



Effect of Organic, Mineral, and Integrated Fertilization on the Growth and Productivity of Tomato Plant in the Valley Zamzam Region – Libya

Mohammed HasanAtbeeqah^{1*}


Soil and Water Department, College of Agriculture, Sirte University, Sirte, Libya

moha.hossan@su.edu.ly

تأثير التسميد العضوي والمعدني والمتكامل على نمو وإنتاجية نبات الطماطم
في منطقة وادي زمزم - ليبيا

محمد حسن اطيبة*
قسم التربة والمياه، كلية الزراعة، جامعة سرت، سرت، ليبيا

Received: 12-03-2026 Accepted: 14-04-2026 Published: 22-04-2026

	<p>Copyright: © 2026 by the authors. This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).</p>
--	--

الملخص:

أجريت هذه الدراسة بهدف تقييم تأثير التسميد العضوي، التسميد المعدني، والنظام المتكامل بينهما على نمو وإنتاجية نبات الطماطم في منطقة وادي زمزم - ليبيا، ضمن الظروف شبه الجافة التي تتسم بها المنطقة والتي تتطلب تطبيق استراتيجيات تسميد فعالة لتعزيز خصوبة التربة وزيادة إنتاجية المحاصيل. نفذت التجربة الحقلية وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD) بأربع معاملات وأربع مكررات، وهي: الشاهد بدون تسميد، التسميد العضوي باستخدام السماد البلدي المتحلل أو الكمبوست بمعدل 20 طن/هكتار، التسميد المعدني بمقادير 120 كجم نيتروجين، 60 كجم فسفور، 80 كجم بوتاسيوم/هكتار، والتسميد المتكامل (العضوي والمعدني معاً). تم قياس مجموعة من صفات النمو الخضري والإنتاجي، بما في ذلك ارتفاع النبات، عدد الأوراق والفروع، عدد الثمار، متوسط وزن الثمرة، والإنتاجية الكلية (طن/هكتار)، ثم تحليل النتائج إحصائياً باستخدام تحليل التباين واختبار أقل فرق معنوي (LSD). أظهرت النتائج تفوق التسميد المتكامل بشكل واضح في جميع الصفات المقاسة، يليه التسميد المعدني ثم العضوي، في حين سجلت المعاملة الشاهدة أدنى القيم. وتعكس هذه النتائج أن الجمع بين التسميد العضوي والمعدني يعزز خصوبة التربة وكفاءة امتصاص العناصر الغذائية، مما يحسن نمو الطماطم وإنتاجيتها في المناطق الجافة وشبه الجافة. وتشير الدراسة إلى أن اعتماد النظام المتكامل يمثل خياراً فعالاً لتحقيق إنتاجية أعلى وضمان استدامة الزراعة في ليبيا.

الكلمات الدالة: التسميد المتكامل، الطماطم، الإنتاجية، النمو الخضري، وادي زمزم، ليبيا.

Abstract

This study was conducted to evaluate the effect of organic fertilization, mineral fertilization, and an integrated system of both on the growth and productivity of tomato plants in the valley Zamzam region of Libya. The region's semi-arid conditions necessitate the application of effective fertilization

strategies to enhance soil fertility and increase crop yields. The field experiment was conducted using a randomized complete block design (RCBD) with four treatments and four replications: a control (no fertilization), organic fertilization using decomposed manure or compost at a rate of 20 tons/hectare, mineral fertilization at rates of 120 kg nitrogen, 60 kg phosphorus, and 80 kg potassium/hectare, and integrated fertilization (organic and mineral together). A range of vegetative growth and productivity characteristics were measured, including plant height, number of leaves and branches, number of fruits, average fruit weight, and total yield (tons/hectare). The results were then statistically analyzed using analysis of variance (ANOVA) and the least significant difference test (LSD). The results clearly showed the superiority of integrated fertilization in all measured traits, followed by mineral fertilization and then organic fertilization, while the control treatment recorded the lowest values. These results reflect that combining organic and mineral fertilization enhances soil fertility and nutrient uptake efficiency, thus improving tomato growth and productivity in arid and semi-arid regions. The study indicates that adopting an integrated system is an effective option for achieving higher productivity and ensuring the sustainability of agriculture in Libya.

Keywords: Integrated fertilization, tomatoes, productivity, vegetative growth, valley Zamzam, Libya.

المقدمة:

تُعد الزراعة من الأنشطة الاقتصادية الأساسية في المناطق شبه الجافة، حيث يعتمد استقرار الإنتاج الزراعي بدرجة كبيرة على الإدارة المتكاملة لموارد التربة والمياه والعناصر الغذائية لضمان استدامة الإنتاج وتحسين كفاءة استخدام الموارد (Sahrawat et al., 2010).

وتواجه الأراضي الزراعية في المناطق شبه الجافة مثل وادي زمزم تحديات متعددة تتمثل في انخفاض المادة العضوية وضعف خصوبة التربة وارتفاع درجات الحرارة وقلة الأمطار، الأمر الذي يؤثر سلبيًا على نمو المحاصيل وإنتاجيتها، مما يجعل تحسين خصوبة التربة من خلال نظم التسميد المختلفة ضرورة أساسية لتعزيز الإنتاج الزراعي وتحقيق الاستدامة (Hag Husein et al., 2021).

ويُعد محصول الطماطم من أهم محاصيل الخضر نظرًا لقيمتها الغذائية وتعدد استخداماته، كما يعتمد نموه وإنتاجيته بدرجة كبيرة على توفر العناصر الغذائية الأساسية في التربة، خاصة النيتروجين والفسفور والبوتاسيوم التي تسهم في تعزيز العمليات الفسيولوجية وتحسين نمو النبات وزيادة الإنتاج وجودة الثمار، في حين يؤدي نقص هذه العناصر إلى تراجع النمو وانخفاض الإنتاجية، بينما يسهم التوازن الغذائي في تحسين كفاءة الامتصاص ورفع الأداء الإنتاجي للنبات (Naciri et al., 2022).

واعتمدت الزراعة الحديثة بشكل واسع على التسميد المعدني لزيادة الإنتاج نظرًا لسرعة تأثيره وسهولة امتصاصه من قبل النباتات، إلا أن الاستخدام المستمر له قد يؤدي إلى تدهور خصوبة التربة وانخفاض المادة العضوية وتراجع خصائصها الفيزيائية والبيولوجية. في المقابل، يسهم التسميد العضوي في تحسين بنية التربة وزيادة قدرتها على الاحتفاظ بالماء والعناصر الغذائية وتنشيط الكائنات الحية الدقيقة، مما يعزز استدامة الإنتاج الزراعي ويحافظ على خصوبة التربة على المدى الطويل (Liu et al., 2010).

