Effect of some Nano composites on growth and productivity of Broad Bean Vicia faba L.

Dr. Ryad Zaidan*
Dr. Jinan Othman**
Tharaa Ali***

(Received 16 / 12 / 2023. Accepted 17 / 3 /2024)

□ ABSTRACT □

The research was conducted in Tishreen university during the period of 2021/2022 and 2022/2023, to determine the effect of some of Nanocomposites on growth and productivity of Broad Bean Vicia faba L. The study included four treatments (T1 control without spraying, T2 spraying with Diamond , T3 spraying with Crystal, T4 spraying with Obar fix 1ml/l), The completely randomized design was used with three replications.

The results showed that Tretment 4 spraying with Obar fix gave the superior results with significant difference in the most of vegetative indicators: number of leaves and branches/plant, fresh and dry weight, leaf surface area and indicator,efficiency of photosynthesis, and percentage of fruit set.

Crystal compound the highest value for yield of plant 1014.6 g/plant and production 3.46 kg/m^2 , compared to the control 645.9g/plant and 2.14 kg/m^2. S.S.T (7.833%), and the least nitrate in pods (73 mlg/kg).

There isn't any significant difference between the treatments in the content of dry meter, carbohydrate and protein. Whereas, Crystal gave the superior results with significant difference in S.S.T (8.96%), and Obar fix compound the least value for content nitrate in pods (74 mlg/kg).

Keywords :Broad bean, Nano composites, Percentage of fruit set, production.

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

* **Professor- faculty of Agricultural Engineering- Tishreen University- lattakia- Syria.**
****Assistant Professor- faculty of Agricultural Engineering- Tishreen University- lattakia- Syria.**
*****Post graduate Student- faculty of Agricultural Engineering- Tishreen University- lattakia- Syria.**

تأثير بعض المركبات النانونية على نمو وإنتاج الفول الأخضر *Vicia* faba L

د.رياض زيدان*

د. جنان عثمان**

ثراء علي***

(تاريخ الإيداع 16 / 12 / 2023. قبل للنشر في 17 / 3 / 2024)

□ ملخّص □

نفذ البحث في مشتل جامعة تشرين خلال موسمي الزراعة 2022/2021 و 2023/2022. بهدف دراسة تأثير بعض المركبات النانونية على نمو وإنتاج الفول الأخضر *Vicia faba L.* ،تضمن البحث أربع معاملات (T_1 شاهد بدون رش، T_2 الرش بالمركب النانوني دياموند، T_3 الرش بالمركب النانوني كريستال، T_4 الرش بالمركب النانوني أوبرفكس بمعدل 1مل/ل). اتبع في تصميم البحث التصميم الكامل العشوائية بمعدل ثلاث مكررات لكل معاملة .

أظهرت النتائج تفوق معاملة الرش بمركب أوبرفكس في معظم صفات النمو الخضري، عدد الأوراق والتفرعات على النبات، الوزن الطازج والجاف للنبات، مساحة ودليل المسطح الورقي، كفاءة التمثيل الضوئي، ونسبة العقد.

أعطت المركب كريستال أعلى القيم من حيث إنتاج النبات الواحد1014.6 غ/نبات، وإنتاجية وحدة المساحة 3.46 كغ/م^2 ، مقابل 645.9 غ/نبات، 2.14 كغ/م^2 في الشاهد.

ولوحظ عدم وجود فروق معنوية بين المعاملات من حيث محتوى القرون الخضراء من المادة الجافة والكربوهيدرات والبروتينات، في حين تفوقت معاملة الرش بكريستال في محتوى المواد الصلبة الذائبة (8.96%) ،وسجل المركب أوبرفيكس أقل محتوى للنترات في القرون(74 مغ/كغ).

الكلمات المفتاحية: الفول الأخضر، المركب النانوني، نسبة العقد، الإنتاج.

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

* **أستاذ- كلية الهندسة الزراعية – جامعة تشرين – اللاذقية- سورية**

** **مدرس- كلية الهندسة الزراعية – جامعة تشرين – اللاذقية- سورية**

*** **طالبة دكتوراه- كلية الهندسة الزراعية – جامعة تشرين – اللاذقية- سورية**

مقدمة:

يعتبر القطاع الزراعي قطاعاً مهماً ومنشأ لعدد كبير من القطاعات والأنشطة الاقتصادية، ويساهم بنسبة كبيرة من الناتج المحلي، وهذا يستدعي من جميع الباحثين والمسؤولين في القطاع الزراعي البحث الجدي في استخدام التقنيات الزراعية الحديثة ومن ضمنها تقنية النانو التي تم انتشار استخدامها والإفادة منها في كثير من المجالات ولدى العديد من الدول، وحدة قياسها (9^{-10}) أي واحد على مليار من المتر، وتصنف من المواد الصديقة للبيئة لاتسبب أي مشاكل للبيئة المحيطة أو للإنسان (أبو شامة، 2022).

تعد محاصيل الحبوب كالقمح والرز والمحاصيل البقولية والبطاطا المصادر الغذائية الأكثر أهمية في العالم، وتلعب دوراً بارزاً في تحقيق الأمن الغذائي حيث تؤمن الاحتياجات من المواد الكربوهيدراتية والبروتينية (Jonesloe, 2005).

يزداد الطلب على الغذاء نتيجة الزيادة في عدد السكان في جميع دول العالم، مما دفع الباحثين للاهتمام بزراعة المحاصيل البقولية الغنية بالبروتين النباتي، ومنها محصول الفول الذي يعد مصدراً رخيصاً للبروتين (العثمان، 1996)

ينتمي الفول *Vicia faba* L إلى الفصيلة البقولية *Fabaseae* يزرع من أجل الحصول على قرونه الخضراء الكاملة، أو بذوره الخضراء، أو الجافة (عمراني، 2005). ويحافظ على خصوبة التربة ويغنيها بعنصر الآزوت بفضل العقد البكتيرية المتشكلة على جذوره (كور و خورشيد، 2001).

بلغت المساحة المزروعة للحصول على الفول الأخضر عام 2019 في العالم 17340986هكتار، أعطت إنتاجاً بلغ 370436581طن، أما المساحة المزروعة بالفول من أجل الحصول على الحبوب الجافة فبلغت 33066183هكتار أعطت إنتاجاً بلغ 26981784طن (FAOSTAT,2017). أما في سورية فيعد الفول من محاصيل الخضار البقولية الهامة ، وذلك لاعتباره من الأغذية الرئيسية للمستهلك السوري، حيث لا يخلو المطبخ السوري منه في الوجبات اليومية نتيجة للقيمة الغذائية العالية والطبية له .

الفول من النباتات الحولية تحمل أزهاراً خنثى، والتلقيح ذاتي مع حدوث نسبة حوالي 10% تلقيح خلطي ، يحتاج الإخصاب والعقد إلى جو معتدل مائل للبرودة نسبياً، الحرارة الملائمة للإزهار والعقد بحدود 15–20مْ، ويصادف إنتاج الفول مشكلة رئيسية وهي تساقط الأزهار العاقدة إذا ماتعرضت النباتات في فترة الإزهار والعقد إلى درجة حرارة مرتفعة تزيد عن 25مْ، أو منخفضة أقل من 10مْ(بوراس، 1993 ;2001 ,.Fishinakova *et al*).

أشار يوسف (2022) إلى أنه يمكن أن تصل نسبة تساقط الأزهار والعقد الصغير في الفول إلى أكثر من 85% وهذا ينتج عن عوامل عديدة أهمها تعرض النباتات لظروف جوية غير مناسبة (حرارة متفعة أو منخفضة جداً، رطوبة جوية أو أرضية مرتفعة) وهذا بدوره يؤدي إلى اختلال التوازن بين بعض منظمات النمو مثل الجبريلين والسيتوكينين والأوكسينات من جهة، وبين حمض الأبسيسيك والإيتلين من جهة أخرى، كذلك نشاط بعض الأنزيمات التي تزيد من التساقط . كذلك يزداد تساقط الأزهار والعقد عند وجود تفاوت كبير بين درجات الحرارة النهارية والليلية وعند زيادة التسميد الآزوتي وقلة التسميد بالعناصر الغذائية وبشكل خاص الكالسيوم ،البورون، المغنزيوم، الزنك، المنغنيز، الموليبدينوم والتي لها دور تكوين الأنابيب اللقاحية، وإنتاج حبوب لقاح خصبة، والمساعدة في إتمام عملية الإخصاب وتثبيت العقد (فهيم،2022).

