Effect of Plant Density and Nitrogen Fertilizer on The Growth and Yield of Pepper (*Capsicum Annum* L.) cultivar Qorn Algazal Under Lattakia governorate conditions.

Maisam karroum*
Dr. Badie Samra**
Dr. Gheith Nassour***

(Received 21 / 6 / 2025. Accepted 19 / 8 /2025)

□ ABSTRACT □

This research was conducted in Al-Jendeiriya village, Latakia Governorate, during the 2024 agricultural season to study the effect of plant density and nitrogen fertilization levels on the growth and yield of pepper plants (*Capsicum annum* L.), "Qorn Al-Ghazal" cultivar. A two-factor experiment was carried out using a randomized complete block design with a split-plot layout, as follows: planting densities (30×60, 40×60, 50×60 cm) and nitrogen fertilization levels (0, 30, 60, 90 g/m² of urea).

The results showed that the treatment (30×60 cm with 30 g/m² urea) recorded the highest plant height (104.13 cm), the largest leaf area (19520 cm²/plant), and the highest yield per unit area (7433 g/m²). The treatment (50×60 cm with 60 g/m² urea) produced the highest yield per plant (1702 g), while the treatment (50×60 cm with 30 g/m² urea) recorded the highest fruit weight (50.2 g).

Key words: Pepper, Plant Density, Nitrogen Fertilization, Vegetative Growth, Plant Productivity.

Copyright **:**Latakia University journal(formerly Tishreen)- Syria, The authors retain the copyright under a CC BY-NC-SA 04

* **Master Student –Faculty of Agricultural Engineering – Latakia University(formerly Tishreen) – Latakia – Syria. Maisam.karroum@tishreen.edu.sy**
** **Professor –Faculty of Agricultural Engineering – Latakia University(formerly Tishreen) – Latakia – Syria.**
*** **Researcher – Horticulture Department – General Commission for Scientific Agricultural Research – Latakia – Syria.**

تأثير الكثافة الزراعية والتسميد الآزوتي في نمو وإنتاجية نبات الفليفلة (*Capsicum annum* L.) صنف قرن الغزال تحت ظروف محافظة اللاذقية

ميسم كروم [*]
د بديع سمرة [**]
د. غيث نصور [***]

(تاريخ الإيداع 21 / 6 / 2025. قبل للنشر في 19 / 8 / 2025)

□ ملخّص □

تم إجراء هذا البحث في قرية الجنديرية بمحافظة اللاذقية خلال الموسم الزراعي 2024، لدراسة تأثير الكثافة الزراعية ومستويات التسميد الآزوتي في نمو وإنتاجية نبات الفليفلة صنف قرن الغزال. نفذت تجربة عاملية من الدرجة الثانية باستخدام تصميم القطاعات العشوائية الكاملة بطريقة القطع المنشقة وفق مايلي: الكثافة الزراعية (30×60، 40×60، 50×60 سم) ومستويات التسميد من الآزوت (0، 30، 60، 90 غ/م^2) يوريا.

أظهرت النتائج أن المعاملة (30×60 سم مع 30 غ/م^2 يوريا) سجلت أعلى ارتفاعاً للنبات (104.13 سم) وأكبر مساحة للمسطح الورقي (19520 سم^2/نبات) وأعلى إنتاجية لوحدة المساحة (7433 غ/م^2). وأعطت المعاملة (50×60 سم مع 60 غ/م^2 يوريا) أعلى إنتاج للنبات الواحد (1702 غ)، بينما سجلت المعاملة (50 × 60 سم مع 30 غ/م^2 يوريا) أعلى وزن للثمرة (50.2 غ).

الكلمات المفتاحية: الفليفلة، الكثافة الزراعية، التسميد الآزوتي، النمو الخضري، إنتاجية النبات.

حقوق النشر : مجلة جامعة اللاذقية(تشرين سابقاً)، سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص CC BY-NC-SA 04

[*] **طالب ماجستير– كلية الهندسة الزراعية – جامعة اللاذقية(تشرين سابقاً)– اللاذقية – سوريا.**
Maisam.karroum@tishreen.edu.sy
[**] **أستاذ– كلية الهندسة الزراعية – جامعة اللاذقية (تشرين سابقاً)– اللاذقية – سوريا.**
[***] **باحث – دائرة البستنة – الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية – اللاذقية – سوريا.**

مقدمة:

ينتمي نبات الفليفلة (*Capsicum annum* L.) إلى العائلة الباذنجانية Solanaceae، والتي تضم العديد من محاصيل الخضار ذات القيمة الاقتصادية العالية على مستوى العالم [24] وتعد أمريكا الوسطى والجنوبية الموطن الأصلي للفليفلة [3].

بلغ الإنتاج العالمي من الفليفلة الخضراء 36.97 مليون طناً أنتجت من مساحة قدرت بـ 2.02 مليون هكتاراً [5].

تحتل الفليفلة المرتبة الثالثة من حيث الأهمية ضمن الفصيلة الباذنجانية بعد كل من البندورة والبطاطا في سورية، حيث بلغت المساحة المزروعة من الفليفلة لعام 2022 على مستوى القطر العربي السوري 5220 هكتاراً وبلغ الإنتاج الإجمالي للزراعة 78704 طناً والغلة 15078 كغ/هكتار [26].

تتميز ثمار الفليفلة بقيمتها الغذائية العالية، خاصةً كونها مصدر ممتاز لمضادات الأكسدة مثل حمض الأسكوربيك والكاروتينويدات والمركبات الفينولية، مما يجعل استهلاكها اليومي عاملاً وقائياً للصحة، حيث تساعد في الوقاية من الأمراض المزمنة مثل السرطان والسكري وتليف الكبد وأمراض القلب والأوعية الدموية [10].

تعتبر ثمار الفليفلة غنية بالعديد من الفيتامينات كفيتامين C و A وفيتامينات مجموعة B بالإضافة إلى المعادن الأساسية كالزنك والحديد والكالسيوم والبوتاسيوم وتحتوي أيضاً على المغنيزيوم والفوسفور والكبريت والصوديوم والسيلينيوم [9].