وشهدت السنوات الأخيرة اهتمامًا متزايدًا بالتسميد المتكامل الذي يجمع بين الأسمدة العضوية والمعدنية، إذ يعزز تزويد النباتات بالعناصر الغذائية بسرعة ويحسن خصوبة التربة وخصائصها الفيزيائية والكيميائية. كما يسهم هذا الأسلوب في زيادة إنتاجية الطماطم وجودة الثمار، مع تقليل الاعتماد على الأسمدة المعدنية ودعم الاستدامة البيئية في المناطق الجافة وشبه الجافة (Hernández et al., 2014).

ونظرًا لأهمية محصول الطماطم في ليبيا، والحاجة إلى اعتماد نظم تسميد ملائمة لظروف وادي زمزم، تهدف هذه الدراسة إلى تقييم تأثير التسميد العضوي والمعدني والمتكامل على نمو وإنتاجية نبات الطماطم، لتحديد أفضل نظام تسميد يحقق إنتاجية عالية ويحافظ على خصوبة التربة ويضمن الاستدامة الزراعية في المنطقة.

الدراسات السابقة:

أشار (Li et al., 2025) في دراسة لهم إلى أن أساليب الإدارة التقليدية تُؤدي إلى انخفاض إنتاجية الطماطم بسبب تدهور خصوبة التربة وعدم كفاية إمدادها بالعناصر الغذائية. لذلك، تُعد استراتيجيات أنظمة التربة والطماطم المتكاملة ضرورية لتعزيز الإنتاجية وتلبية طلبات المستهلكين.

وفقاً لدراسة (Durmuş&Kızılkaya, 2022) يُسهّم استخدام الكمبوست كمصدر عضوي للتسميد في تعزيز نمو نبات الطماطم وزيادة إنتاجيته، حيث يعمل على تحسين خصوبة التربة وإثراء محتواها من المواد العضوية والعناصر الغذائية الأساسية، كما يعزز النشاط الحيوي للكائنات الدقيقة في التربة، الأمر الذي ينعكس إيجاباً على كفاءة النمو الخضري للنبات وتحسين خصائص التربة الزراعية.

وجد دراسة (Disciglio&Frabboni, 2019) في دراسة لهما أن استخدام الأسمدة المعدنية الغنية بالنيتروجين والفسفور والبوتاسيوم أدى إلى زيادة ملحوظة في إنتاجية نباتات الطماطم، غير أنه لم يسهم في تحسين الخصائص الفيزيائية للتربة.

أشار (Francioli et al., 2016) في دراسة لهم إلى أن الاعتماد على التسميد العضوي يؤدي إلى تنشيط الكائنات الحية الدقيقة في التربة وزيادة توفر العناصر الغذائية بصورة تدريجية نتيجة تحلل المواد العضوية، إلا أن استخدامه منفرداً قد لا يكون كافياً لتحقيق مستويات مرتفعة من إنتاجية المحاصيل مقارنة بالتسميد المعدني أو الأنظمة المتكاملة التي توفر العناصر الغذائية بسرعة أكبر.

أكدت دراسة (Zhang et al., 2024) أن الجمع بين الأسمدة العضوية والأسمدة المعدنية يؤدي إلى تحسن واضح في النمو الخضري لنباتات الطماطم، بما في ذلك زيادة عدد الأوراق والفروع الجانبية. كما يسهم هذا النظام في رفع نسبة التزهير وتحسين الإنتاجية النهائية للثمار، مع تعزيز قدرة النبات على امتصاص العناصر الغذائية بشكل أكثر كفاءة مقارنة باستخدام أي نوع من السماد بمفرده. هذا يدل على أن التسميد المتكامل يعد إستراتيجية فعالة لتحقيق توازن بين الإنتاجية وجودة المحاصيل مع تحسين خصوبة التربة بشكل مستدام.

وجد (Brunetti et al., 2019) أن الجمع بين الأسمدة العضوية والأسمدة المعدنية يؤدي إلى تحسين واضح في نمو نباتات الطماطم، ويزيد من عدد الثمار ومتوسط وزنها مقارنة باستخدام أي نوع من الأسمدة بشكل منفرد. كما أن هذا النظام المتكامل يعزز الخصائص الكيميائية والفيزيائية للتربة، ويساهم في تحسين امتصاص العناصر الغذائية من قبل النبات، مما يرفع الإنتاجية النهائية ويحسن جودة الثمار.

أشار (Debosz et al., 2002) في دراسة لهم إلى استخدام الأسمدة العضوية يساهم في تحسين الخصائص الفيزيائية والكيميائية والتنوع البيولوجي للتربة، مما يعزز من قدرتها على الاحتفاظ بالماء والعناصر الغذائية الضرورية لنمو النباتات بشكل أفضل. ويساعد هذا النوع من التسميد على رفع خصوبة التربة بشكل مستدام ودعم إنتاجية المحاصيل على المدى الطويل.

وأوضحت دراسة (Hernández et al., 2014) أن استخدام الأسمدة العضوية بمفردها لا يكفي لتلبية احتياجات النباتات من العناصر الغذائية الأساسية مثل النيتروجين خلال مراحل النمو الحرجة، مما قد يحد من نمو المحصول وإنتاجيته. ومع ذلك، يؤدي الجمع بين الأسمدة العضوية والأسمدة المعدنية إلى تعزيز توفر العناصر الغذائية للنبات، مما يحسن من الإنتاجية النهائية للطماطم وجودة الثمار، ويُحافظ في الوقت ذاته على الخصائص الكيميائية والفيزيائية للتربة ويزيد من كفاءتها في دعم النمو النباتي.

ذكر (Allam et al., 2022) أن الإفراط في استخدام الأسمدة المعدنية وحدها يؤدي إلى انخفاض مستوى المادة العضوية في التربة مع مرور الوقت، مما يضعف خصوبتها الطبيعية ويؤثر على استمرارية الإنتاج الزراعي. ومن جهة أخرى، يساهم دمج الأسمدة العضوية مع الأسمدة المعدنية في تحسين توافر العناصر الغذائية للنبات، مع الحفاظ على جودة التربة وتعزيز إنتاجية المحاصيل بشكل مستدام.

