Effect spraying of Broad Bean Vicia faba L with Nano composites and growth regulators on enhancing growth and productivity

Dr.Riad zidan*
Dr.Jenan othman**
Tharaa Ali***

(Received 6 / 4 / 2024. Accepted 23 / 5 /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 and growth regulators on enhancing growth and productivity of Broad Bean Vicia faba L. The study included nine treatments (T1 control without spraying, T2 Diamond , T3 Crystal, T4 Obar fix, T5 Casperfix, T6 Dimacomplex, T7 Gibberellin, T8 Kinetin, T9 Brassinolide), The completely randomized design was used with three replications.

The results showed that Tretment 5 spraying with Casperfix gave the superior results with significant difference in the most of vegetative indicator: (height of plant, fresh and dry weight, leaf surface area and indicator).

Crystal compound and growth regulators Gibberellin and Kinetin the highest value for yield of plant (1014.6 , 1076.4 , 1014.6) g/plant and production(3.46 , 3.58, 3.40) kg/m^2 respectively compared to the control 646 g/plant and 2.15 kg/m^2.

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 Brassinolide the least value for content nitrate in pods (65.67mlg/kg).

Keywords[1]:Broad bean, Nano composites, growth regulators, productivity.

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

* **Professor , Department of Horticulture, Faculty of Agricultural Engineering, Tishreen University , Lattakia, Syria.**
****Associate Professor, Department of Horticulture, Faculty of Agricultural Engineering, Tishreen University , Lattakia, Syria.**
*****Postgraduate student, Department of Horticulture, Faculty of Agricultural Engineering, Tishreen University ,Lattakia, Syria.**

تأثير رش نباتات الفول الأخضر *Vicia faba L* ببعض المركبات النانونية ومنظمات النمو في تحسين النمو الخضري وكمية الإنتاج

د رياض زيدان*

د. جنان عثمان**

ثراء علي***

(تاريخ الإيداع 6 / 4 / 2024. قبل للنشر في 23 / 5 / 2024)

□ ملخّص □

نفذ البحث في مشتل جامعة تشرين خلال موسمي الزراعة 2022/2021 و 2023/2022. بهدف دراسة تأثير بعض المركبات النانونية ومنظمات النمو في نمو وإنتاج الفول الأخضر *Vicia faba L.* ،تضمن البحث تسع معاملات (T_1 شاهد بدون رش، T_2 دياموند، T_3 كريستال، T_4 أوبرفكس، T_5 كاسبرفيكس، T_6 ديمة كومبلكس،T_7 حمض الجبريلين، T_8 الكينتين، T_9 البراسينوليد). اتبع في تصميم البحث التصميم الكامل العشوائية بمعدل ثلاث مكررات لكل معاملة .

أظهرت النتائج تفوق معاملة الرش بمركب كاسبرفيكس في معظم صفات النمو الخضري(ارتفاع النبات، الوزن الطازج والجاف للنبات، مساحة ودليل المسطح الورقي).

أعطى المركب كريستال ومنظمي النمو الكينتين والبراسينوليد أعلى القيم من حيث إنتاج النبات الواحد حيث بلغ (1022.5, 1076.4, 1014.6) غ/نبات على التوالي، وإنتاجية وحدة المساحة (3.40, 3.58, 3.46) كغ/م^2 على التوالي، مقابل 646 غ/نبات، 2.15 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 منظم النمو البراسينوليد أقل محتوى للنترات في القرون (65.67 مغ/كغ).

الكلمات المفتاحية: الفول الأخضر، المركبات النانونية، منظمات النمو، الإنتاج

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

* أستاذ – قسم البساتين – كلية الهندسة الزراعية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية

** أستاذ مساعد– قسم البساتين – كلية الهندسة الزراعية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية

*** طالبة دكتوراه – قسم البساتين – كلية الهندسة الزراعية – جامعة تشرين –اللاذقية – سورية

مقدمة:

يزداد الاهتمام العالمي بالإنتاج النباتي كمصدر أساسي للغذاء، ويحظى إنتاج الخضار بالنصيب الأكبر منه، وتعد المحاصيل الحبية والمحاصيل البقولية والبطاطا المصادر الغذائية الأكثر أهمية، حيث تؤمن الحبوب والبطاطا المواد الكربوهيدراتية، في حين تساهم المحاصيل البقولية في توفير المواد البروتينية والدهون (Jonesloe, 2005) ونظراً لزيادة الطلب على الغذاء نتيجة ارتفاع عدد السكان مما دفع الباحثين بالاهتمام بزراعة المحاصيل البقولية الغنية بالبروتين النباتي، ومنها محصول الفول الذي يعد مصدراً مهماً للبروتينات (العثمان، 1996) .

ينتمي الفول *Vicia faba* L إلى الفصيلة البقولية *Fabaseae* ويعتبر أحد أهم محاصيلها الشتوية المتحملة للبرودة نسبياً، كما يعد الفول مصدراً مهماً للبروتين النباتي، يزرع من أجل الحصول على قرونه الخضراء الكاملة، أو بذوره الخضراء، أو الجافة (عمراني، 2005).

الفول من النباتات الحولية تحمل أزهاراً خنثى، والتلقيح ذاتي مع حدوث نسبة حوالي 10% تلقيح خلطي بواسطة الحشرات، يحتاج الإخصاب إلى جو معتدل مائل للبرودة نسبياً، حيث تبدأ البذور بالإنبات عند درجة حرارة 4-5مْ، والحرارة المثالية للإنبات والنمو 17-22 مْ ، أما الحرارة الملائمة للإزهار والعقد بحدود 15-20مْ، يؤدي توفر درجات الحرارة الملائمة للنمو والإزهار خلال فترة نمو النباتات إلى تشكل الأزهار على النباتات، وزيادة عددها، والإسراع في إزهارها مما ينعكس بشكل إيجابي على إنتاجية النبات (Gonzalez *et al.*, 2011) . لكن في الواقع، مرحلة الإزهار ولا سيما مرحلة التبرعم عامل هام ومحدد لمحصول البذور في الفول، وترتبط هذه المرحلة بشكل كبير بتراكم نواتج عملية التمثيل الضوئي، والتي بدورها تتأثر بمجموعة من العوامل البيئية كدرجة الحرارة، والإضاءة (Bishop *et al.*, 2016, Catt and Paull, 2017)

يعد القطاع الزراعي من أهم القطاعات المحركة والمنشطة لجميع القطاعات والأنشطة الاقتصادية الأخرى، إذ يساهم بنسبة كبيرة من الناتج المحلي، وهذا يستدعي من جميع الباحثين والمسؤولين في القطاع الزراعي البحث الجدي في استخدام التقنيات الزراعية الحديثة منها تقنية النانو التي تم انتشار استخدامها والاستفادة منها في مختلف المجالات في الكثير من الدول، كونها تصنف من المواد الصيقة للبيئة، فهي لاتسبب أي مشكلات للبيئة المحيطة والإنسان، وحدة القياس 9^{-10} أي واحد على مليار المتر (عبد الصادق وأبو شامة،2022).

