https://doi.org/10.37375/bsj.v8i21.4044

تأثير (Nano–Phosphorus) علي مؤشرات النمو لأربعة أصناف من فول الصويا (Glycine max L.)

*د. محي الدين محمود رطيبة

تاريخ الاستلام: 2026/2/7 تاريخ إجازة النشر: 2026/4/14 تاريخ النشر:2026/5/12

المستخلص: أجري اختبار في المخبر الخاص بتقنية حبوب المحاصيل –كلية الزراعة – جامعة عمر المختار خلال موسم 2023 بتصميم عشوائي مطلق لدراسة مدى تأثير رش النباتات بجسيمات النانو الفوسفورية وانعكاسها على بعض مؤشرات النمو لأربعة أصناف من فول الصويا(Glycine max,L.)بتركيز 3 سم /لتر من محلول تركيزه واحد مولار ثم زراعتها في أوعية سعة 3 كجم بواقع 10 بذور لكل وعاء من خلال 3 مشاهدات بكل معاملة أظهرت البيانات:

• استجابة نباتات فول الصويا استجابة هامة للتطبيق بجسيمات النانو الفوسفورية على بعض مؤشرات النمو (ارتفاع النبتة، طول الجذر. وزن النبتة، معدل نمو المحصول، المساحة الورقية، عدد الأوراق، محتوى الكلوروفيل الكلي).

• حيث سجلت معاملة جسيمات النانو الفوسفورية أعلى ارتفاع للنبتة (23.287) سم وطول للجذر (6.84) سم ووزن للنبتة (4.525) جم وأعلى معدل نمو للمحصول (0.3060) جم/يوم وأعلى مساحة ورقية 2712 ملم2، وعدد أوراق عدد الأوراق للنبتة 00.6 كذلك تفوقت معاملة السماد النانوي في إعطاء محتوى الكلوروفيل الكلي في أوراق فول الصويا بإعطاء أعلى المتوسطات 1.191 ملجم /جم نسيج نباتي مقارنة بالشاهد الذي سجل أدنى المتوسطات لجميع الصفات المدروسة

• تفوق صنف LAND بإعطاء أعلى ارتفاع للنبتة (20.425) سم ومساحة ورقية (3065) ملم2 محتوى كلي للكلوروفيل (1.106) ملجم /جم نسيج في حين تفوق صنف جيزة 111 بإعطاء أعلى المتوسطات ووزن للنبتة (4.525جم) طول الجذر 6.22 سم وأعلى معدل نمو للمحصول (0.3429 جم/يوم). **الكلمات المفتاحية:** فول الصويا، الأسمدة المجهرية النانوية، الفوسفور.

The effect of Nano-phosphorus on growth indicators of four soybeans Cultivars (Glycine max L.)

Muheddin. M. Rteba

Associate Professor-Libyan Authority for Scientific Research

Abstract: A study was conducted at the Grain Crop Technology Laboratory, Department of Crops - College of Agriculture - Omar Al-Mukhtar University in the 2023 season utilizing a completely randomized design to investigate the influence of applying Nano-phosphorus to plants and its effect on various growth indicators for four soybean varieties (Glycine max, L.) at a concentration of 3 cm/liter of a One molar solution.

The soybeans were then planted in 3 kg capacity pots, with 10 seeds per pot, and each treatme nt was observed three times. The information indicated:

• It was noted that soybean plants reacted considerably to the use of phosphorus nanoparticles in various growth metrics (height of plants, root length, weight of plants, growth rate of the crop, leaf area, leaf count, and overall chlorophyll content).

• Inthe case of Nano phosphorus, the maximum plant height measured was (23.287) cm, root l ength was (6.84) cm, plant weight reached (4.525) g, the greatest crop growth rate stood at (0. 3060) g/day, leaf area accounted for 2712 mm², and there were 6.00 leaves per plant. Further more, the Nano fertilizer treatment outperformed in providing the total chlorophyll content in soybean leaves, achieving thehighestaverages (1.191) mg/gtissue when compared t o the control, which showed the lowest averages for all examined traits.

• The LAND variety exhibited the greatest plant height (20.425 cm), leaf area (3065 mm2), an d total chlorophyll content (1.106 mg/g tissue), whereas the Giza 111 variety showed the high est averages in plant weight (4.525 g), root length (6.22 cm), and the highest crop growth rate (0.3429 g/day).

