African Journal of Advanced Pure and Applied Sciences (AJAPAS)
Online ISSN: 2957-644X
Volume 4, Issue 4, 2025
Page No: 147-157
Website: *https://aaasjournals.com/index.php/ajapas/index*
ISI 2025: 1.126 **SJIFactor 2024: 6.752** **معامل التأثير العربي: 1.62**

Management of irrigation levels and injected fertilization and its effect on the growth and productivity of tomato crops inside greenhouses

Rehab Mohammed Arbi Altawati [1*], Aedh Abduliah Abdulwahhab Dhu [2], Abdulkarim Imhemed Abushaala [3]
[1,2,3] Department of Plant Production Technology, High Institute of Agricultural Technology Algharan, Tripoli, Libya

إدارة مستويات الري والتسميد المحقون وأثرها على مؤشرات نمو وانتاجية محصول الطماطم داخل البيوت المحمية

أ. رحاب محمد عربي التواتي [1*]، أ.عايدة عبد الله عبد الوهاب ضو [2]، أ . عبد الكريم امحمد أبوشعالة [3]
[1،2،3] قسم تقنية الإنتاج النباتي، المعهد العالي للتقنيات الزراعية بالغيران، طرابلس، ليبيا

[*]Corresponding author: rehabmohammedarbyaltawati@gmail.com

Received: August 08, 2025	Accepted: October 09, 2025	Published: October 15, 2025

Abstract:
A field experiment was conducted during the winter growing season on October 21, 2024, inside a protected greenhouse (plastic tunnel) to investigate the effects of irrigation levels (100%, 75%, and 50% of the calculated crop evapotranspiration, ETc) and fertigation treatments (three NPK combinations) on the vegetative growth and yield of tomato plants (Solanum lycopersicum L.).
The experiment was laid out in a factorial arrangement using a Randomized Complete Block Design (RCBD) with three replications. Measurements included stem diameter, leaf count, number of floral clusters, fruit count per plant, and yield per hectare.
The results revealed that full irrigation (100% ETc) combined with balanced fertigation (F1) resulted in the highest values for stem diameter, leaf number, floral cluster count, fruit number per plant, and maximum yield (85.76 tons/ha). In contrast, reducing irrigation to 50% ETc along with low-level fertigation led to a statistically
These findings underscore that applying balanced NPK fertigation in conjunction with optimal irrigation (100% ETc) represents the most effective strategy for achieving vigorous growth and high productivity of tomatoes under greenhouse conditions.

Keywords: Tomato, Greenhouse, Winter season, Drip irrigation, Crop water requirement (ETc), Fertigation, Vegetative growth, Yield.

الملخص
أُجريت تجربة حقلية خلال العروة الشتوية بتاريخ 21 أكتوبر2024 م داخل بيت محمي (صوبة بلاستيكية) لدراسة تأثير مستويات الري (50%،75%،100%) من الاحتياجات المائية المحسوبة (ETc) والتسميد الكيميائي المحقون (ثلاث معاملات من NPK) على النمو الخضري والإنتاجية في نبات الطماطم (Solanum lycopersicum L.). نُفذت التجربة باستخدام تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD) العاملية بثلاثة مكررات. شملت القياسات قطر الساق، عدد الأوراق، عدد العناقيد الزهرية، عدد الثمار للنبات، وإنتاجية الهكتار.
أظهرت النتائج أن الري الكامل (100% ETc) مع التسميد المتوازن (F1) أدى إلى تسجيل أعلى القيم لقطر الساق، وعدد الأوراق، وعدد العناقيد الزهرية، وعدد الثمار للنبات، إضافة إلى تحقيق أعلى إنتاجية (85.76 طن/هـ). في المقابل، أدى خفض الري إلى 50% من ETc مع التسميد المنخفض إلى انخفاض معنوي في جميع الصفات المدروسة. تؤكد هذه النتائج أن تطبيق التسميد الكيميائي المحقون المتوازن مع الري عند المستوى الأمثل (100% ETc) يعدّ أفضل استراتيجية لتحقيق نمو وإنتاجية عالية للطماطم داخل البيوت المحمية.

الكلمات المفتاحية: الطماطم، البيوت المحمية، العروة الشتوية، الري بالتنقيط، الاحتياجات المائية (ETc)، التسميد المحقون، النمو الخضري، الإنتاجية.

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

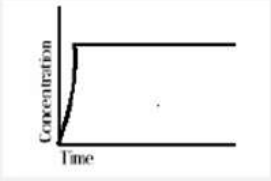
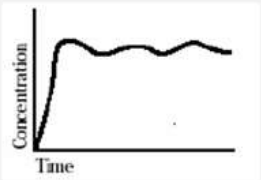
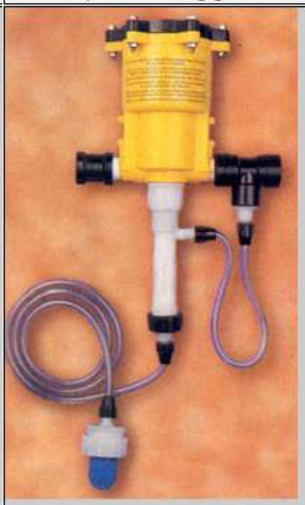
المـقدمة

تُعدّ الطماطم (Solanum lycopersicum L.) من أهم المحاصيل البستانية على مستوى العالم نظرًا لأهميتها الغذائية والاقتصادية .(FAO, 2021) وفي البيئات الجافة وشبه الجافة مثل منطقة شمال أفريقيا، يواجه المزارعون تحديات كبيرة مرتبطة بندرة المياه وارتفاع تكاليف الإنتاج، مما يجعل من الضروري تحسين كفاءة استخدام المياه والأسمدة (Kang et al., 2017).

إن الري بالتنقيط يمثل أحد أكثر أنظمة الري كفاءة، إذ يتيح توصيل المياه والعناصر الغذائية مباشرة إلى منطقة الجذور مع تقليل الفاقد بالتبخر والرشح .(Ayars et al., 2015) ومن ناحية أخرى، فإن التسميد المحقون (Fertigation) باستخدام محاليل NPK الذائبة يعد تقنية متقدمة لتحقيق تغذية متوازنة للنبات، حيث يسهم في تحسين النمو الخضري والزهري والإنتاجية.(Elia & Conversa, 2012)

وقد بينت العديد من الدراسات أن مستوى الري يؤثر بشكل مباشر على نمو وإنتاجية الطماطم، حيث أظهر Singh et al. (2020)أن الري عند 100% من ETc أدى إلى زيادة معنوية في قطر الساق وعدد الأوراق مقارنة بالري الناقص، بينما أوضح Al-Ghobari & Dewidar (2018) أن خفض الري أدى إلى تراجع ملحوظ في الإنتاجية. كما أشار Shahein et al. (2022)إلى أن التسميد المتوازن مع الري بالتنقيط يعزز من عدد العناقيد الزهرية والثمار ويحسن الكفاءة الإنتاجية تحت ظروف البيوت المحمية.

