جمهورية العـــــراق
وزارة التعليم العالي والبحث العــلمي
جامعة كربلاء / كليـــــة الزراعة

استجابة زهرة الشمس للتسميد الحيوي والرش بالزنك النانوي في النمو والحاصل وبعض الصفات النوعية

رسالة مقدمة
إلى مجلس كلية الزراعة - جامعة كربلاء
وهيّ جزء من متطلبات نيل درجة الماجستير في العلوم الزراعية
(المحاصيل الحقلية)

من قبل الطالب
نور عبد المنعم أحمد الشلاه

بإشراف
أ.م. د. عباس علي حسين العامري

1442هـ **2020 م**

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

إِنَّا فَتَحْنَا لَكَ فَتْحًا مُّبِينًا (١) لِيَغْفِرَ لَكَ اللَّهُ مَا تَقَدَّمَ مِن ذَنبِكَ وَمَا تَأَخَّرَ وَيُتِمَّ نِعْمَتَهُ عَلَيْكَ وَيَهْدِيَكَ صِرَاطًا

مُّسْتَقِيمًا (٢) وَيَنصُرَكَ اللَّهُ نَصْرًا عَزِيزًا (٣) هُوَ الَّذِي أَنزَلَ السَّكِينَةَ فِي قُلُوبِ الْمُؤْمِنِينَ لِيَزْدَادُوا إِيمَانًا مَّعَ

إِيمَانِهِمْ وَلِلَّهِ جُنُودُ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ وَكَانَ اللَّهُ عَلِيمًا حَكِيمًا (٤) لِّيُدْخِلَ الْمُؤْمِنِينَ وَالْمُؤْمِنَاتِ جَنَّاتٍ

تَجْرِي مِن تَحْتِهَا الْأَنْهَارُ خَالِدِينَ فِيهَا وَيُكَفِّرَ عَنْهُمْ سَيِّئَاتِهِمْ وَكَانَ ذَلِكَ عِندَ اللَّهِ فَوْزًا عَظِيمًا (٥)

صدق الله العظيم

الفتح / ١ – ٥

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

إقرار المشرف

أقر أن إعداد هذه الرسالة جرى تحت إشرافي في جامعة كربلاء – كلية الزراعة – قسم المحاصيل الحقلية، وهي جزء من متطلبات نيل درجة الماجستير للعلوم الزراعية في قسم المحاصيل الحقلية.

المشرف

أ.م.د عباس علي حسين العامري

بناءً على التوصيات المتوفرة أرشح هذه الرسالة للمناقشة.

أ.د حميد عبد خشان الفرطوسي

رئيس لجنة الدراسات العليا

قسم المحاصيل الحقلية

الإهداء.....

إلى النور الأول، والمبعث الاشرف، والامام الاعظم، والنبي الاكرم، الذي ختمت الرسالات برسالته، وأكمل الدين وتم ببلاغه وفضله، الموعود بإظهار دينه على الدين كله ولو كره المشركون... **رسول الثقلين محمد.** صلى الله عليه واله وسلم

إلى منهل العلم الذي انهل منه، والظل الحنون البارد الذي يظلني من لهيب الأزمات وينتشلني من اليأس ليضعني في المكان الصحيح، الى محور حياتي الذي طالما انتظر هذه اللحظة... **أبي العزيز.**

إلى العينين اللتين استمد منهما القوة والاستمرار، إلى من ارضعتني الحب والحنان، إلى رمز الحب وبلسم الشفاء، إلى من علمتني كتابة اول حرف وشاركتني تفاصيل دراستي بكل المراحل التي مضت وتلذذت بالمعاناة من أجلي، وكانت شمعة تحترق لتنير دربي... **أمي الغالية.**

إلى من هم أكبر وعليهم اعتمد، و بوجودهم اكتسب قوة ومحبة لا حدود لها، إلى من تشعر بطعم الحياة بوجودهم ...**(حيدر، و سارة، و زهراء)**

إلى من سرنا سوياً ونحن نشق الطريق معاً نحو النجاح، و قاسموني همي وحزني، وشاركوني أجمل اللحظات، إلى من تكاتفنا يداً بيد إلى... **كل أصدقائي واحبائي**

إلى الاب المعلم الاستاذ الدكتور **عباس علي حسين العامري** الذي كان له دوراً رئيس ومباشر بشد ازري ومعاضدتي وترشيدي حتى وصلت إلى ما وصلت اليه كان لي قدوة يهتدي بها في دروب العارفين إلى الأيادي المخلصة التي ساعدتني وبذلوا كل جهدٍ وعطاء ومنحوني هذا اللقب... **اساتذتي الاكارم.**

إلى من سالت دمائهم وفاضت أرواحهم في سبيل الله... **الشهداء**

أهدي عملي المتواضع

الباحث

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

شكر وتقدير

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على سيدنا محمد وعلى آله الطيبين الطاهرين المعصومين وصحبه الأبرار المنتجبين، أسجد لله حمداً وشكراً وتعظيماً الذي هداني ويسر لي أمري ومنحني العزم والصبر وحبب لي البحث العلمي وأعانني على انجاز هذا العمل العلمي المتواضع.

لا يسعني وأنا أنتهي من إعداد هذه الرسالة إلا أن أتوجه بالشكر والامتنان الى كل مَنْ ساهم في دَعم هذا الجهد المتواضع، واخص منهم بالذكر أستاذي الفاضل/ **الدكتور عباس علي حسين العامري** ليس لقبوله الإشراف على هذه الدراسة فحسب، وإنما لإخلاقة العالية وعلمة الغزير وسعة صدره الواسعة، فضلاً عن التوجيهات السديدة والجهد والمتابعة الحثيثة في إتمام هذه الدراسة.

أتوجه بخالص شكري وتقديري وعظيم امتناني إلى الأساتذة رئيس واعضاء لجنة المناقشة وهم (أ.د حميد عبد خشان الفرطوسي و أ.م.د سوزان محمد خضير و أ.م.د رحيم علوان هلول و أ.م.د عباس علي حسين العامري) لتفضلهم بمناقشة هذه الرسالة وأبداء ملاحظاتهم القيمة التي أغنت الرسالة، داعيًا من الله عزوجل أن يحفظهم ويرعاهم. وإلى المقوم العلمي أ.م.د صفاء عبد الحسين غضبان وإلى المقوم اللغوي أ.م ذكريات طالب حسين.

شكري وتقديري إلى عميد كليه الزهراء-جامعة كربلاء الدكتور ثامر الجنابي وإلى كافة منتسبي الكلية لما أبدوه من دعم وتشجيع طيلة مدة الدراسة. وأتوجه بخالص شكري وتقديري وعظيم امتناني إلى السيد رئيس قسم المحاصيل الحقلية **الأستاذ الدكتور حميد عبد خشان الفرطوسي** لما قدم لي من توجيهات ونصائح سديدة، وملاحظات قيّمة وقبوله المشاركة في لجنة المناقشة رغم أعبائة الكثيرة، فهو قامة علمية كبيرة تعلم على يدية الباحثين، وإلى كل أساتذة ومنتسبي القسم الذين لم يبخلوا عليّ بالعلم والمعرفة خلال مدة الدراسة.

واتقدم بكل ثناء وتقدير لبعض الأساتذة الذين لم يترددوا لحظة في تقديم كل ما يملكون من عون ومساعدة، وهم الدكتورة هيفاء علي عواد والدكتورة زينب هادي عباس والأستاذة شذى عبد الله الليثي والأستاذة اشواق حسام ابراهيم والدكتور رزاق لفتة عطية والدكتور أحمد الموسوي والدكتور صباح غازي والأستاذ محمد قاسم صافي، واقدم شكري وامتناني الى كل زملائي.

كما أتوجه بخالص الشكر والتقدير والإمتنان إلى أسرتي الكريمة التي وقفت إلى جواري وساندتني طول فترة دراستي والتي لولا مساندتهم ورعايتهم لي ماكنت قد إنتهيت من إعداد هذا الجهد العلمي المتواضع بهذا الشكل الذي أتمنى أن ينال رضاكم.

وأدعو الله العلي القدير أن ييسر لي القدرة على الوفاء بديني تجاه كل من قدم لي يد العون.

نور

الخلاصة Summary

أجريت هذه الدراسة في الحقول الزراعية التابعة لإعدادية ابن البيطار المهنية، في قضاء الحسينية التابع لمحافظة كربلاء المقدسة، خلال الموسم الربيعي للعام 2019 لدراسة تأثير إضافة السماد الحيوي والرش بالزنك النانوي في النمو والحاصل وبعض الصفات النوعية.

صممت التجربة على وفق تصميم القطاعات الكاملة المعشاة (R.C.B.D) وبثلاث مكررات. واشتملت التجربة على 36 وحدًة تجريبية ناتجة من عاملين هما، العامل الأول: الأسمدة الحيوية وهي Azotovit و Phosphatovit و(Azotovit+Phosphatovit) إضافة إلى معاملة عدم الإضافة (مقارنة)، والعامل الثاني: هو الرش الورقي للزنك النانوي وبثلاث مستويات (0 و 50 و100 ملغم. لتر$^{-1}$).

وحُصدت النباتات عند النضج التام، وتمت دراسة بعض صفات النمو والحاصل ومكوناته وبعض الصفات النوعية، اجري التحليل الاحصائي للبيانات، وقورنت معدلات المعاملات على وفق اختبار أقل فرق معنوي وعلى مستوى احتمال 0.05.

واظهرت نتائج الدراسة ما يأتي :

1- أدتّ إضافة التسميد الحيوي Azotovit إلى زيادة معنوية في معظم الصفات قيد الدراسة من عدد الأوراق، وقطر الساق، ومحتوى الأوراق الطرية من الكلوروفيل الكلي، ومحتوى الأوراق من كلوروفيل a وقطر القرص، والوزن الطري للقرص، والوزن الطري الكلي للنبات، والمساحة الورقية، ودليل المساحة الورقية، والوزن الجاف للأوراق وللقرص، ودليل الحصاد. واظهرت معاملة Azotovit أيضا تفوقًا واضحًا في صفات الحاصل ومكوناته عدد البذور، ووزن 1000 بذرة، وحاصل النبات الواحد، وحاصل البذور الكلي، والنسبة المئوية للإخصاب، وكذلك

حاصل الزيت، ونسبة البروتين في البذور، إذ بلغت 1224 بذرة قرص$^{-1}$، و74.59 غم، و82.30 غم، و4.39 ميكاغرام. هـ$^{-1}$، و90.2 %، و1.92 ميكاغرام. هـ$^{-1}$، و24.34% على التوالي.

2- أظهرت معاملات التسميد الحيوي Azotovit و Phosphatovit+Azotovit تفوقًا معنويًا في زيادة النسبة المئوية للعناصر الغذائية النتروجين 1.81% والفسفور 0.287% والبوتاسيوم4.96% وكمية الزنك 74.86 ملغم. كغم$^{-1}$ في الجزء الخضري الجاف. أماّ في البذور فقد بلغ النتروجين 3.89% والفسفور 0.402% والبوتاسيوم 1.85%وكمية الزنك 96.9 ملغم. كغم$^{-1}$ قياسًا بمعاملة عدم الإضافة.

3- أعطت معاملة الرش الورقي للزنك النانوي بتركيز (50 ملغم Zn. لتر$^{-1}$) أعلى متوسط لصفة ارتفاع النبات، ومحتوى الأوراق الطرية من كلوروفيل b، وقطر القرص، والوزن الطري الكلي للنبات، والمساحة الورقية، ودليل المساحة الورقية، والوزن الجاف للأوراق، ووزن 1000 بذرة، وحاصل النبات الواحد، والحاصل الحيوي، وحاصل البذور الكلي، والنسبة المئوية للبروتين، بينما اعطى التركيز(100 ملغم Zn. لتر$^{-1}$) من التغذية الورقية بالزنك النانوي أعلى متوسط لكل من عدد الأوراق، ومحتوى الأوراق من كلوروفيل a، ومحتوى الأوراق الطرية من الكلوروفيل الكلي، والوزن الطري للأوراق، والوزن الطري للقرص، والوزن الجاف للقرص، وعدد البذور في القرص، والنسبة المئوية للإخصاب، والنسبة المئوية للزيت، وحاصل الزيت، ومحتوى البذور من الكاربوهدرات الذائبة الكلية قياسًا بمعاملة المقارنة.

4- تفوقت معاملة التداخل (50 ملغم Zn. لتر$^{-1}$ + Azotovit) في اعطاء أعلى متوسط في صفة ارتفاع النبات، وقطر الساق، ومحتوى الأوراق من كلوروفيل b، وقطر القرص، والوزن الطري للأوراق والوزن الطري للقرص، والوزن الطري الكلي للنبات، والمساحة الورقية، والوزن الجاف للأوراق، والوزن الجاف للقرص، والحاصل الحيوي، وعدد البذور في القرص، ووزن 1000 بذرة، وحاصل النبات الواحد، والحاصل البذور الكلي، وحاصل الزيت، والنسبة المئوية للبروتين.

قائمة المحتويات

التسلسل	الموضوع	الصفحة
-	**الخلاصة**	**ت**
1	**المقدمة Introduction**	**1**
2	**مراجعة المصادر Literature review**	**3**
1-2	محصول زهرة الشمس sunflower	3
2-2	النتروجين Nitrogen	4
3-2	الفسفور Phosphorus	6
4-2	الزنك Zinc	8
5-2	المخصبات الحيوية Biofertilizers	11
1-5-2	دور المخصبات الحيوية النتروجنية في النمو والحاصل	14
2-5-2	دور المخصبات الحيوية المذيبة للفسفور في جاهزية الفسفور ونمو وحاصل النبات	18
6 -2	الغلاف الجذري Rhizosphere	21
7-2	التغذية الورقية Foliar application	23
8-2	النانوتكنولوجي (تقنية النانو) Nanotechnology	27
9-2	تطبيقات النانو في المجال الزراعة	29
3	**مواد وطرائق العمل Materials and Methods**	**35**
1-3	موقع التجربة	35
2-3	التحاليل الكيميائية والفيزيائية للتربة	35
3-3	تهيئة تربة الحقل	37
4-3	التصميم التجريبي وتوزيع المعاملات	37
5-3	الزراعة وخدمة المحصول	38
6-3	**الصفات المدروسة**	**39**
1-6-3	**صفات النمو**	**39**
1-1-6-3	ارتفاع النبات (سم) Plant Height (cm)	39

التسلسل	الموضوع	الصفحة
3-6-1-2	عدد الأوراق (ورقة نبات $^{-1}$)	39
3-6-1-3	تقدير الكلوروفيل	39
3-6-1-4	قطر الساق (ملم)	40
3-6-1-5	قطر القرص (سم)	40
3-6-1-6	المساحة الورقية (م^2)	40
3-6-1-7	دليل المساحة الورقية	41
3-6-1-8	الوزن الطري الكلي للنبات (ميكاغرام. هـ$^{-1}$)	41
3-6-2	**صفات الحاصل ومكوناته**	**41**
3-6-2-1	عدد البذور في القرص (بذرة قرص$^{-1}$)	41
3-6-2-2	وزن 1000 بذرة (غم)	42
3-6-2-3	النسبة المئوية للإخصاب (%)	42
3-6-2-4	حاصل النبات الواحد (غم. نبات$^{-1}$)	42
3-6-2-5	حاصل البذور الكلي (ميكاغرام. هـ$^{-1}$)	42
3-6-2-6	الحاصل الحيوي (ميكاغرام. هـ$^{-1}$)	42
3-6-2-7	دليل الحصاد (%)	43
3-6-3	**الصفات النوعية**	43
3-6-3-1	النسبة المئوية للزيت في البذور (%)	43
3-6-3-2	حاصل الزيت (ميكاغرام. هـ$^{-1}$)	44
3-6-3-3	النسبة المئوية للبروتين في البذور (%)	44
3-6-3-4	محتوى البذور من الكاربوهيدرات الذائبة الكلية (ملغم.غم وزن جاف$^{-1}$)	44
3-6-4	**تحاليل النبات**	**45**
3-6-4-1	النسبة المئوية للعناصر N و P و K وكمية Zn في الجزء الخضري الجاف للنبات	45
3-6-4-2	النسبة المئوية للعناصر N و P و K وكمية Zn في البذور الجافة	45
3-6-5	**التحليل الاحصائي**	**47**
4	**النتائج Result**	**48**
4-1	**تأثير التسميد الحيوي والزنك النانوي في بعض صفات النمو الخضري**	**48**
4-1-1	ارتفاع النبات (سم) Plant Height (cm)	48
4-1-2	عدد الأوراق (ورقة نبات $^{-1}$)	49

3-1-4	محتوى الأوراق من الكلوروفيل a (ملغم. غم وزن طري $^{-1}$)	50
4-1-4	محتوى الأوراق من كلوروفيل b (ملغم. غم وزن طري $^{-1}$)	51
5-1-4	محتوى الأوراق من كلوروفيل الكلي (ملغم. غم وزن طري $^{-1}$)	52
6-1-4	قطر الساق (ملم)	54
7-1-4	قطر القرص (سم)	55
8-1-4	المساحة الورقية (م^{2})	56
9-1-4	دليل المساحة الورقية	57
10-1-4	الوزن الطري للأوراق (غم)	58
11-1-4	الوزن الطري للقرص (غم)	59
12-1-4	الوزن الطري الكلي للنبات (ميكاغرام . هـ$^{-1}$)	61
13-1-4	الوزن الجاف للأوراق (غم)	62
14-1-4	الوزن الجاف للقرص (غم)	63
2-4	**تأثير التسميد الحيوي والزنك النانوي في بعض صفات الحاصل ومكوناته**	**64**
1-2-4	عدد البذور في القرص (بذرة قرص $^{-1}$)	64
2-2-4	وزن 1000 بذرة (غم)	65
3-2-4	النسبة المئوية للإخصاب (%)	67
4-2-4	حاصل النبات الواحد (غم. نبات$^{-1}$)	68
5-2-4	حاصل البذور الكلي (ميكاغرام. هـ$^{-1}$)	69
6-2-4	الحاصل الحيوي (ميكاغرام.هـ$^{-1}$)	70
7-2-4	دليل الحصاد	71
3-4	**تأثير التسميد الحيوي والزنك النانوي في بعض الصفات النوعية**	**73**
1-3-4	النسبة المئوية للزيت في البذور (%)	73
2-3-4	حاصل الزيت (ميكاغرام. هـ$^{-1}$)	74
3-3-4	النسبة المئوية للبروتين في البذور (%)	76
4-3-4	محتوى البذور من الكاربوهيدرات الذائبة الكلية (ملغم. غم$^{-1}$ وزن جاف)	77
4-4	**تأثير التسميد الحيوي والزنك النانوي في النسبة المئوية لبعض العناصر المغذية في الجزء الخضري الجاف**	**78**
1-4-4	النتروجين	78
2-4-4	الفسفور	79
3-4-4	البوتاسيوم	81
4-4-4	الزنك	82

