مجلة العلوم الشاملة
عدد خاص بالمؤتمر الدولي الثالث للعلوم والتقنية
المجلد (10)، العدد (37)، (نوفمبر2025)
ردمد: 3014-6266

Comprehensive Journal of Science
Volume (10), Issue (37), (NOV. 2025)
SICST2025, www.sicst.ly
ISSN: 3014-6266

تأثير تقنين مياه الري على إنتاجية وجودة ثمار الطماطم خصائصها ثمره الميكانيكية

زهرة خليفة[*1]، عواطف الهباش [2]

[1] الميكنة الزراعية، المعهد العالي للتقنيات الزراعية الغيران، طرابلس، ليبيا

[2] الحفر والموارد المائية، المعهد العالي للتقنيات الزراعية الغيران، طرابلس، ليبيا

Zohra_imad2@yahoo.com , aawatfmohamed@gmail.com

Zohra khalifa[1*], Awatif Alhabbashi [2]

Agricultural Mechanization, Higher Institute of Agricultural Technology, Ghiran, Tripoli, Libya

Drilling and Water Resources, Higher Institute of Agricultural Technology, Ghiran, Tripoli, Libya

Received: 30-09-2025; Revised: 10-10-2025; Accepted: 31-10-2025; Published: 25-11-2025

المستخلص: –

هدفت هذه التجربة الحقلية، التي أُجريت خلال موسم 2022/2021، إلى دراسة تأثير أربعة مستويات مختلفة من الري (100%، 80%، 60%، 40%) على ثمار الطماطم، وتقييم مدى تعرضها للضرر الميكانيكي عند استخدام نوعين من عبوات التعبئة: الكرتون والبلاستيك. وتضمنت الدراسة قياس الخواص الفيزيائية للثمار وكفاءة استخدام الماء .أظهرت النتائج تفوق عبوات الكرتون كأفضل وسيلة لحماية الثمار، حيث سجلت أقل نسبة ضرر ميكانيكي بلغت 0.305%، مقارنة بالعبوات البلاستيكية المستعملة التي كانت متعددة الخدوش. كما كشفت القياسات أن أفضل المستويات لتقليل صدمات الثمار كانت عند مستويات الري (80%، 60%)، ويُعزى هذا التأثير إلى تغيرات الخواص الفيزيائية للثمار الناتجة عن نقص الري، مما قلل من تلامسها واحتكاكها .أما بالنسبة للإنتاجية الكلية، فقد انخفضت تدريجياً مع نقص مياه الري، وكان الترتيب الأفضل هو (100%، 80%، 60%، 40%) .وفي المقابل، أظهرت كفاءة استخدام الماء علاقة عكسية، حيث ارتفعت كفاءة الاستخدام بشكل ملحوظ مع انخفاض مستوى الري (40%). وفيما يخص استهلاك الطاقة، سجل مستوى الري 40% الأقل استهلاكاً بقيمة (5.541×10^3 mg/ha)، مقارنة بمستوى 100% الذي سجل (1.229×10^4 mg/ha) تُشير هذه النتائج إلى إمكانية تحسين إدارة مياه الري وتقليل الضرر الميكانيكي عبر اختيار التعبئة المناسبة.

الكلمات المفتاحية: الطماطم، نقص الري، الضرر الميكانيكي، الخواص الفيزيائية، الاحتكاك الساكن، الاحتكاك الحركي

Abstract:

A field experiment was conducted during the 2021/2022 season to investigate the effect of four irrigation levels (100%, 80%, 60%, 40%) and mechanical damage on tomato fruits. this study utilized two types of packaging (cardboard and plastic). the research indicated that cardboard packaging was generally superior, recording significantly lower mechanical damage at 0.305\% compared to the plastic containers, which were old, multi-used, and exposed to scratches. It was also observed that the optimum irrigation levels for minimizing impact/shock were at {80%} and {60%}, possibly due to a lack of contact (or optimized fruit turgor). For productivity, the best ranking was: (100%, 80%, 60% ,40%). regarding energy consumption, the lowest consumption was recorded at the {40%} irrigation level, which was ($5.541x10^3$ mg/ha). conversely, the {100%} irrigation level recorded ($1.229x\ 10^4$ mg/ha) of energy consumption. It was also noted that as the irrigation level decreased, the water use efficiency (WUE) increased. It recorded the lowest mechanical damage percentage, reaching 0.305%, compared to the used plastic containers, which were characterized by multiple scratches. the measurements also revealed that the optimum irrigation levels for reducing fruit impact damage were at the (80% and 60%) treatments. this effect is attributed to changes in the fruits' physical properties resulting from water deficit, which subsequently minimized fruit-to-fruit contact and friction. regarding the total yield (productivity), it decreased progressively with the reduction in irrigation water, with the best ranking being (100%, 80%, 60%, 40%). conversely, water use efficiency (WUE) showed an inverse relationship, as it significantly increased with the reduction in the irrigation level (40%). furthermore, regarding energy consumption, the 40% irrigation level recorded the lowest consumption at a value of ($5.541x10^3$ mg/ha)., compared to the 100% level which recorded ($1.229x\ 10^4$ mg/ha) these findings suggest the potential for improving irrigation water management and reducing mechanical damage by selecting the appropriate packaging.

