مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية
مجلد 42 العدد 2(2026): 15-29

Damascus University Journal for Agricultural Sciences
Vol 42-No.2 (2026): 15-29

مقارنة بين توصيتين سماديتين وفق بعض المؤشرات الإنتاجية والنوعية للبندورة في الزراعة المحمية

هبه نهاد صبح[1*]، عبد الوهاب سينو مرعي[2]، رياض عبد القادر بلديه[3]

1- مهندسة في البحوث العلمية الزراعية، طالبة دراسات عليا (دكتوراه)، قسم الهندسة الريفية، كلية الزراعة، جامعة دمشق. hiba.sobh@damascusuniversity.edu.sy

2- أستاذ في قسم علوم الأغذية، كلية الزراعة، جامعة دمشق.

3- أستاذ في قسم الهندسة الريفية، كلية الزراعة، جامعة دمشق.

الملخص:

نُفذ البحث في محطة بحوث الصنوبر في اللاذقية التابعة للهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، خلال الموسمين 2020 / 2021 لتحديد تأثير توصيتين سماديتين مختلفتين لمحصول البندورة (صنف دومنا) في بعض المؤشرات المدروسة ضمن ظروف الزراعة المحمية.

صُممت التجربة على أساس القطاعات العشوائية الكاملة، بتطبيق معاملتين سماديتين (معاملة T1 وفق إنتاجية 6 طن، معاملة T2 وفق توصية وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي) في ثلاث مكررات.

تم حساب الكميات السمادية الواجب إضافتها للمحصول ودُرِس تأثير المعاملتين على كل من (طول النبات، الإنتاجية، وزن العشر ثمرات، تركيز العناصر N,P,K في الثمار).

أظهرت النتائج تفوق معاملة التسميد المقترحة T1 معنوياً من حيث طول البنات، ووزن العشر حبات، وبمتوسط إنتاجية 5.8 طن للبيت البلاستيكي، ونسبة البوتاسيوم والآزوت والفوسفور في الثمار بالمقارنة مع معاملة التسميد T2 الموصى بها من الوزارة.

الكلمات المفتاحية: البندورة، الإنتاجية، زراعة محمية، توصية سمادية، عناصر N,P,K.

تاريخ الإيداع:2023/12/02
تاريخ القبول: 2023/12/19

حقوق النشر: جامعة دمشق – سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص CC BY-NC-SA 04

A comparison between two fertilizer recommendations according to some productivity and quality indicators for tomatoes in protected agriculture

Hiba Nehad subeh[1*], Abd alwahab Seno Merae[2], Riad Abd alkader Baladieh[3]

1- Phd Student, Dep. Rural Engineering, Damascus University.
hiba.sobh@damascusuniversity.edu.sy

2- Professor, Dep. Food science, Damascus University.

3- Professor, Dep. Rural Engineering, Damascus University.

Received: 02/12/2023
Accepted:19/12/2023

Copyright: Damascus University- Syria, The authors retain the copyright under a
CC BY- NC-SA

Abstract:

The research was carried out at Alsanobar Research Station – Lattakia – General Commission for Scientific Agricultural Research (GCSAR). During the two seasons 2020–2021 to determine the effect of two different fertilizer recommendations of the tomato crop (Lycopersicom esculentum) on some of the studied indicators under protected agriculture conditions.

Two fertilizer treatments (T1 treatment according to a productivity of 6 tons, T2 treatment according to the Ministry's Agricultural recommendation) in Three replications by using full random sectors.

The amounts of fertilizer to be added to the crop were calculated, and the effect of the two treatments on (plant height, productivity, weight of ten fruits, and concentration of elements N, P, K in the fruits) was studied.

The results showed that the proposed fertilization treatment T1 was significantly superior in terms of the length of the shoots, the weight of ten fruits, the average productivity of the greenhouse 5.8 ton/house, and the percentage of potassium, nitrogen and phosphorus in the fruits compared to the T2 fertilization treatment recommended by the Ministry's Agricultural recommendation.

Key words: Tomatoes, Productivity, Protected Agriculture, Fertilizer Recommendation, N, P, and K Elements

1- المقدمة:

مع تطور أساليب الزراعة وتوسع الزراعات المحمية، ازدادت بشكل مضطرد كميات الأسمدة العضوية والكيماوية المضافة لكن دون الاستناد إلى توصيات علمية محددة للكميات الاقتصادية والمناسبة اللازمة للمحاصيل المزروعة (القواسمي وآخرون،2012).

حيث يعتقد المزارعون أنه كلما زادت كمية الأسمدة زاد الإنتاج دون النظر الى القيم الاقتصادية والبيئية وعليه يجب تحديد الكمية المثلى لأعلى انتاج ممكن وخاصةً بعد الارتفاع المستمر في أسعار الأسمدة المعدنية، حيث دعت الحاجة إلى إضافة الأسمدة بكميات مناسبة دون الإفراط في استخدامها الذي قد ينجم عنه مخاطر قد تؤدي إلى تلوث المياه الجوفية وخاصة بعنصر الآزوت الذي يعد من العناصر سريعة الرشح ولا تحتفظ به التربة (بلديه والشاطر، 2014).

أدت زيادة الطلب على الخضار إلى زيادة المساحة المزروعة واعتماد الزراعة المكثفة في البيوت المحمية لتأمين إنتاج على مدار السنة. إلا أن زيادة الضغط على التربة والإفراط في استخدام الأسمدة الكيميائية يضعف التربة ويفقدها توازنها البيئي وبالتالي تعطي شتولاً ضعيفة وأكثر عرضة للإصابة بالأمراض والحشرات التي تلحق خسائر كبيرة في الإنتاج الزراعي، فيصبح المزارع مضطراً إلى تكثيف رش المبيدات الكيميائية مما يرفع من كلفة الإنتاج ومن نسبة الأثر المتبقي في المنتج، لذلك يجب إعادة النظر في الطرائق الزراعية واعتماد التقانات الجديدة والإدارة الزراعية المتكاملة لاسيما في زمن الانفتاح التجاري وشدة المنافسة العالمية (موسى وآخرون،2008).