5-4	**تأثير التسميد الحيوي والزنك النانوي في النسبة المئوية لبعض العناصر المغذية في البذور**	**84**
1-5-4	النتروجين	84
2-5-4	الفسفور	85
3-5-4	البوتاسيوم	86
4-5-4	الزنك	88
5	**المناقشة Dissections**	**90**
6	**الاستنتاجات والتوصيات Conclusions and Recommendations**	**95-97**
7	**المصادر**	**98**
1-7	المصادر العربية	98
2-7	المصادر الأجنبية	102
8	**الملاحق**	**121**
-	**Summary**	**A**

قائمة الجداول: List of Tables

رقم الجدول	الموضوع	الصفحة
1	بعض الصفات الكيميائية والفيزيائية لتربة الحقل قبل الزراعة	36
2	مواصفات الأسمدة المستخدمة في الدراسة	37
3	تأثير التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في صفة ارتفاع النبات (سم)	48
4	تأثير التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في صفة عدد الأوراق (ورقة نبات$^{-1}$)	49
5	تأثير التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في محتوى الأوراق من الكلوروفيل a (ملغم. غم وزن طري$^{-1}$)	51
6	تأثير التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في محتوى الأوراق من كلوروفيل b (ملغم. غم وزن طري$^{-1}$)	52
7	تأثير التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في محتوى الأوراق من الكلوروفيل الكلي (ملغم. غم وزن طري$^{-1}$)	53
8	تأثير التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في قطر الساق (ملم)	54

9	تأثير التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في قطر القرص (سم)	55
10	تأثير التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في مساحة الورقة ($م^2$)	56
11	تأثير التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في دليل المساحة الورقية	58
12	تأثير التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في الوزن الطري للأوراق (غم)	59
13	تأثير التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في الوزن الطري للقرص (غم)	60
14	تأثير التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في الوزن الطري الكلي للنبات (ميكاغرام. هـ$^{-1}$)	61
15	تأثير التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في صفة الوزن الجاف للأوراق (غم)	62
16	تأثير التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في صفة الوزن الجاف للقرص (غم)	64
17	تأثير التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في عدد البذور بالقرص (بذرة قرص$^{-1}$)	65
18	تأثير التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في وزن 1000 بذرة (غم)	66
19	تأثير التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في النسبة المئوية للإخصاب (%)	67
20	تأثير التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في حاصل النبات الواحد (غم. نبات$^{-1}$)	69
21	تأثير التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في حاصل البذور الكلي (ميكاغرام. هـ$^{-1}$)	70
22	تأثير التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في صفة الحاصل الحيوي (ميكاغرام. هـ$^{-1}$)	71
23	تأثير التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في صفة دليل الحصاد (%)	72
24	تأثير التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في النسبة المئوية للزيت في البذور(%)	74
25	تأثير التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في حاصل الزيت (ميكاغرام. هـ$^{-1}$)	75
26	تأثير التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في النسبة المئوية للبروتين (%)	76
27	تأثير التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في محتوى البذور من الكاربوهيدرات الذائبة الكلية (ملغم. غم$^{-1}$ وزن جاف)	78
28	تأثير التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في النسبة المئوية للنتروجين في الجزء الخضري	79

	الجاف (%)	
29	تأثير التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في النسبة المئوية للفسفور في الجزء الخضري الجاف (%)	80
30	تأثير التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في النسبة المئوية للبوتاسيوم في الجزء الخضري الجاف (%)	82
31	تأثير التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في كمية الزنك في الجزء الخضري الجاف (ملغم. كغم$^{-1}$)	83
32	تأثير التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في النسبة المئوية للنتروجين في البذور(%)	85
33	تاثير التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في النسبة المئوية للفسفور في البذور (%)	86
34	تأثير التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في النسبة المئوية للبوتاسيوم في البذور (%)	87
35	تأثير التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في كمية الزنك في البذور (ملغم. كغم$^{-1}$)	89

قائمة الملاحق: List of Appendices

رقم الملحق	الموضوع	الصفحة
1	تحليل التباين لصفات النمو والحاصل وبعض الصفات النوعية المدروسة للموسم الربيعي (2019) ممثلة متوسطات المربعات (M.S)	121
2	تحليل التباين لصفات النمو والحاصل وبعض الصفات النوعية المدروسة للموسم الربيعي (2019) ممثلة متوسطات المربعات (M.S)	122
3	تحليل التباين لصفات النمو والحاصل وبعض الصفات النوعية المدروسة للموسم الربيعي (2019) ممثلة متوسطات المربعات (M.S)	123
4	جدول لقيم معامل الارتباط للبعض الصفات المدروسة للموسم الربيعي (2019)	124

1- المقدمة Introduction

محصول زهرة الشمس ***Helianthus annuus L.*** من المحاصيل الزيتية المهمة في العالم يحتل المرتبة الثالثة بعد فول الصويا والسلجم في كمية الزيت على المستوى العالمي، وتأتي أهميته من احتواء بذوره على نسبه عالية من الزيت تصل إلى أكثر من 50% في بذور بعض أصنافه المحسنة بجانب الصفات الذوقية العالية للزيت (Al-Refai و Shaker، 2019) إذ يعد زيته من أفضل الزيوت النباتية الصحية الصالحة للتغذية البشرية لاحتوائه على الحامض الدهني Omega 3 فضلًا عن ارتفاع نسبة الاحماض الدهنية غير المشبعة (Oleic و Linoleic و Linolenic) التي تتراوح نسبتها بين(85%-91%) في حين إنّ الاحماض الدهنية المشبعة (Palmitic و Stearic) التي لا تزيد نسبتها عن (9%-15%) وتؤدي دورًا اساسيًا في أمراض القلب وتصلب الشراين، فضلًا عن إنه يحتوي على الفيتامينات (A و B و E) (علك،2007 و نصر الله وآخرون، 2014).

وأما الأجزاء الخضرية وبقايا بذور المحصول المستخرج منها الزيت فتستعمل كمادة أولية في كسبة العلف لتغذية حيوانات الماشية وذلك لاحتوائها على نسبة عالية من البروتين تتراوح بين 30-35%، وتستعمل بذور هذا المحصول في تغذية الطيور (محسن،2020).

إنّ مفهوم تطوير الزراعة العضوية، وحماية البيئة أخذت في الزيادة في مختلف دول العالم ولاسيما في مجال البحث العلمي في الثورة الميكروبية المحلية ادخالها كوسائل طبيعية في العملية الانتاجية، إنّ إضافة الأسمدة الحيوية أصبحت ضرورة كبيرة للحصول على انتاج عالٍ ونوعية عالية بسبب النشاط البيولوجي للمواد المنتجة عن طريق الأسمدة الحيوية مثل الأوكسينات، والجبرلينات، والسيتوكاينينات، وكذلك الأحماض الأمينية والفيتامينات والحد من إنتاج الاثيلين، وتعديلات في المحتوى الهرموني، وتحفيز الإنزيمات المضادة للأكسدة النباتية، وتحسين امتصاص العناصر المعدنية الأساسية، وإنتاج المواد البوليمرية خارج الخلية، وانخفاض

امتصاص العناصر الغذائية الزائدة (المعادن الثقيلة)، وتحفز جينات مقاومة الإجهاد اللاأحيائية (الملوحة والجفاف وسمية المعادن الثقيلة وعدم التوازن الغذائي) (Etesami و Maheshwari، 2018).

وتعد تقنية النانو من التقنيات الحديثة التي لديها القدرة على احداث ثورة علمية جديدة وذلك لامكانيتها في انتاج جزيئات متناهية في الصغر من العناصر المختلفة تكون قادرة على أن تقدم فوائد أكثر مما تقدمة الجزيئات العادية. وهذا ما أظهرته الأسمدة النانوية ومبيدات الآفات النانوية المختلفة وذلك عن طريق انتاج المخصبات والأسمدة النانوية مثل الفضة والزنك والحديد والتيتانيوم والفسفور والموليبدينوم والجسيمات النانوية البوليمرية التي يتم إضافتها للتربة للتحسين من خواصها وزيادة خصوبتها أو من خلال رشها على المجموع الخضري (Chhipa،2019).

ويُعد الزنك أحد العناصر الغذائية التي توصف بالعناصر الصغرى ويلعب دورًا رئيسًا في العديد من العمليات الفسلجية وله علاقة بزيادة نسبة الخصب والعقد في الأزهار والبذور (Mengel و Kirkby،2001)، وهو جزء من الإنزيمات التي تنظم معدل التفاعلات الأيضية المشاركة في تطوير نباتات المحاصيل ونموها (Hussain وآخرون،2018).

وقد أُجريت هذة الدراسة بهدف الوصول إلى معرفة:

1- اختبار بعض الأسمدة الحيوية (Azotovit و Phosphatovit و Azotovit + Phosphatovit) وعلاقتها بصفات النمو والحاصل لنبات زهرة الشمس.

2- معرفة أفضل تركيز من الزنك النانوي في بعض صفات النمو والحاصل وبعض الصفات النوعية

3- معرفة تأثير التداخل بين السماد الحيوي والتسميد النانوي وأثره في نمو محصول زهرة الشمس وحاصله.

2- مراجعة المصادر Literature review

2-1 محصول زهرة الشمس sunflower

تتكون بذور زهرة الشمس بشكل أساس من مادة اللجنين lignin والسليلوز cellulose، والنواة nucleus، التي تمثل 80% من الوزن الكلي للبذور وغنية بالزيت. ويعُد زيت زهرة الشمس من أكثر الزيوت المرغوبة في العالم، ويفضل في بعض البلدان على الزيوت النباتية الأخرى مثل زيت فول الصويا (Martinez-Force وآخرون،2015).

تعُد بذور زهرة الشمس مثيرة للاهتمام نظراً لتوافرها على نطاق واسع في المناطق التي لا يتم فيها إنتاج فول الصويا أو إنتاجه القليل، والبذور الزيتية أهم مصدر لمستحضرات البروتين النباتي وهي بدائل اقتصادية ومستدامة للبروتينات الحيوانية كمكونات وظيفية في التركيبات الغذائية، إذ كشفت معظم الأنشطة البحثية التي أجريت في السنوات الأخيرة بوضوح عن اهمية بروتينات زهرة الشمس كمكون ذو قيمة عالية للتغذية البشرية (Pedroche،2015). وبذور زهرة الشمس غنية بالمعادن كالكالسيوم والنحاس والحديد والمغنيسيوم والفسفور فأن 64 غم من بذور زهرة الشمس الجافة توفر 370 سعرة حرارية (Nandha وآخرون،2014) فضلًا عن ذلك فالنباتات معروفة بقدرتها التضادية العالية (Allelopathic) لاحتوائها على نسبة عالية من المركبات الفعالة كالمركبات التربينية والفينولية ولها تأثير في الادغال والمحاصيل (الزوبعي وآخرون،2020).

يرتبط إنتاج البذور في الغالب بثلاث صفات رئيسة: عدد النباتات لكل هكتار، وحاصل البذور لكل نبات، ووزن البذور من الناحية الفسيولوجية، وترتبط هذه السمات في الغالب بارتفاع عملية التمثيل الضوئي، وامتصاص العناصر الغذائية، ومعدل كفاءة استعمال المياه، وتشريحيا، إذ تشمل هذه زيادة ارتفاع النبات، وزيادة المساحة الورقية، وزيادة في قطر القرص (Kaya،2016).

وعلى الرغم من إنّ صفة ارتفاع النبات ليس من مكونات الحاصل أو من الصفات ذات التأثير المباشر في حاصل النبات الا إنّ لها تأثير في الحاصل بوصفها تؤثر في عملية التركيب الضوئي عن طريق تعريض أكبر جزء نباتي لأشعة الشمس(Rathey،2005). وتعُد الأوراق العضو الرئيس المسؤول عن عملية التركيب الضوئي في النباتات، وإنّ زيادة عدد الأوراق تعني زيادة كفاءة المصدر في إستقبال أكبر كمية من أشعة الشمس واعتراضها مما يزيد من ناتج التمثيل الضوئي التي تؤثر في معدل النمو والحاصل وتتأثر بعدد الأوراق ومساحتها (Karadogan و Akgun، 2009).

وتعود الزيادة الحاصلة في حاصل النبات إلى زيادة عدد النباتات في وحدة المساحة مما يؤدي إلى زيادة المساحة الورقية وحاصل المادة الجافة، ويمكن تعريف المادة الجافة الكلية هي حالة التوازن بين عمليتي التمثيل الضوئي والتنفس، إذ تتحكم في هاتين العمليتين العوامل المناخية كدرجات الحرارة والضوء، كذلك فإن الزيادة في الكثافة النباتية أدتّ إلى صعوبة منافسة الأدغال للنباتات النامية (Harker و Blackshaw،2009، و Tawfiqو Alsaadawi، 2014).

يرتبط حاصل النبات بمكونات الحاصل والتي تمثل المحصلة النهائية لمقدرة النوع النباتي على إنتاج اكبر كمية من مواد البناء الضوئي وتحويلها إلى المصبات في وقت مبكر من دورة حياة النبات، ويعد حاصل النبات المحصلة النهائية لمكونين اساسين هما عٌدد البذور في القرص ومعدل وزن البذرة وهو الذي يعطي التقييم النهائي لكل الفعاليات الحيوية التي تجري في النبات للخروج بتوصية جديدة (علك،2007).

2-2- النتروجين Nitrogen

النتروجين هو عنصر غذائي مهم للنباتات في النظم البيئية الزراعية، وتأخذ النباتات النتروجين من التربة من خلال الجذور بصيغة النترات NO_3^- والأمونيوم NH_4^+. شكل النترات هو الأكثر سابقة للنمو، إذ يمكن أن يكون شكل الأمونيوم ضارًا للعديد من النباتات إذا تم امتصاصه كمصدر النتروجين الوحيد بتركيزات عالية

(Bittsánszky وآخرون،2015 و Qin وآخرون،2017). ويتراوح معدل النتروجين داخل النبات 2-5% على أساس الوزن الجاف، ويدخل في بناء الأحماض الامينية التي تعد الحجر الأساس في تكوين البروتينات، فضلًا عن دورة المهم في بناء البروتوبلازم والأغشية الحيوية (Erisman وآخرون، 2008).

والنتروجين ضروري في تكوين الاحماض النووية De-oxy ribonucleic acid (DNA) و Ribonucleic acid (RNA) وفي تكوين مركبات الطاقة، كما يدخل في تركيب الهرمونات مثل السايتوكاينين Cytokinins و Abscisic acid (ABA) (Bernhard،2010). وفي تكوين الانزيمات وبعض الفيتامينات ولاسيما مجموعة فيتامين B المعقدة Vitamin B Complex والتي منها (B1 وB2 وB6 وB12) وكذلك فيتامينات Biotin H، ويلعب دورًا مهمًا في مختلف العمليات الفسيولوجية، إذْ يكسب الجزء الخضري من النبات اللون الأخضر الداكن ويعود وجود هذا اللون في النبات إلى مادة الكلوروفيل وهي الأساس في عملية التمثيل الكاربوني، والكلوروفيل هو المسؤول عن تصنيع الغذاء بالكامل في كل ورقة من النبات (Havlin وآخرون، 2005).

ويدخل النتروجين في تكوين الاميدات مثل الاسباراجين والكلوتامين التي لها أهمية في تخليص النبات من السمية نتيجة وجود زيادة من الامونيا الناتجة من عملية اختزال النترات داخل النبات فضلًا عن دوره في تكوين مشتقات الامينات مثل Choline، إنّ دخول النتروجين له فائدة في تكوين الاحماض الامينية ومنها الاحماض الامينية الاساسية Essential amino acid التي تتكون بواسطة النبات فقط ولا يستطيع كل من الإنسان أو الحيوان تكوينها ويعد على درجة كبيرة من الأهمية بسبب ذلك (أبو ضاحي واليونس، 1988).

ويعد النتروجين عاملًا مهمًا ومحددًا لمستوى إنتاجية وحدة المساحة للنبات ويؤدي أثرًا مهمًا في تكوين المجموع الجذري وتقويته، وإنّ نقص عنصر النتروجين يقلل بشكل معنوي من المساحة الورقية (Pandey وآخرون، 2000)، كما يشجع على امتصاص المغذيات الأخرى كالبوتاسيوم والفسفور وإنّ إضافتة بمستويات

مثلى يشجع النمو السريع، ونمو الجذور، ويزيد من حجم الأوراق، وكفاءة عملية التمثيل الكاربوني، ونضج الثمار ويزيد من نوعية الحاصل ويحسنه (Leghari، 2016). إنّ كل النباتات تحتاج إلى كميات متوازنة من النتروجين سواء كانت محاصيل حقلية كالحبوب والبقول والزيتية والسكرية والاعلاف وغيرها أو محاصيل بستنية كالخضر والفواكة والنباتات الطبية والعطرية مما يؤدي إلى زيادة معدل النمو للنبات وينظم عمل الهرمونات النباتية (كالاوكسينات والسايتوكينينات) (Ali وآخرون،2000 و Bianco وآخرون،2015).

وتعد عملية إضافة النتروجين ضرورية خصوصا إذا انخفضت نسبة النتروجين عن حد معين في الأنسجة النباتية إذ إنّ كل العمليات الحيوية في النبات مرتبطة بالبروتين، ولهذا فإن نسبة النتروجين المثلى تزيد من مساحة الورقة وعملية التمثيل الكاربوني (Massignam وآخرون،2009)، تظهر إعراض نقص النتروجين على الأوراق القديمة أولًا ثم بعد ذلك تظهر على الأوراق الغضة في حالة استمرار النقص مما يسبب انخفاضًا في النمو إذ يكون النبات متقزمًا ويحدث نقصًا في حجم الأوراق وفي معظم النباتات يتحول لون الأوراق الى اللون الأصفر الشاحب ويبدأ من الأوراق السفلى للنبات ثم ينتقل إلى الأوراق العليا في القمة وتكون الثمار صغيرةً وتنضج قبل وقتها وتتساقط وقد لا تكون ثمارًا إطلاقًا في حالات النقص الشديد، كما ان نقصه يؤدي الى اختلال في معدل التنفس مما يؤدي إلى تراكم السكريات في الأنسجة على حساب المواد الأخرى (علي وآخرون ،2014).