يؤدي ارتفاع درجات الحرارة أو انخفاضها عن الحرارة المثلى للتلقيح والإخصاب إلى انخفاض في نسبة العقد بشكل واضح، وبالتالي انخفاض في كمية المحصول (Davies WJ and Zhang J, 1991).

اعتمدت في السنوات الأخيرة بعض التقنيات الزراعية بهدف تنشيط نمو النباتات وزيادة كمية الإنتاج وتحسين نوعيته من هذه التقنيات الرش الورقي ببعض منظمات النمو الذي أسهم في تحفيز نمو النباتات وزيادة إنتاجيتها خصوصاً تحت ظروف الإجهاد البيئي (Abdul Hye ,2002) وبعض منظمات النمو التي تضاف إلى النبات في الوقت الحالي، هي مشابهات كيميائية في تركيبها وتأثيرها الخلوي للجبرلينات وتتطابق معها في التسمية أيضاً و من أكثرها استخداما حمض الجبرليك GA3 ، حيث يؤدي استخدامه إلى زيادة استطالة الخلايا وتحفيز نموها من خلال زيادة مرونة جدار الخلية، كما يعمل على زيادة تكوين الأوكسين من خلال خفض معدل هدمه، بالإضافة إلى زيادة طول الأفرع الناتج من انقسام الخلايا، وكذلك تحفيز النبات على الإزهار من خلال توجيه نواتج التمثيل الغذائي نحو الأزهار النامية، مما يزيد من عدد الأزهار والثمار فيزداد الإنتاج(Davies,1995)

تلعب الجبرلينات دوراً مساعداً كمنظمٍ للعمليات الحيوية التي تجري خلال مراحل تطور النبات المختلفة بما فيها انبات البذور، تشكل الأزهار، تطور الثمار ونضجها، إضافة لتنظيم بعض العمليات الحيوية المتعلقة بالتمثيل الغذائي ضمن النبات، وزيادة قدرته على تحمل الظروف المناخية القاسية وخاصة التباينات الحرارية (Kazemi, 2014; Honda *et al*., 2016) .

أجريت دراسة لاختبار ثلاث تراكيز من حمض الجبرليك (100،200، 300) مغ/لتر، وأظهرت النتائج على الفول أن التركيز 300ملغ/لتر أفضل النتائج في الصفات المدروسة: ارتفاع النبات، عدد الفروع في النبات، عدد القرون، عدد البذور في القرن متفوقاً على الشاهد و التركيزين الأقل (Fadhil and Almasoody, 2019)

بينت دراسة أخرى أجراها قماري ونفنوف عام 2017 بهدف معاكسة التأثير الضار للإجهاد المائي على صنفي الفول (Malti , Histal) و ذلك برش المجموع الخضري بعد وصوله إلى الذبول بالجبريلين مما أدى إلى تحسين معدلات النمو من خلال زيادة المساحة الورقية وتنشيط استطالة الساق دون أن يؤثر في عدد الأوراق والمادة الجافة كما أدى إلى زيادة كل من الوزن الجاف ومتوسط الوزن النوعي الورقي والمحتوى المائي النسبي في كلا الصنفين مقارنة مع النباتات غير المعاملة بالهرمونات.

وأظهرت دراسة قام بها EL-Meleigy وأخرون عام (1999) باستعمال GA3 (50ppm) على نباتات الفول تحت ظروف الجفاف أدى إلى تحسن نموها الخضري وإزهارها وإثمارها مقارنة بالنباتات غير المعاملة بالهرمونات كما ذكر EL-tayeb عام (1986) أن إضافة الكينتين أو الجبريلين لنباتات الذرة، الفاصولياء والقرع المجهدة تعطي نتائج جيدة من حيث النمو والتطور.

أوضح Naeem وآخرون عام (2004) أن رش نباتات العدس بالكينتين أدى إلى زيادة معدل النمو النسبي من خلال زيادة تراكم المادة الجافة في الجذور والساق والأوراق، بالإضافة إلى زيادة عدد الأوراق والمساحة الورقية.

من محفزات النمو المستخدمة في الزراعات الحديثة منظم النمو البرسينوليد وهو مركب عضوي يتواجد في الخلايا النباتية وله فعالية عالية عند استخدامه بتراكيز منخفضة، اذ يلعب دوراً هاماً في نمو وتطور النباتات من خلال زيادة انقسام الخلايا واستطالتها(Geuns,1978؛ موروميتسيف وآخرون 1987).

وبينت نتائج دراسة Kandil عام (2007) ان استخدام منظم النمو البرسينوليد رشاً على نبات الورد ساهم في زيادة محتوى الأوراق من كل من: الكلوروفيل a وb ، والكاروتينات، والجبريلينات، والسيتوكينينات، واندول حمض الخل مقارنة مع نباتات الشاهد. في حين وجد كلا من Mitchell and Gregory, عام (1972) أن معاملة بادرات الفاصولياء بمنظم النمو البراسينوليد أظهر أثرا ايجابياً في نمو و تطور النباتات خضريا وثمرياً حيث ساهم في زيادة المجموع الخضري للنباتات و من الإنتاج من البذور بنسبة 40 % . كذلك أظهرت نتائج دراسة لتأثير معاملة نباتات الخس بمنظم النمو البراسينوليد زيادة مساحة المسطح الورقي، وعدد الأوراق ، وحجم النباتات وارتفاعها، ومتوسط وزن النبات وكمية الإنتاج وفق كل (يانيشفيسكايا، 2007؛فاتشاكالوفا، 2014)

تعد طريقة الرش الورقي بالمركبات النانونية أكثر كفاءة في تغذية النبات قياساً بتسميد التربة حيث تم استبدال التغذية الجذرية بالرش الورقي بالعناصر الصغرى النانونية (Alshaal and EL-Ramady, 2017).