ومن الشكل الاتي يمكن توضيح أنواع أجهزة حقن السماد ومميزاتها بطريقة سهلة وتوضح أيضا تجانس سريان السماد داخل شبكة الري بالتنقيط:

نوع الجهاز	نظام مضخة الحقن	جهاز الفنتوري	نظام فرق الضغط
شكل السماد	محلول	محلول	صلب أو سائل
معدل التصريف	عالي	منخفض	عالي
الفاقد في الضغط	لا يوجد فاقد	الفاقد عالي جدا"	الفاقد منخفض
التحكم في تركيز السماد	ثابت 	شبه ثابت 	يصعب التحكم فيه
	سهل التشغيل أوتوماتيكيا"	يمكن التشغيل أوتوماتيكيا"	لا يمكن التشغيل أوتوماتيكيا"
السعر	عالي السعر	متوسط السعر	منخفض السعر
الصيانة والمعايرة	معقد	بسيط	بسيط
الاستخدام	في البيوت الزجاجية و الزراعات المائية	في الحقل المفتوح و البساتين	في الحقل المفتوح و البساتين
الشكل التوضيحي			

شكل (1) مقارنة بين أجهزة حقن السماد خلال مياه الري (Imas, 2007).

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

هدف الدراسة:

هدفت هذه الدراسة إلى تقييم التفاعل بين مستويات الري (50%، 75%، 100% من ETc) ومعاملات التسميد الكيميائي المحقون في تحسين بعض الصفات الخضرية والإنتاجية لنبات الطماطم خلال العروة الشتوية داخل بيت محمي، وذلك بهدف تحديد أنسب المعاملات لتحقيق إنتاجية عالية وكفاءة استخدام للمياه والأسمدة.

المواد و طرق البحث Materials and Methods:

تم اجراء التجربة لمحصول الطماطم (*Lycopersicum esculentum*) داخل بيت محمي بلاستيكي في منطقة الحشان الجفارة ذات خط عرض 32.73 وخط طول 12.91، ذات ابعاد (40×12×3.50) وكانت تربة الصوبة من واقع اخذ العينات من (0-60 سم) ذات خواص طبيعية وكيميائية لموقع التجربة كما موضح في الجدول الاتي:

جدول (1) يوضح بعض الخواص الطبيعية للتربة.

العمق	القوام	الرمل%	السلت%	الطين%	الكثافة الظاهرية جم/سم^3	ملوحة التربة Ec mmhosl cm/	درجة حموضة التربة PH	سعة حقلية %	نقطة الذبول %
30-0	رملي	87.6	7.3	5.1	1.48	0.81	7.86	18.0	10
60-30	رملي	85.2	9.5	5.3	1.45	0.63	7.7	17.4	9.2

جدول (2) يوضح بعض الخواص الكيمائية للتربة.

العمق	محتوى النيتروجين في التربة جم/ كجم تربة	الفوسفور المتيسر جم/كجم تربة	البوتاسيوم المتيسر جم/ كجم تربة	النيتروجين المتيسر مجم/كجم تربة	محتوى المادة العضوية جم/كجم تربة
60-0	0.73	11.1	93.0	56.0	10.2

جدول (3) يوضح التحليل الكيميائي لمياه الري.

التحليل الكيميائي للمياه	So4-2 meq/l	HCO3- meq/l	Cl- Meq/l	K+ meq/l	Na+ meq/l	Mg+2 meq/l	Ca+2 meq/l	pH	EC ds/m
	2.26	4.95	7.17	0.14	5.3	4.50	4.48	7.14	1.55

تصميم التجربة :

تم استخدام تصميم RCBD عاملية عند مستوى معنوية (0.05%) و كانت المعاملات كالاتي:

أولا :الري : استخدام 3 مستويات من الري على النحو التالي :

1- Etc = 100%

2- ETc = 75%

3- ETc . 50%

ثانيا : معاملة التسميد : و هو سماد ذائب مصدر هولندي مورد عن طريق شركة الصفاء:

-F1: 240كجم/ للهكتار N، 120 كجم/ للهكتار P_2O_5، 150كجم/ للهكتار K_2O .

-F2 : 180كجم/ للهكتار N، 90 كجم/ للهكتار P_2O_5، 112.5 كجم/ للهكتار K_2O .

-F3 : 120كجم/ للهكتار N، 60 كجم/ للهكتار P_2O_5، 75 كجم/ للهكتار ،، K_2O .

تم تقسيم التربة الى ثلاث قطاعات حيث طول كل قطعة (10 متر) والمسافة بين القطاعات (2 متر) وعرض القطعة (1.20 متر) و كانت شبكة الري تحتوي على مصفاة شبكية و سمادة فارق الضغط بحجم (150 لتر) و تصريف المنقطات (2 لتر/ الساعة) و قطر المنقط الجانبي (16 مليلتر) و ضغط تشغيل المنقطات (3 متر).

إدارة المحصول والحصاد والقياسات:

تم زراعة شتول الطماطم (21 / 10 / 2024 م) وكانت المسافة بين المنقطات (0.5 متر) وبين خطوط الري (0.7 متر) ووضع 80 شتلة في كل وحدة تجريبية.