يمكن أن يكون للمركبات العضوية النانونية دوراً منشطاً هي عبارة عن مستحضرات منشطة للنمو تحتوي في تركيبها مواد طبيعية مثل منظمات النمو، والأحماض الأمينية والعضوية، والفيتامينات والمواد المضادة للأكسدة، والعناصر الغذائية التي توجد بشكل مخلبي، وتؤدي معاملة النباتات بها إلى تنشيط العمليات الحيوية والفسيولوجية مثل التمثيل

الضوئي، وزيادة في معدل نمو النباتات، وتمثيل البروتينات، وتحسين الإخصاب وعقد الثمار والتخفيف من تساقطها، ممايساهم في زيادة إنتاجيتها (خليل، 2008).

يواجه إنتاج المحاصيل البقولية (فول، فاصولياء، بازلاء، حمص ،....) العديد من المشاكل خلال الفترة الممتدة من الإزهار وحتى تشكل القرون حيث يتأثر إنتاج هذه المحاصيل بشكل كبير بمقدار تساقط الأزهار والعقد أو من تشكل بذور صغيرة الحجم فقيرة بالمواد الغذائية وغير اقتصادية داخل القرون وقد يكون ضعف حبوب اللقاح أحد أسباب ذلك. وهذا يقتضي التركيز على اتخاذ إجراءات مناسبة لتحسين العقد وزيادة الإنتاجية (Fishinakova Menaka *et al.,* 2018).

يمكن أن تتساقط الأزهار في نباتات الفول لعدة اسباب منها مايتعلق بالظروف البيئية كالتفاوت الكبير في درجات الحرارة مابين الليل والنهار أو قد يحدث تساقط ميكانيكي للأزهار نتيجة هبوب الرياح العالية أو الرياح الساخنة أو تعرض الأزهار للصقيع أو بسبب العمليات الزراعية الخاطئة كعدم تنظيم الري، أو الإسراف بالتسميد الآزوتي ، أو عدم الاهتمام بالتسميد الفوسفوري والبوتاسي أو لنقص حاد في عنصري الكالسيوم والبورون في النبات، أو ارتفاع نسبة الأملاح في التربة أو ماء الري أو نتيجة الاستخدام الخاطئ لمنظمات النمو (Menaka *et al.,* 2018).

يُعتبر تساقط أزهار نباتات الفول عند عدم توفر ظروف بيئية مناسبة لعقد الأزهار (حرارة منخفضة جداً أو مرتفعة) أحد أهمّ عوامل عدم استقرار الإنتاجيّة، حيث تصل نسبة التساقط أحياناً إلى % 87 من الأزهار(Li and Yang, 2014) .

من الطرق الزراعية الحديثة المتبعة في الانتاج الزراعي لتقليل تساقط الازهار وتسريع العقد محفزات النمو المختلفة منها الاحماض الامينية والطحالب البحرية والانزيمات والفيتامينات والعناصر الصغرى النانونية فضلا عن منظمات النمو (الجبرلين والكينيتين والبراسينوليد) حيث تعد الأحماض الأمينية الحرة عند إضافتها مصدراً نتروجينياً أساسياً في بناء البروتينات و الأنزيمات والطاقة التي تشجع الإزهار والعقد (Mohamed and Khalil, 1992) ،حيث أن معاملة النباتات بها تساهم في زيادة نشاط الانقسام الخلوي، وتثبيط الأنزيمات المسؤولة عن تكوين الإيتيلين التي يزداد تركيزها عند تعرض النبات لعوامل الإجهاد (Stewart Larhar,1980) .

تؤدي الأحماض الأمينية المحتوية على البرولين والأرجينين دوراً هاماً في العديد من العمليات الحيوية ،سواء لوجودهما بصورة حرة أو كأحد مكونات البروتين ، لأهميتها في تقليل الإجهادات المختلفة عن طريق فعاليتها الفسيولوجية بتغيير الضغط الأسموزي للنسيج النبات (Aspinall and Paleg, 1981) فإضافة الأحماض الأمينية تساهم في خفض الجهد الأسموزي، وبدوره يقلل من الجهد المائي للخلية، وبذلك تزداد قابلية الخلية على سحب الماء والمغذيات الذائبة فيه في وسط النمو ومن ثم زيادة النمو الخضري للنبات وهذا ماتوصل إليه كل من (أبو ضاحي واليونس، 1988).

من الأساليب الزراعية الحديثة المتبعة في المجال الزراعي لتقليل تساقط الازهار وتسريع العقد وبالتالي زيادة الإنتاج تقانة النانو، والتي تعتبر من أعظم التقنيات المعروفة حيث يسمح الحجم الصغير للجسيمات النانونية بالمرور عبر الأغشية البيولوجية للنبات بسهولة وسرعة واندماجها مع البروتينات والأحماض النووية والتغيير من وظائفها ، وتضمن تقانة النانو المستخدمة في صناعة الأسمدة وصول العناصر الغذائية إلى الجزء المستهدف بشكل أسرع وأضمن وأكثر كفاءة. تتضمن هذه التقانة: التسميد النانوني، المخصبات العضوية النانونية، ومبيدات الحشرات النانونية (Ghidan *et al.,* 2018; Kahlel *et al.*, 2020; Penga *et al.,* 2015) وان حوالي 50-70% من التسميد الكيميائي المستخدم حالياً يضيع أو يفقد في البيئة مسبباً مخاوف بيئية وحيوية وزراعية بتراكم المعادن الثقيلة في التربة والنبات بالإضافة للتهديدات على الصحة (De La Rosa *et al.,* 2017; Belal and EL-Ramady, 2016)وتعد طريقة الرش الورقي بالمخصبات النانونية أكثر كفاءة في تغذية النبات قياساً بتسميد التربة حيث يمكن استبدال الإضافة

الجذرية بالرش الورقي بالعناصر الصغرى النانونية (Alshaal and EL-Ramady, 2017).حيث يعتمد نجاح هذه المركبات النانونية على عدة عوامل: حجم الجزيئات الصغير جداً، التركيب الكيميائي، النسبة والتركيز المستخدم والمواد الحاملة (Fageria, 2016)

ذكر EL-Henawy وآخرون عام 2018 رش نانو سلينيوم ونانو نحاس على نباتات الفصيلة الصليبية قد حسن نموها الخضري وزاد مقاومتها للحشرات.

بينت دراسة (Ghidan) وآخرون عام 2018 رش نباتات الفول بالتركيز الصحيح من مركبات نانو مغنزيوم، نانو زنك و نانو نحاس أدت إلى زيادة معنوية في نمو المجموع الخضري مقارنة بالشاهد. وكذلك الأمر بالنسبة لنباتات الفليفلة المعاملة بالمركبات السابقة (Belal and EL-Ramady, 2016)أشارت دراسات سابقة أن معاملة نباتات الفول، الفريز، الجزر، الذرة بسائل النانو الذي يتضمن (نانو زنك و نانوحديد) إلى زيادة وبفروق معنوية في نمو النبات (Elizabath *et al.,* 2017; Kumar *et al.*, 2017)

أجريت دراسة لمعرفة تأثير الزنك والكبريت بالشكل النانوني في مؤشرات النمو الخضري وإنتاج القرون في نبات البازلاء من قبل Antary Al وآخرون (2020) حيث تضمنت التجربة المعاملات التالية: نانو زنك بتركيز 50ppm، نانو كبريت بثلاث تراكيز (50 ,100 ,200) ppm بالإضافة لمعاملة الشاهد بدون رش. حيث تم رش النباتات بعد ظهور الورقة الحقيقة الخامسة، أدت معاملة (نانو زنك بتركيز 50ppm) ومعاملة (نانو كبريت بالتركيزين 100و 200 ppm) إلى زيادة معنوية في النمو الخضري للنبات بالإضافة لعدد القرون على النبات، وزن القرون، وكمية الإنتاج الكلي بينما لم تظهر أي فروق معنوية بين (نانو كبريت بتركيز 50ppm) والشاهد. كذلك بينت دراسة Kahel وآخرون (2020) على نباتات الفاصولياء لتأثير معاملة النباتات بعنصر الكبريت النانوني (211 ppm) وعنصر الزنك النانوني (51ppm) الأثر معنوي لهما على طول الساق وعدد الفروع والأزهار والقرون.

أهمية البحث و أهدافه:

نظرا لأهمية محصول الفول الزراعية والإستهلاكية وما يعاني إنتاجه من صعوبات ناتجة عن ظروف بيئية غير مناسبة ولأهمية تقنية النانو **لذلك هدف البحث إلى :**

1-دراسة تأثير بعض المركبات العضوية النانونية في النمو الخضري وكمية الإنتاج.

2-دراسة مدى تأثير المركبات العضوية النانونية في التركيب الكيميائي لقرون الفول الخضراء.