يعدّ نبات البندورة من أهم المحاصيل الخضرية الاقتصادية، وأوسعها انتشاراً في العالم. كما تعد البندورة المحصول الثاني في الأهمية من بين محاصيل الخضار عالمياً بعد البطاطا، وتشغل المرتبة الأولى بين الخضروات في الزراعة المحمية في المنطقة الساحلية حيث تشكل المساحات المحمية المزروعة بالبندورة نحو 70 %من إجمالي المساحات المحمية المستثمرة في سورية، وذلك نظراً لما تتمتع به من قيمة غذائية عالية، ولعائدها الاقتصادي المرتفع، ولأهميتها في رفع مستوى المعيشة، وتأمين فرص عمل كثيرة للمزارعين، مما يساهم في دعم الاقتصاد الوطني للقطر العربي السوري (حايك وحورية،2015).

تنتمي البندورة Lycopersicom esculentum للعائلة الباذنجانية Solanacea وهي نبات حولي عشبي، والتلقيح الذاتي هو السائد فيه وقد تحدث ما نسبته 1-5% من التلقيح الخلطي بوساطة الحشرات. تزرع البندورة في جميع أنواع الترب بدءاً من التربة الخفيفة الرملية الصفراء (الحصول على إنتاج مبكر) والرملية الطينية إلى التربة الطينية الثقيلة (الحصول على إنتاج كبير وخلال موسم نمو طويل) شرط أن تكون جيدة الصرف غنية بالمواد العضوية (أبو زيد ونحال، 2012).

تختلف مواعيد الزراعة حسب الظروف المناخية السائدة ونوع التربة وطريقة الزراعة، ففي العروة الربيعية تزرع الشتول في شهر شباط في الزراعة المحمية (موسى وآخرون،2008).

تزرع البندورة في سوريا في ثلاث عروات (ربيعية وخريفية وصيفية) ومعظمها زراعات مروية، وحسب المجموعة الإحصائية لعام 2019 تأتي درعا بالمرتبة الأولى من حيث المساحة المزروعة (4113 هكتار) والإنتاج (502420 طن) والغلة (122154 كغ/هكتار). وتبلغ المساحات المزروعة من البندورة في اللاذقية (446) هكتار بإنتاج (11174) طن وغلة (25054) كغ/هكتار، منها (155) هكتار تزرع عروة ربيعية بإنتاج (4365) طن وغلة (28161) كغ/ هكتار.

تتطلب البندورة توفير كمية كافية من العناصر المغذية لتحقيق النمو الصحي المستمر للأوراق وتشكيل ثمار عالية الجودة، حيث إن التسميد على منوال أسبوعي أو أقل من أسبوع يضمن الحفاظ على مستويات كافية من المغذيات في منطقة انتشار الجذور خلال فترات النمو الهامة من حياة المحصول، كما أن شكل السماد وطريقة الري المستخدمة والطور الفينولوجي للنبات تحدد لدرجة كبيرة مواعيد إضافة السماد (أبو زيد ونحال;2012).

إن إدارة برنامج متوازن في التغذية للمحصول يمكن تحقيقه فقط عند الفهم الواضح للأدوار الرئيسية لجميع العناصر المغذية، حيث تعتبر إدارة النيتروجين (الآزوت) عاملاً يؤثر على نمو النبات، والتمثيل الضوئي، وجودة الثمار، ويتم تطبيقها عمومًا بجرعات صغيرة خلال موسم النمو لتجنب خسائر النيتروجين (الآزوت) المفرطة وغالبًا يكون التسميد مع مياه الري (Wang et al., 2010; Ronga et al., 2015). كما أن متطلبات التسميد بالنيتروجين تختلف خلال مراحل موسم النمو للنبات، ليكون أعلى احتياج آزوتي خلال المرحلة الخضرية بامتصاص إجمالي يبلغ حوالي 300 كغ نتروجين/ هكتار .(Ronga et al., 2017). وقد وجد أن تطبيق الري الناقص بمقدار 400 ملم لموسم النمو مع التسميد بالنيتروجين (الآزوت) بمعدل 200 كغ نتروجين/ هكتار يحسن إنتاج البندورة في منطقة زراعة في جنوب شرق إيطاليا (Rinaldi et al, 2007).

كما أن كمية العناصر المغذية التي تمتصها الشعيرات الجذرية للوصول للتراكيز المثلى من العناصر في أجزاء النبات تختلف تبعاً للظروف البيئية ونوع التربة وطريقة الري المستخدمة وعوامل عدة متداخلة فيما بينها. بالتالي لتحديد كمية السماد الواجب إضافتها لوحدة المساحة يمكن اعتماد المعدلات التي يحتاجها المحصول من العناصر المغذية (كغ) لإنتاج طن واحد من الثمار أو لتشكيل أجزاء النبات المختلفة.

وقد تم تحديد معامل الاستفادة للعناصر المغذية من الأسمدة الكيماوية حسب نوع التربة وفق الجدول الآتي (القواسمي،2012):

الجدول (1) معامل الاستفادة للعناصر المغذية من الأسمدة الكيماوية (%) حسب نوع التربة.

التربة	الوصف	الآزوتN	الفوسفور P_2O_5	البوتاسيومK_2O
رملية	الخفيفة	% 40	% 20	% 40
طمي– طيني	المتوسطة	% 52	% 35	% 52
طينية	الثقيلة	% 65	% 40	% 65

أما معامل الاستفادة للعناصر المغذية من الأتربة المختلفة (القواسمي,2012) فقد حدد في الجدول التالي:

الجدول (2) معامل الاستفادة للعناصر المغذية من الأتربة المختلفة (%).

