doi.org/10.52866/esj.2021.03.17.07

تأثير الرش بالحديد النانوي المخلبي والفسفور وبكتريا *Pseudomonas* في صفات الفسلجية لنبات الحلبة (*Trigonella foenum-graecum* L)

عقيل نجم عبود المحمدي
جامعة تكريت - كلية الزراعة - المحاصيل الحقلية

ياسين عبد اللطيف ياسين
مديرية زراعة صلاح الدين

الخلاصة

نفذت التجربة حقلية خلال الموسم الزراعي 2016–2017 في محطة ابحاث كلية الزراعة / جامعة تكريت في تربة جبسية لدراسة تاثير رش اربع تراكيز من الحديد النانوي المخلبي(0 ، 80 ، 160 مغم.لتر$^{-1}$) وثلاث مستويات من الفسفور(0 ، 80 ، 160 كغم.هـ$^{-1}$) وبكتريا *Pseudomonas* في بعض الصفات الفسلجية لنبات الحلبة هذه المعاملات رتبت في تجربة عاملية داخل قطع منشقة في ثلاث مكررات النتائج اشارت الى تفوق تركيز الحديد النانوي المخلبي (160 ملغم. لتر$^{-1}$) والفسفور بمستوى (160 كغم.هـ$^{-1}$) والتسميد بكتريا السيدموناس في جميع الصفات المدروسة على التوالي حيث اعطت اعلى القيم لصفات (الوزن النوعي للاوراق غم.سم$^{-2}$ ، مدة بقاء المساحة الورقية سم^{2}. مدة القياس$^{-1}$، مدة بقاء انتاج المادة الجافة غم . مدة القياس$^{-1}$، معدل النمو النسبي للنبات ملغم. يوم$^{-1}$، معدل النمو المحصول ملغم. سم$^{-2}$. يوم$^{-1}$ ، صافي البناء الضوئي ملغم. سم$^{-2}$. يوم$^{-1}$ ، الكلورفيل a ملغم .غم$^{-1}$ وزن طري ، الكلورفيل b ملغم .غم$^{-1}$ وزن طري ، الكلورفيل الكلي ملغم .غم$^{-1}$ وزن طري) بلغت (19.781 غم. سم$^{-2}$ ، 26.826 سم^{2}. مدة القياس$^{-1}$ ، 173.533 غم. مدة القياس$^{-1}$، 0.051828 ملغم. يوم$^{-1}$، 0.00024289 ملغم. سم$^{-2}$. يوم$^{-1}$ ، 0.060828 ملغم. سم$^{-2}$. يوم$^{-1}$، 1.57890 ملغم.غم$^{-1}$ وزن طري، 0.68680 ملغم.غم$^{-1}$ وزن طري ، 2.36570 ملغم .غم$^{-1}$ وزن طري) و(19.348غم.سم$^{-2}$، 25.71سم^{2}. مدة القياس$^{-1}$، 176.392 غم . مدة القياس$^{-1}$، 0.051639 ملغم. يوم$^{-1}$، 0.00023778 ملغم. سم$^{-2}$. يوم$^{-1}$ ، 0.059900 ملغم . سم$^{-2}$. يوم$^{-1}$، 1.54590 ملغم. غم$^{-1}$ وزن طري ، 0.78749 ملغم.غم$^{-1}$ وزن طري، 2.33341 ملغم. غم$^{-1}$ وزن طري) و (18.6567 غم.سم$^{-2}$ ، 24.6626 سم^{2}. مدة القياس$^{-1}$، 171.861 غم. مدة القياس$^{-1}$، 0.049937 ملغم . يوم$^{-1}$، 0.00022819 ملغم . سم$^{-2}$. يوم$^{-1}$، 0.057600 ملغم. سم$^{-2}$. يوم$^{-1}$، 1.52563 ملغم. غم$^{-1}$ وزن طري ، 0.75804 ملغم.غم$^{-1}$ وزن طري، 2.28368 ملغم .غم$^{-1}$ وزن طري) على التتابع ، فيما يخص التداخل الثنائي فقد اعطى التداخل كل من (حديد نانوي 160 مع التلقيح البكتيري) و(حديد نانوي160 وفسفور160) و(فسفور160 مع التلقيح البكتيري) أعلى قيم لجميع الصفات المدروسة اعلاه ، أما التداخل الثلاثي فقد اعطت المعاملة (حديد نانوي160 وفسفور160 مع التلقيح البكتيري) أعلى قيم لجميع الصفات اعلاة على التوالي .

الكلمات المفتاحية : الحديد النانوي المخلبي ، الفسفور ، بكتريا *Pseudomonas* ، الحلبة .

2 بحث مستل من اطروحه دكتوراه للباحث الثاني

Effect of Spraying Nano-Iron Addition , phosphorous and Pseudomonas bacteria on the Physiological qualities of fenugreek plant (*Trigonella foenum-graecum* L) .

Akeel.Najm.Abood.AL mouhammedi
Tikrit University/college of agriculture-Field crop

Yaseen Abd Latif Yaseen
Agrculture Directorateof Salahdeen

ABSTRACT:

The Field experiment was Carried out during the growing season 2016-2017 in the College of Agriculture University of Tikrit Research Station in the soil of gypsum for the

study of spraying four concentrations Nano-Iron Addition (160، 80 ،0 Mg.liter^{-1}) , three levels of phosphorus (160 ، 80 ،0 Kg.h^{-1}) and *Pseudomonas* bacteria in some Growth and yield of fenugreek of these transactions arranged in a experiment Factorial in split plots in three replicates . The results indicated concentration Nano-Iron Addition (160 Mg.liter^{-1}) and phosphorus level (160 Kg.h^{-1}) and Fertilization of *Pseudomonas* bacteria) in all the traits and respectively where gave the highest value for recipes (Specific leavs weight mg.g^{-1}.cm^{-2} ، leaf area duration cm^{2}. mt^{-1} ، Biomass duration cm^{2}.mt^{-1}، Relative Growth rate mg.day^{-1} ، Crop growth rate mg.cm^{-2}. day^{-1} ، Net Assimilation rate mg.cm^{-2}.dat^{-1}، chlorophyll a mg.g^{-1}، chlorophyll b mg.g^{-1}، chlorophyll total mg.g^{-1}) was (19.671 g.cm^{-2} ،26.826 cm^{2}. mt^{-1}، 173.533 cm^{2}.mt^{-1}،0.051828 mg.g^{-1}. day^{-1} ،0.00024289 mg.cm^{-2}. day^{-1}،0.244594 mg.cm^{-2}. day^{-1}،0.060828 mg.cm^{-2}.day^{-1}، 1.57890 mg.g^{-1}، 0.78680 mg.g^{-1}، 2.3657 mg.g^{-1}) and (19.3483 g.cm^{-2} ،25.7100 cm^{2}. mt^{-1}، 176.392 cm^{2}.mt^{-1}،0.051639 mg.g^{-1}.day^{-1} ،0.00023778 mg.cm^{-2}. day^{-1}،0.237228 mg.cm^{-2}. day^{-1}،0.059900 mg.cm^{-2}.day^{-1}، 1.54590 mg.g^{-1}، 0.78749 mg.g^{-1}، 2.33341 mg.g^{-1}) and (18.656 g.cm^{-2} ،24.6626 cm^{2}. mt^{-1}، 171.861 cm^{2}.mt^{-1} ،0.049937 mg.g^{-1}.day^{-1} ،0.00022819 mg.cm^{-2}. day^{-1}، 0.227622 mg.cm^{-2}. day^{-1}،0.0576 mg.cm^{-2}.day^{-1}، 1.52563 mg.g^{-1}، 0.75804 mg.g^{-1}، 2.28368 mg.g^{-1}) on the relay. The interferometry gave both (Nano-Iron160 with bacterial Inoculation) and (Nano-Iron160 with Phosphorus 160) and (phosphorus 160 with bacterial inoculation) the highest values for all the studied traits above, the overlap trio were given treatment (Nano-Iron160 with phosphorus 160 with bacterial inoculation) the highest values for all qualities above respectively.

Key words: Nano-Iron، Addition bio - fertilizer ،phosphorus، *Trigonella foenum-graecum* .

المقدمة:

نبات الحلبة *Trigonella foenum-graecum* L هي احدى النباتات التابعة الى العائلة البقولية Fabaceae (*Leguminosae*). وهي من النباتات المهمة الشائعة الاستخدام في الطب منذ القدم وتستخدم اليوم على نطاق واسع في معظم دول العالم كغذاء وذلك لاحتواء بذورها على القلويدات والراتنجات والصابونيات والتانينات والفلافونات والكومارينات والفيتامينات . كلك وجدا انها تحتوي على (9.4٪) رطوبة و (25.6٪) بروتين و(4٪) صابونين و(3.2٪) رماد و(48.7٪) كاربوهيدات و(9٪) زيت ثابت و (0.1٪) زيت طيار(1) ويتبع جنس *Trigonella* حوالي (75) نوع بعضها معمر والباقي حولي وتعتبر الهند اهم مناطق زراعة الحلبة في العالم، والحلبة من النباتات التي لها القدرة على التأقلم تحت ظروف البيئات المختلفة ما بين المدارية والمعتدلة والباردة حيث تتحمل الجفاف ودرجات الحرارة المرتفعة والبرودة المنخفضة، وتجود زراعتها في الأرضي الطمييية الرملية و الثقيلة المستوية جيدة الصرف والتهوية والاراضي الرملية حديثة الاستصلاح (2) .