Keywords: Soybeans, Nano-fertilizers, phosphorus

* أستاذ مشارك، الهيئة الليبية للبحث العلمي، ليبيا Dr.muhe@gmail.com

المقدمة:

يعد فول الصويا (Glycine max L.) من المحاصيل البقولية ذات الأهمية الاقتصادية، إذ تحتوي بذوره على نسبة بروتين عالية (30–50%) ونسبة زيت تصل إلى ما بين 14–24%، إضافة إلى توافر أحماض دهنية غير مشبعة رئيسية مثل الأوليك واللينوليك، إلى جانب وجود معظم الأحماض الأمينية الضرورية وبعض الفيتامينات الهامة. (Bilyeu *et al*.,2016). تتفاوت أصناف فول الصويا في استجابتها لعوامل النمو وفقاً للقابلية الوراثية للصنف وتباين طبيعة نموه ومدة إزهاره ونضجه وكفاءته في استخدام عناصر الإنتاج. وقد قُسِمت أصناف فول الصويا المزروعة عالمياً بحسب طبيعة نموها إلى أصناف محدودة النمو وأصناف غير محدودة النمو، والتي تختلف في كثير من صفات النمو وطول فترة النضج والإنتاجية ونوعية المحصول .(عيسى، طالب أحمد، 1990). يحتاج فول الصويا إلى كميات كبيرة من الفسفور أثناء النمو الخضري أو لتكوين البذور، حيث يتم امتصاص هذا العنصر خلال فترة النمو. (شويلة واخرون، 1986).

يلعب عنصر الفسفور دور أساسي في عدد كبير من التفاعلات الأنزيمية التي تعتمد على عملية الفسفرة، وهو مهم للمحاصيل البقولية بسبب تأثيره في تنشيط بكتريا الرايزوبيوم وتأثيره المنبه لبذور فول الصويا و قد يكون بسبب دوره الأساسي في زيادة كفاءة النباتات في عملية التركيب الضوئي وزيادة الأنسجة القمية في النبات التي تأخذ كثير من الفسفور وعناصر غذائية أخرى وزيادة المحصول وقيمته الغذائية، وأن استخدام عنصر الفسفور يؤدي الى زيادة معنوية في محصول فول الصويا بسبب دوره المهم في مختلف مراحل نمو المحصول من خلال بناء البروتينات والبروتوبلازم وتشجيع انقسام الخلايا وتنشيط الأنسجة المرستيمية ونقل مواد التمثيل في النباتات المسمدة بالفسفور (Salaw *et al*., 2011). ان زيادة مستويات الفسفور في التربة و مياه الصرف الصحي والمياه الجوفية ارتبطت بشكل ملحوظ بالإضافات العالية للأسمدة الفوسفاتية(2009 Conley *et al*.,). ولحل هذه المشكلة تم استخدام عدد من التقنيات و التطبيقات للحد من وصول الفسفور الى المياه الجوفية والمسطحات المائية ومنها استعمال الأسمدة الفوسفاتية النانوية كبدائل للأسمدة الفوسفاتية التقليدية وهذه الاسمدة يمكن أن تشجع وتحسن كفاءة استعمال الفسفور و الكفاء الانتاجية و تحسين نوعية المياه السطحية (Liu &Lal, 2015).