الآزوت N	الفوسفور P_2O_5	البوتاسيوم K_2O
% 20	% 12	% 25

والجدول التالي يبين محتوى نبات البندورة من العناصر المغذية في أجزائه المختلفة (الزعبي وآخرون، 2013):

الجدول (3) محتوى المادة الجافة للورقة والثمرة من العناصر الكبرى (%)

المادة الجافة للورقة %			المادة الجافة هوائياً للثمرة %		
N	P	K	N	P_2O_5	K_2O
3 -3.4	0.28 – 0.35	3.5 – 1.7	0.26	0.07	0.32

وبلغت التراكيز المثلى في الأوراق الجافة الموصى بها حسب (Grubinger,2015) كما يلي:

الجدول (4) محتوى المادة الجافة للورقة من العناصر المغذية

مراحل النمو	% N	% P	% K
قبل الإثمار	4 – 5	0.5 – 0.8	3.5 – 4.5
خلال الإثمار	3.5 – 4	0.4 – 0.6	2.8 – 4

وتراوحت القيم المثلى من العناصر المغذية في مصادر أخرى بين 0.36% للفوسفور و0.30% للبوتاسيوم من الوزن الرطب للثمار (Laboski and Peters, 2012)، بينما قُدرت نسب العناصر دون تحديد درجة حرارة التجفيف بـ 1.55% للآزوت و0.50% للفوسفور و1.32% للبوتاسيوم من الوزن الجاف للثمار، و1.30% N و0.45% P و1.12% K في النبات (Tekal et al, 2017). في حين بلغت 3.74% للآزوت عند تجفيف الثمار على درجة حرارة 65 درجة مئوية و0.66% للفوسفور و5.4% للبوتاسيوم عند الترميد على درجة حرارة 550 درجة مئوية وذلك لإنتاجية 43.9 طن/هـ (Tonfack et al,2009).

أما بالنسبة للمحتوى الأمثل من العناصر المغذية في النبات الكامل لإنتاج 1 طن من ثمار البندورة على أساس الكمية المزاحة من التربة من كامل النبات فقد بلغت في التربة الرملية القيم التالية: 5.78 كغ N و2.69 كغ P2O5 و5.87 كغ K2O (دليل إنتاج الخضراوات، 2015)، بينما كان المحتوى الأمثل للعناصر المغذية في الزراعة المحمية في تربة طمية طينية 4.5 كغ N و2.5 كغ P205 و6.5 كغ K2O وفق (القواسمي،2012).

وتراوحت القيم حسب نوع الزراعة بين 3 كغ N و1.1 كغ P2O5 و6 كغ K2O في الزراعة المحمية بطول موسم نمو 250– 270 يوم، و2.5 كغ N و2.5 كغ P2O5 و5 كغ K2O في الزراعة الخارجية بطول موسم نمو 150 يوم (موسى وآخرون، 2008).

واختلفت الكميات حسب توقيت الزراعة المحمية فقد كانت في الزراعة المحمية الخريفية 2.5– 3.3 كغ N و0.9 –2.5 كغ P2O5 و5–6.7 كغ K2O، وفي الزراعة المحمية الربيعية للموسم الطويل 2.4 كغ N و0.9 كغ P2O5 و4.8 كغ K2O أما في الزراعة الخارجية فكانت 2–2.5 كغ N و2–2.5 كغ P2O5 و2–2.5 كغ K2O (أبو زيد ونحال،2012).

2– مبررات البحث:

إن البندورة المزروعة في البيوت المحمية على الرغم من أهميتها الاقتصادية تتعرض للكثير من المعوقات في مواسم زراعتها، ومن أهمها ارتفاع أسعار مستلزمات الإنتاج، حيث أنّ الزيادة المستمرة في سعر المدخلات الزراعية أدت إلى مضاعفة تكلفة إنتاج وحدة المساحة من البندورة. وأحد أهم هذه المدخلات الزراعية هي الأسمدة المعدنية التي بات من الصعب تأمينها في ظل الظروف الاقتصادية الراهنة لقلة توافرها وارتفاع أسعارها، إضافة إلى قلة الدراسات التي تُعنى بتحديد كميات الأسمدة الواجب إضافتها للبندورة في الزراعة المحمية والاستفادة منها.

من جهة أخرى لا توجد توصية سمادية في ظروف الزراعة المحمية للبندورة إنما توجد توصية تحت اسم (بندورة سقي وبندورة بعل)، وإن التوصية السمادية المعتمدة في وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي لمجمل المزروعات تعطي الكميات السمادية اللازمة دون مراعاة عوامل كثيرة لها تأثيرها على كمية العناصر المغذية الموجودة في التربة والتي يستفيد منها النبات مثل معامل الاستفادة من العناصر المغذية الموجودة في التربة وفقاً لنوع التربة. كما أنها لا تراعي معامل الاستفادة من السماد العضوي والمعدني وفقاً لنوعه ولنوع التربة، ولا كمية العناصر المغذية الموجودة في ماء الري، ولا تراعي الإنتاجية وكمية السماد اللازمة لإنتاج كل طن.

حيث أن توصية الوزارة لتسميد البندورة تقتصر على ما هو مذكور في الجدول التالي:

الجدول (5) توصية وزارة الزراعة السمادية للبندورة (الزعبي وآخرون، 2013)

المحصول	الاحتياج من الفوسفور بصورة P_2O_5 (كغ/هـ)						الاحتياج من الآزوت بصورة N (كغ/هـ)					الاحتياج من البوتاس بصورة K_2O (كغ/هـ)							
	نتائج التحاليل المخبرية للفوسفور (مغ/كغ)						نتائج التحاليل المخبرية للآزوت المعدني (مغ/كغ)					نتائج التحاليل المخبرية للبوتاسيوم (مغ/كغ)							
	<2	3.1-5	5.1-7	7.1-9	9.1-12	>12	<5	5.1-9	9.1-15	15.1-20	>20	<60	61-120	121-160	161-240	241-350	351-360	361-420	>420
بندورة بعل	110	100	80	60	30	-	100	90	80	40	-	80	75	70	60	45	30	20	-
بندورة سقي	140	130	120	80	50	-	200	190	180	120	80	160	150	140	120	90	60	40	-

3-أهداف البحث:

- اختبار التوصية السمادية المقترحة للبندورة من خلال المؤشرات المدروسة (طول النبات، الإنتاجية ووزن10 حبات بندورة، تركيز N,P,K في الثمار)، ومقارنة التوصية الجديدة مع توصية وزارة الزراعة.

4-مواد وطرائق البحث:

تم تنفيذ البحث في محطة بحوث الصنوبر- مركز البحوث العلمية الزراعية في اللاذقية التابعة للهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، التي تتميز بتربة رملية.