أظهرت نتائج دراسة (Javaria&Khan, 2010) أن تطبيق التسميد المتكامل، بدمج الأسمدة العضوية والمعدنية، يساهم في زيادة نمو وإنتاجية نباتات الطماطم وتحسين جودة الثمار مقارنة باستخدام نوع واحد من الأسمدة فقط.

وبيّنت دراسة (Abd El-Mageed et al., 2023) أن التسميد المتكامل بين العضوي والمعدني يساهم في تنظيم توازن العناصر الغذائية واستخدام المركبات الغذائية والمضادات الحيوية الذي يؤدي إلى تمكين نباتات الطماطم من التكيف مع ظروف الإجهاد المائي، مع تعزيز الإنتاجية وتحسين جودة الثمار مقارنة بالحالة التي لا يتم فيها تحسين التغذية النباتية.

وأظهرت دراسة (Wang et al., 2020) أن تطبيق التسميد المتكامل في زراعة الطماطم يساهم في تحقيق توازن أفضل للعناصر الغذائية داخل التربة، مما يؤدي إلى تقليل فقد المغذيات الناتج عن الغسل أو التسرب، ويزيد من كفاءة استفادة النبات منها، الأمر الذي ينعكس إيجاباً على نمو النبات وإنتاجيته.

وأكدت دراسة (Sanjay Kumar et al., 2017) أن تطبيق التسميد المتكامل في زراعة الطماطم أدى إلى تحسين واضح في النمو الخضري وزيادة عدد الأفرع ومكونات المحصول، مما انعكس إيجاباً على الإنتاجية النهائية للنبات.

وأوضحت (Fan et al., 2023) أن استخدام التسميد العضوي يساهم في تنشيط الكائنات الحية الدقيقة في التربة وتحسين نشاطها الحيوي، مما يؤدي إلى تعزيز خصوبة التربة بصورة مستدامة من خلال تحسين المادة العضوية ودورة العناصر الغذائية.

وأثبتت دراسة (Rehman et al., 2021) أن تطبيق التسميد المتكامل في زراعة الطماطم يساهم في تقليل الاعتماد على الأسمدة الكيميائية، كما يعمل على الحد من الآثار البيئية السلبية الناتجة عن الإفراط في استخدامها من خلال تحسين خصوبة التربة وتعزيز الاستدامة الزراعية.

منطقة البحث

أُجريت الدراسة في منطقة وادي زمزم - ليبيا، تقع في منطقة وادي زمزم غرب مدينة سرت بمسافة 150 كيلومتر. هذه المنطقة تقع بين خطي طول "15.01°" و "15.14°" شرقاً، ودائرتي عرض "31.07°" و "31.21°" شمالاً. تقع منطقة وادي زمزم بين الساحل الشمالي المطل على البحر الأبيض المتوسط والصحراء الكبرى جنوباً. تقع منطقة وادي زمزم على ارتفاع يتراوح بين 30 و80 متراً فوق سطح البحر. يتميز مناخها بطابع البحر الأبيض المتوسط، حيث تكون درجات الحرارة مرتفعة في الصيف، معتدلة في فصلي الربيع والخريف، ومنخفضة في الشتاء. ويبلغ متوسط درجة الحرارة السنوي حوالي 26°م، بينما يصل معدل هطول الأمطار السنوي إلى نحو 182.2 ملم.

وهي منطقة شبه جافة تتميز بانخفاض هطول الأمطار وارتفاع درجات الحرارة، إضافةً إلى ضعف المحتوى العضوي في التربة، مما يؤثر على خصوبة التربة وإنتاجية المحاصيل. تتطلب هذه الظروف تطبيق استراتيجيات تسميد فعالة لتحسين نمو المحاصيل الزراعية وتحقيق إنتاجية مستقرة (Hag Husein et al., 2021).

مواد وطرائق البحث

تصميم التجربة

جُهزت أرض التجربة وحرثت بتاريخ 2025/02/05، ثم زُرعت الشتلات بعمر من 6 إلى 8 أسابيع في 2025/02/20. أُجريت التجربة الحقلية باستخدام تصميم القطاعات العشوائية الكاملة، وشملت أربع معاملات مع أربع مكررات لكل معاملة (Gomez & Gomez, 1984). وقد شملت المعاملات المختلفة ما يلي:

1. **الشاهد:** دون تطبيق أي تسميد.
2. **التسميد العضوي:** استخدام السماد البلدي المتحلل بمعدل 20 طن/هكتار.
3. **التسميد المعدني:** بمعدل 120 كجم/هكتار نيتروجين، 60 كجم/هكتار فسفور، و80 كجم/هكتار بوتاسيوم.
4. **النظام المتكامل:** دمج التسميد العضوي مع التسميد المعدني بنسبة 50% لكل منهما لتحقيق توازن بين العناصر الغذائية وسرعة الامتصاص.

حيث أُضيف السماد العضوي و كذلك الفسفور والبوتاسيوم دفعة واحدة أثناء تجهيز التربة قبل الشتل، في حين قُسم النيتروجين على ثلاث دفعات متساوية؛ الأولى بعد أسبوعين من الشتل، والثانية عند بداية الإزهار، والثالثة عند عقد الثمار. وفي معاملة التسميد المتكامل تم الجمع بين السماد العضوي والمعدني بنسبة 50% لكل منهما وفق نفس مواعيد الإضافة، وذلك بهدف تحقيق توازن غذائي للنبات وتحسين خصوبة التربة وزيادة كفاءة استخدام العناصر الغذائية.

وُزعت المعاملات عشوائياً داخل القطاعات وفقاً للتصميم التجريبي. أضيفت الأسمدة العضوية والمعدنية إلى قطع التجربة قبل الزراعة، وتم نثرها يدوياً باستخدام مجرفة ثم خلطها جيداً مع التربة بواسطة آلة يدوية دوارة لضمان تجانس التوزيع. بلغت مساحة القطعة التجريبية الواحدة 3 م × 4 م (12 م²)، وتم شتل شتلات الطماطم الجاهزة بعمر 6-8 أسابيع يدوياً في الحقل على عمق مناسب يضمن تثبيت الجذور واستقرار النباتات، وذلك في صفوف متباعدة بمسافة 70 سم بين الصفوف و 40 سم بين النباتات داخل الصف، حيث احتوت كل قطعة على أربعة صفوف.

