Vol.4, No.3, Page 1798- 1813, 2026 https://doi.org/ 10.59628/jast.v4i3.2229 ISSN 2958-9568 JAST

SUN PUBLISHER

مجلة جامعة صنعاء للعلوم التطبيقية والتكنولوجيا

Sana'a University Journal of Applied Sciences and Technology

https://journals.su.edu.ye/index.php/jast/

Effect of Utilizing Soil Moisture Conservation Techniques on Conserving Groundwater in Wadi Zabid – Tihama

Abdullatif H. Alwashali *, Adel M. Al-Weshali, Abdullah M. Yaya

Department of Agricultural Engineering and Modern Technologies, Faculty of Agriculture, Foods & Environment, Sana'a University, Sana'a, Yemen.

***Corresponding author**: alwashalilatif@gmail.com

ARTICLE INFO

Article history:

Received: 23- September -2025

Accepted: 10- February -2026

Published: 28 March 2026

KEYWORDS

1. Soil moisture conservation
2. Soil mulches
3. Water use efficiency
4. Okra
5. Wadi Zabid

ABSTRACT

This research has an aim to study the effect of using types of soil mulches on soil moisture conservation, water use efficiency and crop yield when cultivating okra**.** The experiment consists of four treatments: 1) waterpads (P), 2) soil mulching by agricultural residual (R), 3) soil mulching by manure (M), 4) soil mulching by black polyethylene (E), and a control treatment 5) no mulching (W). The results showed that treatments (M) and (E) was higher significant than others treatments in conservation soil moisture, and increasing the Irrigation intervals, as a result, total irrigation water quantities added decreased by 16**.**72% comparing with control treatment (W). The results proved that treatment (E) recorded the highest increasing in okra productivity by 80.12%, followed by treatment (M) increasing percentage of 54.74%, Therefore, results of (E) treatment recorded highest efficiency of water use by 110.48%, followed by treatment (M) with a percentage of 80.79%.

Vol.4, No.3, Page 1694- 1723, 2026 https://doi.org/ 10.59628/jast.v4i2.2116 ISSN 2958-9568 JAST

تأثير استخدام تقنيات حفظ رطوبة التربة في الحفاظ على المياه الجوفية في وادي زبيد – تهامة

عبداللطيف حسن الوشلي*، عادل محمد الوشلي ، عبدالله محمد يايه

قسم الهندسة الزراعية والتقنيات الحديثة، كلية الزراعة والأغذية والبيئة، جامعة صنعاء ، اليمن.

المؤلف: alwashalilatif@gmail.com

معلومات المقالة

تاريخ المقالة:

تاريخ التقديم: 23- سبتمبر -2025

تاريخ القبول: 10- فبراير-2026

تاريخ النشر: 28 مارس2026

الكلمات المفتاحية

1. حفظ رطوبة التربة
2. أغطية سطح التربة
3. كفاءة استخدام المياه
4. الباميا
5. وادي زبيد

الملخص:

أُجري هذا البحث لدراسة تأثير استخدام أنواع من أغطية سطح التربة على حفظ رطوبة التربة وكفاءة استخدام المياه عند زراعة محصول الباميا. تضمنت التجربة أربعة معاملات تجريبية: 1) استخدام تقنية حشوات البوليمر ، 2) تغطية التربة بالسماد البلدي، 3) تغطية التربة بمخلفات المزروعات، 4) تغطية التربة بالبولي إيثيلين الأسود، وفي المعاملة التجريبية الخامسة، تم الزراعة بدون تغطية كـ(شاهد التجربة). أظهرت النتائج تفوق معنوي لمعاملتي التغطية بالسماد البلدي، والتغطية بالبولي إيثلين على بقية معاملات التجربة في الحفاظ على رطوبة التربة وزيادة الفترة بين الريات، وتقليل كميات المياه المضافة بنسبة 16.72% مقارنة بشاهد التجربة. كما أظهرت النتائج تفوق معنوي لمعاملة تغطية التربة بالبولي إيثلين على بقية المعاملات في زيادة الانتاجية بنسبة زيادة قدرها 80.12%، تلتها معاملة تغطية التربة بالسماد البلدي بنسبة زيادة قدرها 54.74%، ونتيجة لذلك أظهرت معاملة التغطية بالبولي إيثلين تفوقاً معنوياً على بقية المعاملات في رفع كفاءة استخدام المياه بنسبة قدرها 110.48%، تلتها معاملة التغطية بالسماد البلدي بنسبة زيادة قدرها 80.79%.

1.المقدمـة:(Introduction)

WUE (kg/m^3) = Yield (kg/ha.) ÷ Amount of applied water (m^3/ha).

تم إجراء تحليل التباين لنتائج التجربة (ANOVA) باستخدام النموذج الخطي (أحادي الاتجاه) لبرنامج SPSS بحسب الكتاب السنوي للإحصاءات الزراعية العربية للعام 2023م، تُقدر المساحة الزراعية المستغلة في اليمن خلال الأعوام 2019م–2022م بنحو (1,282,620 هكتار) [1]، مع العلم ان المساحة المزروعة يعتمد (40%) منها على مياه الأمطار، في حين (44.5%) منها تعتمد على المياه الجوفية – الآبار، و(13%) منها تروى من المياه السطحية من فيضانات السيول، بالإضافة الى (2.5%) تروى من الغيوم بحسب كتاب الإحصاء الزراعي اليمني لعام 2015.

يُقدر الاستهلاك السنوي للمياه باليمن بـ (3.9) مليار متر مكعب، بينما تُقدر الموارد المائية المتجددة (جوفية وسطحية) سنويا بـ (2.5) مليار متر مكعب، مما يخلق عجز نسبته (36%) يتم تعويضه من مخزون المياه الجوفية ويتسبب بتقليل مستوى المياه الجوفية بمقدار (3 – 7 متر/ سنة) [2].

مع تفاقم أزمة المياه في اليمن يزداد الاعتماد أكثر فأكثر على السحب من المخزون الجوفي بشكل مفرط لري المحاصيل الزراعية، هذا السلوك يتسبب في استنزاف سريع لكميات كبيرة من مخزون المياه الجوفية في وديان ساحلية كأودية تهامة التي يزرع فيها محاصيل احتياجاتها المائية عالية كمحصول الموز ومحاصيل الخضار في وادي زبيد التي تستنزف كميات كبيرة من مخزون المياه الجوفية لحوض الوادي في عمليات الري التكميلي، مما يهدد استدامة مخزون المياه الجوفية بالوادي وفي المناطق المشابهة.