تم تعقيم تربة البيت البلاستيكي المستخدم في كل موسم من موسمي الزراعة باستخدام مادة ميتام الصوديوم وتغطيتها جيداً بغطاء بلاستيكي لمدة 40 يوماً ثم تهويتها لمدة أسبوع، بعد ذلك تم إجراء حراثة عميقة للمنطقة المراد زراعتها قبل أربعة أسابيع من تاريخ نقل الشتول وذلك بإجراء فلاحتين متعامدتين على عمق 40 سم وبفاصل أسبوع بينهما، ثم أُضيفت الأسمدة الأساسية قبل الزراعة في حزام بعرض 30 سم على طول كل خط وتم خلطها جيدا بالتربة حتى عمق 15 - 10 سم على طول هذا الحزام من السماد .أُضيفت وخُلطت الأسمدة في التربة قبل أسبوعين من نقل الشتول للحقل(دليل إنتاج الخضراوات ،2015).

تمت زراعة بذور الصنف دومنا في صواني التشتيل لكل موسم زراعة، وكان متوسط زمن الإنبات للموسمين بعد حوالي 15 يوم، ثم تم نقل الشتول إلى الصالة بعمر وسطي للموسمين حوالي 55 يوماً، وقد زُرعت الشتول في أسلوب الزراعة الكثيف في خطوط مجهزة مسبقاً على مسافات 70 سم بين الخطوط و 40سم بين النبات والآخر على طول الخط، وكانت الزراعة كموسم قصير في بداية شهر شباط في موسمي الزراعة للتجربة.

تم الري بشبكة ري بالتنقيط باستخدام أنابيب ونقاطات خارجية (4L/h) بتباعد 40 سم، وفي مقدمة كل خط سكر بلاستيك للتحكم بالإيقاف والتشغيل بما يناسب زمن الري المطبق. وتم ري التربة عند وصول المحتوى الرطوبي لها في المعاملات إلى 80% من السعة الحقلية، لتصبح 100%.

4-1- التوصية السمادية المقترحة:

أولاً: السماد الآزوتي:

$$N=\{(A+B+C)-(D+E+F)\} *NS$$

N= كمية الآزوت على شكل N كغ/ دونم ومن ثم تم تقدير كمية السماد الآزوتي وفقاً لنوع السماد المستخدم.

A= (كمية الآزوت الموجود في الجزء الثمري كغ) = {إنتاجية الدونم من ثمار البندورة (طن)}*{ المحتوى الأمثل N في الثمار * (100/1000) (كغ/طن)}

B = (كمية الآزوت الموجود في الجزء الخضري كغ) = {إنتاجية الدونم من المجموع الخضري للبندورة (طن مادة جافة)}*{المحتوى الأمثل N% في المجموع الخضري (مادة جافة)* (100/1000) (كغ/طن)}

C = (كمية الآزوت الموجود في المجموع الجذري كغ) = {إنتاجية الدونم من المجموع الجذري للبندورة (طن مادة جافة)}*{المحتوى الأمثل N% في المجموع الجذري (مادة جافة)* (100/1000)} (كغ/طن)}

تم اعتماد الكمية المزاحة من التربة والمتركزة في كامل النبات مقدرة بالكغ لإنتاج واحد طن من البندورة وتم ضربها بعدد أطنان الإنتاجية المتوقعة. وذلك لعدم توفر الأرقام الكافية مرجعياً لكل جزء نباتي على حدى. وتم اعتماد الكمية المزاحة وفق أعلى الأرقام المرجعية التي تناسب ظروف التجربة. وكذلك تم اعتماد رقم الإنتاجية للبيت البلاستيكي الوارد في المجموعة الإحصائية لوزارة الزراعة (2019) في معاملة التسميد T1 والبالغ 6 طن/البيت.

D=كمية الآزوت على شكل N المعدني في التربة كغ = {مساحة الدونم بالمتر المربع* العمق بالمتر * الكثافة الظاهرية طن/متر مكعب*1000 للتحويل لـ(Kg)* N في التربة (مغ/كغ)/1000000 (للتحويل لـ Kg)* معامل الاستفادة من آزوت التربة وفقاً لنوعها%}.

- تم اعتماد معامل الاستفادة من آزوت التربة حسب القواسمي (2012) ويساوي 20%.
- تم حساب الكثافة الظاهرية لتربة الدراسة عن طريق أسطوانة الكثافة وكانت قيمتها للموسم الأول 1.13غ/سم^3، وللموسم الثاني 1.01 غ/سم^3 ، وكانت قيمتها بالمتوسط لموسمي الزراعة 1.07غ/سم^3.
- تم اعتماد قيمة وسطية للعمق الفعال للجذور 35 سم.

E = كمية الآزوت القابلة للإفادة على شكلN الموجودة في السماد العضوي كغ = {كمية السماد العضوي المتخمر المضافة لدونم Kg * معامل الاستفادة من آزوت السماد العضوي المخمر%}.

- تم اعتماد معامل الاستفادة من آزوت السماد العضوي حسب القواسمي (2012) ويساوي 0.50%.

F=كمية الآزوت القابل للإفادة في ماء الري كغ = {كمية ماء الري المضافة لدونم خلال موسم كامل باللتر * تركيز الآزوت في ماء الري (مغ/ل) /1000000(للتحويل إلى كغ)}

وقد تم تحليل مياه الري المستخدمة وكانت قيم العناصر فيها مهملة لا تذكر.

NS= معامل الاستفادة من آزوت السماد المعدني الآزوتي وفقاً لنوع التربة %

- تم اعتماد معامل الاستفادة من آزوت السماد المعدني الآزوتي حسب نوع اتربة الزراعة كمتوسط من الدراسات المرجعية يساوي 45 %.

ثانياً: السماد الفوسفوري:

$$P=\{(A+B+C)-(D+E+F)\} *PS$$

P = كمية الفوسفور على شكل P كغ/دونم ومن ثم نحول إلى P_2O_5 كغ/دونم ومن ثم تقدر كمية السماد الفوسفوري وفقاً لنوع السماد المستخدم.