ويعد استعمال الدقائق النانوية تقانة حديثة اصبح استعمالها في مجال واسع من الزراعة ومنها اضافتها للتربة لتحسن خواصها أو مكوناتها الحيوية او اضافتها للنباتات بهدف زيادة نموها وتحسين انتاجيتها(3). يساهم الحديد في العمليات الحيوية في النبات من خلال كونه منشطاً للانزيمات الخاصة بعملية التنفس ونقل الالكترونات وعمليات الاكسدة والاختزال، كما يدخل في بناء الكلورفيل وتركيب االسايتوكرومات والفريدوكسين المهمة في عملية التمثيل الضوئي والعديد من الانزيمات مثل Catalase و Peroxidase وتكوين البروتيتات النباتية. ان اضافة الحديد نانو الحديد المخلبي بثلاثة تراكيز 0 و 5 و10 كغم.هـ$^{-1}$ مع ماء الري الى نبات الزعفران *Crocus sativus* L. ادى الى زيادة عدد الازهار ووزنها بزيادة الوزن الجاف للنبات والاوراق ومعدل النمو المحصول والنسبي وتركيز الحديد الكلي في الاوراق والمحتوى الاعلى من الكلورفيل(4).

يعد الفسفور احد العناصر الغذائية الضرورية لنمو النباتات، ويطلق علية وصف (مفتاح الحياة) نظرا الى دورة المباشر المهم لمعظم العمليات في النبات، حيث انة يعد مكوناً اساسياً في تركيب الحوامض النووية DNA وRNA والسكريات المفسفرة وبعض الدهون والبروتينات الضرورية للحياة في تكوين الاغشية الخلوية كالبلازما وغشاء الفجوة (5). في دراسة على نبات الحلبة ان معاملة النبات بمستوى (40 و80 كغم .هـ$^{-1}$) من P_2O_4. اعطى زيادة معنوية في مدة بقاء المساحة الورقية ، مدة بقاء انتاج المادة الجافة، معدل النمو النسبي ، معدل نمو المحصول (6) .

ان استعمال الاسمدة الحيوية انتشر في العقود الاخيرة في مختلف دول العالم ومنها مناطق الشرق الاوسط كعامل مهم في الزراعة ، إذ تنتج هذه الاسمدة مكونات احيائية تعمل على تثبيت النتروجين واذابة الفسفور والبوتاسيوم فضلا عن انتاج هورمونات محفزة للنمو مثل IAA وGA واحماض امينية وفيتامينات وتحلل البقايا للمحصول السابق لتحرير واطلاق المغذيات وزيادة محتوى الهيومك في التربة مما يؤدي الى تحسين خواصها وزيادة انتاجية المحاصيل (7) ومن احد أهم الإحياء المجهرية الموجودة اصلا في التربة التي تمتلك اليات متعددة لتحفيز النمو النبات هي بكتريا الـ *Pseudomonas flyuorescens* والتي تعد ضمن مجموعة البكتريا المحفزة لنمو النبات

(PGPR) (8) ان التسميد الحيوي EM1 بتركيز 1.5 مل/ لتر اعطى زيادة معنوية في (مدة بقاء المساحة الورقية، مدة بقاء انتاج المادة الجافة، معدل النمو النسبي، معدل نمو المحصول ، صافي التمثيل الضوئي)(6).

ونظراً إلى الاهمية الطبية، اضافة الى الاهمية الاقتصادية، والاهمية البيئية لنبات الحلبة لذا اصبح الهدف من إجراء الدراسة، هو معرفة انسب تراكيز من الحديد النانوي المخلبي ومستويات الفسفور والسماد الحيوي كعوامل منفردة على الصفات الفسلجية للنبات من جانب ، ومعرفة تاثير تداخلات العوامل نفسها على الصفات الفسلجية من جانب اخر.

المواد وطرائق العمل :

اجراء التجربة:

نفذت التجربة الحقلية في الموسم الشتوي (2017 – 2018) في حقول قسم المحاصيل الحقلية – كلية الزراعة – جامعة تكريت لدراسة. شملت الدراسة ثلاث تراكيز من الحديد النانوي المخلبي و ثلاث تراكيز من السماد الفوسفاتي مع استعمال السماد البكتيري *Pseudomonas* والمتمثل (اضافة ، بدون اضافة) وفي ثلاث مكررات، وبذلك يكون عدد الوحدات التجريبية 3×3×2×3=54 وحدة تجريبية موزعة في ثلاثة مكررات بواقع(18 وحدات تجريبية للمكرر الواحد) ومساحة الوحدة التجريبية (2 × 2م) اي بمساحة (4 م^2) .

وبعدها تم تعقيم التربة باسخدام مادة الفورمالديهايد بتركيز 2 ٪ عن طريق رش التربة وتغطيتها بمادة البولي اثلين لمدة ثلاثة ايام ومن ثم يتم ازالة الغطاء وتترك التربة لمدة 10 ايام قبل الزراعة وأضيف السماد الفوسفاتي نثراً قبل الزراعة الى التربة بدفعة واحدة حسب المعاملات وأضيف 150 كغم سلفات البوتاسيوم/ هكتار بدفعة واحدة قبل الزراعة واضيف السماد النتروجيني بدفعتين حيث اضيفت نصف الكمية عند الزراعة والنصف الآخر بعد شهر من الزراعة وبمعدل 40 كغم نتروجين / هكتار بهيئة سماد اليوريا وبعد تحديد موقع التجربة أخذت منها عينات من التربة على عمق(1–30 سم) قبل الزراعة وتم تحليلها للكشف عن الصفات الفيزيائية والكيميائية لها في المختبر المركزي التابع لقسم علوم الحياة/ كلية العلوم/ جامعة بغداد وكما مبين في جدول (1).

جدول (1): بعض الصفات الفيزيائية والكيميائية لتربة الحقل قبل الزراعة

الصفة	القيمة		الوحدة
درجه تفاعل التربة (PH)	7.8		/
النايتروجين الجاهز (N)	18.2		ملغم كغم$^{-1}$تربة
الفسفور الجاهز (P)	6.10		ملغم كغم$^{-1}$تربة
البوتاسيوم الجاهز(K)	80.4		ملغم كغم$^{-1}$تربة
الجبس	152		غم كغم$^{-1}$تربة
الرمل	520		غم كغم$^{-1}$
الغرين	300		غم كغم$^{-1}$
الطين	180		غم كغم$^{-1}$
نسجة التربة	Sandy loam		/
أعداد الاحياء	قبل التعقيم	بعد التعقيم	CFU .غم$^{-1}$ تربة
أعداد الفطريات الكلية × 10^3	$10^3 \times 4$	$10^3 \times 0$	
أعداد البكتريا الكلية × 10^4	$10^4 \times 3.2$	$10^4 \times 0$	
أعداد بكتريا Pseudomonas × 10^4	$10^4 \times 0.73$	$10^4 \times 0$	

تحضير المعاملات:

تراكيز الحديد النانوي

استعمل الحديد النانوي المخلبي Nano Chelated Iron والذي تم شرائه من شركة الخضراء للاسمدة النانوية Khazra Nano Chelated Fertilizer في ايران (وهو مسحوق قابل للذوبان بالماء بصورة كاملة والمكون من 9٪ حديد نانوي كسماد رشا على الاوراق، وبثلاث تراكيز (0، 80، 160) ملغم.لتر$^{-1}$، بوزن كل تركيز على انفراد ووضعه في مرشة يدوية سعة 8 لتر وعلى ضغط 60 بار واكمال الحجم بإضافة الماء المقطر، بينما كانت معاملة المقارنة باستعمال الماء المقطر فقط. وتم استخدام قطرة من محلول الزاهي لضمان كسر الشد السطحي لذرات محلول الرش(9).

السماد الفوسفاتي

استخدم سماد السوبر فوسفات الثلاثي P_2O_5 الحاوي على 46 ٪ من الفسفور، وبثلاث تراكيز (0 ، 80 ، 160) كغم .هـ$^{-1}$ نثراً قبل الزراعة على التربة بدفعة واحدة حسب المعاملات.

السماد الحيوي (بكتريا *Psuedomonas floresecnes*)

تم الحصول على عزلة نقية من بكتريا *Psuedomonas floresecnes* من كلية الزراعة – جامعة تكريت – قسم علوم التربة والموارد المائية ، ونميت على الاكار المغذي nutrient agar بطريقة التخطيط streaking تم حضنت بدرجة حرارة 28 م^{o} لمدة 48 ساعة ثم تم اجراء الاختبارات التاكيدية لتشخيص هذه البكتريا .

الزراعة وتنفيذ المعاملات

بعد نثر السماد سوبر فوسفات الثلاثي P_2O_5 على التربة بدفعة واحدة حسب المعاملات تم زرعة البذور الحلبة في يوم (1/ 11 / 2017) في خطوط ، المسافة بين خط واخرى (30 سم) وبين نبات واخر (25 سم)، وعدد النباتات بالخط الواحد 8 نباتات وبذلك اصبح عدد النباتات بالوحدة التجريبية 40 نبات. اذ تم وضع ثلاث بذور في الجورة وعلى عمق 2-3سم مع اضافة السماد الحيوي (بكتريا *Psuedomonas floresecnes*) بواقع واحد مل لكل بذرة في الجوة عند الزراعة وحسب المعاملات ثم رويت التجربة بهدوء تجنبا لانجراف البذور مع تيار الماء، وبزغت البادرات بشكل تام بعد (10) أيام من الزراعة، نفذت عملية الترقيع للبذور بعدها خف البادرات لابقاء على نبات واحد لكل حفرة. تم إضافة الحديد النانوي المخلبي رشاً بتأريخ 10/ 1/ 2018 وذلكَ عندَ وصول النباتات لمرحلة اربع اوراق وبحسب التراكيز المستعملة في التجربة، واستعملت المرشة اليدوية سعة 8 لتر (تحت ضغط 60 بار) في إجراء المعاملات التي رُشّت في الصباح الباكر حتى حصول البلل التام للنباتات مع مراعاة فصلها بقطع من الكارتون أثناء الرش لضمان عدم تطاير الرذاذ بين المعاملات المتجاورة، وتم سقي الوحدات التجريبية جيداً قبل الرش لزيادة كفاءة النباتات في امتصاص مادة الرش (9). ورشت معاملة المقارنة بالماء المقطر فقط.

