doi.org/10.52866/esj.2020.06.16.13

تأثير الرش بالحديد النانوي المخلبي والسماد الحيوي والفسفور في بعض صفات النمو والحاصل لنبات الحلبة (*Trigonella foenum-graecum* L)

عقيل نجم عبود المحمدي ، ياسين عبد اللطيف ياسين
جامعة تكريت / كلية الزراعة - المحاصيل الحقلية مديرية زراعة صلاح الدين

خلاصة :

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$^{-1}$) والتسميد الحيوي (بكتريا السيدوموناس) وثلاث مستويات من الفسفور(0 ، 80 ، 160 كغم.هـ$^{-1}$) في بعض صفات النمو والحاصل 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$^{-1}$) و، والسماد الحيوي (بكتريا السيوموناس) والفسفور بمستوى (160 كغم. هـ$^{-1}$) في جميع الصفات المدروسة على التوالي حيث اعطت اعلى القيم لصفات (ارتفاع النبات سم، عدد الافرع . نبات$^{-1}$ ، المساحة الورقية سم^{2}. نبات$^{-1}$، الوزن الجاف للنبات (غم)، عدد القرنات.نبات$^{-1}$، عدد البذور.قرنة$^{-1}$ ، وزن 100 بذرة (غم) ، الحاصل الكلي كغم. هـ$^{-1}$) بلغت (65.811 سم ،5.927 فرع. نبات$^{-1}$، 4.662 سم2 .نبات$^{-1}$ ،13.621 غم ، 49.389 قرنة. نبات$^{-1}$ ، 12.906 بذرة . قرنة$^{-1}$ ، 1.472 غم ، 1308.83 كغم. هـ$^{-1}$) و (64.229 سم ،5.799 فرع.نبات$^{-1}$، 4.623 سم^{2} . نبات$^{-1}$ ،13.281 غم ، 47.518 قرنة. نبات$^{-1}$، 12.514 بذرة . قرنة$^{-1}$ ، 1.449 غم ،1273.59 كغم. هـ$^{-1}$) و (65.455 سم ،6.051 فرع. نبات$^{-1}$، 4.776 سم^{2} . نبات$^{-1}$ ،13.679 غم ، 49.500 قرنة.نبات$^{-1}$ ، 13.051 بذرة .قرنة$^{-1}$ ، 1.470غم ،1335.11كغم. هـ$^{-1}$) 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 أعلاه، أما التداخل الثلاثي فقد اعطت المعاملة (حديد نانوي160 وفسفور160 مع التلقيح البكتيري) أعلى قيم لجميع االصفات اعلاة على التوالي .

الكلمات المفتاحية : الحديد النانوي المخلبي ، السماد الحيوي ، الفسفور ، الحلبة .

Effect of Spraying Nano-Iron Addition ،Bio-Fertilizer and phosphorous on the Growth and yield of fenugreek plant (*Trigonella foenum-graecum* L) .

Akeel.Najm.Abood.AL mouhammedi , Yaseen Abd Latif Yaseen
Tikrit University-college of agriculture-Field crop Agrculture Directorateof Salahdeen

Abstract:

The Field experiment was Carried out during the growing season 20162017- 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}) ,bio - fertilizer (Pseudomonas) and three levels of phosphorus (160 ، 80 ،0 Kg.h^{-1}) 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 bio - fertilizer (Pseudomonas) and phosphorus level (160 Kg.h^{-1}) in all the traits and respectively where gave the highest value for recipes (plant heigh cm ،shoots number.phant^{-1} ، leaf area cm2.plant^{-1}، plant dry weight (g) ، number bods . plant^{-1} ،number seeds .bod^{-1} ، weight 100 seed (g) ، total yield Kg .h^{-1}) was (56.811cm ، 5.927shoot.plant^{-1}،4.662cm^{2}.plant،13.621(g) ،49.389 bod.plant^{-1}،12.906 seed.bod^{-1}،1.472(g) ،1308.83 Kg.h^{-1}) and (64.229 cm ،5.799 shoot.plant^{-1} ،4.623 cm2.plant^{-1} ،13.281 (g)،47.518 bod.plant^{-1}،12.514 seed.bod^{-1}،1.449 (g)،1273.59 Mg.h^{-1}) and (65.455 cm ،6.051 shoot.plant^{-1} ،4.776 cm2.plant^{-1}، 13.679(g)،49.500 bod.plant^{-1}، 13.051 seed.bod ، 1.470(g)، 1335.11 Km. h^{-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 L.

المقدمة:

نبات الحلبة ***Trigonella foenum-graecum*** **L** هي احدى النباتات التابعة الى العائلة البقولية Fabaceae (*Leguminosae*). إذ يشتق اسم الجنس Trigonella من كلمة Trigonos اللاتينية فهي تعني مثلث، وهو يشير إلى جؤجؤ الزهرة الذي يعطي زهرة الحلبة شكلها الثلاثي، في حين يعني اسم النوع ***foenum-graecum*** باللغة اللاتينية القش اليوناني كونه مستخدماً منذ زمن بعيد محصولاً علفياً [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 الطميية 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 . آن تأثير رش الحديد النانوي المخلبي بتركيز 3غم . لتر $^{-1}$ سجل اعلى زيادة في ارتفاع النبات وقطر الساق حين أعطى تركيز 2 غم .لتر $^{-1}$ من الحديد النانوي المخلبي أعلى زيادة معنوية في عدد الأوراق والمساحة الورقية الكلية والوزن الجاف للمجموع الخضري والجذري وحتوى العناصر المعدنية[4] .

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[5] 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 [6] (PGPR). في دراستها ان التلقيح بكتريا *Pseudomonas flyuorescens* أدى الى زيادة معنوية في كلا من نسبة الانبات ، وارتفاع النبات، ومحتوى الاوراق من الكلورفيل الكلي ، والوزن الجاف والحاصل الكلي ومحتوى العناصر المعدنية[7].