يعتمد نجاح هذه المركبات النانونية على عدة عوامل: حجم الجزيئات الصغير جداً، التركيب الكيميائي، النسبة والتركيز المستخدم (Fageria, 2016) بينت دراسة Ghidanوآخرون 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 معنوية في نمو النبات (Elizabath *et al.,* 2017; Kumar *et al.*, 2017)

أظهرت دراسةAL-Antary وآخرون عام (2020) لمعرفة تأثير الزنك والكبريت بالشكل النانوني في مؤشرات النمو الخضري وإنتاج القرون في نبات البازلاء 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.أما بالنسبة لعنصر البورون فقد أظهرت الدراسات دور هام جداً في استقلاب المواد الكربوهيدراتية ونقل السكريات من الأوراق إلى الأعضاء التكاثرية لإتمام تمايزها وتكوينها بالإضافة إلى تفتح المآبر ونضج حبوب الطلع وتكوين البذور وتوضعها داخل القرن لذلك كان الدور البورون الرئيسي هو تحسين وتطوير الإنتاج أكثر من النمو الخضري (Nalini Pandey and Bhavana Gupta, 2013)

أهمية البحث وأهدافه:

نظرا لأهمية محصول الفول الاقتصادية والغذائية ، ونتيجة لانخفاض إنتاجية وحدة المساحة في الزراعة المحلية، ونتيجة الظروف البيئية السائدة خلال فترة إنتاجه، وفي محاولة لزيادة إنتاجية الفول في وحدة المساحة لتلبية الطلب المتزايد على الفول الأخضر، لذا اعتمدنا في بحثنا تقنيات زراعية حديثة منها استخدام المركبات النانونية ومنظمات النمو لكونهما من المواد المحفزة للنمو وتشكل القرون، وتزيد من تحمل النباتات للإجهادات البيئية ،**لذلك هدف البحث إلى :**

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

2- دراسة تأثير بعض منظمات النمو في النمو الخضري وكمية الإنتاج ونوعيته.

3- دراسة مدى تأثير بعض المركبات العضوية النانونية ومنظمات النمو في التركيب الكيميائي لقرون الفول الخضراء.

طرائق البحث ومواده:

1-المادة النباتية: استخدم في تنفيذ البحث الصنف بارع، وهوصنف مبكر النضج.

2-البحث وموعد الزراعة:

تم تنفيذ البحث في مشتل جامعة تشرين خلال موسمي الزراعة 2022/2021 و 2023/2022 . وزرعت البذور في 10/25 لكلا موسمي الزراعة.

3-إعداد الأرض وتجهيزها للزراعة:

جرى 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) + 2.7 Mg بمعدل 60غ/م^2 بعد ذلك تم تخطيط الأرض إلى خطوط زراعية . وزرعت البذور في جور على عمق حوالي 5 سم في خطوط البعد بينها 75سم، والمسافة بين النباتات على نفس الخط 40 سم بكثافة نباتية بلغت 3.33 نبات/م^2 .

4- تصميم البحث والتحليل الإحصائي:

نفذ البحث وفق تصميم العشوائية الكاملة حيث تضمن البحث ثلاث معاملات بمعدل ثلاثة مكررات لكل معاملة، بلغ عدد نباتات المكرر الواحد 15 نبات، وبلغ عدد النباتات الكلي في البحث 135 نبات. حللت النتائج احصائياً باستخدام البرنامج الاحصائي Gen Stat 12 لمقارنة الفروق بين المتوسطات وحساب قيمة أقل فرق معنوي LSD عند مستوى معنوية 5%

5-**المخصبات النانونية ومنظمات النمو 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).

4-كاسبر فيكس (Casper Fix):

يحتوي (نانو مغنزيوم، نانو بورون، نانو موليبدينوم)، 10% كربون عضوي (مستخلصات الأشنيات، طحالب بحرية، سكريات كحولية متعددة، الحمضين الأمينيين لايسين، سيستين، وفيتامينات B1، B2، B3،B5، B6 و فيتامين E و C .

5-ديمة كومبلكس (Dima Complex):

يحتوي (نانو بوتاسيوم، نانو فوسفور، نانو بورون، نانو موليبدينوم)، 10% كربون عضوي(أحماض أمينية، فيتامينات، سكريات كحولية).

6- **منظم النمو الجبريلين GA3:** استخدم حمض الجبرليك المخبري النقي 90% ، وزنه الجزيئي 346.38، صيغته الكيميائية $C_{19}H_{22}O_6$.

7- **منظم النمو الكينتين** (Kinetin)**:** استخدم الكينيتين المخبري النقي 90% ، وزنه الجزيئي 215.21، صيغته الكيميائية $C_{10}H_9N_5O$

8-**منظم النمو البراسينوليد(Epibrassinolide):** صيغته الكيمائية $C_{28}H_{48}O_6$،نسبة المادة الفعالة 0.1 % وهو خليط معقد من الليبيدات المستخلصة من حبوب لقاح الخردل (Brassica napus) وكذلك من حبوب لقاح شجرة النغت (Alnus glutinosa) وهي مشتقات5 ألفا كولستان.

6-**معاملات البحث :**

T1 : الشاهد بدون رش.

T2 : معاملة النباتات بالمركب النانوني دياموند Diamond بمعدل1مل/ل.

T3 : معاملة النباتات بالمركب النانوني كريستال Crystal بمعدل1مل/ل.

T4 : معاملة النباتات بالمركب النانوني أوبرفيكس Obar Fix بمعدل1مل/ل.

T5 : معاملة النباتات بالمركب النانوني كاسبرفيكس Casper Fix بمعدل1مل/ل.

T6 : معاملة النباتات بالمركب النانوني ديمة كومبلكسDima Complex بمعدل1مل/ل.

T7 : معاملة النباتات بحمض الجبرليك(GA3) بتركيز 7.5 ppm.

T8 : معاملة النباتات بمحلول الكينتين(KN) بتركيز 7.5 ppm.

T9 : معاملة النباتات بمنظم النمو البراسينوليد بتركيز7.5 ppm.

حيث تم اعتماد التراكيز المستخدمة في البحث بالنسبة للمخصبات العضوية وفق توصيات الشركة المصنعة. أما منظمات النمو فاعتمدت التراكيز وفق (موروموتسيف،1987)، سيتم رش 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.

7-القراءات والصفات المدروسة:

أ- قراءات النمو الخضري:

1-ارتفاع النبات/ سم، بعد 15 يوماً من الرشة الأخيرة اعتباراً من 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-محتوى الكلوروفيل الكلي (ملغ/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 105م° 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-تأثير المركبات النانونية ومنظمات النمو على الصفات الخضرية:

أظهرت نتائج الرش بكل من المركبات النانونية ومنظمات النمو تأثيراً إيجابياً في تحسين النمو الخضري للنباتات، حيث تفوقت المعاملات من T_3 وحتى T_9 معنوياً على الشاهد، ولم تكن الفروق معنوية فيما بينها بصفة ارتفاع النبات، حيث بلغت 136سم/نبات في الشاهد، في حين تراوحت في باقي المعاملات بين 143سم/نبات في المعاملة T_2 و 158سم/نبات في المعاملة T_6، ولوحظ عدم وجود فروق معنوية بين المعاملتين T_2 وT_3 ، وكذلك بين معاملة الشاهد والمعاملة T_2.