2-3- الفسفور Phosphorus

الفسفور واحدٌ من المغذيات الاساسية التي تؤثر بشكل مباشر أو غير مباشر في العمليات الحيوية، فهو المكون الرئيس لأيض الطاقة والبناء الحيوي للاحماض النووية والاغشية، ويطلق علية مفتاح الحياة The key of life إذ لا يمكن لهذه العمليات أن تتم بدونة، وبسبب التركيز الواطئ للفسفور الكلي في التربة 100-300 ملغم. كغم تربة $^{-1}$ والذوبانية الأقل من 0.01 ملغم. لتر$^{-1}$ يكون الفسفور عنصرًا محددًا لنمو معظم النباتات

(Sharpley، 2000). بينما تتراوح نسبة الفسفور في الأنسجة النباتية 0.2 –0.5% وتمتصه النباتات بشكل أيون الاورثوفوسفات الاحادي $H_2PO_4^-$ والثنائي HPO_4^{-2} اعتمادًا على درجة تفاعل وسط النمو pH، في حين يبقى فسفور المادة العضوية في التربة بصيغ غير جاهزة للإمتصاص من قبل النباتات حتى يتم تحويله من المركبات العضوية المعقدة إلى مركبات بسيطة قابلة للإمتصاص من قبل النبات (النعيمي، 2000). إذ يستطيع النبات إمتصاص الفوسفات العضوية الذائبة، والفسفور مغذي متحرك داخل النبات قليل الحركة في التربة ويخزن في جذور الأشجار المثمرة عند عدم الحاجة إليه وكذلك ينتقل جزء منه من الأوراق في نهاية فصل النمو ليخزن في البذور، وتعد البذور أغنى أجزاء النبات بة إذ يكون فيها على هيأة فايتين وهو عبارة عن أملاح الكالسيوم والمغنيسيوم لحامض الفايتيك الذي يتكون خلال تكوين البذور (Schachtman وآخرون ،1998 وعلي وآخرون ،2014).

ويدخل الفسفور في تكوين الأحماض النووية DNA الحامل للصفات الوراثية وRNA المهم في عملية تكوين البروتينات، ويدخل في تكوين الأغشية النباتية مثل غشاء البلازما وغشاء الفجوة والمايتوكوندريا والبلاستيدة الخضراء فضلًا عن تكوين الفسفولبيدات مثل الليسثين Lecithin وللفسفور أهمية كبيرة في تخزين الطاقة وتوزيعها في النبات، وهذه الطاقة يتم تخزينها في بعض المركبات كالأدينوسين ثلاثي الفوسفات ATP وكالأدينوسين ثنائي الفوسفات ADP أو تكون المرافق الانزيمي $NADPH_2$ أو $NADH_2$ التي تعمل كعوامل مشاركة للأنزيمات في النبات، وهناك مركبات شبيهة بالATP ومنها المركب Uridine triphosphate UTP عادةً يحتاجها النبات في تكوين السكروز أماّ Cytidine triphosphate CTP فإنةّ ضروري لتكوين الفوسفولبيدات وGuanosin triphosphate GTP في تكوين السليلوز (أبو ضاحي واليونس، 1988 والنعيمي، 1999)، ويساهم الفسفور في تحفيز نمو الجذور ونموها وتطورها، ونضج النبات وتكوين الثمار والبذور، وفي عمليات نمو الخلايا النباتية وانقسامها وزيادة عدد تفرعات النبات لهذا فإن جاهزيته في التربة تظهر خلال مراحل نمو النبات ولاسيما عند مرحلة التفرعات والتزهير إذ يعد الفسفور ضروريًا للحصول على

انتاجية جيدة للمحاصيل، فهو يسرع من نضج النباتات ويحسن نوعية الحاصل ولاسيما لون ثمار الفاكهة وشكلها (Tisdale وآخرون،1997 و Fuentes وآخرون،2008). فضلًا على دخوله في عملية التمثيل الضوئي، وهي العملية التي تقوم بها النباتات بجمع الطاقة من الشمس لإنتاج جزيئات الكربوهيدرات، أي تكوين السكريات، التي تنقل بواسطة مركبات الطاقة لتخزن في أجزاء النبات المخصصة لخزن المواد الغذائية البذور، والسيقان، والثمار (النعيمي، 2000).

ونظرًا للوظائف العديدة والمختلفة التي يقوم بها الفسفور في عمليات البناء الحيوي، لهذا فإن نقصه يقلل من معدل تكوين الكاربوهيدرات كالسكريات والنشأ والسيليلوز، لأنه يشارك بتحليل الكاربوهيدرات والمواد الأخرى الناتجة من عملية التمثيل الكاربوني لتحرير الطاقة اللازمة للعمليات الحيوية للنبات (Havlin وآخرون،2005). وتظهر أعراض نقص الفسفور على الأوراق القديمة التي تكون غالبًا ذات لون أخضر داكن، وفي كثير من النباتات كالذرة الصفراء والطماطة واللهانة والقرنابيط تتلون الأوراق وأعناقها بلون ارجواني ناتج عن تكوين مادة الانثوسيانين، والنباتات التي تعاني نقص الفسفور تظهر عليها أعراض النقص من خلال حدوت تقزم للنبات وتكون حينها بطيئة النمو وذات نمو خضري وجذري محدود وسيقان رفيعة مع قلة عدد الثمار وصغر حجمها (Mengel و Kirkby، 1982 وعلي وآخرون، 2014).

2-4- الزنك Zinc

أصبح إنتاج الغذاء والأمن الغذائي للسكان الذين يتزايد عددهم تحديًا رئيسًا للعلماء، إذ لا يتطلب الأمن الغذائي تعزيز الإنتاجية الزراعية فحسب، إنما يتطلب أيضًا تحسين جودة الإنتاج مع الحد من التأثير السلبي للممارسات الزراعية على الموارد الطبيعية والبيئة. إنّ التغذية غير الكافية منتشرة بين أفراد المجتمعات الفقيرة. وسوء التغذية للمغذيات الصغرى شائع أيضًا بسبب قلة التركيز الموجود في الطعام، وتركيز المغذيات الصغرى

منخفض جدًا في الحبوب بسبب الاعتماد على الحبوب، ونحن نأخذ مغذيات صغرى أقل بكثير من العناصر المطلوبة في التغذية اليومية ونعاني من نقص هذه المغذيات الصغرى (Hussain وآخرون،2018).

ولعل من بين هذه المغذيات الزنك فهو من المغذيات الصغرى الأساسية لكل الكائنات الحية التي لها دور رئيس في النمو والتطور والدفاع، وهو مطلوب في التفاعلات الإنزيمية المختلفة وعمليات التمثيل الغذائي وتفاعلات تقليل الأكسدة، إلى جانب ذلك، فهو ضروري أيضًا للعديد من الإنزيمات اللازمة لعملية التمثيل الغذائي للنتروجين، ونقل الطاقة وتركيب البروتينات. إنّ نقص الزنك ليس فقط يقلل النمو والحاصل للنباتات، ولكن لها أيضًا تأثيرات على البشر، ويعاني أكثر من 3 مليارات شخص في كل أنحاء العالم من نقص Fe و Zn ، وهذه الحالة منتشرة بشكل خاص في المناطق التي يعتمد فيها السكان بشكل كبير على نظام غذائي غير متنوع من الأطعمة القائمة على الحبوب، إذ يتم تخزين Fe و Zn بشكل حصري تقريبًا في القشرة، وبالتالي يتم فقدها أثناء الطحن والتلميع (Cakmak، 2000 و Graham وآخرون، 2001).

ويعد الزنك من العناصر الغذائية الضرورية التي يحتاجها النبات وذلك لوظائفة المهمة داخل النبات، فيدخل الزنك في تكوين وتنشيط عدد من الانزيمات تصل الى 300 أنزيم منها Lactic acid dehydrogenase و Glutamic acid dehydrogenase و Alcohol dehydrogenase و Enolase و Peptidases و Proteinases تشارك الإنزيمات النباتية التي يتم تنشيطها بواسطة Zn في استقلاب الكاربوهيدرات، والحفاظ على سلامة الأغشية الخلوية وتخليق البروتين وتنظيم توليف الاوكسين وتشكيل حبوب اللقاح (Coleman، 1992 و Cakmak و Marschner، 1993).

ويشترك الزنك في العديد من الوظائف الفسيولوجية داخل النبات إذ يعد الزنك متخصصا لأنزيم Carbonic anhydrase الذي يوجد في البلاستيدات الخضراء وعلى وجه التحديد في الStroma ويعمل منظما للرقم الهدروجيني pH المرتبط بضخ الهدروجين وبالتالي فهو يعمل على حماية البروتينات من فقدان

طبيعتها وحيويتها، كما إنّ هذه البروتينات تعمل على تخليص النبات من CO_2 السام نتيجة لاندماجة في 1,5–Ribulose diphosphate، وتحتاجة النباتات في تكوين الحامض الأميني التربتوفان Tryptophan الذي يعد المادة الاساسية في تصنيع هرمون حامض IAA (Indole acetic acid) الضروري لاستطالة الساق أو الخلايا (Suge وآخرون، 1986 وحسن وآخرون، 1990 و Cakmak وآخرون، 1998).

وهو عنصرٌ مهمٌ وضروري لعملية الفسفرة وتكوين الكلوكوز، وعندما تكون النباتات تحت جهد الزنك تتوقف عملية تمثيل النشأ وتراكم الدهون والفسفولبيدات والمركبات الفينولية في الفجوة العصارية للنبات، ويؤثر أيضاً في تكوين حبوب اللقاح وعملية الإخصاب لهذا يفضل تزويد النبات به في وقت التزهير، كما يشترك الزنك بشكل فعاّل في وظائف حيوية أخرى منها دوره في تكوين الكلوروفيل ويرجع ذلك إلى تأثيره المباشر في عملية تكوين الأحماض الأمينية والكاربوهيدرات، ويدخل في تكوين الحامض النووي RNA الضروري في عملية تكوين البروتينات في النباتات، وله تأثير فعال في عمليات الأكسدة، كما إنه يزيد من فيتامينC ومجموعة فيتامين B المعقد (أبوضاحي واليونس، 1988 و Gokhan وآخرون، 2003).

وله دور مهم في تكوين حبوب اللقاح وانقسام الخلايا وتكوين الخلايا المرستيمية الثانوية وزيادة سمك الخلايا(Alloway، 2008). ويمكن أن يؤثر نقص المغذيات الصغرى Zn سلبًا على جودة المنتجات المحصودة، وقابلية النباتات للإصابة بسبب الضوء العالي أو شدة درجة الحرارة والعدوى بالفطريات يمكن أن تزيد الأمراض أيضًا (Cakmak،2000). إنّ نقص الزنك يعود بصورة دقيقة إلى توقف تكوين RNA ونقصان الزنك يمنع التطور الاعتيادي للكرانا Grana العائدة الى الكلوروبلاست وتتطور في داخلها الفجوات الخلوية لهذا تظهر أعراض نقص الزنك على الأوراق بشكل أصفرار في العروق الوسطى للورقة وبقية مساحة الورقة تكون ذات لون أخضر شاحب أو أصفر أو حتى أبيض (Mengel و Kirkby، 1982).

2-5- المخصبات الحيوية Biofertilizers

تعتمد الزراعة بشكل كامل على الأسمدة لزيادة انتاج المحاصيل، يمكن أن يكون السماد المستعمل إما كيماويًا أو عضويًا أو سمادًا حيويًا لكن خصائص كل نوع من أنواع السماد تختلف عن السماد الآخر، كما إنّ كل نوع يمتلك قدرته الخاصة على تعزيز نمو المحاصيل وخصوبة التربة. يتم استعمال الأسمدة الكيميائية لتوفير متطلبات المغذيات النباتية خلال مدة قصيرة لتحقيق نتائج سريعة، وتوفر تطبيقاتهم التغذية بتركيزات عالية ولكنها تنطوي على الكثير من العيوب كالتلوث البيئي (Mahdi وآخرون، 2010) بسبب غسل الأسمدة الكيميائية، ومن وجهة النظر هذه، تعد الأسمدة الحيوية أفضل بديل عن الأسمدة الكيمائية كطريقة صديقة للبيئة لنمو النبات وخصوبة التربة.

وتعرف الأسمدة الحيوية Biofertilizers إنهّا مستحضرات من الخلايا الحية أو كامنة من سلالات ميكروبية محتملة فعالة تساعد النباتات في امتصاص المغذيات من خلال ارتباطاتها في منطقة الرايزوسفير عند تزويدها للنباتات إما من خلال البذور أو التربة، وتمتلك الميكروبات المصاحبة للنبات القدرة على تعزيز نمو النبات في الأوضاع الطبيعية والأوضاع القاسية، إذ تعزز هذه الميكروبات نمو النبات من خلال العديد من آليات تعزيز النمو المباشرة وغير المباشرة للنبات مثل التثبيت البيولوجي للنتروجين، والعديد من الإنزيمات المحللة للذوبان، وإذابة البوتاسيوم والزنك والفسفور مما ينعكس ايجابًيا على زيادة نمو النبات عن طريق إنتاج هرمونات النمو، ولعل تطبيقه على نطاق واسع يؤدي إلى تطوير الأسمدة البيولوجية الأكثر أهمية للزراعة العالمية المستدامة (Kour وآخرون، 2020).

وتلعب الميكروبات التي تعزز نمو النبات دورًا مهمًا للغاية في تنظيم العمليات المختلفة مثل تحلل المواد العضوية، وإمكانية الوصول إلى العناصر الغذائية المختلفة للنباتات مثل الحديد والمغنيسيوم والنتروجين والبوتاسيوم والفسفور، وتعزيز نمو النباتات (Lalitha، 2017).

لقد تم الاعتراف بأن اللقاحات الميكروبية تشكل المكون الرئيس للإدارة المتكاملة للمغذيات مما يؤدي إلى الاستدامة، فضلًا عن ذلك يمكن استعمال هذه المواد البيولوجية كمدخلات فعالة من حيث التكلفة لزيادة إنتاجية المحاصيل عن طريق خفض جرعات الأسمدة، وفي النهاية، جني المزيد من العناصر الغذائية من التربة.

إنّ هذه الأسمدة الحيوية قد تصنع بصورة مفردة، إذ تتكون من نوع واحد من الاحياء المجهرية الموجودة في التربة كالبكتريا *Bacillus subtilus* وتضاف إلى الأسمدة المعدنية كالصخور الفوسفاتية التي تعمل على زيادة جاهزيتها، وكذلك تزيد من معدلات امتصاص الفسفور للنبات (الدليمي، 2014)، أو تكون مزدوجة فتحضر بشكل توليفات مركبة من أكثر من كائن حيوي مجهري مثل دمج اللقاحين بكتريا *Bacillus mucilaginosus* المذيبة للبوتاسيوم، ولقاح بكتريا *Bacillus megaterium* المذيبة للفوسفات معا، واختبار فعاليتها في تجهيز المغذيات في التربة كالفسفور والبوتاسيوم، وتأثيرها في زيادة مكونات الحاصل وصفاتة النوعية والكمية الممتصة من العناصر في الأوراق النباتية، ويعد دمج أكثر من لقاح حيوي الأكثر تأثيرًا وفعالية (Han وSupanjani، 2006).

يوجد العديد من الأحياء المجهرية الدقيقة النافعة والمستعملة في الأسمدة الحيوية التي تختلف بإختلاف الغرض المستعمل من أجله السماد، وتؤثر في العائل النباتي من خلال آليات مختلفة منها. تثبيت النتروجين، وإذابة بعض العناصر الصغرى، ومعدنة الفسفور العضوي والكبريت، وانتاج منظمات النمو، وحماية العائل من المسببات المرضية، وتلعب الأسمدة الحيوية دورين، احداهما امداد النباتات بالعناصر الغذائية والآخر إفراز منظمات النمو لنمو النباتات (الشحات، 2007).

وتتكون الأسمدة الحيوية من أسمدة بكتيرية وفطرية وطحلبية، إذ تتضمن الأسمدة الحيوية البكتيرية مثبتات النتروجين Rhizobium وAzotobacter وAzospirillum ومذيبات الفسفور، وتعد بكتريا Azotobacter وAzospirillum من أكثر الأحياء (حرة المعيشة) المثبتة للنتروجين كفاءة من حيث مقدرتها على تثبيت

النتروجين، فضلًا عن أهميتها في إفراز بعض منظمات النمو ذات التأثير الفعال في زيادة النمو(السامرائي، 2002). وتعمل بصورة مباشرة عن طريق تنظيم فسيولوجيا للنباتات من خلال توليف الهرمونات النباتية، وبصورة غير مباشر في زيادة جاهزية العناصر الغذائية والمعادن للنبات في التربة كما تعمل كعامل للمكافحة البيولوجية ضد الفطريات المسببة للأمراض (Kaur وآخرون، 2016 ، Puri وآخرون، 2017).

وتقدم التكنولوجيا الحيوية العديد من الأساليب الصديقة للبيئة للتخفيف من هذه المشاكل من خلال استعمال الميكروبات التي تعزز نمو النباتات كأسمدة بيولوجية (PGPMs) Plant Growth Promoting Microbiomes، وتحقيق الاستدامة الزراعية والبيئية. ويمكن لهذه PGPMs أيضًا التخفيف من الآثار السلبية لهذه المشاكل من خلال آليات مختلفة بما في ذلك تثبيت النتروجين البيولوجي، واكتساب الفسفور والبوتاسيوم والزنك والمنغنيز، وهي العناصر الغذائية غير المتوفرة للنباتات، وإنتاج مخلّبات(Siderophores) Fe و IAA و cytokinins و gibberellins ومختلف الإنزيمات المائية والأمونيا، لقد تم عزل الأجناس الميكروبية المتنوعة وتميزت هذه الخاصية لإظهار القدرة على تذويب الفسفور المعزول من تربة Rhizospheric لمحاصيل مختلفة مثل Achromobacter و Bacillus و Sphingomonas و Stenotrophomonas من الذرة (Bumunang و Babalola، 2014 و Agbodjato وآخرون، 2018).

فضلًا عن إنّ هناك العديد من الأجناس الميكروبية التي لها القدرة على إذابة الفسفور إلى جانب إنهّا تتحمل الجفاف بما في ذلك Acinetobacter و Azospirillum و Bacillus و Brevundimonas (Yadav، 2017 و Yadav وآخرون،2018) وتؤثر ميكروبات (PGPR) Plant Growth Promoting Rhizobacteria على نمو النباتات والتربة وصحتها.

ويظهر إنّ هناك تقدير متزايد للأدوار المهمة التي تلعبها الكائنات الحية الدقيقة مع النباتات، إذ تنجذب الكائنات الدقيقة إلى أسطح نباتية متميزة من خلال البيئة الدقيقة الغنية بالمغذيات، وبالتالي فإن بعض هذه الميكروبات المستعمرة توفر فوائد متبادلة لمضيفها، من خلال زيادة غلة المحاصيل وتوفير مقاومة نباتية ضد الضغوط الحيوية وغير الحيوية، مع تقليل المدخلات الكيميائية إلى الحد الأدنى (Levy وآخرون، 2018)، يمكن من خلاله للميكروبات المرتبطة بالنبات أن تعزز نمو النبات أو السيطرة على مسببات الأمراض، ويمكن أن يؤدي تغيير الميكروبيوم عن طريق التلقيح مع مجموعة من الجراثيم الجذرية التي تعزز نمو النبات Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) إلى تعزيز نمو النبات والتخفيف من مسببات الأمراض وكذلك الضغوط غير الحيوية، ويعد التلاعب في النبات من خلال هندسة الميكروبيوم استراتيجية تكنولوجية حيوية ناشئة لتحسين غلة المحاصيل (Arif وآخرون، 2020).