الصفات المدروسة:

الكثافة الوزنية النوعية (الوزن النوعي للأوراق) (غم. سم$^{-2}$) Specific leavs weight .

تشير إلى سمك الورقة في النبات ويتم تقديرها من المعادلة التالية حسب ما ذكره (10).

الكثافة الوزنية النوعية للأوراق = الوزن الجاف للأوراق (غم نبات$^{-1}$) (مساحة الأوراق) (سم^{2}. نبات$^{-1}$).

مدة بقاء المساحة الورقية (سم^{2}. مدة القياس$^{-1}$) . leaf area duration

تشير إلى مدة بقاء أو ثبات المساحة الورقية في مدة نمو المحصول وحجم اعتراض الضوء خلال الموسم ويوجد ارتباط وثيق بين مدة بقاء المساحة الورقية والحاصل لأن اعتراض الشمس واشعتها على مدة زمنية طويلة يعني إنتاج مادة جافة أكثر وهو دليل للمساحة الورقية لأكثر من مدة نمو، ويتم تقديرها من المعادلة التالية (10)

$$LAD = (A2 - A1)(T2 - T1) / 2$$

T1 = الموعد الأول في قياس المساحة الورقية ،

T2 = الموعد الثاني في قياس المساحة الورقية.

LA1 = المساحة الورقية عند الموعدالاول،

LA2 = المساحة الورقية عند الموعد الثاني.

مدة بقاء إنتاج المادة الجافة (غم . مدة القياس$^{-1}$) .

هي دالة الوزن الحيوي ودرجة الحرارة وتفيد في الحصول على قيمة المادة الجافة في الزمن ويتم تقديرها من معادلة (10) .

$$B.M.D = (T2 - T1)(W2 + W1) / 2$$

W1= الوزن الجاف للنبات في زمن القياس الاول،

W2 = الوزن الجاف للنبات في زمن القياس الثاني.

معدل النمو النسبي للنبات (ملغم. يوم$^{-1}$) Relative Growth rate

يتم تقديره من المعادلة حسب (10).

$$R.G.R = Lin\ W2 - Lin\ W1 / T2 - T1$$

معدل نمو المحصول (ملغم . سم$^{-2}$. يوم$^{-1}$) Crop growth rate

يتم حساب حسب معادلة (10) .

$$C.G.R = (1/AG)(W2 - W1 / T2 - T1)$$

معدل صافي البناء الضوئي (ملغم. سم$^{-2}$. يوم$^{-1}$) . rate Net Assimilationrate

تم تقديره من معادلة (10) .

$$N.A.R = (W2 - W1 / T2 - T1)(Lin\ A2 - Lin\ A1) / LA2 - LA1$$

تقدير الكلوروفيل a و b والكلي(ملغم.غم$^{-1}$ وزن طري) : تم حسابها بأخذ وزن 200 ملغم من الأوراق النباتية الطرية وسحقت مع20 مل أسيتون بتركيز 80 ٪ بواسطة جفنه خزفية ثم أجريت عملية الطرد المركزي على قوة 3000 دورة/ دقيقة ولمدة 5 دقائق. أخذ الراشح في قنينة حجمية وأكمل الحجم إلى 20 مل باضافه الأسيتون بتركيز 80 ٪وتمت قراءة الامتصاصية على الطولين الموجيين 645-663 نانوميتر باستخدام جهاز المطياف الضوئي Spectro photometer (11).

1- Chlorophyll A=[(12.7*A663)-(2.69*A645)]*V /(1000*w)

2- Chlorophyll B=[(22.9*A645)-(4.68*A663)]*V /(1000*w)

3- Chlorophyll Ttal =[20.2 (A645)+ 8.02(A663)] *V /(1000*w)

التحليل الإحصائي

بعد جمع وتبويب البيانات حللت احصائيا كتجربة عامليه داخل قطع منشقة (Factorial in split plots) بثلاث مكررات وثلاث عوامل حسب اختبار دنكن متعدد الحدود عند مستوى اختبار 5٪ وحللت البيانات باستخدام البرنامج الاحصائي SAS بواسطة الحاسوب .

النتائج والمناقشة

1 - الكثافة الوزنية النوعية (الوزن النوعي للأوراق)(غم. سم$^{-2}$): اشارت النتائج في الجدول (2) وجود فروقا معنوية بين جميع عوامل الدراسة في تأثيرها على الوزن النوعي للاوراق، حيت اعطى الرش بالحديد النانوي المخلبي بتركيز (160 ملغم.

لتر$^{-1}$) أعلى فرق معنوي بلغ (19.781 غم.سم$^{-2}$) قياسا بمعاملة المقارنة التي اعطت اقل فرق معنوي بلغ (11.5867 غم. سم$^{-2}$) وان سبب زيادة الوزن النوعي للاوراق باستعمال الحديد النانوي المخلبي تعود الى الزيادة بالوزن الجاف للمجموع الخضري نتيجة زيادة نشاط عملية البناء الضوئي والذي يتناسب طرديا مع الوزن النوعي للاوراق ويشير الجدول ذاتة الى وجود فروقات معنوية بين مستويات الفسفور في الوزن النوعي للاوراق حيث اعطت المعاملة الستميد (160 كغم.هـ$^{-1}$) أعلى فرق معنوي بلغ (19.3483 غم. سم$^{-2}$) في حين اعطت معاملة المقارنة اقل فرق بلغ (12.1078 غم سم$^{-2}$) ويعزى سبب الزيادة في الوزن النوعي الى دور الفسفور في زيادة نضج النبات الداخلي وامداد النبات بما تحتاجة من المغيات الضرورية التي تؤثر في الوزن النوعي لاوراق وكذلك زيادة المساحة السطحية لاوراق النبات(12).

واعطت معاملة (التلقيح ببكتريا *Pseudomonas*) اعلى فرق معنوي بلغ (18.6567 غم. سم$^{-2}$) قياسا بمعاملة المقارنة (بدون تلقيح) التي اعطت أقل وزن نوعي بلغ (14.1422غم. سم$^{-2}$) وقد يعزى سبب هذه الزيادة الى الاثر الايجابي للسماد البكتيري في زيادة معدل النمو النسبي للاوراق الناتج من زيادة انقسام واتساع الخلايا وبالتالي زيادة المساحة السطحية للاوراق قياساً الى الوزن الجاف للاوراق والذي على اساسهما تم حساب قيمة الوزن النوعي للورقة. أما فيما يتعلق بالتداخل الثنائي فقد اعطى التداخل كل من (حديد نانوي 160 مع التلقيح البكتيري) و(حديد نانوي160 وفسفور160) و(فسفور160 مع التلقيح البكتيري) اعلى فروقات معنوي للوزن النوعي لاوراق بلغت (22.9756 و23.1267 و21.6311) غم. سم$^{-2}$ على التوالي في حين اعطت معاملات المقارنة اقل فروقات معنوي بلغت (10.3422 و7.8583 و9.4089) غم. سم$^{-2}$ على التوالي، أما التداخل الثلاثي فقد اعطت المعاملة (حديد نانوي160 وفسفور160 مع التلقيح البكتيري) اعلى فرق معنوي بلغ (26.5267غم.سم$^{-2}$) بينما اعطت معاملة المقارنة اقل فرق معنوي بلغ (6.5433غم.سم$^{-2}$).

2 - مدة بقاء المساحة الورقية (سم2. مدة القياس$^{-1}$): تبين النتائج في الجدول (3) وجود فروق معنوية بين المعاملات المطبقة في تاثيرها على مدة بقاء المساحة الورقية حيث اعطت معاملة رش الحديد النانوي المخلبي بتركيز (160 ملغم.لتر$^{-1}$) اعلى فرق معنوي بلغ (26.826 سم$^{-2}$. مدة القياس$^{-1}$) في حين اعطت معاملة المقارنة اقل قيمة بلغت (16.994 سم$^{-2}$. مدة القياس$^{-1}$) وان سبب الزيادة يرجع الى دور الحديد النانوي المخلبي في زيادة الجبرلينات وتقليل تركيز حامض الابسيسك (ABC) وزيادة محتوى الاوراق من عنصر النتروجين مما يؤدي الى تشجيع عمليات النمو والانقسام وانتاج مواد غذائية بكميات كافية لامداد مؤشرات النمو الخضري مما يؤدي الى زيادة مدة بقاء المساحة الورقية .

واشارت النتائج أيضاً الى وجود فروقا معنوية عند مستويات الفسفور حيث اعطت المعاملة (160 كغم.هـ$^{-1}$) اعلى قيمة بلغت (25.7100 سم2. مدة القياس$^{-1}$) وهي لا تختلف معنوياً عن المعاملة (80 كغم.هـ$^{-1}$) قياسا بمعاملة المقارنة التي اعطت اقل قيمة (71.4722 سم2. مدة القياس$^{-1}$) ويرجع سبب الزيادة الى دور الفسفور في زيادة المجموع الجذري والذي يؤدي الى زيادة امتصاص العناصر الغذائية مما سبب في تقليل وتاخير شيخوخة الاوراق والذي يؤدي الى زيادة مدة بقاء المساحة الورقية(13)، كما اثرت التربة الملقحة ببكتريا *Pseudomonas* معنوياً في هذه الصفة

واعطت اعلى فرق معنوي بلغ (24.6626 سم^{2}. مدة القياس$^{-1}$) مقارنة بالمعاملة الغير الملقحة التي اعطت اقل فرق معنوي بلغ (20.2093 سم^{2}. مدة القياس$^{-1}$) وقد يعود السبب في الزيادة الى دور البكتريا في زيادة المساحة الورقية وعدد الاوراق حيث انعكس على زيادة العمليات الحيوية في النبات من تنشيط عملية التركيب الضوئي وزيادة جاهزية وامتصاص العناصر الغذائية من قبل النبات مما يؤدي الى تاخير مرحلة الشيخوخة للاوراق وبالتالي زيادة مدة بقاء المساحة الورقية. اما فيما يخص التداخل الثنائي فقد اعطى التداخل كل من (حديد نانوي 160 مع التلقيح البكتيري) و(حديد نانوي160 وفسفور 160) و(فسفور160 مع التلقيح البكتيري) اعلى فروقات معنوي بلغت (29.900 و30.392 و27.936) سم$^{-2}$. مدة القياس$^{-1}$ على التوالي بينما اعطت معاملات المقارنة اقل فروقات معنوي بلغت (15.856 و12.518 و14.571) سم$^{-2}$. مدة القياس$^{-1}$ على التوالي، أما التداخل الثلاثي فقد اعطت المعاملة (حديد نانوي160 وفسفور160 مع التلقيح البكتيري) اعلى فرق معنوي بلغ (33.613 سم^{2}. مدة القياس$^{-1}$) في حين اعطت معاملة المقارنة اقل فرق معنوي بلغ (11.017 سم^{2}. مدة القياس$^{-1}$).