أظهرت نتائج الدراسة التي أجراها [18] على نبات الفليفلة الصفراء أن الصفات المورفولوجية المختلفة بالإضافة إلى عدد الثمار ووزنها تأثرت بشكل كبير بالكثافة الزراعية للنباتات، والقطر الكبير للمجموع الخضري في كثافة نباتية منخفضة يكون مؤشرًا على وجود زيادة في عدد الفروع والأوراق. وهذا يشير إلى أنه كلما كان التباعد أكبر، يزاداد قطر المجموع الخضري. مما يؤدي إلى إنتاجية أعلى في حال وجود كثافة نباتية كافية، ويزداد عدد الأوراق لكل نبات كلما انخفضت الكثافة النباتية في وحدة المساحة.

تؤثر الكثافة النباتية على إنتاجية وحدة المساحة حيث تظهر زيادة تدريجية للإنتاج في وحدة المساحة عند زيادة كثافة النباتات إلى حد معين ثم تميل إلى التراجع بعد ذلك [8].

أظهرت نتائج الدراسة التي أجراها [19] على صنفين من الفليفلة (الحلوة "فيغاريو" والحريفة "إيراد") ضمن بيت بلاستيكي، تأثيراً واضحاً للكثافة الزراعية على عدد الأزهار والثمار والإنتاجية الكلية. فقد سجلت المعاملة ذات الأبعاد (50×40 سم) في خطوط ثلاثية أعلى إنتاجية للصنف الحريّف "إيراد"، حيث بلغت الإنتاجية 9485.7 غ/م²، في حين أعطت المعاملة (50×60 سم) أكبر عدد من الأزهار للصنف الحلو "فيغاريو" بمتوسط 18.33 زهرة/نبات، وعدد ثمار بلغ 20.98 ثمرة/نبات عند الزراعة على بعد (50×40 سم). وأوصى الباحثان باعتماد هذه الأبعاد في الزراعة المحمية لما لها من دور فعّال في زيادة الإنتاج وتحسين المؤشرات الإنتاجية للنبات.

إن أعظم إنتاجية لثمار الفليفلة الحلوة وغيرها من النباتات يتم الحصول عليه من النباتات التي تنمو بكثافة زراعية عالية [1,28].

تحتاج النباتات إلى مساحة مناسبة للنمو ولأخذ الضروريات الأخرى المتاحة كالماء والهواء والضوء، وهذه النباتات يجب أن تحصل على العناصر الغذائية من المساحة المحدودة التي تنمو فيها، وبالتالي إذا لم تتوفر لها مساحة كافية للنمو

والتطور فإنها عرضة للحرمان من الضروريات الأساسية للنمو، كما يتيح المستوى الأمثل منها مجالاً للاستخدام الفعال للإشعاع الشمسي والعناصر الغذائية للنبات [27].

أظهرت الدراسات التي أجريت حول الكثافة الزراعية على نبات الفليفلة أنها تعد عاملاً هاماً يمكن أن يؤثر على إنتاجية نبات الفليفلة، حيث تمت دراسة ثلاث كثافات زراعية (3 ، 4.2 ، 7.8 نبات / م^2) وتبيّن أن الكثافة 4.2 نبات / م^2 حققت أعلى إنتاجية بلغت 870 كغ / دنم مقارنةً بـ 665 كغ / دنم عند الكثافة 3 نبات / م^2 ، و 765 كغ / دنم عند الكثافة 7.8 نبات / م^2، إضافةً إلى ذلك، تميزت هذه الكثافة بأفضل خصائص ثمرية من حيث طول الثمار (12.07 سم) ومتوسط وزنها (25.46 غ). تشير هذه النتائج إلى أن اختيار الكثافة الزراعية المناسبة يمكن أن يعزز من إنتاجية الفليفلة دون التأثير السلبي على جودة الثمار [1].

يعتبر الآزوت عنصرًا أساسيًا في تكوين البروتينات التي تدخل في بناء جميع أجزاء النبات النامية، كما أن توفره بكميات كافية في التربة يعزز النمو الخضري ويمنح النباتات لونًا أخضراً. ويُعد ضروريًا لتكوين الكلوروفيل، الذي يسمح للنبات من امتصاص الطاقة الشمسية وتحويلها إلى سكريات تُستخدم في عمليات النمو. وبالتالي يزداد طول النباتات وتتحسن صفات نموها، بسبب زيادة انقسام الخلايا في الأنسجة، مما يؤدي إلى زيادة النمو الخضري بشكل عام حيث أظهرت الدراسة التي أجراها [20] على نبات الفليفلة الحريفة الصنف (Rodo) أن التسميد الآزوتي بمعدل 75 كغ/هكتار أدى إلى زيادة ملحوظة في ارتفاع النبات (من 23.75 إلى 35.64 سم)، ومساحة الأوراق (من 26.58 إلى 58.21 سم²)، والوزن الجاف للأوراق (من 1.29 إلى 2.69 غرام).

وكشفت الدراسة التي أجراها [23] أن الأزوت يلعب دورًا محوريًا في تعزيز النمو الخضري لنبات الفليفلة، حيث أدت الزيادة في التسميد الأزوتي إلى ارتفاع معنوي في محتوى المجموع الخضري من النتروجين الكلي، خاصة في مرحلة الإزهار. ومع ذلك، لم يُسجل تأثير مماثل على المجموع الجذري، مما يشير إلى توجيه النبات للأزوت الممتص نحو تكوين الأوراق والساق بدلاً من الجذور. كما أظهرت النتائج أن الاعتماد على التسميد المعدني (اليوريا) كان أكثر فاعلية في رفع مستويات النتروجين مقارنةً بالسماد العضوي، وذلك بسبب ارتفاع معامل الاستفادة من الأزوت في الأسمدة الكيماوية (65% في التربة الطينية). هذه النتائج تؤكد الحاجة إلى إدارة متوازنة للتسميد الأزوتي لتحقيق نمو خضري مكثف دون إهمال متطلبات المراحل الإنتاجية اللاحقة.

وقد لوحظ أن الأسمدة الآزوتية جزء أساسي من أي نظام تسميد يهدف إلى الحفاظ على إنتاج جيد [13].

كما أظهرت دراسة [11] أن التسميد الأمثل للنيتروجين عند مستوى 120 كجم/هكتار يحقق أعلى إنتاجية لنبات الفليفلة مع تقليل المخاطر البيئية، حيث سجلت هذه المعاملة إنتاجية بلغت 91.6 طن/هكتار مقابل 80.4 طن/هكتار لنباتات الشاهد، مع عدم وجود فروق معنوية عند زيادة التسميد إلى 180 كجم/هكتار.