A= (كمية الفوسفور الموجود في الجزء الثمري كغ) = إنتاجية الدونم من ثمار البندورة (طن)*{ المحتوى الأمثل P % في الثمار * (100/1000)} (كغ/طن)}.

B = (كمية الفوسفور الموجود في الجزء الخضري كغ) = إنتاجية الدونم من المجموع الخضري للبندورة (طن مادة جافة)*{المحتوى الأمثل P % في المجموع الخضري (مادة جافة)* (100/1000)} (كغ/طن)}.

C = (كمية الفوسفور الموجود في المجموع الجذري كغ) = إنتاجية الدونم من المجموع الجذري للبندورة (طن مادة جافة)*{المحتوى الأمثل P % في المجموع الجذري (مادة جافة)* (100/1000)} (كغ/طن)}.

تم اعتماد الكمية المزاحة من التربة والمتركزة في كامل النبات مقدرة بالكغ لإنتاج واحد طن من البندورة وسيتم ضربها بعدد أطنان الإنتاجية المتوقعة. وذلك لعدم توفر الأرقام الكافية مرجعياً لكل جزء نباتي على حدى. وتم اعتماد الكمية المزاحة وفق أعلى الأرقام المرجعية التي تناسب ظروف التجربة. وكذلك تم اعتماد رقم الإنتاجية للبيت البلاستيكي الوارد في المجموعة الإحصائية لوزارة الزراعة (2019) في معاملة التسميد T1 والبالغ 6 طن/البيت.

D= كمية الفوسفور على شكل P في التربة كغ = {مساحة الدونم بالمتر المربع* العمق بالمتر* الكثافة الظاهرية طن/متر مكعب*1000 للتحويل لـ(Kg)* P في التربة (مغ/كغ)/1000000 (للتحويل لـ Kg)* معامل الاستفادة من فوسفور التربة وفقاً لنوعها%}.

- تم اعتماد معامل الاستفادة من فوسفور التربة حسب القواسمي (2012) ويساوي 12 %.

E = كمية الفوسفور القابلة للإفادة على شكلP الموجودة في السماد العضوي كغ = {كمية السماد العضوي المتخمر المضافة لدونم Kg* معامل الاستفادة من فوسفور السماد العضوي المخمر%}.

- تم اعتماد معامل الاستفادة من فوسفور السماد العضوي حسب القواسمي (2012) ويساوي 0.25%.

F= كمية الفوسفور القابل للإفادة في ماء الري كغ = {كمية ماء الري المضافة لدونم خلال موسم كامل باللتر* تركيز الفوسفور في ماء الري (مغ/ل) /1000000(للتحويل إلى كغ)}.

PS = معامل الاستفادة من فوسفور السماد المعدني الفوسفوري وفقاً لنوع التربة %

- تم اعتماد معامل الاستفادة من فوسفور السماد المعدني الفوسفوري حسب نوع اتربة الزراعة كمتوسط من الدراسات المرجعية يساوي 27 %.

ثالثاً: السماد البوتاسي:

$$K=\{(A+B+C)-(D+E+F)\} *KS$$

K = كمية البوتاسيوم على شكل K كغ/دونم ومن ثم نحول إلى K2O كغ/دونم ومن ثم تقدر كمية السماد البوتاسي وفقاً لنوع السماد المستخدم.

A= (كمية البوتاسيوم الموجود في الجزء الثمري كغ) = إنتاجية الدونم من ثمار البندورة (طن)*{ المحتوى الأمثل K % في الثمار* (100/1000)} (كغ/طن)}.

B = (كمية البوتاسيوم الموجود في الجزء الخضري كغ) = إنتاجية الدونم من المجموع الخضري للبندورة (طن مادة جافة)*{المحتوى الأمثل K % في المجموع الخضري (مادة جافة)* (100/1000)} (كغ/طن)}.

C = (كمية البوتاسيوم الموجود في المجموع الجذري كغ) = إنتاجية الدونم من المجموع الجذري للبندورة (طن مادة جافة)*{المحتوى الأمثل K % في المجموع الجذري (مادة جافة)* (100/1000)} (كغ/طن)}.

تم اعتماد الكمية المزاحة من التربة والمتركزة في كامل النبات مقدرة بالكغ لإنتاج واحد طن من البندورة وسيتم ضربها بعدد أطنان الإنتاجية المتوقعة. وذلك لعدم توفر الأرقام الكافية مرجعياً لكل جزء نباتي على حدى. وتم اعتماد الكمية المزاحة وفق أعلى الأرقام المرجعية التي تناسب ظروف التجربة، وكذلك تم اعتماد رقم الإنتاجية للبيت البلاستيكي الوارد في المجموعة الإحصائية لوزارة الزراعة (2019) في معاملة التسميد T1 والبالغ 6 طن/البيت.

D = كمية البوتاسيوم على شكل K في التربة كغ = {مساحة الدونم بالمتر المربع* العمق بالمتر * الكثافة الظاهرية طن/متر مكعب*1000 للتحويل لـ(Kg)* K في التربة (مغ/كغ)/1000000 (للتحويل لـ Kg)* معامل الاستفادة من بوتاسيوم التربة وفقاً لنوعها%}.

- تم اعتماد معامل الاستفادة من بوتاسيوم التربة حسب القواسمي (2012) ويساوي 25 %.

E = كمية البوتاسيوم القابلة للإفادة على شكل K الموجودة في السماد العضوي كغ = {كمية السماد العضوي المتخمر المضافة لدونم Kg* معامل الاستفادة من بوتاسيوم السماد العضوي المخمر%}.

- تم اعتماد معامل الاستفادة من بوتاسيوم السماد العضوي حسب القواسمي (2012) ويساوي 0.50%.

F= كمية البوتاسيوم القابل للإفادة في ماء الري كغ = {كمية ماء الري المضافة لدونم خلال موسم كامل باللتر * تركيز البوتاسيوم في ماء الري (مغ/ل) /1000000(للتحويل إلى كغ)}.

KS = معامل الاستفادة من بوتاسيوم السماد المعدني البوتاسي وفقاً لنوع التربة %

- تم اعتماد معامل الاستفادة من بوتاسيوم السماد المعدني البوتاسي حسب نوع اتربة الزراعة كمتوسط من الدراسات المرجعية يساوي 45 %.