3 – مدة بقاء إنتاج المادة الجافة (غم. مدة القياس$^{-1}$):

نلاحظ من الجدول (4) وجود فروق معنوية بين عوامل الدراسة في تأثيرها في مدة بقاء انتاج المادة الجافة حيث اعطت معاملة الرش بالحديد النانوي المخلبي بتركيز (160 ملغم. لتر$^{-1}$) اعلى فرق معنوي بلغ (173.533 غم. مدة القياس$^{-1}$) قياسا بمعاملة المقارنة التي اعطت ادنى قيمة بلغت (138.503غم. مدة القياس$^{-1}$) ترجع الزيادة الى دور الحديد في نمو النبات ومساهمتها الفعالة في العمليات الحيوية الرئيسية في النبات وكذلك الزيادة في الصفات الفسلجية (الجدول3،2) مما انعكس على زيادة مدة بقاء انتاج المادة الجافة .

وأشارت نتائج الجدول نفسة إلى وجود فروقات معنوية بين مستويات الفسفور حيث اعطت المعاملة (160 كغم.هـ$^{-1}$) اعلى فرق معنوي بلغ (176.392غم. مدة القياس$^{-1}$) قياسا بمعاملة المقارنة التي اعطت اقل قيمة بلغت (134.531غم. مدة القياس$^{-1}$) ويرجع سبب الزيادة عند اضافة الفسفور الى الدور الكبير الذي يلعب في امتصاص وجاهزية العناصر الغذائية وتنشيط عملية التركيب الضوئي وزيادة المساحة السطحية للاوراق وبالتالي زيادة مدة انتاج المادة الجافة، واعطت النباتات الملقحة ببكتريا *Pseudomonas* اعلى فرق معنوي بلغ (171.861غم. مدة القياس$^{-1}$) مقارنة بالنباتات الغير ملقحة التي اعطت ادنى قيمة بلغت (146.385غم. مدة القياس$^{-1}$) ويرجع سبب الزيادة الى دور بكتريا السيدموناس في زيادة مدة بقاء المساحة الورقية (الجدول3) والذي يعني زيادة مدة اعتراض الضوء فتزداد عملية التركيب الضوئي. كل هذة العوامل مجتمعة انعكس بصورة ايجابية على زيادة صفة مدة بقاء انتاج المادة الجافة، اما التداخل الثنائي فقد اعطى التداخل كل من (حديد نانوي 160 مع التلقيح البكتيري) و(حديد نانوي160 وفسفور160) و(فسفور160 مع التلقيح البكتيري) اعلى فروقات معنوي بلغت (188.200 و191.425 و187.883) غم. مدة القياس$^{-1}$ على التوالي في حين اعطت معاملات المقارنة اقل فروقات معنوي بلغت (126.800 و109.300 و120.194) غم. مدة القياس$^{-1}$ على التوالي، أما التداخل الثلاثي فقد اعطت المعاملة (حديد نانوي160 وفسفور160 مع التلقيح البكتيري) اعلى فرق معنوي بلغ (206.700غم. مدة القياس$^{-1}$) في حين اعطت معاملة المقارنة اقل فرق معنوي بلغ (88.833غم. مدة القياس$^{-1}$).

4 – معدل النمو النسبي للنبات (ملغم. يوم$^{-1}$):
أظهرت نتائج الجدول(5) وجود فروقا معنوية بين عوامل الدراسة في تاثيرها على معدل النمو النسبي للنبات حيث اعطت معاملة الرش بالحديد النانوي المخلبي بتركيز (160 ملغم.لتر$^{-1}$) أعلى فرق معنوي بلغ (0.051828 ملغم. يوم$^{-1}$) قياساً بمعاملة المقارنة التي اعطت اقل فرق معنوي بلغ (0.042606 ملغم. يوم$^{-1}$) ويرجع سبب الزيادة الى دور الحديد النانوي المخلبي في العديد من العمليات الحيوية ومنها صنع الغذاء وتشجيع انتاج الاحماض الامينية والانزيمات التي تحث على زيادة الانقسامات الخلوية وزيادة نشاط الانزيمات المضادة للاكسدة فيؤدي ذلك الى تنظيم نمو النبات وتعزيز نشاطة وزيادة ارتفاعة (14) وهي ذو علاقة مباشرة بمعدل النمو النسبي .

وتبين نتائج الجدول(5) إلى وجود فروقات معنوية بين مستويات الفسفور حيث اعطت المعاملة (160 كغم.هـ$^{-1}$) اعلى قيمة بلغت (0.051639 ملغم. يوم$^{-1}$) وهي لاتختلف معنويا عن المعاملة (80 كغم.هـ$^{-1}$) واعطت معاملة المقارنة ادنى قيمة بلغت (0.042511 ملغم. يوم$^{-1}$) ويعزى السبب الى دور عنصر الفسفور في انقسام الخلايا واتساعها وبالتالي زيادة المساحة الورقية للنبات مما يؤدي زيادة الوزن الجاف للنبات والذي انعكس على زيادة معدل هذه الصفة ، واعطت النباتات الملقحة ببكتريا *Pseudomonas* اعلى فرق معنوي بلغ (0.049937 ملغم. يوم$^{-1}$) مقارنة بالنباتات الغير ملقحة التي اعطت اقل فرق معنوي بلغ (0.046230 ملغم. يوم$^{-1}$) يرجع الى دور السماد البكتيري في زيادة مدة بقاء المساحة الورقية والذي يؤدي الى زيادة عملية التركيب الضوئي وصنع الغذاء فضلا عن دور هذه السماد في زيادة جاهزية العناصر الغذائية كل هذه العوامل مجتمعة تسبب الزيادة في الوزن الجاف للنبات مما انعكس بالايجاب على زيادة معدل النمو النسبي الذي تم احتسابة على اساس الوزن الجاف للنبات، أما التداخل الثنائي فقد اعطى التداخل كل من (حديد نانوي 160 مع التلقيح البكتيري) و(حديد نانوي160 وفسفور160) و(فسفور160 مع التلقيح البكتيري) اعلى فروقات معنوي بلغت (0.054267 و0.055467 و0.053756) ملغم.يوم$^{-1}$ على التوالي في حين اعطت معاملات المقارنة اقل فروقات معنوي بلغت (0.040822 و0.035817 و0.040489) ملغم. يوم$^{-1}$ على التوالي، أما التداخل الثلاثي فقد اعطت المعاملة (حديد نانوي160 وفسفور160 مع التلقيح البكتيري) اعلى فرق معنوي بلغ(0.058800 ملغم. يوم$^{-1}$) بينما اعطت معاملة المقارنة اقل فرق معنوي بلغ (0.032967 ملغم.يوم$^{-1}$).

5 – معدل نمو المحصول (ملغم . سم$^{-2}$. يوم$^{-1}$):
يوضح الجدول(6) وجود فروق معنوية بين عوامل الدراسة في تاثيرها على معدل النمو النسبي حيث ان الرش بالحديد النانوي المخلبي بتركيز (160 ملغم. لتر$^{-1}$) اعطت أعلى فرق معنوي بلغ (0.00024289 ملغم.سم$^{-2}$. يوم$^{-1}$) في حين اعطت معاملة المقارنة اقل قيمة بلغت (0.00016783 ملغم.سم2–. يوم$^{-1}$) ويرجع الى دور الحديد النانوي في نمو النبات ومساهمتة الفعالة في العمليات الحيوية الرئيسية والتي تنعكس ايجابيا في الصفات الفسلجية (الجدول 3،4،5 على التوالي) مما انعكس على زيادة معدل نمو المحصول، واظهرت نتائج الجدول (6) كذلك الى وجود فروق معنوية بين مستويات الفسفور حيث اعطت المعاملة (160 كغم.هـ$^{-1}$) أعلى قيمة بلغت (0.00023778 ملغم.سم$^{-2}$. يوم$^{-1}$) وهي لا تختلف معنويا عن المعاملة (80 كغم.هـ$^{-1}$) قياسا بمعاملة المقارنة التي اعطت ادنى قيمة بلغت (0.00017150 ملغم.سم$^{-2}$. يوم$^{-1}$)

ويرجع الى دور الفسفور المهم في تكوين المركبات الغنية بالطاقة التي يحتاجها النبات في تنشيط الفعاليات الحيوية مما يؤدي الى زيادة في معدل النمو(15) كما اعطت المعاملة الملقحة ببكتريا *Pseudomonas* أعلى فرق معنوي بلغ (0.00022819 ملغم. سم$^{-2}$. يوم$^{-1}$) مقارنة بالمعاملة الغير ملقحة والتي أعطت اقل فرق معنوي بلغ (0.00019570 ملغم.سم$^{-2}$. يوم$^{-1}$) وان سبب الزيادة يرجع الى دور السماد البكتيري الذي يعمل على زيادة امتصاص وجاهزية عنصر النتروجين ولة الاثر في زيادة الاجزاء النباتية التي تسهم في عملية البناء الضوئي وتزيد من سرعة النمو العام للنبات وتشجع نمو الاوراق وتؤخر شيخوختها وهذا بدوره انعكس على زيادة صفة معدل نمو المحصول أما التداخل الثنائي فقد اعطى التداخل كل من (حديد نانوي 160 مع التلقيح البكتيري) و(حديد نانوي160 وفسفور160) و(فسفور160 مع التلقيح البكتيري) اعلى فروقات معنوي بلغت (0.00026333 و0.00027333 و0.00014933)ملغم. سم$^{-2}$. يوم$^{-1}$ على التوالي في حين اعطت معاملات المقارنة اقل فروقات معنوي بلغت (0.00015622 و0.00012950 و0.00014933) ملغم. سم$^{-2}$. يوم$^{-1}$ على التوالي، أما التداخل الثلاثي فقد اعطت المعاملة (حديد نانوي 160 وفسفور160 مع التلقيح البكتيري) اعلى فرق معنوي بلغ (0.00029300 ملغم. سم$^{-2}$. يوم$^{-1}$) بينما اعطت معاملة المقارنة اقل فرق معنوي بلغ (0.0001110 ملغم.سم$^{-2}$.يوم$^{-1}$).