ولوحظ أن رش النباتات بالمركبات النانونية ومنظمات النمو ساهم في زيادة عدد الأوراق على النبات وبفروق معنوية عن الشاهد، وتراوح عدد الأوراق بين 156 ورقة /نبات في الشاهد، و 256.7 ورقة/نبات في المعاملة T_7 وعدم وجود فروق معنوية بين المعاملات T4, T7, T8, T9 ، وكذلك لوحظ عدم وجود فروق معنوية بين المعاملات T8, T9, T2, T3 وبين المعاملتين T5 و T6 حيث بلغ عدد الأوراق على النبات الواحد , 256.7 , 246.7 , 243.3 156 , 240 , 228.7 , 248.7 , 215.3 ,221.7 ورقة/النبات للمعاملات T1,T2,T3,T4,T5,T6,T7,T8,T9 بالترتيب جدول رقم (1).

وفي نفس السياق وجد أن الرش بالمركبات النانونية ومنظمات النمو أثر إيجابياً في زيادة عدد التفرعات على النبات، وتفوقت جميع المعاملات على الشاهد، حيث بلغ عدد التفرعات , 11.33 , 12.67 , 11.67 , 11.33 , 12.67 10 , 12.67 , 12 , 13.67 فرع/النبات للمعاملات T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9 على التوالي. ولوحظ عدم وجود فرووق معنوية بين المعاملات T2, T4, T6, T9، وكذلك بين المعاملات T3, T5, T7, T8 وبين المعاملات T2, T6, T7, T9.

ويمكن تفسير نتائج رش المركبات النانونية على الفول الأخضر بزيادة قدرة النباتات على امتصاص العناصر الغذائية من التربة (NPK) الضرورية لقيام النبات بعملية التمثيل الضوئي ، و مساهمتها في خفض عملية الأكسدة واستمرار النمو الخضري للنباتات (Andrew *et al.,* 2000; Morteza *et al.,* 2013)

ويعود دور منظمات النمو لتنشيط العمليات الفسيولوجية في النبات، وتحفيز انقسام واستطالة الخلايا وبالتالي زيادة نمو وارتفاع الساق، كما تشجع على التمايز الخلوي، وتطوير الأنسجة الميرستيمية ، وتكوين الأعضاء النباتية المختلفة وبشكل رئيسي تشكل الفروع الجانبية كونها تحد من السيادة القمية وتحفز نمو الفروع من البراعم الجانبية مما يزيد عدد الفروع وطولها على النبات الواحدوهذا يتوافق مع(Sadak *et al.,* 2013; Nagatia *et al.*,2004 Sohair *et al.*, 2006 ؛ مورومتسيف وآخرون 1987).

جدول (1) تأثير المركبات النانوية ومنظمات النمو في الصفات الخضرية(متوسط موسمين زراعين)

المؤشرات / المعاملات	ارتفاع النبات/سم	عدد الأوراق ورقة/النبات	عدد التفرعات فرع/النبات
T_1 شاهد	136.7c	156d	10d
T_2دياموند	143.3bc	240ab	12.67ab
T_3 كريستال	150ab	228.7bc	12bc
T_4أوبر فيكس	148.3ab	248.7a	13.67a
T_5كاسبر فيكس	155a	215.3c	11.33c
T_6ديمةكومبلكس	156.7a	221.7c	12.67ab
T7 جبريلين	158.3a	256.7a	11.67bc
T8 كينتين	155a	246.7ab	11.33c
T9 براسينوليد	156.7a	243.3ab	12.67ab
$L.S.D_{5\%}$	9.78***	19.83***	1.06***

2-تأثير بعض المركبات النانوية ومنظمات النمو في مساحة ودليل المسطح الورقي وكفاءة التمثيل الضوئي ومحتوى الكلوروفيل في الأوراق :

نظراً لأهمية مساحة المسطح الورقي ودليله وكفاءة التمثيل الضوئي لكونها مقياس أساسي لقدرة النباتات على القيام بعملية التمثيل الضوئي، فهي تعبر عن القيمة التي يحدث عندها أقصى تراكم للمادة الجافة (حسن، 1999). لذلك تم حساب مساحة ودليل المسطح الورقي بعد مرور 75 يوم على الإنبات (في مرحلة أوج الإزهار وبعد الرشة الأخيرة بالمركبات). أظهرت النتائج المدونة في الجدول رقم (2) اختلاف مساحة المسطح الورقي باختلاف المعاملات، ولوحظ ازديادها في جميع معاملات الرش بالمركبات النانونية ومنظمات النمو وبفروق معنوية عن الشاهد، وسجلت المعاملة T5 أعلى القيم 9541سم^2/نبات، وتفوقت معنوياً على جميع المعاملات، وسجلت أقل مساحة ورقية لنباتات الشاهد 4661 سم^2/نبات، ولوحظ أيضاً تفوق المعاملتين T8 و T9 معنوياً على باقي المعاملات إذ بلغت مساحة المسطح الورقي 6636 للمعاملة T9 التي تفوقت معنوياً على المعاملة T8 والتي بلغت فيها مساحة المسطح الورقي 6344 سم^2/نبات، في حين تراوحت المساحة في باقي المعاملات بين 5253 سم^2/نبات في المعاملة T3 و 5662 سم^2/نبات في المعاملة T4. يعد دليل المسطح الورقي من المؤشرات الإنتاجية الهامة التي تعطي فكرة واضحة عن كفاءة اعتراض الأشعة الشمسية واستفادة النبات منها في عملية التمثيل الضوئي، وهنا بينت النتائج المدونة في الجدول رقم(2) تفوق جميع معاملات الرش بالمركبات النانونية ومنظمات النمو على الشاهد وبفروق معنوية في دليل المسطح الورقي، وعند المقارنة بين المعاملات يظهر تباين في قيمة دليل المسطح الورقي تبعاً للمعاملة، حيث سجلت المعاملة T5 أعلى القيم وبلغت 3.18 ، وأقل القيم في الشاهد 1.553، كذلك تفوقت المعاملة T9 معنوياً على المعاملات الأخرى حيث بلغ الدليل معنوياً على المعاملات الأخرى حيث بلغ الدليل 2.202 يليها المعاملة T8 إذ بلغ دليلها 2.115 ولوحظ عدم وجود فروق معنوية بين المعاملات T2, T6, T7.