كما لاحظ [17] أن تأثيرات التغذية بالآزوت على النمو الخضري والجودة وإنتاج معظم الخضار معروفة جيداً وأن النقص يؤدي إلى لون أخضر باهت، وتلون أخضر مصفر يمتد إلى نخر الأوراق القديمة وسوء التطور العام للأوراق، حيث أن النمو والإنتاج الجيد لمحصول معين يتأثر بحالة عناصر التربة خاصةً الآزوت.

وفي نفس السياق أوضح [12] أن نمو وتطور ثمار نبات الفليفلة يعتمد على الآزوت الموجود في التربة وكمية الأسمدة الآزوتية المستخدمة.

وأشارت دراسة [25] إلى أن التسميد الآزوتي يلعب دوراً هاماً في تحسين إنتاجية نبات الفليفلة، حيث لوحظ أن زيادة معدلات التسميد الآزوتي حتى 214 كغ/هـ أدت إلى تحسن ملحوظ في وزن وعدد الثمار للنبات الواحد، بالإضافة إلى

زيادة الإنتاج. كما أظهرت الدراسة أن زيادة مستويات الآزوت يحسن محتوى الكلوروفيل ويؤدي إلى زيادة التمثيل الضوئي للنبات، مما يؤدي إلى زيادة الإنتاج.

وفي دراسة أجراها [16] على نبات الفليفلة ذكروا أن أقصى عدد للثمار في النبات الواحد وأقصى وزن للثمرة تمت ملاحظته عند تسميد 250 كغ/هكتار من الآزوت، والحد الأدنى لعدد الثمار في النبات ووزن الثمرة لوحظ في نباتات الشاهد (دون إضافة الآزوت) في حين لم تكن الفروق ملحوظة بين 250 كغ/هكتار و 150 كغ/هكتار من الآزوت، لذلك لتحقيق إنتاج اقتصادي أعلى للفليفلة، يمكن إضافة 150 كغ/هكتار من الآزوت، ومع ذلك يجب إجراء مزيد من البحوث تحت ظروف الحقل وفي مواقع مختلفة للحصول على إنتاج مثالي لنبات الفليفلة في مستويات منخفضة من الآزوت.

أهمية البحث وأهدافه:

يعد تحديد الكثافة الزراعية من أهم أسس الزراعة لما لها من أهمية كبيرة في التأثير على نمو النبات وإنتاجيته، حيث تختلف الكثافة الزراعية باختلاف المحصول و الصنف والظروف البيئية، لذلك فإن تحديد المسافات الزراعية الملائمة للصنف يعطي أفضل نمو للنبات، بسبب الاستفادة المثلى من الضوء والمواد الغذائية والرطوبة مقارنةً مع الكثافات العالية، ونظراً لأهمية محصول الفليفلة الاقتصادية و قيمته الغذائية والطبية وبسبب أهمية تحديد كمية الأسمدة الآزوتية اللازمة لنمو النبات وإنتاجيته وبما أن سماد اليوريا يعد من أكثر الأسمدة الآزوتية استخداماً، فقد كان الهدف من هذا البحث دراسة تأثير الكثافة الزراعية و استخدام مستويات مختلفة من سماد اليوريا في نمو وإنتاجية نبات الفليفلة، ولذا كان لابد من:

1_ تحديد الكثافة الزراعية الملائمة التي تحقق أفضل نمو خضري لنبات الفليفلة وبأعلى إنتاجية.

2_ تحديد التركيز الأفضل من سماد اليوريا الذي يحقق أفضل نمو خضري لنبات الفليفلة وبأعلى إنتاجية.

طرائق البحث ومواده:

1- مكان تنفيذ البحث: تم تنفيذ البحث في قرية الجنديرية التابعة لمحافظة اللاذقية والتي تبعد عن مركز المدينة حوالي 13 كم ضمن حقل زراعي مكشوف مساحته 200 م^2 في الموسم الزراعي 2024م. وقد تم تحليل تربة موقع التجربة قبل الزراعة لتحديد خواصها الفيزيائية والكيميائية، وقد أظهرت النتائج الموضحة في الجدول 1 أن تربة الموقع طينية سلتية القوام ذات ph معتدل، وجيدة المحتوى من المادة العضوية وذات محتوى عالٍ من الفوسفور الخام ومتوسطة المحتوى من الآزوت.

الجدول 1: التحليل الميكانيكي والكيميائي لتربة حقل التجربة قبل الزراعة:

التحليل الميكانيكي				التحليل الكيميائي					
طين %	سلت %	رمل %	القوام	PH	EC ميلي موس/ سم	المادة العضوية غرام/100 غرام تربة	الآزوت المعدني PPM	الفوسفور المتاح PPM	البوتاس المتاح PPM

39	34	27	طينية سلتية	7.61	0.44	2.01	12	25	193

2- المادة النباتية: تم استخدام نبات الفليفة صنف قرن الغزال وهو من الأصناف الحريفة قوية النمو، ذو أوراق رفيعة، وثماره طويلة ورفيعة ومجعدة تستدق عند الطرف طولها 15-16 سم، لونها أخضر وتتحول إلى أحمر عند النضج، وتصلح للاستهلاك الطازج والتصنيع (مثل الصلصات والبهارات) والتخليل، ويتميز هذا الصنف بقدرته على تحمل الظروف الجوية المختلفة. (صنف محلي).

3- تحضير الأرض والزراعة: تم تحضير الأرض لزراعة شتول الفليفلة بحراثتها مرتين على عمق 30 سم من أجل تهوية التربة وتعريضها للشمس، مع إضافة السماد العضوي الجاف بمعدل 200 غ/م^2، ثم تمت تسوية الأرض وتخطيطها بشكل خطوط أحادية يدوياً، حيث كان البعد بين كل خطين 60 سم. تم الحصول على شتول الفليفلة جاهزة من مشتل زراعي متخصص لإنتاج الشتول، ونقلت النباتات الصغيرة (الشتول) من المشتل إلى الأرض الدائمة (بعد تشكل 6-7 أوراق حقيقية وبطول 20-25 سم) وزرعت بتاريخ 2024/6/1، وكان البعد بين الشتلة والأخرى حسب المعاملة (30 – 40 – 50 سم) حيث وضعت كل شتلة في حفرة صغيرة حتى مستوى الأوراق الفلقية.