2-5-1- دور المخصبات الحيوية النتروجينية في النمو والحاصل

تعد البكتريا المثبتة للنتروجين من أقدم المخصبات الحيوية، فقد استعملت بكتريا الرايزوبيا بصورة واسعة في انحاء العالم المختلفة وبصورة خاصة في الولايات المتحدة الامريكية، كما استعملت طرائق مختلفة في التلقيح من أقدمها طريقة تلقيح التربة من خلال نقل التربة التي سبق زراعتها بمحصول بقولي إلى تربة أخرى لم يتم زراعتها بالبقوليات في حقول حديثة (العيسى،2007).

تقدم هندسة الميكروبيوم استراتيجية مجدية لحل العديد من المشكلات المرتبطة بالزراعة بطريقة صديقة للبيئة، إذ يتضمن الميكروبيوم النباتي مجتمعًا ميكروبيًا يتفاعل عادةً على نطاق واسع مع النبات، كما يمكنه البقاء على قيد الحياة داخل الأنسجة النباتية أو خارجها، والقيام بأنشطة نباتية مفيدة مختلفة بما في ذلك المكافحة الحيوية لمسببات الأمراض النباتية المحتملة وتعزيز نمو النبات، ويشمل الجزء المهم من الميكروبيوم

النباتي البكتيريا المشجعة لنمو النبات Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) التي توجد بشكل شائع في الغلاف الجذري (Orozco-Mosqueda وآخرون، 2018).

وقد ذكر Gouda وآخرون (2018) إنّ تقسيم الاحياء المثبتة للنتروجين لحسب طريقة معيشتها على مجموعتين منها الاحياء المجهرية ذات المعيشة حرة Free Living Microorganisms التي بدورها تنقسم لقسمين: (الهوائية مثل . *Beijerinckia sp* و غير الهوائية مثل *Klebsiella pneumoniae*) والاحياء المجهرية ذات المعيشة التكافلية مثل (*Rhizobium* sp.)، لها دور في تنظيم العمليات المتعلقة بالحالة الخصوبية للتربة (تحول المغذيات، والحفاظ على المغذيات، وإدارة صحة التربة) التي تعد من ضروريات الاستدامة الزراعية، فضلًا عن مشاركتها في تحلل المادة العضوية، وتثبيت النتروجين البيولوجي (Ram وآخرون، 2018). وقد ثبت إنّ جينات تثبيت النتروجين موجودة في كل من الكائنات الحية الدقيقة التكافلية وكذلك الحرة (Black وآخرون، 2012).

وتقوم الكائنات الحية الدقيقة بإفراز عدد من الانزيمات مثل انزيم urease و cellulase و amylase و proteinase وهذه الانزيمات لها دور في تحطيم المركبات المعقدة الموجودة في المتبقيات النباتية (المعيني والعبيدي، 2018). لقد تم الإبلاغ عن إنّ الأنواع المختلفة من Azotobacter تفرز الهرمونات النباتية ومركب فيتامين B إلى جانب المركبات النشطة بيولوجيًا الأخرى التي يمكن أن تعمل كعوامل تحكم بيولوجي ضد مسببات الأمراض الجذرية وتعزز نمو الجذور وامتصاص المعادن (Mahanty وآخرون، 2017).

إنّ للمخصبات الحيوية أهمية كبيرة عند استعمالها في المحاصيل الزيتية، فقد اجريت دراسة على محصول زهرة الشمس من قبل Keshta و EL-Kholy (1999) وظهر إنّ إضافة السماد النتروجيني المعدني والحيوي أدّى إلى زيادة حاصل البذور وبعض المكونات الاخرى للمحصول. في ما أشارَ Abou_Khadrah وآخرون (2002) في دراستهم لمعرفة استجابة اربعة هجن من محصول زهرة الشمس تحت معدل ثلاث مستويات

منخفضة من التسميد النتروجيني (108،72،36 كغم N\ هكتار) ومعاملتين من التسميد الحيوي (بدون تلقيح والتلقيح بالفوسفورين) أي معاملة البذور والتربة بالفوسفورين كمخصب حيوي إذ أدّت إضافة الفوسفورين كمخصب حيوي إلى زيادة معنوية في وزن المادة الجافة المتجمعة في النمو في الكثير من مراحل النمو، وكذلك زيادة في حاصل البذور وبعض مكوناته.

وبيّن Mohammed (2003) في دراسته حول استجابة محصول زهرة الشمس للتلقيح بالبكتيريا الحيوية المثبتة للنتروجين (السريالين) والبكتيريا الميسرة للفسفور (الفسفورين) تحت مستويات منخفضة من النتروجين (108،72،36 كغم N\ هكتار) ومستويين من الفسفور (0 و 15.48 كغم P\ هكتار) حيث توصل فيه الباحث إلى إنّ تلقيح بذور محصول زهرة الشمس بالسريالين أو الفسفورين أو بهما معًا أدّى الى زيادة معنوية في كمية الحاصل وبعض مكوناته قياسًا بمعاملة المقارنة .

ووجد كريم وحمزة (2012) في دراستهما إنّ المعاملة التي اضيف إليها المخصب الحيوي كان أدائها أفضل من المعاملات التي لم يتم فيها إضافة المخصب الحيوي في صفة المساحة الورقية، وعدد البذور في القرص وحاصل النبات (غم)، وحاصل البذور (طن .هـ$^{-1}$) وحاصل الزيت (طن. هـ$^{-1}$). وفي الهند توصل Patra وآخرون (2013)، إلى إنّ تسميد محصول زهرة الشمس بالمخصبات الحيوية أدّى إلى زيادة معنوية في كل الصفات المدروسة خلال الموسمين (2009_2010 و 2010_2011)، وتتفق هذه النتائج مع ما توصل اليه Majeed وآخرون (2018) من إنّ تلقيح نباتات زهرة الشمس أدّى الى زيادة كبيرة في النمو والحاصل ومحتويات الزيت وامتصاص النتروجين والفسفور بالمقارنة مع المعاملة غير الملقحة.

وتوصل الداوودي والجبوري (2014) في دراستهما على محصول فول الصويا إنّ المخصب الحيوي أدّى إلى زيادة معنوية في صفة عدد القرنات. نبات$^{-1}$ ووزن البذور. غم و وزن القرنة ونسبة تصافي البذور وحاصل البذور وحاصل البروتين والزيت والنسبة المئوية للبروتين، بينما أدّى إلى انخفاض معنوي في النسبة المئوية

للبذور المجعدة. فقد وجدا بعد تنفيذ تجربة أخرى في موقعين الأول في مدينة الموصل والثاني في طوزخورماتو على محصول فول الصويا ، تضمنت استعمال السماد الحيوي (Effectiv Microorganisms) بتركيزين (0 و1.5 مل.لتر$^{-1}$) والسماد الفوسفاتي بأربع مستويات (0 و17.2 و34.4 و51.6 كغم P.هـ$^{-1}$) حيث إنّ التداخل بين التركيز (1.5 مل.لتر$^{-1}$ EM) ومستوى سماد الفوسفاتي (34.4 كغم P.هـ$^{-1}$) في الموقعين أعطى أعلى معدل في معظم الصفات المدروسة بالمقارنة مع معاملة عدم التسميد بكلا السمادين، اما التداخل بين السماد الحيوي والاصناف فكان معنويا لصفتي عدد العناقيد الثمرية. فرع$^{-1}$ وعدد العناقيد الثمرية. نبات$^{-1}$ في موقع الموصل فقط.

وأشار Yousef و Barzegar ,(2014) إلى حصول زيادة في حاصل الحبوب ودليل الحصاد والحاصل الحيوي ومحتوى البروتين من الحنطة بنسبة زيادة 34.3 و 7.7 و 12.5 و 13.6 % على التوالي من خلال التطبيق المشترك لـ Azotobacter و Pseudomonas. قلل التلقيح Azotobacter و Pseudomonas من تطبيق الأسمدة الكيميائية بنسبة 25–50% في الحقل. وبّين El-Lattief (2016) إن تطبيقات Azotobacter كمؤشرات حيوية قد تزيد من إنتاجية المحاصيل بنسبة 10–12% يمكنه تعويض 15–20 كغم. هـ$^{-1}$ من النتروجين سنويًا ويزيد من الإنبات وكذلك النشاط في النباتات الصغيرة وتعزيز النمو في النبات.

وأظهرت نتائج الدراسة التي قام بها Al–Sudani و Al–Baldawi (2018)، على محصول الكتان إن الاضافة المزدوجة للسماد الحيوي *Pseudomonas fluorescens* و *Azospirillum brasilense* حققت أفضل نتائج لعدد الكبسولات 95.21 كبسولة$^{-1}$ نبات، وعدد البذور في الكبسولة 7.90 بذرة كبسولة$^{-1}$، وحاصل البذور 1.112 طن. هـ$^{-1}$، فضلًا عن تفوقها بأعلى نسبة للزيت 35.78%، بينما تفوقت معاملة السماد الحيوي *Pseudomonas fluorescens* بأعلى متوسط لوزن 1000 بذرة بلغت 8.19غم.

2-5-2 دور المخصبات الحيوية المذيبة للفسفور في جاهزية الفسفور ونمو وحاصل النبات

إنّ التداخل بين التربة وأحياء التربة والنبات كان موضوع اهتمام وبحث من قبل العلماء إذ شخص وجود أنواع عديدة من الأحياء المجهرية الدقيقة المستوطنة في التربة ولاسيما في منطقة الرايزوسفير التي تلعب دورًا مهمًا في نمو النبات وتطوره، واستعملت الأحياء المجهرية المحللة للفوسفات على نطاق واسع لزيادة جاهزية فسفور التربة الاصلي أو لزيادة كفاءة استعمال الفسفور المضاف لتحقيق أعلى استفادة للنبات، إذ تقوم أعداد كبيرة من الأحياء المجهرية بتحويل الفوسفات المثبتة في التربة إلى صيغ أكثر جاهزية للامتصاص من قبل النباتات (Toro وآخرون،1997). إنّ الآليات الرئيسة لإذابة الفسفور بواسطة الأحياء المجهرية في التربة تتضمن إفراز أنزيمات خارج الخلية (معدنة الفسفور الكيميائي الحيوي) وتحرير الفسفور العضوي خلال تحطيم او انحلال المادة العضوية الخاضعة لمعدنة الفسفور الحيوي وتحرير معقدات أو اذابة مركبات معدنية (ايونات الحامض العضوي والبروتون وهيدروكسيد وثاني اوكسيد الكاربون) (Mcgill و Cole،1981). أن عملية ازالة المعدن المرتبط بالفسفور تعتبر الخطوة الاولى للعملية والحصول على فوسفات متاحة للنبات، يأتي بعدها انخفاض نسبة الحديد (يتم تحول Fe^{+3} الى Fe^{+2}، والأخير هو أكثر قابلية للذوبان) في محلول التربة، ومن ثم يتم تحرير الفوسفات والحديد وثنائي الفوسفات، الذي هو الشكل المتاح للنباتات. وأخيرًا إنتاج الأحماض العضوية في مقدمتها (حامض الستريك والاوكزاليك والسكسنيك وغيرها) من قبل الكائنات الدقيقة والتي تتفاعل مع أيونات الفوسفات الثابتة وتسمح بإذابتها (kim وآخرون، 1997).

لقد تم تشخيص عدد كبير من الأجناس البكتيرية والفطرية في التربة التي لها القابلية على إذابة الفوسفات وتحرير الفسفور بصورة جاهزة لتغذية النباتات وتحرير الفسفور من مركبات الكالسيوم والحديد والمغنيسيوم وتحويلة إلى صور أكثر جاهزية للنبات، وبّين عدد من الباحثين إلى إنّ قابلية بعض الأحياء المجهرية على إذابة الفسفور تعود إلى إفراز كميات كبيرة من الأحماض العضوية واطئة الوزن الجزيئي مثل Oxalic و

Malonic و Succinic و Glycolic (Illmer و Schinner،1995، Rodriguez و Fraga، 1999). ويتم تطبيقها على البذور أو رشها في منطقة الجذور من النباتات، والهدف من ذلك هو زيادة عدد هذه الاحياء المجهرية الدقيقة وتسريع العمليات الميكروبية التي تعمل على زيادة نمو الجذور وتوفير المواد الغذائية التي يمكن للنباتات المزروعة الاستفادة منها وامتصاصها بسهولة (Boraste وآخرون، 2009، Goswami وآخرون 2016، Rasyid، 2018).

وقد أشار Gyaneshwar وآخرون (2002) إلى إنّ 1–50% من البكتريا و 0.5 –1% من الفطريات الموجودة في التربة تصنف أحياء مذيبة للفسفور، وإنّ الأحياء المذيبة للفسفور تزيد من جاهزية الفسفور لنبات فول الصويا. إنّ تلقيح بذور فول الصويا بالبكتريا المذيبة للفسفور Pseudomonas spp زاد من عدد العقد الجذرية والوزن الجاف للعقد وحاصل الحبوب ومكونات الحاصل وكمية الفسفور الممتص من قبل نبات فول الصويا (Son وآخرون، 2006). إذ إنّ البكتريا المذيبة للفوسفات لها القدرة العالية على ذوبان الفوسفات في التربة وتستعمل هذه البكتريا في زيادة مقدرة النبات على امتصاص الفسفور وزيادة الحاصل، ومن هذه الأجناس المذيبة للفوسفات هي: Pseudomonas و Bacillus وهذه الأجناس هي من بين الأكفأ في إذابة الفوسفات (Patel وآخرون، 2016).

وذكر Son وآخرون (2006) والزعبي وآخرون (2007) إنّ الوسيلة الاساس للأحياء الدقيقة التي تحول بها مركبات الفسفور غير الذائبة إلى الصورة الذائبة هي إنتاج الأحماض العضوية التي تذيب الفسفور المثبت في التربة والمضاف بشكل أسمدة فوسفاتية معدنية وزيادة جاهزيته، حيث إنّ الأحياء الدقيقة في المخصب الحيوي تفرز انزيم الفوسفاتيز والاحماض العضوية ومذيبات الفسفور لهذا فيمكن للمخصبات الحيوية من زيادة جاهزية الفسفور المضاف كسماد فوسفاتي او المثبت في التربة من الاضافات السابقة أو الموجود أصلًا في التربة، وبالتالي تزداد جاهزية الفسفور للنبات.

وقد وصف Khan وآخرون (2009) ديناميكيات الفسفور في التربة بأنها عمليات فيزيوكيميائية (أمتزاز _أنطلاق) وبيولوجية (تثبيت_معدنة)، فقد تم الحصول على زيادة معنوية بنسبة 20% في حاصل الحنطة عند إضافة البكتريا المذيبة للفوسفات إلى التربة بالمقارنة مع عدم إضافتها، وعند إضافة هذه البكتريا إلى التربة المسمدة بالأسمدة الفوسفاتية زاد حاصل الحنطة بنسبة تتراوح بين 30–40% مقارنة مع إضافة السماد الفوسفاتي بدون إضافة هذه البكتريا (Afzal و Bano، 2008). وأكد Philips (2009) إنّ استعمال المخصبات الحيوية تغُني عن استعمال السماد الكيميائي بنسبة 25–50% مع بقاء كمية الحاصل نفسه وتحسين نوعيته، بينما في السنة الثانية يخفض من استعمال السماد الكيمياوي بنسبة 50% مع زيادة كمية الحاصل وتحسين نوعيته، وأماّ في السنة الثالثة فيمكن الاستغناء عن استعمال السماد الكيميائي بالكامل.

وتوصل كوما (2010) إلى أهمية استعمال الأسمدة الحيوية في توفير جزء من العناصر الغذائية المهمة للنباتات كالنتروجين والفسفور والبوتاسيوم، فضلًا عن إفراز بعض الأحماض والهرمونات التي تعمل كمنظمات لنمو النباتات، وكذلك إفراز بعض المضادات الحيوية مما يساعد على مقاومة بعض الأمراض المستوطنة في التربة، ويعود بالنفع على النباتات وانتاجيتها. وأشار Raj و Adhikari (2013)، إلى إنّ تسميد الذرة بـ Azotobacter قد سبب زيادة في حاصل الحبوب من 15 – 35% ، فضلًا عن تأثيره الايجابي في ارتفاع النبات وطول العرنوص، وعدد الحبوب لكل صف ووزن 1000 حبة مقارنة بالمعاملة غير المسمدة بالسماد الحيوي، إنّ زيادة حاصل الحبوب لمحصول الذرة بعد إضافة Azotobacter للأصناف مختلفة من الذرة ينتج من تحفيز عملية إنبات البذور والمساهمة في تثبيت النتروجين، وزيادة مقاومة النبات لأوضاع الإجهاد، وإنتاج الهرمونات النباتية.

وفي الوقت الحاضر يتم استعمال الأحياء المجهرية النافعة للتربة كأسمدة حيوية، وهي أكثر الحلول الطبيعية للحفاظ على النشاط الحيوي لنظام التربة (Delshadi،2015) وفي دراسة قام بها تاج الدين والبركات

(2017) على محصول الذرة الصفراء بينت النتائج إنّ إضافة السماد الحيوي Bacillus قد تفوقت على عدم إضافة السماد معنويًا في صفة محتوى الكلوروفيل وارتفاع النبات وحاصل الحبوب والوزن الجاف للنبات وقد بلغت (6.7 و8.5 و8.94 و27.51 %) مقارنة بعدم الإضافة.

2-6 الغلاف الجذري Rhizosphere

إنّ المجال الذي يحيط بالنظام الجذري للنباتات الراقية يسمى بالغلاف الجذري Rhizosphere وتشكل هذه المنطقة محيطاً خاصاً يشجع للانتشار السريعة الأحياء المجهرية، وهذا يساعد على إنتاج مركبات غنية بالطاقة. البكتريا الجذرية التي تعزز نمو النبات هي بكتريا التربة التي تعيش على سطح الجذر وتشارك بشكل مباشر أو غير مباشر في تعزيز نمو النبات وتطوره من خلال إنتاج وإفراز مواد كيميائية تنظيمية مختلفة بالقرب من الغلاف الجذري. وبشكل عام، تعزز البكتيريا الجذرية نمو النبات بشكل مباشر إما عن طريق المساعدة في اكتساب الموارد الغذائية (النتروجين والفسفور والمعادن الأساسية) أو تعديل مستويات هرمونات النبات، أو بشكل غير مباشر عن طريق تقليل الآثار المثبطة للعديد من مسببات الأمراض على نمو النبات وتطوره (Ahemad و Takibret، 2014).

وتشكل المنطقة داخل جذور النباتات وحولها بيئة انتقائية لميكروبات التربة (Hartmann وآخرون، 2009). غالبًا ما تنقسم هذه البيئة إلى ثلاثة اجزاء مختلفة منها التربة في الجوار المباشر لجذور النبات والمعروفة باسم جذر الرايزوسفير Rhizosphere، وسطح الجذر أو ريزوبلين Rhizoplane، والجزء الداخلي للجذر أو الغلاف الداخلي Endosphere (Edwards وآخرون،2015). وتعمل كل من هذه الأجزاء كمرشح انتقائي لميكروبات التربة، حيث يمكن أن تنمو مجموعة فرعية فقط من الميكروبات في الغلاف الجوي، ولا يزال عدد أقل منها في الريزوبلين والغلاف الداخلي Endosphere (Beckers وآخرون،2017).