Keywords: Tomato, Water Deficit (or Irrigation Deficit), Mechanical Damage, Physical Properties, Static Friction, Kinetic Friction

المقدمة: –

تُعد ندرة الموارد المائية التحدي الأبرز للزراعة في دول مثل ليبيا، حيث يستهلك القطاع الزراعي نحو 85% من إجمالي المياه "الهيئة العامة للمياه، 2020". وفي ظل الدور المحوري للمياه في إنتاجية محصول الطماطم، وهو محصول عالمي هام يتجاوز إنتاجه 120 مليون طن سنوياً "FAO, 2020" ، يصبح ترشيد الاستهلاك ضرورة قصوى. لضمان الاستدامة والحفاظ على مستويات إنتاجية مرضية"De Costa2007" ، يُعد تطبيق الري الناقص (Deficit Irrigation) استراتيجية فعالة لتحسين كفاءة استخدام المياه "Tepcuefal, 2010".

المشكلة البحث: التلف الميكانيكي وجودة الثمار بالإضافة إلى تحدي المياه، تواجه ثمار الطماطم عوائق كبرى ما بعد الجني خلال عمليات التداول، النقل، والتخزين. تتسبب التأثيرات الديناميكية والميكانيكية الناتجة عن نوعية صناديق النقل والمحتوى المائي للثمار في حدوث تلف ميكانيكي على شكل كدمات (Bruising) تُعرف مقاومة الثمرة للصدمات بـ "عتبة الكدمات(Bruising Threshold) " Bajema and Hyder,

1998". تحدث هذه الكدمات نتيجة احتكاك الثمار ببعضها أو بحاويات التعبئة "Attisent, 1995"، وقد تكون خفيفة أو شديدة "Van Linden, V, 2009" لذلك، أصبح من الضروري دراسة سلوك ثمار الطماطم تحت الأحمال الميكانيكية، بناءً على المعاملات ما قبل الجني (الري) ونوع عبوات التعبئة"Batu, 1998" ، لضمان تلبية الطلب المتزايد على الخضروات عالية الجودة.

أهداف البحث : يهدف هذا البحث إلى تحقيق ثلاثة أهداف رئيسية من خلال دراسة تأثير مستويات الري المختلفة (100%، 80%، 60%، 40%) وأنواع عبوات التعبئة (الكرتون والبلاستيك) على معامل الاحتكاك الساكن للثمار .إنتاجية وجودة الثمار .الاستهلاك المقدر للطاقة لكل معاملات الري.

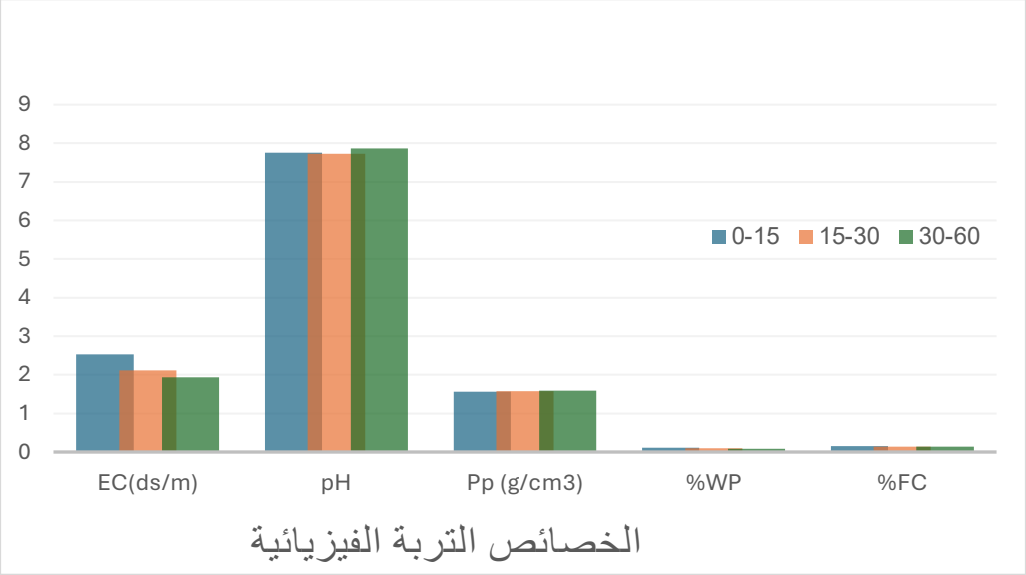
المواد وطرائق البحث:

أُجريت هذه التجربة الحقلية في مزرعة خاصة بمنطقة طريق المطار بليبيا، خلال الموسم الزراعي خريف 2022م. تم تحديد الخصائص الكيميائية والفيزيائية للتربة من خلال أخذ عينات عشوائية من التربة المزروعة، حيث تم تحليلها لبيان طبيعتها.