في مناطق ساحلية كأودية تهامة حيث يعتمد المزارعون على الري السيلي خلال مواسم الفيضان، تكون هناك أهمية كبيرة لإدخال الأساليب والطرق التي تؤدي إلى تعظيم الاستفادة من مياه الري خاصة عند الحاجة إلى ري تكميلي مصدره المياه الجوفية، بحيث تحقق تلك الأساليب زيادة في قدرة التربة على الاحتفاظ بمحتوى الرطوبة بها مثل استخدام مواد تغطية التربة أو إضافة مركبات البوليمر. ان تطبيق تلك الأساليب التي ستزيد من قدرة التربة على الاحتفاظ بالرطوبة سيؤدي إلى إطالة الفترة بين الريات وبالتالي خفض الاستهلاك المائي لتلك المحاصيل مما سيقلل من الحاجة لاستنزاف المياه الجوفية، كما سيعزز المعارف والمهارات الزراعية لدى المزارعين المحليين لرفع مستوى خبراتهم المحلية في توفير وإدارة الموارد المائية الجوفية.

إن الهدف من هذا البحث هو دراسة مدى تأثير استخدام أساليب وطرق حفظ رطوبة التربة على خفض الاستهلاك المائي، والاسهام في تقليل معدلات السحب من المياه الجوفية، وزيادة إنتاجية محصول الباميا في مناطق الري السيلي بوادي زبيد في تهامة. وذلك من خلال تقييم فوائد استخدام بعض تقنيات اغطية سطح التربة من البيئة المحلية والصناعية، وكذا اختبار تطبيق تقنية حشوات البوليمر (الوسائد المائية)، وتحديد أفضل التقنيات المستخدمة في الحفاظ على رطوبة التربة، والتي يمكن تطبيقها في

مناطق الري السيلي المستهدفة بالدراسة، ومناطق الري السيلي الأخرى.

2. الدراسات المرجعية:

وجد [3] عند دراسته لتأثير مستويات ري مختلفة مع مواد تغطية التربة على كفاءة استخدام المياه في محصول الباميا، أن التغطية بالبلاستيك الأسود كان فعالا في الحفاظ على رطوبة التربة وزيادة الانتاج وكذا زيادة الفترة بين الريات، كما خلص إلى أن استخدام الأغطية البلاستيكية السوداء مع تطبيق نظام الري بالتنقيط وفر 14.1% من مياه الري عند زراعة الباميا، بينما تطبيق الري بالتنقيط مع تغطية التربة بقش القمح وفر 5.27% من مياه الري مقارنة بالتربة غير المغطاة، وعند دراسة [4] لتأثير ثلاثة ألوان من الأغطية البلاستيكية وأربعة أنواع من الأغطية العضوية على نمو وإنتاجية وجودة الطماطم، خلص إلى أن الأغطية البلاستيكية كانت متفوقة عن بقية مواد التغطية في الحفاظ على رطوبة التربة، ورفع درجة حرارتها وتقليل كثافة الأعشاب.

أشار [5] إلى أن الأغطية البلاستيكية السوداء هي الأكثر تميزاً في حفظ الرطوبة وتوفير المياه وتحسين خصائص المحاصيل مقارنة بالأغطية العضوية كالقش والسماد البلدي، إلا أنه خلص إلى أن استخدام القش والسماد البلدي ومخلفات النباتات كغطاء للتربة يتميز بأنه الأرخص ثمناً والأكثر توفراً ولا يترك بقايا غير متحللة، وخلصت النتائج التي تحصل عليها [6] إلى أن تغطية سطح التربة بالأغطية المختلفة أدت إلى الاقتصاد في كمية مياه الري بمقدار النصف، كما يؤيد ذلك ما وجده [7] عند دراسته لتأثير مواد تغطية مختلفة على معدل نمو الباميا حيث وجد أن احتفاظ التربة بالرطوبة كان عالياً عند استخدام التغطية برقائق البولي إيثيلين والتغطية بقش الذرة، بدرجة أكبر من التغطية بنشارة الخشب والمعاملة بدون تغطية.

وجد [8] عند دراسته لتأثير أغطية سطح التربة على نمو وإنتاج الباقلاء، أن نسبة رطوبة التربة بعد (2-3) أيام من الري، زادت من (52.5 %) عند عدم التغطية إلى (81.6 %، 80.2 %، 81.8 %)، عند التغطية بالبولي إيثلين، وتبن الشعير، وكوالح الذرة على التوالي. وذلك قلل من الاستهلاك المائي لزيادة الفترة بين الريات، كما خلص أيضاً إلى أن تغطية التربة قد خفض الاستهلاك المائي للباقلاء بحدود (25 %)، وأن التغطية زادت من كفاءة استعمال المياه بنسبة (50 %)، كما خلص [9] إلى أن استخدام التغطية لسطح التربة المزروعة بالباذنجان يوفر كمية مياه الري بنسبة 18.7% مقارنة بالتربة غير المغطاة، وكذا يرفع من متوسط كفاءة استخدام المياه بنسبة 52%، أيضا خلصت [10] إلى أن تغطية سطح التربة تؤدي إلى تحسن في النمو الخضري والإثمار لنبات الفريز، وأن الغطاء البلاستيكي الأسود كان أكثر أنواع الأغطية تأثيراً في نمو وإثمار النبات. كما خلص [11] إلى أن الأغطية العشبية العضوية والشجيرات بالإضافة الى محافظتها على رطوبة التربة، تزيد من المواد العضوية في التربة وتحسن خصائص التربة والنشاط الميكروبي وبالتالي تدعم معدل التمعدن وإطلاق المغذيات مثل (N ، P ، K) في التربة، حيث يؤدي إلى تحسن النمو والكتلة

الحيوية لنباتات الذرة، وكذلك الإنتاجية نتيجة زيادة محتوى التربة من النيتروجين والبوتاسيوم في التربة المغطاة بالأعشاب العضوية والشجيرات مقارنة بالتربة المغطاة بالأنواع الأخرى من الأغطية.

أظهرت النتائج التي تحصل عليها [12] أن تغطية التربة بالبلاستيك الأسود وسعف النخيل ساعد في جعل ملوحة التربة تبقى عند مستويات متدنية، وبالتالي تقليل تأثير الملوحة السلبي على إنتاجية نبات الطماطم، كما وجد أن تغطية التربة بسعف النخيل جعل درجة حرارة التربة أكثر اعتدالاً من التربة غير المغطاة، بعكس التغطية بالبلاستيك الأسود التي رفعت درجة حرارة التربة بدرجة أكبر من التربة غير المغطاة، فيما أشار [13] إلى أن تحقيق أقصى فائدة من إنفاذ التربة لمياه الأمطار وعدم فقدانها يمكن تحقيقه باستخدام غطاء من بقايا النباتات على سطحِ التربةَ، لان ذلك سيعمل على وفرة وديمومة مسامات التربة السطحية، كما أن وجود هذا الغطاء سيعمل على تقليل تعرية التربة، وكذلك خلص [13] إلى أن الإبقاء على غطاء نباتي على سطح التربة، أفضل من بناء الحواجز العرضية لتقليل الجريان السطحي لمياه الري والأمطار.