لقد عرف الرايزوسفير من قبل Giri وآخرون (2005) بأنه منطقة التربة المتأثرة بإفرازات الجذور وأحياء التربة المجهرية الموجودة فيها، وتحتوي هذه المنطقة على أنواع مختلفة من البكتريا التي تتغذى على الخلايا النباتية المنسلخة التي يطلق عليها Rhizodeosition والبروتينات والسكريات المتحررة من الجذور، ويكثر في منطقة الرايزوسفير البروتوزوا والنيماتودا التي تتغذى على البكتريا وهي تعد من الحيوانات الدقيقة المهمة في التربة، ولهذا معظم المغذيات ودورات العناصر وتثبيط المسببات المرضية للنباتات تحدث في المنطقة الملاصقة للجذور، ويطلق على التربة التي لاتكون جزءًا من الرايزوسفير بالتربة Non_ Rhizosphere soil.

وقد عرف Nihorimbere وآخرون (2011)، الرايزوسفير بأنها التربة المتأثرة بنظام أو بيئة جذور النباتات التي تفرز فيها الجذور كميات كبيرة من الايض لمواكبة التغيرات الجذرية أو النظام الجذري الليفي، أو هي جزء التربة ذو الخصائص الفيزيائية والكيميائية المتأثرة بنمو وفعالية الجذور، ويعد الرايزوسفير منطقة غنية جدًا بالمواد العضوية ومفعمة بالنشاط الأحيائي نظرًا لوجود الجذور النباتية التي تقوم بعمليات الامتصاص والخزن في بعض النباتات، إذ توفر بيئة ملائمة لنمو وتواجد العديد من الأحياء المجهرية النافعة والمرضية وهذه الكائنات سوف تخلق منافسة على المواد الغذائية التي تحاول بما تملك من مواد ايضية وأنزيمات أن تثبط أو تقضي على نمو الأحياء المجهرية الأخرى بآليات معينة حسب إمكانيات كل كائن مجهري (Ozkoc و Deliveli، 2001).

ويضم الرايزوسفير العديد من الأحياء المجهرية التي تلعب دوًرا مهمًا في النمو منسجمًا بيئيًا مع العائل كالبكتريا والفطريات والنيماتودا والبروتوزوا والطحالب (Raaijmakers و Weller، 2001). إذ تنمو النباتات في التربة وتتداخل معها لتنتج مساحة حول جذور النباتات تسمى بالرايزوسفير هذه المساحة فيها المادة العضوية وثاني اوكسيد الكاربون والفعالية البيولوجية مرتفعة ومحتوى العناصر والماء ودرجة التفاعل تكون منخفضة وبسبب النشاط البيولوجي للميكروبات أدتّ إلى خلق نظام بيئي استثنائي قادر على تحطيم المادة

العضوية وتراكم مخلفاتها بسبب أخذ الماء دومًا من هذه المنطقة من قبل النبات مخلفًا تراكم المعادن والمركبات العضوية (Manoharachary و Mukerji، 2006). وتتنافس الأحياء المجهرية الدقيقة في منطقة الرايزوسفير على العناصر الغذائية والماء والفراغ وفي بعض الأحيان يكون تنافسها متفقًا مع النبات (Hartmann وآخرون، 2009).

وقد وثقت دراسات مختلفة زيادة الصحة والإنتاجية للأنواع النباتية المختلفة من خلال تطبيق نمو النبات الذي يعزز البكتريا الجذرية في الأوضاع العادية، إذ قد تقلل البكتريا الجذرية المفيدة للنبات من الاعتماد العالمي على المواد الكيميائية الزراعية الخطرة التي تزعزع استقرار النظم البيئية الزراعية (Ahemad و Takibret، 2014).

2-7 التغذية الورقية Foliar application

لقد أجُريت عدة تجارب لاختبار محتوى اختلاف طرائق الإضافة في تمكين النباتات من أكبر استفادة ممكنة من المغذيات القابلة للامتصاص، لأجل توفير متطلبات النمو ومن هذه الطرائق طريقة التغذية الورقية، وتعني رش العناصر المغذية بشكل محاليل على المجموع الخضري. إنّ هذه الطريقة تعد من الطرائق الفنية التي تستعمل في تجهيز النباتات بالمغذيات الضرورية لاستمرار نموها وتحقيق تحسين كمي ونوعي في حاصلها.

وتحتاج المحاصيل بصورة عامة إلى العناصر الغذائية طول مدة نموها، إذ كان من المعتاد إضافة الأسمدة عن طريق التربة، ولكن أظهرت العديد من الأبحاث إنّ عملية إضافة الأسمدة عن طريق التربة قد تكون غير كافية، كي تحصل النباتات على حاجتها من المغذيات المهمة، سواء كانت هذه المغذيات عناصر كبرى أم صغرى، ولكن استعمال التسميد بتقنيات حديثة جعلت التغذية الورقية تأخذ حيزًا واسعًا من اهتمام الباحثين في الوقت الحاضر. لهذا أصبح التطبيق الورقي لمغذيات النباتات طريقة فعالة لزيادة الأنتاج وجودة المحاصيل الحقلية (Moradi وآخرون، 2018).

وفي المناطق القاحلة وشبه القاحلة، يتم تطبيق التغذية على الأوراق وهي طريقة أكثر ملاءمة مقارنة بتطبيق التربة عندما تكون الجذور غير قادرة على توفير العناصر الغذائية الضرورية (Ehmke، 2018). إذ يتم من خلال هذه التقنية إضافة العناصر الغذائية رشًا على المجموع الخضري للنباتات ويحدث الامتصاص عن طريق هذا الجزء وتدخل العناصر الغذائية مباشرة إلى النسيج النباتي، فضلًا عن التعويض السريع عن نقص المغذيات الضرورية لاستمرار نموها وتحقيق تحسين كمي ونوعي في حاصلها، وذلك عن طريق التقليل أو الحد من المعوقات التي تواجهها العناصر المغذية في التربة التي تقلل من جاهزيتها للنبات، وبالتالي فإن تقليل درجة السمية ينشأ عن تراكم العناصر بشكل مفرط والحماية من تثبيت المغذيات في التربة (Oad وآخرون، 2018).

وأكدتّ دراسات عديدة إنّ كل المغذيات التي تمتص عن طريق الجذر يُمكن أن تمتص عن طريق الأوراق والسيقان والثمار، وإن إمتصاص المغذيات بواسطة الأوراق عادةً تكون اكثر كفاءة وسرعة من الامتصاص عن طريق الجذور عندما تكون أوضاع التربة غير مناسبة للامتصاص.

إنّ رش العناصر الغذائية الكبرى والصغرى على المجموع الخضري للنبات يساعد على تجهيز النبات بهذه العناصر وذلك لأن الأوراق مركزًا مهمًا للتفاعلات الحيوية كعملية التمثيل الضوئي والنتح وعلاقة ذلك بامتصاص العناصر المعدنية من خلال الثغور المنتشرة على أسطح الورقة العلوية والسفلية من خلال التشققات عن طريق طبقة الكيوتكل، فإن مادة الكيوتكل تكون نفاذة للماء والمحاليل بصورة جزئية إذ لا تقل أهمية ودور الأوراق عن الجذور من حيث القابلية على امتصاص المغذيات وإنتقالها وتوزيعها في النبات (Kolota و Osinska، 2001).

وقد وضّح Romhold و EL_Fouly (2000) و Bameri وآخرون (2012)، آلية الامتصاص للمغذيات عن طريق الأوراق، إذ يتكون سطح الورقة من طبقة شمعية تسمى بالكيوتكل وعند ترطيب سطح

الورقة بالمحلول المغذي يؤدي إلى رفع الضغط الانتفاخي للخلايا الحارسة في الورقة مما يؤدي إلى فتح الثغور فتصبح طبقة الكيوتكل أكثر نفاذية وامتصاصا للعناصر الغذائية، ثم بعد ذلك يتم اختراق طبقة من الخلايا تسمى بالبشرة Epidermis ويكون عن طريق المسامات المنفذة للمادة داخل الكيوتكل، هذه المسامات تكون غنية بالبكتين أيضا عبر قنوات صغيرة منفذة للماء تدعى Ectodesmata التي تعُد ممرات لامتصاص المغذيات، بعد اختراق وعبور البشرة الخارجية للجدار الخلوي سوف تدخل المغذيات إلى داخل Apoplast الجزء الميت (الخشب Xylem) للورقة، الذي يعد مسلكًا مهمًا للمغذيات قبل الامتصاص بواسطة غشاء البلازما، إنّ إمتصاص المغذيات في داخل Symplast الجزء الحي (اللحاء Phloem) للورقة، بعد امتصاص المغذيات يتم توزيعها وإنتقالها وانتشارها في داخل الورقة. إن عملية اختراق المحلول المغذي نسيج الورقة تحدث من خلال المسامات البينية الموجودة على الجزء الخضري للنباتات ، التي تمتاز بأنها تكون مفتوحة طول الوقت بالمقارنة مع الثغور التي تكون مغلقة في اكثر الأحيان ، بسبب التأثيرات الخارجية المحيطة أو في غياب الضوء (Totten و Mc Carty، 2004).

وبين العديد من الباحثين عدم وجود جدوى من إضافة المغذيات الصغرى الى التربة كأملاح معدنية في أوضاع الترب العراقية لسرعة تعرضها لعمليات الامتزاز والترسيب (ابو ضاحي، 1993)، لهذا فإنّ إضافتها عن طريق الأوراق على شكل محاليل مخففة على أوراق النباتات في المواعيد والتراكيز المناسبة من الأساليب الناجحة والحديثة في سد حاجة النبات منها.

وإضافة مركبات الزنك رشا على النباتات من الوسائل المتبعة لعلاج نقص هذا العنصر في النبات. إنّ التغذية الصحيحة للنباتات تعُد عاملًا مهمًا لزيادة الحاصل وتحسين نوعية الانتاج الزراعي وبالتالي فإن إضافة المغذيات الصغرى ضروري، للحصول على إنتاجية عالية وجودة الحاصل، حيث توصل Kobraee وآخرون (2011) في دراسة على محصول فول الصويا تضمنت عدة مستويات للزنك (0 و20 و40 كغم.هـ$^{-1}$ مصدرها

($ZnSO_4$) والحديد (0 و25 و50 كغم. هـ$^{-1}$ مصدرها $FeSO_4$) والمنغنيز (40,20,0 كغم. هـ$^{-1}$ مصدرها $MnSO_4$)، أظهرات اختلافات معنوية في صفات النمو نتيجة لاختلاف مستويات الحديد والزنك والمنغنيز، إذ حقق المستوى (40 و50 و40 كغم Mn،Fe،Zn. هـ$^{-1}$) بالتتابع على أعلى إنتاج للحبوب. وأشار Shittu وOgunwale (2012) في دراستهما على محصول فول الصويا التي شملت مستويين للفسفور وثلاث مستويات للزنك (0 و2 و4 كغم $ZnSo_4$.هـ$^{-1}$) إنّ المستوى (2 كغم $ZnSo_4$.هـ$^{-1}$) قد حقق زيادة معنوية بالنسبة لصفات النمو (قطر الساق وعدد العقد في الساق وغيرها) قياسًا بمعاملة المقارنة، وكذلك اعطى التداخل بين PxZn أعلى محتوى للزنك في النبات.

وبيَّن Furtado وChaves (2018) إنّ الإخصاب الورقي متعدد العناصر الغذائية، وفيما يتعلق بالتغذية النباتية المتوازنة هو الجزء من التنمية الحديثة للمحاصيل المستدامة، وهذا النوع من طريقة تطبيق الأسمدة على المحاصيل قد تم عدّه منتجًا أساسيًا استعمال العناصر الغذائية في نظام التربة. ومن بين المغذيات الدقيقة الزنك إذ إنّ نقص الزنك هو الأكثر سلوكًا وفي مجموعة واسعة من التربة (Candan وآخرون، 2018؛ Diovisalvi وآخرون، 2018؛ Jaksomsak وآخرون، 2018).

وأكدّ Jyothi وآخرون (2018) إنّ زهرة الشمس تستجيب تمامًا للمغذيات الصغرى، ومن أجل تلبية متطلبات المغذيات الدقيقة للمحاصيل، يمكن تجنب تطبيق التربة للمغذيات، حيث توجد العديد من القضايا المتعلقة بتوافر المواد الغذائية وقابليتها للذوبان وتصبح النباتات غير قادرة بشكل رئيس لامتصاص العناصر الغذائية من التربة، وتثبيت الزنك في التربة مع كاربونات الكالسيوم والبيكاربونات وما إلى ذلك في التربة القاحلة وشبه القاحلة (Candan وآخرون، 2018، Jaksomask وآخرون، 2018).

والاستجابة الفورية والاقتصادية من المحصول إلى المغذيات التطبيقية يكمل المتطلبات الغذائية، بغض النظر عن حالة التربة المعاكسة (Shah وآخرون، 2018) وبين Abdel-Motagally (2015) إنّ دمج

النتروجين مع البورون والزنك في الرش الورقي أدّى إلى تعزيز نمو زهرة الشمس والإنتاج بشكل ملحوظ، وارتبطت الاستجابة الاقتصادية لنباتات زهرة الشمس التي تتلقى شكل حاصل النبات أعلى بالتغير في قطر القرص وعدد البذور في القرص ووزن 1000 بذرة أيضًا.

2-8 النانو تكنولوجي (تقنية النانو) Nanotechnology

تتصدر تكنولوجيا النانو بوصفها التكنولوجيا الوحيدة ذات الوظائف والاستعمالات المتعددة، إذ يمكن توظيف منتج واحد من منتجاتها النانوية في أكثر من مجال تطبيقي، وهذا يؤدي إلى تخفيض تكاليف الانتاج، وهي تعد المفتاح السحري للتقدم والإنماء الاقتصادي المبني على العلم والمعرفة (الإسكندراني، 2009).

ويعد علم النانو تكنولوجي من العلوم الحديثة، وهو دراسة المبادئ الأساسية للجزيئات والمركبات التي لا يتجاوز قياسها ال 100 نانومتر، وهو أدق وحدة قياس مترية معروفة حتى الآن، والنانو متر هو واحد على مليون من الملمتر أو واحد من المليار من المتر ويرمز له nm، يستعمل كوحدة لقياس أطوال الاشياء الصغيرة جدًا التي لا ترى إلا تحت المجهر الالكتروني، وكلمة النانو تكنولوجي تستعمل أيضًا بمعنى أنها تقنية المواد المتناهية في الصغر أو التكنولوجيا المجهرية الحديثة أو هندسة المنتجات المتناهية الصغر ويتعامل العلماء والمهندسون مع المادة في هذا المقياس على مستوى دقيق جدًا أي على مستوى الذرات والجزيئات النانوية (Suppan، 2013).

ولاحظ العلماء إنّ خصائص بعض المواد تتغير عند تصغيرها للحجم النانوي، وقد استغل العلماء هذه الخصائص في إنتاج مواد وأجهزة وأدوات تخدم البشرية وهو ما أطلق عليه مصطلح النانوتكنولوجي، أي تقنية النانو. إن تعريف علم النانو يبدو أمرًا سهلًا، بينما وضع تعريف محدد لتكنولوجيا النانو يُعد أمرًا صعبًا، وذلك بسبب تشعبها ودخولها في مجالات تطبيقية مختلفة، إذ إن كلًا من هذه المجالات ينظر إلى هذه التكنولوجيا من وجهة النظر الخاصة به. وعموماً، يمكن تعريف تكنولوجيا النانو بأنها نهج علمي جديد يشمل استعمال المواد

والمعدات القادرة على استعمال الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمادة على المستويات الجزيئية لاستكشاف العالم البيولوجي والمادي في مقياس النانومتر، فضلًا عن استخدامه في ناقلات مختلفة من الطب إلى الزراعة. وتُعرّف الولايات المتحدة الأمريكية تقنية النانو بأنها "فهم المادة والتحكم فيها بأبعاد تقارب 100^{-1} نانومتر، حيث تتيح الظواهر الفريدة تطبيقات جديدة" (Waleed، 2018)

تمتاز المواد النانوية بزيادة المساحة السطحية للمواد عند تصغيرها للحجم النانوي عندما تقارن بالكتلة نفسها من المادة المنتجة في الحيز الأكبر مما يزيد من نشاطها الكيمياوي ويؤثر في قوتها أو خواصها الكيميائية، وفي بعض الأحيان المواد الخام في الحيز الأكبر قد تكون نشطة عندما تنتج في الحيز النانوي، أي أنه عندما تصغر الجسيمات المكونة للمادة فإن نسبة كبيرة جدًا من الذرات تتواجد على السطح مقارنة بتلك التي في الداخل (Fan وآخرون، 2003).

وتكنولوجيا النانو هي حقًا مجال متعدد التخصصات يمتد عبر مجموعة كاملة من العلوم بما في ذلك الفيزياء والكيمياء والبيولوجيا وكذلك الهندسة بما في ذلك تقنيات التصنيع الدقيقة. وتختلف الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للهياكل والأنظمة في المقياس النانوي اختلافًا كبيرًا عن نظيراتها ذات النطاق الكلي بسبب تفاعلات الذرات والجزيئات الفردية مما يوفر تطبيقات وظيفية فريدة وجديدة. مع انخفاض حجم الجسيمات إلى نطاق مقياس النانو، وهناك زيادة هائلة في نسبة السطح إلى الحجم مما يزيد من التفاعل ويغير الخصائص الميكانيكية والكهربائية والبصرية للجسيمات (Manufuture، 2006).

ولتكنولوجيا النانو تطبيقات محتملة في كل جوانب السلسلة الغذائية بما في ذلك التخزين ومراقبة الجودة وتجهيز الأغذية وتغليف المواد الغذائية. إذ تتراوح تطبيقات تكنولوجيا النانو في صناعة الأغذية من العبوة الذكية إلى إنشاء طعام تفاعلي. لحسب الطلب يسمح للمستهلكين بتعديل الطعام، اعتمادًا على الاحتياجات الغذائية والأذواق، وتكتسب تكنولوجيا النانو زخمًا فقد أصبحت أداة مهمة على مستوى العالم لصناعة الأغذية والمعالجة

الحيوية في تلبية الطلب العالمي المتزايد والمتوقع الذي سينتج عن النمو السكاني، وزيادة الدخل في البلدان النامية. ويمكن لتقنية النانو تحسين عمليات الإنتاج لتوفير منتجات ذات خصائص أفضل، ووظائف جديدة في صناعة الأغذية والمعالجة الحيوية (Neethirajan و Jayas، 2011).