في الجدول: (1)، (2) يوضح الخصائص الكيميائية والفيزيائية للتربة، والجدول (3) يوضح الخصائص المائية لمياه الري لنمو المحصول، حيث ثم أخذ (30) عينة بالطريقة العشوائية (Zk،Zak).

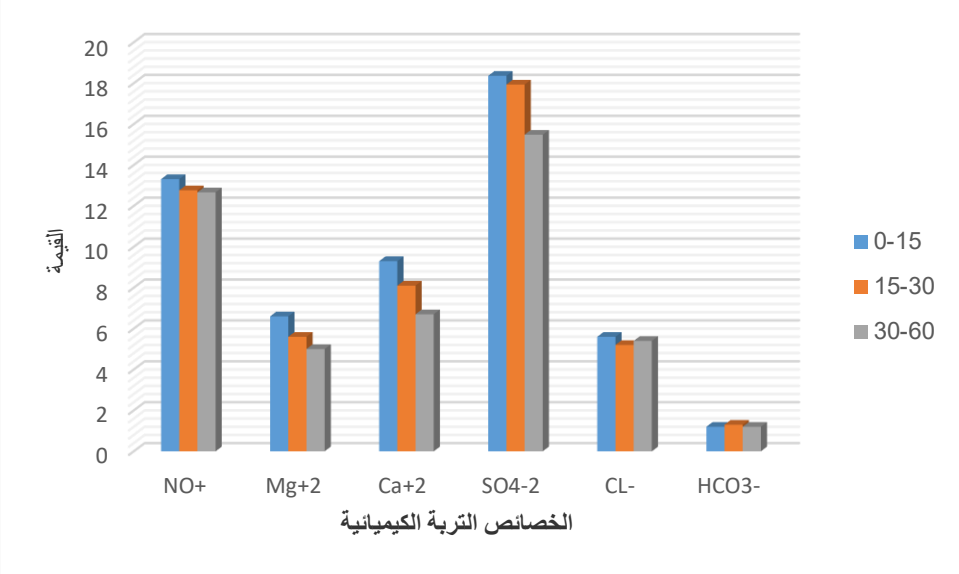
الجدول (1): يوضح خصائص التربة الفيزيائية.

عمق التربة (cm)	EC (dS/m)	pH	Pp g/cm^2	WP %	FC %	القوام
0-15	2.53	7.76	1.56	0.11	0.15	رملي
15-30	2.12	7.73	1.57	0.10	0.14	رملي
30-60	1.93	7.86	1.59	0.09	0.14	رملي



الجدول (2): يوضح الخصائص التربة الكيميائية.

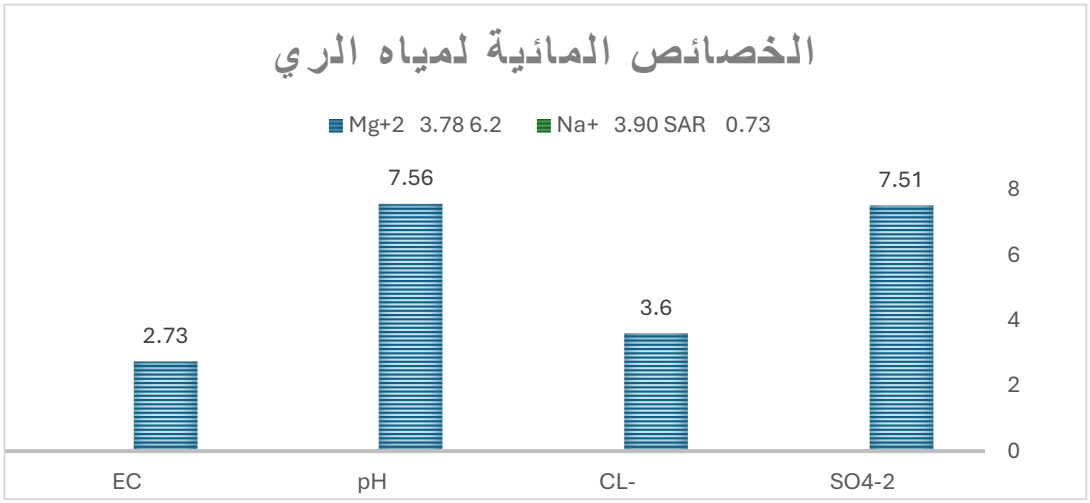
عمق التربة	HCO^{-}_{3}	CL^{-}	$SO4^{-2}$	Ca^{+2}	Mg^{+2}	$N0^{-}_{3}$
0-15	1.2	5.6	18.36	9.3	6.6	13.31
15-30	1.3	5.2	17.93	8.1	5.6	12.76
30-60	1.2	5.4	15.48	6.70	5.0	12.66



