تأثير المركبين العضويين النانويين كاسبرفيكس وديمة كومبلكس في نمو وإنتاج الفول الأخضر *Vicia fabaL*

رياض زيدان [1] و جنان عثمان [1] و ثراء علي[1]*

(1). قسم البساتين، كلية الزراعة، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.

(*للمراسلة: م. ثراء محمد علي، البريد الإلكتروني: whitecat1991aa@gmail.com، هاتف:0994767131).

تاريخ الاستلام:2023/12/18 تاريخ القبول:2024/02/19

الملخص

نفذ البحث في مشتل جامعة تشرين خلال موسمي الزراعة 2021/2022 و 2022/2023. بهدف تحديد أثر المركبين العضويين النانويين كاسبرفيكس وديمة كومبلكس في نمو وإنتاج الفول الأخضر Vicia faba L. صنف بارع. شملت الدراسة 3 معاملات (T1 شاهد بدون رش، T2 الرش بالمركب النانوني كاسبرفيكس تركيز 1مل/ل ، T3 الرش بالمركب النانوني ديمة كومبلكس تركيز 1مل/ل)، صممت التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة بثلاث مكررات لكل معاملة. أظهرت النتائج تفوق معاملة الرش بمركب كاسبرفيكس في معظم صفات النمو الخضري حيث ازدادت مساحة ودليل المسطح الورقي، كفاءة التمثيل الضوئي، ونسبة العقد. كما تفوقت المعاملة بكلا المركبين كاسبر فيكس وديمة كومبلكس من حيث إنتاجية وحدة المساحة من القرون الخضراء الغضة حيث بلغت (3.067، 3.217) كغ/م2 على التوالي مقابل 2.147 كغ/م2 لمعاملة الشاهد. ولوحظ عدم وجود فروق معنوية بين المعاملات من حيث محتوى القرون الخضراء من المادة الجافة والكربوهيدرات والبروتينات، في حين تفوقت معاملة الرش بكاسبر فيكس في محتوى المواد الصلبة الذائبة (7.833%) وسجلت أقل محتوى من النترات(73مغ/كغ).

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

المقدمة:

يزداد الاهتمام العالمي بالإنتاج النباتي كمصدر أساسي للغذاء، ويحظى إنتاج الخضار بالنصيب الأكبر منه، وتعد المحاصيل البقولية والمحاصيل الحبية والبطاطا المصادر الغذائية الأكثر أهمية، حيث تؤمن الحبوب والبطاطا المواد الكربوهيدراتية، في حين تساهم المحاصيل البقولية في توفير المواد البروتينية والدهون (Jonesloe, 2005)

نظراً 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).

ويعتبر الفول غذاءً متكاملاً حيث تحتوي بذوره الخضراء على نسبة من المادة الجافة تتراوح بين 24–30 %، يدخل في تركيبها الكربوهيدرات، البروتينات، الألياف،الدهون والأملاح. بالإضافة لغناها بالفيتامينات: فيتامين C، مجموعة فيتامين B و فيتامين A.

(بوراس، 1993). أما البذور الجافة فتحتوي على حوالي 25% مواد بروتينية، 47% مواد نشوية، 7% سيللوز، 3% أملاح معدنية، 1.2% مواد دهنية، كذلك تكمن أهميته في إغناء التربة بالآزوت بفضل العقد البكتيرية المتشكلة على الجذور وبالتالي المحافظة على خصوبة التربة (كور و خورشيد، 2001).

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 5–4مْ، والحرارة المثالية للإنبات والنمو 22–17 مْ ، أما الحرارة الملائمة للإزهار والعقد بحدود 20–15مْ، 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)

حيث يصادف إنتاج الفول مشكلة رئيسية وهي تساقط الأزهار العاقدة إذا ماتعرضت النباتات في فترة الإزهار والعقد إلى درجة حرارة مرتفعة تزيد عن 25مْ، أوتعرض النباتات للصقيع مع بداية الإزهار أو أثناء العقد(بوراس،1993 ;Fishinakova et al., 2001)

اعتمدت في السنوات الأخيرة تقنيات زراعية حديثة بهدف تنشيط نمو النباتات وزيادة كمية الإنتاج وتحسين نوعيته من هذه التقنيات المخصبات العضوية حيث أدخلت حديثاً المركبات العضوية النانونية (المعاملة بتقنية النانو) ومازالت في بداية استخدامها على المحاصيل الزراعية.