معاملات مكررات	1	2	3	4
1	A	C	D	B
2	C	B	A	D
3	B	D	C	A
4	D	A	B	C

العمليات الزراعية والقياسات

خلال فترة النمو، أجريت عمليتا عزق يدوي لإزالة الأعشاب الضارة، كما رُويت النباتات بانتظام وفقاً لاحتياجاتها المائية والظروف المناخية السائدة في منطقة وادي زمزم - ليبيا، حيث تم الري الأول مباشرة بعد الشتل لضمان استقرار الشتلات، ثم تتابعت عمليات الري بمعدل 6-8 ريات خلال الموسم الزراعي تبعاً لدرجة الحرارة وطبيعة التربة، إذ تم الري خلال مرحلة النمو الخضري، ومرحلة الإزهار، ومرحلة عقد الثمار، ومرحلة امتلاء الثمار، مع تقليل فترات الري قرب الحصاد لتحسين جودة الثمار. كما أجريت القياسات الحقلية لصفات النمو الخضري، والمتمثلة في ارتفاع النبات، وعدد الأفرع، وعدد الأوراق للنبات خلال مراحل النمو المختلفة، في حين تم بعد بدء الإثمار تقدير صفات الإنتاجية التي شملت عدد الثمار للنبات، ومتوسط وزن الثمرة، وقطر الثمرة، وإنتاجية النبات الكلية (طن/هكتار) وفقاً للمنهجية المعتمدة في التجارب الحقلية. وقد جرى الحصاد يدوياً على عدة دفعات خلال الفترة من 2025/05/05 إلى 2025/06/05. بعد وصول الثمار إلى مرحلة النضج التسويقي الكامل.

التحليل الإحصائي

خضعت جميع الصفات المدروسة للتحليل الإحصائي باستخدام تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD) بأربعة مكررات. وبعد إدخال البيانات وجدولتها، أُجري تحليل التباين باستخدام برنامج GenStat الإصدار 12، وتمت مقارنة متوسطات المعاملات باختبار أقل فرق معنوي (LSD) عند مستوى احتمال 5%، وفقاً للطريقة الموصوفة بواسطة (Gomez & Gomez, 1984).

النتائج والمناقشة

أولاً: النتائج الخضرية (التأثير على النمو الخضري)

ارتفاع النبات (سم):

وأظهرت النتائج في الجدول (1) أن تطبيق نظام التسميد المتكامل الذي يجمع بين الأسمدة العضوية والمعدنية يعزز ارتفاع نباتات الطماطم بشكل أكبر مقارنة باستخدام أي منهما بمفرده. أدى ذلك إلى زيادة معنوية في ارتفاع النبات، حيث سجلت هذه المعاملة أعلى متوسط للارتفاع بلغ (89 سم)، متفوقة بشكل واضح على المعاملات التي استخدمت السماد العضوي أو المعدني بمفردهما، وكذلك على المعاملة الشاهدة. تُعزى زيادة ارتفاع نبات الطماطم عند استخدام التسميد المتكامل إلى التوازن بين تزويد النبات بالمغذيات الفورية والمستمرة. يوفر التسميد المعدني عناصر غذائية ضرورية للنمو السريع، مثل النيتروجين الذي يعزز تكوين البروتينات والكلوروفيل ويزيد معدل التمثيل الضوئي، بينما يعمل التسميد العضوي على تحسين خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية وتنشيط الكائنات الدقيقة لإطلاق العناصر الغذائية تدريجياً، مما يزيد من قدرة الجذور على الامتصاص. هذا الجمع بين التغذية السريعة والتحرير التدريجي للعناصر يوفر بيئة مثالية للنمو

الطولي للنباتات، فيؤدي إلى ارتفاع أكبر مقارنة باستخدام أي نوع من التسميد بمفرده (Sitzmann, et al., 2024).

الجدول (1) يبين تأثير إضافة السماد العضوي والسماد المعدني والتداخل بينهما على صفات النمو الخضري (ارتفاع النبات سم)

المتوسط	ارتفاع النبات بالسنتيمتر				المعاملات
49	48	50	52	46	الشاهد
67	68	64	66	70	السماد عضوي فقط
77	76	79	77	76	السماد معدني فقط
89	91	88	87	90	خليط السماد العضوي و المعدني معا
3.972	L.S.D (5% level)				

عدد الأوراق:

بينت النتائج في الجدول (2) أن الجمع بين التسميد العضوي والمعدني يعزز نمو الطماطم على مستوى الصفات الخضرية، بما في ذلك زيادة عدد الأوراق، مقارنة باستخدام أي من النوعين بمفرده. حيث أدت إلى زيادة معنوية عالية في عدد الأوراق لكل نبات من نباتات الطماطم، إذ بلغ متوسط عدد الأوراق في هذه المعاملة (32 ورقة)، متفوقاً تفوقاً معنوياً كبيراً على معاملات التسميد العضوي منفرداً، والتسميد المعدني منفرداً، ومعاملة الشاهد. ويعود ذلك إلى أن التسميد المتكامل يساعد على زيادة عدد أوراق نبات الطماطم من خلال توفير غذاء متوازن ودعم نمو جذور قوي. حيث توفر الأسمدة المعدنية العناصر الأساسية سريعة الامتصاص مثل النيتروجين، الذي يعزز تكوين البروتينات والكلوروفيل ويسهم في نمو الأنسجة الخضرية وتكوين الأوراق. في المقابل، يعمل السماد العضوي على تحسين بنية التربة وتهويتها وزيادة احتفاظها بالماء والعناصر الغذائية، كما ينشط الكائنات الدقيقة التي تطلق المغذيات تدريجياً، ما يدعم النمو المستمر والمتوازن. ويؤدي تعزيز نمو الجذور وزيادة قدرتها على امتصاص الماء والعناصر الغذائية يساهم في تكوين عدد أكبر من الأوراق، مقارنة باستخدام السماد العضوي أو المعدني بشكل منفرد (Sime et al., 2025).