طرائق البحث ومواده:

1-المادة النباتية: استخدم في تنفيذ البحث صنف الفول بارع، صنف مبكر النضج، مستنبط بالانتخاب الفردي ، صنف محسن إنتاج مرتفع وجودة عالية قرون طويلة، عدد البذور في كل قرن من 5-7 بذور، البذور خضراء وتصبح ذات لون أرجواني عندما تجف، الإنتاجية من 3-5 طن قرون خضراء/دونم على عدة قطفات، مقاوم للتبقع الأسكوكيتي، تنتشر زراعته في المنطقة الساحلية، من أجل الحصول على القرون والبذور الخضراء، يتميز بظهور تفرعات حوالي 8-10 تفرعات، ارتفاع النبات يصل حتى 120

2-مكان تنفيذ البحث وموعد الزراعة: تم تنفيذ البحث في مشتل جامعة تشرين خلال موسمي الزراعة 2022/2021 و 2023/2022 وتمت زراعة البذور في 10/25 لكلا الموسمين.

3-إعداد الأرض وتجهيزها للزراعة: تم تحضير الأرض لزراعة الفول بحراثتها مرتين على عمق 30 سم من أجل تهوية التربة وتعريضها للشمس، تم إضافة سماد مركب حبيبي بطيء الذوبان يحتوي على العناصر الغذائية N P K (18;11;12) Mg 2.7 بمعدل 60غ/م^2 بعد ذلك خططت الأرض إلى خطوط زراعية. وزرعت البذور في جور حوالي عمق 5 سم في خطوط البعد بينها 75سم، والمسافة بين النباتات على نفس الخط 40 سم.بكثافة نباتية 3.33 نبات/م^2 .

4-صفات تربة الموقع:

تميزت التربة بأنها طينية رملية ذات كثافة ظاهرية 1.32 ذات محتوى متوسط من المادة العضوية، وملوحة منخفضة، ومحتواها من الآزوت الكلي منخفض نسبياً، ومرتفع من الفوسفور والبوتاسيوم المتاحين، ومتوسطة المحتوى من كربونات الكالسيوم ومرتفعة من الكلس الفعال. الجدول رقم (1)

جدول رقم (1) الخصائص الفيزيائية والكيميائية لتربة موقع الزراعة

الخصائص الفيزيائية			الخصائص الكيميائية							
رمل	سلت	طين	الكثافة الظاهرية	PH	OM المادة العضوية	EC ميللموس/سم^2	N% كلي	P2O5 Ppm	K2O PPM	$CaCo_3$ الكلية %	$Caco_3$ الفعالة %
44	14	42	1.32	7.35	1.75	0.15	0,15	58	330	30.4	10

5-عمليات الخدمة الزراعية:

تم تنفيذ كافة عمليات الخدمة التي يتطلبها النبات في مراحل النمو المختلفة من : ري النباتات عند الحاجة، عزيق التربة وتحضين و إزالة الأعشاب الضارة والتسميد الاضافي و مكافحة الآفات المختلفة.

6- تصميم البحث والتحليل الإحصائي:

نفذ البحث وفق تصميم العشوائية الكاملة حيث تضمن البحث أربع معاملات بمعدل ثلاثة مكررات لكل معاملة، وبلغ عدد نباتات المكرر الواحد 15 نبات ، وعدد النباتات الكلي في البحث 180 نبات، حللت النتائج احصائياً باستخدام البرنامج الاحصائي Gen Stat 12 لمقارنة الفروق بين المتوسطات وحساب قيمة أقل فرق معنوي LSD عند مستوى معنوية 5%

7-المخصبات العضوية النانونية المستخدمة في البحث:

1-دياموند (Diamond):

مركب طبيعي منشأه نباتي خالي من جميع أنواع الهرمونات النباتية والصنعية ومنظمات النمو، يحتوي (1% نانو بوتاسيوم، 3.5% نانو بورون، 2.5% نانو موليبدينوم)، 10% كربون عضوي (مستخلصات الفطور، متممات أنزيمية، طحالب بحرية).

2-**كريستال (Crystal):**

مستخلصات نباتات طبيعية يحتوي (نانو بورون، نانو فوسفور، نانو موليبدينوم، نانو مغنزيوم، حديد على شكل شيلاتي)، 10% كربون عضوي (طحالب مائية، سكريات متعددة، بروتينات، مستخلصات فطور، أحماض أمينية)

3-أوبر فيكس (Obar Fix):

مستخلصات نباتات طبيعية يحتوي (نانو بورون، نانو موليبدينوم)، 10% كربون عضوي (أشنيات، طحالب بحرية، سكريات كحولية متعددة، فيتامينات B9 و B12).

المعاملات التجريبية:

تضمن البحث أربع معاملات:

T1 : الشاهد بدون رش.

T2 : معاملة النباتات بالمخصب العضوي النانوني دياموند بمعدل1مل/ل.

T3 : معاملة النباتات بالمخصب العضوي النانوني كريستال بمعدل1مل/ل.

T4 : معاملة النباتات بالمخصب العضوي النانوني أوبر فيكس بمعدل1مل/ل.

حيث تم اعتماد التراكيز المستخدمة في البحث بالنسبة للمخصبات العضوية وفق توصيات الشركة المصنعة. رشت النباتات وفق كل معاملة من المعاملات السابقة بمعدل ثلاث رشات خلال موسم النمو، الرشة الأولى بعد 30 يوم من الإنبات والرشة الثانية بعد 15 يوم من الرشة الأولى، أما الرشة الثالثة بعد 15 يوم من الرشة الثانية.

8-**الجني:** تم جني المحصول عند وصول قرون الفول إلى الحجم المناسب لتسويق القرون الخضراء على عدة قطفات، حيث تم جمع إنتاج كل مكرر من كل معاملة، وإنتاج كل معاملة على حدى، كانت آخر قطفة في موسم الزراعة الأول بتاريخ 2022/4/20، وآخر قطفة في موسم الزراعة الثاني بتاريخ 2023/4/18.

1- القراءات والصفات المدروسة:

أ- قراءات النمو الخضري:

1- ارتفاع النبات/ سم، بعد 15 يوماً من الرشة الأخيرة اعتباراً من مستوى سطح التربة حتى أعلى قمة نامية للنبات .

2- عدد الفروع الجانبية المتشكلة على النبات بعد 15 يوماً من الرشة الأخيرة.

3- عدد الأوراق على النبات بعد 15 يوماً من الرشة الأخيرة.

4- مساحة المسطح الورقي سم^2/نبات: تم حسابها أيضا بعد 15 يوماً من الرشة الأخيرة بطريقة الأقراص (Watson, 1952).

5- دليل المسطح الورقي م^2/م^2 : تم حسابها أيضا بعد 15 يوماً من الرشة الأخيرة، حسب طريقة (Beadle, 1989) من العلاقة الآتية:

مساحة المسطح الورقي للنبات سم^2/المساحة التي يشغلها النبات سم^2

6- كفاءة التمثيل الضوئي:(مغ/سم^2/يوم) (Net assimilation rate) (NAR)،(Radford,1967) . تم حسابها خلال فترتين، بعد 30 يوم من الإنبات (قبل البدء برش النباتات بالمركبات) وبعد 75 يوم من الإنبات (أي بعد 15 يوم من آخر رشة) من العلاقة:

$$(L2-L1)(T2-T1)/(W2-W1)(LogL2-LogL1)$$

7- حساب الوزن الرطب والجاف للمجموع الخضري:

تم اختيار 5 نباتات عشوائياً من وسط كل مكرر وفصل المجموع الخضري عن الجذري وتم وزن المجموع الخضري مباشرة(بعد جني الثمار وقياس وزنها بشكل منفصل .) ثم ترك المجموع الخضري ليجف هوائياً مدة يومين، ووضع ضمن أكياس ورقية مثقبة ومعلومة الوزن لتجف في فرن كهربائي على الدرجة 70 مْ لحين ثبات الوزن.

8- تركيز الكلوروفيل الكلي (مغ/غ): باستخدام جهاز Spectronic20 colorimeter حسب (سلمان وآخرون،1998).

ب- المؤشرات الإنتاجية:

1- متوسط عدد الأزهار/النبات .2- عدد القرون المتشكلة/النبات.3- نسبة العقد%=(عدد القرون الكلية/عدد الأزهار الكلية)×100 4- إنتاجية وحدة المساحة من القرون الخضراء كغ/م^2.

ج- التحاليل الكيميائية للقرون الخضراء شملت:

1- نسبة المادة الجافة% ، تم حسابها بالتجفيف على حرار 105مْ حتى ثبات الوزن.

2- نسبة المواد الصلبة الذائبة % ، بواسطة جهاز Refractometer.

3- نسبة الكربوهيدرات**%:** تم تحليل قرون الفول الخضراء من الكربوهيدرات % وفقاً لطريقة (Dubois *et al.*,1956) .

4- نسبة البروتين %: تم تحليل قرون الفول الخضراء من البروتينات باستخدام طريقة (Gornall *et al.*, 1949)

5- نسبة النترات مغ/كغ وزن طازج، باستخدام جهاز Nitrat-testersoeks.