يواجه إنتاج المحاصيل البقولية (فول, فاصولياء، بازلاء، حمص ،....) العديد من المشاكل خلال الفترة الممتدة من الإزهار وحتى تشكل القرون حيث يتأثر الإنتاج بشكل كبير، قد يحدث تساقط ميكانيكي للأزهار نتيجة هبوب الرياح العالية أو الرياح الساخنة أو تعرض الأزهار للصقيع أو الرطوبة الجوية أو الأرضية العالية أو بسبب العمليات الزراعية الخاطئة كعدم تنظيم الري، أو الإسراف بالتسميد الآزوتي ، أو عدم الاهتمام بالتسميد الفوسفوري والبوتاسي أو النقص الحاد 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.

إن ارتفاع درجات الحرارة أو انخفاضها عن الحرارة المثلى للتلقيح والإخصاب يمكن أن تؤدي إلى انخفاض في نسبة العقد بشكل واضح، وبالتالي انخفاض في كمية المحصول (Davies WJ and Zhang J, 1991). ومثل هذه الآراء توصل إليها Ellis et al. (2005) حيث ذكر أن للنظام الحراري تأثيراً كبيراً في إزهار محصول الفول.

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 الأساليب الزراعية الحديثة المتبعة في المجال الزراعي لتقليل تساقط الازهار وتسريع العقد وبالتالي زيادة الإنتاج الاستفادة من المركبات النانونية، حيث يسمح الحجم الصغير للجسيمات النانونية بالمرور عبر الأغشية البيولوجية للنبات بسهولة وسرعة ويمكن من اندماجها مع البروتينات والأحماض النووية والتغيير من وظائفها ، حيث تضمن تقنية النانو المستخدمة في صناعة الأسمدة وصول العناصر الغذائية إلى الجزء المستهدف بشكل أسرع وأضمن وأكثر كفاءة. تتضمن تقنية النانو : التسميد النانوني،

المخصبات العضوية النانونية، ومبيدات الحشرات النانونية (Ghidan et al., 2018; Kahlel et al., 2020; Penga et al., 2015)

إن 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 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)

وكذلك معاملة نباتات الخيار بالسائل المغذي الذي يحتوي على عناصر NPKبالشكل النانوني (Nano NPK) بمختلف التراكيز أدت إلى زيادة معنوية طول ثمار الخيار وإنتاجية النبات الواحد وبالتالي زيادة معنوية في إنتاج الخيار مقارنة بالشاهد (Ekinci et al., 2014)

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 دراسة AL-Antaryوآخرون 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 ppm50، نانو كبريت بثلاث تراكيز (200, 100, 50) ppm بالإضافة لمعاملة الشاهد بدون رش. حيث تم رش النباتات بعد ظهور الورقة الحقيقة الخامسة، أدت معاملة (نانو زنك بتركيز ppm50) 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 ppm50) 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)

كما أن الكبريت عنصر هام لأي نبات حيث يأتي في المرتبة الرابعة بعد الآزوت والفوسفور والبوتاسيوم فهو ضروري لنمو وتطور النبات، يدخل في تكوين الأنزيمات والفيتامينات الهامة للعمليات الاستقلابية وجميع المركبات الكربونية في النبات (Nikiforova et al., 2004)

حسب (Banger) وأخرون عام ((2010 ينشط البورون تكوين خلايا نباتية جديدة من خلال تحسين مستوى IAA في النبات لدوره في استطالة الخلايا وتكوين الأنسجة الميرستيمية. كما أشار إلى زيادة طول نبات فول الصويا عند رشه بالبورون.كما

أشار (Ali and Mishra) عام ((2001 أن رش النباتات بعنصر البورون قد أدى إلى زيادة في نسبة المادة الجافة للثمار وزيادة نسبة المادة الجافة للنبات نتيجة رفع كفاءته في استخدام المغذيات الكبرى والصغرى الناتجة عن عملية التمثيل الضوئي.في دراسةأخرى قام بها Shil وآخرون عام 2007في رش نباتات الحمص بالبورون أدى إلى زيادة كمية الإنتاج في وحدة المساحة بسبب دوره الإيجابي في تشكل القرون ونقل المغذيات إليها وزيادة عدد القرون على النبات.

