed by the non-mulched treatment, then the frond mulching and straw mulching treatment by obtaining the highest heat flux rate of 6.80 , 4.47, 3.30, 2.96 and W/m², respectively.
5. The basin irrigation method outperformed the furrow irrigation method by obtaining the highest heat flux at the beginning of the season, reaching 5.99, 2.77 W/m², respectively. Whereas, at the end of season the furrow irrigation method outperformed the basin irrigation method, reaching 3.99, 3.85 W/ m² respectively.
6. The mulching treatment with black polyethylene surpassed by obtaining the highest values of volumetric heat capacity, followed by the treatment of mulching with straw and fronds and control at the beginning and end of the crop growing season, reaching 1.61, 1.53, 1.49, 1.39 MJ / m³. K, respectively at the beginning of the season, and 1.63, 1.54, 1.54 , 1.52 MJ / m³. K, respectively, at the end of the season.
7. The basin irrigation method outperformed the furrow irrigation method in that it obtained the highest values of volumetric heat capacity which were 1.53 , 1.48 MJ / m³.K respectively at the beginning of the season and 1.57 , 1.54 MJ / m³.K respectively at the end of the season.
8. There was a significant effect of soil surface mulching factor on the bulk density values of the control treatment, frond mulching and black polyethylene mulching at the end of the season, reaching 1.26, 1.25, 1.24 Mg m⁻³, respectively, compared to their pre-planting values.
9. There was a significant effect of mulching on the water conductivity values, as the water conductivity values of the control, fronds, and

black polyethylene mulching treatments had decreased, as it became 9.498, 9.714, 9.797 cm hr^{-1} , while the straw mulching treatment increased the water conductivity values at the end of the season compared with their pre-planting values were 10.354 cm hr^{-1} .

10. There was a significant effect of mulching on plant height and leaf area, as the mean values of plant height were 169.25, 184.05, 177.5, 149.6 cm for control, straw, fronds and black polyethylene mulching treatments respectively, and the values of leaf area averages reached 4206, 5381, 4385, 3565 cm^2 for control, straw, fronds and black polyethylene mulching treatments respectively, it was also noticed that the irrigation method had no significant effect on plant height and leaf area.
11. There were significant differences between the mulching treatments for the grain yield and the weight of 500 grains, reaching 4028, 5260, 4625, 3520 kg ha^{-1} for the control, straw, fronds, and black polyethylene mulching treatments respectively, and the values of 500 grains reached 99.8, 113.9, 103.8, 91.1 gm for control, straw, fronds, and black polyethylene mulching treatments respective. Significant differences were observed between the two irrigation methods on grain yield and the weight of 500 grains, as the grain yield was 4703, 4014 kg ha^{-1} for the treatment of basin and furrow irrigation respectively. The weight of 500 grains was 105.4, 98.8 gm for basin and furrow irrigation respectively.
12. Mulching soil surface with straw, fronds and black polyethylene increased the efficiency of water use compared to the control treatment, reaching 1.104, 0.849, 0.806 kg m^{-3} , respectively, and the two irrigation methods did not significantly affect the efficiency of water use.

The Republic of Iraq
Ministry of Higher Education and Scientific Research
Wasit University
College of Agriculture
Department of Soil Sciences and Water Resources



Study of some thermal properties of sandy loam soils under systems irrigation and different mulching and their effect on growth and yield of maize (*Zea mays* L.)

**A Thesis Submitted to the Council of College of Agriculture,
University of Wasit in Partial Fulfilment of the Requirements
for the Degree of Master in soil science and water resources**

**By
Athmar Jameel Kareem Al-Lamy**

**Supervised by
Prof. Jamal Naser Abdul Rahman Al-Saadoon**

2021 A.D

1442 A.H