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 مكونا اساسيا في تركيب الحوامض النووية DNA وRNA والسكريات المفسفرة وبعض الدهون والبروتينات الضرورية للحياة في تكوين الاغشية الخلوية كالبلازما وغشاء الفجوة [8]. ان اضافة 60 كغم. هـ $^{-1}$ من الفسفور

اعطى اعلى زيادة في صفات النمو الخضري والحاصل ارتفاع النبات، الكلورفيل، عدد الازهار، عدد القرنات ، الوزن الجاف ، وزن 1000 بذرة[9]. ونظرا الى 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 النمو والحاصل للنبات من جانب ، ومعرفة تأثير تداخلات العوامل نفسها على الصفات نفسها 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 الحيوي البكتيري 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 × 2 م) اي بمساحة (4 م^2) .

وبعدها تم تعقيم التربة بإستخدام 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	4×10^3	0×10^3	
أعداد البكتريا الكلية × 10^4	3.2×10^4	0×10^4	
أعداد بكتريا السيدوموناس × 10^4	0.73×10^4	0×10^4	

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 أبينما كانت معاملة المقارنة باستعمال الماء المقطر فقط. وتم استخدام قطرة من محلول الزاهي لضمان كسر الشد السطحي لذرات محلول الرش [10].

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° لمدة 48 ساعة ثم تم اجراء الاختبارات التاكيدية لتشخيص هذه البكتريا

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.

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 2–3 سم مع اضافة السماد الحيوي (بكتريا ***Psuedomonas floresecnes***) بواقع واحد مليلتر 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[10] ورشت معاملة المقارنة بالماء المقطر فقط.

الصفات المدروسة:

ارتفاع النبات (سم) : قيس ارتفاع النبات من سطح التربة الى قمة النبات لعشر نباتات وحسب متوسطها

عدد الافرع (فرع . نبات$^{-1}$) : تم قياس عدد الافرع لعشر نباتات وحسب متوسطها

المساحة الورقية (سم^2. نبات$^{-1}$): تم قياس اوراق لعشر نباتات باستخدام جهاز Portable Leaf

Area Mete وحساب متوسطها

الوزن الجاف (غم.نبات$^{-1}$) : أخذت عينات عشوائية لعشرة نباتات ثم جففت في فرن كهربائي oven على درجة حرارة 70 م لمدة 48 ساعة ثم وزنت حتى ثبات الوزن وحسب متوسطها.

عدد القرنات في النبات (قرنة. نبات$^{-1}$) : تم حسابها وذلك بأخذ عشرة نباتات من كل وحدة تجريبية من الخطوط الوسطية وحساب عدد القرنات لكل نبات ثم ناخذ متوسطها.

عدد البذور بالقرنة (بذرة .قرنة$^{-1}$): أخذت 100 قرنة من 10 نباتات وحساب عدد البذور فيها وأخذ متوسطها.

وزن 100 بذرة (غم .100 بذرة$^{-1}$): تم حسابها بعد خلط بذور القرنات ووضعت في ميزان حساس واخذ وزنها

الحاصل البذور الكلي (كغم.هـ$^{-1}$): تم حساب حاصل البذور الكلي للوحدة (4 م^2) وتحويلة الى حاصل الهكتار

التحليل الإحصائي

بعد جمع وتبويب البيانات حللت احصائياً 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 – **ارتفاع النبات (سم)**: تبين النتائج في الجدول (2) وجود فروقا معنوية بين جميع عوامل الدراسة في تأثيرها على ارتفاع النبات (سم)، حيت اعطى الرش بالحديد النانوي المخلبي بتركيز 160 ملغم .لتر$^{-1}$ أعلى ارتفاع للنبات بلغ (65.811 سم) في حين اعطت معاملة المقارنة اقل ارتفاع للنبات بلغ (50.483 سم) وتعزى هذه الزيادة الى دور الحديد النانوي في زيادة الجبرلينات GA في النبات التي لها تأثير رئيس في مرونة ولدونة جدران الخلايا النباتية ثم استطالتها كما يساهم (اي الحديد) في العديد من العمليات الحيوية التي تحدث في النبات ومنها صنع الغذاء وتشجيع انتاج الاحماض الامينية والانزيمات التي تحث على زيادة الانقسامات الخلوية وزيادة نشاط الانزيمات المضادة للأكسدة[11] فيؤدي ذلك الى تنظيم نمو النبات وتعزيز نشاطه، وزيادة ارتفاعه[12].

كذلك أشارت نتائج (2) إلى وجود فروقا معنوية بين مستويات التسميد الحيوي حيث اعطت معاملة (التلقيح ببكتريا السيدوموناس) اعلى ارتفاع للنبات بلغ (64.229 سم) قياسا بمعاملة المقارنة (بدون تلقيح) التي اعطت أقل ارتفاع للنبات بلغ (55.240 سم) ان سبب الزيادة هذه تعود لتلقيح بكتريا *P. fluorescens* التي تعمل على زيادة جاهزية العناصر الغذائية في المنطقة المحيطة بالجذور التي تستوطنها فتحفز نمو النبات، وقد يكون تحفيز النمو إثناء أنتاجها للمركبات ذات التأثيرات الهرمونية مثل حامض السالسليك الذي بدوره يحفز إنتاج هرمونات النمو كالأوكسين والجبرلين التي تفيد نمو المحاصيل والتي يكون لها تأثير في زيادة ارتفاع النبات[13].

ويشير الجدول ذاته الى وجود فروقات معنوية بين مستويات الفسفور في ارتفاع النبات حيث اعطت المعاملة الستميد (160 كغم.هـ$^{-1}$) أعلى فرق معنوي بلغ (65.455 سم) في حين اعطت معاملة المقارنة اقل ارتفاع بلغ (50.683 سم) وقد يعود السبب في زيادة ارتفاع النبات الى دور الفسفور في انضاج النبات وزيادة المحتوى الخضري

واشتراكه في وظائف عدة داخل النبات فهو يدخل في تركيب الفسفولبيدات المهمة في الاغشية الخلوية وفي تركيب الاحماض النووية والبروتينات النووية ومركبات الطاقة ومرفقات الانزيم (NAD، NDP، CoenzmeA) ومركبات الفسفور العضوية Phytic acid . 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 لعدد لارتفاع النبات بلغت(71.555 و71.167 و69.555) سم على التوالي في حين اعطت معاملات المقارنة اقل فروقات معنوي بلغت (47.700 و41.883 و45.322) سم على التوالي، أما التداخل الثلاثي فقد اعطت المعاملة (حديد نانوي160 وفسفور160 مع التلقيح البكتيري) اعلى فرق معنوي بلغ (76.200سم) بينما اعطت معاملة المقارنة اقل فرق معنوي بلغ (39.300سم).