الجدول (2) يبين تأثير إضافة السماد العضوي والسماد المعدني والتداخل بينهما على صفات النمو الخضري (عدد الأوراق)

المتوسط	عدد الأوراق				المعاملات
15	14	15	16	15	الشاهد
21	24	20	21	19	السماد عضوي فقط
27	26	28	25	29	السماد معدني فقط
32	34	31	31	32	خليط السماد العضوي و المعدني معا
2.846	L.S.D (5% level)				

عدد الأفرع لكل نبات:

تُظهر نتائج الجدول (3) أن معاملة إضافة خليط من السماد العضوي والسماد المعدني (نظام التسميد المتكامل) قد أدت إلى زيادة معنوية عالية في عدد الأفرع لكل نبات من نباتات الطماطم، إذ بلغ متوسط عدد الأفرع في هذه المعاملة (12 فرع/نبات)، متفوقاً تفوقاً معنوياً كبيراً على معاملات التسميد العضوي منفرداً، والتسميد المعدني منفرداً، ومعاملة الشاهد غير المسمدة. ويرجع ذلك إلى أن الأسمدة المعدنية توفر للنبات العناصر الغذائية الأساسية بسرعة، مثل النيتروجين والفسفور والبوتاسيوم، مما يساهم في تكوين فروع جانبية جديدة. بينما يحسن السماد العضوي الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة، ويزيد من نشاط الكائنات الدقيقة، مما يعزز تطور الجذور وانتشارها وقدرتها على امتصاص العناصر الغذائية بكفاءة. هذا التكامل بين التغذية السريعة والدعم المستمر للتربة يؤدي إلى نمو عدد أكبر من الأفرع الجانبية وتحسين الكثافة الخضرية للنبات (Traoré et al., 2022).

الجدول (3) يبين تأثير إضافة السماد العضوي والسماد المعدني والتداخل بينهما على صفات النمو الخضري (عدد الأفرع/نبات)

المتوسط	عدد الأفرع/نبات				المعاملات
4	4	3	5	4	الشاهد
7	6	7	7	8	السماد عضوي فقط
9.5	9	10	9	10	السماد معدني فقط
12	11	12	13	12	خليط السماد العضوي و المعدني معا
1.099	L.S.D (5% level)				

قطر الساق (مم):

توضح بيانات الجدول (4) أن معاملة إضافة خليط من السماد العضوي والسماد المعدني (نظام التسميد المتكامل) كان لها تأثير معنوي واضح في زيادة قطر الساق لكل نبات من نباتات الطماطم، إذ تفوقت هذه المعاملة معنوياً على معاملات التسميد العضوي منفرداً، والتسميد المعدني منفرداً، وكذلك على معاملة الشاهد غير المسمدة، وبلغ متوسط قطر الساق في هذه المعاملة (14.1 مم). ويعزى ذلك إلى أن الأسمدة المعدنية توفر بسرعة العناصر الغذائية الأساسية مثل النيتروجين والفسفور والبوتاسيوم، التي تدعم نمو الخلايا النباتية وزيادة سماكة الساق، بينما يسهم السماد العضوي في تحسين بنية التربة وتهويتها ورفع محتوى المادة العضوية وتنشيط الكائنات الدقيقة، مما يعزز نمو الجذور وانتشارها، وبالتالي يزيد من قدرة النبات على امتصاص المغذيات بكفاءة. حيث يساهم الجمع بين توفير العناصر الغذائية السريعة والمستمرة في التربة في زيادة سمك ساق نبات الطماطم وقوته، مما يساعد النبات على دعم الثمار الكبيرة بكفاءة أعلى (Li & Shen, 2024).

الجدول (4) يبين تأثير إضافة السماد العضوي والسماد المعدني والتداخل بينهما على صفات النمو الخضري (قطر الساق مم)

المتوسط	طول الساق بالمليمتر				المعاملات
7.7	7.6	7.9	7.8	7.5	الشاهد
9.6	9.5	9.6	9.6	9.7	السماد عضوي فقط
11.7	11.8	11.6	11.9	11.5	السماد معدني فقط
14.1	13.8	14.4	14.2	14.0	خليط السماد العضوي و المعدني معا
0.2719	L.S.D (5% level)				

**ثانياً: نتائج الثمار ومكونات الإنتاجية (التأثير على الإنتاجية)
عدد الثمار لكل نبات:**

أظهرت النتائج في الجدول (5) أن الجمع بين التسميد العضوي والمعدني أدى إلى زيادة معنوية عالية في عدد الثمار لكل نبات من نباتات الطماطم، إذ بلغ متوسط عدد الثمار في هذه المعاملة (33 ثمرة/نبات)، متفوقاً تفوقاً معنوياً كبيراً على معاملات التسميد العضوي منفرداً، والتسميد المعدني منفرداً، ومعاملة الشاهد. ويعود ذلك إلى أن الأسمدة المعدنية توفر بسرعة العناصر الغذائية الأساسية مثل النيتروجين والفسفور والبوتاسيوم، التي تدعم تكوين الأزهار ونجاح تلقيحها، في حين يسهم السماد العضوي في تحسين بنية التربة واحتفاظها بالماء وتنشيط الكائنات الدقيقة، مما يعزز قدرة الجذور على امتصاص المغذيات بكفاءة مستمرة. هذا التكامل بين التغذية السريعة والدعم المستمر للتربة يحافظ على صحة النبات ويزيد من استقراره، مما يؤدي إلى تكوين عدد أكبر من الثمار وتحسين الإنتاجية الكلية (Islam et al., 2017).

الجدول (5) يبين تأثير إضافة السماد العضوي والسماد المعدني والتداخل بينهما على صفات الإنتاجية (عدد الثمار / نبات)

المتوسط	عدد الثمار/نبات				المعاملات
15	15	16	15	14	الشاهد
21	20	21	22	21	السماد عضوي فقط
26	27	25	26	26	السماد معدني فقط
33	31	34	32	35	خليط السماد العضوي و المعدني معا
2.030	L.S.D (5% level)				

متوسط وزن الثمرة (جم):

تبين النتائج في الجدول (6) أن استخدام التسميد المتكامل بين المصادر العضوية والمعدنية يسهم في زيادة متوسط وزن ثمار الطماطم مقارنة باستخدام أي منهما بشكل منفرد. إذ بلغ متوسط وزن الثمرة في هذه المعاملة (106 جم)، متفوقاً تفوقاً معنوياً كبيراً على معاملات التسميد العضوي منفرداً، والتسميد المعدني منفرداً، ومعاملة الشاهد غير المسمدة. ويُعزى ذلك إلى أن الأسمدة المعدنية توفر العناصر الغذائية الأساسية، خاصة البوتاسيوم والفسفور، التي تلعب دوراً مهماً في انتقال الكربوهيدرات وتراكم المواد الجافة داخل الثمار، مما يؤدي إلى زيادة حجمها ووزنها. بينما يعمل السماد العضوي على تحسين خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية وزيادة قدرتها على الاحتفاظ بالماء والعناصر الغذائية، إضافة إلى تنشيط الكائنات الدقيقة التي تسهم في تحسين امتصاص المغذيات. إن هذا التكامل بين التغذية السريعة والدعم المستمر للتربة يساعد على استمرار تغذية الثمار خلال مراحل النمو المختلفة، مما يؤدي إلى زيادة متوسط وزن الثمرة وتحسين جودة المحصول (Yang et al., 2023).