أورد [14] أن مقدار السحب من المياه الجوفية في وادي زبيد ووادي رماع تبلغ (526.6) مليون متر مكعب سنوياً تُستهلك للأغراض الزراعية، وذلك يمثل (97%) من مقدار السحب الكلي البالغ (540.89) مليون متر مكعب سنوياً، كما أورد أيضا أن منسوب المياه الجوفية في وادي زبيد انخفضت بمقدار 30 متر خلال 20 عام (1985 – 2005م) بمعدل انخفاض (0.5 – 1 متر/عام)، وكذلك ذكر كل من [15] و[16] أن الري أساساً في وادي زبيد يعتمد على السيول والغيول والعيون السطحية بنسبة 60%، بينما 20% على الأمطار والـ 20% الأخرى على المياه الجوفية، وذلك في العام 2004م، أما الآن فإن نسبة الزراعة التي تعتمد على المياه الجوفية قد زادت بشكل أكبر بحسب المصدر، وتذكر كتب الاحصاء الزراعي اليمني للأعوام 2010م، 2015م تبلغ نسبة مساحة الأراضي المزروعة بالباميا بمحافظة الحديدة (78.19 %) من إجمالي مساحة الأراضي المزروعة بالباميا في كامل الجمهورية للأعوام من (2010م – 2015م)، أما نسبة الإنتاج للباميا بمحافظة الحديدة فبلغت (77.73 %) من إجمالي إنتاج الباميا في كامل الجمهورية لنفس الفترة.

أظهرت النتائج التي تحصل عليها [17] في دراسته لتأثير فاصلة الري ومستوى ماء الري وتصريف النقاط في توزيع جذور محصول الباميا، أن أقصى كثافة للجذور الرئيسية للباميا كانت في العمق 10سم لكافة المعاملات، كما لاحظ أن امتداد الجذور الثانوية المتفرعة من الجذر الرئيسي كان أقصى امتداد لها 30 سم.

3.مواد وطرق البحث

3.1موقع التجربة، وخصائص التربة، والتصميم التجريبي:

نفذت تجربة حقلية خلال الفترة من سبتمبر 2017م حتى فبراير 2018م، في حقل خص وادي زبيد – منطقة الريان (أحد مناطق الري السيلي بسهل تهامة – محافظة الحديدة – اليمن)، وإحداثيات موقع التجربة (14.19° شمالاً، 43.41° شرقاً)، وقد أظهرت نتائج تحليل تربة موقع التجربة أنها تربة ذات قوام متوسط

(رملي لومي) متوسطة الملوحة كما هو موضح في الجدول رقم (1) الذي يوضح بالتفصيل الخصائص الكيميائية والفيزيائية لتربة موقع التجربة.

وتم في هذه التجربة زراعة محصول الباميا (صنف كلميسون Clemson Spineless) مع تطبيق أنواع متعددة من تقنيات تغطية التربة، وكذا استخدام حشوات البوليمر (الوسائد المائية)، وهي ابتكارٌ صُمم بواسطة شركة Plantpads في هولندا، ويمكن وصفها بأنها شطيرة من الجت والبوليمرات والورق، يتم وضعها اسفل منطقة جذور النباتات.

جدول (1) الخصائص الكيميائية والفيزيائية لتربة موقع التجربة

م	الخصائص	الوحدة	النتيجة	معايير الخصوبة
1	التوصيل الكهربي EC	$dS.m^{-1}$	1.80	4 >
2	درجة الحموضة pH	--	7.30	6 – 8.5
3	المادة العضوية O.M.	%	1.01	0.85 -1.5
4	النتروجين الكلي N	%	0.048	0.1 - 1
5	البوتاسيوم الجاهز K_2O	ppm	242	180 -320
6	الفوسفور الجاهز P_2O_5	ppm	3.50	5 - 10
7	الكالسيوم Ca	$meq.l^{-1}$	6	---
8	الماغنسيوم Mg	$meq.l^{-1}$	5	---
9	الصوديوم Na	$meq.l^{-1}$	7	---
10	الكلوريد Cl	$meq.l^{-1}$	10	---
11	الكبريتات SO_4	$meq.l^{-1}$	3	---
12	الكربونات CO_3	$meq.l^{-1}$	0.00	---
13	البيكربونات HCO_3	$meq.l^{-1}$	5	---
14	كربونات كالسيوم $CaCO_3$	%	5.70	5 - 10
15	الحديد Fe	ppm	2.04	2
16	الزنك Zn	ppm	0.60	2
17	المنجنيز Mn	ppm	6.50	2
18	القوام Tex.	----	SANDY LOAM	---

أوضحت نتائج فحص عينة التربة المدونة بالجدول أعلاه ما يلي:

خصائص التربة

- ذات قوام متوسط (رملي لوميه)، قاعدية خفيفة الى متعادلة، متوسطة الملوحة، ذات محتوى متوسطة من الكلس .
- فقيرة المحتوى من المادة العضوية وتحتاج الى التسميد العضوي لتحسين بناء التربة.
- فقيرة بالنتروجين والفوسفور.
- متوسطة المحتوى من العناصر الصغرى.
- تعتبر التربة بشكل عام مناسبة لزراعة اغلب المحاصيل والفواكه المناسبة للمنطقة مع ضرورة فحص مياه الري.

تم تنفيذ التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD) بثلاثة مكررات، حيث تم توزيع الخمس المعاملات عشوائياً في ثلاث قطاعات كما موضح بالجدول رقم (3)، وكذا الشكل رقم (1).

جدول (2) رموز المعاملات التجريبية

م	الرمز	المعاملة
1	E	زراعة الباميا في صفوف مع تطبيق تغطية تربة المحصول بالأغطية البلاستيكية (بولي إيثيلين أسود).
2	P	زراعة الباميا في صفوف مع وضع وسائد المياه (حشوات البوليمر مع الخيش والورق) أسفل منطقة جذور المحصول.
3	M	زراعة الباميا في صفوف مع تطبيق تغطية تربة المحصول بالسماد البلدي (الذبال).
4	R	زراعة الباميا في صفوف مع تطبيق تغطية تربة المحصول بمخلفات المزروعات (قواعد أوراق الموز).
5	W	زراعة الباميا في صفوف بتطبيق الزراعة التقليدية للمنطقة بدون استخدام أي تقنية (شاهد التجربة).