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

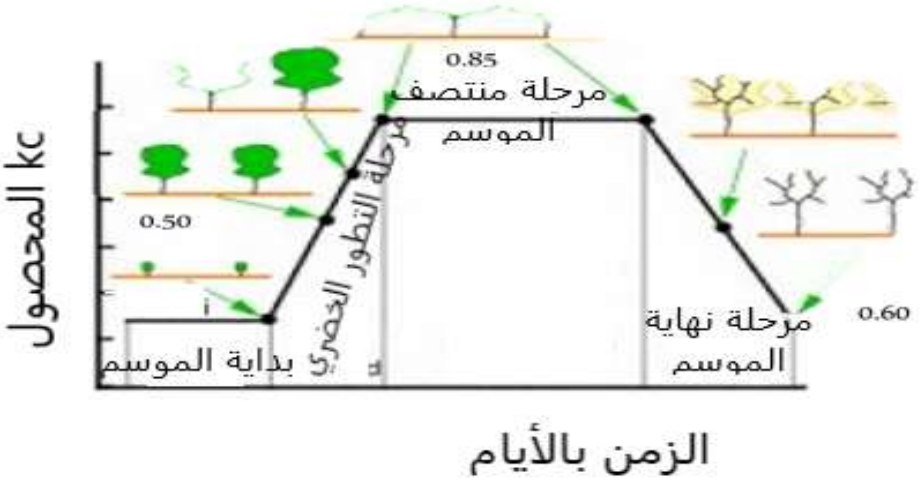
وتم استخدام الأسمدة:
1/ سماد يوريا (N %46) .
2/ سماد فوسفات ثنائي الامونيوم (PO5 %44) .
3/ سماد كلوريد البوتاسيوم 60% (K2O) .
تم إضافة هذه الأسمدة على دفعات كالاتي:
1/ مرحلة تحسن نمو الشتلات.
2/ مرحلة نمو الثمار الأولى.
3/ مرحلة نمو الثمار الثانية.
4/ مرحلة النمو الثالثة.

وتم تقدير قطر الساق لفترة زمنية محددة و ذلك فترة ذروة النمو الخضري بواسطة جهاز ميكروميتر رقمي ثم تم تقدير عدد الأوراق التي طولها أكثر من 20 سم في نفس الفترة و يعزى ذلك الى ان صنف الطماطم لا محدود النمو، و تم حساب عدد العناقيد الزهرية على كل نبات فترة التزهير. تم جني الثمار الناضجة و تعدادها لكل نبات لكل معاملة وكذلك تم تقدير الإنتاجية التسويقية للمحصول و ذلك بالحصاد مرتين في الأسبوع لمدة 8 أسابيع وتم تقدير الإنتاج القابل للتسويق.

إدارة الـري:
تم استخدام الري بالتنقيط السطحي وتم تقدير الرشح القياسي (ET0) ومعامل المحصول في كل مرحلة (Kc) عن طريق معادلة (FAO 56).
تم استخدام معادلة (FAO/P- M) المعدلة من معادلة (FAO 56) المستخدمة داخل البيوت المحمية :

$$ET0 = \frac{0.408\,\Delta\,(Rn - G) + \gamma\,(628/T + 237)\,(e_s - e_a)}{\Delta + 628\,\gamma} \quad \text{.....(1)}$$

حيث ان Rn : يمثل صافي الاشعاع الصافي ($MJ/m^2/day$).
G: يمثل التدفق الحراري للتربة ($MJ/m^2/day$).
Δ: ميل منحنى الضغط البخاري (kPa/C°).
γ: الثابت الاسترطابي (kPa/C°).
e_s: الضغط البخاري المشبع (kPa).
e_a : الضغط البخاري الفعلي (kPa).
VPD :هو (es-ea) يمثل عمر ضغط البخار (kPa).
ملاحظة: تم تقدير القيمة الحسابية بواسطة جداول من منظمة الفاو (66، 56، 24) FAO.
وكانت قيمة معامل محصول الطماطم كما هو مبين بالشكل الاتي:



شكل (2) منحنى علاقة معامل المحصول مع الزمن بالأيام لمحصول الطماطم (FAO 24)

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

وقدرت كميات مياه الري كالاتي:

جدول (4) يوضح كمية مياه الامطار المقدرة و المحسوبة.

كمية مياه الري المقدرة (المحسوبة) I	كمية مياه الري الفعلية
286	298
214	229
142	154

وكمية المياه الفعلية ناتجة بسبب إضافة الأسمدة و رش المبيدات اثناء التجربة.

تم تقدير كفاءة استخدام الماء : الذي يُعبر عن كفاءة استخدام المياه رياضيًّا بشكل عام في معادلة على النحو الآتي:

كفاءة استخدام المياه = الإنتاجية / التبخر أو نتح.

$$\mathbf{WUE = Y / ETc} \quad \text{.....(2)}$$

حيثُ إنّ:

WUE : هي كفاءة استخدام المياه :(Water-use efficiency)

Y: هي إجمالي الإنتاجية (Dry weight production)

Etc. : هي كمية النتح بخر المحصول (Evapotranspiration)

وكذلك تم تقدير معامل الاستجابة باستخدام معادلة الفاو (FAO 33) وهي كالاتي:

$$\left(1 - \frac{\mathbf{ETa}}{\mathbf{ETp}}\right) = \mathbf{Ky}\left(1 - \frac{\mathbf{ya}}{\mathbf{ym}}\right) \quad \text{.....(3)}$$

حيث ان:

- ETa : الاستهلاك المائي الفعلي.(Actual Evapotranspiration)
- ETp : الاستهلاك المائي الكامن أو المرجعي/المطلوب.(Potential Evapotranspiration)
- Ya : الإنتاجية الفعلية.(Actual Yield)
- Ym: الإنتاجية القصوى أو المثالية.(Maximum Yield)
- Ky :معامل الحساسية لنقص الماء.(Yield Response Factor)

و تم حساب كمية مياه الري من خلال معادلة ال (FAO36) كالاتي.

$$\mathbf{IRg = Ea(ETc - Pe) + LR} \quad \text{.....(4)}$$

- حيث ان:
- IRg: إجمالي عمق مياه الري المطلوب ($mm\ m^3/ha$).
- Ea : كفاءة تطبيق مياه الري (Application Efficiency) كنسبة مئوية (مثلاً 0.9 للري بالتنقيط).
- ETc: الاستهلاك المائي للمحصول.(Crop Evapotranspiration)
- Pe : المطر الفعّال.mm (Effective Rainfall)
- LR : احتياجات غسيل الأملاح (Leaching Requirement) إن وجدت.

النتائج و المناقشة

أولاً: تأثير تداخل معاملات الري و التسميد المحقون على متوسط قطر الساق اثناء ذروة النمو الخضري:

تشير النتائج إلى أن زيادة كفاءة الري إلى 100% من الاحتياجات المائية (ETc) مع التسميد F1 أدت إلى الحصول على أعلى قيمة لقطر ساق نبات الطماطم (1.51 سم)، وهو ما يعكس دور الري الكافي في تعزيز النمو الخضري وزيادة التوزيع المائي والعناصر الغذائية في منطقة الجذور، مما يؤدي إلى زيادة النشاط الانقسامي للخلايا وبالتالي زيادة سمك الساق.في المقابل، أدى تقليل مستوى الري إلى 50% من ETc إلى انخفاض معنوي في قطر الساق، حيث تراوحت المتوسطات بين (1.25–1.28 سم)، وهو ما يمكن تفسيره بزيادة الإجهاد المائي الذي يحد من الامتصاص الكافي للعناصر الغذائية ويؤثر سلبًا على البناء الضوئي(Hsiao, 1973 ؛ Flexas et al., 2006).