ذكرت دراسات سابقة إلى أن رش البورون أو البورون مع Ethrel يزيد النسبة المئوية لعدد القرون في النبات الواحد لأن البورون مهم في انقسام الخلايا، كما يساعد في استنبات ونمو حبوب الطلع بالإضافة إلى نقل المغذيات وحركة منظمات النمو ضمن النبات (Singh, 2004; Aparna Hamsa and Puttaiah, 2012)

مواد البحث وطرائقه:

1- المادة النباتية: استخدم في تنفيذ البحث الصنف بارع، وهوصنف مبكر النضج، محسن ومستنبط بالانتخاب الفردي ، جيد المقاومة للتبقع الأسكوكيتي، تنتشر زراعته في المنطقة الساحلية، من أجل الحصول على القرون والبذور الخضراء، كما يتميز بظهور حوالي 10-8 تفرعات، يصل ارتفاع النبات حتى 120-100 سم.صنف محسن إنتاجه مرتفع وعالي الجودة، قرونه طويلة، وعدد البذور في كل قرن من 7-5 بذور، تصبح بذوره الخضراء أرجوانية اللون عندما تجف ، تتراوح إنتاجيته من 5-3 طن قرون خضراء/دونم على عدة قطفات

2- مكان تنفيذ البحث وموعد الزراعة:

تم تنفيذ البحث في مشتل جامعة تشرين خلال موسمي الزراعة 2021/2022 و 2022/2023 . وزرعت البذور في 25/10 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/م2 بعد ذلك سيتم تخطيط الأرض إلى خطوط زراعية . وزرعت البذور في جور على عمق حوالي 5 سم في خطوط البعد بينها75 سم، والمسافة بين النباتات على نفس الخط 40 سم بكثافة نباتية بلغت 3.33 نبات/م2 .

4- صفات تربة الموقع:

الجدول(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 و مكافحة حشرة المن ولم تصب النباتات أية آفات أخرى.

6- 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 معنويLSD عند مستوى معنوية 5%

7- المخصبات العضوية النانونية المستخدمة في البحث:

8-1-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.

8-2-Dima Complex:

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

معاملات البحث:

تضمن البحث ثلاث معاملات:

T1 : الشاهد بدون رش.

T2 : معاملة النباتات بالمخصب العضوي النانوني Casper Fix بمعدل1مل/ل.

T3 : معاملة النباتات بالمخصب العضوي النانوني Dima Complex 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- قياس تغيرات درجة الحرارة والرطوبة الجوية:

تم قياس درجة الحرارة والرطوبة العظمى والصغرى المطلقة والمتوسط اليومي بواسطة مقياس حرارة ورطوبة ديجتال. (جرى حساب المتوسط العشري خلال فترة تنفيذ البحث).

9- 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 سم2/نبات: تم حسابها أيضا بعد 15 يوماً من الرشة الأخيرة بطريقة الأقراص (Watson, 1952).

5- دليل المسطح الورقي م2/م2 : تم حسابها أيضا بعد 15 يوماً من الرشة الأخيرة، حسب طريقة (Beadle, 1989) من العلاقة الآتية:

مساحة المسطح الورقي للنبات سم2/المساحة التي يشغلها النبات سم2

6- كفاءة التمثيل الضوئي:(مغ/سم2/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:

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

W1 : الوزن الجاف الكلي للنبات (غ) عند القياس الأول T1 بعد 30 يوم من الإنبات.

W2 : الوزن الجاف الكلي للنبات (غ) عند القياس الثاني T2 بعد 75 يوم من الإنبات.

T1: القياس الأول للنبات الذي تم تقدير الوزن الجاف عنده (بعد 30 يوم من الإنبات).

T2: القياس الثاني للنبات الذي تم تقدير الوزن الجاف عنده (بعد 75 يوم من الإنبات).

Log: اللوغاريتم الطبيعي.

L1 : مساحة أوراق النبات عند القياس الأول T1 بعد 30 يوم من الإنبات.

L2 : مساحة أوراق النبات عند القياس الثاني T2 بعد 75 يوم من الإنبات.

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- 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/م2.

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 والرطوبة الجوية النسبية العشرية خلال موسمي الزراعة:

يتبين من الجداول (2) و (3) أن للظروف المناخية وبشكل خاص درجات الحرارة السائدة خلال 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. كما يتبين أن رطوبة الهواء النسبية خلال موسمي الزراعة كانت بشكل عام ملائمة لنمو محصول الفول، حيث تراوح متوسط الرطوبة الجوية النسبية اليومي بين(64.5 و 77.5)%.