تعبر الكفاءة التمثيلية للنبات على مقدار الزيادة في المادة الجافة الناتجة عن مساحة معينة أو وزن معين من الأوراق في وحدة الزمن فيعبر ذلك عن الفرق بين الزيادة الناتجة عن التمثيل الضوئي والنقص الناتج عن عملية التنفس، وهي من أهم مقاييس النمو لأنها ذات دلالة فيزيولوجية واضحة، ويؤثر فيها العديد من العوامل أهمها: درجة الحرارة، شدة الضوء، محتوى الأوراق من الكلوروفيل والعناصر الغذائية المعدنية ومنظمات النمو (Poorter and Remakes, 1990; Forbes and Watson, 1992; Sadras and Conner, 2009)

وأظهرت النتائج المبينة في الجدول رقم (3) تفوق جميع معاملات الرش بالمركبات النانونية ومنظمات النمو على الشاهد وبفروق معنوية، بلغت أعلى كفاءة تمثيلية في المعاملة T8 وبلغت 0.009غ/سم^2/يوم، وأقل قيمة في معاملة الشاهد 0.0034غ/سم^2/يوم. كذلك تفوقت المعاملات T9, T7, T6, T5معنوياً على باقي المعاملات دون أن يكون بينها فرق معنوي، وبلغت الكفاءة لهذه المعاملات 0.0082, 0.0080 , 0.0081, 0.0074 غ/سم^2/يوم بالترتيب. و للمعاملات T4, T3, T2 بلغت الكفاءة 0.0053, 0.0056, 0.0057 غ/سم^2/يوم بالترتيب ولم تكن الفروق معنوية فيما بينها.

تعد عملية التمثيل الضوئي من أهم العمليات الحيوية التي تقوم بها جميع النباتات الخضراء، وهناك العديد من الصبغات المشتركة في عملية التمثيل الضوئي، وأهمها صبغة الكلوروفيل، ويعد الكلوروفيل A و B أهم هذه الصبغات، وبشكل خاص الكلوروفيل A ، لذا كان لابد من تقدير محتوى أوراق الفول تحت تأثير الرش بالمركبات النانونية ومنظمات النمو من الكلوروفيل الكلي (A+B) (Finch and Lane, 2014) وتشير نتائج الجدول (2) إلى تفوق المعاملة T8 على جميع المعاملات وبفروق معنوية وبلغ محتوى الكلوروفيل في الأوراق 2.744 مغ/غ ، بينما تراوحت كمية الكلوروفيل الكلي في بقية المعاملات بين 2.52مغ/غ في الشاهد، و2.64 مع/غ في المعاملة T3، وكذلك لوحظ تفوق المعاملات T9, T5, T4, T3 معنوياً على المعاملات الأخرى دون أن يكون بينها فروق معنوية، ووجد أيضاً عدم وجود فروق معنوية بين T6 و T7 والشاهد.

تؤيد هذه النتائج مع ماتوصل إليه(Ahmed and Ibraheem, 2023) حيث ساهم محتوى الأسمدة النانونية من الأحماض الأمينية والطحالب البحرية والأنزيمات والفيتامينات في العديد من العمليات الفيزيولوجية في النباتات، نشطت الأنزيمات، خلقت الأحماض الأمينية، والفيتامينات، وحفزت نمو النباتات خضرياً (Andrew *et al.*, 2000; EL–Tohamy, 2008)

يمكن تفسير ذلك بالنسبة لمنظمات النمو لدورها في تحسين النشاط الحيوي والعمليات الفسيولوجية في النبات، من خلال تحفيز استطالة الساق وتوسع الأوراق وزيادة إنتاج الكتلة الحيوية للنبات، ويعزى تفوق البراسينوليد في أغلب الصفات الخضرية لتأثيره الإيجابي في زيادة نشاط الأنزيمات المانعة للتأكسد، والهرمونات والبروتينات الذوابة وهذا يتوافق مع (Sadeghi and Shekafandeh ,2014; Hedden and Sponsel, 2015)

جدول (2)تأثير المركبات النانوية ومنظمات النمو 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 غ/سم^2/يوم	محتوى الأوراق من الكلوروفيل الكلي مع/غ
T_1 شاهد	4661g	1.553g	0.0034e	2.52c
T_2دياموند	5597de	1.866de	0.0053d	2.59b
T_3 كريستال	5253f	1.751f	0.0056d	2.64b
T_4أوبر فيكس	5662d	1.887d	0.0057d	2.60b
T_5كاسبر فيكس	9541a	3.180a	0.0082bc	2.58b
T_6ديمةكومبلكس	5606de	1.869de	0.0080bc	2.52c
T7 جبريلين	5436ef	1.812e	0.0081bc	2.52c
T8كينتين	6344c	2.115c	0.0090a	2.74a
T9براسينوليد	6636b	2.202b	0.0074c	2.58b
$L.S.D_{5\%}$	194***	0.0613***	0.0008**	0.075***

-تأثير المركبات النانوية ومنظمات النمو في الصفات الإنتاجية :

- التأثير في عدد الأزهار والقرون المتشكلة على النبات ونسبة العقد%:

أظهرت النتائج المدونة في الجدول (3) اختلاف عدد الأزهار على النبات بحسب معاملات الرش حيث بلغ عدد الأزهار 230.7 ,235.7 , 207.3 , 207.3 , 200.7 , 258, 249.3 , 242, 226.3 بالترتيب للمعاملات T9, T8, T7, T6, T5, T4, T3, T2, T1 وسجل أعلى عدد أزهار على النبات في المعاملة T6 التي تفوقت معنوياً على جميع المعاملات باستثناء المعاملة T7 التي تفوقت معنوياً أيضاً على باقي المعاملات، في حين لم تكن الفروق معنوية بين المعاملات T5, T4, T3 وكذلك بين معاملة الشاهد والمعاملات T9, T8, T2.

أما فيما يخص تأثير المركبات النانونية ومنظمات النمو في عدد القرون المتشكلة على النبات فقد تبين تفوق جميع المعاملات معنوياً على الشاهد، وبلغت النسبة المئوية للعقد 27.24, 28.54, 22.46, 24.13, 29.65, 28.46, 16.92, 21.22, 27.50 للمعاملات T9, T8, T7, T6, T5, T4, T3, T2, T1 بالترتيب، وسجلت أعلى نسبة عقد (29.65%) في المعاملة T5 التي تفوقت معنوياً على جميع المعاملات باستثناء المعاملتين T4 (28.46%) والمعاملة T8 (28.54%)، وأقل نسبة عقد كانت في معاملة الشاهد (16.92%)، ولوحظ عدم وجود فروق معنوية بين المعاملات T9, T8, T4, T3 وكذلك بين المعاملتين T2 و T7 .