6 – معدل صافي البناء الضوئي (ملغم. سم$^{-2}$. يوم$^{-1}$): اشارت نتائج الجدول(7) وجود فروقا معنوية بين عوامل الدراسة في تاثيرها على معدل صافي البناء الضوئي حيث اعطت معاملة الرش بالحديد النانوي المخلبي بتركيز(160 ملغم.لتر$^{-1}$) أعلى قيمة بلغت (0.060828 ملغم. سم$^{-2}$. يوم$^{-1}$) وهي لا تختلف معنويا عن المعاملة (80 ملغم.لتر$^{-1}$) بينما اعطت معاملة المقارنة اقل قيمة بلغت (0.049078 ملغم. سم$^{-2}$. يوم$^{-1}$) ويعود سبب ذلك إلى دور الحديد النانوي المخلبي في زيادة مقدرة النبات على النمو من خلال زيادة كفاءة عملية التمثيل الضوئي مما ينتج عنة زيادة في تراكم المادة الجافة لكونها مصدرا مهما للعناصر الغذائية الصغرى والكبرى ومحفزه لعمل الانزيمات وانتاج الطاقة مما ادى الى زيادة صفة معدل صافي البناء الضوئي، وتبين النتائج كذلك الى وجود فروق معنوية بين مستويات الفسفور حيث اعطت المعاملة (160 كغم.هـ$^{-1}$) أعلى فرق معنوي بلغ (0.59900 ملغم. سم$^{-2}$. يوم$^{-1}$) بينما اعطت معاملة المقارنة اقل فرق معنوي بلغ (0.048639 ملغم. سم$^{-2}$. يوم$^{-1}$) وقد يرجع الزيادة الى تاثير الفسفور في صفة الكثافة النوعية للاوراق (الجدول 2) وذلك لارتباط الكثافة النوعية للاوراق مع سرعة التمثيل الضوئي فيها (16) لان الكثافة النوعية للاوراق تشير الى زيادة سمك خلايا الميزوفيل والتي لها دور مساعد في حركة غاز ثاني اوكسيد الكاربون وارتفاع تركيزة بين الخلايا (17) مما انعكس تأثيرها في معدل صافي التمثيل الضوئي . كما اعطت المعاملة الملقحة ببكتريا *Pseudomonas* أعلى فرق معنوي بلغ (0.057600 ملغم. سم$^{-2}$. يوم$^{-1}$) مقارنة بالمعاملة الغير ملقحة والتي أعطت اقل فرق معنوي بلغ (0.053004 ملغم. سم$^{-2}$. يوم$^{-1}$) وقد تعزى تلك الزياده الى تأثير السماد البكتيري في المادة العضوية من مصادرها واطلاق المغذيات الكبرى والصغرى وبصورة كافية في منطقة الجذور وامتصاصها من قبل النبات بدءا من المرحلة الاولية للنمو وازدياد النمو الخضري والكلورفيل الذي انعكس على زيادة نواتج التمثيل الضوئي من المصدر (الاوراق). تتفق

هذه النتائج مع ما توصل (18).

أما التداخل الثنائي فقد اعطى التداخل كل من (حديد نانوي 160 مع التلقيح البكتيري) و(حديد نانوي160 وفسفور160) و(فسفور160 مع التلقيح البكتيري) اعلى فروقات معنوي بلغت (0.063933 و0.066200 و0.061522) ملغم. سم$^{-2}$. يوم$^{-1}$ على التوالي في حين اعطت معاملات المقارنة اقل فروقات معنوي بلغت (0.046944 و0.041483 و0.044511) ملغم. سم$^{-2}$. يوم$^{-1}$ على التوالي، أما التداخل الثلاثي فقد اعطت المعاملة (حديد نانوي160 وفسفور160 مع التلقيح البكتيري) اعلى فرق معنوي بلغ (0.069033 ملغم. سم$^{-2}$. يوم$^{-1}$) بينما اعطت معاملة المقارنة اقل فرق معنوي بلغ (0.037833 ملغم. سم$^{-2}$. يوم$^{-1}$).

7 – تقدير الكلوروفيل a (ملغم. غم$^{-1}$ وزن طري): أكدت النتائج في الجدول(8) وجود فروق معنوية بين عوامل الدراسة في تاثيرها على الكلورفيل a حيث ان الرش بالحديد النانوي المخلبي بتركيز (160 ملغم. لتر$^{-1}$) اعطى اعلى فرق معنوي بلغ (1.57890 ملغم. غم$^{-1}$ وزن طري) قياسا بمعاملة المقارنة التي اعطت فرق معنوي بلغ (1.11885 ملغم. غم$^{-1}$ وزن طري) وإنَّ تأثير الحديد النانوي في زيادة الكلوروفيل a يعزى إلى دورهِ في تخليق الكلوروفيل من خلال دخول الحديد في انزيم caproporphyrinogen oxidase وهو انزيم المشاركة في الخطوة السادسة لايض البورفرين وضرورته في تخليق α–amino levulinic acid والذي يعد المادة الاولية لتخليق الكلوروفيل (19) .

بينت نتائج الجدول (8) كذلك الى وجود فروق معنوية بين مستويات الفسفور حيث اعطت المعاملة (160 كغم.هـ$^{-1}$) أعلى قيمة بلغت (1.54590 ملغم. غم$^{-1}$ وزن طري) وهي لاتختلف معنويا عن المعاملة (80 كغم.هـ1–) قياسا بمعاملة المقارنة التي اعطت ادنى قيمة (1.11268 ملغم. غم$^{-1}$ وزن طري) وتعزى الزيادة الى دور الفسفور في عملية تحليل الكاربوهيدات والمواد الاخرى الناتجة من عملية البناء الضوئي ومساعدتة في عملية تكوين وانقسام الخلايا وتكوين الاحماض الامينية والبروتينات والتي هي الاساس في بناء الخلايا النباتية ومنها البلاستيدات الخضراء (15) واعطت المعاملة الملقحة ببكتريا *Pseudomonas* أعلى فرق معنوي بلغ (1.52563 ملغم. غم$^{-1}$ وزن طري) مقارنة بالمعاملة الغير ملقحة والتي أعطت اقل فرق معنوي بلغ (1.23791 ملغم.غم$^{-1}$ وزن طري) وتعزى تلك الزيادة الى دور النتروجين المجهز من قبل بكتريا *Pseudomonas* في بناء حلقة البورفيرينات porphyrins المهمة في بناء جزيئة الكلوروفيل، أما التداخل الثنائي فقد اعطى التداخل كل من (حديد نانوي 160 مع التلقيح البكتيري) و(حديد نانوي160 وفسفور160) و(فسفور160 مع التلقيح البكتيري) اعلى فروقات معنوي بلغت (1.73761 و1.7477 و1.69043) ملغم.غم$^{-1}$ وزن طري على التوالي في حين اعطت معاملات المقارنة اقل فروقات معنوي بلغت (1.00781 و0.8281 و0.94817) ملغم. غم$^{-1}$ وزن طري على التوالي، أما التداخل الثلاثي فقد اعطت المعاملة (حديد نانوي160 وفسفور160 مع التلقيح البكتيري) اعلى فرق معنوي بلغ (1.9225 ملغم. غم$^{-1}$ وزن طري) بينما اعطت معاملة المقارنة اقل فرق معنوي بلغ (0.6317 ملغم.غم$^{-1}$ وزن طري).

8 – تقدير الكلوروفيل b (ملغم. غم$^{-1}$ وزن طري): أشارت النتائج في الجدول(9) وجود فروق معنوية بين عوامل الدراسة في تاثيرها على الكلورفيل b حيث ان الرش بالحديد النانوي المخلبي بتركيز (160 ملغم. لتر$^{-1}$) اعطى اعلى فرق معنوي بلغ

(0.78680 ملغم. غم$^{-1}$ وزن طري) قياسا بمعاملة المقارنة التي اعطت فرق معنوي بلغ (0.62153 ملغم.غم$^{-1}$ وزن طري) ويمكن تعليل زيادة محتوى النبات من الكلوروفيل إلى دور الحديد المساعد في تكوين المركبين Proto- chlorophyllic وα – aminolaevulinic وهما مركبان أساسيان في سلسلة بناء الكلوروفيل (20) فضلاً عمّا أشار إليه (21) اللذان وجدا أنّ 70٪ من الحديد الموجود في النبات يكون في البلاستيدات الخضراء.