الجدول (6) يبين تأثير إضافة السماد العضوي والسماد المعدني والتداخل بينهما على صفات الإنتاجية (متوسط وزن الثمرة جم)

المتوسط	متوسط وزن الثمرة بالجرام				المعاملات
64	64	62	64	66	الشاهد
79	79	78	80	79	السماد عضوي فقط
91	90	92	93	89	السماد معدني فقط
106	105	108	107	104	خليط السماد العضوي و المعدني معا
2.612	L.S.D (5% level)				

إنتاجية النبات (كجم/نبات):

تشير النتائج في الجدول (7) إلى أن استخدام التسميد المتكامل بين الأسمدة العضوية والمعدنية يسهم في تحقيق زيادة واضحة في إنتاجية نبات الطماطم مقارنة باستخدام أي من المصدرين بشكل منفرد. إذ بلغ متوسط إنتاجية النبات في هذه المعاملة (3.53 كجم/نبات)، متفوقاً تفوقاً معنوياً كبيراً على معاملات التسميد العضوي منفرداً، والتسميد المعدني منفرداً، ومعاملة الشاهد غير المسمدة. ويرجع ذلك إلى أن الأسمدة المعدنية توفر العناصر الغذائية الأساسية بصورة سريعة خلال مراحل النمو والإزهار وتكوين الثمار، مما يدعم تكوين محصول مرتفع، في حين يعمل السماد العضوي على تحسين الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة وزيادة قدرتها على الاحتفاظ بالماء والعناصر الغذائية وتنشيط الكائنات الدقيقة، الأمر الذي يعزز نمو الجذور ويرفع كفاءة امتصاص المغذيات. ويساعد هذا التكامل على تحقيق توازن غذائي واستمرارية في تزويد النبات بالعناصر الضرورية، مما يؤدي إلى زيادة عدد الثمار ومتوسط وزنها وتحسين كفاءة التمثيل الضوئي، وبالتالي ارتفاع إنتاجية النبات الكلية في نبات الطماطم مقارنة باستخدام التسميد المعدني أو العضوي بشكل منفرد (Jiang et al., 2019).

الجدول (7) يبين تأثير إضافة السماد العضوي والسماد المعدني والتداخل بينهما على صفات الإنتاجية (إنتاجية النبات كجم)

المتوسط	متوسط إنتاجية النبات بالكيلوجرام				المعاملات
1.03	1.02	1.04	1.05	1.01	الشاهد
1.74	1.73	1.75	1.77	1.71	السماد عضوي فقط
2.48	2.50	2.49	2.46	2.47	السماد معدني فقط
3.53	3.51	3.55	3.56	3.50	خليط السماد العضوي و المعدني معا
0.02896	L.S.D (5% level)				

الإنتاجية لوحة المساحة (طن/هكتار):

بينت نتائج الجدول (8) أن تطبيق التسميد المتكامل بين الأسمدة العضوية والمعدنية يسهم في زيادة إنتاجية الطماطم بوحدة المساحة (طن/هكتار) مقارنة باستخدام أي من النوعين بشكل منفرد. حيث بلغ متوسط الإنتاجية لوحة المساحة في هذه المعاملة (40.75 طن/هكتار)، متفوقاً تفوقاً معنوياً كبيراً على باقي المعاملات. ويعزى ذلك إلى أن الأسمدة المعدنية توفر العناصر الغذائية الأساسية بصورة سريعة خلال مراحل النمو والإزهار وتكوين الثمار، مما يعزز تكوين محصول مرتفع، في حين يعمل السماد العضوي على تحسين الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة وزيادة محتواها من المادة العضوية وتحسين قدرتها على الاحتفاظ بالماء والعناصر الغذائية، إضافة إلى تنشيط الكائنات الدقيقة المفيدة في التربة. ويساعد هذا التكامل في تحقيق توازن غذائي واستمرارية في تزويد النبات بالمغذيات وتقليل الفاقد من العناصر، مما يؤدي إلى زيادة عدد الثمار ومتوسط وزنها وتحسين كفاءة استخدام الموارد، وبالتالي ارتفاع إنتاجية الطماطم بالطن لكل هكتار مقارنة باستخدام التسميد المعدني أو العضوي وحدهما (Adekiya et al., 2022).

الجدول (8) يبين تأثير إضافة السماد العضوي والسماد المعدني والتداخل بينهما على صفات الإنتاجية (الإنتاجية لوحة المساحة)

المتوسط	الإنتاجية لوحة المساحة طن/هكتار				المعاملات
14.5	13	16	15	14	الشاهد
21.25	21	22	23	19	السماد عضوي فقط
26.25	27	25	26	27	السماد معدني فقط
40.75	40	41	43	39	خليط السماد العضوي و المعدني معا
2.137	L.S.D (5% level)				

الاستنتاجات والتوصيات.

أولاً:- الاستنتاجات:-

- 1- أظهر نظام التسميد المتكامل (العضوي + المعدني) أعلى كفاءة في تحسين النمو الخضري والإنتاجية، حيث سجل أكبر ارتفاع للنبات، وأعلى عدد من الأوراق والأفرع، إضافة إلى أعلى إنتاجية بالطن/هكتار مقارنة ببقية المعاملات.
- 2- حقق التسميد المعدني منفرداً زيادة واضحة في سرعة النمو والإنتاجية، إلا أن تأثيره في تحسين الخصائص الفيزيائية والبيولوجية للتربة كان محدوداً مقارنة بالتسميد العضوي
- 3- ساهم التسميد العضوي وحده في تحسين خصوبة التربة وزيادة عدد الأوراق والأفرع بدرجة معتدلة، لكنه لم يوفر جميع الاحتياجات الغذائية للنبات، مما انعكس على انخفاض الإنتاجية مقارنة بالنظام المتكامل والمعدني.
- 4- سجلت معاملة الشاهد (بدون تسميد) أقل القيم في جميع صفات النمو والإنتاجية، مما يبرز الدور الأساسي للتسميد في تحسين أداء نبات الطماطم تحت الظروف شبه الجافة.