2-9 تطبيقات النانو في مجال الزراعة Agricultures Applications

تعد الزراعة العمود الفقري لاقتصاد أي دولة ومن أهم أهداف الزراعة في اي بلد في العالم هو تحسين الإنتاج الزراعي وزيادة كمية المنتجات الزراعية، لكي تلبي متطلبات السكان المتزايدة باستمرار، إذ يعتمد أكثر من 60% من السكان عليها في معيشتهم. وفي الوقت نفسه هناك العديد من التحديات التي تواجه قطاع الزراعة، مثل تغير المناخ والاستعمال غير المعقول للموارد واستعمال الكثير من الأسمدة الكيميائية (Raliya وآخرون، 2018).

تعد هذه التقنية واعدة في تحسين العمليات الزراعية الجارية من خلال تحسين الإدارة وصيانة المدخلات في الانتاج الزراعي الحقلي والحيواني وإدامتها، والأبحاث المنفذة في السنوات الأخيرة ركزت حول موضوع نانوية الجزيئات المعدنية Metal Nano-Particles (NPs) مثل اوكسيد النحاس واوكسيد الزنك والمخلبيات المعدنية والمغذيات الصغرى بطيئة التحرر، وتشير الدراسات إلى إنّ استعمال الأسمدة النانوية يؤدي إلى زيادة في كفاءة استعمال المغذيات وتقليل سمية التربة والتقليل من التأثيرات السلبية المحتملة عند إضافة الأسمدة المعدنية ومن ثم فإن تقنية النانو لديها امكانية عالية لتحقيق الزراعة المستدامة ولاسيما في البلدان النامية (Monreal، وآخرون، 2015).

إنّ الأسمدة النانوية Nanofertilizers تجهز المحاصيل بالمغذيات بعدة طرائق، فالمغذيات يمكن أن تكون مغلفة داخل المواد النانوية مثل nanotubes أو المواد ذات بناء نانوي مفتوح nanopous، ويتم بعد ذلك تغليفها بفيلم رقيق من البوليمر الواقي، او ارسالها على هيأة جسيمات أو مستحلبات تكون أبعادها في أبعاد

مقياس النانو nanoscale، وقد تتجاوز فعالية الأسمدة التقليدية المغلفة البوليمر الأكثر ابتكارًا التي شهدت تحسنًا كبيرًا في السنوات العشر الماضية (Derosa وآخرون،2010).

إذ تمتاز الجزيئات النانوية بوصفها صغيرة الحجم وذات مساحة سطحية كبيرة لهذا من المتوقع أن تكون مادة مثالية تستعمل في صناعة الأسمدة كسماد الحديد والزنك وبقية المغذيات المهمة المطلوبة للنبات وهو أمر ضروري للتخفيف من مشاكل التربة والتلوث الناتج عن الاستخدامات المفرطة للأسمدة المعدنية (Laware وRaskar، 2014). وعلى الرغم من توفر مصادر سمادية مختلفة معدنية وعضوية لهذه المغذيات وتوافر طرائق إضافة مختلفة (إضافة الى التربة وإضافته رشًا على المجموع الخضري أو الاثنين معًا) إلا إنّ كفاءة استعمال هذه الاسمدة قليلة، وفي الآونة الاخيرة ظهر اتجاه تبني أسمدة مغذيات صغرى مصنعة بالتقنيات النانوية التي من المؤمل أن تحل جزءًا من المشاكل إلا إنّ الموضوع لايزال في بداياته ويتطلب المزيد من الدراسة (علي والجوذري، 2017).

ويلعب تطبيق السماد دورًا محوريًا في زيادة الإنتاج الزراعي بنسبة تصل من 35 – 40% من الإنتاجية، ومع ذلك فإن الاستعمال المفرط للأسمدة يغير بشكل لا رجعة فيه البيئة الكيميائية للتربة ويقلل المساحة المتاحة لإنتاج المحاصيل، وتستلزم الزراعة المستدامة استعمال الحد الأدنى من الكيمياويات الزراعية التي يمكنها في نهاية المطاف حماية البيئة والحفاظ على مختلف الأنواع من الانقراض، كما تقدم تقنية النانو إمكانات كبيرة لتخصيص إنتاج الأسمدة بالتركيب الكيميائي المطلوب، وتحسين كفاءة استعمال المغذيات التي قد تقلل من التأثير البيئي وتعزز إنتاجية النبات فقد يكون سماد النانو أفضل بديل. لقد تم القيام بمحاولات لتجميع الأسمدة النانوية من أجل تنظيم إطلاق المغذيات، بحسب احتياج المحاصيل (Pramanik وآخرون،2020)

ويمكن للإنتاج الخاضع للرقابة والتسليم المستهدف للمكونات النشطة النانومترية أن يدرك إمكانات الزراعة المستدامة والدقيقة، وبالفعل زادت مساعدة التكنولوجيا النانوية في منتجات وقاية النبات زيادة كبيرة مما قد

يضمن زيادة حاصل المحاصيل. علاوة على ذلك فإن الشاغل الرئيس في الإنتاج الزراعي هو تمكين التكيف المعجل لنمو النباتات مع عوامل تغير المناخ التدريجي، مثل درجات الحرارة الشديدة ونقص المياه والملوحة والقلوية والتلوث البيئي بالمعادن السامة دون تهديد النظم البيئية الحساسة الموجودة (Vermeulen وآخرون،2012) فضلًا عن ذلك فإن تطوير أجهزة الاستشعار النانوية واستغلالها في الزراعة الدقيقة لقياس نمو المحاصيل ومراقبتها وظروف التربة والأمراض والاستعمالات واختراق المواد الكيميائية الزراعية والتلوث البيئي قد أدّى إلى تحسن كبير في التحكم البشري في التربة وصحة النبات، ومراقبة الجودة وضمان السلامة المساهمة كثيرا في الزراعة المستدامة والنظم البيئية (Chen وآخرون،2016).

فهندسة الجسيمات النانوية هي المسار الحديث للأبحاث التي تدعم تطوير المجالات الزراعية عالية التقنية من خلال تقديم مساحة سطحية محددة واسعة النطاق وحاسمة للتنمية المستدامة للأنظمة الزراعي(Panpatte وآخرون،2016؛ He وآخرون،2018). وبّين Cheng وآخرون (2016) في الهندسة الوراثية، تم تصميم الجسيمات النانوية لثاني أوكسيد السيليكون لتقديم أجزاء تسلسلات الحمض النووي للأنواع المستهدفة، مثل التبغ ونباتات الذرة دون أي آثار جانبية غير مرغوب فيها. وتعد الإدارة الدقيقة للأسمدة من أهم المتطلبات الأساسية للتنمية الزراعية المستدامة(Huang وآخرون،2017) وبشكل عام فلا بدّ من تكملة العناصر الغذائية الأساس لتحسين إنتاجية المحاصيل وخصوبة التربة (Li وآخرون،2018). ولهذه الأسباب يتم دمج الجسيمات الدقيقة أو غير الدقيقة في الكيمياويات الزراعية من خلال عدة آليات مثل الكبسولة ومرفقات الروابط الأيونية السطحية أو الضعيفة وانحباسها في مصفوفة النانو للمكونات النشطة (Pandey،2018).

لقد انتقلت تكنولوجيا النانو تدريجيًا من التجارب التجريبية المختبرية إلى التطبيقات العملية، والهدف من تقنيات التسليم الخاضعة للرقابة هو إطلاق كمية مقاسة من الكميات الضرورية والكافية من المواد الكيميائية

الزراعية على مدى من الزمن والحصول على الكفاءة البيولوجية الكاملة مع تقليل الخسائر والآثار الضارة (Shojaei وآخرون،2019)

إنّ ثورة تكنولوجيا النانو الخضراء أحدثت تغييرًا جذريًا في قطاع الزراعة إذ أثارت الأسمدة النانوية وعودًا لتلبية توقعات الطلب العالمي على الغذاء والزراعة المستدامة كذلك، من أجل التخفيف من نقص المغذيات الكلية والجزئية من خلال تحسين كفاءة استعمال المغذيات والتغلب على المشاكل المزمنة، يمكن أن تكون الأسمدة النانوية أفضل بديل (Shukla وآخرون،2019). إذ بين Kale و Gawade (2016) إنّ استعمال جزيئات أوكسيد الزنك النانوية مع الأسمدة الأخرى في التربة التي بها نقص في الزنك، لا يعزز كفاءة استعمال المغذيات فحسب، بل يزيد أيضًا من إنتاجية الشعير بنسبة 91% قياسا مع معاملة المقارنة، في حين يزيد $ZnSO_4$ التقليدي بكميات كبيرة من الإنتاجية بنسبة 31% قياسا مع معاملة المقارنة. وهذا ما اكده Ali وآخرون (2019) و Asl وآخرون (2019) في التربة التي بها نقص في الزنك، ويؤثر استعمال أوكسيد الزنك النانوي بجرعات منخفضة بشكل إيجابي على النمو والاستجابات الفسيولوجية، مثل إطالة الجذور والتمثيل الضوئي في العديد من أنواع النباتات.

وتوصل Berahmand وآخرون (2012) إنّ معاملة محصول الذرة الصفراء بالأسمدة النانوية قد سبب زيادة معنوية في معدل ارتفاع النبات وعدد الأوراق والوزن الجاف للنبات. وتعمل على تعزيز نمو النباتات عن طريق مقاومة الامراض وزيادة تعمق جذور المحاصيل (Tarafdar وأخرون، 2012) وبين Najafi وآخرون (2014) في تجربته على محصول الحنطة إن استعمال الأسمدة النانوية سببت زيادة معنوية في عدد الأوراق وارتفاع النبات. وتوصل Abobatta (2017) إلى اهمية الأسمدة النانوية ودورها في تغذية النبات فهي تعمل على زيادة نشاط عمليات التمثل الكاربوني من خلال زيادة محتوى الاوراق من الكلوروفيل وزيادة مقاومة

المحاصيل للأمراض وزيادة قدرة المحاصيل على تحمل أوضاع الاجهاد المختلفة والمحافظة على الصفات الجينية المطلوبة للمحاصيل الزراعية وزيادة جودة الثمار.

وبّين Torabian وآخرون (2017) إنّ الرش الورقي لجسيمات النانو كبريتات الحديد $FeSO_4$ يظهر استجابة إيجابية لتحمل الإجهاد الملحي في أصناف زهرة الشمس. وفي الآونة الأخيرة تم أيضًا استكشاف إنّ جزيئات النانو السليكون يمكن أن تخفف بشكل فعال من الإجهاد الناجم عن الأشعة فوق البنفسجية في الحنطة (Tripathi وآخرون،2017) ويمكن للمواد النانوية انُ تعُزز إنبات النبات ونموه، إذ إن إنبات البذور مرحلة حساسة في دورة حياة النبات، مما يسهل نمو الشتلات والبقاء ومع ذلك إنّ إنبات البذور يتأثر إلى حد كبير بمعايير مختلفة بما في ذلك العوامل البيئية والصفات الجينية وتوافر الرطوبة وخصوبة التربة، لهذا تُعد تكنلوجيا النانو منصة جديدة للابتكار العلمي الذي ينطوي على تطوير نهج لمجموعة من تطبيقات التكنولوجيا النانوية غير المكلفة لتحسين إنبات البذور ونمو النبات والتنمية والتكيف مع البيئات (Manjaiah وآخرون،2019).

وعلى الرغم من وجود مجموعة كبيرة من الأبحاث حول الآثار الإيجابية الناجمة عن المواد النانوية على الإنبات فإن الآليات الكامنة في كيف يمكن للمواد النانوية تحفيز الإنبات لا يزال غير واضح. وقد أظهرت بعض الدراسات إنّ المواد النانوية لديها القدرة على اختراق طبقة البذور وتعزيز قدرة امتصاص الماء واستعماله، مما يحفز النظام الإنزيمي ويحسن في النهاية نمو الإنبات والشتلات (Banerjee و Kole،2016) ومع ذلك لا تزال آلية امتصاص المياه التي تسببها المواد النانوية داخل البذور غير معروفة إلى حد كبير بالإضافة إلى الإنبات. وكشفت هذه النتائج عن وجهات نظر المواد النانوية لتحسين حاصل المحاصيل وجودة المنتج، على الرغم من إنّ الآلية الدقيقة وراء تعزيز نمو النبات والجودة المخصبة ليست واضحة، فقد يتم تفسيرها جزئيًا على الأقل من خلال إمكانات المواد النانوية لامتصاص المزيد من العناصر الغذائية والمياه التي تساعد بدورها على تعزيز قوة أنظمة الجذر مع زيادة النشاط الإنزيمي(Shojaei واخرون،2019).

وأظهر El-Feky وآخرون (2013) إنّ أداء نمو النبات يتأثر بطريقة تطبيق المواد النانوية، ووجدوا إنّ التطبيق الورقي للنانو (اوكسيد الحديد) يمكن أن يعزز بشكل كبير الكلوروفيل الكلي والكربوهيدرات الكلية ومستويات الزيوت العطري ومحتوى الحديد وارتفاع النبات وعدد الأوراق. النبات$^{-1}$ والوزن الطري والوزن الجاف لنباتات الريحان. وقد أكدّ ذلك Nijafi وآخرون (2017) أن 15 مل. كغم $^{-1}$ من المواد النانوية Fe / SiO_2 لديها إمكانات كبيرة لتحسين إنبات البذور في الشعير والذرة الشامية حوالي 8.25% و20.8% على التوالي.

وتعمل المواد النانوية مثل ZnO وTiO_2 و MWCNTs و FeO و ZnFeCu-Oxide على زيادة نمو المحاصيل وتطورها، مع تحسين الجودة في العديد من أنواع المحاصيل بما في ذلك الفول السوداني وفول الصويا والحنطة والبصل والسبانخ والطماطم والبطاطس والخردل (Shojaei وآخرون،2019).

ولتقليل خسائر المحاصيل اعتمد المزارعون بشدة على مبيدات الآفات وهذا يؤثر سلبًا على صحة الإنسان والاستدامة البيئية. ومع ذلك، فقد كشفت الدراسات الحديثة إنّ المواد النانوية يمكن أن تقلل بنجاح من مخاطر الآفات والأمراض، وبالتالي تقليل شدة خسائر الغلة والمخاطر البيئية، كما يمكن للمواد النانوية مثل CuO و ZnO و MgO أن تتحكم بشكل فعال في العديد من الأمراض التي تنقلها النباتات والتربة (Shenashen وآخرون،2017 و Malandrakis وآخرون،2019).

3- المواد وطرائق العمل Material and Methods

3-1 موقع التجربة

أجريت تجربة حقلية في تربة ذات نسجه طينية لزراعة محصول زهرة الشمس في الموسم الزراعي الربيعي لعام 2019 في الحقول التابعة لإعدادية ابن البيطار المهنية – قضاء الحسينية، كربلاء المقدسة.

3-2 التحاليل الكيميائية والفيزيائية للتربة

تم تحليل تربة الحقل قبل الزراعة بأخذ عينات عشوائية من مواقع مختلفة من التربة وعلى عمق 30 سم لغرض إجراء بعض التحاليل الكيميائية والفيزيائية للتربة جدول (1) حيث مزجت النماذج مزجًا جيدًا وتم اخذ منها عينة مركبة ثم جففت هوائيًا وطحنت ونخلت بمنخل قطر فتحاته 2 ملم، وتم تحليل العينات في مختبرات– مديرية الزراعة في كربلاءالمقدسة.

_ درجة تفاعل التربة pH: تم قياس درجة تفاعل التربة في معلق 1:1 باستعمال جهاز pH meter على وفق طريقة (Page وآخرون، 1982).

_ الايصالية الكهربائية EC: قيست الايصالية الكهربائية في معلق 1:1 تربة: ماء باستعمال جهاز EC meter على وفق طريقة (Page وآخرون، 1982).

_ الفسفور الجاهز: تم قياس الفسفور الجاهز على وفق طريقة (Page وآخرون، 1982) باستعمال جهاز Spectrophotometer.

_ النتروجين الجاهز (NO_3 + NH_4): قدر باستعمال جهاز Microkjeldal على وفق الطريقة الواردة (Page وآخرين، 1982).

ـ المادة العضوية: قدرت بطريقة الهضم الرطب Wet digestion وحسب الطريقة المذكورة في (Black، 1965) .

ـ البوتاسيوم الجاهز: قدر باستخدام جهاز Flame photometer على وفق الطريقة المقترحة من قبل (Richards،1954).

جدول (1) بعض الصفات الكيميائية والفيزيائية لتربة الحقل قبل الزراعة.

الصفة		القيمة	الوحدة
درجة تفاعل التربة (1:1) pH		**7.92**	–
الايصالية الكهربائية (1:1) EC		**3.5**	ديسي سيمنز م$^{-1}$
المادة العضوية		**1.2**	غم كغم$^{-1}$ تربة
النتروجين الجاهز	NH_4^+	**64.3**	ملغم كغم$^{-1}$ تربة
	NO_3^-	**38.9**	
الفسفور الجاهز		**11**	ملغم كغم$^{-1}$ تربة
البوتاسيوم الجاهز		**72.4**	ملغم كغم$^{-1}$ تربة
مفصولات التربة	الرمل	**40**	غم. كغم$^{-1}$ تربة
	الغرين	**110**	
	الطين	**850**	
النسجة		**طينية**	

3-3 تهيئة تربة الحقل

حُرثت الأرض المعدة لإجراء البحث ونعمت وسويت، وتم فتح ثلاث سواق رئيسة على امتداد الحقل ومنها فرعية لكل لوح إذ قسم الحقل إلى ثلاثة قطاعات بين كل قطاع وآخر مسافة 1م وقسم كل قطاع الى 12 وحدة تجريبية (Experimental Unit) بمساحة (3م × 3م) للوحدة التجريبية الواحدة التي تمثل مساحة 9 م^2 وتركت مسافة 1م بين كل وحدة تجريبية وأخرى ولهذا يصبح عدد الالواح الكلية 36 لوحًا.

3-4 التصميم التجريبي وتوزيع المعاملات

نفذت تجربة عاملية Factorial Experiment على وفق تصميم القطاعات الكاملة المعشاة (Randomized Complete Block Design) وبثلاث مكررات، وقد اشتمل البحث على 36 وحدة تجريبية، تضمنت الدراسة 12 معاملة تم توزيعها بشكل عشوائي على الوحدات التجريبية بكل قطاع باستعمال نوعين من السماد الحيوي التجاري ال Azotovit وال Phosphatovit والتداخل بين السمادين (Azotovit + Phosphatovit) ومعاملة عدم الإضافة Control، كما تضمنت الدراسة إضافة الزنك النانوي رشا على المجموع الخضري للنبات وبواقع ثلاث تراكيز هي (عدم الإضافة (0) و50 و100 ملغم. لتر$^{-1}$).

جدول (2) مواصفات الأسمدة المستخدمة في الدراسة.