واظهرت النتائج في الجدول (9) الى وجود فروق معنوية بين مستويات الفسفور حيث اعطت المعاملة (160 كغم. هـ$^{-1}$) أعلى قيمة بلغت (0.78749 ملغم. غم$^{-1}$ وزن طري) وهي لاتختلف معنويا عن المعاملة (80 كغم.هـ$^{-1}$) قياسا بمعاملة المقارنة التي اعطت ادنى قيمة (0.58842 ملغم. غم$^{-1}$ وزن طري) وتعود الزيادة لدور عنصر الفسفور يزيد من امتصاص عنصر المغنيزيوم الذي يدخل في تركيب جزيئ الكلوروفيل ولهذا السبب قد يسهم عنصر الفسفور في زيادة محتوى الاوراق من الكلوروفيل، بينما اعطت المعاملة الملقحة ببكتريا *Pseudomonas* أعلى فرق معنوي بلغ (0.75804 ملغم. غم$^{-1}$ وزن طري) مقارنة بالمعاملة الغير ملقحة والتي أعطت اقل فرق معنوي بلغ (0.66931 ملغم. غم$^{-1}$ وزن طري) أذ تعمل بكتريا *P. fluorescens* على تثبيت النتروجين الجوي وزيادة جاهزية وامتصاص العديد من المغذيات النبات الصغرى والكبرى فضلا عن افرازها العديد من المركبات الكيموحيوية المهمة كالفيتامينات والهرمونات النباتية كالاوكسينات والسايتوكانينات والجبريلينات ذات الاهمية الكبرى في تكوين الكلوروفيل (22) و اعطى التداخل كل من (حديد نانوي 160 مع التلقيح البكتيري) و(حديد نانوي160 وفسفور160) و(فسفور160 مع التلقيح البكتيري) اعلى فروقات معنوي بلغت (0.84186 و0.84900 و0.82278) ملغم. غم$^{-1}$ وزن طري على التوالي في حين اعطت معاملات المقارنة اقل فروقات معنوي بلغت (0.58686 و0.43682 و0.52399) ملغم. غم$^{-1}$ وزن طري على التوالي، أما التداخل الثلاثي فقد اعطت المعاملة (حديد نانوي160 وفسفور160 مع التلقيح البكتيري) اعلى فرق معنوي بلغ (0.90137 ملغم. غم$^{-1}$ وزن طري) بينما اعطت معاملة المقارنة اقل فرق معنوي بلغ (0.39790 ملغم.غم$^{-1}$ وزن طري).

9 – **تقدير الكلوروفيل الكلي (ملغم. غم$^{-1}$ وزن طري)**: نلاحظ من الجدول(10) وجود فروق معنوية بين عوامل الدراسة في تاثيرها على الكلورفيل الكلي حيث ان الرش بالحديد النانوي المخلبي بتركيز (160 ملغم.لتر$^{-1}$) اعطى اعلى فرق معنوي بلغ (2.36570 ملغم.غم$^{-1}$ وزن طري) قياسا بمعاملة المقارنة التي اعطت فرق معنوي بلغ (1.74040 ملغم.غم$^{-1}$ وزن طري) وان سبب الزيادة يرجع الى دور نانو الحديد المخلبي الى دورة في العديد من العمليات الحيوية للنبات والتي منها اشتراكة المباشر في تركيب مواد البناء أو تنشيطة للفعاليات الانزيمية داخل النبات أذ يدخل الحديد عاملاً مساعداً ومنشطاً لتفاعلات تكوين الصبغات الخضر عبر سلسة مركبات تنتهي بتكوين جزيئة الكلورفيل. وجاءت هذه النتائج متفقة مع (23) على نبات الباقلاء .

وتبين النتائج الجدول علاه الى وجود فروق معنوية بين مستويات الفسفور حيث اعطت المعاملة (160 كغم. هـ$^{-1}$) أعلى قيمة بلغت (2.33341 ملغم. سم$^{-2}$. يوم$^{-1}$) وهي لاتختلف معنويا عن معاملة (80 كغم. هـ$^{-1}$) واعطت معاملة المقارنة اقل قيمة بلغت (1.70110 ملغم. سم$^{-2}$. يوم$^{-1}$) وقد يرجع الزيادة

الى تاثير الفسفور حيث أن الفسفور يدخل في تركيب المركبات الحاملة للطاقة ADP و ATP والتي تساهم بصورة غير مباشرة في بناء جزيئات الكلوروفيل إضافة إلى أن الفسفور يساهم في زيادة نمو وتفرع الجذور والتي قد تساهم في زيادة إمتصاص الكثير من العناصر الغذائية من التربة وخاصة النتروجين والذي يدخل في تركيب جزيئات الكلوروفيل. كما اعطت المعاملة الملقحة ببكتريا *Pseudomonas* أعلى فرق معنوي بلغ (2.28368 ملغم. سم$^{-2}$. يوم$^{-1}$) مقارنة بالمعاملة الغير ملقحة والتي أعطت اقل فرق معنوي بلغ (1.90722 ملغم. سم$^{-2}$. يوم$^{-1}$) أن الدور الفعال لبكتريا الـ *P. fluorescens* في زيادة محتوى الكلوروفيل الكلي للنباتات المعاملة بها وهذا يرجع إلى قدرتها على إنتاج مركبات تشجع نمو النبات مثل مركب IAA وأحماض عضوية وأمينية ومركبات متعددة السكريات(24) اعطى التداخل كل من (حديد نانوي 160 مع التلقيح البكتيري) و(حديد نانوي160 وفسفور160) و(فسفور160 مع التلقيح البكتيري) اعلى قيم بلغت (2.57946 و2.5967 و2.51324) ملغم. غم$^{-1}$ وزن طري على التوالي في حين اعطت معاملات المقارنة اقل فروقات معنوي بلغت (1.59467 و1.2650 و1.47216) ملغم. غم$^{-1}$ وزن طري على التوالي، أما التداخل الثلاثي فقد اعطت المعاملة (حديد نانوي160 وفسفور160 مع التلقيح البكتيري) اعلى فرق معنوي بلغ (2.8239 ملغم. غم$^{-1}$ وزن طري) بينما اعطت معاملة المقارنة اقل فرق معنوي بلغ (1.0296 ملغم. غم$^{-1}$ وزن طري).

المصادر :

1 – تقي، رامي علي و الثويني، امنة نعمة و المعيني، صفاء عبد لطيف (2010). المكونات الكيميائية لبذور الحلبة المحلية *Trigonella foenum-graecum* L وتأثير مستخلصها على بعض الاحياء المجهرية الممرضة. مجلة علوم المستنصرية، المجلد 21 ، العدد(4): لسنة 2010.

2 – خليل ، نبيل علي و المتولي، المتولي عبداللة وشفيق، مجدي محمد والمرشدي، وجية عبد العظيم (2015) . محاصيل الحبوب والبقول (كتاب)، الطبعة الاولى، كلية الزراعة. جامعة القاهرة.ص 245 – 255 .

3 – Duhana, J.S. ; Kumara, R. ; Kumara, N. ; Kaura, P. ; Nehrab, K. and Duhanc, N.(2017). Nanotechnology: The new perspective in precision agriculture. Biotechnology Reports, 15 (1):11–23.

4 – Farahani, S.M. ; Khalesi, A. and Sharghi, Y.(2015). Effect of Nano Iron Chelate Fertilizer on Iron Absorption and Saffron (Crocus sativus L. Quantitative and Characteristics. Asian Journal of Biological Sciences 8 (2): 72–82.

5 – Ali M., M.; Yousifi , M. and Zandi , P. (2011). Impact of nitrogen rates on growth and yield attributes of sweet corn grown under different phosphorus levels. J.American Science, 7(10) : 201 – 206.

6 – الداودي ، علي حسين رحيم و الجبوري ،صالح محمد ابراهيم (2014). الاستجابة الفسيولوجية لمقاييس النمو للتسميد الحيوي والفوسفاتي

لصنفين من فول الصويا (Glycin max L.Merrill).مجلة جامعة تكريت للعلوم الزراعية ، المجلد 14 ، العدد 2 لسنة 2014.

7 – Oldroyd G. ED. and R. Dixon.2014. Biotechnological solutions to the nitrogen problem. Current Opinion in Biotech., 26:19–24.

8 – Bhattaccharyya,P.K. & Jha,D.K.(2012). Plant growth –promoting rhizobacteria (PGPR): emergence in agriculture. World J. Microbiol. Biotechnol. , 28:1327–1350.

9 – الصحاف، فاضل حسين (1989). أنظمة الزراعة بدون استخدام تربة. جامعة بغداد، مطبعة وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، العراق.

10 – Hunt , R (1982). Plant growth analysis in Biology NO. 96 Edward Arnold (publ) L T D London .

11 – الطيبي ، شيماء محمد عبد .(2009.(استخدام منظم النمو (IAA) لتقليل ضرر الجفاف في نمو صنفين من الحنطة الناعمة (*Triticum aestivum* L.). رسالة ماجستير . كلية التربية. جامعة الموصل.

12 – Tisdale , S.L., Nelson W.L., Beaton J.D. and Havlin J.L. (1997) Soil fertility and fertilizers. Prentice. Hall of India, New Delhi. Townsend , C.C. and Guest, E. (1974). Flora of Iraq. 3:109 – 111.

13 – عيسى ، طالب احمد (1990) . فسيولوجسا نباتات المحاصيل . وزارة التعليم العالي والبحث العلمي.جامعة بغداد(مترجم) 496 ص.

14 – Rui, M.; Ma, C.; Hao, Y.; Guo, J.; Rui, Y.; Tang, X.; Zhao, Q.; Fan, X.; Zhang, Z.; Hou, T. and Zhu ,S.(2016). Iron Oxide Nanoparticles as a Potential Iron Fertilizer for Peanut (Arachis hypogaea). Front. Plant Sci. 7(815):110–.

15 – أبو ضاحي، يوسف محمد ومؤيد احمد اليونس 1988. دليل تغذية النبات، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي / بغداد

16 – عبد الجواد ، عبد العظيم احمد ونعمت عبد العزيز نورالدين و طاهر بهجت فايد (2007). علم المحاصيل القوعد والاسس. الدار العربية للنشر والتوزيع .466 ص .