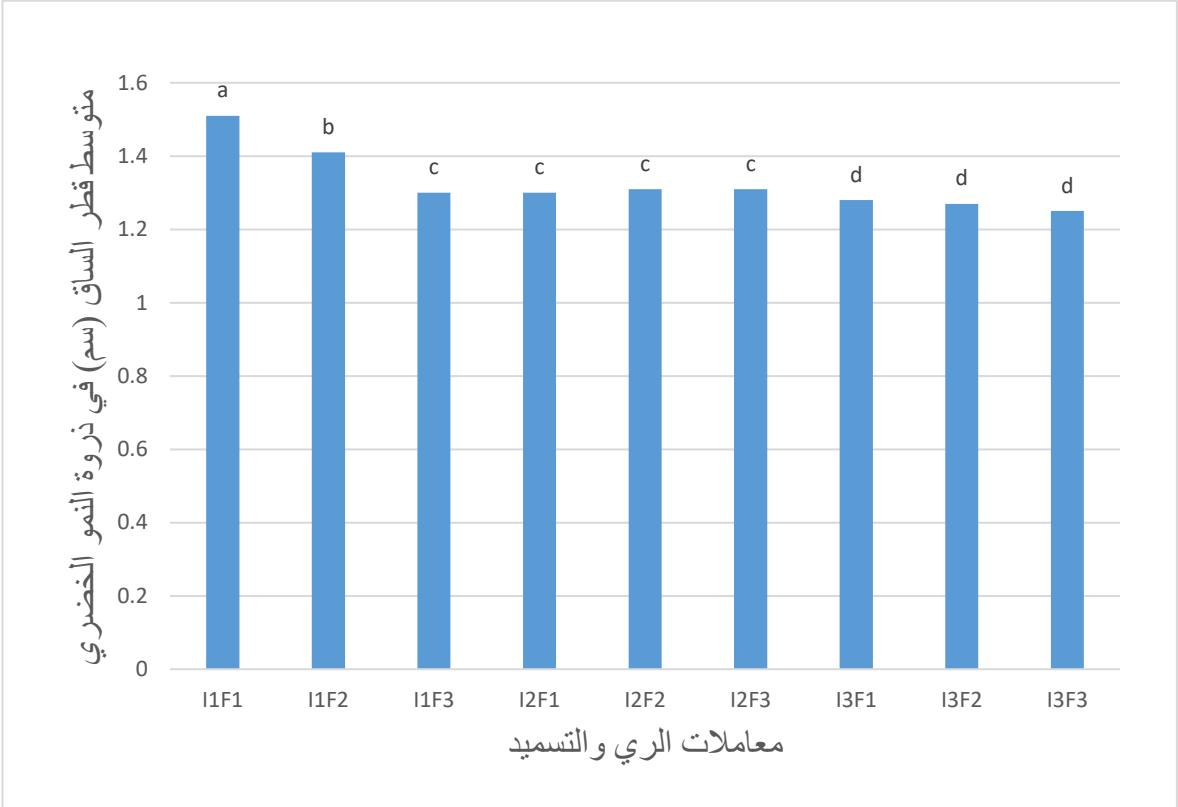
كما أن التسميد F1 أعطى نتائج أفضل مقارنة بالتسميد F2 و F3 تحت ظروف الري الكامل، مما يشير إلى أن التوازن في معدلات NPK كان أكثر ملاءمة لنمو الساق مقارنة بالجرعات الأخرى. وقد أكدت دراسات سابقة أن الاستخدام الأمثل للري بالتنقيط مع التسميد المتوازن يساهم في تحسين الصفات الخضرية مثل قطر الساق(Kang et al., 2001 ؛ El-Noemani et al., 2010).

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

جدول (5) تأثير التداخل بين معاملات الري و التسميد على متوسط قطر ساق نبات الطماطم.

المعاملة	I1F1	I1F2	I1F3	I2F1	I2F2	I2F3	I3F1	I3F2	
متوسط قطر الساق / سم	A 1.51	b 1.41	c 1.30	C 1.30	C 1.31	C 1.31	d 1.28	D 1.27	D 1.25

Lsd=0.05



شكل (3) تأثير تداخل عمليات الري و التسميد على متوسط قطر ساق نبات الطماطم.

ثانيا: تأثير تداخل معاملات الري و التسميد المحقون على عدد الأوراق في نبات الطماطم الكامل :