جدول (3) توزيع المعاملات التجريبية على قطاعات التجربة

	القطاع الأول (B_1)	القطاع الثاني (B_2)	القطاع الثالث (B_3)
توزيع معاملات التجربة على القطاعات	E_1	M_2	M_3
	P_1	E_2	W_3
	M_1	W_2	R_3
	R_1	R_2	E_3
	W_1	P_2	P_3

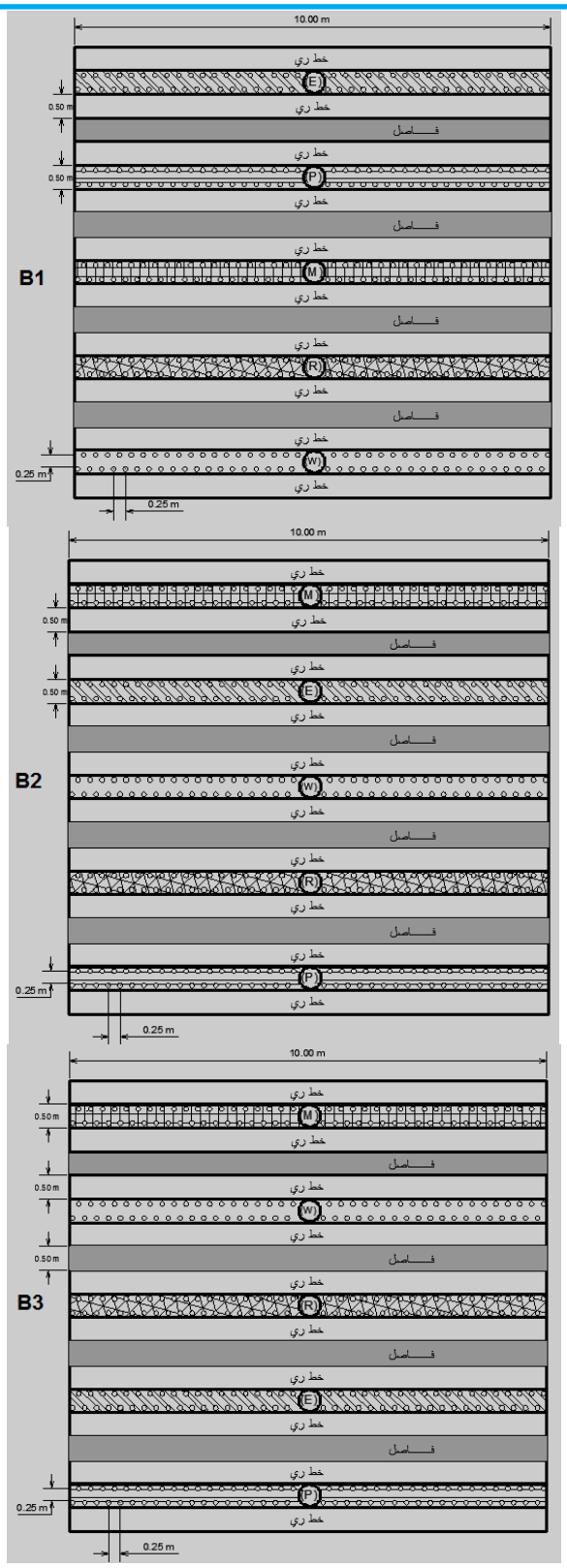
2.3 إعداد الأرض والتخطيط الحقلي:

تم حراثة أرض حقل التجربة باستخدام المحراث المطرحي بعمق 30 سم قبل الزراعة بـ 20 يوما وتركها معرضة للهواء الجوي والشمس لمدة 10 أيام، ثم تم تسميد الحقل بالكامل بالسماد البلدي المتحلل وخلطه بتربة الحقل عن طريق الحراثة المتعامدة بالمحراث الحفار وتركها لمدة 10 أيام حيث تم التخطيط النهائي للحقل والبدء بعملية الزراعة بتاريخ: 2017/09/06م.

بعد إعداد الأرض تم تخطيط حقل التجربة بعمل صفوف بعرض 50 سم وطول 10متر، والمسافة بين الصفوف 50 سم أيضاً، تم زراعة الباميا في خطين على الصف الواحد (الزراعة على الريشتين) المسافة بين خطي الزراعة بنفس الصف 25 سم، والمسافة بين كل جورة نبات وأخرى بنفس الخط 25 سم (كثافة الزراعة هي 16 نبات/ م^2). تم عمل مسافة عازلة تفصل بين كل قطاع تجريبي وآخر بعرض 1.5متر، وبين كل معاملة وأخرى بنفس القطاع 50 سم. تم البذار بعد نقع بذور الباميا لمدة 12 ساعة، وكان عدد البذور بكل جورة بمعدل 3–4 بذور.

3.3العمليات الزراعية:

تم وضع مكونات معاملتي التجربة (حشوات البوليمر والتغطية بالبولي إيثيلين) بعد تجهيز وتخطيط الحقل وقبل عملية البذار مباشرة كما هو موضح في صوره (1)، صوره (2)، أما مواد تغطية معاملتي التجربة الأخرى (مخلفات الموز، السماد البلدي) فتم وضعها بعد استنبات النباتات وإجراء عملية الخف إلى نبات واحد (بعد عشرين يوماً من الزراعة) وكما هو موضح في صوره (3)، وصوره (4)، حيث تم وضع طبقة



الشكل(1) توزيع المعاملات التجريبية على قطاعات التجربة الثلاثة

Vol.4, No.3, Page 1694- 1723, 2026 https://doi.org/ 10.59628/jast.v4i2.2116 ISSN 2958-9568 JAST

من السماد البلدي ومخلفات الموز على سطح التربة بسمك تراوح بين 5–8 سم بحسب [12]، [13].

الشكل(2) يوضح طريقة تموضع التغطية بالبولي ايثيلين

الشكل (3) يوضح طريقة تموضع وسائد المياه (حشوات البوليمر)

الشكل (4) يوضح طريقة تموضع التغطية بالسماد البلدي

الشكل (5) يوضح طريقة تموضع التغطية بالسماد البلدي

باستثناء موعد الري الذي كان يتم بناء على احتياج النباتات لكل معاملة (قياس الجهد الرطوبي للتربة)، فقد تم توحيد جميع العمليات الزراعية (تسميد، وخف، وعزيق، وتعشيب، وكمية المياه المضافة في الرية الواحدة) لجميع المعاملات.

كان يتم إزالة الحشائش النامية بشكل دوري بمجرد نموها، وقد لوحظ عدم نمو الأعشاب والحشائش في معاملات تغطية التربة باستثناء القليل منها في خطوط وقنوات الري فقط، بينما ظهرت الحشائش – وإن كانت

قليلة – في المعاملتين غير المغطاة (شاهد التجربة، ومعاملة حشوات البوليمر).

باستثناء الرية الأولى بعد البذار، لم يتم إجراء عمليات ري خلال الشهرين الأولين من بدء التجربة (سبتمبر، وأكتوبر) لاستمرار موسم هطول الأمطار في منطقة التجربة.