عمليات الخدمة: أجريت على النباتات عمليات الخدمة الزراعية اللازمة من ري وعزيق وتسميد ومكافحة.

4- معاملات التجربة والتصميم الإحصائي:

نفذت تجربة عاملية من الدرجة الثانية باستخدام تصميم القطاعات العشوائية الكاملة بطريقة القطع المنشقة بثلاث مكررات للمعاملة الواحدة وبمعدل 10 نباتات لكل مكرر وفق مايلي:

العامل الأول: الكثافة الزراعية ويضم 3 أبعاد:

A_1: زراعة الشتول بأبعاد (30 × 60) سم وبكثافة نباتية (5.55 نبات/م^2).

A_2: زراعية الشتول بأبعاد (40 × 60) سم وبكثافة نباتية (4.16 نبات/م^2).

A_3: زراعة الشتول بأبعاد (50 × 60) سم وبكثافة نباتية (3.33 نبات/م^2).

العامل الثاني: التسميد الآزوتي ويضم 4 مستويات:

B_0: بدون تسميد آزوتي (الشاهد).

B_1: التسميد الآزوتي بسماد اليوريا (N 46%) ، 30 غ/م^2.

B_2: التسميد الآزوتي بسماد اليوريا (N 46%) ، 60 غ/م^2.

B_3: التسميد الآزوتي بسماد اليوريا (N 46%) ، 90 غ/م^2.

وحسب التصميم المتبع فقد تم تنفيذ معاملات التجربة التالية:

A_1B_0	زراعة الشتول على مسافة 30 سم بين النباتين ، مع تركيز 0 غ/م^2 من اليوريا (الشاهد).
A_1B_1	زراعة الشتول على مسافة 30 سم بين النباتين ، مع تركيز 30 غ/م^2 من اليوريا.
A_1B_2	زراعة الشتول على مسافة 30 سم بين النباتين ، مع تركيز 60 غ/م^2 من اليوريا.
A_1B_3	زراعة الشتول على مسافة 30 سم بين النباتين ، مع تركيز 90 غ/م^2 من اليوريا.
A_2B_0	زراعة الشتول على مسافة 40 سم بين النباتين ، مع تركيز 0 غ/م^2 من اليوريا.
A_2B_1	زراعة الشتول على مسافة 40 سم بين النباتين ، مع تركيز 30 غ/م^2 من اليوريا.
A_2B_2	زراعة الشتول على مسافة 40 سم بين النباتين ، مع تركيز 60 غ/م^2 من اليوريا.
A_2B_3	زراعة الشتول على مسافة 40 سم بين النباتين ، مع تركيز 90 غ/م^2 من اليوريا.
A_3B_0	زراعة الشتول على مسافة 50 سم بين النباتين ، مع تركيز 0 غ/م^2 من اليوريا.

A_3B_1	زراعة الشتول على مسافة 50 سم بين النباتين ، مع تركيز 30 غ/م^2 من اليوريا.
A_3B_2	زراعة الشتول على مسافة 50 سم بين النباتين ، مع تركيز 60 غ/م^2 من اليوريا.
A_3B_3	زراعة الشتول على مسافة 50 سم بين النباتين ، مع تركيز 90 غ/م^2 من اليوريا.

تمت إضافة كمية السماد الآزوتي على شكل سماد يوريا 46% المحددة للمعاملات على دفعتين، الدفعة الأولى بعد 15 يوماً من الزراعة والدفعة الثانية مع عملية العزيق (بعد 45 يوماً من الزراعة).

5- المؤشرات المدروسة:

تم اختيار 5 نباتات متجانسة في كل مكرر لأخذ القراءات، تم أخذ قراءات النمو الخضري للنباتات المزروعة وفق الآتي:

1- متوسط ارتفاع النبات (سم): تم قياس ارتفاع النبات من سطح التربة حتى أعلى قمة نامية للنبات باستخدام المتر القماشي. حيث أخذت القراءات بعد 120 يوماً من التشتيل، أي بعد 75 يوم من تطبيق المعاملة الأخيرة باليوريا.

2- متوسط عدد الفروع على النبات (فرع/نبات): تم أخذ عدد الفروع بطريقة العد المباشر كمتوسط لخمسة نباتات متجانسة في كل مكرر وذلك بعد 120 يوماً من التشتيل، أي بعد 75 يوم من تطبيق المعاملة الأخيرة باليوريا.

3- متوسط مساحة المسطح الورقي (سم^2/نبات): حيث قدرت مساحة الورقة وفق القانون التالي:

مساحة الورقة= طول النصل × عرض النصل × 0.604 حسب [6] وذلك بعد 90 يوماً من التشتيل.

وتم جني الثمار دورياً كل 10 أيام، وعليه فقد تم تحديد المؤشرات الإنتاجية التالية:

1_ متوسط وزن الثمرة (غ).

2_ متوسط إنتاج النبات الواحد (غ/نبات).

3_ متوسط إنتاجية وحدة المساحة (غ/ م^2).

6- التحليل الإحصائي:

تم تحليل بيانات التجربة إحصائياً باستخدام برنامج التحليل الإحصائي GENSTAT 7th، حيث أجري اختبار تحليل التباين Anova لكل صفة مدروسة، وحساب قيمة أقل فرق معنوي بين المعاملات المدروسة LSD عند مستوى معنوية 5%.

النتائج والمناقشة:

1- تأثير الكثافة الزراعية ومستويات التسميد الآزوتي في متوسط ارتفاع نبات الفليفلة:

بالنسبة لتأثير عامل الكثافة الزراعية تشير النتائج الواردة في الجدول 2 إلى تفوق الكثافة (A_1) معنوياً على باقي الكثافات من حيث ارتفاع النبات حيث أعطت أعلى ارتفاع للنبات (98.68 سم)، تلتها الكثافة (A_2) بارتفاع بلغ (94.92 سم)، في حين نجد أن الكثافة (A_3) أعطت أقل ارتفاع للنبات (87.12 سم) وقد يكون السبب المحتمل لزيادة ارتفاع النبات مع زيادة الكثافة النباتية هو أن تقليل المسافة بين النباتات يزيد من التنافس بينها على الضوء مما يعزز النمو القمي، بالإضافة إلى أن زيادة المسافة بين النباتات يشجع النمو الجانبي ويثبط النمو القمي وهذا يتفق مع الدراسة التي أجراها [2] على نبات الفليفلة، أما بالنسبة لتأثير المستويات المختلفة من التسميد الآزوتي فقد لوحظ عدم وجود فروق معنوية بين النسب (B_3 و B_1 و B_2) بقيم بلغت (95.40 و 95.16 و 94.42)سم على التوالي، وتفوقت هذه النسب معنوياً على معاملة الشاهد B_0 التي أعطت أقل ارتفاع للنبات بلغ (89.31 سم)، وهذا يتفق مع دراسة أجراها [4] على نبات الفليفلة حيث بينت نتائج الدراسة أن إضافة 125 كغ آزوت/هكتار أعطى أعلى ارتفاع للنبات (49.92 سم) دون وجود فرق معنوي بينها وبين إضافة 100 كغ آزوت/هكتار التي أعطت