الأسمدة المستخدمة	المواصفات
اوكسيد الزنك النانوي	مركب محضر بالطريقة النانوية رمزه ZnO تركيز الزنك 80 %
Azotovit	سماد تجاري يحتوي على بكتريا *Azotobacter chrooccum* بتركيز 5×10^9 CFU/ ml مادة فعالة تضاف 0.5 لتر الى 100-300 لتر ماء مقطر لكل هكتار
Phosphatovit	سماد تجاري يحتوي على بكتريا *Bacillus mucilaginosus* بتركيز 0.12×10^9 CFU/ ml مادة فعالة تضاف 0.5 لتر الى 100-300 لتر ماء مقطر لكل هكتار

3-5 الزراعة وخدمة المحصول

تمت زراعة بذور زهرة الشمس الصنف أقمار في الموسم الربيعي بتاريخ 2019/3/28 على مروز، إذ كانت المسافة بين مرز وأخر75سم وبين جورة وأخرى 25سم وبواقع خمسة مروز (الراوي واخرون،2006) للحصول على كثافة نباتية (53333 نبات.هـ$^{-1}$). وقد وضعت 3 بذور في كل جورة على عمق 3 سم (الساهوكي،1994). وأجريت عملية الخف بعد أسبوعين من موعد البزوغ إذ تركت بادرة واحدة في كل جورة (سرهيد،2005).

كما أجريت عملية العزق والتعشيب للتخلص من نباتات الادغال النامية مع المحصول بعملية القلع اليدوي كلما دعت الحاجة لذلك، أما الري فتم ري الوحدات التجريبية سيحًا بكميات متساوية تقريبًا وبانتظام اعتمادًا على الوقت، وبحسب حاجة المحصول.

وسمدت أرض التجربة بالعناصر(النتروجين والفسفور والبوتاسيوم) وبالكميات السمادية الموصى بها، إذ أضيف النتروجين على هيأه يوريا (N%46) وبمعدل 280 كغم N.هـ$^{-1}$ فقد استعمل على دفعتين متساويتين الأولى عند ظهور أربع أوراق حقيقية يبلغ طول الورقة الواحدة 4 سم على الأقل أي بعد ثلاثة اسابيع من الإنبات، وأضيفت الدفعة الثانية عند ظهور البراعم الزهرية وسط الأوراق الفتية (الراوي، 1998)، والفسفور على هيأة سماد مركب الذي يحتوي على نسبة (N%17,P%12,K%12) بمعدل 75 كغمP.هـ$^{-1}$ دفعة واحدة بعد الزراعة، أما البوتاسيوم أضيف بمعدل 120 كغمK.هـ$^{-1}$ على هيأة كبريتات البوتاسيوم (K%50)، وتمت إضافتة مع إضافات السماد النتروجيني، مع الأخذ بنظر الاعتبار الكميات التي اضيفت من السماد المركب (النتروجين والفسفور).

وأضيف السماد الحيوي حسب التوصية حقنا بعد 28 يوم من الزراعة في مرحلة البادرة، أما الزنك النانوي فقد أضيف عند الصباح الباكر لتلافي أرتفاع درجات الحرارة باستخدام المرشة اليدوية (سعة 2000 مل) وأكمل

الحجم بماء مقطر رشا على المجموع الخضري وعلى دفعتين متساويتين الاولى بعد 44 يومًا من الزراعة أي مرحلة الاستطالة والثانية بعد 15 يومًا من الرشة الأولى أي مرحلة ظهور 50% من البراعم الزهرية وبعد تمام عملية التلقيح تم تغطية الاقراص بأكياس البطاطا لغرض حمايتها من أضرار الطيور، تم حصاد النباتات بتاريخ 2019/7/25 عند ظهور علامات النضج التام، وتحول الجهة الخلفية للأقراص إلى اللون الأصفر وبداية تلون القنابات الخارجية باللون البني (Martin و Leonard، 1959).

3 – 6 الصفات المدروسة

3 – 6 –1 صفات النمو

اختيرت 5 نباتات بشكل عشوائي من المروز الوسطية لكل وحدة تجريبية وقيست صفات النمو الآتية لكل نموذج لاستخراج المعدل.

3–6–1–1 ارتفاع النبات (سم) Plant Height (cm)

تم حسابها من سطح التربة لغاية قاعدة القرص (الساهوكي وآخرون، 1996) .

3–6–1–2 عدد الأوراق (ورقة نبات $^{-1}$)

تم حسابها للنبات الواحد ابتداءً من أول ورقة خضراء قرب سطح التربة وحتى آخر ورقة على النبات (Hunt ، 1982) .

3–6–1–3 تقدير الكلوروفيل Determination of chlorophyll

جرى تقدير محتوى الأوراق الطرية من الكلوروفيل a و b والكلي في أوراق محصول زهرة الشمس المكتملة النمو استنادًا إلى (Mckinney،1941) إذ أخذ 100 ملغم من اوراق نباتات الدراسة الطرية، وقطعت إلى عدة قطع صغيرة بواسطة مقص معقم وطحنت في هاون خزفي بوجود 6 مل من الاستون تركيز 80% حتى أصبح لون الراسب خاليًا من الصبغة الخضراء، ثم فصل الراشح عن الراسب باستعمال جهاز الطرد المركزي Centrifuge بسرعة 1600 ومدة 10 دقائق، ثم جمع المستخلص في أنابيب حجمية مغطاة بورق معتم معين

وذلك لحجب الضوء عن الكلوروفيل منعًا لأكسدة الصبغة ضوئيًا وأكمل الحجم بإضافة الاستون، وحضرت عينة (Blank) حيث تحتوي هذه العينة على كافة المواد المستخدمة في التجربة ماعدا العينة النباتية، ثم قيست الكثافة الضوئية Absorbance للراشح بواسطة قياس الطيف الضوئي Spectrophotometer نوع Shimadzo. UV −1700 عند الطولين الموجيين 645 و663 نانوميتر وبالاستعانة بالمعادلات في أدناه تم تقدير الكلوروفيل a و b و الكلي في أوراق النباتات المحسوبة على أساس ملغم. غم $^{-1}$ نسيج نباتي طري:

$$\textbf{Chlorophyll a} = \{ 12.7\,(D663) - 2.69\,(D645) \} \times V/1000 * W$$

$$\textbf{Chlorophyll b} = \{ 22.9\,(D645) - 4.68\,(D663) \} \times V/1000 * W$$

$$\textbf{Total Chlorophyll} = \{ 20.2\,(D645) + 8.02\,(D663) \} \times V/1000 * W$$

V : الحجم النهائي للراشح بعد اتمام عملية الفصل بواسطة جهاز الطرد المركزي.

D : قراءة الكثافة الضوئية للكلوروفيل المستخلص.

W : الوزن الطري (غم). إن وحدة قياس الكلوروفيل هي ملغم. غم$^{-1}$ نسيج نباتي طري.

3-6-1-4 قطر الساق (ملم)

تم حسابها من المنطقة الوسطية للساق تمامًا وذلك باستعمال جهاز ال Vernier Miceometer عند مرحلة التزهير.

3-6-1-5 قطر القرص (سم)

تم حسابها عن طريق الجزء الذي يشمل الأزهار القرصية(Knowles، 1978)

3-6-1-6 المساحة الورقية (م^2)

تم حساب مساحة الورقة عند اكتمال التزهير وذلك بقياس

$$LA = 4.31 \sum Wi^2 W6$$

إذ إنّ **Wi**:- تمثل أقصى عرض للورقة و **W6**:- يمثل رقم اللفة السادسة (حردان والساهوكي،2014).

3-6-1- 7 دليل المساحة الورقية

تم حسابها من المعادلة الآتية:

دليل المساحة الورقية = المساحة الورقية / مساحة الارض التي يشغلها النبات. (Hunt، 1982).

3-6-1-8 الوزن الطري الكلي للنبات (ميكاغرام. هـ$^{-1}$)

عند الحصاد أخذت خمسة نباتات من كل وحدة تجريبية بشكل عشوائي، وتم حساب أوزانها بالميزان الحساس وضرب **معدل الوزن الطري للنبات الواحد** × **الكثافة النباتية** لاستخراج الوزن الطري بالميكاغرام.هـ$^{-1}$ فصلت الأوراق والسيقان والأقراص كل على حدة لأستخراج الأوزان، ثم جففت هوائياً وتم حساب الأوزان الجافة لكل مكون، ثم طحنت ووضعت في أكياس بلاستيكية محكمة الغلق وحفظت في مكان جاف لحين إجراء التحليلات اللازمة.

3-6-2 صفات الحاصل ومكوناته

حُصدت النباتات في 2019\7\25 للمعاملتين. التسميد الحيوي، والزنك النانوي، قطعت أقراص النباتات الخمسة التي أجريت عليها دراسات صفات النمو عند النضج التام، أي عند تحول الجهة الخلفية للأقراص إلى اللون الأصفر وبداية تلون القنابات الخارجية بالون البني، من ثم فرطت باليد وجففت هوائيًا وأجريت عليها دراسة صفات الحاصل ومكوناته.

3-6-2-1 عدد البذور في القرص (بذرة قرص$^{-1}$)

تم حساب عدد البذور التي يحويها القرص يدوياً إذ اشتملت على البذور جميعها (الممتلئة والفارغة).

3-6-2-2 وزن 1000 بذرة (غم)

خُلطت بذور خمسة أقراص من كل وحدة تجريبية، وعدت 1000 بذرة يدويًا بشكل عشوائي، ووزنت بالميزان الحساس.

3-6-2-3 النسبة المئوية للإخصاب (%)

تم حسابها من المعادلة التالية:

نسبة الإخصاب = عدد البذور الممتلئة / عدد البذور الكلية × 100 (Masoud،2013).

3-6-2-4 حاصل النبات الواحد (غم. نبات$^{-1}$)

بعد تفريط البذور من القرص الزهري للنباتات الخمسة لكل معاملة وفصل بذورها ووزنها ثم حساب متوسطها لاستخراج حاصل النبات الواحد.

3-6-2-5 حاصل البذور الكلي (ميكاغرام.هـ$^{-1}$)

تم حسابه وفق المعادلة التالية:

حاصل البذور الكلي= معدل حاصل النبات الواحد × الكثافة النباتية هكتار$^{-1}$.(علما ان الكثافة النباتية المستخدمة 53333 هـ$^{-1}$) ثم حولت الى ميكاغرام.هـ$^{-1}$.

3-6-2-6 الحاصل الحيوي (ميكاغرام.هـ$^{-1}$)

الحاصل الحيوي (ميكاغرام.هـ$^{-1}$) = وُزن جميع أجزاء النبات فوق سطح التربة وضرب **(معدل الوزن الجاف للنبات الواحد × الكثافة النباتية)** لاستخراج الحاصل الحيوي بالميكاغرام.هـ$^{-1}$.

3-6-2-7 دليل الحصاد (%)

حسب وفق المعادلة: **دليل الحصاد % = حاصل النبات (ميكاغرام.هـ$^{-1}$) / الحاصل الحيوي (ميكاغرام. هـ$^{-1}$) × 100.** (Baldini و Vannozzi، 1999)

3-6-3- الصفات النوعية

3-6-3-1 النسبة المئوية للزيت في البذور(%)

أُخذت عينة عشوائية من كل معاملة لتقدير محتوى الزيت في البذور باستعمال جهاز الاستخلاص Soxhlet وعلى أساس الوزن الجاف للبذور على وفق للطريقة المذكورة في (A.O.A.C، 1980) تم أخذ وزن 20غم من العينة المجففة جيدًا والمطحونة ولفها بورقة ترشيح ووضعها في الجزء الوسطي من الجهاز بعد تسجيل رمز العينة عليها، مع إضافة 400 مل من المذيب العضوي الايثر ثنائي الاثيل Diethyl ether المستعمل في الجزء الوسطي، بحيث تغمر ورقة الترشيح الملفوفة وقد تنزل كمية منه الى الدورق المثبت باحكام أسفل هذا الجزء.

يسخن المذيب في الدورق في درجة حرارة 40-45 مْ، حتى يتبخر ثم ينتقل بخار المذيب في ذراع التقطير، ويعود ليفيض داخل الدورق (الجزء الوسطي) المحكم الإغلاق الذي يحوي المادة الصلبة المراد الإستخلاص منها، يضمن المكثف تبريد بخار المذيب حيث يقطر داخل الدورق الحاوي على عينة الاستخلاص، وتمتلئ الغرفة المحتوية على المادة الصلبة ببطء بالمذيب الدافئ. وذلك سوف يجعل المادة المرغوبة تذوب في المذيب الدافئ. والمذيب يرجع مرة اخرى لدورة التقطير. تترك هذه الدورة لتتكرر عدة مرات، وفي هذه التجربة استغرقت عملية الاستخلاص هذه 8 ساعات. وتم حساب نسبة الزيت مثلما يأتي:

نسبة الزيت (%)= وزن الدورق بعد الاستخلاص ـ وزن الدورق الفارغ / وزن العينة × 100 .

3-6-3-2 حاصل الزيت (ميكاغرام.هـ$^{-1}$)

تم حسابه على أساس المعادلة التالية:

حاصل الزيت (ميكاغرام.هـ$^{-1}$) = نسبة الزيت × حاصل البذور على اساس الوزن الجاف (ميكاغرام.هـ$^{-1}$).

3-6-3-3 النسبة المئوية للبروتين في البذور(%)

تم تقدير النتروجين في البذور بجهاز Microkjeldal في مختبرات- مديرية الزراعة كربلاء المقدسة ومنها قدرة نسبة البروتين كما جاء في(A.O.A.C،1980) وحسب المعادلة الاتية:

نسبة البروتين (%) = نسبة النتروجين الكلي (%) × 6.25.

3-6-3-4 محتوى البذور من الكاربوهيدرات الذائبة الكلية (ملغم.غم وزن جاف$^{-1}$)

تم تقدير كمية الكاربوهيدرات في البذور لكل نبات بكل معاملة وذلك بسحق 100 ملغم من العينة المجففه والمطحونة مع 10مل ماء مقطر وفصل الراشح بجهاز النبذ المركزي بسرعة 1500 دورة/دقيقة ، ثم أخذ 1مل من الراشح واضيف لة 1مل من كاشف الفينول (5%) و 5 مل من حامض الكبريتيك المركز H_2SO_4، ترك المحلول ليبرد لمدة 25 دقيقة، عند القياس في المنطقة فوق البنفسجية توضع العينات في خلايا خاصة تسمى Cuvettes بعدها تم قراءة الامتصاص الضوئي بواسطة جهاز UV-Visible Spectrophotometer على طول موجي (490 نانوميتر)،(Herbert واخرون،1971) وحضرت عينة (Blank) حيث تحتوي هذه العينة على كافة المواد المستخدمة في التجربة ماعدا العينة النباتية، أما المنحني القياسي فقد تم أخذ (50،100،150،200 ملغم.غم$^{-1}$ كلوكوز) وأذيب كل منها في 100مل ماء مقطر، ثم أخذ من كل تركيز 1مل اضيف له 1 مل فينول بتركيز (5%) و 5 مل حامض الكبريتيك المركز، ثم أخذت قراءات الامتصاص

الضوئي على طول موجي (490 نانوميتر) لكل المحاليل، وسجلت البيانات لانشاء المنحني القياسي لسكر الكلوكوز.

$$(Y= 154.481 X + 5.258)$$

Y: محتوى البذور من الكاربوهيدرات الذائبة الكلية (ملغم. غم وزن جاف$^{-1}$). **X**: الامتصاص الضوئي.

3-6-4 تحاليل النبات

أخذت العينات النباتية المجففة والمطحونة لكل من الجزء الخضري والبذور كلا على حدة، لإجراء عملية الهضم الرطب، أخذ 0.2 غم من العينة النباتية، وهضمت بإستعمال خليط من حامض الكبريتيك وحامض البيروكلوريك المركزين حسب الطريقة المقترحة من قبل Gresser و Porsons،(1979) نقلت العينات نقلاً كميًا إلى قناني سعة 100 مل وأكمل الحجم بالماء المقطر، وبعد إتمام عملية الهضم قدر التركيز الكلي من العناصر في النبات وكالآتي :

3-6-4-1 النسبة المئوية للعناصر N وP وK وكمية Zn في الجزء الخضري الجاف للنبات .

3-6-4-2 النسبة المئوية للعناصر N وP وK وكمية Zn في البذور الجافة .

النسبة المئوية للنتروجين (%)

تم تقدير نسبة النتروجين في الجزء الخضري للنبات والبذور في مختبر مديرية زراعة- كربلاء المقدسة وحسب ما جاء في (الصحاف،1989)، وتمت قراءة التراكيز بواسطة جهاز Microkjeldal تم حساب النتروجين الكلي وكما في المعادلة الاتية:

نسبة النتروجين (%) = (حجم الحامض المستهلك بالتسحيح × عيارية الحامض × 14 × حجم التخفيف / حجم العينة المأخوذة عند التقطير × وزن العينة المهضومة × 1000) × 100 .

النسبة المئوية للفسفور(%)

تم تقدير نسبة الفسفور في الجزء الخضري للنبات والبذور في مختبر مديرية الزراعة كربلاء المقدسة، وحسب ما جاء في (الصحاف،1989)، وتمت قراءة التراكيز باستعمال جهاز الطيف الضوئي UV–Visible Spectrophotometer على طول موجي 620 نانوميتر، ولحساب النسبة المئوية للفسفور نطبق المعادلة الاتية:

النسبة المئوية للفسفور(%) = تركيز الفسفور في العينة النهائية × حجم التخفيف × 100 × 100 × 100 / وزن العينة النباتية (غم) × 10 × 10 × 10^6

النسبة المئوية للبوتاسيوم (%)

تم تقدير البوتاسيوم في الجزء الخضري للنبات والبذور بواسطة جهاز اللهب Flame Photometer (Haynes،1980).

كمية الزنك (ملغم. كغم$^{-1}$)

تم تقدير نسبة الزنك في الجزء الخضري للنبات والبذور في مختبر كلية العلوم/ جامعة بغداد وحسب ما جاء في (Black، 1965)، بطريقة الهضم الرطب وتمت قراءة التراكيز باستعمال جهاز قياس الامتصاص الذري (Atomtc absorption Spectrometry).

3-6-5 التحليل الاحصائي

تم تحليل البيانات احصائيا باستعمال البرنامج الاحصائي Genstat، وقورنت المتوسطات بحسب اختبار أقل فرق معنوي L.S.D عند مستوى معنوي (0.05) (الراوي وخلف الله، 2000) .

4- النتائج Results

4-1- تأثير التسميد الحيوي والزنك النانوي في بعض صفات النمو الخضري

4-1-1 ارتفاع النبات (سم)

يشير جدول تحليل التباين في الملحق (1) إلى وجود فروق معنوية بين معاملات الزنك النانوي وتداخلها مع السماد الحيوي وعدم وجود فرق معنوي للتسميد الحيوي في صفة ارتفاع النبات. إذ أظهرت نتائج التحليل الاحصائي في الجدول (3) إلى عدم وجود فرق معنوي لمعاملات التسميد الحيوي في صفة أرتفاع النبات.