4-2- كميات الأسمدة المضافة:

تم اعتماد كميات العناصر المزاحة من التربة والمتركزة في كامل النبات مقدرة بالكغ لإنتاج واحد طن من البندورة كما يلي:

N	P2O5	K2O
4.5	2.5	6.5

وبالتالي كانت كميات العناصر اللازمة المقدرة للمعاملات تبعاً للأرقام المعتمدة كما هو مبين في الجدول (6):

الجدول (6) احتياج المعاملات من العناصر المغذية

المعاملة	الإنتاجية المتوقعة كغ/قطعة تجريبية	الاحتياج من الآزوت N كغ	الاحتياج من الفوسفور P كغ	الاحتياج من البوتاسيوم K كغ
T1	0.264	1.188	0.66	1.716
T2	لا إنتاجية متوقعة	تبعاً لتوصية وزارة الزراعة	تبعاً لتوصية وزارة الزراعة	تبعاً لتوصية وزارة الزراعة

في الموسم الأول تم أخذ العينات الترابية قبل الزراعة وكانت نتائج التحاليل للعينات حسب الجدول التالي:

الجدول (7) تحليل التربة للموسم الأول

العمق	معلق 5:1		غرام/100غرام تربة		ملغ/كغ			التحليل الميكانيكي %		
	PH	EC dS/m	كربونات كلية	المادة العضوية	الآزوت المعدني (N)	الفوسفور المتاح (p)	البوتاس المتاح (k)	رمل	سلت	طين
35 – 0 سم	7	0.39	68	1.39	15	23	400	63	27	10
	متعادلة	غير مالحة	عالية جداً	كافي	متوسط	عالية جداً	عالي	لومية رملية		
						P_2O_5 52.67	K_2O 484			

وفي الموسم الثاني تم أخذ العينات الترابية قبل الزراعة وكانت نتائج التحاليل للعينات حسب الجدول التالي:

الجدول (8) نتائج تحليل تربة للموسم الثاني

المعاملة	الآزوت N ملغ/كغ	الفوسفور P ملغ/كغ	P_2O_5	البوتاسيوم K ملغ/كغ	K_2O
T1	39	95	217.55	469	567.49
T2	12	60	137.4	325	393.25

وبناءً على نتائج التحاليل تم تقدير الكميات الواجب إضافتها من العناصر المغذية خلال الموسمين بعد تقدير الكميات المقدمة من التربة والسماد العضوي كما في الجدول (9):

الجدول (9) الكميات المضافة من العناصر المغذية للمعاملات

المعاملة	T1			T2		
العنصر	الآزوت كغ / قطعة تجريبية	الفوسفور كغ / قطعة تجريبية	البوتاس كغ / قطعة تجريبية	الآزوت كغ / قطعة تجريبية	الفوسفور كغ / قطعة تجريبية	البوتاس كغ / قطعة تجريبية
الموسم الأول	1.495	1.4	1.34	0.238	لا إضافة	0.053
الموسم الثاني	1.44	1.03	1.10	0.238	لا إضافة	0.119

ثم تم تقدير الكميات السمادية الموافقة لتلك الاحتياجات حسب تركيبة السماد المستخدم ونسب العناصر فيه، حيث تمت إضافة أسمدة المعاملة T1 بالنسبة للسماد الآزوتي على 11 دفعة خلال موسم النمو بعد 10 أيام من التشتيل في أرض الصالة البلاستيكية، باستخدام سماد اليوريا 46% مع مراعاة الكمية المضافة من خلال السماد عالي الفوسفور والسماد عالي البوتاس خلال موسم النمو، وبالنسبة للسماد الفوسفوري تمت إضافة ثلث الكمية قبل الزراعة على شكل سوبر فوسفات ثلاثي 46%.والكمية الباقية تمت إضافتها على 7 دفعات خلال موسم النمو بعد 20 يوم من التشتيل في أرض الصالة البلاستيكية، باستخدام السماد عالي الفوسفور (18-44-0) مع مراعاة الكمية المضافة من خلال السماد عالي البوتاس المستخدم خلال موسم النمو، أما السماد البوتاسي فقد تمت إضافة ثلث الكمية قبل الزراعة على شكل سلفات البوتاسيوم 50%. والكمية الباقية تمت إضافتها على 9 دفعات خلال موسم النمو بعد 20 يوم من التشتيل في أرض الصالة البلاستيكية، باستخدام السماد عالي البوتاس (10-5-40).

أما أسمدة المعاملة T2 فقد تمت إضافتها على شكل سماد سلفات البوتاسيوم 50% وسماد يوريا 46% قبل زراعة الشتول في الصالة البلاستيكية.

4-3- تصميم التجربة:

تم تصميم التجربة على أساس قطاعات كاملة العشوائية بمعاملتين وبثلاث مكررات تجريبية لكل معاملة.

طول القطعة التجريبية: 4.4 م، وعرضها 3 م، مساحتها 13.2 $م^2$، وعدد النباتات في القطعة التجريبية الواحدة 44 نبات موزعة على أربع خطوط زراعة موجودة في القطعة التجريبية.

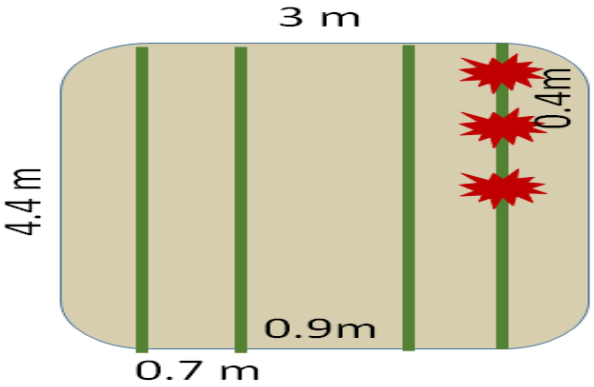
المعاملات:

- T1: التوصية المقترحة مع مراعاة (محتوى الثمار + محتوى المجموع الخضري والجذري (إن أمكن) + معامل الاستفادة من عنصر ما في التربة وفقاً لنوع التربة + معامل الاستفادة من السماد المعدني وفق نوع التربة + معامل الاستفادة من السماد

العضوي وفق نوع التربة + معامل الاستفادة من ماء الري) بناءً على رقم الإنتاجية للبيت البلاستيكي الوارد في المجموعة الإحصائية لوزارة الزراعة والبالغ 6 طن/البيت.