2 – **عدد الافرع (فرع.نبات$^{-1}$)**: أشارت النتائج في الجدول (3) وجود فروق معنوية بين المعاملات المطبقة في تأثيرها في عدد فرع.نبات$^{-1}$ حيث اعطت معاملة رش الحديد النانوي المخلبي بتركيز (160 ملغم.لتر$^{-1}$) اعلى قيمة في عدد الافرع بلغت (5.927 فرع.نبات$^{-1}$) وهي لا تختلف معنويا عن المعاملة (80 ملغم.لتر$^{-1}$) في حين اعطت معاملة المقارنة اقل قيمة بلغت (4.588 فرع.نبات$^{-1}$) ان تأثير الحديد النانوي في زيادتها يعزى الى ان زيادة الحديد يقلل من الاوكسينات التي تشجع النمو القمي ذلك ان الحديد ضروري لعمل انزيم IAA oxidase وها يؤدي الى زيادة عدد التفرعات[14] كما اثرت التربة الملقحة ببكتريا السيدوموناس معنويا في هذه الصفة واعطت اعلى فرق معنوي بلغ (5.799 فرع.نبات$^{-1}$) مقارنة بالمعاملة الغير الملقحة التي اعطت اقل فرق معنوي بلغ (5.064 فرع.نبات$^{-1}$) وقد يعود السبب في الزيادة الى دور البكتريا الموجودة في السماد الحيوي التي تقوم بإنتاج الهورمونات التي تنظم النمو وتزيد من تثبيت النتروجين الذي له دور في انقسام الخلايا ومن ثم زيادة عدد الافرع ، ويتوافق ذلك مع ما وجده[15].

وتبين نتائج الجدول (3) الى وجود فروقا معنوية عند مستويات الفسفور حيث اعطت المعاملة (160 كغم.هـ$^{-1}$) اعلى قيمة بلغت (6.051 فرع.نبات$^{-1}$) وهي لا تختلف معنويا عن المعاملة (80 كغم.هـ$^{-1}$) قياسا بمعاملة المقارنة التي اعطت اقل قيمة (4.515 فرع.نبات$^{-1}$) وقد يعود سبب الزيادة إلى وجود الفسفور الذي يقوم بدوره المباشر في معظم العمليات الحيوية داخل الخلايا النباتية إذ يساعد على تكوين الخلايا وانقسامها فضلاً عن مشاركته في تكوين المركبات الغنية بالطاقة، ومن ثم تنشيط النمو الخضري وزيادة عدد الأفرع ، وقد يعزى إلى دور الفسفور في تحفيز النبات على انتاج السايتوكاينينات التي لها دور في تشجيع البراعم الجانبية مما يؤدي إلى زيادة عدد الأفرع الخضرية في النبات[16] 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 (6.342 و6.568 و6.330) فرع. نبات$^{-1}$ على التوالي بينما اعطت معاملات المقارنة اقل فروقات معنوي بلغت (4.277 و 3.538 و3.942) فرع . نبات$^{-1}$ على التوالي، أما التداخل الثلاثي فقد اعطت المعاملة (حديد نانوي160 وفسفور160 مع التلقيح البكتيري) اعلى فرق معنوي بلغ (6.920 فرع.نبات$^{-1}$) في حين اعطت

معاملة المقارنة اقل فرق معنوي بلغ(3.063 فرع. نبات$^{-1}$) .

3 – **المساحة الورقية (سم$^{-2}$. نبات$^{-1}$)**: نلاحظ من الجدول (4) وجود فروق معنوية بين عوامل الدراسة في تأثيرها في المساحة الورقية حيث اعطت معاملة الرش بالحديد النانوي المخلبي بتركيز(160 ملغم.لتر$^{-1}$) اعلى قيمة بلغت (4.662 سم^2. نبات$^{-1}$) وهي لاتختلف معنويا عن معاملة (80 ملغم.لتر$^{-1}$) قياسا بمعاملة المقارنة التي اعطت ادنى قيمة بلغت (3.690 سم^2. نبات$^{-1}$) وترجع الزيادة ان الحديد النانوي لة كفاءة اختراق عالية لاغشية الخلايا وصولا الى مراكز العمل الوظيفية له وهو ضروري لتخليق الكلوروفيل وصنع الغذاء وتشجيع عمليات نقل الطاقة والتمثيل الغذائي وانقسام الخلايا وزيادة عددها تأثيرا في زيادة المساحة الورقية للنبات[17]. واعطت النباتات الملقحة ببكتريا السيدوموناس اعلى فرق معنوي من المساحة الورقية بلغت (4.623 سم^2. نبات$^{-1}$) مقارنة بالنباتات الغير ملقحة التي اعطت ادنى قيمة بلغت (3.928 سم^2 . نبات$^{-1}$) وقد يعزى تلك الزيادة الى دور الاحياء المجهرية التي يوفرها السماد الحيوي في تحفيز النمو الجذري وزيادة المساحة السطحية لمنطقة الامتصاص الذي بدوره زاد من معدل امتصاص الماء والمغذيات والذي انعكس بدوره على زيادة في عدد الاوراق والمساحة السطحية لها ومحتوى الكلوروفيل ، ويتشابه ذلك مع ما توصل اليه الذين حصلوا على نتائج مقاربة[18].

وأشارت نتائج الجدول نفسة إلى وجود فروقات معنوية بين مستويات الفسفور حيث اعطت المعاملة (160 كغم.هـ$^{-1}$) اعلى فرق معنوي بلغ (4.776 سم^2. نبات$^{-1}$) قياسا بمعاملة المقارنة التي اعطت اقل قيمة بلغت (3.567 سم^2. نبات$^{-1}$) ويرجع سبب الزيادة عند اضافة الفسفور الى الدور الكبير الذي يلعب في تركيب بعض المركبات العضوية التي لها اهمية في الفعاليات الحيوية وكذلك يدخل في تركيب الاحماض الامينية والفوسفولبيدات والمرافقات لانزيمية التي لها دور كبير في عمليات الاكسدة والاختزال مما زاد من كفاءة عملية التمثيل الضوئي وتمثيل الكربوهيدرات وذلك يؤدي الى زيادة نشاط النبات وبالتالي انعكس ذلك في زيادة المساحة الورقية[10] 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 للمساحة الورقية بلغت (5.076 و5.265 و5.168) سم^2. نبات$^{-1}$ على التوالي في حين اعطت معاملات المقارنة اقل فروقات معنوي بلغت (3.485 و3.053 و3.274) سم^2. نبات$^{-1}$ على التوالي، أما التداخل الثلاثي فقد اعطت المعاملة (حديد نانوي160 وفسفور160 مع التلقيح البكتيري) اعلى فرق معنوي بلغ(5.773سم^2. نبات$^{-1}$) في حين اعطت معاملة المقارنة اقل فرق معنوي بلغ (2.860 سم^2. نبات$^{-1}$).