بعد انتهاء موسم الأمطار تم إجراء عملية ري موحدة لجميع المعاملات، ومن ثم بدأت عمليات الري لكل معاملة على حدة، حيث كان يتم ري نباتات كل معاملة بناء على استنزاف المحتوى الرطوبي للتربة في منطقة الجذور، والوصول إلى الحدود الدنيا للرطوبة الأرضية.

تم الري باستخدام طريقة الري السطحي في خطوط على جانبي صفوف النباتات، حيث تم تطبيق كمية مياه ري متساوية عند كل رية، ولجميع المعاملات.

4.3 القياسات وأدوات وطرق القياس:

رطوبة التربة:

تم تقدير محتوى التربة من الرطوبة من خلال قياس الجهد (الشد) الرطوبي للتربة في منطقة الجذور، والذي يعبر عن مقدار الماء الممسوك بواسطة جزيئات التربة، حيث كان يتم القياس في الفترة الصباحية بشكل يومي باستخدام أجهزة التنشومترات، على أعماق 15 سم، 25 سم.

مواعيد الري وحساب كمية المياه المضافة في كل رية:

نتيجة لهطول الأمطار الذي حدث مباشرة بعد الانتهاء من عملية الزراعة وأستمر خلال أول شهرين من فترة التجربة (سبتمبر، وأكتوبر)، تم أخذ قراءات معدلات هطول الأمطار عند كل حدث وذلك بتقدير متوسط الهطول باستخدام خمسة أوعية تجميع لمياه المطر المتساقط مساحة فوهة كل وعاء (272.25سم^2)، وقد تم توزيع الأوعية الخمسة على منطقة التجربة من خلال تقسيم كامل المساحة إلى خمس مربعات مساحة كل منها 60 م^2، ووضع إناء تجميع في مركز كل مربع.

بعد توقف الهطول المطري، تم إجراء عمليات الري التكميلي بناء على قياسات الجهد الرطوبي للتربة لكل معاملة على حدة، حيث كان يتم أخذ قرار بإجراء عملية الري عند وصول قياسات التنشومترات إلى 70 سنتي بار (– 0.70 بار، 70 كيلوباسكال) أي ما يعادل 40% من الرطوبة الأرضية الميسرة للنبات، وهي النقطة التي تمثل الحد الأدنى لنسبة الرطوبة الأرضية التي يجب الري عندها لمحصول الباميا، وذلك يتفق مع ما ذكره [18].

وعند الاحتياج لإجراء عملية ري لأي من معاملات التجربة كان يتم إضافة كمية مياه ري ثابتة، حيث كان يتم إضافة المياه بعمق (15 سم) لكل معاملة عند كل رية، وذلك بحسب تجربة قياس التسرب (الرشح) لتربة الحقل والذي يتفق مع [19]، وقد تم تسجيل كل من:

- عدد مرات هطول المطر، وكمية المياه لكل هطول.
- عدد الريات، والفترة بين الريات لكل معاملة.
- كمية الاستهلاك المائي الكلي لكل معاملة.

الإنتاجية المحصولية:

تم حساب كمية الإنتاج الكلي لكل معاملة على حدة خلال موسم الحصاد الذي بدأ بعد حوالي شهرين من الزراعة (نهاية أكتوبر 2017م) وامتد لفترة أربعة أشهر

(فبراير 2018م)، حيث كان يتم الحصاد كل 3-4 أيام.

5.3 الحسابات:

تم حساب كميات المياه من الهطول المطري كالتالي:

كمية الهطول = (متوسط كمية المياه في أواني التجميع × مساحة الحقل) ÷ (مساحة فوهة الإناء)

أما حساب كميات المياه المضافة بكل رية فتم كالتالي:

كمية المياه المضافة = طول خط الري × مساحة مقطع المياه عند عمق الري المضاف

كفاءة استخدام المياه:

تم حساب كفاءة الاستخدام المائي وفق العلاقة التالية بحسب [20]، [21]:

كفاءة استخدام المياه (كجم/م^3) = الإنتاجية (كجم/هكتار) ÷ كمية المياه المضافة (م^3/هكتار)

عند مستوى معنوية 5% (P = 0.05).

4.النتائج والمناقشة

1.4 تأثير المعاملات المختلفة على الفترة بين الريات، وعدد الريات:

أظهرت النتائج في (جدول 4) أن جميع معاملات تغطية التربة، وكذا معاملة حشوات البوليمر قد أثرت في زيادة الفترات بين الريات، حيث كانت نسبة الزيادة عن شاهد التجربة بمقدار 23.62% لكل من معاملتي (التغطية بالسماد البلدي والتغطية بالبولي إيثلين)، بينما كانت الزيادة عن شاهد التجربة لكل من معاملة حشوات البوليمر ومعاملة التغطية بمخلفات الموز بمقدار 12.46%، 7.09% على التوالي، وذلك انعكس في تقليل عدد مرات الري التكميلي مقارنة بشاهد التجربة، حيث كانت عمليات الري أقل بمقدار ريتين لمعاملات التغطية بالبولي إيثلين، والتغطية بالسماد البلدي وكذا معاملة حشوات البوليمر، وتقليل عدد مرات الري بمقدار رية واحدة في معاملة التغطية بمخلفات الموز.

جدول (4) متوسط الفترة بين الريات وعدد الريات

نوع المعاملة	متوسط الفترة بين الريات(يوم)	عدد الريات (ري فقط)
التغطية بالبولي إيثلين	14.29*	7
حشوات البوليمر	13.00ns	7
التغطية بالسماد البلدي	14.29*	7
التغطية بمخلفات الموز	12.38ns	8
بدون أي معاملة (الشاهد)	11.56	9

* وجود فروق معنوية عند مستوى معنوية (5%).
ns: عدم وجود فروق معنوية

عند تحليل تأثير المعاملات المختلفة على الفترة بين الريات والمقارنة بشاهد التجربة ظهرت فروق معنوية بين شاهد التجربة ومعاملتي (التغطية بالسماد البلدي

والتغطية بالبولي إيثلين)، بينما لم تظهر فروق معنوية بين شاهد التجربة ومعاملتي (التغطية بمخلفات الموز وحشوات البوليمر)، وإن وجدت فروق حسابية، أما عند مقارنة المعاملات ببعضها البعض لوحظ عدم ظهور فروق معنوية بينها، وإن وجدت فروق حسابية. تفسير ذلك يعود إلى أن أغطية التربة بشكل عام قد أسهمت في زيادة فترة احتفاظ التربة بالرطوبة، وبالتالي زيادة في الفترة بين الريات عنه في التربة غير المغطاة، وذلك نتيجة أن الأغطية عملت على تقليل تبخر المياه من سطح التربة، وهذا يتفق مع ما ذكره كل من [3]، [7]، [8]، [22]، [23].