الجدول (3) يوضح الخصائص المائية لمياه الري

EC	pH	CL^{-}	SO_4^{-2}	HCO_3^{-}	Ca^{+2} 4.92
2.73	7.56	3.60	7.51	6.20	Mg^{+2} 3.78

Na^+ 3.90	SAR 0.73



تم استخدام صنف الطماطم الهولندي ."El–ADDS.F567" زُرعت النباتات بمسافة فاصلة بلغت 1.25 متر بين الخطوط و0.6 متر بين النباتات داخل الخط) أي m (0.6× 1.25)، تم التركيز في الحصاد على مرحلة النضج التي تعرف بـ "الأحمر الرابع (Red Stage 4) "حسب مواصفات الشركة الموردة، حيث تُعتبر هذه المرحلة الأكثر صلابة والأكثر ملاءمة لعمليات النقل والتخزين

"Lien, T. K., Yang, Z. B., & Ting, K. C. 2009 " تم الحصاد يدوياً لجميع الثمار وفقاً لمعايير مرحلة النضج المعتمدة من قبل وزارة الزراعة الأمريكية "USDA 1991" تم استبعاد الثمار التي كانت كبيرة جداً أو صغيرة جداً لضمان تجانس العينة. بعد ذلك، نُقلت العينات إلى المختبر حيث أُجريت القياسات والاختبارات عليها في غضون فترة تتراوح بين 48 و72 ساعة من تاريخ الحصاد.

3:تصميم التجربة والمعاملات .

زُرعت الطماطم في الأرض الدائمة على هيئة شتلات بعد مرور حوالي 30 يوماً من زراعة البذور (أو الإنبات) تم تطبيق التجربة باستخدام تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD) بثلاث مكررات

تم تحليل البيانات إحصائياً عند مستوى معنوية (0.05) =α شملت التجربة عاملين رئيسيين (4 مستويات ري× 2 مستوي تسميد حيوي) بأجمالي 8 معاملات تجريبية وهي:

عامل الري(A): أربعة مستويات من الاحتياج المائي الكلي (ETc)

100% من الاحتياج المائي للمحصول (الري الكامل).

80% من الاحتياج المائي للمحصول (ري ناقص خفيف).

60% من الاحتياج المائي للمحصول (ري ناقص متوسط).

40% من الاحتياج المائي للمحصول (ري ناقص شديد).

عامل التسميد الحيوي (B): مستويان من الإضافة

اضافة السماد الحيوي: تم تطبيق السماد الحيوي بمعدل 40 كجم/هكتار.

تم تطبيق برنامج التسميد الكيميائي الأساسي لجميع المعاملات بالكميات التالية لكل هكتار:

النيتروجين(N) :170 kg/ha ، والمصدر المستخدم هو كبريتات الأمونيوم.

الفوسفور (P_2O_5) :110 kg/ha، والمصدر هو ثنائي فوسفات .

البوتاسيوم (K_2O) 220 kg/ha، والمصدر هو أكسيد البوتاسيوم.

تم إعداد التربة عن طريق حرثها بمحراث حفَّار (Chisel Plow) لعمق20 cm فقط. بعد ذلك، تم تركيب شبكة ري بالتنقيط.

مواصفات شبكة الري :

-معدل تصريف المُنَقِّط (Dripper Discharge) :4L/h (4 لتر/ساعة) .

-خطوط الري الفرعية: قطرها 16 mm.

-الخط الرئيسي/الثانوي :(Main/Sub-main Line) قطره 32mm.

طريقة الإضافة:

-تم استخدام حقن الأسمدة بفرق الضغط (Venturi Injector) لضخ المحاليل السمادية في شبكة الري الحقلية.

-عدم إضافة السماد الحيوي: معاملة المقارنة (الكنترول)

القياسات:

تم تقدير الاحتياجات المائية للمحصول (ETc) باستخدام معادلة الفاو-بينمان مونتيث المُعدلة (FAO Penman-Monteith) الموضحة في النشرة الفنية رقم 56 لمنظمة الأغذية والزراعة (FAO-56)، وذلك بالاعتماد على برنامج(CROPWAT) (Richard G. Allen. Luís S. Pereira. Dirk Raes. Martin Smith, 1998.