4 – **الوزن الجاف للنبات (غم)**: أظهرت نتائج الجدول(5) وجود فروقا معنوية بين عوامل الدراسة في تاثيرها على الوزن الجاف للنبات حيث اعطت معاملة الرش بالحديد النانوي المخلبي بتركيز(160 ملغم.لتر$^{-1}$) أعلى فرق معنوي بلغ (13.621غم) قياسا بمعاملة المقارنة التي اعطت اقل فرق معنوي بلغ (10.626 غم) ويرجع سبب الزيادة الى دور الحديد النانوي المخلبي في زيادة بعض الخصائص النوعية والكمية مثل محتوى الاوراق من النتروجين وزيادة المساحة الورقية الجدول(4)، مما يؤدي إلى

ارتفاع معدلات استيعاب CO_2 والماء لاستمرار عملية البناء الضوئي وسحب العناصر المغذية من التربة مما يؤدي الى زيادة في النمو والوزن الجاف للمجموع الخضري[19] واعطت النباتات الملقحة ببكتريا السيدوموناس اعلى فرق معنوي من الوزن الجاف بلغ (13.281 غم) مقارنة بالنباتات الغير ملقحة التي اعطت اقل فرق معنوي بلغ (11.514 غم) وتعزى الزيادة في الوزن الجاف عند التلقيح ببكتريا السيدوموناس الى تجهيز الفسفور للتربة وأنتاج الهرمونات النباتية والتي تساعد على نمو الحاصيل والتي يكون لها تأثير في الوزن الجاف للنبات[20].

وتبين نتائج الجدول (5) إلى وجود فروقات معنوية بين مستويات الفسفور حيث اعطت المعاملة (160 كغم.هـ$^{-1}$) اعلى فرق معنوي بلغ (13.679 غم) قياسا بمعاملة المقارنة التي اعطت أقل فرق معنوي بلغ (10.404غم) ويعزى سبب الزيادة في الوزن الجاف الى دور الفسفور في زيادة نضج النبات الداخلي وامداد النبات بما تحتاجه من المغذيات الضرورية التي تؤثر في الوزن النبات وله دور مهم في تمثيل البروتينات النووية اللازمة للنمو وزيادة المجموع الخضري وتتفق هذه النتائج مع ما توصل الية[21]. 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 للوزن الجاف بلغت (14.642 و14.931 و14.512) غم على التوالي في حين اعطت معاملات المقارنة اقل فروقات معنوي بلغت (9.862 و8.127 و9.344) غم على التوالي، أما التداخل الثلاثي فقد اعطت المعاملة (حديد نانوي160 وفسفور160 مع التلقيح البكتيري) اعلى فرق معنوي بلغ(13.621غم) بينما اعطت معاملة المقارنة اقل فرق معنوي بلغ (6.570 غم).

5 – **عدد القرنات (قرنة.نبات$^{-1}$)**: يوضح الجدول (6) وجود فروق معنوية بين عوامل الدراسة في تأثيرها على عدد القرنات وتبين النتائج بان الرش بالحديد النانوي المخلبي بتركيز(160 ملغم.لتر$^{-1}$) اعطت أعلى قيمة بلغت (49.389 قرنة.نبات$^{-1}$) وهي لا تختلف معنويا عن المعاملة (80 ملغم.لتر$^{-1}$) واعطت معاملة المقارنة اقل قيمة بلغت (37.556 قرنة. نبات$^{-1}$) وان سبب الزيادة يعود الى دور عنصر الحديد على زيادة عملية التمثيل الضوئي وبالتالي زيادة ارتفاع النبات وعدد الافرع والمساحة الورقية كما مبين في الجداول (4,3,2) والتي تصب بدورها في زيادة عدد القرنات كما اعطت المعاملة الملقحة ببكتريا السيدوموناس أعلى فرق معنوي بلغ (47.518 قرنة.نبات$^{-1}$) مقارنة بالمعاملة الغير ملقحة والتي أعطت اقل فرق معنوي بلغ (41.481 قرنة. نبات$^{-1}$) وقد يرجع سبب الزيادة الى تأثير السماد الحيوي البكتيري الذي ادى الى إفراز الهرمونات النباتية في التربة وحول الجذور مثل IAA والجبرلين وغيرها والتي تحفز نمو المجموعين الخضري و الجذري للنبات وتعزيز مقدرة النبات على امتصاص العناصر المغذية التي مهدت للمرحلة التكاثرية وانتاج عدد اكثر للافرع الجدول (3) ومن ثم عدد القرنات اكثر. واظهرت نتائج الجدول (6) كذلك الى وجود فروق معنوية بين مستويات الفسفور حيث اعطت المعاملة (160 كغم.هـ$^{-1}$) أعلى فرق معنوي بلغ (49.500 قرنة. نبات$^{-1}$) بينما اعطت معاملة المقارنة اقل فرق معنوي بلغ (36.722 قرنة.نبات$^{-1}$) ان زيادة قيم صفات الحاصل ربما تعود الى دور الفسفور في التحولات الكاربوهيدراتية اذ يشترك في الفسفرة التاكسدية

التي تطلق طاقة للخلايا النباتية وتلعب دورا مهما وحيويا في العمليات الايضية للخلية وهذه بدورها ادت الى زيادة في عدد القرنات [22] .