(49.70 سم). ولدى دراسة التأثير المتبادل لهذين العاملين لوحظ وجود فروق معنوية بين المعاملات حيث تفوقت المعاملتان A_1B_1 و A_2B_2 معنوياً على باقي المعاملات بقيم وصلت إلى (104.13 و 99.87 سم) على التوالي دون وجود فروق معنوية بينهما وكانت أقل قيمة لارتفاع النبات في المعاملات A_2B_0 و A_3B_0 و A_3B_1 و A_3B_2 حيث سجلت (88.07 و 84.47 و 84.87 و 85.93 سم) على التوالي ودون وجود فروق معنوية بينها.

الجدول 2: تأثير الكثافة الزراعية ومستويات التسميد الآزوتي في متوسط ارتفاع نبات الفليفلة (سم):

الكثافة الزراعية / مستويات التسميد الآزوتي	A_1(30×60)cm	A_2(40×60)cm	A_3(50×60)cm	المتوسط
B_0(0 g/m^2)	95.40 bc	88.07 d	84.47 d	89.31 B
B_1(30 g/m^2)	104.13 a	96.47 bc	84.87 d	95.16 A
B_2(60 g/m^2)	97.47 bc	99.87 ab	85.93 d	94.42 A
B_3(90 g/m^2)	97.73 bc	95.27 bc	93.20 c	95.40 A
المتوسط	98.68 A	94.92 B	87.12 C	
$LSD_{5\%}$	A=2.525 , B=2.916 , A×B=5.051 حيث A: الكثافة النباتية، B= مستوى التسميد الآزوتي، A×B: التفاعل بين العاملين			

2- تأثير الكثافة الزراعية ومستويات التسميد الآزوتي في متوسط عدد الفروع على نبات الفليفلة:

تؤثر الكثافة الزراعية والتسميد الآزوتي أيضاً في عدد الفروع على النبات، حيث توضح بيانات الجدول 3 تفوق الكثافتان A_2 و A_1 واللتان لم يكن هناك فرقاً معنوياً بينهما وقد أعطت (15.93 و 15.20 فرع/نبات) على التوالي، كما لم يكن هناك فرقاً معنوياً بين الكثافتين A_1 و A_3 التي أعطت (14.87 فرع/نبات)، في حين كان الفرق معنوياً بين الكثافتين A_2 و A_3 وذلك بالنسبة لتأثير الكثافة الزراعية، وهذا يتفق مع الدراسة التي أجراها [7] حيث بينت نتائج دراستهم أن الكثافتان المنخفضتان (30 × 100 سم و 20 × 100 سم) أعطت أكبر عدد للفروع (6.11 و 5.19 فرع/نبات) على التوالي مقارنةً بالكثافتان المرتفعتان (30 × 50 سم و 20 × 50 سم) فقد أعطت أقل عدد (5.17 و 5.10 فرع/نبات) على التوالي، أما بالنسبة لتأثير إضافة مستويات مختلفة من السماد الآزوتي فقد تفوقت المعاملة B_3 معنوياً وبلغ متوسط عدد الفروع على النبات (16.53 فرع/نبات)، وكانت أقل قيمة (13.89 فرع/نبات) للنسبة B_0، وهذا يتفق مع النتائج التي حصل عليها [16] و [21]، حيث كشفت نتائج دراستهم على نبات الفليفلة بأن التسميد الآزوتي يسبب زيادة في عدد الفروع على النبات، وفي التأثير المتبادل للكثافة الزراعية والتسميد الآزوتي لوحظ أن أكبر قيم لعدد الفروع في المعاملات A_1B_3 و A_2B_3 و A_3B_2 و A_2B_2 و A_2B_1 حيث سجلت (17.40 و 17.20 و 16.73 و 16.07 و 15.67 فرع/نبات) على التوالي دون وجود فروق معنوية بين هذه المعاملات ومتفوقة معنوياً على باقي المعاملات، وكان أقل عدد للفروع في المعاملتين A_1B_0 و A_3B_0 بعدد فروع (14.27 و 12.60 فرع/نبات) على التوالي دون وجود فروق معنوية بينهما.

الجدول 3 : تأثير الكثافة الزراعية ومستويات التسميد الآزوتي في متوسط عدد الفروع على نبات الفليفلة (فرع/نبات)

الكثافة الزراعية / مستويات التسميد الآزوتي	A_1(30×60)cm	A_2(40×60)cm	A_3(50×60)cm	المتوسط
B_0(0 g/m^2)	14.27 cd	14.80 c	12.60 d	13.89 C
B_1(30 g/m^2)	14.60 c	15.67 abc	15.13 bc	15.13 B
B_2(60 g/m^2)	14.53 c	16.07 abc	16.73 ab	15.78 AB
B_3(90 g/m^2)	17.40 a	17.20 a	15.00 bc	16.53 A
المتوسط	15.20 AB	15.93 A	14.87 B	
$LSD_{5\%}$	A=0.961 , B=1.110 , A×B=1.922 حيث A: الكثافة النباتية، B= مستوى التسميد الآزوتي، A×B: التفاعل بين العاملين			

3- تأثير الكثافة الزراعية ومستويات التسميد الآزوتي في متوسط مساحة المسطح الورقي على نبات الفليفلة (سم^2/نبات):