قد تمكن الباحثون في السنوات الأخيرة من توظيف تقنية النانو تكنولوجي في إنتاج الأسمدة النانوية لتحسين كفاءة استخدامها، حيث تتميز هذه الأسمدة بمعدل ذوبان أعلى وكفاءة أكبر مقارنة بالأسمدة الطبيعية ذات الأحجام الجزئية العادية. وتُستخدم تقنية النانو للتغلب على فقد العناصر، حيث يستفيد النبات من نحو 40.35% من الأسمدة المضافة تقليدياً.(Manjunatha, 2016) . كما تُعزِّز الأسمدة النانوية كفاءة استخدام المغذيات بنحو ثلاث أضعاف، وتزيد من المصادر الحيوية، فضلاً عن صداقة هذه الأسمدة للبيئة، وأيضاً امتلاكها لقابلية ذوبان أعلى وكفاءة أكبر مقارنة بالأسمدة التقليدية ذات الأحجام الجزئية الطبيعية. وتتميز الأسمدة النانوية بتكاليفها القليلة واستخدامها بكميات صغيرة، ما ينعكس إيجاباً على تكاليف الإنتاج مقارنة بالأسمدة العادية. (Rameshaiah, 2015) . وتجدر الإشارة إلى أن أداء استخدام الأسمدة الفوسفورية من قبل المحاصيل تراوح بين 18–20%، بينما يغادر الباقي (78–80%) مخزن الفوسفور في تربة الحقل، حيث يتم إطلاقه للمحصول خلال الأشهر والسنوات التالية. (Allen *et al*.,1996). وبالتالي فإن استخدام سماد جسيمات الفوسفور النانوية كبديل للأسمدة الفوسفورية التقليدية في الأراضي الزراعية من شأنه أن يعزز الإنتاجية الزراعية وكفاءة استخدامها للفوسفور وتحسين جودة المياه السطحية. وبالتالي فإن استخدام سماد جسيمات الفوسفور النانوية كبديل للأسمدة الفوسفورية التقليدية في الأراضي الزراعية من شأنه تعزيز الإنتاج الزراعي وكفاءة استخدام الفوسفور وتحسين جودة المياه السطحية .لذا تكون تغذية النباتات ورقيًا بنترات فوسفورية بحجم النانو أكثر كفاءة من الأسمدة الأرضية بمقدار يصل إلى ما بين 8 إلى 20 مرة عند تطبيقها بصورة دقيقة وفي التوقيت الملائم لاحتياجات النبات، مع تفاوت استجابة المحاصيل للتغذية الورقية وفق طبيعة السماد وموعد الإضافة وعدد الرشات وعوامل الامتصاص المحددة .(Kuepper, 2003). وتبرز التغذية

الورقية أهميتها في تزويد النبات بالعنصر الغذائي اللازم في المراحل الحرجة من النمو .(Martin, 2022) . ومن ثم هدفت هذه الدراسة إلى تحديد مدى تأثير الرش بالمركبات النانوية الفوسفورية في بعض مؤشرات النمو لمحصول فول الصويا، وما إذا كانت أكثر فعالية في توفير الفوسفور للنباتات مع تقليل مخاطر التلوث الثانوي (Liu&Lal, 2015).

المواد وطرق البحث:

أجريت التجربة بمعمل تقنية الحبوب بقسم المحاصيل-كلية الزراعة- جامعة عمر المختار خلال الموسم 2023، تجربة عاملية بتصميم عشوائي تام لدراسة مدى استجابة محصول أربعة أصناف من فول الصويا (جيزة 111، جيزة 84، Land، Clark) بتركيزين من جسيمات الفوسفور النانوية (صفر، 3سم/لتر) وتأثير تطبيقها على بعض مؤشرات نمو فول الصويا. باستخدام أصص سعة 3 كجم بواقع 10 بذور لكل أصيص من خلال 3 مشاهدات لكل معاملة تم اضافة السماد Nano-Phosphorus اضافة رشا على الأوراق بعد أسبوعين وشهر من الزراعة.

الصفات المدروسة:

1. ارتفاع النبات (سم).
3. الوزن الرطب (جم) كمتوسط 5 نباتات من كل معاملة.
4. طول الجذر. كمتوسط 5 نباتات من كل معاملة.
5. معدل النمو للمحصول (CGR) طبقاً لـ(Watson, 1952).

$$CGR = \frac{W_1 - W_2}{(t_2 - t_1)} \text{ g/day}$$

6. المساحة الورقية المساحة الورقية للنبات (سم 2) طبقاً لـ(1975) Thomas.