يتم حساب الاحتياج المائي للمحصول وفق المعادلة التالية(1) :

$$ET_C=ET_0.Kc \quad \rightarrow \quad (1)$$

حيث: –

ETc :الاحتياج المائي للمحصول

ET_0 :التبخر النتح المرجعي

Kc معامل المحصول.

ويتم حساب التبخر النتح المرجعي (ET_0) باستخدام معادلة الفاو–بينمان مونتيث المُعدلة كما يلي (2):

$$ET0 = \frac{0.408.\Delta.(Rn + G) + \gamma . \frac{900}{T + 273} . u_2 (es - ea)}{\Delta + \gamma . (1 + 0.34. u_2)} \rightarrow (2)$$

تم حساب كفاءة استخدام الماء الإجمالية (WUE) وكذلك كفاءة استخدام الماء للتسويق(WUE_m) بناءً على الإنتاج الإجمالي والإنتاج القابل للتسويق، كما أشار (Lovelli, S. Favati, F. Galgano, F. Miccolis, V. Di Tommaso, T. Candido, V, 2009)

كفاءة استخدام الماء الإجمالية (WUE) تُحسب كفاءة استخدام الماء الإجمالية (استناداً إلى إجمالي الإنتاج الناضج) وفق المعادلة التالية(3):

$$WUE = \frac{y}{ETc} \rightarrow (3)$$

حيث: –

y :الإنتاج الإجمالي للمحصول الناضج (kg/ha).

ETc : كمية المياه المضافة(m^3/ha)

تُحسب كفاءة استخدام الماء القابلة للتسويق (WUE_m) وفق المعادلة التالية (4):

$$WUEm = \frac{y\,m}{ETc} \rightarrow (4)$$

y_m : الإنتاج القابل للتسويق(kg/ha)

ETc: كمية المياه المضافة (m^3/ha)

تقدير استهلاك الطاقة لتشغيل المضخة:

وتم تقدير استهلاك الطاقة لتشغيل المضخة الري بواسطة المعادلة التي اقترحها (Al–Ghonimy,2003) وهي كالتالي:

$$Ecp = \frac{MP \times SAW \times K}{GP} \rightarrow (5)$$

حيث ان:

Ecp : استهلاك الطاقة لتشغيل المضخة (MJ/ha).

MP: قدرة المحرك (Kw)

SAW: كمية المياه الكلية المستخدمة موسميا للمحصول (m^3/ha).

GP: معدل سريان الماء في الخط الرئيسي (m^3/day).

K: ثابت التحويل.

القياسات الفيزيائية الحقلية:

بعد جني ثمار الطماطم خلال مرحلة الحصاد، تم تقسيم الثمار إلى أربع مجموعات بهدف تحديد المحاور ا الأساسية لكل ثمرة، وهي: الطول- العرض -لارتفاع

تم قياس الارتفاع الطولي (LC)، والذي يمثل المسافة بين النقطة العلوية للثمرة والنقطة السفلية (القاعدة). كما تم تحديد:

-الحد الأقصى لفقد العرض (Lmax)

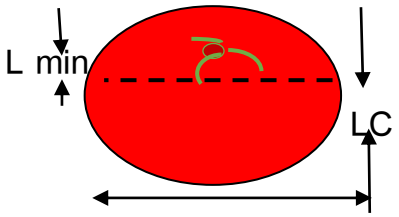
-الحد الأدنى لفقد العرض(Lmin)

قد تم إجراء هذه القياسات باستخدام جهاز الميكرومتر الرقمي بدقة قدرها 0.01 ملم.

لحساب الحجم، تم استخدام معادلة أرخميدس للإزاحة، وذلك باستخدام إناء زجاجي مختبري مملوء بالماء، حيث تم تقدير الحجم وفقًا للمعادلة التالية:

$$Vc = \frac{D.W.g}{Wsmg} \ (\text{cm}^3 \text{بوحدة})$$

Vc: الحجم المحسوب للثمرة.
D: كثافة الماء.
W: وزن الثمرة.
g: تسارع الجاذبية الأرضية.
Wsmg: وزن الماء المزاح



L max

تقدير الكثافة الصلبة والكثافة الحقيقية لثمار الطماطم: –

تم إجراء قياسات لتحديد العلاقة بين الكتلة والحجم الحقيقي للثمار، وذلك من خلال حساب:

–الكثافة الصلبة (Solid Density)

– الكثافة الحقيقية(True Density)

وذلك باستخدام المعادلة التالية:

$$PS = \frac{Mg}{Ve}$$

PS الكثافة الصلبة (g /Cm^3)

Mg: الكتلة الكلية للثمرة (بالغرام)