يعزى التفوق المعنوي في عدد أزهار المركب ديمة كومبلكس لاحتوائه على نانو بوتاسيوم ودوره الهام في العمليات الفيزيولوجية داخل النبات خاصة نقل واختزان المركبات الكربوهيدراتية، بالإضافة إلى زيادة مقدرة النباتات على تحمل الظروف غير الملائمة التي يصادفها النبات (Menegl and Kirkby, 1987) ، كما تتفق هذه النتائج مع دراسات سابقة أشارت إلى دور الجبريلين في تحقيق التوازن بين نمو البراعم ونمو وتطور المجموع الخضري، من خلال تحفيز الإزهار، حيث وجد أن النباتات التي تنمو في ظروف النهار الطويل فإنها إذا تعرضت لظروف نهار قصير ودافئ فإنها تستمر في النمو الخضري ولا تزهر، وعند معاملة هذه النباتات بالجبريلين فإنه سيعوض احتياجاتها من الضوء والبرودة وهكذا تستطيل الفروع وتزهر النباتات (Saleh, 1990; Fadhil and Almasoody, 2019)

يمكن تفسير زيادة عدد القرون المتشكلة على النبات بتنشيط الأنزيمات، وتنظيم العمليات الحيوية وخاصة نانو بورون ودوره 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 (خليل، 2008)، وتفوق مركبي أوبر فيكس وكاسبرفيكس لاحتوائهما على الفتياميناات 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; AL-Hasany *et al.,* 2019). ويعزى التفوق المعنوي للكينتين لدوره في تنظيم ردة فعل النبات الاستقلابي بشكل إيجابي بالنسبة للإجهادات الحية وغير الحية التي تتعرض لها النباتات خلال مراحل نموها المختلفة مما يحسن تحملها للملوحة، الجفاف، الحرارة العالية، الأمراض، عمليات الأكسدة، كما أنها تنشط الأنزيمات وتنظم تشكيلة واسعة من العمليات الحيوية والفسيولوجية خلال دورة حياة النبات مثل البناء الضوئي وتمثيل البروتينات، وتحسين عقد الثمار ومنع تساقطها وزيادة إنتاجية النباتات من خلال تنشيط انقسام خلايا جدار المبيض وبالتالي الاستمرار في النمو وعدم التساقط (Gruszka, 2013; Sadak *et al.,* 2013).

- **التأثير في المؤشرات والإنتاجية:**

أظهرت النتائج أن متوسط وزن القرن تراوح بين 15غ في المعاملة T4 ، و 18غ في المعاملة T2 ، ولوحظ عدم وجود فروق معنوية بين الشاهد وباقي المعاملات، في حين تفوقت المعاملتين T2 و T3 معنوياً على جميع معاملات الرش الأخرى باستثناء T9، وأظهرت النتائج أن أعلى إنتاج في وحدة المساحة سجل للمعاملات T9, T8, T3 حيث بلغ إنتاج النبات الواحد فيها 1014.6 ,1076.4 ,1022.5 غ/النبات، وإنتاجية وحدة المساحة 3.46 ,3.58 , 3.40 للمعاملات السابقة بالترتيب. في حين أقل مؤشر إنتاجي كان في معاملة الشاهد حيث بلغ إنتاج النبات 646غ/نبات، وإنتاجية وحدة المساحة 2.5 كغ/م^2، وبلغ إنتاج النباتات لباقي المعاملات 901 ,885.3 ,922.4 , 967.7 ,924 غ/نبات ، وإنتاجية وحدة المساحة 3 ,2.94 ,3.06 ,3.21 ,3.07 كغ/م^2 للمعاملات T2, T4, T5, T6, T7 بالترتيب.

يعزى تفوق المركب كريستال فيما يخص إنتاجية وحدة المساحة لاحتواءه على الحمض الأميني التربتوفان الضروري لتنشيط انقسام خلايا جدار المبيض، وتمايز مبايض الأزهار فيما بعد بارتفاع المستوى الهرموني، وبالتالي استمرارها في النمو وعدم التساقط (شاهين، 2010). وكذلك تفوق الكينتين والبراسينوليد لدورهما في تحسين عقد الثمار ومنع تساقطها وزيادة إنتاجية النباتات من خلال تنشيط انقسام خلايا جدار المبيض وبالتالي الاستمرار في النمو وعدم التساقط (Vriet *et al.*, 2012; Gruszka, 2013; Sadak *et al.*, 2013).

جدول (3)تأثير المركبات النانوية ومنظمات النمو في الصفات الإنتاجية للقرون الخضراء (متوسط موسمين زراعيين)

المؤشرات / المعاملات	عدد الأزهار زهرة/نبات	عدد القرون فرن/نبات	النسبة المئوية للعقد %	متوسط وزن القرن بالغرام	متوسط إنتاج النبات غرام/نبات	إنتاجية وحدة المساحة كغ/م^2
T_1 شاهد	230.7cd	39g	16.92e	16.57ab	646d	2.15d
T_2ديامواند	235.7cd	50f	21.22d	18a	901c	3c
T_3 كريستال	207.3e	57e	27.50b	17.80a	1014.6ab	3.46a
T_4أوبر فيكس	207.3e	59d	28.46ab	15b	885.3c	2.94c
T_5كاسبر فيكس	200.7e	59.50d	29.65a	15.50b	922.4bc	3.06bc
T_6ديمةكومبلكس	258a	60.50cd	24.13c	16b	967.7b	3.21abc
T7 جبريلين	249.3ab	56e	22.46d	16.50ab	924bc	3.07
T8كينتين	242bc	69a	28.54ab	15.60b	1076.4a	3.58a
T9براسينوليد	226.3d	61.60b	27.24b	16.60ab	1022.5ab	3.40ab
$L.S.D_{5\%}$	11.45**	1.807***	1.416***	1.413**	98.4***	0.335*

3-تأثير المركبات النانونية ومنظمات النمو في التركيب الكيميائي لقرون الفول الخضراء:

نلاحظ من نتائج الجدول رقم (4) عدم وجود فروق معنوية في محتوى قرون الفول الأخضر من المادة الجافة حيث تراوحت بين 12.87% في قرون الشاهد و 14.36% في قرون معاملة الكاسبرفيكس 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 لجميع معاملات الرش، وأعلى نسبة (8.96%) كانت في المعاملة T3 التي تفوقت معنوياً على باقي المعاملات باستثناء المعاملة T5 (7.833%) ، كما تفوقت المعاملات T9, T8, T7, T6, T4, T2 معنوياً على الشاهد حيث بلغت نسبة المواد الصلبة الذائبة (6.533, 6.733, 6.667, 6.667, 6.500) 7.333% للمعاملات السابقة على التوالي مقابل 5.667% للشاهد. يعود سبب زيادة نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية إلى زيادة جاهزية وامتصاص العناصر الغذائية، وبالتالي زيادة التمثيل الضوئي النمو وتكوين مجموع خضري جيد وإنتاج المركبات المعقدة مثل الكربوهيدرات والأحماض الأمينية الذائبة والأحماض العضوية وانتقالها إلى الثمار مما يؤدي لزيادة نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية في الثمار.