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

تاريخ 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

الجدول (3) : متوسط درجة الحرارة ورطوبة الهواء النسبية العشرية (متوسط 10أيام) العظمى والصغرى والمتوسط اليومي في الموسم 2023/2022

تاريخ 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	23.1	17.3	20.2	81	56	68.5
20 تشرين2	24	14	19	79	60	69.5
30 تشرين2	22.3	14	18.15	82	61	71.5
10 كانون1	19.5	10.3	14.9	83	62	72.5
20 كانون1	18.5	13	15.75	84	63	73.5
31 كانون1	14.5	6.3	10.4	81	60	70.5
10 كانون2	16	4.8	10.4	79	54	66.5
20 كانون2	16.8	6.5	11.65	83	59	71
31 كانون2	16	8.3	12.15	81	61	71
10 شباط	20.5	10	15.25	78	58	68
20 شباط	21.5	13.3	17.4	79	57	68
28 شباط	21	16	18.5	80	61	70.5
10 آذار	22.3	16.5	19.4	76	59	67.5
20 آذار	24.3	14	19.15	78	59	68.5
31 آذار	26.3	14.3	20.3	79	56	67.5
10 نيسان	25.5	15	20.25	78	55	66.5
20 نيسان	27	17	22	76	54	65

2- تأثير المركبين النانونيين كاسبر فيكس وديمة كومبلكس في بعض صفات النمو الخضري:

تأثرت بعض صفات النمو الخضري (ارتفاع النبات، عدد الأوراق، عدد التفرعات) بالرش بالمركبين النانونيين كاسبر فيكس وديمة كومبلكس حيث تفوقت النباتات المعاملة بهما على الشاهد فيما يخص ارتفاع النبات وعدد الأوراق وعدد التفرعات وبفروق معنوية حيث بلغ ارتفاع النباتات 136.7, 155, 156.7 سم/نبات، في حين بلغ عددالأوراق 156 ,211.3, 191.7 ورقة/نبات ،أما عدد التفرعات فقد بلغ 10 ,11.78, 12.67 فرع/نبات للمعاملات شاهد، كاسبرفيكس، ديمة كومبلكس بالترتيب كما يتضح من الجدول (4) . ولم تكن الفروق معنوية بين المركبين النانونيين.

ويمكن تفسير ذلك بأن رش نباتات الفول الأخضر بالمركبات النانونية قد زاد قدرة النباتات على امتصاص العناصر الغذائية الضرورية لقيامها 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)

الجدول (4): تأثير بعض المركبات النانونية في بعض صفات النمو الخضري (متوسط موسمين زراعيين)

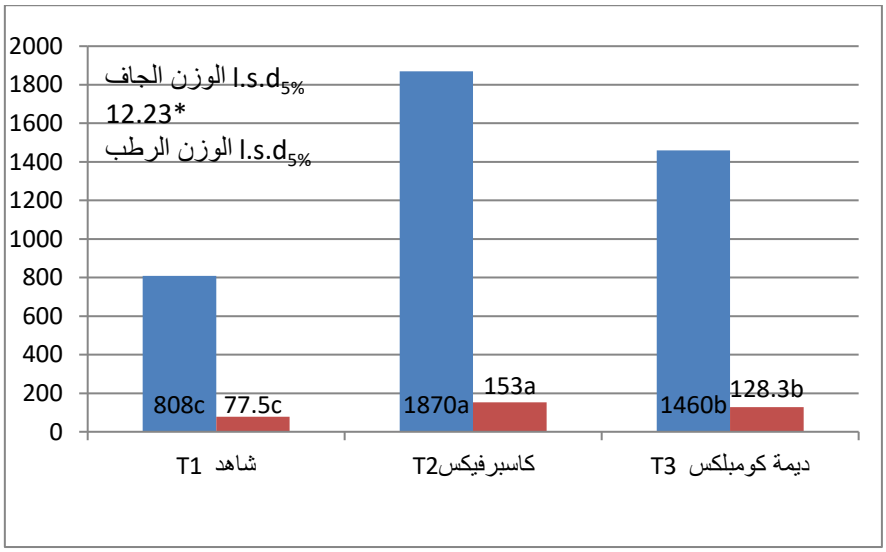
المؤشرات / المعاملات	ارتفاع النبات (سم)	عدد الأوراق (ورقة)	عدد التفرعات (فرع)
T_1 شاهد	136.7b	156b	10b
T_2كاسبرفيكس	155a	211.3a	11.78a
T_3ديمة كومبلكس	156.7a	191.7a	12.67a
$L.S.D_{5\%}$	14.39*	26.08*	0.925**