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 لعدد القرنات بلغت (53.444 و53.833 و52.333) قرنة.نبات1- على التوالي في حين اعطت معاملات المقارنة اقل فروقات معنوي بلغت (35.556 و28.167 و33.556) قرنة. نبات$^{-1}$ على التوالي، أما التداخل الثلاثي فقد اعطت المعاملة (حديد نانوي 160 وفسفور160 مع التلقيح البكتيري) اعلى فرق معنوي بلغ (58.000 قرنة.نبات$^{-1}$) بينما اعطت معاملة المقارنة اقل فرق معنوي بلغ (25.333 قرنة. نبات$^{-1}$).

6 - **عدد البذور بالقرنة (بذرة. قرنة$^{-1}$):** اشارت نتائج الجدول(7) وجود فروقا معنوية بين عوامل الدراسة في تأثيرها على عدد البذور بالقرنة حيث اعطت معاملة الرش بالحديد النانوي المخلبي بتركيز(160 ملغم.لتر$^{-1}$) أعلى قيمة بلغت (12.906 بذرة . قرنة$^{-1}$) وهي لا تختلف معنويا عن المعاملة (80 ملغم.لتر$^{-1}$) بينما اعطت معاملة المقارنة اقل قيمة بلغت (10.565 بذرة . قرنة$^{-1}$) ويعود سبب ذلك إلى دور الحديد في زيادة مقدرة النبات على النمو من خلال زيادة كفاءة عملية التمثيل الضوئي مما ينتج عنه زيادة في معدل تراكم المادة الجافة خلال مراحل النمو مما يزيد من عدد البذور بالقرنة كما اعطت المعاملة الملقحة ببكتريا السيدوموناس أعلى فرق معنوي بلغ (12.514 بذرة.قرنة$^{-1}$) مقارنة بالمعاملة الغير ملقحة والتي أعطت اقل فرق معنوي بلغ (11.399 بذرة. قرنة$^{-1}$) وقد تعزى تلك الزيادة الى تأثير السماد البكتيري في تحفيز النمو الخضري للنبات الذي زاد من نسبة تجهيز المغذيات لمكونات الحاصل [23] واظهرت نتائج الجدول (7) كذلك الى وجود فروق معنوية بين مستويات الفسفور حيث اعطت المعاملة (160 كغم.هـ$^{-1}$) أعلى فرق معنوي بلغ (13.051 بذرة. قرنة$^{-1}$) بينما اعطت معاملة المقارنة اقل فرق معنوي بلغ (10.280 بذرة. قرنة$^{-1}$) يعود السبب في زيادة الى دور الفسفور في تحسين عمليات التركيب الضوئي وتكوين المركبات العضوية التي تعتبر الحجر الاساس في العمليات الحيوية المختلفة في النبات والتي تدخل في تكوين انسجة النبات ومنها الانسجة الثمرية للقرنات وبالتالي انعكس ذلك على عدد القرنات وعدد البذور المتكونة في القرنات. وتتفق هذا مع ما توصل الية [24] . 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 لعدد البذور بالقرنة بلغت (13.641 و13.883 و13.534) بذرة. قرنة$^{-1}$ على التوالي في حين اعطت معاملات المقارنة اقل فروقات معنوي بلغت (10.198 و8.086 و9.454) بذرة . قرنة$^{-1}$ على التوالي، أما التداخل الثلاثي فقد اعطت المعاملة (حديد نانوي160 وفسفور160 مع التلقيح البكتيري) اعلى فرق معنوي بلغ (14.680 بذرة . قرنة$^{-1}$) بينما اعطت معاملة المقارنة اقل فرق معنوي بلغ (7.476 بذرة. قرنة$^{-1}$).

7 - **وزن 100 بذرة (غم):** أكدت النتائج في الجدول (8) وجود فروق معنوية بين عوامل الدراسة في تاثيرها على وزن 100 بذرة حيث ان الرش بالحديد النانوي المخلبي

بتركيز(160 ملغم.لتر$^{-1}$) اعطى اعلى فرق معنوي بلغ (1.4722غم) قياسا بمعاملة المقارنة التي اعطت فرق معنوي بلغ (1.3638غم) وتعود هذه الزيادة في وزن البذور الى دور عنصر الحديد في زيادة محتوى الاوراق من كلوروفيل مما يودي الى بقاء الاوراق خضراء وفعالة اكثر و تأخير شيخوخة الاوراق مما زاد من مدة ملء البذور وانعكس ايجابيا على زيادة وزن البذور وانخفاض نسبة االبذور الضامرة كما اعطت المعاملة الملقحة ببكتريا السيدوموناس أعلى فرق معنوي بلغ (1.4496غم) مقارنة بالمعاملة الغير ملقحة والتي أعطت اقل فرق معنوي بلغ (1.4074غم) وتعزى تلك الزيادة الى دور السماد الحيوي في تسريع التزهير الانثوي نتيجة لزيادة المواد الايضية المصنعة مما اثر في أطالة مدة امتلاء البذور وزيادة وزن 100 بذرة وكذلك يزيد من امتصاص العناصر المغذية وتركيزها في النبات أدى إلى زيادة المادة المصنعة ونقلها إلى البذور وزيادة اوزانها.

بينت نتائج الجدول (8) كذلك الى وجود فروق معنوية بين مستويات الفسفور حيث اعطت المعاملة (160 كغم.هـ$^{-1}$) أعلى فرق معنوي بلغ (1.4700غم) بينما اعطت معاملة المقارنة اقل فرق معنوي بلغ (1.3622غم) وترجع الزيادة في الوزن لدور الفسفور في التفاعلات الكيمياوية والحيوية لعملية التركيب الضوئي والتنفس والانقسام الخلوية ، كما انة ضروري لعملية التزهير وتكوين البذور وزيادة وزن البذور وتكوين الثمار[25]. أما فيما يخص 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 لوزن البذور بلغت(1.4977 و1.5016 و1.4866) غم على التوالي في حين اعطت معاملات المقارنة اقل فروقات معنوي بلغت (1.3444 و1.2550 و1.3288) غم على التوالي، أما التداخل الثلاثي فقد اعطت المعاملة (حديد نانوي160 وفسفور160 مع التلقيح البكتيري) اعلى فرق معنوي بلغ (1.5233غم) بينما اعطت معاملة المقارنة اقل فرق معنوي بلغ (1.2200غم).