وأظهرت النتائج أن المركبات النانونية ومنظمات النمو المستخدمة لم يكن لها تأثير معنوي في محتوى القرون من المواد الكربوهيدراتية والبروتينات حيث تراوحت نسبة المواد الكربوهيدراتية بين 5.557% في معاملة الجبريلين و 6.540% في الشاهد. أما نسبة البروتين فتراوحت بين 3.383% في معاملة دياموند، و3.938% 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 جميع المعاملات معنوياً عن الشاهد، وأقل نسبة نترات كانت في نباتات معاملة البراسينوليد وبلغت 65.67 مغ/كغ وزن طازج وبفروق معنوية عن باقي المعاملات، حيث بلغ محتوى النترات في القرون (86 ,67, 79 ,78.67, 69, 70, 76.67, 71, 76) مغ/كغ وزن طازج للمعاملات (T8, T7, T6, T5, T4, T3, T2, T1) بالترتيب. وهذا مايصبو إليه العالم من خلال تقليل المتبقيات السامة في المنتجات الغذائية قد يعود سبب انخفاض نسبة النترات في القرون إلى دور العناصر النانوية ومنظمات النمو 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 مغ/كغ حسب (بكسييف،1998)

جدول (4) تأثير المركبات النانونية ومنظمات النمو في التركيب الكيميائي لقرون الفول الخضراء (متوسط موسمين زراعيين)

المؤشرات / المعاملات	النسبة المئوية للمادة الجافة	النسبة المئوية للمواد الصلبة الذائبة	النسبة المئوية للكربوهيدرات	النسبة المئوية للبروتين	النترات مع/كغ
T_1 شاهد	12.87a	5.667c	6.220a	3.729a	86a
T_2دياموند	13.32a	6.500b	6.191a	3.383a	79.67b
T_3 كريستال	13.90a	8.96a	6.006a	3.938a	78.67b
T_4أوبر فيكس	14.09a	7.333b	5.940a	3.708a	69c
T_5كاسبر فيكس	14.36a	7.833ab	5.964a	3.520a	70c
T_6ديمةكومبلكس	13.34a	6.667b	5.557a	3.367a	76.67b
T7 جبريلين	11.77a	6.667b	6.245a	3.471a	71c
T8 كينتين	12.64a	6.733b	6.540a	3.751a	76b
T9 براسينوليد	12.48a	6.533b	5.589a	3.641a	65.67d
$L.S.D_{5\%}$	2.394*	1.331***	2.132	0.5957	7.649

الاستنتاجات والتوصيات:

من خلال النتائج السابقة نستنتج مايلي:

1- أدى رش نباتات الفول بالمركبات النانونية ومنظمات النمو إلى زيادة في معظم صفات النمو الخضري.

2-ساهم الرش بالمركب ديمة كومبلكس ومنظم النمو الجبريلين في زيادة عدد الأزهار على النباتات

3-ساهم الرش بالمركبات النانونية ومنظمات النمو إلى زيادة عدد القرون على النبات ونسبة العقد وكمية الإنتاج وأعطت معاملة الرش بالكينتين أعلى القيم.

4- إمكانية زيادة إنتاجية وحدة المساحة من الفول الأخضر برش النباتات بالمركب النانوني كريستال ومنظمي النمو الكينتين والبراسينوليد.

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

6- وجد زيادة في محتوى القرون الخضراء من المواد الصلبة الذائبة وخاصةً عند رش النباتات بمركبي كريستال وكاسبرفيكس.

7- أدى رش النباتات بالمركبات النانونية ومنظمات النمو إلى خفض محتوى النترات في القرون الخضراء.

التوصيات:

رش النباتات بمركب كريستال ومنظمي النمو الكينتين والبراسينوليد 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.

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

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

4-يانيشفيسكايا. و.ل.2007، تأثير رش نباتات الخس بسماد ورقي يحتوي على عنصر السيليكون ومحفزي النمو أيبين – اكسترا، وتسيركون ، في نمو وإنتاج الخس، مجلة البيوت المحمية –روسيا، العدد 4 : 38 – 41(باللغة الروسية).

5-حسن، أحمد عبد المنعم ، 1997 ، أساسيات وفسيولوجيا الخضر، المكتبة الأكاديمية للنشر ، القاهرة : 596 ص.

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

7-عبد الصادق، حسن أبو شامة، 2022، اقتصاديات استخدام تكنولوجيا النانو في المجال الزراعي. نشرة زراعية صادرة عن قطاع الإرشاد الزراعي بجمهورية مصر العربية، عدد كانون أول.

8-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.

9-فاتشاكالوفا. أ.م. 2014 ، تأثير محفزات النمو في نمو وتطور نباتات الخس وكمية الإنتاج ، مجلة البيوت المحمية– روسيا، العدد 4 : 65 – 71 (باللغة الروسية).

10- قماري أميرة، نفنوف أمال. تأثير منظم النمو حامض الجبريليك GA3 على نبات الفول Vicia faba L. تحت الظروف الجافة.رسالة ماجستير. جامعة الشهيد حمه لخضر بالوادي. كلية علوم الطبيعة والحياة.

11- موروموتسيف غ. س؛ تشكانيكوف . د . أي ؛ كولايفا. و. ن ؛ غامبورغ . ك. ز ، 1987، منظمات النمو الأساسية وإنتاجية النباتات . دار أكرو بروم للنشر – موسكو : 382 ص (باللغة الروسية).

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

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

4-Yanishveskaya. W.L. 2007, The effect of spraying lettuce plants with a foliar fertilizer containing silicon and the growth stimulants Epin-Extra and Tsirkon, on the growth and production of lettuce, Greenhouses Magazine - Russia, Issue 4: 38 - 41 (in Russian.(

5- Hassan, Ahmed Abdel Moneim, 1997, Basics and Physiology of Vegetables, Academic Publishing Library, Cairo: 596 pages.

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

7- Abdel Sadiq, Hassan Abu Shama, 2022, The economics of using nanotechnology in the agricultural field. Agricultural bulletin issued by the Agricultural Extension Sector in the Arab Republic of Egypt, December issue.

8- 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.

9- Vachakalova. Mother. 2014, The effect of growth stimulants on the growth and development of lettuce plants and the amount of production, Greenhouse Journal - Russia, Issue 4: 65-71 (in Russian).

10- Qamari Amira, Nafnouf Amal. The effect of the growth regulator gibberellic acid GA3 on the bean plant, Vicia faba L., under dry conditions. Master's thesis. Martyr Hama Lakhdar University in El Oued. College of Natural and Life Sciences.

-11Muromtsev G. s; chkanikov. Dr . any ; Colaeva. And the. n; Gamborg. K. G., 1987, Essential growth regulators and plant productivity. Akroprom Publishing House - Moscow: 382 pages (in Russian).