3- تأثير المركبين كاسبر فيكس وديمة كومبلكس في الوزن الرطب والجاف للمجموع الخضري:

أظهرت النتائج المبينة في الشكل رقم(1) تفوق معاملة الرش بمركب كاسبرفيكس معنوياً على معاملتي الشاهد، وديمة كومبلكس من حيث الوزن الرطب والجاف للنباتات، إذ بلغ وزن النبات الرطب 1870غ /نبات، والوزن الجاف 153غ/نبات، مقابل وزن رطب للشاهد 808غ/نبات، ووزن جاف 77.5غ/نبات، أما الوزن الرطب للنباتات المعاملة بديمة كومبلكس فقد بلغ 1460غ/نبات، والجاف 128.3غ/نبات وتفوق معنوياً على الشاهد.

تتوافق هذه 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 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 مما يزيد 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 أن يعزى تفوق مركب كاسبرفيكس لاحتواءه على فيتامينات B بشكل مركز والتي تلعب 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).



الشكل (1): تأثير المركبين كاسبر فيكس وديمة كومبلكس في الوزن الرطب والجاف للمجموع الخضري (متوسط موسمين زراعيين)

4- تأثير المركبين كاسبر فيكس وديمة كومبلكس في مساحة ودليل المسطح الورقي وكفاءة التمثيل الضوئي ومحتوى الأوراق من الكلوروفيل الكلي :

أدى رش نباتات الفول بالمركبين النانونيين كاسبرفيكس وديمة كومبلكس إلى زيادة مساحة ودليل المسطح الورقي وكفاءة التمثيل الضوئي، وتفوقت النباتات المعاملة بهما معنوياً على الشاهد، وأعطى الرش بمركب كاسبرفيكس أعلى القيم إذ بلغت مساحة المسطح الورقي 9541سم^2/نبات، ودليل المسطح الورقي 3.180، وكفاءة التمثيل الضوئي 0.8290 مغ/سم^2/يوم وتفوق معنوياً أيضاً على النباتات المعاملة

بديمة كومبلكس، وأقل القيم كانت في الشاهد إذ بلغت مساحة المسطح الورقي 4661 سم^2/نبات، ودليل المسطح 1.553، وكفاءة التمثيل الضوئي 0.5233 مع/سم^2/يوم، بينما لم تكن الفروق معنوية في محتوى أوراق الفول من الكلوروفيل بين معاملات البحث حيث تراوح بين 2.532 ملغ/غ في معاملة ديمة كومبلكس و 2.552 في معاملة الشاهد جدول رقم (5).

تؤيد هذه النتائج مع ماتوصل إليه Elizabath *et al.* عام 2017 و Ahmed and Ibraheem عام 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 كاسبرفيكس لغناه بعنصر المغنزيوم الذي له أهمية كبيرة في زيادة النمو الخضري للنباتات، فمن المعروف أن للمغنزيوم 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، مما يساعد في تحسن النمو الخضري للنباتات (Salisbury and Ross, 1991; Rehhm *et al.*, 2002; AL-Barzinji *et al.*, 2006)

الجدول (5): تأثير المركبين كاسبر فيكس وديمة كومبلكس في مساحة ودليل المسطح الورقي وكفاءة التمثيل الضوئي ومحتوى الأوراق من الكلوروفيل الكلي (متوسط موسمين زراعيين)

المؤشرات / المعاملات	مساحة المسطح الورقي سم^2/نبات	دليل المسطح الورقي	كفاءة التمثيل الضوئي مغ/سم^2/يوم	محتوى الأوراق من الكلوروفيل الكلي مغ/غ
T_1	4661c	1.553c	0.5233c	2.552a
T_2 كاسبرفيكس	9541a	3.180a	0.8290a	2.532a
T_3 ديمة كومبلكس	5606b	1.869b	0.8050b	2.541a
$L.S.D_{5\%}$	386.5***	0.1283**	0.0096*	0.0326^n

5- تأثير المركبين النانويين كاسبر فيكس وديمة كومبلكس في الصفات الإنتاجية من القرون الخضراء:

- التأثير في عدد الأزهار والقرون على النبات ونسبة العقد:

تبين نتائج الجدول رقم (6) تفوق معاملة الرش بالمركب النانوني ديمة كومبلكس معنوياً على المركب كاسبر فيكس والشاهد فيما يخص عدد الأزهار، حيث بلغ 258 زهرة/نبات، مقابل 230.7 زهرة/نبات في الشاهد، و226.5 زهرة/نبات في معاملة كاسبرفيكس.