ومما يدعم صحة هذا التفسير أن تأثير معاملة تغطية التربة بمخلفات الموز على زيادة الفترة بين الريات كان أقل مقارنة بمعاملتي (التغطية بالسماد البلدي والتغطية بالبولي إيثلين)، بسبب أن مخلفات الموز المستخدمة في التغطية كانت تتعرض للجفاف والانكماش بشكل سريع نتيجة لدرجة حرارة الجو المرتفعة، مما تسبب في تناقص المساحة المغطاة من سطح التربة وبالتالي تزايد التبخر من سطح التربة، وبالتالي فقد التربة لرطوبتها بشكل أسرع مقارنة بمعاملتي التغطية الآخرين، وهذا التأثير المحدود هو ما تسبب في غياب الدلالة الإحصائية لهاتين المعاملتين (اغطية الموز وحشوات البوليمر) برغم وجود الفوارق الحسابية.

والتأثير المحدود لمعاملة حشوات البوليمر على زيادة الفترة بين الريات، يعزى إلى عدم كفاية كمية حبيبات البوليمر في وحدة المساحة لتلك الحشوات، وبالتالي قلة كمية المياه التي كانت تختزنها حبيبات البوليمر، إضافة إلى سرعة تحلل مكونات الحشوات في التربة حيث وجد بنهاية التجربة أنها تحللت بالكامل ولم يتبقى منها شيء كما هو موضح في صوره (5)، ويؤكد هذا التفسير نتائج قياسات الجهد الرطوبي للتربة في فترات بداية ووسط ونهاية التجربة، والتي كانت تظهر بأن تربة معاملة حشوات البوليمر كانت تحتفظ برطوبة التربة لفترات أطول في فترة بداية التجربة ثم بدأت تتناقص في فترات وسط ونهاية التجربة.

الشكل (6) توضح تحلل حبيبات البوليمر بالتربة عند نهاية التجربة

2.4 تأثير المعاملات المختلفة على كميات المياه المضافة:

أظهرت النتائج في (جدول 5) تفوق معاملات التغطية بالبولي إيثلين، والتغطية بالسماد البلدي وحشوات البوليمر في تقليل كميات المياه المضافة مقارنة بشاهد التجربة بنسبة 16.72%، بينما في معاملة التغطية بمخلفات الموز كان التقليل في كميات المياه المضافة مقارنة بشاهد التجربة بنسبة 8.36%.

جدول (5) كميات المياه المضافة لكل معاملة

نوع المعاملة	كميات المياه المضافة (م^3/هكتار)	نسبة التوفير عن الشاهد (%)
التغطية بالبولي إيثلين	6725	%16.72
حشوات البوليمر	6725	%16.72
التغطية بالسماد البلدي	6725	%16.72
التغطية بمخلفات الموز	7400	%8.36
بدون أي معاملة (الشاهد)	8075	

يمكن تفسير انخفاض كمية المياه المضافة في معاملات التغطية إلى انخفاض فقد المياه بالتبخر من سطح التربة، وكذلك حفظ المياه من التسرب العميق بالنسبة لمعاملة حشوات البوليمر بسبب خاصية التشرب في حبيبات البوليمر الموجودة بها، كل ذلك أدى إلى زيادة فترة احتفاظ التربة بمحتواها من المياه، وهذا التفسير هو ما ذهب إليه كل من [3]، [6]، [24]، [9]، [25].

أظهرت نتائج التجربة توفير نسبة تصل إلى (16.72 %) من مياه الري نتيجة استخدام تقنيات تغطية سطح التربة وحشوات البوليمر، وهي نسبة تمثل كميات ليست قليلة من المياه خصوصاً إذا كان مصدرها المياه الجوفية، إذ إنه بحسب بيانات وزارة المياه والبيئة للعامين 2006م، 2008م التي تقدر السحب من المياه الجوفية في وادي زبيد ورما ع بـ(526.6) مليون متر مكعب سنوياً تُستهلك للأغراض الزراعية، وأن مقدار السحب من المياه الجوفية بوادي زبيد لتسعة محاصيل رئيسة فقط يبلغ (213) مليون متر مكعب، يمثل استهلاك البامبا منها (17.4) مليون متر مكعب، وذلك يعني أنه بحسب نتائج التجربة يمكن توفير (2.91) مليون متر مكعب من المياه الجوفية في محصول البامبا فقط عند استخدام تقنيات تغطية التربة أو حشوات البوليمر، علاوة على الزيادة في الإنتاجية وبالتالي زيادة كفاءة استخدام المياه نتيجة استخدام تلك التقنيات.

3.4 تأثير المعاملات المختلفة على الإنتاجية:

أظهرت النتائج في (جدول 6) تفوق معاملة تغطية التربة بالبولي إيثلين في الإنتاجية على بقية المعاملات بمتوسط 37.97 (طن/هكتار) بنسبة زيادة عن شاهد التجربة قدرها 80.12%، تلتها معاملة تغطية التربة بالسماد البلدي بمتوسط 32.62 (طن/هكتار) بنسبة زيادة عن شاهد التجربة قدرها 54.74%، ثم معاملة تغطية التربة بمخلفات الموز بمتوسط 22.67 (طن/هكتار) بنسبة زيادة عن شاهد التجربة قدرها 7.54%، ثم معاملة حشوات البوليمر بمتوسط 22.03 (طن/هكتار) بنسبة زيادة عن شاهد التجربة قدرها 4.51%، بينما حل شاهد التجربة في الأخير بمتوسط 21.08 (طن/هكتار).

جدول (6) الإنتاجية الكلية لكل معاملة

نوع المعاملة	الإنتاجية (طن/هكتار)	نسبة الزيادة عن الشاهد (%)
التغطية بالبولي إيثلين	37.97*	80.12%
حشوات البوليمر	22.03ns	4.51%
التغطية بالسماد البلدي	32.62ns	54.74%
التغطية بمخلفات الموز	22.67ns	7.54%
بدون أي معاملة (الشاهد)	21.08	

* وجود فروق معنوية عند مستوى معنوية (5%).
ns: عدم وجود فروق معنوية

عند تحليل تأثير المعاملات المختلفة على الإنتاجية والمقارنة بشاهد التجربة ظهرت فروق معنوية بين شاهد التجربة ومعاملة التغطية بالبولي إيثلين، بينما لم تظهر فروق معنوية بين شاهد التجربة وبقية المعاملات، وإن وجدت فروق حسابية، وقد سبب التأثير الكبير الذي احدثته معاملة التغطية بالبولي ايثيلين في زيادة الإنتاجية نتيجة ارتفاع درجة حرارة التربة اسفل المعاملة مقارنة ببقية المعاملات وهو ما تسبب بغياب الدلالة الإحصائية لتلك المعاملات رغم وجود الفوارق الحسابية.