8 – **الحاصل الكلي (كغم. هـ$^{-1}$)**: أشارت النتائج في الجدول(9) وجود فروق معنوية بين عوامل الدراسة في تأثيرها على وزن 100 بذرة حيث ان الرش بالحديد النانوي المخلبي بتركيز(160 ملغم.لتر$^{-1}$) اعطى اعلى فرق معنوي بلغ (1308.83كغم. هـ$^{-1}$) قياسا بمعاملة المقارنة التي اعطت فرق معنوي بلغ (997.72 كغم. هـ$^{-1}$) سبب الزيادة يعود الى دور عنصر الحديد على زيادة عملية التمثيل الضوئي وبالتالي زيادة والمساحة الورقية وعدد الافرع وعدد القرنات كما مبين في الجداول (6,4,3,) والتي تصب بدورها في زيادة الحاصل الكلي بينما اعطت المعاملة الملقحة ببكتريا السيدوموناس أعلى فرق معنوي بلغ (1273.59 كغم. هـ$^{-1}$) مقارنة بالمعاملة الغير ملقحة والتي أعطت اقل فرق معنوي بلغ (1107.74 كغم. هـ$^{-1}$) ويرجع سبب الزيادة ان السماد البكتيري يساعد في تحفيز النمو من خلال افراز الهومونات المحفزة لنمو الجذور وزيادة مقدرتها على امتصاص العناصر وزيادة الجزء الخضري ومن ثم انتقال نواتج البناء الضوئي الى البذور وتحقيق زيادة في الحاصل.

واظهرت نتائج الجدول (9) الى وجود فروق معنوية بين مستويات الفسفور حيث اعطت المعاملة (160 كغم. هـ$^{-1}$) أعلى فرق معنوي بلغ (1335.11 كغم. هـ$^{-1}$) بينما اعطت معاملة المقارنة

اقل فرق معنوي بلغ (954.33 كغم. هـ$^{-1}$) وقد يكون سبب الزيادة هو دور الفسفور في زيادة تراكم المادة الجافة التي تؤدي الى زيادة الحاصل الكلي للنبات من البذور (26) أما فيما يخص 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 للحاصل الكلي بلغت(1376.78 و1416.83 و1407.22) كغم . هـ$^{-1}$ على التوالي في حين اعطت معاملات المقارنة اقل فروقات معنوي بلغت (883.33 و632.33 و830.44) كغم. هـ$^{-1}$ على التوالي، أما التداخل الثلاثي فقد اعطت المعاملة (حديد نانوي160 وفسفور160 مع التلقيح البكتيري) اعلى فرق معنوي بلغ (1506.00 كغم. هـ$^{-1}$) بينما اعطت معاملة المقارنة اقل فرق معنوي بلغ (395.00 كغم. هـ$^{-1}$).

المصادر :

1. Martin, E.; H. Akan; M. Ekici and Z. Aytac (2011). Karyotype analyses of ten sections of Trigonella (Fabaceae). Compar. Cytogen. 5(2): 105 - 121.

2. خليل ، نبيل علي و المتولي ، المتولي عبداللة و شفيق ، 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. الخليفاوي ، اخلاص ميري كاظم .(2017). تاثير تراكيز الحديد النانوي والجبرلين والسماد العضوي في النمو والمحتوى المعدني والانزيمي وانتاج المادة الفعالة لاوراق نبات المورينجا Moringa oleifera Lam.أطروحة دكتوراة.كلية التربية ، جامعة القادسية. جمهورية العراق.

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

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

7. يوسف ، هبة محمد (2017). عزل وتشخيص البكتريا Pseudomonas fluorescens و كفاءتها محفزا لنمو نبات الذرة الصفراء واستحثاث مقاومته الجهازية ضد الفطر Macrophomina phaseolina . اطروحة دكتوراة. كلية الزراعة ، جامعة تكريت . جمهورية العراق .

8. 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 .

9. البلداوي ، رسل طه علي (2015). تاثير موعد الزراعة والفسفور الكاينتين في بعض صفات النمو والمركبات الفعالة لنبات الحلبة (Trigonella foenum-graecum L.). رسالة ماجستير .كلية التربية الاساسية ،جامعة المستنصرية. جمهورية العراق .

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

11. Karimi, Z. ; Pourakbar, L. and Feizi, H.(2014). Comparison Effect of Nano Iron Chelate and Iron Chelate on

Growth Parameters and Antioxidant Enzymes Activity of Mung Bean (Vigna radiate L.). Adv. Environ. Biol, 8(13): 916 - 930.

12. Boghori, M. (2016). Investigating the effect of Iron chelated fertilizer on some quantitative and qualitative characteristics of sesame in Chah Golang in Yazd Province. In. J. of Ad. Biotic. and Rese. ,7(2): 391 - 397.
13. Shehata, S. A., Yasser, M, Ahmed, Youssef T, Emam and Mahmoud A, Azoz. 2012 . Influence of some organic and inorganic fertilizers on vegetative growth, yield and yield components of cucumber plants. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences, 8(2): 108 - 114.
14. Cw, J. ; Xx, H. and Zheng, S.J.(2007). The Iron-Deficiency Induced Phenolics Accumulation May Involve in Regulation of Fe(III) Chelate Reductase in Red Clover. Plant Signal Behav., 2(5): 327 - 332.
15. Rady M. M. , O. H. Mounzer, J. J. Alarcon, M. T. Abdelhamid and S. M. Howladar. 2016. Growth, heavy metal status and yield of salt-stressed wheat (Triticum aestivum L.) plants as affected by the integrated application of bio, organic and inorganic nitrogen-fertilizers. J. of Applied Botany and Food Quality., 89: 21 - 28.
16. محمد ، عبد العظيم كاظم و اليونس مؤيد احمد (1991) . اساسيات فسيولوجيا النبات ـ الجزء الثاني . جامعة بغداد . وزارة التعليم العالي والبحث العلمي . جمهورية العراق .
17. Nair, S.H. ; Nair, B.G.; Maekawa, T.; Y. Yoshida and Kumar, D. S.(2010). Nanoparticulate material delivery to plants. Plant Science, 179: 154 - 163.
18. عبد ، يعرب معيوف . 2016. تقييم كفاءة عزلات محلية من بكتيريا كأسمدة حيوية باستعمال حاملين مختلفين في نمو وحاصل الحنطة. اطروحة دكتوراه ، كلية الزراعة ، جامعة بغداد.
19. Kamiab, F. and Zamanibahramabadi, E. (2016). The effect of foliar application of nano-chelate super plus ZFM on fruit set and some quantitative and qualitative traits of Almond commercial cultivars. Journal of Nuts 7(1): 9 – 20.
20. Kang. Y., Cheng J, Mei L, Yin S.(2010). Screening and identification of plant growth-promoting rhizobacteria. Weisheng Wu XueBao., 50 (7): 853-861.
21. امين، سامي كريم محمد ، مها ابراهيم صالح (2009) تأثير السماد الفوسفاتي وحامض الجبرليك في نمو وازهار نبات الشبوي الشتوي الاصفر ، مجلة ديالى للعلوم الزراعية ، العراق .
22. Yagodin , B . A . (1982) . Agriculturul chemistry , part . Mirpublishers , Moscow , user.
23. Attia M. A. and M. S. Barsoum. 2013. Effect of supplementary irrigation and bio- fertilization on wheat yield productivity under rain fed conditions. Alex. J. Agri. Rec., 58 (2): 149 - 157.
24. الهدواني ، احمد خالد يحيى (2004) . تاثير التسميد و الرش ببعض العناصر الغذائية في الصفات الكمية والنوعية لبعض المركبات الفعالة طبيا في بذور صنفين من الحلبة (Trigonella foenum-