النتائج والمناقشة:

1-تغيرات درجة الحرارة العشرية خلال موسمي الزراعة:

يتبين من الجدول (2) أن للظروف المناخية وبشكل خاص درجات الحرارة السائدة في فترة تنفيذ البحث خلال موسمي الزراعة، تأثيراً واضحاً في إزهار النباتات، وتلقيح وإخصاب الأزهار، ونسبة العقد.

بدأت نباتات الفول بالإزهار بعد حوالي شهرين من الزراعة، ولوحظ خلال فترة الإزهار والإخصاب اعتباراً من نهاية شهر كانون أول وحتى شهر شباط، أن درجة الحرارة الدنيا خلال موسمي الزراعة كانت منخفضة جداً عن الحدود المناسبة للنمو والإزهار والإخصاب، وتراوحت بين 4.5 و 8.3 مْ خلال شهر كانون الثاني، وبين 11 و 16.7 مْ خلال شهر شباط.

أما درجة الحرارة العظمى المطلقة فتراوحت بين 29.5 مْ في بداية الزراعة، و 13.8 مْ خلال شهر كانون ثاني، حيث لوحظ انخفاض في درجة الحرارة العظمى عن الحدود المناسبة لنمو النباتات خلال الفترة الممتدة من نهاية شهر كانون الأول حتى نهاية شهر كانون الثاني إذ تراوحت بين 13.8 و 19 مْ ، لتعاود الارتفاع ثانية منذ بداية شهر شباط وحتى نهاية موسم الزراعة.

أما متوسط درجة الحرارة اليومي فقد تراوح بين 10.7 مْ و 26.15 مْ خلال موسم الزراعة، ويلاحظ أن المتوسط اليومي للحرارة قد انخفض عن الحدود المناسبة لنمو وإزهار وإخصاب نباتات الفول خلال فترة تزهير النباتات خلال الفترة الممتدة من نهاية شهر كانون أول حتى نهاية شهر كانون ثاني، إذ تراوح متوسط درجة الحرارة اليومية العشرية بين 9.25 و 14 مْ، وهذا ما أثر بشكل سلبي في عمليتي التلقيح والإخصاب مما انعكس بالتالي على نسبة العقد، وعدد القرون المتشكلة على النبات، وكمية الإنتاج.

وكانت درجات الحرارة في موسم النمو الثاني متقاربة في أرقامها وتأثيرها لموسم النمو الأول.

جدول رقم (2) متوسط درجة الحرارة ورطوبة الهواء النسبية العشرية (متوسط 10أيام) العظمى والصغرى والمتوسط اليومي في الموسم 2022/2021

اريخ القراءة متوسط عشرة أيام	الحرارة العظمى العشرية(مْ)	الحرارة الصغرى العشرية(مْ)	المتوسط اليومي للحرارة(مْ)	متوسط الرطوبة الجوية العظمى(%)	متوسط الرطوبة الجوية الصغرى(%)	المتوسط اليومي للرطوبة(%)
10 تشرين2	29.5	22.8	26.15	73	52	62.5
20 تشرين2	25	19.7	22.35	81	63	72
30 تشرين2	24.8	19	21.9	85	60	72.5
10 كانون1	19	13.8	16.4	90	65	77.5
20 كانون1	18.3	8.5	13.4	83	64	73.5
31 كانون1	18	10	14	84	59	71.5
10 كانون2	13.8	8.3	11.05	79	63	71
20 كانون2	14	4.5	9.25	75	64	69.5
31 كانون2	15	6.4	10.7	87	62	74.5
10 شباط	19	11	15	81	63	72
20 شباط	21	12	16.5	75	59	67
28 شباط	22.7	16.7	19.7	74	61	67.5
10 آذار	23	16	19.5	86	60	73
20 آذار	24.5	15	19.75	82	58	70
31 آذار	25	15.4	21.2	79	56	67.5
10 نيسان	26	16	21	74	55	64.5
20 نيسان	27	17	22	76	54	65

2- تأثير بعض المركبات العضوية النانوية على الصفات الخضرية:

يلاحظ من نتائج الجدول (3) أن رش نباتات الفول بالمركبات النانونية أثرت في بعض صفات النمو الخضري، حيث نجد زيادة معنوية في صفة ارتفاع النبات عند الرش بالمركبين كريستال و أوبر فيكس عن الشاهد، في حين لم تكن الفروق معنوية مع مركب دياموند، وبلغ ارتفاع النبات 136.7 ,143.3 ,150 ,148.3 سم/نبات للمعاملات شاهد، دياموند، كريستال، أوبر فيكس بالترتيب.

كما وجد زيادة عدد الأوراق على النبات عند رشها بالمركبات النانونية وتفوقت جميعها بفروق معنوية على الشاهد، ولم تكن الفروق معنوية بين معاملة كريستال ومعاملتي دياموند و أوبر فيكس، في حين تفوقت معاملة أوبر فيكس على معاملة دياموند معنوياً. ولوحظ أن معاملة الشاهد أعطت أقل عدد أوراق على النبات وبلغ 156 ورقة/نبات مقابل 221 ,228.7 ,248.7 ورقة/نبات للمعاملات دياموند، كريستال، أوبر فيكس بالترتيب.

كما أظهرت نتائج الجدول نفسه تفوق معاملات الرش بالمركبات النانونية زيادة في عدد التفرعات على النبات وبفروق معنوية، وبلغ في الشاهد 10تفرعات /النبات مقابل 12 ,12 ,13 فرع/نبات للمعاملات دياموند، كريستال، أوبر فيكس بالترتيب.
ويمكن تفسير نتائج رش المركبات النانونية على الفول الأخضر بزيادة قدرة النباتات على امتصاص العناصر الغذائية الضرورية لقيام النبات بعملية التمثيل الضوئي خلال مراحل النمو المختلفة ، بالإضافة للدور الهام للعناصر النانونية في رفع كفاءة امتصاص العناصر الغذائية العديدة من التربة (NPK)، وتحسين تمثيل الآزوت في النباتات، وتثبيط تكوين الجذور الحرة داخل الخلايا النباتية الناتجة عن تعرض النباتات لظروف غير ملائمة للنمو، وبالتالي مساهمتها في خفض عملية الأكسدة واستمرار النمو الخضري للنباتات (Andrew *et al.,* 2000; Morteza *et al.,* 2013; Chatterjee, 2015; Kahlel*, et al.*,2020)

جدول (3) تأثير المركبات العضوية النانوية في الصفات الخضرية(متوسط موسمين زراعين)

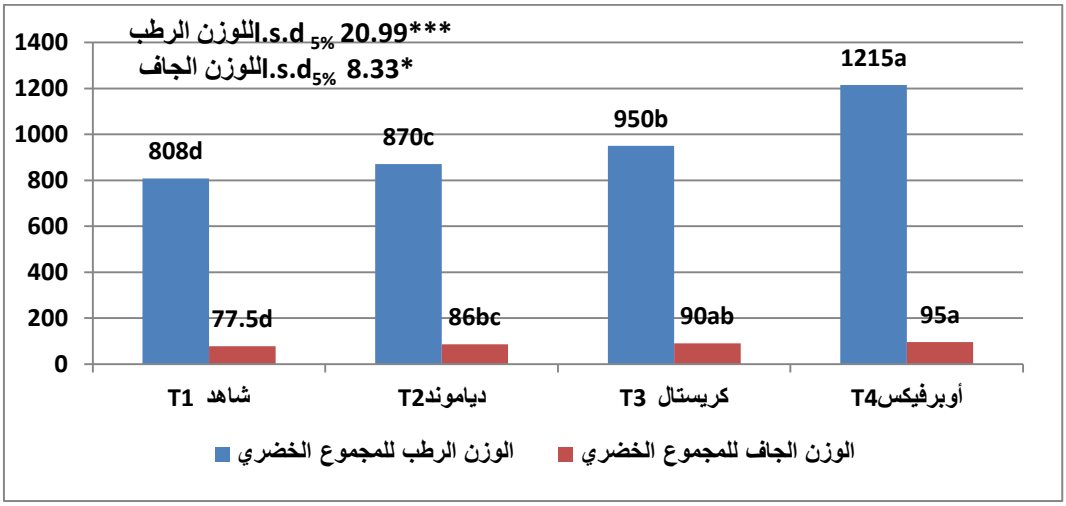
المؤشرات / المعاملات	ارتفاع النبات (سم)	عدد الأوراق (ورقة)	عدد التفرعات (فرع)
T_1 شاهد	136.7b	156c	10b
T_2دياموند	143.3ab	221b	12a
T_3كريستال	150a	228.7ab	12a
T_4أوبرفيكس	148.3ab	248.7a	13a
$L.S.D_{5\%}$	12.46^{n}	23.48***	1.02**

3-تأثير بعض المركبات العضوية النانونية في الوزن الرطب والجاف للمجموع الخضري:

يلاحظ من الشكل رقم (1) تفوق معاملات الرش بالمركبات النانونية على الشاهد من حيث متوسط الوزن الرطب والجاف للنباتات وبفروق معنوية، وسجلت معاملة أوبر فيكس أعلى وزن رطب بلغ 1215غ/نبات، ووزن جاف 95غ/نبات وتفوقت معنوياً على جميع المعاملات الأخرى من حيث متوسط الوزن الرطب وباستثناء معاملة كريستال من حيث متوسط الوزن الجاف.
كذلك تفوقت معاملة كريستال على معاملة دياموند من حيث الوزن الرطب ، أما الوزن الجاف فلم تكن الفوق معنوية بينهما، وبلغ متوسط الوزن الرطب 808 ,870 ,950غ/نبات، والوزن الجاف 77.5 ,86 ,90غ/نبات للمعاملات شاهد، دياموند، كريستال بالترتيب.
تتوافق النتائج مع ماتوصل إليه (Kahlel*, et al.*,2020) و (Salem *et al.,* 2016)، ويعزى الأثر الإيجابي لهذه المركبات النانونية لما تتميز به من سرعة الامتصاص والفعالية خلال مراحل نمو النبات المختلفة، وتصنيع المركبات الكربوهيدراتية، وتحسين تمثيل الآزوت وبالتالي استمرار النمو الخضري للنباتات (Naderi and Hankrak, 2013) وللدور الهام لعنصر البورون في تنظيم إنتاج الأوكسين في النبات من خلال تثبيط أكسدة هرمون اندول بيوتريك أسيد ممايزيد تركيزه في النبات (Srivastava and Gupta, 1996) ومن المعلوم أن زيادة تركيز هذا الهرمون في النبات يساهم في زيادة استطالة الخلايا وبالتالي استطالة السلاميات وطول النبات مما ساهم في زيادة الوزن الأخضر للنباتات مقارنة بالشاهد (Gharib and Hegazi, 2010)

يمكن تفسير تفوق مركب أوبرفيكس لاحتواءه على فيتامين B9 و فيتامين B12 بشكل مركز والذي يلعب دوراً أساسياً في تخليق الحمض النووي وتكوين الأحماض الأمينية (Andrew *et al.*, 2000) ولهذه الأحماض الأمينية دوراً هاماً في العديد من العمليات الحيوية سواء وجدت بصورة حرة أو كأحد مكونات البروتين لأهميتها في خفض الضغط الأسموزي للنسيج النباتي وبالتالي تقليل الجهد المائي للخلية، وبذلك تزداد قابلية الخلية على سحب الماء والمغذيات الذائبة فيه في وسط النمو، وبالتالي زيادة النمو الخضري للنبات وهذا ماتوصل إليه (أبو ضاحي واليونس، 1988).

كما يعزى تفوق المركب كريستال في العديد من صفات النمو الخضري لغناه بعنصري الحديد والمغنزيوم اللذين لهما أهمية كبيرة في زيادة النمو الخضري للنباتات، فمن المعروف أن لعنصر المغنزيوم دوراً كبيراً ومباشراً في العديد من العمليات الحيوية للنبات، وذلك إما عن طريق الدخول في تركيب عدد من المركبات أو من خلال تحفيزه للوظائف الحيوية، كما أنه ضروري لتكوين السكريات، ويعمل ناقل لعنصر الفوسفور، كما ينشط عمل الأنزيمات الداخلة في تفاعلات الفوسفور (Dorenstouter, 1985)، كما ينشط أنزيمات التمثيل الضوئي واصطناع البروتينات وانتقال الطاقة، ونمو النباتات، كونه يمثل الجزء المركزي لجزيئة الكلوروفيل المهم لعملية التمثيل الضوئي ، والحفاظ على محتوى النبات من الكلوروفيل، وتخزين المدخرات الغذائية .بالإضافة للدور الهام لعنصر الحديد في عملية التمثيل الضوئي، إذ يدخل في تكوين السايتوكرومات، مما يساعد في تحسن النمو الخضري للنباتات (Salisbury and Ross, 1991; Rehhm *et al.*, 2002; AL-Barzinji *et al.*, 2006)



الشكل (1) تأثير بعض المركبات العضوية النانونية في الوزن الرطب والجاف للمجموع الخضري(متوسط موسمين زراعيين)

4-تأثير بعض المركبات العضوية النانوية على مساحة ودليل المسطح الورقي وكفاءة التمثيل الضوئي ومحتوى الكلوروفيل في الأوراق :

تعد مساحة المسطح الورقي ودليله وكفاءة التمثيل الضوئي من المؤشرات الإنتاجية المهمة حيث تعطي فكرة واضحة عن قدرة النباتات على القيام بعمليات التمثيل الضوئي وزيادة النمو وتراكم المادة الجافة، وتظهر النتائج المبينة في الجدول رقم (4) أن قيم مساحة ودليل المسطح الورقي تختلف فيما بينها معنوياً لجميع المعاملات المدروسة، وتبين تفوق جميع معاملات الرش بالمركبات النانونية على الشاهد، ونلاحظ أن أعلى قيمة لمساحة ودليل المسطح الورقي كانت في معاملة أوبرفيكس وتفوقت معنوياً على باقي المعاملات، حيث بلغت المساحة الورقية 5662 سم^2/نبات، ودليل المسطح الورقي 1.887 ، في حين كانت أقل قيمة لدى نباتات معاملة الشاهد وبلغت المساحة 4661 سم^2/نبات، والدليل 1.553 .

كذلك نلاحظ تفوق معاملة ديامواند على معاملة الشاهد، وكريستال. أظهرت النتائج التأثير الواضح في زيادة كفاءة التمثيل الضوئي عند رش النباتات بالمركبات النانونية، وبلغ أعلى متوسط كفاءة في معاملة الأوبرفيكس 0.582 مع/سم^2/يوم وتفوق معنوياً على باقي المعاملات، يليه بالقيمة معاملة النباتات بمركب كريستال، وبلغت كفاءة التمثيل الضوئي 0.574 مع/سم^2/يوم وبفروق معنوية أيضاً عن معاملة الشاهد وديامواند الذي تفوق كذلك معنوياً على الشاهد، وبلغت الكفاءة 0.535 مع/سم^2/يوم مقابل 0.523 في الشاهد.

ونلاحظ من الجدول السابق عدم وجود فروق معنوية بين معاملة الشاهد والمركبات النانوية في محتوى الأوراق من الكلوروفيل. حيث بلغت قيمة الكلوروفيل 2.55 ,2.43 ,2.64 ,2.60 للمعاملات شاهد، ديامواند، كريستال، أوبرفيكس بالترتيب.

تؤيد هذه النتائج مع ماتوصل إليه (Elizabath *et al.*, 2017; Ahmed and Ibraheem, 2023) حيث ساهمت الأحماض الأمينية والطحالب البحرية والأنزيمات والفيتامينات الداخلة في تركيب هذه الأسمدة النانونية إيجابياً في العديد من العمليات الفيزيولوجية في النباتات، من حيث زيادة نشاط الأنزيمات، وتخليق الأحماض الأمينية، والفيتامينات، وتحفيز النمو الخضري للنباتات (Andrew *et al.*, 2000; Van acker *et al.*, 2000; EL-Tohamy, 2008) يمكن أن يعزى تفوق أوبرفيكس لاحتواءه على فيتامين B9 و فيتامين B12 بشكل مركز والذي يلعب دوراً أساسياً في تخليق الحمض النووي وتكوين الأحماض الأمينية (Andrew *et al.*, 2000) ولهذه الأحماض الأمينية دوراً هاماً في العديد من العمليات الحيوية سواء وجدت بصورة حرة أو كأحد مكونات البروتين لأهميتها في خفض الضغط الأسموزي للنسيج النباتي وبالتالي تقليل الجهد المائي للخلية، وبذلك تزداد قابلية الخلية على سحب الماء والمغذيات الذائبة فيه في وسط النمو، وبالتالي زيادة النمو الخضري للنبات وهذا ماتوصل إليه (أبو ضاحي واليونس، 1988).