Ve: الحجم الحقيقي للثمرة (Cm^3) والمقاس باستخدام طريقة الازاحة المائية

تم استخدام ميزان رقمي لتحديد الكتلة بدقة، وإناء زجاجي مختبري لتقدير الحجم الحقيقي عبر الإزاحة، وفقًا لمبدأ أرخميدس كما تم حساب الكثافة الصلبة أيضًا من خلال مقارنة:

–وزن العبوة الفارغة

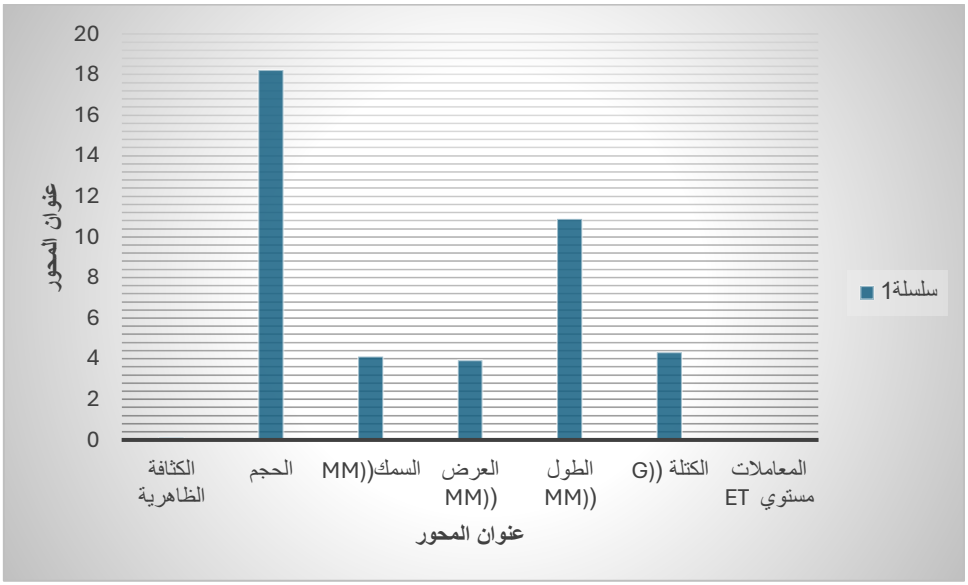
–وزن العبوة بعد إضافة ثمار الطماطم

وذلك لتحديد الكتلة الصافية للثمار بدقة، ومن ثم ربطها بالحجم الحقيقي للحصول على الكثافة الفعلية

الجدول (4): يوضح الخصائص الفيزيائية لثمار الطماطم تحت مستويات الري المختلفة

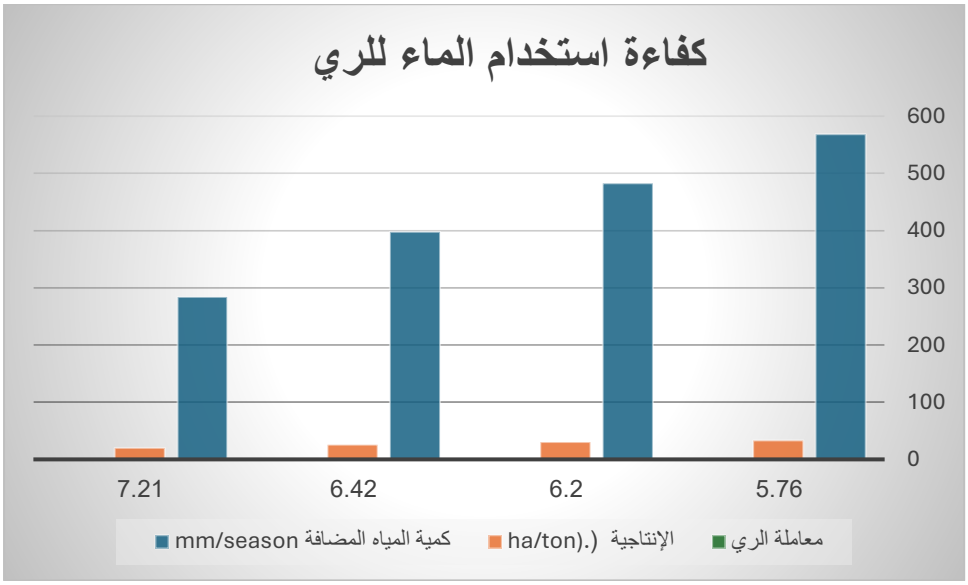
المعاملات مستوي ET	الكتلة (g)	الطول (mm)	العرض (mm)	السمك(mm)	الحجم Cm^3	الكثافة الظاهرية g/cm^3
$ET_{100\%}$	$121.6^{d}\pm5.7$	$33.7^{a}\pm2.6$	$51.6^{b}\pm2.8$	$50.8^{c}\pm3.1$	123^{c}	0.993