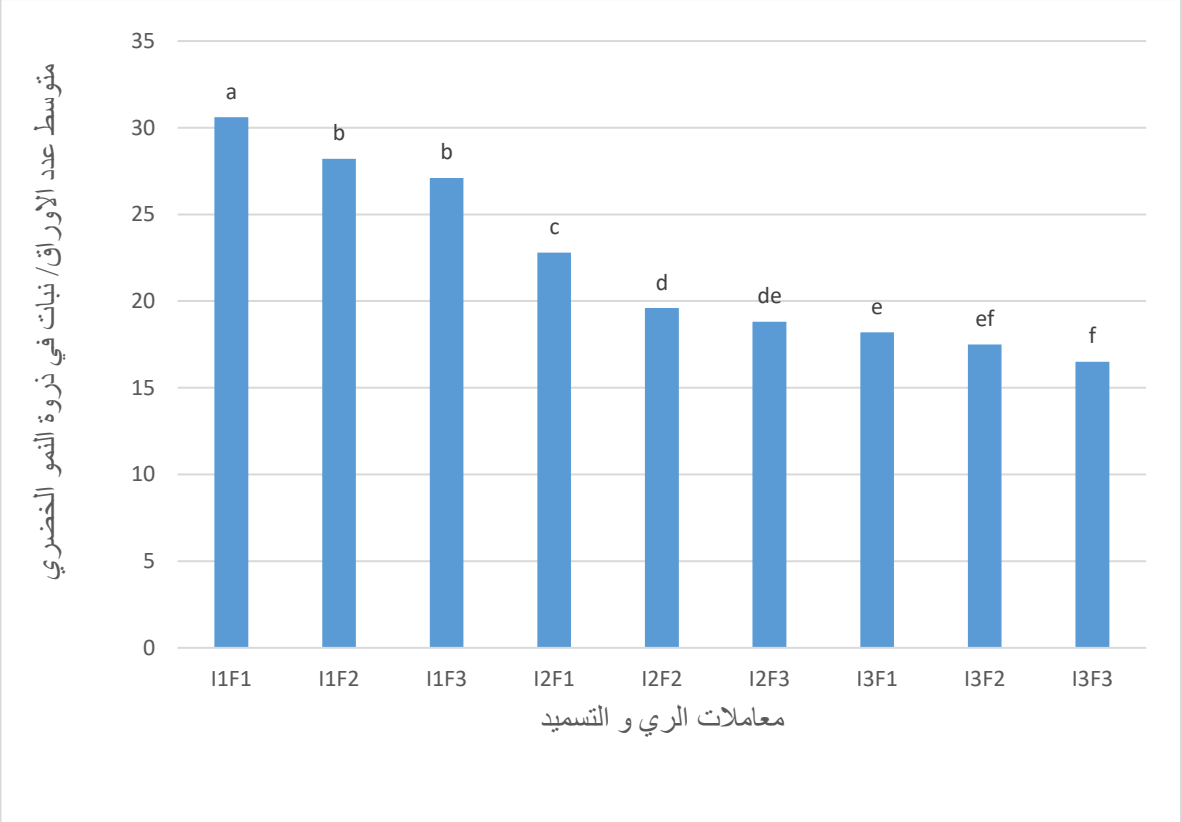
من النتائج السابقة نلاحظ زيادة معدل الري الى 100% مع التسميد الجيد (F1) أدى الى متوسط عدد الأوراق لنبات الطماطم، انما نلاحظ عند خفض الري الى النصف بمعدل 50% أدى الى انخفاض ملحوظ في عدد الأوراق، خاصة مع التسميد المخفض (F3). ونرى هذا يتفق مع ما ذكره Farooq et al (2009) حيث ذكر بان نقص المياه يسبب اجهاداً مائياً يقلل من معدل البناء الضوئي، ويؤثر سلبا على تكوين النموات الخضرية. كذلك أوضح Hsiao (1973) ان الاجهاد المائي يؤدي الى انخفاض ضغط الاسموزي للخلايا، مما يقلل من قدرة الخلايا على الانقسام والاستطالة، وبالتالي يحد من نمو الأوراق. وتشير نتائج البحث الى ان التسميد الجيد يمكن ان يخفف من أثر نقص المياه عبر تحسين كفاءة استخدام الماء وزيادة قدرة النبات على امتصاص العناصر الغذائية، وهو ما يتفق مع نتائج Zhang & Davies (1990) الذين بينو ان التغذية الجيدة تحافظ على نشاط الانسجة المولدة وتقلل من تأثيرات الاجهاد المائي. في ظل ظروف الجفاف والتصحر، يمكن استخدام التسميد المناسب وإدارة الري الذكية بالتوازي بينهما ان يحافظ على إنتاجية مقبولة مع التقليل من المياه المستخدمة، مما يساهم في استدامة الإنتاج الزراعي في البيئات الجافة.

جدول (6) تأثير تداخل معاملات الري و التسميد على متوسط عدد الأوراق في النبات الواحد.

المعاملة	**I1F1**	**I1F2**	**I1F3**	**I2F1**	**I2F2**	**I2F3**	**I3F1**	**I3F2**	**I3F3**
متوسط عدد الأوراق	A 30.6	b 28.2	b 27.1	C 22.8	D 19.6	De 18.8	e 18.2	Ef 17.5	F 16.5

lsd =2.32

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



شكل (4) تأثير تداخل معاملات الري و التسميد على متوسط عدد الأوراق في النبات الواحد.

ثالثا: تأثير تداخل معاملات الري والتسميد المحقون على عدد الثمار/ العنقود الواحد:

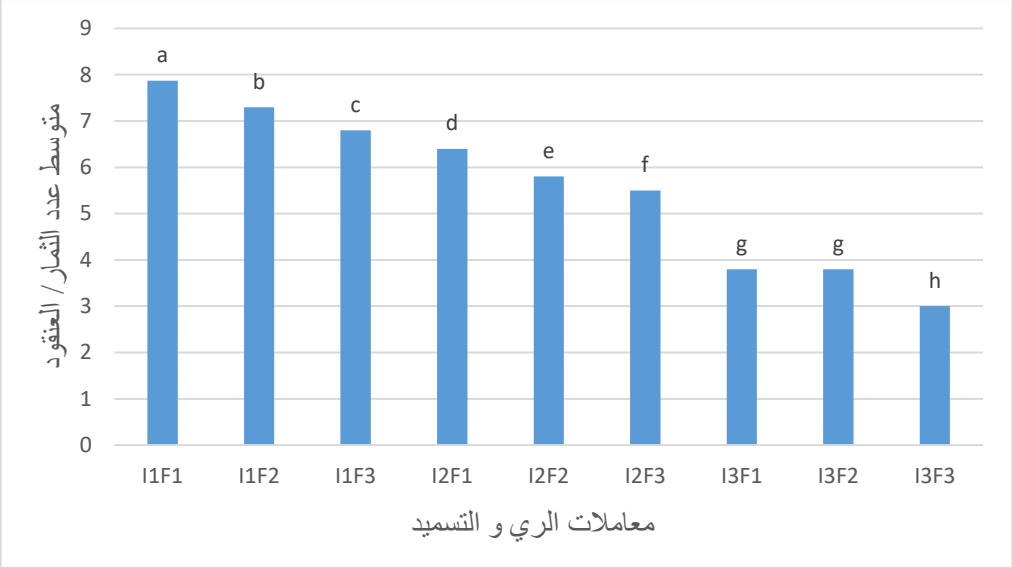
الري الكامل (I1) أدى إلى أعلى عدد من الثمار، حيث كانت المعاملة I1F1 هي الأعلى، ويتفق هذا مع نتائج Lyu et al. (2025) الذين وجدوا أن الري الكامل بنسبة 90–100% من السعة الحقلية يعزز النمو النباتي، الامتصاص الغذائي، والمحصول النهائي للطماطم داخل الصوبة، كما أكدت Beza et al. (2024) أن توفير الري والتسميد المناسب يزيد من المحصول ويحسن كفاءة استخدام المياه WUE ، وأظهرت دراسة Boyacı et al. (2024) أن الجمع بين الري الكامل وإضافة السماد العضوي أو الكيميائي يعطي أعلى محصول وأفضل كفاءة مائية. عند تقليل الري إلى 50% من الاحتياجات (I3) لوحظ انخفاض ملحوظ في عدد الثمار، وهو ما يتوافق مع دراسة ميدانية خلال 2016–2017 التي أظهرت أن تقليل الري من 100% إلى 50% أدى إلى انخفاض في الوزن وعدد العقد والثمار بنسبة تصل إلى 19%، ويعكس ذلك مفهوم الري المحدود Deficit Irrigation الذي يسمح بري أقل لتحقيق كفاءة مائية أعلى مع خسارة محدودة في المحصول. التسميد F1 أعطى نتائج أفضل من F2 وF3، إلا أن التفاعل بين الري والتسميد لم يكن معنويًا، ويشير ذلك إلى أن تأثير التسميد كان مستقلاً عن مستويات الري لأن جرعة F1 كانت مناسبة لجميع مستويات الري، وقد أيدت الدراسات مثل Beza et al. (2024) و Lyu et al. (2025) أن الجمع بين الري المنتظم والتسميد المناسب هو المفتاح لتعزيز نمو الأوراق، الامتصاص الغذائي، والمحصول، خاصة عند وجود ري كافٍ.