جدول (4)تأثير المركبات النانوية في مساحة ودليل المسطح الورقي وكفاءة التمثيل الضوئي ومحتوى الكلوروفيل(متوسط موسمين زراعيين)

المؤشرات / المعاملات	مساحة المسطح الورقي سم^2/نبات	دليل المسطح الورقي	كفاءة التمثيل الضوئي مغ/سم^2/يوم	محتوى الأوراق من الكلورفيل الكلي مغ/غ
T_1 شاهد	4661d	1.553d	0.523d	2.55a
T_2ديامواند	5597b	1.866b	0.535c	2. 43
T_3كريستال	5253c	1.751c	0.574b	2.64a
T_4أوبرفيكس	5662a	1.887a	0.582a	2.60a
$L.S.D_{5\%}$	60.91***	0.0202***	0.005***	0.1411**

5-تأثير بعض المركبات العضوية النانوية في الصفات الإنتاجية :

- نلاحظ من الجدول رقم (5) عدم وجود فروق معنوية في عدد الأزهار بين معاملتي الشاهد وديامواند وبلغ 236, 231 زهرة/نبات على التوالي، وتفوقتا معنوياً على المعاملتين الأخيرتين، كذلك لم تكن الفروق معنوية بين معاملتي كريستال وأوبرفيكس وبلغ 206 زهرة/نبات لكل منهما هذا من جهة، ومن جهة أخرى وجد زيادة عدد القرون المتشكلة على نباتات الفول عند رشها بالمركبات النانونية مما ساهم في زيادة نسبة العقد وبفروق معنوية عن الشاهد . وتفوقت معاملة كريستال وأوبر فيكس معنوياً على الشاهد وديامواند ولم تكن الفروق معنوية بينهما، وبلغ عدد القرون المتشكلة على النبات 39 ,50 ,57 ,59 قرن/نبات، وبلغت نسبة العقد 16.9 ,21.22 ,27.5 ,28% للمعاملات شاهد، ديامواند، كريستال، أوبر فيكس بالترتيب.

يعزى التفوق المعنوي لمركب دياموند في عدد الأزهار لاحتوائه على نانو بوتاسيوم، والدور الهام لعنصر البوتاسيوم في العديد من العمليات الفسيولوجية في النبات لاسيما نقل وخزن المركبات الكربوهيدراتية، حيث بينت الدراسات زيادة كفاءة التمثيل الضوئي في الأوراق الغنية به فضلاً عن دوره الهام في رفع مقدرة النباتات على تحمل الظروف غير الملائمة التي يتعرض لها النبات خلال مراحل النمو المختلفة (Menegl and Kirkby, 1987) ، وربما قد يعود سبب زيادة عدد الأزهار في الشاهد إلى عدم قدرة النباتات تحمل الظروف البيئية غير الملائمة للنمو الخضري وبالتالي ضعف النمو الخضري نتيجة انخفاض درجة الحرارة مما دفع النباتات للإزهار مبكرا.

تتوافق هذه النتائج مع ماتوصل إليه (AL–Hasany *et al*., 2019)ويعود سبب زيادة عدد القرون المتشكلة على النبات إلى الدور الهام للعناصر النانونية في زيادة نشاط الأنزيمات، وتنظيم العمليات الحيوية التي يقوم بها النبات، ولاسيما نانو بورون والدور الإيجابي له في تمايز البراعم الزهرية، وتفتح المآبر، ونمو ونضج واستنبات حبوب اللقاح، ودوره في استقلاب الكربوهيدرات، ونقل السكريات من الأوراق إلى الأعضاء التكاثرية مما يؤدي إلى زيادة الإخصاب والعقد الذي يقود بدوره إلى زيادة عدد القرون على النبات، ويعزى تفوق مركب كريستال لاحتوائه على العناصر الغذائية بشكل مخلبي مما ينشط العمليات الحيوية والفسيولوجية مثل البناء الضوئي وتمثيل البروتينات، وتحسين عقد الثمار ومنع تساقطها وزيادة إنتاجية النباتات (خليل، 2008)، وتفوق مركب أوبر فيكس لاحتوائه على الفتياميناتِ المركزة التي تساهم في تكوين أنزيم الأسيتيل المساعد في تنفس الخلية والضروري لامتصاص العناصر الغذائية، بالإضافة لتكوين مضادات الأكسدة التي ترفع المقاومة النباتية للإجهادات المختلفة (Van acker *et al*., 2000).

- **التأثير في متوسط وزن القرون والإنتاجية:**

أظهرت النتائج انخفاض متوسط وزن القرن في معاملة الرش بمركب أوبرفيكس إذ بلغ 15 غ/قرن، في حين بلغ 17.8, 16.7, 18 غ/قرن في معاملات الشاهد، دياموند، كريستال بالترتيب. وتفوقت معاملتي دياموند و كريستال معنوياً على معاملة أوبرفيكس ، ولم تكن الفروق معنوية مع الشاهد.(الجدول رقم 5) انعكس عدد القرون المتشكلة على النبات ومتوسط وزن القرن على إنتاجية النبات وإنتاجية وحدة المساحة من القرون الخضراء حيث تفوقت جميع معاملات الرش على الشاهد وبفروق معنوية واضحة إذ بلغ إنتاج النبات 645.9, 901, 1014.6, 885.3 ، وإنتاجية المتر المربع بلغت 2.14, 2.99, 3.37, 2.94 كغ/م^2 للمعاملات شاهد، دياموند، كريستال، أوبر فيكس بالترتيب.

على الرغم من التفوق المعنوي لكلا المركبين كريستال وأوبرفيكس بنسبة العقد إلا أن المركب كريستال قد تفوق على جميع المعاملات فيما يخص إنتاجية وحدة المساحة يعزى ذلك لانخفاض متوسط وزن القرن في معاملة أوبرفيكس قد يكون السبب ضمور عدد من البذور في القرن ، إضافة إلى أن مركب كريستال يحتوي على الحمض الأميني التربتوفان الي يعد بادئ تكوين الأوكسين، حيث يتحول إلى أندول حمض الخليك وهو الفيتوأكسين الضروري لتنشيط انقسام خلايا جدار المبيض، ويشترك معه كل من الجبريلين والسيتوكينينات والبراسينوليدات، وتتميز مبايض الأزهار فيما بعد بارتفاع المستوى الهرموني، وبالتالي يدفعها هذا المستوى الهرموني المرتفع للاستمرار في النمو وعدم التساقط (شاهين، 2010) أما نسبة الزيادة عن الشاهد فقد كانت أكبر نسبة في معاملة كريستال فبلغت 57.5 % في حين بلغت (37, 40) % للمعاملات دياموند وأوبر فيكس بالترتيب.

تأثير المركبات النانوية في الصفات الإنتاجية للقرون الخضراء (متوسط موسمين زراعيين)

المؤشرات / المعاملات	عدد الأزهار زهرة/نبات	عدد الثمار ثمرة/نبات	النسبة المئوية للعقد	متوسط وزن القرن غرام	متوسط إنتاج النبات غرام	إنتاجية وحدة المساحة كغ/م^2	نسبة الزيادة عن الشاهد %
T_1 شاهد	230.7a	39c	16.92c	16.5ab	645.9c	2.147c	–
T_2دياموند	235.7a	50b	21.22b	18a	901ab	2.993b	40
T_3كريستال	207.3b	57a	27.50a	17.80a	1014a	3.463a	57.5
T_4أوبرفيكس	207.3b	59a	28.46a	15b	885.3b	2.943b	37
$L.S.D_{5\%}$	14.13*	2.579*	1.232**	1.752*	122.6*	0.4182*	

6-تأثير المركبات النانونية في التركيب الكيميائي لقرون الفول الخضراء:

نلاحظ من نتائج الجدول رقم (6) عدم وجود فروق معنوية في محتوى قرون الفول الأخضر من المادة الجافة حيث تراوحت بين 12.17% في قرون الشاهد 14.9 في قرون معاملة الأوبر فيكس ولكن تأثرت نسبة المواد الصلبة الذائبة في الثمار بمعاملات الرش، وتعد هذه الصفة من أهم المعايير في تحديد نوعية الثمار وطبيعة استعمالها. حيث وجد زيادة في محتوى المواد الصلبة الذائبة بقرون الفول الأخضر لمعاملتي كريستال 8.33% والأوبر فيكس 7.33% وتفوقتا معنوياً على الشاهد، كذلك تفوقت معاملة كريستال معنوياً على معاملة دياموند وبلغت نسبة المواد الصلبة الذائبة في الشاهد 5.667% و 6.50% في معاملة دياموند، يعود سبب زيادة نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية إلى زيادة جاهزية وامتصاص العناصر الغذائية، التي تساعد في زيادة التمثيل الغذائي وزيادة النمو وتكوين مجموع خضري جيد وإنتاج المركبات المعقدة مثل الكربوهيدرات والأحماض الأمينية الذائبة والأحماض العضوية فتنتقل هذه المركبات إلى الثمار مما يؤدي لزيادة نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية في الثمار.

وأظهرت النتائج أن المركبات النانونية لم يكن لها تأثير معنوي في محتوى القرون من المواد الكربوهيدراتية والبروتينات حيث تراوحت نسبة المواد الكربوهيدراتية بين 5.97% في معاملة الأوبرفيكس و 6.22% في الشاهد.

أما نسبة البروتين فتراوحت بين 3.38% في معاملة دياموند، و 3.93% في معاملة كريستال.

قدرت النترات في قرون الفول الأخضر نظراً لأهمية هذا المؤشر كون الفول محصول شتوي وتؤكل قرونه الخضراء وزيادة محتوى النترات في القرون صفة سلبية لها آثار سلبية على صحة الإنسان.