أظهرت النتائج الواردة في الجدول 4 بالنسبة لتأثير عامل الكثافة الزراعية في مساحة المسطح الورقي أن الكثافتين A_2 و A_1 أعطتا أكبر مساحة بقيم (15889 و 15658 سم^2/نبات) على التوالي دون وجود فروق معنوية بينهما، ولكنها كانت متفوقة معنوياً على الكثافة A_3 التي أعطت أصغر مساحة للمسطح الورقي (14370 سم^2/نبات) وهذا يعود إلى زيادة ارتفاع النبات وزيادة عدد الفروع في الكثافتين A_2 و A_1 مما ينتج عنه زيادة في مساحة المسطح الورقي، أما بالنسبة لتأثير عامل التسميد الآزوتي فقد أظهرت النتائج تفوق النسبة B3 على باقي المعاملات حيث أعطت أكبر قيمة وسجلت (17826 سم^2/نبات) ويمكن تفسير الزيادة في النمو الخضري مع ارتفاع نسبة التسميد الآزوتي إلى زيادة انقسام الخلايا في الأنسجة النباتية مما يؤدي إلى تكوين مساحة ورقية أكبر للتمثيل الضوئي وبالتالي تراكم المزيد من نواتج التمثيل الضوئي لدعم النمو الخضري وهذا يتفق مع [15]، وعند دراسة التأثير المتبادل للكثافة الزراعية والتسميد الآزوتي لوحظ أن أكبر قيمة لمتوسط المسطح الورقي كانت في نباتات المعاملة A_1B_1 التي سجلت (19520 سم^2/نبات) وأصغر قيمة للمسطح الورقي كانت في نباتات المعاملة A_1B_0 (8895 سم^2/نبات).

الجدول 4 : تأثير الكثافة الزراعية ومستويات التسميد الآزوتي في متوسط مساحة المسطح الورقي لنبات الفليفلة (سم^2/نبات)

الكثافة الزراعية / مستويات التسميد الآزوتي	A_1(30×60)cm	A_2(40×60)cm	A_3(50×60)cm	المتوسط
B_0(0 g/m^2)	8895 g	13576 f	9840 g	10770 C
B_1(30 g/m^2)	19520 a	14991 ef	15932 de	16815 AB
B_2(60 g/m^2)	15479 de	16874 bcd	15085 def	15812 B
B_3(90 g/m^2)	18740 ab	18113 abc	16624 cde	17826 A
المتوسط	15658 A	15889 A	14370 B	

$LSD_{5\%}$	A=939.6 , B=1084.9 , A×B=1879.2 حيث A: الكثافة النباتية، B= مستوى التسميد الآزوتي، A×B: التفاعل بين العاملين

4- تأثير الكثافة الزراعية ومستويات التسميد الآزوتي في متسوط وزن الثمرة على نبات الفليفلة:

تشير بيانات الجدول 5 إلى تفوق الكثافة A_3 معنوياً على الكثافتين A_1 و A_2 حيث بلغ متوسط وزن الثمرة في نباتاتها (44.5 غ)، تلتها الكثافة A_1 ثم الكثافة A_2 بقيم بلغت (42.6 و 38.8 غ) على التوالي، وهذا يتفق مع نتائج الدراسة التي أجراها [22] على نبات الفليفلة، حيث سجلت نتائج دراستهم أن الكثافة الزراعية (60 × 60 سم) سجلت متوسط وزن ثمرة بلغ (184.90 غ) في حين أن الكثافتان (45 × 60 و 30 × 60 سم) سجلت متوسط وزن ثمرة بلغ (162.79 و 156.95 غ) على التوالي، ويمكن أن يعزى السبب في ذلك إلى انخفاض التنافس على الضوء وعلى العناصر الغذائية المتاحة في التربة، وبالنسبة لعامل التسميد الآزوتي فقد أعطت النسبة B_2 أكبر متوسط لوزن الثمرة بلغ (45.5 غ)، بينما كانت أقل قيمة لمتوسط وزن الثمرة في النسبة B_0 بمتوسط بلغ (35.2 غ)، وفي التأثير المتبادل لهذين العاملين فقد كانت أكبر قيمة لوزن الثمرة في المعاملة A_3B_1 (50.2 غ)، في حين كانت أصغر قيمة في المعاملة A_2B_0 (32.1 غ).

الجدول(5): تأثير الكثافة الزراعية ومستويات التسميد الآزوتي في متوسط وزن الثمرة لنبات الفليفلة (غ)

الكثافة الزراعية / مستويات التسميد الآزوتي	A_1(30×60)cm	A_2(40×60)cm	A_3(50×60)cm	المتوسط
B_0(0 g/m^2)	35.7 cd	32.1 d	37.7 bcd	35.2 B
B_1(30 g/m^2)	46.8 ab	35.5 cd	50.2 a	44.2 A
B_2(60 g/m^2)	48.3 ab	42.6 abcd	45.7 abc	45.5 A
B_3(90 g/m^2)	39.5 abcd	45.2 abc	44.4 abc	43.0 A
المتوسط	42.6 AB	38.8 B	44.5 A	
$LSD_{5\%}$	A=5.42 , B=6.26 , A×B=10.84 حيث A: الكثافة النباتية، B= مستوى التسميد الآزوتي، A×B: التفاعل بين العاملين			

5- تأثير الكثافة الزراعية ومستويات التسميد الآزوتي في متوسط إنتاج نبات الفليفلة:

بمتابعة النتائج الواردة نتائج الجدول 6 بالنسبة لتأثير عامل الكثافة الزراعية في متوسط إنتاج النبات، يظهر أن الكثافة A_2 أعطت أعلى إنتاج حيث بلغ (1424 غ/نبات)، تلتها الكثافتين A_3 و A_1 بقيم إنتاج بلغ (1334 و 1220 غ/نبات) على التوالي، أما بالنسبة لتأثير عامل التسميد الآزوتي فقد تفوقت النسبتان B_2 و B_3 على باقي النسب بإنتاج بلغ (1524 و 1393 غ/نبات) على التوالي ودون وجود فرق معنوي بينهما، وكان أقل إنتاج لنباتات النسبة B_0 التي أعطت (1103 غ/نبات)، وهذا يتفق مع الدراسة التي أجراها [14] بأن التسميد الآزوتي يسبب زيادة في إنتاج نبات الفليفلة، حيث سجلت نتائج دراستهم على نبات الفليفلة أن التسميد الآزوتي بمقدار 130 كغ/هكتار أعطى أعلى إنتاج للنبات (165.33 غ/نبات) بالمقارنة مع نباتات الشاهد التي أعطت أقل إنتاج

للنبات (82.67 غ/نبات). أما بالنسبة للتأثير المتبادل بين العاملين فقد كانت أكبر قيمة لمتوسط إنتاج النبات في المعاملة A_3B_2 (1702 غ/نبات) وأقل قيمة في المعاملة A_3B_0 (888 غ/نبات).