جدول (7) تأثير تداخل معاملات الري و التسميد على الثمار في العنقود الثمري الواحد.

المعاملة	I1F1	I1F2	I1F3	I2F1	I2F2	I2F3	I3F1	I3F2	I3F3
متوسط عدد الثمار/العنقود	a 7.87	B 7.3	c 6.8	d 6.4	E 5.8	F 5.5	g 3.8	G 3.8	H 3.0

lsd = 0.67

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



شكل (5) تأثير تداخل معاملات الري و التسميد على الثمار في العنقود الثمري الواحد.

رابعا: تأثير تداخل معاملات الري و التسميد المحقون على عدد العناقيد الزهرية في النبات الواحد:

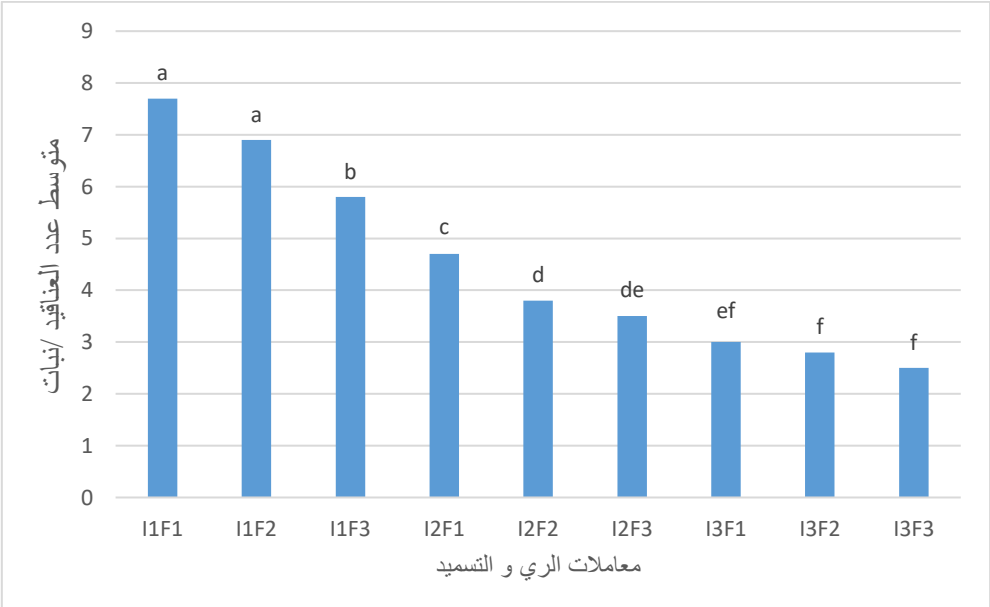
لوحظ ان عند معاملة الري 100%اي (I1F1) اعطى متوسط عناقيد زهرية (7.7 عنقود/نبات) و لم يختلف معنويا عن (I1F2) بمتوسط (6.9). و هذا ما اكده El- Hendawy et al. (2017) حيث اشاروا أن الري عند% ETc 100 رفع الصفات الزهرية والإنتاجية مقارنة بـ 75% و50%.

و مع انخفاض الري الى معدل 75% و 50% لوحظ تراجع كبير في عدد العناقيد الزهرية خاصة عند المعاملة (I3F3) بمتوسط (2.5 عنود زهري / نبات).وهذا ما أشاروا اليه Kuscu et al. (2014) و ذلك أن نقص الري أدى إلى انخفاض عدد العناقيد الزهرية في الطماطم. أكدوا أن الري الكامل يزيد من عقد الأزهار مقارنة بالري الناقص.

جدول (8) تأثير تداخل معاملات الري و التسميد على متوسط عدد العناقيد الزهرية في النبات الواحد.

المعاملة	I1F1	I1F2	I1F3	I2F1	I2F2	I2F3	I3F1	I3F2	I3F3
متوسط عدد العناقيد الزهرية/نبات	a 7.7	A 6.9	b 5.8	C 4.7	d 3.8	De 3.5	Ef 3.0	F 2.8	F 2.5

LSD =0.77



شكل (6) تأثير تداخل معاملات الري و التسميد على متوسط عدد العناقيد الزهرية في النبات الواحد.

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

خامسا: تأثير تداخل معاملات الري و التسميد المحقون على انتاجية محصول الطماطم :

أظهرت نتائج الدراسة أن معاملة الري الكامل (100 %) من (ETc مع التسميد F1 و F2) قد تفوقت معنويًا على بقية المعاملات في صفة الانتاجية الكلية، حيث أعطت أعلى متوسطات إنتاجية. ويُعزى ذلك إلى أن توفير الاحتياجات المائية الكاملة يحقق نموًا خضريًا متوازنًا ويسمح بزيادة الكفاءة الفسيولوجية للعمليات الحيوية مثل البناء الضوئي ونقل الكربوهيدرات إلى الثمار، مما انعكس إيجابًا على الإنتاجية النهائية.