كما وجد تفوق معاملتي الرش بالمركبين كاسبر فيكس و ديمة كومبلكس معنوياً على الشاهد في عدد القرون المتشكلة على النبات إذ بلغ 39 ,59.5 ,60.5 قرن/نبات للمعاملات شاهد، كاسبرفيكس، ديمة كومبلكس بالترتيب، ولم تكن الفروق معنوية بين المركبين النانونيين.

ومن حيث نسبة العقد وجد تفوق معاملة الرش بمركب كاسبر فيكس معنوياً على الشاهد حيث بلغت 26.26% مقابل 16.9% للشاهد، وديمة كومبلكس 23.44% ، بينما لم تكن الفروق معنوية بين المعاملات فيما يخص وزن القرن، والذي تراوح بين 15.50غ/قرن في معاملة كاسبر فيكس و 16.57غ/نبات في معاملة الشاهد.

يعزى التفوق المعنوي لمركب ديمة كومبلكس في عدد الأزهار لاحتوائه على عنصر البوتاسيوم الضروري في العديد من العمليات الفسيولوجية داخل النبات لاسيما نقل وتخزين 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) ،

تتوافق هذه النتائج مع ماتوصل إليه AL-Hasany *et al.* عام 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 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 كاسبرفيكس لاحتوائه 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).

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

أظهرت النتائج أن متوسط إنتاج النبات وإنتاجية وحدة المساحة قد تأثرت بشكل واضح عند رش النباتات بالمركبين النانونيين وتفوقتا معنوياً على الشاهد، بينما لم تكن الفروق معنوية فيما بينهما حيث بلغ إنتاج النبات 645.9, 922.4, 967.7 غ/نبات، وإنتاجية المتر المربع 2.147, 3.067, 3.217 كغ/م^2 للمعاملات شاهد، كاسبر فيكس، ديمة كومبلكس على التوالي، وبلغت نسبة الزيادة عن الشاهد 43% لمركب كاسير فيكس، و50% لمركب ديمة كومبلكس.

في حين حقق المركب كاسبر فيكس أعلى نسبة عقد متفوقاً على الشاهد والمركب ديمة كومبلكس.

يمكن أن يعزى تفوق المركب كاسبرفيكس فيما يخص إنتاجية وحدة المساحة لغناه بالحمض الأميني التربتوفان الذي 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، وبالتالي ارتفاع المستوى الهرموني في مبايض الأزهار، ممايدفعها للاستمرار في النمو وعدم التساقط (شاهين، 2010)، أما المركب ديمة كومبلكس فإن زيادة عدد الأزهار على النبات، وزيادة نسبة العقد وعدد القرون المتشكلة على النبات انعكست على إنتاجية النبات وإنتاجية وحدة المساحة من القرون الخضراء.

الجدول (6) :تأثير المركبين كاسبر فيكس وديمة كومبلكس في الصفات الإنتاجية من القرون الخضراء (متوسط موسمين زراعيين)

المؤشرات / المعاملات	عدد الأزهار زهرة/نبات	عدد الثمار ثمرة/نبات	النسبة المئوية للعقد	متوسط وزن القرن غ/قرن	متوسط إنتاج النبات غ/نبات	إنتاجية وحدة المساحة كغ/م^2	نسبة الزيادة عن الشاهد %
T_1	230.7b	39b	16.90c	16.57a	645.9b	2.147b	-
T_2كاسبرفيكس	226.5b	59.50a	26.26a	15.50a	922.4a	3.067a	43
T_3ديمة كومبلكس	258a	60.50a	23.44b	16a	967.7a	3.217a	50
$L.S.D_{5\%}$	9.19***	2.359***	1.606***	1.822^n	103.9**	0.3463**	-

6- تأثير المركبين النانويين كاسبر فيكس وديمة كومبلكس في التركيب الكيميائي لقرون الفول الخضراء:

أظهرت النتائج المبينة في الجدول (7) عدم وجود تأثير للرش بالمركبين النانويين في نسبة المادة الجافة، ونسبة الكربوهيدرات، والبروتين في القرون الخضراء. إذ تراوحت نسبة المادة الجافة بين 12.87% في الشاهد، و14.36% في معاملة كاسبر فيكس، كذلك تراوحت نسبة الكربوهيدرات بين 5.557% في معاملة ديمة كومبلكس، و6.220% في الشاهد، أما نسبة البروتين في القرون الخضراء فقد تراوحت بين 3.367% في معاملة ديمة كومبلكس، و3.628 % في الشاهد ولم تكن الفروق معنوية فيما بينها.

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 معنوية في محتوى المواد الصلبة الذائبة بقرون الفول الأخضر لمعاملتي الرش كاسبر فيكس وديمة كومبلكس مقارنة بالشاهد، ولم تكن الفروق معنوية فيما بينهما، إذ بلغت نسبة المواد الصلبة الذائبة 6.667, 7.833, (5.667)% للمعاملات شاهد، كاسبر فيكس، ديمة كومبلكس على التوالي.

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.

وبينت نتائج التحليل الكيميائي أن أدنى محتوى للنترات في القرون كانت في معاملة الرش بمركب كاسبر فيكس وبلغت 73 مغ/كغ، وأعلى نسبة نترات كانت في قرون الشاهد 86 ملغ/كغ، وبذلك فإن مركبي كاسبرفيكس وديمة كومبلكس 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 لدورها 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 وهي 300مغ/كغ حسب (بكسييف، 1998).

الجدول (6): تأثير بعض المركبات النانونية في التركيب الكيميائي لقرون الفول الخضراء (متوسط موسمين زراعيين)

المؤشرات / المعاملات	للمادة الجافة (%)	المواد الصلبة الذائبة (%)	للكربوهيدرات (%)	البروتين (%)	النترات مغ/كغ
T_1	12.87a	5.667b	6.220a	3.628a	86a
T_2كاسبرفيكس	14.36a	7.833a	6.057a	3.520a	73b
T_3ديمة كومبلكس	13.34a	6.667ab	5.557a	3.367a	76.67ab
$L.S.D_{1\%}$	1.512*	1.658**	1.145^{n}	0.5055*	11.138*

الاستنتاجات: : من خلال النتائج نستنتج مايلي:

أدى رش نباتات الفول بمركب كاسبرفيكس إلى تحسين نمو المجموع الخضري، وزيادة نسبة العقد وعدد القرون على النبات، لكنه خفض محتوى النترات في القرون الخضراء، بينما لم يتأثر محتوى القرون الخضراء من المادة الجافة والكربوهيدرات والبروتين عند رش النباتات بالمركبين كاسبرفيكس وديمة كومبلكس في حين وجد زيادة في محتوى القرون الخضراء من المواد الصلبة الذائبة وخاصةً عند رش النباتات بمركب كاسبرفيكس، يمكن زيادة إنتاجية وحدة المساحة من الفول الأخضر برش النباتات بالمركبين النانونيين كاسبرفيكس وديمة كومبلكس.

التوصيات: لذلك نوصي ب:

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

2- رش النباتات بالمركبين كاسبرفيكس وديمة كومبلكس لزيادة الإنتاجية في وحدة المساحة.

المراجع:

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

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

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

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

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

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

عمراني ن. 2005 ، أثر التسميد الكيميائي (N.P.K) والحيواني ومنظم النمو (IAA) على النمو الخضري والكيميائي والعقد الجذرية لنبات الفول Vicia fabaصنف Aquadulce. شهادة DES في بيولوجيا النبات. معهد علوم الطبيعة والحياة. جامعة الأخوي منتوري قسنطينة. ص 11.

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.

وزارة الزراعة والإحصاء الزراعي. 2020. قسم الإحصاء، مديرية الإحصاء والتعاون الدولي، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي. دمشق.سورية.

Ahmed و 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

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 .

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.

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.

Ali, M and Mishra, J.P. (2001). Effect of foliar nutrition of boron and molybdenum on chickpea. *Indian Journal Pulses Research*. 14 (1): 41-43.