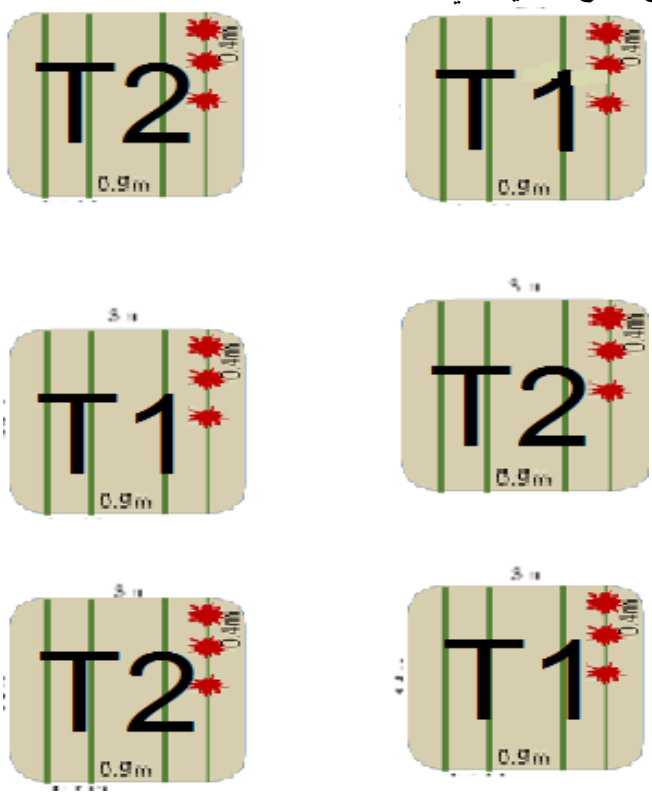
- T2: توصية وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي الواردة تحت مسمى بندورة سقي.

وفيما يلي الشكل (1) يبين شكل القطعة التجريبية وتوزع النباتات فيها:



الشكل (1) مخطط القطعة التجريبية

وفيما يلي الشكل الآتي يبين توزع القطع التجريبية في الصالة:



الشكل (2) مخطط التجربة

6- النتائج والمناقشة:

6-1- طول النبات:

تشير النتائج إلى وجود تباين واضح في ارتفاعات النبات بين المعاملات المدروسة تحت تأثير معدل التسميد المطبق والتي انعكست بالتحليل الإحصائي بفروق معنوية ذات دلالات إحصائية عند مستوى ثقة 95%، حيث تفوقت معاملات التسميد T1 بشكل معنوي على مقابلاتها من معاملات التسميد T2 حيث وصل ارتفاع النبات فيها إلى 247.8 سم كما يبين الجدول (10). وهذا يتفق مع نتائج الأبحاث بأن طول نبات البندورة ازداد بشكل معنوي مع زيادة معدلات التسميد المعدني NPK المضافة (Abdelhady et al, 2017).

الجدول (10) التحليل الإحصائي لطول النبات

الموسم	طول النبات (سم)		L.S.D T
	T1	T2	
الأول	245.6	211.1	5.43
الثاني	250	212.2	
المتوسط	247.8[a]	211.6[b]	

6-2- الإنتاجية ووزن العشر ثمرات:

تأثرت الإنتاجية للقطع التجريبية ووزن العشر حبات من البندورة بشكل واضح بمعدل التسميد المُطبق حيث ظهرت فروق معنوية بين المعاملات فقد تفوقت المعاملة T1 معنوياً على المعاملة T2 كما يبين الجدول (11)، وهذا يتفق مع ما توصلت إليه التجارب بأن وزن الثمار الفردي وغلة النبات الواحد انخفضوا بشكل ملحوظ بانخفاض معدلات التسميد الكيميائي المضافة Abdelhady et al, 2017).

الجدول (11) التحليل الإحصائي للإنتاجية ووزن 10 حبات

الموسم	الغلة (كغ/بيت)		L.S.D T
	T1	T2	
الأول	5950	3080	459.5
الثاني	5413	2333	
المتوسط	5682[a]	2707[b]	
الموسم	**وزن 10 حبات (كغ)**		**L.S.D T**
	T1	T2	
الأول	1.207	0.965	0.146
الثاني	1.067	0.853	
المتوسط	1.137[a]	0.909[b]	

6-3- نسبة العناصر N,P,K في الثمار:

يظهر الجدول (12) تراكيز العناصر في الثمار تفوق معاملات التسميد T1 من حيث تركيز الآزوت والفوسفور والبوتاسيوم معنوياً على المعاملة T2، وهذا ما بينته النتائج بأن النسبة المئوية للعناصر ارتفعت في درنات البطاطا عند زيادة معدل السماد الكيميائي

المضاف، وهذا قد يعود إلى دور هذه الأسمدة في زيادة الكمية الجاهزة من هذه المغذيات في محلول التربة، التي لها دور في زيادة كفاءة المجموع الجذري لامتصاص هذه المغذيات وزيادة تركيزها في النبات. مما أدى إلى زيادة كفاءة عملية التمثيل الضوئي التي ينتج عنها زيادة كمية المواد المصنعة في الأوراق ونقلها وخزنها في الجزء الاقتصادي للنبات، فضلاً عن دور البوتاسيوم في نقل العناصر الغذائية والكربوهيدرات المتكونة في الأوراق الى الدرنات (الزوبعي , 2000).