5- يساهم تطبيق النظام المتكامل في رفع كفاءة استخدام العناصر الغذائية، وتحسين خصوبة التربة، وتعزيز قدرة النبات على تحمل الإجهاد البيئي، مما يجعله خياراً مناسباً لتحقيق الزراعة المستدامة في منطقة وادي زم والمناطق المشابهة في ليبيا.

ثانياً:-التوصيات:-

- 1- اعتماد نظام التسميد المتكامل (عضوي + معدني) في زراعة الطماطم لزيادة الإنتاجية وتحسين خصوبة التربة وكفاءة استخدام العناصر الغذائية.
- 2- إضافة السماد العضوي (كمبوست أو سماد بلدي متحلل) بمعدل 20 طن/هكتار قبل الزراعة لتحسين خصائص التربة الفيزيائية والبيولوجية وزيادة احتفاظها بالماء والعناصر الغذائية.
- 3- استخدام الأسمدة المعدنية وفق الجرعات الموصى بها (120 كجم نيتروجين، 60 كجم فسفور، 80 كجم بوتاسيوم/هكتار) لتلبية احتياجات النبات الغذائية أثناء مراحل النمو الحرجة.
- 4- متابعة حالة التربة ومياه الري بانتظام لضمان تحقيق الاستفادة القصوى من التسميد وتقليل الفاقد من العناصر الغذائية.
- 5- تطبيق ممارسات الزراعة المستدامة مثل الري بالتنقيط، مكافحة الآفات والأعشاب الضارة بشكل متوازن، وتشجيع الدراسات الحقلية لتطوير نظم تسميد متكاملة في المناطق شبه الجافة.

References:

- 1- Abd El-Mageed, T. A., Ihab, R., Rady, M. M., Belal, H. E., Mostafa, F. A., Galal, T. M., ...&Mahmoud, A. E. (2023). A new Nutrient-and Antioxidant-Based formulation can sustain tomato production under full watering and drought stress in saline soil. *Plants*, 12(19), 3407. ISSN: 2223-7747. <https://doi.org/10.3390/plants12193407>.
- 2- Adekiya, A. O., Dahunsi, S. O., Ayeni, J. F., Aremu, C., Aboyeji, C. M., Okunlola, F., &Oyelami, A. E. (2022). Organic and inorganic fertilizers effects on the performance of tomato (*Solanum lycopersicum*) and cucumber (*Cucumis sativus*) grown on soilless medium. *Scientific Reports*, 12, Article 12212. ISSN 2045-2322. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-16497-5>.
- 3- Allam, M., Radicetti, E., Marinari, S., Quintarelli, V., Petroselli, V., &Mancinelli, R. (2022). This meta-analysis evaluated the effects of organic and mineral fertilization on soil organic carbon and crop productivity across different tillage practices, as reported in *Agriculture*, 12(4), 464. ISSN: 2077-0472. <https://doi.org/10.3390/agriculture12040464>.
- 4- Brunetti, G., Traversa, A., De Mastro, F., &Cocozza, C. (2019). This study investigated the short-term impact of combining inorganic and organic fertilizers on soil characteristics as well as the yield and quality of plum tomato, as reported in *Scientia Horticulturae*, 252, 342–347. ISSN: 0304-4238. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.04.002>.
- 5- Debosz, K., Petersen, S. O., Kure, L. K., &Ambus, P. (2002). Evaluating effects of sewage sludge and household compost on soil physical, chemical and microbiological properties. *Applied Soil Ecology*, 19(3), 237-248. ISSN: 0304-4238. [https://doi.org/10.1016/S0929-1393\(01\)00191-3](https://doi.org/10.1016/S0929-1393(01)00191-3).
- 6- Disciglio, G., Tarantino, A., &Frabboni, L. (2024). The effect of organic mineral fertilizers, whether applied to the soil or as a foliar spray, on the yield and fruit quality of tomato plants grown using macro mineral nutrients. *Plants*, 13(11), 1458. ISSN: 2223-7747.
- 7- Durmuş, M., &Kızılkaya, R. (2022). The effect of organic fertilizer derived from tomato waste on both tomato yield and selected biological soil properties. *Agronomy*, 12(6), 1253. ISSN: 2073-4395. <https://doi.org/10.3390/agronomy12061253>.
- 8- Fan, H., Zhang, Y., Li, J., Jiang, J., Waheed, A., Wang, S., ...&Zhang, R. (2023). A study of how the use of organic fertilizers affects soil quality, tomato production, and the nutritional value of the fruit. *Sustainability*, 15(3), 2556. ISSN: 2071-1050. <https://doi.org/10.3390/su15032556>.
- 9- Francioli, D., Schulz, E., Lentendu, G., Wubet, T., Buscot, F., &Reitz, T. (2016). Mineral vs. organic amendments: microbial community structure, activity and abundance of agriculturally relevant microbes are driven by long-term fertilization strategies. *Frontiers in microbiology*, 7, 1446. ISSN: 1664-302X. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.01446>.
- 10- Gomez, K. A., & Gomez, A. A. (1984). *Statistical procedures for agricultural research*. John Wiley & sons.