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

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

Aparna Hamsa and Puttaiah, E.T. (2012). Residual effect of zinc and boron on growth and yield of French bean (*Phaseolus vulgaris* L.)-rice (*Oryza sativa* L.) cropping system. *International Journal of Environmental Sciences*. 3 (1): 167-171

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

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

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.

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***.**

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.

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

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.

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.

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

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.

Ekinci, M., Dursun, A., Yildirim, E., Parlakova, F. (2014) Effect of nanotechnology liquid ferti-lizers on the plant growth and yield of cucumber (*Cucumis sativus* L.). Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus. 13(3), 135-141.

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.

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.

ELLIS R. H., R. J. SUMMERFIELD and E. H. ROBERTS. (2005). Effects of Temperature, Photoperiod and Seed Vernalization on Flowering in Faba Bean *Vicia faba European Journal of Agronomy* 23: 518–533.

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.

Fageria, N.K. (2016) The use of nutrients in crop plants. Boca Raton CRC Press. 448p.

Fishinakova, A.A; Yankov, M.F, Bitrova, M.F. Legume Crops.(2001). Petersburg, Diament for publishing. 220pp.

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): 675-683p.

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.

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.

Jones-Lee .A. and Lee. G. F.(2005). Eutrophication (Excessive fertilization). Water Encyclopedia: Surface and Agricultural water, Wiely. Hoboken, NJ. 107-114.

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.

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.

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.

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.

Mengel , K. and E.A. Kirkby. Principles of Plant Nutrition .(1987). 3rd. Ed. Int. Institute Bern, Switzerland.

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.

Naderi , M. R., and A.D.(2013) hahraki. Nanoferttilizers and their roles in sustainable agriculture. Int. J. Agri. Crop Sci., 5(19), 2229-2322

Nikiforova, V.J., Gakière, B., Kempa,S., Adamik, M., Willmitze,R.L., Hesse, H. and Hoefgen, R.(2004) Towards dissecting nutrient metabolism in plants: A systems biology case study on sulphur metabolism. Journal of Exper-imental Botany. 55, 1861-1870.

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.

Radford, P.J. (1967). Growth analysis formula, their used and abuse. Crop Sci., 7: 171-175.

Rehhm. G, C., Rosen and Schmitt.(2002). Magnesium for crop pruduction in Minnesota Extension Service. University of Minnestra, USA.

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.

Salisbury , F.B. and C.W.(1991). Ross plant physiology fourth Edition. Wadsworth publishing company, Belmont California, USA. PP682

Shil N.C., Noor S., Hossain M.A., (2007). Effects of boron and molybdenum on the yield of chickpea. J Agric Rural Develop (Gazipur) 5, 17-24.

Singh, M.V. (2004). Micronutrient deficiencies in Indian soils and field usable practices for their correction. IFA International Conference on Micronutrients, Feb, 23-24, at New Delhi.

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. 73-173p.

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.

Watson, D.J. (1952). The physiological basis of variation in yield. Adv. Agron. 4: 101-145.

Effect of Nano fertilizers Casper fix and Dima complex on growth and productivity of Broad Bean *Vicia faba L.*

Riad Zidan(1), Jenan Othman(1) and Tharaa ali (1)*

(1). Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria.

(*Corresponding author: Tharaa Ali, E-Mail: whitecat1991aa@gmail.com).

Received: 18/12/2023 Accepted:19/02/2024

Abstract

The research was conducted in Tishreen university during the period of 2021/2022 and 2022/2023, to determine the effect of Nano fertilizers Casper fix and Dima complex on growth and productivity of Broad Bean Vicia faba L Bareh cultivar. The study included three treatments (T1 control without spraying, T2 spraying with Casper fix 1ml/l, T3 spraying with Dima complex ml/l), The completely randomized design was used with three replications . The results showed that Tretment 2 spraying with Casper fix gave the superior results with significant difference in the most of vegetative indicators: leaf surface area and indicator,efficieny of photosynthesis, and percentage of fruit set. In addition of , both of T2 spraying with Casper fix and T3 spraying with Dima complex gave the superior results with significant difference in the total yield (3.067, 3.217)kg/m^2 respectively, compared to the control(2.147)kg/m^2 There isn't any significant difference between the treatments in the content of dry meter, carbohydrate and protein. Whereas, Casper fix compound the highest value for S.S.T (7.833%), and the least nitrate in pods (73 ml/kg).

Keywords: Broad bean, Nano fertilizer, Percentage of fruit set, Total yield.