$ET_{80\%}$	$105.5^{c}\pm4.9$	$30.6^{a}\pm2.5$	$48.1^{ab}\pm1.9$	$48.8^{bc}\pm3.3$	122^{c}	1.019
$ET_{60\%}$	$95.9^{b}\pm5.1$	$49.3^{b}\pm2.3$	$48.3^{ab}\pm2.1$	$47.7^{ab}\pm3.2$	101^{b}	0.985
$ET_{40\%}$	$90.7^{a}\pm5.3$	$45.5^{b}\pm2.6$	$42.8^{a}\pm2.3$	$44.6^{a}\pm9.2$	88^{a}	1.012
$LSD_{0.05}$	4.32	10.88	=3.92	4.10	18.21	0.113



الجدول (5): كفاءة استخدام الماء للري.

معاملة الري	الإنتاجية (ton/ha).	كمية المياه المضافة mm/season	كفاءة استخدام الماء Kg/m^3
$ET_{100\%}$	32.73	568	5.76
$ET_{80\%}$	29.95	483	6.20
$ET_{60\%}$	25.55	398	6.42
$ET_{40\%}$	20.43	284	7.21



مقدار استهلاك الطاقة: تم تقدير استهلاك الطاقة E_{CP} بوحدة (MJ/ha) كما هو مبين في جدول: -

جدول (6) تقدير الطاقة المستهلكة لمستويات الري .

معاملة الري	استهلاك الطاقة E_{CP}
$ET_{100\%}$	$12.29x10^3$
$ET_{80\%}$	$10.57x10^3$
$ET_{60\%}$	$9.70x10^3$
$ET_{40\%}$	$8.54x10^3$

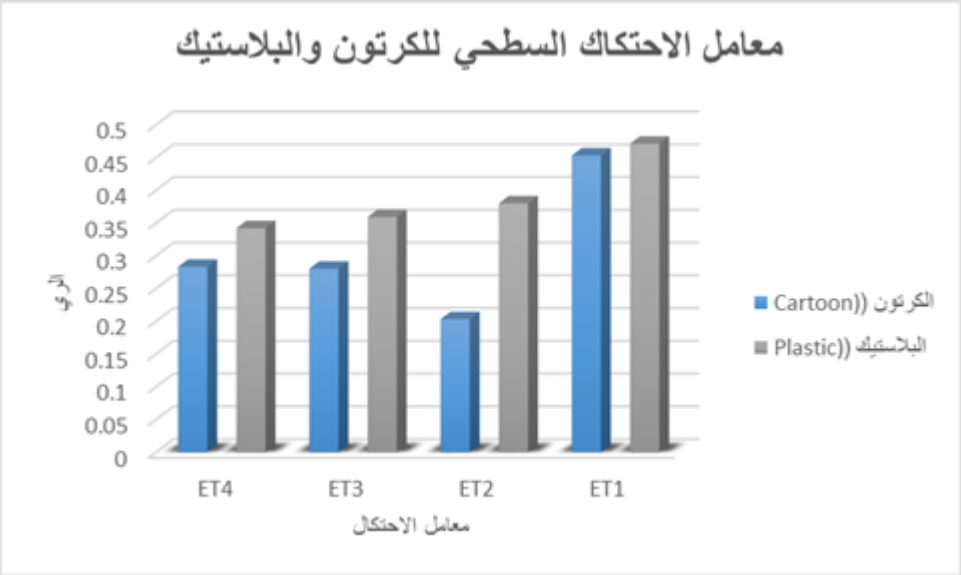
الخصائص الميكانيكية لثمار الطماطم

تم استخدام سطح الكرتون (Cartoon Surface) وسطح البلاستيك (Plastic Surface) لتقدير معامل الاحتكاك الساكن للطماطم (µs).

جدول (5) يوضح تأثير مستويات الري على معامل الاحتكاك السطحي للكرتون والبلاستيك لثمار الطماطم.

الري / معامل الاحتكاك(μ_s).	ET_1	ET_2	ET_3	ET_4	المتوسط

الكرتون (Cartoon)	0.453	0.203	0.280	0.283	0.305
البلاستيك (Plastic)	0.471	0.380	0.359	0.342	0.388



تأثير نوع السطح

يُقارن متوسط معامل الاحتكاك الساكن (μs) لكل سطح

–متوسط (μs) للكرتون 0.305

متوسط (μs) للبلاستيك 0.388

النتيجة :معامل الاحتكاك الساكن على سطح البلاستيك (μs= 0.388) أعلى منه على سطح الكرتون.(μs = 0.305)

تشير هذه النتيجة إلى أن مقاومة ثمار الطماطم للانزلاق أكبر على البلاستيك منها على الكرتون .