17 – Ashwini, G. M. (2005). Effect of organics, nutrients and plant growth regulators on physiology and yield in French bean (Phaseolus vulgaris L.). Master Thesis, University of Agricultural Sciences, Dharwad.

18 – Esmailpour A., M. Hassanzadehdelpuei and A. Madani. 2013 . Impact of livestock manure , nitrogen and biofertilizer (*Azotobacter*) on yield and yield components of wheat (*Triticum aestivum* L.) . Cercetari Agro. in Moldova., 46 (2): 154169–.

19 – Barker, A.V. and Stratton, M.L. (2015). Iron. Chapter 11. In: Barker, A.V. and Pilbeam, D.J. (eds): Handbook of Plant Nutrition. Second Edition. CRC Press Taylor and Francis Group. London. New York, pp: 399426–.

20 – Barker, A. V. and D. J. Pilbean (2006). Plant Nutrition. http://www.taylor and francis.com. pp:613.

21 – Mengel, K. and E. A. Kirby (1982). Principles of Plant Nutrition. 3 rded. IPI. Bern Switzerland. Pp. 581.

content of Faba bean (Vicia faba L.), International Journal of Biosciences, 3(9) : 267272.

24 - Khan, A.,A. Jilani, G., Akhtar, M.,S., Naqvi, S.,M.,S. and Rasheed, M. 2009. Phosphorus solubilizing bacteria: Occurrence, mechanisms and their role in crop production. Journal of Agriculture and Soil Science 1, 48 - 58.

22 - Saeed, F, H., U. A. Alwan, H. M Aboud and Oitas, I. (2014). Study of efficiency of bio-fertilization in the growth and yield of sweet corn (Zea mays var. egosa) (Article in press), Angewadeten Biologie Forshung, Volume-2, Issue-2, page.

23 - Nadi, E.; Aynehband, A. and Mojaddam, M.(2013). Effect of nano-iron chelate fertilizer on grain yield, protein percent and chlorophyll

جدول (2): تاثير تراكيز الحديد النانوي المخلبي والفسفور والسماد الحيوي وتداخلاتها في الكثافة الوزنية النوعية للاوراق (غم.سم$^{-2}$) لنبات الحلبة .

السماد الحيوي	مستويات الفسفور كغم.هـ$^{-1}$	تراكيز الحديد النانوي المخلبي (ملغم.لتر$^{-1}$)			التداخل الثنائي بين السماد الحيوي والفسفور
		0	80	160	
بدون تلقيح	0	6.5433m	10.5033jk	11.1800jk	9.4089f
	80	11.7567ijk	17.2467fgh	18.8533ef	15.9522d
	160	12.7267ij	18.7433efg	19.7267de	17.0656c
تلقيح	0	9.1733l	16.8500gh	18.3967efg	14.8067e
	80	13.5133i	21.0800cd	24.0033b	19.5322b
	160	15.8067h	22.5600bc	26.5267a	21.6311a
متوسط الحديد النانوي المخلبي		11.5867c	17.8306b	19.7811a	

التداخل الثنائي بين الحديد النانوي المخلبي والفسفور

مستويات الفسفور كغم . هـ$^{-1}$	تراكيز الحديد النانوي المخلبي (مغلم .لتر$^{-1}$)			متوسط الفسفور
	0	80	160	
0	7.8583f	13.6767de	14.7883d	12.1078c
80	12.6350e	19.1633c	21.4283b	17.7422b
160	14.2667d	20.6517b	23.1267a	19.3483a

السماد الحيوي	تراكيز الحديد النانوي المخلبي (مغلم .لتر$^{-1}$)			متوسط السماد الحيوي
	0	80	160	
بدون تلقيح	10.3422f	15.4978d	16.5867c	14.1422b
تلقيح	12.8311e	20.1633b	22.9756a	18.6567a

الاحرف المتشابهة لا توجد بينها فروقات معنوية حسب اختبار دنكن متعدد الحدود عند مستوى احتمال 5 ٪

جدول (3): تاثير تراكيز الحديد النانوي المخلبي والفسفور والسماد الحيوي وتداخلاتها في مدة بقاء المساحة الورقية (سم^2. مدة القياس$^{-1}$) لنبات الحلبة.

السماد الحيوي	مستويات الفسفور كغم.هـ$^{-1}$	تراكيز الحديد النانوي المخلبي (ملغم.لتر$^{-1}$)			التداخل الثنائي بين السماد الحيوي والفسفور
		0	80	160	
بدون تلقيح	0	11.017j	15.397ij	17.300hi	14.571e
	80	17.933ghi	23.000defg	26.783bcd	22.572cd
	160	18.617ghi	24.667cdef	27.170bcd	23.484bc
تلقيح	0	14.020ij	21.650defgh	25.450bcde	20.373d
	80	19.300fghi	27.100bcd	30.637ab	25.679ab
	160	21.080efgh	29.113abc	33.613a	27.936a
متوسط الحديد النانوي المخلبي		c 16.994	23.488b	26.826a	

التداخل الثنائي بين الحديد النانوي المخلبي والفسفور

مستويات الفسفور كغم . هـ$^{-1}$	تراكيز الحديد النانوي المخلبي (مغلم .لتر$^{-1}$)			متوسط الفسفور
	0	80	160	
0	12.518d	18.523c	21.375c	17.4722b
80	18.617c	25.050b	28.710ab	24.1256a
160	19.848c	26.890ab	30.392a	25.7100a

السماد الحيوي	تراكيز الحديد النانوي المخلبي (مغلم .لتر$^{-1}$)			متوسط السماد الحيوي
	0	80	160	
بدون تلقيح	15.856d	21.021c	23.751bc	20.2093b
تلقيح	18.133d	25.954b	29.900a	24.6626a

* الاحرف المتشابهة لاتوجد بينها فروقات معنوية حسب اختبار دنكن متعدد الحدود عند مستوى احتمال 5 ٪

جدول (4): تاثير تراكيز الحديد النانوي المخلبي والفسفور والسماد الحيوي وتداخلاتها في مدة بقاء انتاج المادة الجافة(غم .مدة القياس$^{-1}$) لنبات الحلبة

السماد الحيوي	مستويات الفسفور كغم.هـ$^{-1}$	تراكيز الحديد النانوي المخلبي (ملغم.لتر$^{-1}$)			التداخل الثنائي بين السماد الحيوي والفسفور
		0	80	160	
بدون تلقيح	0	88.833k	134.333j	137.417j	120.194e
	80	141.017ij	158.133fgh	163.033fg	154.061d
	160	150.550hi	168.000ef	176.150de	164.900c
تلقيح	0	129.767j	154.183gh	fg|162.650	148.867d
	80	157.250fgh	184.000cd	195.250b	178.833b
	160	163.600fg	193.350bc	206.700a	187.883a
متوسط الحديد النانوي المخلبي		138.503c	165.333b	173.533a	

التداخل الثنائي بين الحديد النانوي المخلبي والفسفور

مستويات الفسفور كغم . هـ$^{-1}$	تراكيز الحديد النانوي المخلبي (مغلم .لتر$^{-1}$)			متوسط الفسفور
	0	80	160	
0	109.300f	144.258e	150.033de	134.531c
80	149.133e	171.067c	179.142b	166.447b
160	157.075d	180.675b	191.425a	176.392a

السماد الحيوي	تراكيز الحديد النانوي المخلبي (مغلم .لتر$^{-1}$)			متوسط السماد الحيوي
	0	80	160	
بدون تلقيح	126.800e	153.489cd	158.867c	146.385b
تلقيح	150.206d	177.178b	188.200a	171.861a

* الاحرف المتشابهة لاتوجد بينها فروقات معنوية حسب اختبار دنكن متعدد الحدود عند مستوى احتمال 5٪

جدول (5): تاثير تراكيز الحديد النانوي المخلبي والفسفور والسماد الحيوي وتداخلاتها في معدل النمو النسبي (ملغم. يوم$^{-1}$) لنبات الحلبة.

السماد الحيوي	مستويات الفسفور كغم.هـ$^{-1}$	تراكيز الحديد النانوي المخلبي (ملغم.لتر$^{-1}$)			التداخل الثنائي بين السماد الحيوي والفسفور
		0	80	160	
بدون تلقيح	0	0.032967h	0.043733fg	0.044767defg	0.040489d
	80	0.044467efg	0.050300bcdef	0.051267bcde	0.048678b
	160	0.045033defg	0.051400bcde	0.0521133abcd	0.049522b
تلقيح	0	0.038667gh	0.046567cdef	0.048367bcdef	0.044533c
	80	0.046167cdef	0.052767abc	0.055633ab	0.051522ab
	160	0.048333bcdef	0.054133ab	0.058800a	0.053756a
متوسط الحديد النانوي المخلبي		0.042606b	0.049817ab	0.051828a	

التداخل الثنائي بين الحديد النانوي المخلبي والفسفور

مستويات الفسفور كغم . هـ$^{-1}$	تراكيز الحديد النانوي المخلبي (مغلم .لتر$^{-1}$)			متوسط الفسفور
	0	80	160	
0	0.035817c	0.045150b	0.046567b	0.042511b
80	0.045317b	0.051533a	0.053450a	0.050100a
160	0.046683b	0.052767a	0.055467a	0.051639a

السماد الحيوي	تراكيز الحديد النانوي المخلبي (مغلم .لتر$^{-1}$)			متوسط السماد الحيوي
	0	80	160	
بدون تلقيح	0.040822c	0.048478b	0.049389b	0.046230b
تلقيح	0.044389c	0.051156ab	0.054267a	0.049937a

* الاحرف المتشابهة لاتوجد بينها فروقات معنوية حسب اختبار دنكن متعدد الحدود عند مستوى احتمال 5٪

جدول (6): تاثير تراكيز الحديد النانوي المخلبي والفسفور والسماد الحيوي وتداخلاتها في معدل نمو المحصول (ملغم.سم$^{-2}$. يوم$^{-1}$) لنبات الحلبة