- 11- Hag Husein, H., Lucke, B., Bäumler, R., & Sahwan, W. (2021). Assessing soil fertility in arid and semi-arid lands. *Soil Systems*, 5(3), 42. ISSN: 2571-8789. <https://doi.org/10.3390/soilsystems5030042>.
- 12- Hernández, T., Chocano, C., Moreno, J. L., & García, C. (2014). sustainability of tomato fertilization through the combined application of compost and inorganic fertilizers, as reported in *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 196, 178–184. ISSN: 0167-8809. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2014.07.006>.
- 13- Islam, M., S. Islam, A. Akter, M. H. Rahman, & D. Nandwani (2017). The effect of the use of organic and inorganic fertilizers on soil properties as well as on the growth, productivity and quality of tomato crops in Mymensingh, Bangladesh. *Agriculture*, 7(3), Article 18. ISSN 2077-0472. <https://doi.org/10.3390/agriculture7030018>.
- 14- Javaria, S., & Khan, M. Q. (2010). This study explored the influence of integrated nutrient management on tomato yield, fruit quality, and soil environmental conditions, demonstrating the positive role of balanced fertilization in improving crop performance, as reported in *Journal of Plant Nutrition*, 34(1), 140–149. ISSN: 0190-4167. <https://doi.org/10.1080/01904167.2011.531605>.
- 15- Jiang, L. L., Liu, J., Zhao, T. K., & Du, L. F. (2019). This meta-analysis assessed the combined use of organic and inorganic fertilizers and their influence on tomato yield and fruit quality, highlighting the effectiveness of integrated fertilization strategies in improving crop productivity, as reported in *Journal of Plant Nutrition and Fertilizers*, 25(4), 601–610. ISSN: 1008-505X.
- 16- Li, B., & Shen, L. (2024). Effects of soluble organic fertilizer combined with inorganic fertilizer on greenhouse tomatoes with different irrigation techniques. *Agriculture*, 14(2), 313. ISSN 2077-0472. <https://doi.org/10.3390/agriculture14020313>.
- 17- Li, Y., Zhang, R., Zhang, C., Li, Q., Nie, L., Wang, C., & Wang, X. X. (2025). Integrative approaches to nutrient management in tomato cultivation for improved sustainability and productivity. *Frontiers in Plant Science*, 16, 1626136. ISSN: 1664-462X.
- 18- Abouzaytonh, A. M., & Albaba, H. B. (2025). The effect of planting dates and plant density on grain yield and some growth traits of yellow maize (*Zea mays* L.) in Kufra region, Libya. *Bani Waleed University Journal of Humanities and Applied Sciences*, 10(3), 389-403.
- 19- Hamad, A. A. A., & Abdalmeded, S. M. (2024). Effect of pinching treatment and foliar spray with paclobutrazol in growth and flowering of Dahlia as a flowering potted plant. *Bani Waleed University Journal of Humanities and Applied Sciences*, 9(5), 25-34.
- 20- Liu, E., C. Yan, X. Mei, W. He, S. H. Bing, L. Ding, ... & T. Fan (2010). Evaluating the long-term effects of chemical fertilizers, crop residues, and compost on both the chemical and biological properties of soil in Northwest China. *Geoderma*, 158(3-4), 173-180. ISSN: 0016-7061. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2010.04.029>.
- 21- Naciri, R., Rajib, W., Chtouki, M., Zeroual, Y., & Oukarroum, A. (2022). This research analyzed how adjusting the balance between potassium and phosphorus in hydroponic nutrient solutions affects tomato plant growth and enhances nutrient uptake efficiency, as published in *Physiology and Molecular Biology of Plants*, 28(4), 763–774. ISSN: 0971-5894. <https://doi.org/10.1007/s12298-022-01178-4>.
- 22- Altaib, M. O. (2024). Impact of probiotic and/or organic acid salts supplementation on reproductive performance and blood biochemistry in Does rabbits. *Bani Waleed University Journal of Humanities and Applied Sciences*, 9(5), 556-572.
- 23- Rehman, I., Riaz, M., Ali, S., Arif, M. S., Ali, S., Alyemeni, M. N., & Alsahli, A. A. (2021). Evaluating the effect of combining biochar and farm manure under optimal mineral fertilization on tomato growth, soil organic carbon, and biochemical quality in low-fertility soils. *Sustainability*, 13(5), 2652. ISSN: 2071-1050. <https://doi.org/10.3390/su13052652>.
- 24- Sahrawat, K. L., Wani, S. P., Pathak, P., & Rego, T. J. (2010). This review examined strategies for managing natural resources in semi-arid tropical watersheds, focusing on improving soil and water quality to enhance agricultural productivity, as reported in *Agricultural Water Management*, 97(3), 375–381. ISSN: 0378-3774. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2009.10.012>.
- 25- Sanjay Kumar, S. K., Singh, R. N., Choudhary, V. P., & Neeraj, N. (2017). A study of the Effect of integrated nutrient management on growth and yield of tomato in Begusarai district of Bihar.

- Indian Journal of Horticulture*, 74(4).ISSN: 0974-0112. <https://doi.org/10.5958/0974-0112.2017.00104.9>.
- 26- Sime, G., Lolamo, T., Keneni, Y. G., & Senbeta, A. F. (2025). Effect of the combined use of biofertilizer and chemical fertilizers on the growth and production of tomatoes (*Solanum lycopersicum* Mill.). *International Journal of Vegetable Science*, 31(1), 65-84. ISSN: 1931-5260. <https://doi.org/10.1080/19315260.2024.2445293>.
- 27- Sitzmann, T., A. Alpignano, C. Lerda, B. Moretti, L. Zavattaro, & C. Grignani (2024). Response of tomato to innovative organo-mineral fertilizers. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 8, 1385828. ISSN: 2571-581X.
- 28- Traoré, A., Bandaogo, A. A., Savadogo, O. M., Saba, F., Ouédraogo, A. L., Sako, Y., & Ouédraogo, S. (2022). This study evaluated different organo-mineral fertilizer combinations to enhance tomato (*Solanum lycopersicum* L.) growth and improve overall crop performance, as reported in *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5, 694628. ISSN: 2571-581X.
- 29- Wang, X., Zhao, M., Liu, B., Zou, C., Sun, Y., Wu, G., & Chen, X. (2020). This study demonstrated that implementing an integrated systematic approach can enhance greenhouse tomato yield while minimizing environmental losses, as reported in *Journal of Environmental Management*, 266, 110569. ISSN: 0301-4797. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110569>.
- 30- Yang, J., Mattoo, A. K., Liu, Y., Zvomuya, F., & He, H. (2023). The trade-offs between using organic and combined organic-inorganic fertilizers on both the quality and yield of tomato crops: a global meta-analysis (1992–2021). *European Journal of Agronomy*, 151, 126985. ISSN 1161-0301. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2023.126985>.
- 31- Zhang, F., Liu, Y., Liang, Y., Dai, Z., Zhao, Y., Shi, Y., ... & Ahammed, G. J. (2024). Improving the yield and quality of tomato by using organic fertilizer and silicon compared to reducing chemical nitrogen fertilization. *Agronomy*, 14(5), 966. ISSN: 2073-4395. <https://doi.org/10.3390/agronomy14050966>.

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 **JLABW** and/or the editor(s). **JLABW** 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.