طول الورقة × عرض الورقة من المنتصف * 0. 75

7. عدد الأوراق / نبات كمتوسط 5 نباتات من كل معاملة.
8. محتوى الكلوروفيل الكلي طبقاً لـ(Arnon, 1949) :

Total Chlorophyll (a + b) (mg/gm tissue): [20.21 (A645) + 8.02(A663)] *V/1000*W

V حجم المستخلص الاسيتون W وزن النسيج النباتي الغض

التحليل الإحصائي statistical analysis:

تجربة عاملية نفذت بتصميم عشوائي تام بثلاث مكررات لكل معاملة، وتم إجراء التحليلات الإحصائية لكافة الصفات المشاركة في الدراسة بعد تنظيمها إحصائياً باستخدام برنامج .Gestate-7 كما تمت اختبار الفروق الإحصائية بين المتوسطات باستخدام اختبار أقل فرق معنوي L.S.Dعند مستوى دلالة 5%(Steel & Torrie, 1960) .

النتائج والمناقشة:

1. تأثير جسيمات الفوسفور النانوية على ارتفاع **النبات لأصناف فول الصويا:**

أظهرت نتائج جدول (1) الى وجود فروقا عالية المعنوية في تأثير الأصناف وجسيمات الفوسفور النانوية في متوسط ارتفاع النبات لفول الصويا بتفوق صنف LAND بإعطاء اعلى المتوسطات (20.425) سم في حين انخفض الى (16.450) سم في صنف جيزة 84. أيضا وصلت الفروق الى مستوى عالي المعنوية في تأثير التسميد الورقي بجسيمات الفوسفور النانوية حيث سجل اعلى ارتفاع للنبات (23.287) سم مقارنة بالشاهد الذي انخفض الى (14.037) سم. كما لاحظنا أن تفاعل صنف جيزة 111مع سماد الفوسفور النانوي أظهر أعلى نمو للنبات(25.750) سم. من المحتمل أن تُعزى هذه الارتفاعات إلى

كون الفوسفور عنصراً غذائياً جوهرياً للنباتات؛ فهو يساهم في عدة عمليات لازمة لنمو النبات كالانقسام الخلوي ونمو منظومة الجذور الجيدة وتكوين البروتين وتعزيز تثبيت النيتروجين بواسطة أجزاء الجذر نتيجة لتنشيط البكتيريا المتعايشة. ويلعب الفوسفور دوراً محورياً في كافة العمليات النباتية المتعلقة بإيصال الطاقة تقريباً. وهو مغذٍ ضروري لتوليد الكلوروفيل ولازم للانقسام الخلوي وتشكيل الأنسجة المولّدة .ولهذا، فإن شُحّ الفوسفور ينتج عنه تباطؤ في معدل تمدد الأوراق ومعدل التمثيل الضوئي، مما يفضي إلى انخفاض المردود .(Kumar *et al.*,2016).

كذلك سجل التفاعل بين صنف جيزة 111 وسماد الفوسفور النانو اعلى ارتفاع للنبات (25.750) سم . ويمكن أن تعزى هذه الزيادات لكون الفوسفور هو عنصر غذائي أساسي للنباتات فهو يشارك في العديد من العمليات لنمو النبات مثل انقسام الخلايا وتطور نظام الجذر الجيد وتخليق البروتين وتحسين تثبيت النيتروجين بواسطة اجزاء الجذر نتيجة لتنشيط البكتيريا التكافلية. كما يلعب الفوسفور دورًا حيويًا في كل عملية نباتية تقريبًا تتعلق بنقل الطاقة. وهو عنصر غذائي مهم لتخليق الكلوروفيل وضروري لانقسام الخلايا وتكوين الأنسجة المرستيمية. وعليه فإن نقص الفوسفور يؤدي إلى انخفاض معدل توسع الأوراق ومعدل التمثيل الضوئي، وبالتالي انخفاض الإنتاجية (Kumar *et al.*,2016).

جدول (1) تأثير جسيمات الفوسفور النانوية على ارتفاع النبات لأصناف فول الصويا

الأصناف / المعاملات	LAND	جيزة 111	جيزة 84	Clark	المتوسط
الكنترول	18.600	13.900	11.400	12.250	14.037
الفوسفور النانو	22.250	25.750	21.500	23.650	23.287
المتوسط	20.425	19.825	16.450	17.950	

التفاعل السماد الأصناف

$LSD_{0.05}$ = 0.4082- 0.2887- 0.5773

2. تأثير جسيمات الفوسفور النانوية على وزن النبات لأصناف فول الصويا:

أظهرت نتائج جدول (2) وجود فروقا عالية المعنوية في تأثير الأصناف وجسيمات النانوية الفوسفورية والتفاعل بينهما على متوسط وزن النبات بتفوق صنف جيزة 111بإعطاء اعلى المتوسطات (4.525 جم) في حين انخفض في صنف LAND الى (3.100) جم أيضا سجل سماد الفوسفور النانو اعلى وزن حيث سجل (4.525)جم مقارنة بالشاهد الذي انخفض الى (2.937) جم كذلك سجل التفاعل بين صنف جيزة 111 وسماد الفوسفور النانو اعلى وزن للنبات (5.600) جم . ويمكن إرجاع ذلك إلى أن الأسمدة النانوية، مثل الأسمدة الفوسفورية فائقة الكفاءة، تُحدث تغذية سطحية، حيث يمكن للجسيمات النانوية المصنّعة أن تمنح المحاصيل كمية كافية من الفوسفور المغذي، ولكن بقدرة أقل على التنقل في الوسط البيئي وبكمية أقل من الفوسفور الحيوي المتوفر، وهو ما ناسب نتائج. (Liu&Lal, 2015) وفي تجربته لتقدير الأثر السمادي لجسيمات الأباتيت النانوية المصنّعة على فول الصويا، أوضحت المعطيات أن استخدام الجسيمات النانوية نجم عنه ارتفاع في مستوى النمو وإنتاج البذور بنسبة 32.6% و20.4% على التوالي، مقارنة بفول الصويا المعامَل بسُماد الفسفور التقليدي (NH4)2HPO4 كما تحسن إنتاج الكتلة الحيوية بنسبة 18.2% (فوق التربة) و 41.2% (تحت التربة).

جدول (2) تأثير جسيمات الفوسفور النانوية على وزن البادرة لأصناف فول الصويا

الأصناف / المعاملات	LAND	جيزة 111	جيزة 84	Clark	المتوسط
الكونترول	2.450	3.450	2.800	3.050	2.937
الفوسفور النانو	3.750	5.600	3.900	4.850	4.525
المتوسط	3.100	4.525	3.350	3.950	

التفاعل السماد الأصناف

$LSD_{0.05}$ = 0.1316- 0.0931- 0.1861

3– تأثير جسيمات الفوسفور النانوية على طول الجذر لأصناف فول الصويا:

أظهرت نتائج جدول (3) وجود فروقا عالية المعنوية في تأثير الأصناف وسماد النانو الفوسفوري والتفاعل بينهما على متوسط طول الجذر لأصناف فول الصويا بتفوق صنفي جيزة 84،جيزة ،111بإعطاء اعلى المتوسطات (6.73 ، 6.22) سم في حين انخفض الى (4.33) في صنف LAND أيضا سجل سماد الفوسفور النانو اعلى طول للجذر (6.84) سم مقارنة بالشاهد الذي انخفض الى (4.06) سم كذلك سجل التفاعل بين صنفي جيزة 111وجيزة 84 وسماد الفوسفور النانو اعلى طول للجذر (8.40،7.60) سم وهذا اتفق مع ما أشار اليه (Kumar *et al.*, 2016). من ان الفوسفور يشارك في العديد من العمليات لنمو النبات مثل انقسام الخلايا وتطور نظام الجذر الجيد.

جدول (3) تأثير جسيمات الفوسفور النانوية على طول الجذر(سم)لأصناف فول الصويا

الأصناف / المعاملات	LAND	جيزة 111	جيزة 84	Clark	المتوسط
الكونترول	3.00	4.83	5.07	3.33	4.06
الفوسفور النانو	5.67	7.60	8.40	5.70	6.84
المتوسط	4.33	6.22	6.73	4.52	

التفاعل السماد الأصناف

$LSD_{0.05}$ =1.549- 1.095 -2.191

4. تأثير جسيمات الفوسفور النانوية على معدل نمو المحصول لأصناف فول الصويا:

أبانت معاينات جدول (4) وجود تباينات عالية الدلالة في أثر الأصناف وسماد الفوسفور النانوي والتفاعل بينهما على متوسط وتيرة نمو المحصول لأصناف فول الصويا بتفوق صنف جيزة 111 بمنح أعلى المتوسطات (0.3429 جم/يوم) فيما انخفض إلى في صنف Clark (0.1369)جم/يوم وسجل سماد الفوسفور النانوي أعلى وتيرة نمو للمحصول لأصناف فول الصويا (0.3060) جم/يوم بالمقارنة مع الشاهد الذي هبط إلى (0.1446) جم/يوم وكذلك سجل التفاعل بين صنفي جيزة 111 وسماد الفوسفور النانوي أعلى وتيرة نمو للمحصول ارتفع إلى (0.5143) جم/يوم. ويمكن أن تُعزى هذه الارتفاعات إلى المؤثرات النافعة للجسيمات النانوية والتي أفضت إلى فعاليتها العالية بسبب المساحة السطحية النوعية المرتفعة وكثافة الحيز التفاعلي وبالتالي استيعابها اليسير بواسطة النباتات (Siddiqui *et al.*,2015) هذه الأسس مشابهة لتلك التي توصل إليها (Liu and Lal, 2014).

جدول (4) تأثير جسيمات الفوسفور النانوية على معدل نمو المحصول لأصناف فول الصويا

الأصناف / المعاملات	LAND	جيزة 111	جيزة 84	Clark	المتوسط
الكونترول	0.1429	0.1714	0.2214	0.0429	0.1446
الفوسفور النانو	0.2429	0.5143	0.2357	0.2310	0.3060
المتوسط	0.1929	0.3429	0.2286	0.1369	

التفاعل السماد الأصناف

$LSD_{0.05}$ = 0.02836 – 0.02006 – 0.04011

5. تأثير جسيمات الفوسفور النانوية على المساحة الورقية لأصناف فول الصويا:

يُعدّ مؤشر المساحة الورقية من الخصائص الجوهرية التي تساهم في رفع مستوى الناتج ومكوناته، مما ينعكس إيجابًا على المحصول الختامي؛ حيث يتم تشييد المادة اليابسة فيها. يمكن إدراك مدى فاعلية الورقة عبر تزايد نسبة التطور لكل وحدة ثقل في

النبـات، وذلك بالاستناد إلى المسـاحة الورقيـة، وعليـه يمكننا استغلالها لرفع مستوى الإنتـاج النهائي. (Wallace&Yan,1998).

كشفت مُخرجات الجدول (5) عن تباينات ملحوظة في تأثير مُخصّب الفوسفور النانوي على متوسط الرقعة الورقية لأصناف فول الصويا بالمليمتر المربع، حيث برز صنف LAND بمنحه أعلى المتوسطات (3065) ملم^2، يليه صنف Clark بمعدل 3007 ملم^2. وكذلك، تفوقت مُعالجة السماد النانوي الفوسفوري بمنحها أعلى المتوسطات لكافة الأصناف (2712) ملم^2، بينما تراجعت مُعالجة المراقبة إلى 1946 ملم^2. تماشي هذا مع ما ألمح إليه (Singh,2017). بأنّ المخصّبات النانوية تسهم في الارتقاء بمقاييس النمو (ارتفاع النبات، المساحة الورقية، عدد الأوراق / نبتة) مقارنة بالمخصّبات التقليدية.

جدول (5). تأثير جسيمات الفوسفور النانوية في المساحة الورقية (ملم^2) لأصناف فول الصويا

الأصناف / المعاملات	LAND	جيزة 111	جيزة 84	Clark	المتوسط
الكونترول	2797	653	1891	2444	1946
الفوسفور النانو	3332	1271	2676	3570	2712
المتوسط	3065	962	2283	3007	

التفاعل السماد الأصناف

$LSD_{0.05}$= 209.9- 148.4 - 296.8

6. تأثير جسيمات الفوسفور النانوية في عدد الأوراق لأصناف فول الصويا:

أظهرت نتائج جدول (6) الى عدم وجود فروقا معنوية بين الاصناف في متوسط عدد الأوراق للنبات مع ملاحظة إعطاء صنف Clark اعلى المتوسطات (5.00) ورقة / نبات تليه صنف جيزة 111 الذي سجل 4.67 ورقة / نبات لوحظ ايضاً وجود فروقا معنوية في تأثير الجسيمات النانوية على متوسط عدد الأوراق للنبات في اصناف فول الصويا تحت الدراسة بتفوق جسيمات الفوسفور النانوية الذي اعطى عدد الأوراق 6.00 مقارنة بالشاهد الذي انخفض الى 3.00 وهذا اتفق مع (Sheykhbaglou *et al.*,2010) حيث اشاروا الى ان الأسمدة العضوية النانوية عالية الامتصاص وتعمل على زيادة عملية التمثيل الضوئي والتوسع في مساحة سطح الورقة. ولم تصل الفروق الى مستوى المعنوية للتفاعل بين الأصناف وسماد النانو الفوسفور.