حيث أظهرت النتائج انخفاض محتوى النترات في نباتات معاملة الأوبرفيكس وبلغت 74مغ/كغ وزن طازج وبفروق معنوية عن باقي المعاملات، حيث بلغ محتوى النترات في القرون 86 ,85.67 ,80.67 مع/كغ وزن طازج للمعاملات شاهد ، دياموند، كريستال بالترتيب. وبذلك فإن مركبي كريستال وأوبرفيكس خفضا من نسبة النترات في القرون الخضراء وهذا مايصبو إليه العالم من خلال تقليل المتبقيات السامة في المنتجات الغذائية. قد يعود سبب انخفاض نسبة النترات في القرون إلى دور العناصر النانوية في الإسراع من استقلاب العمليات الحيوية داخل خلايا النبات وتحويل النترات إلى مركبات عضوية أخرى هذا من جهة، ومن جهة أخرى لدوره في تجهيز النبات بالنتروجين بشكل متوازن بما يسمح بنمو جيد للنبات من دون أي تراكم لأية مادة عن الحدود المسموح بها في النبات (أبو ريان، 2010).علماً أن محتوى النترات في قرون الفول الخضراء لجميع المعاملات كانت أقل من الحدود المسموح بها في الخضار البقولية وهو 300 مع/كغ حسب (بكسييف،1998)

جدول (6) تأثير المركبات النانونية في التركيب الكيميائي لقرون الفول الخضراء (متوسط موسمين زراعيين)

المؤشرات / المعاملات	المادة الجافة %	المواد الصلبة الذائبة%	الكربوهيدرات %	البروتين%	النترات مغ/كغ
T_1 شاهد	12.87a	5.667c	6.220a	3.628a	86c
T_2دياموند	13.32a	6.500bc	6.191a	3.383a	85.67c
T_3كريستال	13.90a	8.333a	6.006a	3.938a	80.67b
T_4أوبرفيكس	14.09a	7.333ab	5.972a	3.708a	74a
$L.S.D_{1\%}$	1.267*	1.427**	0.4768^{n}	0.6406^{*}	2.8^{***}

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

1- أدى رش نباتات الفول بمركب أوبرفيكس إلى زيادة في معظم صفات النمو الخضري.

2-ساهم الرش بالمركبات النانونية إلى زيادة عدد القرون على النبات ونسبة العقد وأعطت معاملة الرش بأوبرفيكس أعلى القيم.

3-إمكانية زيادة إنتاجية وحدة المساحة من الفول الأخضر برش النباتات بالمركب النانوني كريستال.

4-عدم وجود اختلاف في محتوى القرون الخضراء من المادة الجافة والكربوهيدرات والبروتين بين الشاهد ومعاملات الرش بالمركبات النانونية.

5-وجد زيادة في محتوى القرون الخضراء من المواد الصلبة الذائبة وخاصةً عند رش النباتات بمركب كريستال.

6-أدى رش النباتات بمركب أوبرفيكس إلى خفض محتوى النترات في القرون الخضراء.

التوصيات:

1-رش نباتات الفول بمركب أوبرفيكس لزيادة نسبة العقد وخفض محتوى النترات في القرون.

2- رش النباتات بمركب كريستال لزيادة الإنتاجية في وحدة المساحة.

References:

1-أبو ريان، عزمي محمد. 2010، الزراعة العضوية (مواصفاتها وأهميتها في صحة الإنسان). قسم البستنة والمحاصيل. كلية الزراعة، الجامعة الأردنية، عمان، الأردن.

1-Abu Rayyan, Azmi Muhammad. 2010, Organic agriculture (its specifications and importance in human health). Department of Horticulture and Crops. Faculty of Agriculture, University of Jordan, Amman, Jordan.

2-أبو شامة، عبد الصادق. 2022، اقتصاديات استخدام تكنولوجيا النانو في المجال الزراعي، نشرة زراعية صادرة عن قطاع الإرشاد الزراعي في مصر. عدد كانون الأول: ص19 .

2-Abu Shama, Abdel Sadiq. 2022, The Economics of Using Nanotechnology in the Agricultural Field, an agricultural bulletin issued by the agricultural extension sector in Egypt. December issue: p. 19.

3-أبو ضاحي، يوسف حمد ومؤيد أحمد اليونس. 1988 ، دليل تغذية النبات. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، بغداد- العراق.

3-Abu Dahi, Youssef Hamad and Moayed Ahmed Al-Younis. 1988, Plant Nutrition Handbook. Ministry of Higher Education and Scientific Research, Baghdad - Iraq.

4-العثمان، محمد خير. 1996، محاصيل البقول. منشورات جامعة حلب.كلية الزراعة الثانية. ص 211.

4- Al-Othman, Muhammad Khair. 1996, legume crops. Publications of the University of Aleppo, Second College of Agriculture. p. 211.

5-بكسييف، ش، ك. 1998 ، محاصيل الخضار في العالم. دار ديليا للنشر. سانت بطرسبورغ: ص 509.

5- Baksyev, Sh., K. 1998, Vegetable crops of the world. Delia Publishing House. Saint Petersburg: p. 509.

6-بوراس. متيادي. 1993 ، إنتاج محاصيل الخضر(الجزء النظري).منشورات جامعة دمشق. ص 415.

-6Boras. Matiadi. 1993, Vegetable crop production (theoretical part). Damascus University Publications. p. 415.

7-خليل، عبد العزيز إبراهيم. 2008، الأساسيات العلمية والتطبيقية لإنتاج نباتات الخضر، دار منشأة المعارق للنشر، الإسكندرية: ص914.

7-Khalil, Abdul Aziz Ibrahim. 2008, Scientific and Applied Basics of Vegetable Plant Production, Manshaet Al-Maaariq Publishing House, Alexandria: p. 914.

8- سلمان، يحيى؛ فهد، صهيوني؛ سوسن، سليمان. 1998، فسيولوجيا النبات (الجزء العملي)، منشورات جامعة تشرين، كلية الزراعة. 141ص.

8-Salman, Yahya; Fahd, Zionist; Sawsan, Suleiman. 1998, Plant Physiology (Practical Part), Tishreen University Publications, Faculty of Agriculture. 141 p.

9-شاهين، محمد عاطف عبد البني. 2010، كيفية زيادة الإزهار والعقد والحجم في الثمار. http//porum.zera3a.net/index.phg

9- Shaheen, Muhammad Atef Abdel-Bunni. 2010, How to increase flowering, setting and size in fruits. http://porum.zera3a.net/index.phg

10-عمراني ن. 2005 ، أثر التسميد الكيميائي (N.P.K) والحيواني ومنظم النمو (IAA) على النمو الخضري والكيميائي والعقد الجذرية لنبات الفول Vicia faba صنف Aquadulce. شهادة DES في بيولوجيا النبات. معهد علوم الطبيعة والحياة. جامعة الأخوي منتوري قسنطينة.

10- Omrani N. 2005, The effect of chemical (N.P.K.) and animal fertilization and growth regulator (IAA) on the vegetative and chemical growth and root nodules of the bean plant Vicia faba, Aquadulce cultivar. DES Certificate in Plant Biology. Institute of Natural and Life Sciences. Brother Mentouri University Constantine.

11- فهيم، محمد علي. 2022 ، تنضيد الفول، نشرة زراعية. القاهرة.مصر: ص 10.

-11Fahim, Muhammad Ali. 2022, Bean Typesetting, Agricultural Bulletin. Cairo, Egypt: p. 10.

12- كور حسان، خورشيد عبد الغني. 2001 ، العلاقة بين التسميد المعدني والآزوت الحيوي وانعكاسها عللى نمو نبات الفول وإنتاجيته (Vicia faba L) مجلة باسل الأسد للعلوم الهندسية العدد الثالث عشر، ص131.

12- Kor Hassan, Khurshid Abdel Ghani. 2001, The relationship between mineral fertilization and biological nitrogen and its impact on the growth and productivity of bean plants (Vicia faba L), Bassel Al-Assad Journal of Engineering Sciences, issue thirteen, p. 131.

13- يوسف، فيصل. 2022، تساقط الأزهار في الفول البلدي. Hhttp://alfallahaalyoum.news.

13-Youssef, Faisal. 2022, flowers fall in fava beans. Http://alfallahaalyoum.news.

14- Ahmed, alsawaf1 and Fathel F. R.2023, Ibraheem. Effect of Cultivars, Apical Pinching and Copper Nano-Fertilizer on 1- Characteristics of Vegetative Growth of Broad Bean (Vicia faba L.). IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 1214 .012014IOP Publishingdoi:10.1088/1755-1315/1214/1/012014

15- Al-Antary. Tawfiq M, Abdel-Monnem S Kahlel, Alaa Y Ghidan, Hassan M Asoufi. 2020, Effects of nanotechnology liquid fertilizers on fruit set and pods of broad bean (*Vicia faba* L.). Fresenius Environmental Bulletin. Vol 29 – No. 06: p 4794-4798 .