الجدول 6 : تأثير الكثافة الزراعية ومستويات التسميد الآزوتي في إنتاج نبات الفليفلة (غ/نبات)

الكثافة الزراعية / مستويات التسميد الآزوتي	A_1(30×60)cm	A_2(40×60)cm	A_3(50×60)cm	المتوسط
B_0(0 g/m^2)	1142 de	1279 bcde	888 e	1103 C
B_1(30 g/m^2)	1339 abcd	1338 abcd	1170 de	1282 BC
B_2(60 g/m^2)	1211 cde	1661 ab	1702 a	1524 A
B_3(90 g/m^2)	1187 cde	1418 abcd	1575 abc	1393 AB
المتوسط	1220 B	1424 A	1334 AB	
$LSD_{5\%}$	A=200.8 , B=231.9 , A×B=401.6 حيث A: الكثافة النباتية، B= مستوى التسميد الآزوتي، A×B: التفاعل بين العاملين			

6- تأثير الكثافة الزراعية ومستويات التسميد الآزوتي في متوسط إنتاجية وحدة المساحة لنبات الفليفلة:

تبين نتائج التحليل الإحصائي في الجدول 7 بالنسبة لتأثير عامل الكثافة الزراعية في متوسط إنتاجية وحدة المساحة أن الكثافتين A_1 و A_2 أعطتا أعلى إنتاجية بقيم بلغت (6770 و 5923 غ/م^2) دون وجود فروق معنوية بينهما، وذلك لأن الكثافة العالية توفر عدد أكبر من النباتات في وحدة المساحة، مما يزيد من إجمالي عدد الثمار، وقد تفوقتا معنوياً على المعاملة A_3 التي كان متوسط إنتاجية وحدة المساحة فيها (4441 غ/م^2)، وهذا يتفق مع الدراسة التي أجراها [29] حيث أوضحت الدراسة أن الكثافات العالية (40 × 60 سم و 50 × 60 سم) أعطت أعلى إنتاجية (1870 و 1610 غ/م^2) على التوالي مقارنةً بالكثافة المنخفضة (60 × 60 سم) والتي كانت الإنتاجية فيها (1300 غ/م^2) وذلك في الصنف الحريف Red Pepper، أما بالنسبة لتأثير عامل التسميد الآزوتي فكان أعلى متوسط إنتاج لوحدة المساحة في النسب B_2 و B_3 و B_1 بقيم بلغت (1524 و 1393 و 1282 غ/م^2) على التوالي دون وجود فروق معنوية بينها، في حين أعطت النسبة B_0 أقل متوسط إنتاج لوحدة المساحة وبلغ (1103 غ/م^2)، ويمكن أن تعزى زيادة إنتاجية وحدة المساحة للنسبة B_2 بأن نباتات هذه المعاملة أعطت أكبر إنتاجية، وبالنظر إلى التأثير المتبادل لعامل الكثافة وعامل التسميد الآزوتي نلاحظ أن المعاملة A_1B_1 أعطت أعلى قيمة لمتوسط إنتاجية وحدة المساحة (7433 غ/م^2) وأن المعاملة A_3B_0 أعطت أقل قيمة حيث سجلت (2957 غ/م^2).

الجدول 7 : تأثير الكثافة الزراعية ومستويات التسميد الآزوتي في إنتاجية وحدة المساحة لنبات الفليفلة (غ/م^2)

الكثافة الزراعية / مستويات التسميد الآزوتي	A_1(30×60)cm	A_2(40×60)cm	A_3(50×60)cm	المتوسط
B_0(0 g/m^2)	6340 ab	5319 bc	2957 d	4872 B
B_1(30 g/m^2)	7433 a	5565 bc	3895 cd	5631 AB
B_2(60 g/m^2)	6719 ab	6908 ab	5668 b	6432 A

B_3(90 g/m^2)	6589 ab	5900 ab	5244 bc	5911 A
المتوسط	6770 A	5923 A	4441 B	
$LSD_{5\%}$	A=879.1, B=1015.1 , A×B=1758.2 حيث A: الكثافة النباتية، B= مستوى التسميد الآزوتي، A×B: التفاعل بين العاملين			

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

1- أظهرت النتائج أن زراعة الفليفلة صنف قرن الغزال على مسافة (30×60 سم) مع التسميد باليوريا بمعدل 30 غ/م^2 أدت إلى تحقيق أعلى ارتفاع للنبات، وأكبر مساحة للمسطح الورقي، وأعلى إنتاجية لوحدة المساحة، مما يجعلها المعاملة الأكثر كفاءة تحت ظروف الحقل المكشوف.

2- تبيّن من خلال هذه التجربة أن النباتات المزروعة على مسافة (50×60 سم) مع التسميد باليوريا بمعدل 60 غ/م^2 أعطت أعلى إنتاج للنبات الواحد، بينما حققت المعاملة (50×60 سم مع 30 غ/م^2 يوريا) أعلى وزن للثمرة، مما يدل على أهمية التوازن بين الكثافة الزراعية والتسميد الآزوتي لتحقيق إنتاج اقتصادي مرتفع.

التوصيات:

يمكن أن نوصي بناءً على نتائج هذه التجربة بزراعة نبات الفليفلة صنف قرن الغزال على مسافة (30×60 سم) مع التسميد باليوريا بمعدل 30 غ/م^2 ، حيث أظهرت هذه المعاملة أفضل النتائج من حيث الإنتاجية.

References:

[1] A. Khasmakhi-Sabet, Sh. Sedaghathoor, J. Mohammady and J.A Olfati, "Effect of Plant Density on Bell Pepper Yield and Quality". *International Journal of Vegetable Science*, 15, 264-271, 2009.

[2] A. Tadesse, and Y. Bekele, "Effects of Spacing on Growth, Yield and Yield Components of Hot Pepper (*Capsicum Annum* L.) Under Irrigated Condition in South Omo Zone". *American Journal of Agricultural Science*, 8(2), 8-13, 2021.

[3] D. A. Zhigila, A. A. AbdulRahaman, O. S. Kolawole, and F. A. Oladele, "Fruit Morphology as Taxonomic Features in Five Varieties of *Capsicum annuum* L. *Solanaceae*". *Journal of Botany*, 6 pages, 2014.