السماد الحيوي	مستويات الفسفور كغم.هـ$^{-1}$	تراكيز الحديد النانوي المخلبي (ملغم.لتر$^{-1}$)			التداخل الثنائي بين السماد الحيوي والفسفور
		0	80	160	
بدون تلقيح	0	0.00011100i	0.00016833gh b	0.00016867gh	0.00014933e
	80	0.00017233gh	0.00022300cdef	0.00024500bcd	0.00021344cd
	160	0.00018533gh	0.00023400bcde	0.00025367	0.00022433bc
تلقيح	0	0.00014800hi	0.00020833defg	0.00022467cdef	0.00019367d
	80	0.00019200efg b	0.00025467abc	0.00027233ab	0.00023967ab
	160	0.00019833efg	0.00026200abc	0.00029300a	0.00025122a
متوسط الحديد النانوي المخلبي		0.00016783c	0.00022511b	0.00024289a	

التداخل الثنائي بين الحديد النانوي المخلبي والفسفور

مستويات الفسفور كغم . هـ$^{-1}$	تراكيز الحديد النانوي المخلبي (مغلم .لتر$^{-1}$)			متوسط الفسفور
	0	80	160	
0	0.00012950d	0.00018833c	0.00019667c	0.048639b
80	c 0.00018217	0.00023883b	0.00025867ab	0.057367a
160	0.00019183c	0.00024817ab	0.00027333a	0.059900a

السماد الحيوي	تراكيز الحديد النانوي المخلبي (مغلم .لتر$^{-1}$)			متوسط السماد الحيوي
	0	80	160	
بدون تلقيح	0.00015622e	0.00020844c	0.00022244bc	0.00019570b
تلقيح	0.00017944d	0.00024178ab	0.00026333a	0.00022819a

* الاحرف المتشابهة لاتوجد بينها فروقات معنوية حسب اختبار دنكن متعدد الحدود عند مستوى احتمال 5 ٪

جدول (7): تاثير تراكيز الحديد النانوي المخلبي والفسفور والسماد الحيوي وتداخلاتها في صافي التمثيل الضوئي (ملغم.سم$^{-2}$. يوم$^{-1}$) لنبات الحلبة

السماد الحيوي	مستويات الفسفور كغم.هـ$^{-1}$	تراكيز الحديد النانوي المخلبي (ملغم.لتر$^{-1}$)			التداخل الثنائي بين السماد الحيوي والفسفور
		0	80	160	
بدون تلقيح	0	0.037833h	0.047133fg	0.048567efg	0.044511d
	80	0.050567efg	0.056867bcde	0.061233abc	0.056222bc
	160	0.052433defg	0.059033bcd	0.063367ab	0.058278ab
تلقيح	0	0.045133gh	0.053333cdefg	0.059833bcd	0.052767c
	80	0.053133cdefg	0.059467bcd	0.062933ab	0.058511ab
	160	0.055367bcdef	0.060167bcd	0.069033a	0.061522a
متوسط الحديد النانوي المخلبي		0.049078b	0.056000a	0.060828a	

التداخل الثنائي بين الحديد النانوي المخلبي والفسفور

مستويات الفسفور كغم . هـ$^{-1}$	تراكيز الحديد النانوي المخلبي (مغلم .لتر$^{-1}$)			متوسط الفسفور
	0	80	160	
0	0.041483f	0.050233e	0.054200cde	0.048639b
80	0.051850e	0.058167bcd	0.062083ab	0.057367a
160	0.053900de	0.059600bc	0.066200a	0.059900a

السماد الحيوي	تراكيز الحديد النانوي المخلبي (مغلم .لتر$^{-1}$)			متوسط السماد الحيوي
	0	80	160	
بدون تلقيح	0.046944d	0.054344bc	0.057722b	0.053004b
تلقيح	0.051211cd	0.057656b	0.063933a	0.057600a

* الاحرف المتشابهة لاتوجد بينها فروقات معنوية حسب اختبار دنكن متعدد الحدود عند مستوى احتمال 5 ٪

جدول (8): تاثير تراكيز الحديد النانوي المخلبي والفسفور والسماد الحيوي وتداخلاتها في الكلوروفيل a ملغم.غم$^{-1}$ وزن طري لنبات الحلبة.

السماد الحيوي	مستويات الفسفور كغم.هـ$^{-1}$	تراكيز الحديد النانوي المخلبي (ملغم.لتر$^{-1}$)			التداخل الثنائي بين السماد الحيوي والفسفور
		0	80	160	
بدون تلقيح	0	0.6317h	1.0836fg	1.1292fg	0.94817c
	80	1.1826efg	1.3514defg	1.5586abcde	1.36420b
	160	1.2091efg	1.4222cdefg	1.5728abcde	1.40137b
تلقيح	0	1.0245g	1.3479defg	1.4591bcdef	1.27719b
	80	1.3153defg	1.6813abcd	1.8312ab	1.60925a
	160	1.3498defg	1.7990abc	1.9225a	1.69043a
متوسط الحديد النانوي المخلبي		1.11885c	1.44756b	1.57890a	

التداخل الثنائي بين الحديد النانوي المخلبي والفسفور

مستويات الفسفور كغم . هـ$^{-1}$	تراكيز الحديد النانوي المخلبي (مغلم .لتر$^{-1}$)			متوسط الفسفور
	0	80	160	
0	0.8281d	1.2157c	1.2942bc	1.11268b
80	1.2489c	1.5164ab	1.6949a	1.48673a
160	1.2795bc	1.6106a	1.7477a	1.54590a

السماد الحيوي	تراكيز الحديد النانوي المخلبي (مغلم .لتر$^{-1}$)			متوسط السماد الحيوي
	0	80	160	
بدون تلقيح	1.00781d	1.28572c	1.42020bc	1.23791b
تلقيح	1.22988c	1.60939ab	1.73761a	1.52563a

* الاحرف المتشابهة لاتوجد بينها فروقات معنوية حسب اختبار دنكن متعدد الحدود عند مستوى احتمال 5 ٪

جدول (9): تاثير تراكيز الحديد النانوي المخلبي والفسفور والسماد الحيوي وتداخلاتها في الكلوروفيل b ملغم. غم$^{-1}$ وزن طري لنبات الحلبة

السماد الحيوي	مستويات الفسفور كغم.هـ$^{-1}$	تراكيز الحديد النانوي المخلبي (ملغم.لتر$^{-1}$)			التداخل الثنائي بين السماد الحيوي والفسفور
		0	80	160	
بدون تلقيح	0	0.39790i	0.55703gh	0.61703fg	0.52399e
	80	0.67520ef	0.73843cde	0.78157bcd	0.73173c
	160	0.68747def	0.77250cde	0.79663bc	0.75220bc
تلقيح	0	0.47573hi	0.72083cde	cde 0.76197	0.65284d
	80	0.73363cde	0.79963bc	0.86223ab	0.79850ab
	160	0.75927cde	0.80770bc	0.90137a	0.82278a
متوسط الحديد النانوي المخلبي		0.62153C	0.73269b	0.78680a	

التداخل الثنائي بين الحديد النانوي المخلبي والفسفور

مستويات الفسفور كغم . هـ$^{-1}$	تراكيز الحديد النانوي المخلبي (مغلم .لتر$^{-1}$)			متوسط الفسفور
	0	80	160	
0	0.43682f	0.63893e	0.68950de	0.58842b
80	0.70442d	0.76903bc	0.82190ab	0.76512a
160	0.72337cd	0.79010ab	0.84900a	0.78749a

السماد الحيوي	تراكيز الحديد النانوي المخلبي (مغلم .لتر$^{-1}$)			متوسط السماد الحيوي
	0	80	160	
بدون تلقيح	0.58686e	0.68932cd	0.73174bc	0.66931b
تلقيح	0.65621d	0.77606b	0.84186a	0.75804a

* الاحرف المتشابهة لاتوجد بينها فروقات معنوية حسب اختبار دنكن متعدد الحدود عند مستوى احتمال 5٪

جدول (10): تاثير تراكيز الحديد النانوي المخلبي والفسفور والسماد الحيوي وتداخلاتها في الكلوروفيل الكلي ملغم.غم$^{-1}$ وزن طري لنبات الحلبة

السماد الحيوي	مستويات الفسفور كغم.هـ$^{-1}$	تراكيز الحديد النانوي المخلبي (ملغم.لتر$^{-1}$)			التداخل الثنائي بين السماد الحيوي والفسفور
		0	80	160	
بدون تلقيح	0	1.0296k	1.6406ji	1.7462hij	1.47216
	80	1.8578ghi	2.0899efgh	2.3402cde	2.09593bc
	160	1.8966fghi	2.1947defg	2.3694bcde	2.15357b
تلقيح	0	1.5003j	2.0687efgh	2.2211def	1.93003c
	80	2.0489efgh	2.4809bcd	2.6934ab	2.40775a
	160	2.1092efg	2.6067abc	2.8239a	2.51324a
متوسط الحديد النانوي المخلبي		1.74040c	2.18024b	2.36570a	
التداخل الثنائي بين الحديد النانوي المخلبي والفسفور					

مستويات الفسفور كغم . هـ$^{-1}$	تراكيز الحديد النانوي المخلبي (مغلم .لتر$^{-1}$)			متوسط الفسفور
	0	80	160	
0	1.2650d	1.8547c	1.9837c	1.70110b
80	1.9533c	2.2854b	2.5168ab	2.25184a
160	2.0029c	2.4007ab	2.5967a	2.33341a

السماد الحيوي	تراكيز الحديد النانوي المخلبي (مغلم .لتر$^{-1}$)			متوسط السماد الحيوي
	0	80	160	
بدون تلقيح	.1.59467e	1.97504cd	2.15194c	1.90722b
تلقيح	1.88612d	2.38544b	2.57946a	2.28368a

* الاحرف المتشابهة لاتوجد بينها فروقات معنوية حسب اختبار دنكن متعدد الحدود عند مستوى احتمال 5 ٪