16- AL-Barzinji. M.I, AL-Jebori.K.M, Thamen.G.M. 2006, Effect of foliar sprying with magnesium salts of chlorophyll content through different stages of potato growth, The Iraq Journal of Agriculture, 37(4), 17-26.

17- Al-Hasany, A.R.K., F.M. Al-Tahir and Y.K. Chllab .2019, Effect of spraying with proline and hormonal and nutritional mixture in the growth and yield of the Faba bean (Vicia faba L.). Muthanna J. Agri. Sci., 7(2), 122-132.

18- Alshaal, T. and El-Ramady,H.2017, Foliar ap-plication: from plant nutrition to biofortification Env. Biodiv. Soil Security. 1, 71- 83.

19- Aspinall, D. and Paleg,L.G. Proline Accumulation: Physiological Aspects"The physiology and Biochemistry of drought resistance in plants. 1981.

20- Andrew, W.J, C. Youngkoo, X. Chen and S.G. Pandalai. 2000, Vicissitudes of a vitamin. Resent Res. Dev. Phytochem. 4, 89-98.

21- Bangar, S.S., Khandagale, G.B., Pawar, G.S., Khedekar, S.B and Pandit, M.D. 2010. Growth, dry matter and yield of soybean as influenced by different levels of sulphur and boron. *Annals of Plant Physiology*. 24 (2): 220-221

22- Beadle, L.C. 1989.Techniques in bio productivity and photosynthesis. Pergamon press. Oxford New York.Toronto.

23- Belal, E. and El-Ramady, H. 2016, Nanoparti-cles in water, soils and agriculture. In: Ranjan, S., Dasgupta, N., Lichtfouse, E. (eds.) Nanosci-ence in Food and Agriculture 2. Sustainable Ag-riculture Reviews. Vol.21. Springer. Cham, 311-358.

24- Chatterjee, P Santra, K Majumdar, D Ghosh , I Das. 2015, Environmental monitoring and assessment, crop production. International journal of agriculture. International Journal. Agriculture Sciences, 9(7), 3831-3833.

25- De la Rosa, G., García-Castañeda, C.,Vázquez- Núñez, E., Alonso-Castro, Á.J., Basurto-Islas, G.and Mendoza, Á. 2017, Physiological and bi-ochemical response of plants to engineered NMs: Implications on future design. Plant Phys-iol. Biochem. 110, 226-235.

26- Dorenstouter, H., G.A. Pieters and findenegg. 1985, Distribution of magnesium between chlorophyll and other photosynthetic functions in magnesium deficient sun and shade leaves of poplar. J. Plant. Nutr. 8, 1088-1101.

27- Dubois, M.; K.A. Gilles; J.K. Hamilton; P.A. Rebers; and F. Smith.1956, Colorimetric method for determination of sugars and related substances . Analytical Chemistry. 28: 350-356.

28- El-Henawy A., El-Sheikh, I., Hassan, A., Madein, A., El-Sheikh, A., El-Yamany, A., Radwan, A., Mohamed, F., Khamees,M., Youssef, S. and Salah, E.D.F. 2018, Response of cultivated broccoli and red cabbage crops to mineral, organic and nano-fertilizers. Env. Bio-div. Soil Security. 2, 221 – 231.

29- Elizabath, A., Bahadur,V., Misra, P., Prasad, V.M. and Thomas T. 2017, Effect of different concentrations of iron oxide and zinc oxide na-noparticles on growth and yield of carrot (*Dau-cus carota*L.). Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. 6(4), 1266-1269
30- EL-Tohamy, W.A., H.M.EL-Abagy and H.M. EL-Gredly. 2008, Studies on the effect of putrescine, yeast and vitamin C on growth, yield and physiological responses of eggpplant (Solanum melongena L.) under sandy soil conditions. Aust.j. Basic. Appl. Sci. 2(2), 296-300.
31- Fageria, N.K. 2016, The use of nutrients in crop plants. Boca Raton CRC Press. 448p.
32- Fishinakova, A.A; Yankov, M.F, Bitrova, M.F.2001, Legume Crops. Petersburg, Diament for publishing. 220pp.
33- Gharib, F. A. and A. Z Hegazi. 2010, Salicylic acid ameliorates germination, seedling growth, phytohormones and enzymesactivity in bean (Phaseolus vulgaris L.) under cold stress. J. Ame rSci., 6(10): 675-683.
34- Ghidan,A. Al-Antary, T.M., Awwad, A. and Ayad,J. 2018, Physiological effect of some na-nomaterials on pepper (*Capsicum annuum* L.) plants. Fresen. Environ. Bull. 27, 7872-7878.
35- Gornall, A.G.; C.J. Baradawill; and M.M David.1949, Determinationof serum proteins by means of the biuret reaction. Journal of Biological Chemistry. 177: 751-766.
36- Jones-Lee .A. and Lee. G. F.2005, Eutrophication (Excessive fertilization). Water Encyclopedia: Surface and Agricultural water, Wiely. Hoboken, NJ. 107-114.
37- Kahlel,A., Ghidan, A., Al-Antary, T.A., Alsho-mali,I. and Asoufi, H. 2020, Effects of nano-technology liquid fertilizers on certain vegeta-tive growth of broad bean (*Viciafaba* L.).Fresen. Environ. Bull. 29, 4763-4768.
38- Kumar, U.J., Bahadur,V., Prasad, V.M., Mishra, S. and Shukla,P.K. 2017, Effect of different concentrations of iron oxide and zinc oxide na-noparticles on growth and yield of strawberry (*Fragaria x ananassa*Duch) cv. Chandler. Inter-national Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. 6(8), 2440-2445.
39- Li, X.; and Y. Yang .2014, A novel perspective on seed yield of broad bean (Vicia faba L.): Differences resulting from pod characteristics. Scientific Reports. 4: 6859. DOI: 10.1038 /srep 06859.
40- Menaka.P, Y. Ashoka Rani, K.L. Narasimha Rao, P. Hareesh Babu and M. Lal Ahamed. 2018, *Response of Chickpea (Cicer arietinum L.) to Foliar Application of Ethrel, Kinetin and Boron*. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences . *7*(11): 1653-1660.
41- Mengel , K. and E.A. Kirkby.1987, Principles of Plant Nutrition . 3rd. Ed. Int. Institute Bern, Switzerland.
42- Mohamed, S.M. and M.M. Khalil. 1992, Effect of treptophan and arginine on growth and flowering of some winter annuals. Egypt. J Applied Sci.,7(10): 82-93.
43- Morteza, E., Moaveni P., Farhane P. and Mortez M. 2013,Study of photosynthetic pigments changes of maize under nano TiO_2 spraying at various growth stage. Springer Plus, 2(247), 1-5.
44- Naderi , M. R., and A.D. 2013, hahraki. Nanoferttilizers and their roles in sustainable agriculture. Int. J. Agri. Crop Sci., 5(19), 2229-2322
45- Penga, C., Zhang, H., Fang, H., Xu, C., Huang, H., Wang, Y., Sun, L., Yuan, X., Chen, Y. and Shi, J. 2015, Natural organic matter-induced alleviation of the phytotoxicity to rice (*Oryza sativa* L.) caused by copper oxide nanoparticles. Environ. Toxicol. Chem. 34, 1996-2003.
46- Radford, P.J. 1967, Growth analysis formula, their used and abuse. Crop Sci., 7: 171-175.

47- Rehhm. G, C., Rosen and Schmitt. 2002, Magnesium for crop pruduction in Minnesota Extension Service. University of Minnestra, USA.
48- Salisbury , F.B. and C.W. 1991, Ross plant physiology fourth Edition. Wadsworth publishing company, Belmont California, USA. PP682
49- Salem, N., Albanna, L., Abdeen, A., Ibrahim, Q and Awwad, A. 2016, Sulfur nanoparticles im-proves root and shoot growth of tomato. Journal of Agricultural Science. 8(4), 399-404.
50- Srivastava, P.C. and U.C. Gupta.1996, Essential trace elements in crop prodaction. In :P.C. Srivastava, U.C. Gupta, eds. Trace Elements in Crop Production. NewDelhi, India: Oxford. IBH. Publishing Cop. Pvt. Ltd. pp. 73-173.
51- Stewart, C.R and F. Larhar. 1980, Amino acids and derivatives. In the biochemistry of plants. Vol. 5.
52- Van Acker, B.A., K.W. Hulsewe, A.J. Wagenmakers, M.F.Von Meyenfeldt and P.B.2000, Response of glutamine metabolism to glutamine supplemented parenteral nutrition. Am.j.Clin. Nutr. 72, 790-795.
53- Watson, D.J. 1952. The physiological basis of variation in yield. Adv. Agron. 4: 101-145.