graecum L.) اطروحة دكتوراه . كلية الزراعة. جامعة بغداد . وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. جمهورية العراق.

25. القيسي، وفاق امجد ، ثامر عبد الشهيد محسن ، اطياف سعيد حميد (2009) تاثير فطر المايكورايزا Glomus mosseae و السوبر فوسفات في صفات الفيسيولوجية لنبات السعد .Hordeum vulgareL ، كلية التربية ابن الهيثم ، جامعة بغداد، العراق.

26. Hassan , Kh . H . (1993) . Response of some Rapeseed cultivars to P and N fertilizer under calcareous soil condition Egypt – J . APPI Sci . 8 (3) : 621 – 632 .

جدول (2): تأثير تراكيز الحديد النانوي المخلبي والفسفور والسماد الحيوي وتداخلاتها في ارتفاع النبات (سم).

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	j 39.300	ih 47.467	h 49.200	f 45.3222
	80	h 50.133	de 62.133	cd 64.867	d 59.0444
	160	g 53.667	cd 64.267	c 66.133	c 61.3556
تلقيح	0	i 44.46	fe 59.800	cd 63.867	e 56.0444
	80	fg 56.600	b 70.067	a 74.600	b 67.0889
	160	f 58.733	a 73.733	a 76.200	a 69.5556
متوسط الحديد النانوي المخلبي		c 50.4833	b 62.9111	a 65.8111	

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	e 41.883	d 53.369	c 56.200	c 50.6833
80	d 53.633	b 66.100	a 69.000	b 63.0667
160	c 56.533	a 69.733	a 71.167	a 65.4556

السماد الحيوي	تراكيز الحديد النانوي المخلبي (مغلم .لتر$^{-1}$)			متوسط السماد الحيوي
	0	80	160	
بدون تلقيح	f 47.7000	d 57.9556	c 60.0667	b 55.2407
تلقيح	e 53.2667	b 67.8667	a 71.5556	a 64.2296

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

جدول (3): تأثير تراكيز الحديد النانوي المخلبي والفسفور والسماد الحيوي وتداخلاتها في عدد الافرع (فرع . نبات$^{-1}$) 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	j 3.0633	hi 4.3300	ghi 4.4333	d 3.9422
	80	fghi 4.7733	bcde 5.7733	bcde 5.8867	bc 5.4778
	160	efgh 4.9967	abcd 6.1067	abcd 6.2167	b 5.7733
تلقيح	0	4.0133i	cdef 5.4733	bcde 5.7767	c 5.0878
	80	defg 5.2800	abc 6.3300	abc 6.3300	ab 5.9800
	160	cdef 5.4067	ab 6.6633	a 6.9200	a 6.3300
متوسط الحديد النانوي المخلبي		b 4.5889	a 5.7794	a 5.9272	

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	c 3.5383	b 4.9017	b 5.1050	b 4.5150
80	b 5.0267	a 6.0517	a 6.1083	a 5.7289
160	b 5.2017	a 6.3850	a 6.5683	a 6.0517

السماد الحيوي	تراكيز الحديد النانوي المخلبي (مغلم .لتر$^{-1}$)			متوسط السماد الحيوي
	0	80	160	
بدون تلقيح	d 4.2778	b 5.4033	b 5.5122	b 5.0644
تلقيح	c 4.9000	a 6.1556	a 6.3422	a 5.7993

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

جدول (4): تاثير تراكيز الحديد النانوي المخلبي والفسفور والسماد الحيوي وتداخلاتها في المساحة الورقية (سم$^{2-}$. نبات$^{-1}$) 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	i 2.8600	h 3.3833	fgh 3.5800	f 3.2744
	80	fg 3.6833	de 4.2933	cd 4.4067	d 4.1278
	160	ef 3.9133	cd 4.4800	c 4.7567	c 4.3833
تلقيح	0	ih 3.2467	de 4.1233	de 4.2100	e 3.8600
	80	de 4.1167	b 5.1600	b 5.2467	b 4.8411
	160	cde 4.3233	ab 5.4100	a 5.7733	a 5.1689
متوسط الحديد النانوي المخلبي		b 3.69056	a 4.47500	a 4.66222	

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	e 3.0533	d 3.7533	cd 3.8950	c 3.56722
80	cd 3.9000	b 4.7267	b 4.8267	b 4.48444
160	c 4.1183	b 4.9450	a 5.2650	a 4.77611

السماد الحيوي	تراكيز الحديد النانوي المخلبي (مغلم .لتر$^{-1}$)			متوسط السماد الحيوي
	0	80	160	
بدون تلقيح	d 3.4856	bc 4.0522	b 4.2478	b 3.92852
تلقيح	c 3.8956	a 4.8978	a 5.0767	a 4.62333