[4] D. G. Legese, "Effect of Intra Row Spacing and Nitrogen Fertilizer Rates on Growth Performance of Hot Pepper (*Capsicum annuum* L.) at Wolkite University", *Central Ethiopia, Agriculture, Forestry and Fisheries*, 13(1), 8-12, 2024.

[5] "FAOSATAT", *Food and Agriculture Organization* (2022). Available : https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL .

[6] F. Khan, F. Banday, S. Narayan, F. Khan, and S. Bhat, "Use of Models as Non-destructive Method for Leaf Area Estimation in Horticultural Crops". *IRA- international journal of applied sciemces* (ISSN 2455-4499), 4(1), 2016.

[7] G. Bhuvaneswari, R. Sivaranjani, S. Reetha, and K. Ramakrishan, "Application of nitrogen fertilizer on plant density, growth, yield and fruit of bell peppers (*Capsicum annuum* L.)". *International Letters of Natural Sciences*, 8(2), 81-90, 2014.

[8] H. A. Akintoye, A. A. Kintomo, and A. A. Adekunle, "Yield and Fruit Quality of Watermelon in Response to Plant Population". *International Journal of vegetable science*, 15,369-380, 2009.

[9] I. A. Khan, and E. A. Abourashed, *Leung's encyclopedia of common natura ingredients:Used in food: drugs, and cosmetics*. Hoboken, New Jersey: wiley and sons, 2011.
[10] J. M. Navarro, P. Flores, C. Garrido, and V. Martinez, "Changes in the contents of antioxidant compounds in pepper fruits at different ripening stages, as affected by salinity", *Food Chemistry*, 96: 66-73, 2006.
[11] J. M. Vadillo, C. Campillo, V. Gonzalez and H. Prieto, "Assessing Nitrogen Fertilization in Processing Pepper: Critical Nitrogen Curve, Yield Response, and Crop Development", *Horticulturae*, 10, 114, 2024.
[12] J. O. Payero, and M. S. Bhangoo, "Nitrogen Fertilizer Management Practices to Enhance Seed Production by *'Anaheim Chili'* Peppers", *Soc. HORT. SCI*, 125(2), 245-251, 1990.
[13] K. E. Law-Ogbomo, and R. K. A. Egharevba, "Effects of planting density NPK fertilizer application on yield and yield components of tomato (lycospersicon esculentum mill) in forest location", *World journal of agricultural sciences*, 5(2), 152-158, 2009.
[14] K. Mahmud, T. Hossain, H. T. Mou, A. Ali, and M. Islam, "Effect of Nitrogen On Growth and Yield of Chili (*Capsicum annuum L.*) in Roof Top Garden", *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 8(1), 246-25, 2020.
[15] L. G. Ekwu, and E. O. Okporie, "Effect Of Plant Spacing And Nirtogen Fertilizer On The Growth And Yield Of Pepper (*Capsicum annum* L.)". *Journal of Tropical Agriculture*, 3(2), 22-26, 2002.
[16] N. A. Wahocho, A. S. Zeshan, J. Qamaruddin, H. T. Khalid and J. L. Shah, "Growth nd Productivity Of Chilli (*Capsicum Annuumm* L.) Under Various Nitrogen Levels", *Sci.Int.(Lahore)*, (28), 1321-1326, (2016).
[17] N. C. Brady, and R. R. Weil, *The Nature and Properties of Soil*. 14th Edition. Pearson Education, Upper Saddle River, NJ, 2008.
[18] N. E. Abu and C. V. Odo, "The effect of plant density on growth and yield of 'NsukkaYellow' aromatic pepper (*Capsicum annuum* L.)", *African Journal of Agricultural Research*, 12(15), 1269-1277, 2017.
[19] N. Sheikh Suleiman, A. Akra, "Effect of Plant Density on Productivity of some Sweet and Hot Pepper Hybrids in Plastic Greenhouse", *Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies* - Biological Sciences Series, 37(4), 335-346, 2015. (in Arabic).
[20] O. J. Ayodele, E. O. Alabi, and M. Aluko, "Nitrogen Fertilizer Effects on Growth, Yield and Chemical Composition of Hot Pepper (*Rodo*)", *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 8(5), 666-673, (2015).
[21] P. Subedi, P. Bhattarai, B. lamichhane, A. Khanal and J. Shrestha, "Effect of different levels of nitrogen and charcoal on growth and yield traits of chili (*Capsicum annuum* L.)", *Heliyon journal*, 9, 2023.
[22] P. Thakur and S. singh, "Effect of different spacing on growth and yield of bell pepper (*Capsicum annuum* L.) hybrid Bomby grown under protected conditions", *The Pharma Innovation Journal*, 12(9), 904-907, 2023.
[23] S. A. Haifa, A. H. Badran, N. S. Suleiman and B. M. Qahour, "A study of the change in the content of the pepper plant of some major nutrients according to a proposed model of a fertilizer formula", *Journal of albaath university*,(in Arabic). 45(11),11-34, 2023.
[24] S. M. Hassan, A. F. El-Bebany, M. Z. M. Salem, and D. A. Komeil, "Productivity and Post-Harvest Fungal Resistance of Hot Pepper as Affected by Potassium Silicate, Clove Extract Foliar Spray and Nitrogen Application, *plants* 10(4),662, 2021.

[25] S. M. Vidigal, M. A. Moreira, "Influence of nitrogen on bell pepper yield in open field conditions during autumn-winter", *Horticultura Brasileira*, v.42, 2024.
[26] Statistical Yearbook of the Ministry of Agriculture and Agrarian Reform Statistics Department, Directorate of Statistics and Planning, Ministry of Agriculture and Agrarian Reform, Damascus, Syria, (In Arabic). (2022).
[27] S. Yadav, and S. Bhatia, "Effect of different plant density on vegetative characters, flowering and corm production in Gladiolus pp.", *sancerre.Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*,7(2), 302-304, 2018.
[28] V. M. Russo, "Planting date and plant density affect yield of pungent and nonpungent jalapeno peppers", *HortScience*, 38(4), 520-523, 2003.
[29] Y. Tian, J. Wang, J. Chen, D. Yu, Z. Zeng, J. Fu, F. Zhang, H. Cao, F. Liu and T. Liang, "Effects of Integrated Management Strategies on Pepper Yield and Quality: A Study of Cultivation and Nutrient Management Practices", *Agronomy*, 14, 2754, 2024.