في المقابل، أدى تطبيق الري الناقص ETc= 75% و 50% إلى انخفاض واضح في الانتاجية الكلية، خصوصًا عند 50 % منETc ، وهو ما يرتبط بتأثير الإجهاد المائي على العمليات الفسيولوجية كإغلاق الثغور وانخفاض معدل البناء الضوئي، وبالتالي تقليل عدد الثمار وحجمها. ومع ذلك، فقد أظهرت بعض الدراسات أن الري الناقص المعتدل (60–80 % ETc) قد لا يؤدي إلى انخفاض معنوي في الانتاجية، بل يمكن أن يحسّن بعض صفات الجودة مثل تراكم المواد الصلبة الذائبة والفيتامين C، إضافة إلى رفع كفاءة استخدام المياه.(Zirebwa et al., 2023)

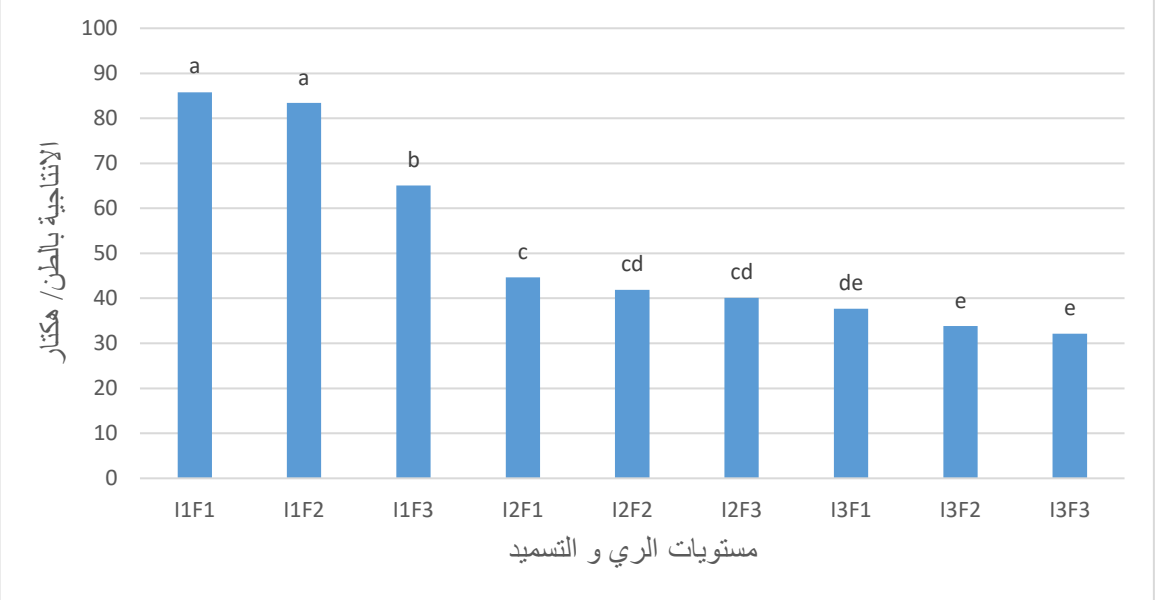
كما أن الجمع بين الري الناقص والتسميد الجيد (خصوصًا التسميد العضوي أو المتوازن) قد يخفف من أثر الإجهاد المائي على الانتاجية. فقد أشار Adama et al. (2023) إلى أن الري عند 50–75% ETc مع التسميد العضوي أعطى إنتاجية مقاربة للري الكامل، مع تحسين ملحوظ في كفاءة استخدام المياه.(CWP)

بالتالي، تؤكد هذه النتائج أن الري الكامل يظل الخيار الأمثل لتحقيق أعلى إنتاجية للطماطم، غير أن تطبيق استراتيجيات الري الناقص المدروس (Deficit Irrigation) مع التسميد المتوازن يمكن أن يمثل خيارًا عمليًا في المناطق التي تعاني من محدودية الموارد المائية، لما يوفره من توازن بين الغلة وكفاءة استخدام المياه .(Costa et al., 2007; Kissoudis et al., 2016).

جدول (9) تأثير تداخل معاملات الري و التسميد على إنتاجية نبات الطماطم.

المعاملة	I1F1	I1F2	I1F3	I2F1	I2F2	I2F3	I3F1	I3F2	I3F3
متوسط الإنتاجية بالطن/ للهكتار	a 85.76	a 83.41	b 65.10	c 44.67	Cd 41.87	cd 40.13	de 37.68	E 33.83	E 32.1

Lsd=5.3



شكل (7) تأثير تداخل معاملات الري و التسميد على إنتاجية نبات الطماطم.

الخاتمـــة:

يمثل الري مع التسميد المحقون تقنية زراعية متقدمة تحدث تحولاً في زراعة الطماطم، مما يوفر حلاً شاملاً لتحسين الصفات الخضرية والنمو والإنتاجية. من خلال التوصيل الدقيق والمستمر للمغذيات مباشرة إلى جذور النباتات عبر نظام الري، يضمن الري مع التسميد المحقون امتصاصاً فعالاً للمغذيات، مما يؤدي إلى نمو خضري قوي، وتعزيز صحة النبات، وزيادة ملحوظة في كمية وجودة الثمار. لا تقتصر فوائد هذه التقنية على الإنتاج الزراعي فحسب، بل تمتد لتشمل جوانب بيئية هامة، حيث تساهم في ترشيد استهلاك المياه والأسمدة، وتقليل التلوث الناجم عن تسرب المغذيات. إن الاستخدام الأمثل للري مع التسميد المحقون، مع الأخذ في الاعتبار العوامل المتغيرة مثل نوع التربة والمناخ ومراحل نمو النبات، يمثل مفتاحاً لتحقيق أقصى عائد من محصول الطماطم بطريقة مستدامة واقتصادية.

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

التوصيات:

1. توصي نتائج الدراسة بضرورة الري الكامل (100 % ETc) مع تطبيق التسميد المحقون المتوازن NPK بنسب مدروسة لتحقيق أعلى إنتاجية للطماطم تحت ظروف الري بالتنقيط، حيث أثبتت المعاملات I1F1 و I1F2 تفوقًا معنويًا واضحًا مقارنة ببقية المعاملات.
2. يمكن اعتماد الري الناقص المعتدل (75 % ETc) كخيار بديل في البيئات ذات محدودية الموارد المائية، شريطة دمجه مع برامج تسميد كيميائي متوازن عبر الحقن، إذ يساهم ذلك في تقليل الفاقد المائي وتحسين كفاءة استخدام المياه (WUE)مع الحفاظ على إنتاجية مقبولة مقارنة بالري الكامل.
3. لا يُوصى بالري عند مستوى 50% ETc لزراعة الطماطم تحت ظروف التجربة الحالية، حيث أدى إلى انخفاض معنوي في الإنتاجية الكلية على الرغم من كفاءته المائية، إلا أن تراجع الانتاجية قد لا يكون اقتصاديًا في ظل الزراعة التجارية.
4. أثبت نظام التسميد المحقون (Fertigation) فاعليته مقارنة بالتسميد الكيميائي التقليدي، حيث يحقق توزيعًا متجانسًا للعناصر الغذائية مع مياه الري، مما يحسن امتصاص العناصر ويزيد من كفاءة استخدام الأسمدة. لذا يوصى بتطبيق برامج التسميد عبر الحقن ضمن نظم الري بالتنقيط لضمان أعلى كفاءة إنتاجية.
5. ينبغي الأخذ في الاعتبار أن التسميد المتوازن (NPK) يلعب دورًا تكامليًا مع إدارة الري، حيث إن الإفراط في تقليل الري مع خفض معدلات التسميد يؤدي إلى تراجع حاد في الإنتاجية، بينما يمكن تخفيف أثر نقص المياه عند توفر تغذية معدنية كافية للنبات.
6. توصي الدراسة بإجراء أبحاث إضافية لتقييم التسميد العضوي أو الحيوي عند تطبيق استراتيجيات الري الناقص، وذلك بهدف تعزيز صمود النبات للإجهاد المائي وتحسين الجودة الغذائية للثمار.