12- Abdul Hye, M., M. S. Haque and M. Abdul Karim. 2002, Influence of growth regulators and their time of application on yield of onion, Pakistan Journal of Biological Sciences 5(10): 1021-1023.

13- Ahmed, alsawaf1 and Fathel F. R. Ibraheem.(2023). 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

14- 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.

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

16- Andrew, W.J, C. Youngkoo, X. Chen and S.G. Pandalai. 2000, Vicissitudes of a vitamin. Resent Res. Dev. Phytochem. 4, 89-98.
17- 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
18- Beadle, L.C. (1989).Techniques in bio productivity and photosynthesis. Pergamon press. Oxford New York.Toronto.
19- 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.
20- Bishop J, Potts SG, Jones HE.(2016). In press. Susceptibility of faba bean (Vicia faba L.) to heat stress during floral development and anthesis. Journal of Agronomy and Crop Science.
21- Catt, S.C.; and J.G. Paull (2017). Effects of ambient temperature and photoperiod on flowering time in faba bean (Vicia faba L.). Crop and Pasture Science. 68(11): 893–901.
22- Davies WJ, Zhang J. (1991). Root signals and the regulation of growth and development of plants in drying soil. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology 42, 55–76.
23- Davies, P.J. (Ed). 1995, Plant Hormones, Physiology, Biochemistry and Molecular Biology. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
24- 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
25- EL-Meleigy E; Hassanein R; Abd-El-Kader D. 1999, Improvement of drought tolerance in Arachis hypogeal plants by some growth substances. Bull. Fac. Sci. Assiut. Univ. 28(1-D): 159-185.
26- 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.
27- Fadhil, A, H. and M. Almasoody. 2019. Effect of Spraying with Gibberellic Acid on Growth and Yield of Three Cultivars of Broad Bean (Vicia faba L.). Indian Journal of Ecology 46 Special Issue (8): 85-89.
28- Fageria, N.K. (2016) The use of nutrients in crop plants. Boca Raton CRC Press. 448p
29- Finch H.J.S., and G.P.F. Lane. 2014. Learn more about chlorophyll A plants. Lockhart and wiseman's crop husbandry including grassland (ninth edition) 3-26.
30- Forbes. J.C., and R.D. Watson. 1992. Plants in agriculture. Cambridge university. 337pp.
31- Fishinakova, A.A; Yankov, M.F, Bitrova, M.F.2001, Legume Crops. Petersburg, Diament for publishing.,220pp.
32- González, F. G., D. J. Miralles, and G. A. Slafer, 2011: Wheat floret survival as related to pre-anthesis spike growth. Journal of Experimental Botany, 62, 4889–4901.
33- 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.
34- Gruszka, D. 2013, The brassinosteroids signaling pathway new key players and interconnections with other signaling networks crucial for plant development and stress tolerance. Int. J. Mol. Sci. 14: 8740–8774.
35- Hedden, P. and V. Sponsel. 2015, A Century of Gibberellin Research. J.Plant Growth Regul. 34: 740–760.
36- Honda, I.; Matsunaga, H.; Kikuchi, K.; Matuo, S.; Fukuda, M. and Imanishi, S. 2016. Involvement of cytokinins, 3-indolacetic acid and gibberellins in early fruit growth in pepper (Capsicum annuum L.). Hortic. J. Doi 10.2503/hortj. MI-120.

37- Jones-Lee .A. and Lee. G. F.2005, Eutrophication (Excessive fertilization). Water Encyclopedia: Surface and Agricultural water, Wiely. Hoboken, NJ. 107-114.
38- 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.
39- Kandil.M,N 2007 . Effects of some Growth Rrulators on Levels Endogenous Hormonesandehemicals constituents of Rose Plant. American – Eurasian J. Agris .and Environ Sci 2(6): 720 – 730.
40- Kazemi, M. 2014. Effect of gibberellic acid and potassium nitrate spray on vegetative growth and reproductive characteristics of tomato. J. Biol. Environ. Sci. 8(22):1-9.
41- 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
42- Mengel , K. and E.A. Kirkby. Principles of Plant Nutrition .(1987). 3rd. Ed. Int. Institute Bern, Switzerland.
43- Mitchell J. W ;Mandava N ; Wortey J . F ;Drowne M . E .1971 , Fatty hormones in pollen and immature seeds of bean – J, Agr. And Food Chem . V19 .N .2 : 391 - 393 .
44- 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), 1-5p.
45- Ngatia, T. M., V. E. Emongor. and S.D. Obukosia. 2004. Effect of Levels and timing of application of gibberellic acid on growth and yield components of common beans. Afri. Crop Sci. J. 12:123-131.
46- Naeem, M., Iram Bhatti., Raza Hafeez Ahmad and Yasin Ashraf, M. 2004. Effect of some growth hormones (GA3, IAA and kinetin) on the morphology and early or delayed initiation of bud of lentil (Lens culinaris Medik). Pakistan Journal of Botany. 36 (4): 801-809.
47- Pandey.N. and Gupta.B. 2013, The impact of foliar boron sprays on reproductive biology and seed quality of black gram. Journal Of Trace Elements in medicine and Biology. 27(1): 58-64.
48- Poorter. H.,C. Remakes. 1990. Leaf area ratio and net assimilation rate of 24 wild species differing in relative growth rate. Vol. 83. Issue 4. 553-559pp.
49- Radford, P.J. (1967). Growth analysis formula, their used and abuse. Crop Sci., 7: 171-175.
50- Sadak, Sh. Mervat. Dawood, M.G., Bakry, B.A and El-Karamany M.F. 2013, Synergistic effect of Indole Acetic Acid and Kinetin on performance, some biochemical constituents and yield of faba bean plant grown under newly reclaimed sandy soil. Journal of Agricultural Sciences. 9 (4): 335-34.
51- Sadeghi, F.and Shekafandeh, A. 2014,Effect of 24-epibrassinolide on salinity induced changes in loquat (Eriobotrya japonica Lindl). J. Appl. Bot.Food Qual. 87: 182–189.
52- Sadras. V. and D. Connor. 2009, Sustainable agriculture and crop physiology in crop physiology. 1-20pp.
53- Saleh Musleh Mohammed Saeed 1990, Physiology of plant growth regulators. First edition. Ministry of Higher Education and Scientific Research. Salahaddin University - Iraq.
54- Sohair K. Saeid, H. M. and Magda, S. (2006). The role of kinetin in flower abscission and yield of Lentil plant. Journal of Applied Science Research. 2 (9): 587-591..
55- Vriet, C., Russinova, E. and Reuzeau, C. 2012, Boosting crop yields with plant steroids. Plant Cell. 24: 842–857.
56- Watson, D.J. 1952, The physiological basis of variation in yield. Adv. Agron. 4: 101-145