أما عند مقارنة المعاملات ببعضها البعض لوحظ ظهور فروق معنوية بين معاملة التغطية بالبولي إيثلين وكل من معاملتي (التغطية بمخلفات الموز وحشوات البوليمر)، بينما لم تظهر أي فروق معنوية بين معاملة التغطية بالسماد البلدي وبقية المعاملات الأخرى وإن وجدت فروق حسابية.

تفسير ذلك أن زيادة فترة احتفاظ التربة بمحتواها الرطوبي وارتفاع درجة حرارة التربة نتيجة وجود أغطية التربة أسهم بشكل كبير في تحسين خاصية امتصاص العناصر الغذائية من التربة بواسطة جذور النباتات، وهو ما انعكس في تحسن صفات المحصول وزيادة الإنتاج الكلي خصوصا في معاملة التغطية بالسماد البلدي، وهذا يتفق مع ما ذهب إليه كل من [10]، [26]، [5]، [8]، [25]، [18]، [27] وآخرين.

4.4 تأثير المعاملات المختلفة على كفاءة استخدام المياه:

أظهرت النتائج في (جدول 7) تفوق معاملة التغطية بالبولي إيثلين في كفاءة استخدام المياه على بقية المعاملات بمتوسط 4.82 (كغم/م^3) بنسبة زيادة عن شاهد التجربة قدرها 110.48%، تلتها معاملة التغطية بالسماد البلدي بمتوسط 4.14 (كغم/م^3)، وبنسبة زيادة عن شاهد التجربة قدرها 80.79%، ثم معاملة حشوات البوليمر بمتوسط 2.80 (كغم/م3) بنسبة زيادة عن شاهد التجربة قدرها 22.27%، ثم معاملة التغطية بمخلفات الموز بمتوسط 2.65 (كغم/م3) بنسبة زيادة عن شاهد التجربة قدرها 15.72%، وفي الأخير حل شاهد التجربة بمتوسط 2.29 (كغم/م3).

جدول (7) كفاءة استخدام المياه لكل معاملة

نوع المعاملة	كفاءة استخدام المياه(كغ/م^3)	نسبة الزيادة عن الشاهد (%)
التغطية بالبولي إيثلين	4.82*	110.48%
حشوات البوليمر	2.80ns	22.27%
التغطية بالسماد البلدي	4.14*	80.79%
التغطية بمخلفات الموز	2.65ns	15.72%
بدون أي معاملة (الشاهد)	2.29	

* وجود فروق معنوية عند مستوى معنوية (5%).
ns: عدم وجود فروق معنوي

عند تحليل تأثير المعاملات المختلفة على كفاءة استخدام المياه والمقارنة بشاهد التجربة ظهرت فروق معنوية بين شاهد التجربة ومعاملتي (التغطية بالبولي إيثلين والتغطية بالسماد البلدي)، بينما لم تظهر فروق معنوية بين شاهد التجربة ومعاملتي (التغطية بمخلفات الموز وحشوات البوليمر)، وإن وجدت فروق حسابية، أما عند مقارنة المعاملات ببعضها البعض لوحظ ظهور فروق معنوية بين معاملة التغطية بالبولي إيثلين وكل من معاملتي (التغطية بمخلفات الموز وحشوات البوليمر)، بينما لم تظهر أي فروق معنوية بين معاملة التغطية بالسماد البلدي وبقية المعاملات الأخرى وإن وجدت فروق حسابية.

5. الاستنتاجات

1) إن تغطية سطح التربة باستخدام البولي إيثيلين (E)، أو التغطية باستخدام السماد البلدي (M)، أثرتا بشكل واضح في إطالة مدة احتفاظ التربة بالرطوبة، حيث سجلت المعاملتان نفس النتيجة في زيادة الفترة بين الريات بنسبة (23.62%) مقارنة بشاهد التجربة، وكذلك كان تأثيرهما متساوياً في توفير كميات مياه الري المضافة بنسبة (16.72%) مقارنة بشاهد التجربة.
2) إن استخدام تقنيات تغطية سطح التربة وكذا تقنية حشوات البوليمر توفر نسبة تصل إلى (16.72%) من مياه الري لمحصول الباميا الذي يستهلك أكثر من (17.4) مليون متر مكعب من المياه الجوفية بمنطقة الدراسة.
3) إن تغطية سطح التربة باستخدام البولي إيثيلين (E)، وكذا التغطية باستخدام السماد البلدي (M)، أثرتا في زيادة الإنتاجية الكلية لمحصول الباميا مقارنة بشاهد التجربة بنسبة (80.12%، 54.74%) على التوالي.
4) إن استخدام تقنية حشوات البوليمر (P) لحفظ رطوبة التربة أعطت نتائج مشجعة في نسبة توفير كميات مياه الري المضافة بنسبة (16.72%) مقارنة بشاهد التجربة، وهي نسبة مساوية لمعاملتي (التغطية بالبولي إيثيلين(E) والتغطية بالسماد البلدي(M))، لكن تأثير استخدام حشوات البوليمر (P) في زيادة الإنتاجية كانت متواضعة بنسبة (4.51%) مقارنة بشاهد التجربة.

5) إن تغطية سطح التربة باستخدام البولي إيثيلين (E)، وكذا التغطية باستخدام السماد البلدي (M)، أثرتا في زيادة كفاءة استخدام مياه الري بنسبة زيادة عن شاهد التجربة قدرها (110.48%، 80.79%) على التوالي.

6. التوصيات

1) ضرورة استخدام السماد البلدي كغطاء لسطح التربة، وذلك للنتائج التي يحققها في الحفاظ على رطوبة التربة وتوفير مياه الري، وفائدته الغذائية الإضافية للتربة والنبات نتيجة طبيعته العضوية، ولإنه متواجد في البيئة المحلية بأسعار زهيدة، كما أنه غير مؤثر في البيئة من ناحية المخلفات المتبقية والتلوث الذي تسببه أغطية التربة البلاستيكية (حماية للبيئة وحفاظا على خصوبة التربة)، كما نوصي بضرورة عمل برامج إرشادية توضح فوائد استخدام تقنيات أغطية سطح التربة، والطرق الصحيحة لتطبيقها.

2) ضرورة استخدام أغطية سطح التربة البلاستيكية في حال عدم توافر السماد البلدي أو ارتفاع أسعاره، حيث حقق استخدام أغطية سطح التربة البلاستيكية أفضلية في رفع الإنتاجية الكلية لمحصول الباميا، وكذا زيادة الحفاظ على رطوبة التربة، وتوفير مياه الري.