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

جدول (5): تاثير تراكيز الحديد النانوي المخلبي والفسفور والسماد الحيوي وتداخلاتها في الوزن الجاف (غم) 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	l 6.5700	j 10.5567	ji 10.9067	f 9.3444
	80	hij 11.4067	efg 12.5167	de 13.1300	d 12.3511
	160	ghi 11.6100	de 13.1667	cd 13.7633	c 12.846
تلقيح	0	k 9.6733	fgh 11.9400	ef 12.7800	e 11.4644
	80	fgh 12.0433	bc 14.5100	b 15.0467	b 13.8667
	160	efg 12.4567	b 14.9800	a 16.1000	a 14.5122
متوسط الحديد النانوي المخلبي		c 10.6267	b 12.9450	a 13.6211	

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	e 8.1217	d 11.2483	cd 11.8433	c 10.4044
80	cd 11.7250	b 13.5133	b 14.0883	b 13.1089
160	c 12.0333	b 14.0733	a 14.9317	a 13.6794

السماد الحيوي	تراكيز الحديد النانوي المخلبي (مغلم .لتر$^{-1}$)			متوسط السماد الحيوي
	0	80	160	
بدون تلقيح	f 9.8622	d 12.0800	c 12.6000	b 11.5141
تلقيح	e 11.3911	b 13.8100	a 14.6422	a 13.2811

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

جدول (6): تاثير تراكيز الحديد النانوي المخلبي والفسفور والسماد الحيوي وتداخلاتها في عدد القرنات (قرنة.نبات$^{-1}$) 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	j 25.333	h 36.667	gh 38.667	d 33.556
	80	gh 39.000	def 46.000	def 47.667	b 44.222
	160	fgh 42.333	def 48.000	cde 49.667	b 46.667
تلقيح	0	i 31.000	fg 43.000	ef 45.667	c 39.889
	80	fg 42.667	bcd 51.667	ab 56.667	a 50.333
	160	ef 45.000	abc 54.000	a 58.000	a 52.333
متوسط الحديد النانوي المخلبي		b 37.556	a 46.556	a 49.389	

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	d 28.167	c 39.833	c 42.167	c 36.722
80	c 40.833	b 48.833	ab 52.167	b 47.278
160	c 43.667	ab 51.000	a 53.833	a 49.500

السماد الحيوي	تراكيز الحديد النانوي المخلبي (مغلم .لتر$^{-1}$)			متوسط السماد الحيوي
	0	80	160	
بدون تلقيح	e 35.556	c 43.556	c 45.333	b 41.4815
تلقيح	d 39.556	b 49.556	a 53.444	a 47.5185

*** 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 عدد البذور بالقرنة (بذور.قرنة$^{-1}$) 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	h 7.4767	f 10.3300	f 10.5567	e 9.4544
	80	ef 11.2500	cd 12.4067	bcd 12.8733	c 12.1767
	160	de 11.8700	bcd 12.7467	bc 13.0867	bc 12.5678
تلقيح	0	g 8.6967	cde 12.0767	cd 12.5467	d 11.1067
	80	de 11.9167	bc 13.0900	b 13.6967	b 12.9011
	160	cde 12.1833	b 13.7400	a 14.6800	a 13.5344
متوسط الحديد النانوي المخلبي		b 10.5656	a 12.3983	a 12.9067	

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	e 8.0867	d 11.2033	cd 11.5517	c 10.2806
80	cd 11.5833	b 12.7483	ab 13.2850	b 12.5389
160	c 12.0267	ab 13.2433	a 13.8833	a 13.0511

السماد الحيوي	تراكيز الحديد النانوي المخلبي (مغلم .لتر$^{-1}$)			متوسط السماد الحيوي
	0	80	160	
بدون تلقيح	e 10.1989	c 11.8278	c 12.1722	b 11.3996
تلقيح	d 10.9322	b 12.9689	a 13.6411	a 12.5141

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

جدول (8): تاثير تراكيز الحديد النانوي المخلبي والفسفور والسماد الحيوي وتداخلاتها في وزن 100 بذرة (غم) 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	l 1.220000	j 1.376667	ij 1.390000	f 1.328889
	80	i 1.396667	ef 1.453333	de 1.470000	d 1.440000
	160	h 1.416667	de 1.463333	cd 1.480000	c 1.453333
تلقيح	0	k 1.290000	gh 1.433333	de 1.463333	e 1.395556
	80	h 1.420000	de 1.473333	ab 1.506667	b 1.466667
	160	fg 1.440000	bc 1.496667	a 1.523333	a 1.486667
متوسط الحديد النانوي المخلبي		c 1.363889	b 1.449444	a 1.472222	

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	f 1.255000	e 1.405000	d 1.426667	c 1.362222
80	e 1.408333	c 1.463333	b 1.488333	b 1.453333
160	d 1.428333	b 1.480000	a 1.501667	a 1.470000

السماد الحيوي	تراكيز الحديد النانوي المخلبي (مغلم .لتر$^{-1}$)			متوسط السماد الحيوي
	0	80	160	
بدون تلقيح	f 1.344444	d 1.431111	c 1.446667	b 1.407407
تلقيح	e 1.38333	b 1.467778	a 1.497778	a 1.449630

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

جدول (9): تاثير تراكيز الحديد النانوي المخلبي والفسفور والسماد الحيوي وتداخلاتها في الحاصل الكلي (كغم.هـ$^{-1}$) 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	j 395.00	h 1004.67	g 1091.67	e 830.44
	80	g 1102.33	de 1283.67	cd 1303.33	c 1229.78
	160	fg 1152.67	cd 1308.67	cd 1327.67	c 1263.00
تلقيح	0	i 869.67	fg 1161.33	ef 1203.67	d 1078.22
	80	ef 1203.00	bc 1382.33	b 1420.67	b 1335.33
	160	de 1263.67	ab 1452.00	a 1506.00	a 1407.22
متوسط الحديد النانوي المخلبي		c 997.72	b 1265.44	a 1308.83	

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	f 632.33	e 1083.00	d 1147.67	c 954.33
80	d 1152.67	b 1333.00	ab 1362.00	b 1282.56
160	c 1208.17	ab 1380.33	a 1416.83	a 1335.11

السماد الحيوي	تراكيز الحديد النانوي المخلبي (مغلم .لتر$^{-1}$)			متوسط السماد الحيوي
	0	80	160	
بدون تلقيح	e 883.33	c 1199.00	c 1240.89	b 1107.74
تلقيح	d 1112.11	b 1331.89	a 1376.78	a 1273.59

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