الجدول (12) التحليل الإحصائي لتراكيز العناصر في الثمار

الموسم	**تركيز Nفي الثمار**		**L.S.D T**
	T1	T2	
الأول	2.25	1.80	0.370
الثاني	2.54	2.05	
المتوسط	2.40[a]	1.93[b]	
الموسم	تركيز P في الثمار		L.S.D T
	T1	T2	
الأول	0.2007	0.1943	0.004
الثاني	0.3023	0.2983	
المتوسط	0.2515[a]	0.2463[b]	
الموسم	**تركيز K في الثمار**		**L.S.D T**
	T1	T2	
الأول	2.40	1.77	0.335
الثاني	3.42	2.97	
المتوسط	2.91[a]	2.37[b]	

7- الاستنتاجات:

- كفاءة المعادلة السمادية المستخدمة في تقدير كمية السماد الواجب إضافتها مع تأثير الإنتاجية المتوقعة للصنف المزروع من حيث توفير الكمية المثلى من العناصر بأقل إضافة سمادية، حيث أثبتت المعاملة T1 تفوقها من حيث الإنتاجية، طول النبات، وزن العشر ثمرات، نسبة N,P,K للثمار، مقارنةً مع معاملة التسميد T2 المُوصى بها من الوزارة.
- عدم كفاءة المعدلات السمادية الموصى بها من الوزارة تبعاً فقط لتحاليل التربة في إيصال الكميات الكافية من العناصر للنبات والذي انعكس من خلال انخفاض قيم المؤشرات المدروسة.

8- المقترحات:

- استخدام المعادلة السمادية المقترحة لمحصول البندورة في الدراسة والتي أثبتت كفاءتها من خلال المؤشرات المدروسة.

9- التوصيات:

- المتابعة في دراسة كفاءة المعادلة السمادية المقترحة في توفير الأسمدة وتقديمها بالكميات المثلى على محاصيل أخرى لإثبات فعاليتها من عدمها.

التمويل:

هذا البحث ممول من جامعة دمشق وفق رقم التمويل:(501100020595).

المراجع:

1- أبو زيد محمد، نحال عماد (2012). الدليل الحقلي لزراعة البندورة في لبنان، المشروع الإقليمي للإدارة المتكاملة للآفات في الشرق الأدنى (GTFS/REM/070/ITA)، مصلحة وقاية النبات في وزارة الزراعة اللبنانية 2012.

2- بلديه رياض، الشاطر محمد سعيد (2014)، أنظمة الري والتسميد، منشورات جامعة دمشق.

3- حايك، ريتا وحورية عادل (2015). تأثير الزيت الصيفي ومسحوق الكبريت الطارد لوضع بيض حافرة أوراق البندورة. مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية، سلسلة العلوم البيولوجية. 213-205:6 (38).

4- دليل إنتاج الخضروات في الحقول المكشوفة النوع: محصول الطماطم 2015، مركز خدمات المزارعين بأبوظبي.

5- الزعبي منهل، الحصني أنس، درغام حسان، درغام حسن (2013). طرائق تحليل التربة والنبات والمياه والأسمدة.

6- الزوبعي، سلام زكم علي. (2000). تحديد اتزان النيتروجين والفسفور والبوتاسيوم للبطاطا في تربة رسوبية. اطروحة دكتوراه. كلية الزراعة. جامعة بغداد. العراق.

7- القواسمي وليد عبد الغني، الزريقي سعيد، الروسان منير (2012). تطبيقات عملية في تقنية التسميد بالري، المركز الوطني للبحث والإرشاد الزراعي 2012.

8- المجموعة الإحصائية (2019)، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي.

9- موسى زينات، حداد جورج، بصل علي، هيلان خريستو (2008). زراعة البندورة، مشروع التنمية الزراعية الممول من الاتحاد الأوروبي، وزارة الزراعة اللبنانية، مصلحة الأبحاث العلمية الزراعية.

1. Abdelhady, Salama A., Abu El-Azm Nashwa A.I. and El-Kafafi, El-Sayed H. (2017). Effect of deficit irrigation levels and NPK fertilization rates on tomato growth, yield and fruits quality. Middle East Journal of Agriculture Research, Volume: 06 | Issue: 03 | July-Sept. | 2017
2. Grubinger Vern (2015), Organic Greenhouse Tomato to nutrition, vegetable and Berry specialist, University of Vermont Extension).
3. Laboski Carrie A.M. and Peters John B. (2012). Nutrient application guidelines For field, vegetable and fruit crops in Wisconsin. A2809.
4. Rinaldi Michele, Ventrella Domenico, Gagliano Caterina (2007). Comparison of nitrogen and irrigation strategies in tomato using CROPGRO model. A case study from Southern Italy. Agricultural Water Management, Volume 87, Issue 1, 10 January 2007, Pages 91-105.
5. Ronga Domenico, Lovelli Stella, Zaccardelli Massimo, Perrone Domenico, Ulrici Alessandro, Francia Enrico, Milc Justyna, Pecchioni Nicola (2015). Physiological responses of processing tomato in organic and conventional Mediterranean cropping systems. Scientia Horticulturae, Volume 190, 16 July 2015, Pages 161-172.
6. Ronga Domenico, Zaccardelli Massimo, Lovelli Stella, Perrone Domenico, Francia Enrico, Milc Justyna, Ulrici Alessandro, Pecchioni Nicola (2017). Biomass production and dry matter partitioning of processing tomato under organic vs conventional cropping systems in a Mediterranean environment. Scientia Horticulturae, Volume 224, 20 October 2017, Pages 163-170.
7. Tekale G. S., Saravaiya S. N., Jadhav P. B., Tekale C. D. and Patel R. P. (2017). Integrated Nutrient Management (INM) on Nutrient Availability, Uptake and Yield of Tomato (Lycopersicon esculentum Mill.) cv. "Gujrat Tomato-2". International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. (6) 5:864-874.
8. Tonfack Libert Brice, Bernadac Anne, Youmbi1 Emmanuel, Mbouapouognigni Paul V., Ngueguim Martin, Akoa Amougou (2009). Impact of organic and inorganic fertilizers on tomato vigor, yield and fruit composition under tropical andosol soil conditions.
9. Wang Yaosheng, Liu Fulai, Andersen Mathias N., Jensen Christian R. (2010). Improved plant nitrogen nutrition contributes to higher water use efficiency in tomatoes under alternate partial root-zone irrigation. January 2010, Functional Plant Biology 37(2):175-182.