3) ضرورة إجراء تجارب أخرى لاستخدام مخلفات المزروعات في تغطية سطح التربة بحيث تستخدم مخلفات أخرى غير قواعد أوراق الموز التي كانت نتائجها متواضعة في الحفاظ على رطوبة التربة نتيجة جفافها وانكماشها السريع.

4) ضرورة إجراء مزيد من التجارب لاستخدام تقنيات حشوات البوليمر (الوسائد المائية)، ودراسة كمية حبيبات البوليمر المناسبة في وحدة المساحة لتلك الحشوات، وتأثيرها في الحفاظ على رطوبة التربة والإنتاجية بحيث تجرى على أكثر من محصول وفي بيئات أخرى.

7. المراجع

[1] المنظمة العربية للتنمية الزراعية. "الكتاب السنوي للإحصاءات الزراعية العربية". المجلد 43، 2023.

[2] H. van den Berg, S.J. van Meijeren, A. Gevaert, J. Bazin. "Water availability in Yemen". Literature review of the current and future water resources and water demand in Yemen, Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO). A.C. de Vries, 2021.

[3] Sippo, M., Reddy, B. S., & Kaleel, I. "Interactive effects of irrigation and mulches on soil temperature and yield of okra (Abelmoschus esculentus L.)", Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, Vol. 8, No. 2, 2019. pp. 1809-1814.

[4] Acharyya, P. a. D., Puspa and Banerjee, Anannya and Munshi, Rituparna. (2019). "Impact of Organic and Synthetic Mulch Materials on Tomato". Indian Agriculturist, Vol. 63, No. 1, 2019. pp. 19-25.

[5] Jabran, K. "Role of mulching in pest management and agricultural sustainability". Springer, 2019.

[6] حسام حسن عبدالعالي، عبدالجبار جلوب حسن ومحمد عبدالله عبدالكريم. "تأثير تغطية التربة ومستوى الري والتسميد النتروجيني في الوزن الجاف وامتصاص النتروجين لنبات الطماطة". العراق، مجلة الكوفة للعلوم الزراعية، المجلد 4، العدد 2، 2012. الصفحات 20-40.

[7] Dalorima L.T, Bunu A., Kyari Z. and Mohammed T. "Effects of different mulching materials on the growth performance of okra in Maiduguri". Int. Res. J. Agri. So. Sci. Vol. 4, No. 8, 2014.

[8] ياس خضير حمزة، عصام خضير حمزة ونوال عثمان خطاب." تأثير بعض أغطية التربة على نمو وإنتاج محصول الباقلاء وبعض صفات التربة". العراق، مجلة

الأنبار للعلوم الزراعية، المجلد 6، العدد 1، 2008. الصفحات 8-12.

[9] بلدية، ر. "تأثير التجليل في فعالية الري بالتنقيط". سوريا، مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، المجلد 25، العدد 1، 2009. الصفحات 190-177.

[10] تفاح، ر. ع. "أثر أنواع مختلفة من أغطية سطح التربة في نمو وإنتاج نبات الفريز". سوريا، مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية المجلد (41) العدد (2)، 2019.

[11] Awopegba, M., Oladele, S., Awodun, M. "Effect of mulch types on nutrient composition, maize (Zea mays L.) yield and soil properties of a tropical Alfisol in Southwestern Nigeria". Eurasian Journal of Soil Science, Vol. 6, No. 2, 2017. pp. 121-133.

[12] الحبسي، س. س. "تقييم بعض الممارسات الزراعية تحت ظروف ملوحة المياه من أجل زراعة مستدامة"ESCWA.2009 ،.

[13] Shaxson, T., Barber, R. G. "Optimizing soil moisture for plant production". The significance of soil porosity (Vol. 79). Food & Agriculture Org, 2003.

[14] Authority, N. W. R. Tihama water resources assessment, Zabid water resources management, district (Wadi Zabid & Wadi Rema'a), Well inventory results. Ministry of Water and Environment Sana'a, yemen, 2008.

[15] باحميش، ع. ع. "المسح القانوني لحقوق المياه ضمن أنظمة الري السيلي بوادي زبيد ووادي تبن". اليمن، وزارة الزراعة والري، 2004.

[16] Carmen C. T. "Upstream, Downstream Conveying Water and Ideas: Potentials for IWRM in Wadi Zabid". Yemen. Norwegian University of Life Sciences, 2014. Master Thesis.

[17] Rahman, J. N. A. "Effect of irrigation interval, level of irrigation water and emitter discharge on moisture distribution in clayey soils". Journal of Wasit for Science and Medicine, Vol. 2, No. 1, 2009. Pp. 49-66.

[18] أحمد عبدالمنعم حسن. "أساسيات وتكنولوجيا إنتاج الخضر". القاهرة، دار الكتب، 2015.

[19] Panigrahi, P., Sahu, N. "Evapotranspiration and yield of okra as affected by partial root-zone furrow irrigation". India, International Journal of Plant Production, Vol. 7, No. 1, 2013.

[20] Zhang, H.; X. Wang; M. You; and C. Liu. "Water-yield relations and water-use efficiency of winter wheat in the North China Plain". Irrig. Sci., Vol. 19, 1999. pp. 37-45.

[21] El-Awady, M., Amerhom, G., Zaki, M. (1976). "Trickle irrigation trial on pea in conditions typical of Qalyobeia Egypt"., Egypt J. Hort, Vol. 3, No. 1, 1976. pp. 99-110.

[22] Al Hadithi, I. K. "Water consumption for broad bean under soil covering conditions". Agri. Sci. J. Iraq, Vol. 32, No. 6, 2001.

[23] Al Hadithi, Y. K., Shamkhi, N. "Effect of mulching on some soil properties and plant growth". 7th scientific conference of technical education – Iraq، 2000.

[24] الجودي ح. ومعن سلامة. "تقويم تغطية التربة في ظروف ملوحة مياه الري". سوريا، مجلة جامعة البعث، المجلد 32، العدد 24.، 2010.

[25] Panigrahi, P., Sahu, N. N., Pradhan, S. "Evaluating partial root-zone irrigation and mulching in okra (Abelmoschus esculentus L.) under a sub-humid tropical climate". Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics (JARTS), Vol. 112, No. 2, 2011. Pp. 169-175.

[26] ياسمين فاضل سلوم وفاضل حسين الصحاف. "دور التسميد العضوي والمعدني وتغطية التربة في بعض الصفات الخضرية والحاصل لنبات البروكلي". العراق، مجلة الكوفة للعلوم الزراعية المجلد 8 العدد 4، 2016. الصفحات 1-21.

[27] Soylemez, S., Pakyurek, A., & Esin, S. (2020). " The effect of waterpad polymer application on yield and some quality properties of cucumber under restricted irrigation conditions". Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences, Vol. 7, No. 4, 2020. Pp. 1031-1042.