قائمة المراجع

المراجع العربية

1.دراسة ميدانية، 2016–2017: تأثير تقليل الري على صفات الطماطم في البيوت المحمي.

المراجع الاجنبية

1.FAO. (2021). *FAOSTAT Statistical Database*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

2.Ayars, J. E., Phene, C. J., Hutmacher, R. B., Davis, K. R., Schoneman, R. A., Vail, S. S., & Mead, R. M. (2015). Subsurface drip irrigation of row crops: A review of 15 years of research at the Water Management Research Laboratory. *Agricultural Water Management*, 42(1), 1–27.

3.Elia, A., & Conversa, G. (2012). Agronomic and physiological responses of a tomato crop to fertigation management. *Acta Horticulturae*, 957, 389–397.

4.Kang, S., Hao, X., Du, T., Tong, L., Su, X., Lu, H., & Li, X. (2017). Improving agricultural water productivity to ensure food security in China under changing environment: From research to practice. *Agricultural Water Management*, 179, 5–17

5.Singh, R., Kumar, S., & Reddy, G. B. (2020). Effect of irrigation scheduling on growth, yield and water use efficiency of tomato under greenhouse. *Journal of Agricultural Science*, 12(5), 110–119.

6.Al-Ghobari, H. M., & Dewidar, A. Z. (2018). Impact of deficit irrigation on water use efficiency and productivity of greenhouse tomato. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 25(7), 1532–1536.

7.Shahein, A. H., El-Bassiony, A. M., & Fawzy, Z. F. (2022). Response of tomato plants to fertigation levels under drip irrigation system in greenhouse conditions. *Horticultural Science Journal*, 49(2), 144–152.

8.Hochmuth, G. J., & Hanlon, E. A. (2010). A summary of N, P, and K research with tomato in Florida. University of Florida IFAS Extension.

9. El-Tohamy, W. A., Ghoname, A. A., & Abou-Hussein, S. D. (2009). Improvement of pepper growth and productivity in sandy soil by different fertilization and irrigation treatments under greenhouse conditions. Journal of Applied Sciences Research, 5(6), 682–687.

10. Imas, P. (2007). Presented at the National Seminar on Fertigation Overview: Principles and Management. International Potash Institute (PIP), 1:12, Pume, India.

11. Ankush, A., Singh, V., Kumar, V., & Singh, D. (2018). Impact of drip irrigation and fertigation scheduling on tomato crop - an overview. Journal of Applied and Natural Science, 10(1), 165-170. https://doi.org/10.31018/jans.v10i1.1597

12. Farooq,M., D.,& Basra, S. M, A. (2009). Plant drought stress: effects, mechanisms and management. Agronomy for Sustainable.

13. Hsiao, T. C. (1973). Plant responses to water stress. Annual Review of Plant Physiology, 24(10), 519-570.

14. Zhang, J., & Davies, W. J. (1990) . Changes in the concentration of ABA in xylem sap as a function of changing soil water status can account for changes in leaf conductance and growth. Plant, Cell. & Environment, 13(3), 277-285.

Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

15. Lyu, et al., 2025. Effects of Full Irrigation on Tomato Growth and Yield in Greenhouses. Journal of Horticultural Science.
16. Beza, et al., 2024. Optimizing Irrigation and Fertilization for Tomato Yield and Water Use Efficiency. Agricultural Water Management.
17. Boyacı, et al., 2024. Combined Effects of Irrigation and Fertilization on Tomato Production and Water Efficiency. Scientia Horticulturae.
18. Adama, I. Y., Kermah, M., Tetteh, F. M., et al. (2023). Deficit irrigation and organic fertilizer effects on water productivity and tomato yield in Ghana. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 7:1199386. https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1199386
19. Costa, J. M., Ortuño, M. F., & Chaves, M. M. (2007). Deficit irrigation as a strategy to save water: physiology and potential application to horticulture. *Journal of Integrative Plant Biology*, 49(10), 1421–1434. https://doi.org/10.1111/j.1672-9072.2007.00556.x
20. Kissoudis, C., Sunarti, S., van de Wiel, C., et al. (2016). Responses to combined abiotic and biotic stress in tomato: lessons from physiology and breeding. *Frontiers in Plant Science*, 7, 1167. https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01167
21. Zirebwa, L., Nyakudya, I. W., Gwata, E. T., et al. (2023). The effects of deficit irrigation on water use efficiency, yield and quality of drip-irrigated tomatoes grown under field conditions in Zimbabwe. *Agricultural Water Management*, 281, 108276.
22. Flexas, J., Bota, J., Loreto, F., Cornic, G., & Sharkey, T. D. (2006). Diffusive and metabolic limitations to photosynthesis under drought and salinity in C3 plants. *Plant Biology*, 57, 561–591.
23.Kang, Y., Wang, F. X., Liu, H. J., & Yuan, B. Z. (2001). Effects of different drip irrigation regimes on yield and quality of tomato under plastic greenhouse. *Agricultural Water Management*, 51(3), 211–221.
24.El-Noemani, A. A., El-Zeiny, H. A., & El-Gindy, A. M. (2010). Performance of some tomato hybrids under different irrigation systems and water regimes. *International Journal of Academic Research*, 2(2), 317–324.
25. Hsiao, T. C. (1973). Plant responses to water stress. *Annual Review of Plant Physiology*, 24(1), 519–570.

Disclaimer/Publisher's Note: The statements, opinions, and data contained in all publications are solely those of the individual author(s) and contributor(s) and not of **AJAPAS** and/or the editor(s). **AJAPAS** and/or the editor(s) disclaim responsibility for any injury to people or property resulting from any ideas, methods, instructions, or products referred to in the content.

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).