البلاستيك (الأملس): تكون الزيادة في الاحتكاك غالبًا بسبب قوى التلاصق (Adhesion) بين سطح الطماطم الناعم وسطح البلاستيك، خاصةً في وجود رطوبة (تؤثر بالري) والتي تعمل كطبقة تزيد من التلاصق .

الكرتون (الخشن والمسامي): يعتمد الاحتكاك بشكل أساسي على التداخل الميكانيكي. نظرًا لأن الكرتون مادة مسامية، فقد يمتص جزءًا من رطوبة الثمرة أو السطح، مما يقلل من قوى التلاصق الكلية، وينتج عنه معامل احتكاك أقل مقارنة بالبلاستيك.

تأثير مستوى الري (الرطوبة) يُلاحظ وجود تباين في معامل الاحتكاك الساكن بناءً على مستويات الري (ET) :

على سطح الكرتون :أعلى قيمةET1 (0.453) أقل قيمةET2 (0.203)

على سطح البلاستيك : :أعلى قيمةET1 (0.471) أقل قيمةET4 (0.342)

نتائج البحث: –

أظهرت نتائج الدراسة أن لتصاريف الري المختلفة والسماد الحيوي تأثيرًات مباشرًا على إنتاجية محصول الطماطم وكفاءة استخدام الموارد المائية والطاقة، بالإضافة إلى الخصائص الفيزيائية والميكانيكية للثمار. ويمكن تلخيص أبرز النتائج كما يلي:

–الإنتاجية سجلت أعلى إنتاجية عند مستوى الري الكامل (ET_1 بنسبة 100%ري) بواقع 32.73 بالطن/هكتار.

–كفاءة استخدام الماء (WUE) ارتفعت تدريجيًا مع تقليل كمية الري، حيث بلغت 7.211 بالطن/هكتار عند مستوى الري الأدنى (ET_4 بنسبة 50%ري).

–استهلاك الطاقة انخفض استهلاك الطاقة لتشغيل المضخات مع تقليل كمية المياه، حيث سجلت أقل قيمة عنET_4 8541 (ميجا جول/هكتار)، مما يعزز من كفاءة التشغيل في الظروف المحدودة الموارد.

–الخصائص التمرية(الفيزيائية) تفاوتت الكتلة والحجم والكثافة الظاهرية للثمار بين المعاملات، حيث سجلت أعلى كتلة عند الري الكامل، بينما انخفضت تدريجيًا مع تقليل الري. الكثافة تراوحت بين 0.985 – 1.019، جرام /سم مما يعكس تأثير الري على تركيبة الثمار الداخلية.

–الخصائص الميكانيكية ومعامل الاحتكاك تراوح معامل الاحتكاك الساكن للكرتون بين 0.203 – 0.453، بينما للبلاستيك بين 0.342 –0.471 أظهرت الأسطح البلاستيكية أداءً أفضل في تقليل تلف الميكانيكي الثمار، خاصة في ظروف الرطوبة العالية، مقارنة بالكرتون الذي زاد فيه الاحتكاك وقوي التلاصق تحت نفس الظروف.

–التحليل العام تقنين الري أدى إلى تحسين كفاءة استخدام الماء والطاقة، لكنه أثر سلبا على الإنتاجية الكلية.

اختيار مادة التعبئة المناسبة يؤثر على جودة المناولة والتخزين، ويجب أن يتم وفقًا لظروف الرطوبة وطبيعة النقل.

توصيات البحث

بناءً على النتائج المستخلصة، نوصي بما يلي:

1. تقنين الري: اعتماد مستوى ري بنسبة 70% كخيار متوازن بين الإنتاجية وكفاءة استخدام الماء.
2. استخدام البلاستيك في التعبئة: لما له من أثر إيجابي في تقليل تلف الثمار وتحسين المناولة.
3. مراعاة الرطوبة في التعبئة بالكرتون: خاصة في البيئات الرطبة، لتفادي زيادة معامل الاحتكاك.

4. إجراء دراسات مستقبلية: حول تأثير درجات الحرارة على خصائص الثمار ومعامل الاحتكاك.

5. توسيع التجربة: لتشمل أصناف طماطم أخرى وظروف مناخية مختلفة، بهدف تعميم النتائج.

المراجع: -

1)Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (1998). Crop evapotranspiration – guidelines for computing crop water requirements (FAO Irrigation and drainage paper No. 56). Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).

2)Al-ghonimy, A. (2003). Energy consumption estimation for irrigation systems. Journal of Agricultural Engineering.

3)Jakscn, M. (2017). Experimental designs and statistical analysis in agricultural research. Academic Press.

4)Lovelli, S., Favati, F., Galgano, F., Miccolis, V., Di Tommaso, T., & Candido, V. (2009). Effects of water stress on yield and water use efficiency of processing tomato. Scientia Horticulturae.

5)USDA (United States Department of Agriculture). (1991). United States standards for grades of fresh tomatoes.