جدول (6). تأثير جسيمات الفوسفور النانوية على عدد الاوراق لأصناف فول الصويا

الأصناف / المعاملات	LAND	جيزة 111	جيزة 84	Clark	المتوسط
الكونترول	3.00	3.00	2.67	3.33	3.00
الفوسفور النانو	5.00	6.33	6.00	6.67	6.00
المتوسط	4.00	4.67	4.33	5.00	

التفاعل السماد الأصناف

$LSD_{0.05}$ = 0.999- 0.707- 1.413

7. تأثير جسيمات الفوسفور النانوية على محتوى الكلوروفيل الكلي لأصناف فول الصويا

أفادت **نتائج** جدول (7) بوجود تباينات عالية الأهمية في أثر الأنواع على المعدل الوسطي للتركيز الكلي للكلوروفيل في وريقات فول الصويا، متربعة صنف LAND على القمة بإعطاء أعلى المتوسطات (1.106) ملجم /جم نسيج. كما تفوقت معالجة السماد النانوي مسجلة 1.191 ملجم /جم نسيج نباتي مقارنة بالشاهد الذي تدنى إلى 0.999. بينما سجل التفاعل

بين صنف جيزة 111 وسماد الفوسفور النانوي أعلى معدل لتركيز الكلوروفيل الكلي بارتفاعه إلى (1.299) ملجم /جم نسيج نباتي. إضافة لذلك، سجل الصنف جيزة 111 مع معالجة غياب التسميد أدنى المتوسط حيث هبط إلى 0.880 وهذا تماشى مع (LIU et al.,2005الذين أوضحوا أن الفوسفور يؤدي وظيفة حيوية في الأيض عبر تزويد المكونات الهيكلية متضمنة الفسفوليبيدات والفوسفاتيدات.

ويُعَدّ توفير الفوسفور في طور مبكر لإنتاج المحاصيل ضروريًا لتشكل الأجزاء التناسلية الزهرية. وبعض العوامل التنموية المحددة التي اقترنت بالفوسفور هي تحفيز نمو الجذور، وتقوية متانة الساق والجذع، ونضج أفضل للمحصول.

جدول(7). تأثير جسيمات الفوسفور النانوية على معدل محتوى الكلوروفيل لأصناف فول الصويا

الأصناف / المعاملات	LAND	Clark	جيزة 111	جيزة 84	المتوسط
الكونترول	1.094	1.040	0.880	0.980	0.999
الفوسفور النانو	1.119	1.165	1.299	1.180	1.191
المتوسط	1.106	1.103	1.090	1.080	

التفاعل السماد الأصناف

$LSD_{0.05}$ = 0.1833- 0.1296- 0.0916

الاستنتاجات:

- الفوسفور النانوي أدى إلى تحسن واضح في طول النبات، وزن النبات، طول الجذر، معدل نمو المحصول، المساحة الورقية، عدد الأوراق، ومحتوى الكلوروفيل.
- تفوقت الأصناف جيزة 111 و LANDفي معظم الصفات عند استخدام الفوسفور النانوي.
- الأسمدة النانوية تمثل خيارا فعالا لزيادة إنتاجية فول الصويا مقارنة بالأسمدة التقليدية.

التوصيات:

- توصي الدراسة بإجراء العديد من التجارب الحقلية وبتراكيز وطرق ومراحل مختلفة لتأكيد أثرها في نمو وإنتاجية محصول فول الصويا
- دمج الأسمدة النانوية مع برامج التسميد التقليدية لتحقيق أفضل النتائج.
- استخدام الفوسفور النانوي في الزراعة لتحسين صفات النمو والإنتاجية.

المراجع:

عباس حسان شويلة, مظهر عواد الزوبعي والسيد صالح عبدالرازق – (1986) إنتاج المحاصيل الصناعية.

عيسى، طالب أحمد (1990). فسيولوجيا نباتات المحاصيل. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي جامعة بغداد (مترجم).ص496

Allen, E. R., Hossner, L. R., Ming, D. W., & Henninger, D. L. (1996). Release rates of phosphorus, ammonium, and potassium in clinoptilolite-phosphate rock systems. Soil Science Society of America Journal, 60(5), 1467-1472.

Arnon, D. I. J. P. p. (1949). Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in Beta vulgaris. 24(1), 1.

Bilyeu, K., Ratnaparkhe, M. B., & Kole, C. (Eds.). (2016). Genetics, genomics, and breeding of soybean. CRC Press. pp. 350.

Conley, D. J., Paerl, H. W., Howarth, R. W., Boesch, D. F., Seitzinger, S. P., Havens, K. E., ... & Likens, G. E. (2009). Controlling eutrophication: nitrogen and phosphorus. Science, 323(5917), 1014-1015.

Kuepper, G. (2003). Downy mildew control in cucurbits. Appropriate Technology Transfer for Rural Areas (ATTRA).

Kumar, R., Rathore, D. K., Singh, M., Kumar, P., & Khippal, A. (2016). Effect of phosphorus and zinc nutrition on growth and yield of fodder cowpea. Legume Research-An International Journal, 39(2), 262-267.

Liu, R., & Lal, R. (2014). Synthetic apatite nanoparticles as a phosphorus fertilizer for soybean (Glycine max). Scientific reports, 4(1), 5686.

Liu, R., & Lal, R. (2015). Potentials of engineered nanoparticles as fertilizers for increasing agronomic productions. Science of the total environment, 514, 131-139.

LIU, X. M., ZHANG, F. D., FENG, Z. B., ZHANG, S. Q., HE, X. S., WANG, R. F., & WANG, Y. J. (2005). Effects of nano-ferric oxide on the growth and nutrients absorption of peanut. Journal of Plant Nutrition and Fertilizers, 11(4), 551-555.

Manjunatha, S. B., Biradar, D. P., & Aladakatti, Y. R. (2016). Nanotechnology and its applications in agriculture: A review. J farm Sci, 29(1), 1-13.

Martin, P. (2002, November). Micro–nutrient deficiency in Asia and the pacific. In Borax Europe limited, UK, at IFA. Regional conference for Asia and the pacific, Singapore (pp. 18-20).

Rameshaiah, G. N., Pallavi, J., & Shabnam, S. (2015). Nano fertilizers and nano sensors–an attempt for developing smart agriculture. Int J Eng Res Gen Sci, 3(1), 314-320.

Salwa, A. I. E., Taha, M. B., & Abdalla, M. A. M. (2011). Amendment of soil fertility and augmentation of the quantity and quality of soybean crop by using phosphorus and micronutrients. Int. J. Acad. Res, 3(2), 10-127.

Sheykhbaglou, R., Sedghi, M., Shishevan, M. T., & Sharifi, R. S. (2010). Effects of nano-iron oxide particles on agronomic traits of soybean. Notulae Scientia Biologicae, 2(2), 112-113.

Siddiqui, M. H., Al-Whaibi, M. H., Firoz, M., & Al-Khaishany, M. Y. (2015). Role of nanoparticles in plants. Nanotechnology and plant sciences: nanoparticles and their impact on plants, 19-35.

Singh, M. D. (2017). Nano-fertilizers is a new way to increase nutrients use efficiency in crop production. International Journal of Agriculture Sciences, ISSN, 9(7), 0975-3710.

Steel, R. G. D., & Torrie, J. H. (1960). Principles and procedures of statistics.

Thomas, H. (1975). The growth responses to weather of simulated vegetative swards of a single genotype of Lolium perenne. The Journal of Agricultural Science, 84(2), 333-343.

Wallace, D. H., & Yan, W. (1998). Plant breeding and whole-system crop physiology: improving crop maturity, adaptation and yield (pp. xxv+-390).

Watson, D. J. (1952). The physiological basis of variation in yield. Advances in agronomy, 4, 101-145.