جدول (3) تأثير التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في صفة ارتفاع النبات (سم)

التسميد الحيوي	الزنك النانوي (ملغم. لتر$^{-1}$)			المتوسط
	0	50	100	
0	134.47	155.47	155.80	148.58
Azotovit	157.73	158.00	146.27	154.00
Phosphatovit	157.87	152.20	152.73	154.27
Azotovit+ Phosphatovit	144.73	157.33	156.00	152,69
LSD 0.05 للتداخل	7.82			LSD 0.05 للتسميد الحيوي
المتوسط	148.70	155.75	152.70	Ns
LSD 0.05 للزنك النانوي	3.91			

أما أثر إضافة الزنك النانوي فقد كان معنويًا، إذ تفوق تركيز 50 ملغم. لتر$^{-1}$ في صفة أرتفاع النبات بإعطاءة اعلى أرتفاع بلغ 155.75 سم قياسا إلى معاملة المقارنة والتي اعطت 148.7 سم وبنسبة زيادة بلغت 4.74 % .

ويلاحظ من الجدول ذاته تأثير التداخل بين الأسمدة الحيوية والزنك النانوي إلى وجود فرق معنوي لصفة إرتفاع النبات، فقد اعطت معاملة إضافة السماد الحيوي Azotovit وتركيز 50 ملغم. لتر$^{-1}$ من الزنك النانوي أعلى معدل للارتفاع النبات بلغ 158.00 سم قياسًا إلى معاملة عدم الاضافة لكل من السماد الحيوي والزنك النانوي بلغت 134.47سم .

4-1-2 عدد الأوراق (ورقة نبات$^{-1}$)

يشير جدول تحليل التباين في الملحق (1) إلى وجود فروق معنوية بين معاملات التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في صفة عدد الأوراق لنبات زهرة الشمس.

فقد أظهرت نتائج التحليل الاحصائي في الجدول(4) تفوق معاملة التسميد الحيوي Azotovit بأعطائها أعلى متوسط لصفة عدد الأوراق مقداره 36.52 ورقة نبات$^{-1}$ قياسا مع معاملة المقارنة التي اعطت 31.33 ورقة نبات$^{-1}$ وبنسبة زيادة مقدارها 16.57%، ولم تختلف معنويًا عن معاملة التسميد الحيوي Azotovit + Phosphatovit التي أعطت متوسط مقداره 36.39 ورقة نبات$^{-1}$.

جدول (4) تأثير التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في صفة عدد الأوراق (ورقة نبات$^{-1}$)

التسميد الحيوي	الزنك النانوي (ملغم. لتر$^{-1}$)			المتوسط
	0	50	100	
0	22.87	36.00	35.13	31.33
Azotovit	33.80	37.43	38.33	36.52
Phosphatovit	36.40	34.40	36.13	35.64
Azotovit+ Phosphatovit	36.67	36.67	35.83	36.39
LSD 0.05 للتداخل	4.41			LSD 0.05 للتسميد الحيوي
المتوسط	32.43	36.13	36.36	
LSD 0.05 للزنك النانوي	2.21			2.55

أما أثر إضافة الزنك النانوي فقد كان معنويًا، إذ تفوق تركيز 100 ملغم. لتر$^{-1}$ باعطائها أعلى متوسط بلغ 36.36 ورقة نبات$^{-1}$ بالمقارنة مع معاملة عدم الإضافة التي سجلت 32.43 ورقة نبات$^{-1}$ وبنسبة زيادة مقدارها 12.12%، ولم تختلف معنوياً عن تركيز 50 ملغم. لتر$^{-1}$ الذي اعطى 36.13 ورقة نبات$^{-1}$.

أما تأثير التداخل الثنائي بين التسميد الحيوي والزنك النانوي فقد أشارت نتائج الجدول نفسه، إلى أنّ أعلى عدد من الأوراق نتج عن التداخل بين معاملة التسميد الحيوي Azotovit وتركيز 100 ملغم. لتر$^{-1}$ من الزنك النانوي بلغ 38.33 ورقة نبات$^{-1}$ وأماّ أقل متوسط فقد سجلت عند معاملة عدم الإضافة لكليهما التي كانت 22.87 ورقة نبات$^{-1}$.

4-1-3 محتوى الأوراق من كلوروفيل a (ملغم. غم وزن طري$^{-1}$)

يشير جدول تحليل التباين في الملحق (1) إلى وجود فروق معنوية بين معاملات التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في صفة محتوى الأوراق من كلوروفيل a لنباتات زهرة الشمس.

فقد أظهرت نتائج التحليل الاحصائي في الجدول (5) تفوق معاملة التسميد الحيوي Azotovit بأعطائها أعلى متوسط لصفة محتوى الاوراق من كلوروفيل a مقداره 1.65 ملغم. غم وزن طري$^{-1}$ قياسًا مع معاملة المقارنة (بدون إضافة) التي سجلت 1.13 ملغم. غم وزن طري$^{-1}$ وبنسبة زيادة مقدارها 46.02 %.

أما أثر إضافة الزنك النانوي فقد كان معنويًا، إذ تفوق تركيز 100 ملغم. لتر$^{-1}$ لهذه الصفة باعطائها أعلى متوسط بلغ 1.60 ملغم. غم وزن طري$^{-1}$ بالمقارنة مع معاملة عدم الإضافة بلغت 1.10 ملغم. غم وزن طري$^{-1}$ وبنسبة زيادة مقدارها 45.45 %.

أما تأثير التداخل الثنائي بين التسميد الحيوي والزنك النانوي فقد أشارت نتائج الجدول نفسه، وجود فرقًا معنويًا لهذه الصفة، إذ كان أعلى متوسط عند معاملة التسميد الحيوي Azotovit وتركيز 100 ملغم. لتر$^{-1}$

من الزنك النانوي مقداره 2.25 ملغم. غم وزن طري$^{-1}$ فيما بلغت أقل متوسط مع معاملة المقارنة (عدم الإضافة) لكليهما التي اعطت 0.71 ملغم. غم وزن طري$^{-1}$.

جدول (5) تأثير التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في محتوى الاوراق من الكلوروفيل a (ملغم. غم وزن طري$^{-1}$)

التسميد الحيوي	الزنك النانوي (ملغم. لتر$^{-1}$)			المتوسط
	0	50	100	
0	0.71	1.35	1.34	1.13
Azotovit	1.23	1.49	2.25	1.65
Phosphatovit	1.18	1.32	1.42	1.31
Azotovit+ Phosphatovit	1.29	1.13	1.40	1.27
LSD 0.05 للتداخل	0.17			LSD 0.05 للتسميد الحيوي
المتوسط	1.10	1.32	1.60	
LSD 0.05 للزنك النانوي	0.09			0.10

4-1-4 محتوى الأوراق من كلوروفيل b (ملغم. غم وزن طري$^{-1}$)

يشير جدول تحليل التباين في الملحق (1) إلى وجود فروق معنوية بين معاملات الزنك النانوي وتداخلها مع السماد الحيوي وعدم وجود فرق معنوي للتسميد الحيوي في صفة محتوى الأوراق من كلوروفيل b لنباتات زهرة الشمس.

ويبين جدول (6) إلى عدم وجود فرق معنوي لمعاملات التسميد الحيوي. فيما أشارت نتائج التحليل الاحصائي إلى وجود فرق معنوي لكل تراكيز الزنك النانوي في صفة محتوى الأوراق من الكلوروفيل b لنباتات زهرة الشمس التي اعطت قيم محتوى الأوراق من الكلوروفيل b بلغت 0.47 و0.45 ملغم. غم وزن طري$^{-1}$

للتراكيز 50 و100 ملغم. لتر$^{-1}$ بالتتابع، بينما اعطت معاملة المقارنة (عدم الإضافة) أقل متوسط لهذه الصفة 0.36 ملغم. غم وزن طري$^{-1}$ وبنسبة زيادة مقدارها (30.56 و25 %) لكل منها بالتتابع.

كما يلاحظ من الجدول ذاته نتائج التداخل بين التسميد الحيوي والزنك النانوي وجود فرق معنوي لهذه الصفة، إذ كانت أعلى متوسط عند معاملة التسميد الحيوي Azotovit وتركيز 50 ملغم. لتر$^{-1}$ من الزنك النانوي بلغت 0.55 ملغم. غم وزن طري$^{-1}$ فيما سجلت معاملة المقارنة (عدم الإضافة لكليهما) أقل متوسط للتداخل بلغت 0.21 ملغم. غم وزن طري$^{-1}$.

جدول (6) تأثير التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في محتوى الاوراق من كلوروفيل b (ملغم. غم وزن طري$^{-1}$)

التسميد الحيوي	الزنك النانوي (ملغم. لتر$^{-1}$)			المتوسط
	0	50	100	
0	0.21	0.54	0.42	0.39
Azotovit	0.39	0.55	0.38	0.44
Phosphatovit	0.40	0.46	0.45	0.44
Azotovit+ Phosphatovit	0.46	0.32	0.53	0.44
LSD 0.05 للتداخل	0.13			LSD 0.05 للتسميد الحيوي
المتوسط	0.36	0.47	0.45	
LSD 0.05 للزنك النانوي	0.06			Ns

4-1-5 محتوى الأوراق من الكلوروفيل الكلي (ملغم. غم وزن طري$^{-1}$)

يشير جدول تحليل التباين في الملحق (1) إلى وجود فروق معنوية بين معاملات التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في صفة محتوى الاوراق من الكلوروفيل الكلي لنباتات زهرة الشمس.

فقد أظهرت نتائج التحليل الاحصائي في الجدول (7) تفوق معاملة التسميد الحيوي Azotovit بأعطائها أعلى متوسط لصفة محتوى الأوراق من الكلوروفيل الكلي مقداره 2.09 ملغم. غم وزن طري$^{-1}$ قياسًا مع معاملة المقارنة (بدون إضافة) التي سجلت 1.52 ملغم. غم وزن طري$^{-1}$ وبنسبة زيادة مقدارها 37.5%.

أماّ أثر إضافة الزنك النانوي فقد كان معنويًا، إذ تفوق تركيز 100 ملغم. لتر$^{-1}$ لهذه الصفة باعطائها أعلى متوسط بلغ 2.01 ملغم. غم وزن طري$^{-1}$ قياسا مع معاملة عدم الإضافة التي سجلت 1.58 ملغم. غم وزن طري$^{-1}$ وبنسبة زيادة مقدارها 27.22%.

كما يلاحظ من الجدول نفسه نتائج التداخل الثنائي بين التسميد الحيوي والزنك النانوي، الذي كان معنويًا لهذه الصفة، إذ كان أعلى متوسط عند معاملة التسميد الحيوي Azotovit وتركيز 100 ملغم. لتر$^{-1}$ من الزنك النانوي بلغت 2.63 ملغم. غم وزن طري$^{-1}$ فيما سجلت معاملة المقارنة (عدم الإضافة لكليهما) التي بلغت 0.92 ملغم. غم وزن طري$^{-1}$.

جدول (7) تأثير التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في محتوى الأوراق من الكلوروفيل الكلي (ملغم. غم وزن طري$^{-1}$)

التسميد الحيوي	الزنك النانوي(ملغم. لتر$^{-1}$)			المتوسط
	0	50	100	
0	0.92	1.89	1.76	1.52
Azotovit	1.61	2.04	2.63	2.09
Phosphatovit	2.00	1.77	1.74	1.84
Azotovit+ Phosphatovit	1.80	1.45	1.92	1.72
LSD 0.05 للتداخل	0.49			LSD 0.05 للتسميد الحيوي
المتوسط	1.58	1.79	2.01	
LSD 0.05 للزنك النانوي	0.24			0.28

4-1-6 قطر الساق (ملم)

يشير جدول تحليل التباين في الملحق (1) إلى وجود فروق معنوية بين معاملات التسميد الحيوي وتداخلها مع السماد النانوي وعدم وجود فرق معنوي للتسميد النانوي في صفة قطر الساق.

فقد أظهرت نتائج التحليل الاحصائي في الجدول (8) تفوق معاملة التسميد الحيوي Azotovit بإعطائها أعلى متوسط لصفة قطر الساق مقداره 25.86 ملم قياسًا بمعاملة المقارنة التي اعطت 23.77 ملم وبنسبة زيادة مقدارها 8.79% ولم تختلف معنويًا عن معاملتي التسميد الحيوي Phosphatovit و Azotovit + Phosphatovit اللتان أعطتا متوسطين بلغا (24.57 و25.75 ملم) بالتتابع.

ويُبين الجدول إلى عدم وجود تأثير معنوي لمعاملة الزنك النانوي في صفة قطر الساق، أما تأثير التداخل الثنائي بين التسميد الحيوي والزنك النانوي فقد أشارت نتائج الجدول إلى وجود فرق معنوي لصفة قطر الساق حيث كان أعلى متوسط عند إضافة التسميد الحيوي Azotovit وتركيز 50 ملغم. لتر$^{-1}$ من الزنك النانوي بلغت 26.79 ملم قياسًا بمعاملة المقارنة (عدم الإضافة) لكليهما والتي بلغت 19.69 ملم.

جدول (8) تأثير التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في قطر الساق (ملم)

التسميد الحيوي	الزنك النانوي (ملغم. لتر$^{-1}$)			المتوسط
	0	50	100	
0	19.69	25.45	26.18	23.77
Azotovit	25.77	26.79	25.02	25.86
Phosphatovit	25.16	24.44	24.10	24.57
Azotovit + Phosphatovit	26.13	24.79	26.34	25.75
LSD 0.05 للتداخل	3.00			LSD 0.05 للتسميد الحيوي
المتوسط	24.19	25.37	25.41	
LSD 0.05 للزنك النانوي	Ns			1.73

4-1-7 قطر القرص (سم)

يشير جدول تحليل التباين في الملحق (1) إلى وجود فروق معنوية بين معاملات التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في صفة قطر القرص لنباتات زهرة الشمس.

ويتضح من جدول (9) إنّ إضافة التسميد الحيوي له تاثير معنوي على صفة قطر القرص، إذ بلغ قطر القرص عند إضافة التسميد الحيوي Azotovit 29.19 سم قياسًا بمعاملة عدم الإضافة التي بلغت 27.26 سم وبنسبة زيادة مقدارها 7.1% ولم تختلف معنويًا عن معاملتي التسميد الحيوي (Phosphatovit و Azotovit + Phosphatovit) اللتان أعطتا متوسطين بلغا 28.73 و28.44 سم لكل منها بالتتابع.

جدول (9) تأثير التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في قطر القرص (سم)

التسميد الحيوي	الزنك النانوي (ملغم. لتر$^{-1}$)			المتوسط
	0	50	100	
0	22.80	29.27	29.70	27.26
Azotovit	28.40	30.93	28.23	29.19
Phosphatovit	28.87	29.07	28.27	28.73
Azotovit + Phosphatovit	29.13	27.47	28.73	28.44
LSD 0.05 للتداخل	2.49			LSD 0.05 للتسميد الحيوي
المتوسط	27.30	29.18	28.73	
LSD 0.05 للزنك النانوي	1.24			1.44

كما يشير الجدول ذاته الى تأثير الزنك النانوي في هذه الصفة، إذ تفوق تركيز 50 ملغم. لتر$^{-1}$ من الزنك النانوي في صفة قطر القرص بإعطائها أعلى متوسط مقداره 29.18 سم التي لم تختلف معنويًا عن

تركيز 100 ملغم. لتر$^{-1}$ من الزنك النانوي 28.73 سم فيما كانت أقل متوسط عند معاملة (عدم الإضافة) التي سجلت أقل قيمة بلغت 27.30 سم وبنسبة زيادة مقدارها 6.89 % .

أما أثر التداخل بين التسميد الحيوي والزنك النانوي فيظهر من الجدول وجود فرق معنوي لتداخل السماد الحيوي مع السماد النانوي، إذ تفوقت معاملة اضافة السماد الحيوي Azotovit و تركيز 50 ملغم. لتر$^{-1}$ من الزنك النانوي بأعطائها أعلى متوسط لقطر القرص 30.93 سم فيما كانت أقل متوسط عند معاملة المقارنة (عدم الإضافة لكليهما) وبقيمه بلغت 22.80 سم .

4-1-8 المساحة الورقية (م^2)

يشير جدول تحليل التباين في الملحق (1) إلى وجود فروق معنوية بين معاملات التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في صفة المساحة الورقية.

جدول (10) تأثير التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في المساحة الورقية (م^2)

التسميد الحيوي	الزنك النانوي (ملغم. لتر$^{-1}$)			المتوسط
	0	50	100	
0	0.482	0.640	0.614	0.579
Azotovit	0.627	0.745	0.743	0.705
Phosphatovit	0.614	0.702	0.580	0.632
Azotovit + Phosphatovit	0.649	0.688	0.660	0.666
LSD 0.05 للتداخل	0.073			LSD 0.05 للتسميد الحيوي
المتوسط	0.593	0.694	0.649	
LSD 0.05 للزنك النانوي	0.037			0.042

إذ أظهرت نتائج التحليل الاحصائي في الجدول (10) إنّ معاملة التسميد الحيوي له تاثير معنوي على صفة المساحة الورقية، فقد بلغت المساحة الورقية عند إضافة التسميد الحيوي Azotovit 0.705 م^2 قياسًا بمعاملة عدم الإضافة التي سجلت 0.579 م^2 وبنسبة زيادة مقدارها 21.76 %.

كما تشير نتائج الجدول ذاته إلى تأثير الرش بالزنك النانوي في هذه الصفة، إذ تفوق تركيز 50 ملغم. لتر$^{-1}$ من الزنك النانوي في صفة المساحة الورقية للنبات باعطائها أعلى متوسط مقداره 0.694 م^2 فيما كانت أقل متوسط مع معاملة عدم الاضافة والتي سجلت 0.593 م^2 وبنسبة زيادة مقدارها 17.03 %.

أماّ تأثير التداخل بين التسميد الحيوي والزنك النانوي فقد كان واضحًا في هذه الصفة، إذ يلاحظ من نتائج الجدول ذاته إستجابة هذه الصفة لإضافة التسميد الحيوي والزنك النانوي، فقد حققت معاملة التداخل السماد الحيوي Azotovit وتركيز 50 ملغم. لتر$^{-1}$ من الزنك النانوي أعلى متوسط بلغت 0.745 م^2 ولم تختلف معنويًا عن معاملة التداخل بين التسميد الحيوي Azotovit وتركيز 100 ملغم. لتر$^{-1}$ من الزنك النانوي 0.743 م^2 في حين كانت أقل متوسط بلغت 0.482 م^2 عند معاملة المقارنة (عدم الإضافة لكليهما).

4-1-9 دليل المساحة الورقية

يشير جدول تحليل التباين في الملحق (1) الى وجود فروق معنوية بين معاملات التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في صفة دليل المساحة الورقية.

وتُبين نتائج التحليل الاحصائي في الجدول (11) إنّ إضافة التسميد الحيوي له تاثير معنوي على صفة دليل المساحة الورقية، إذ بلغ دليل المساحة الورقية لنبات زهرة الشمس عند إضافة التسميد الحيوي Azotovit 3.92 فيما كانت أقل متوسط عند معاملة المقارنة التي سجلت 3.09 وبنسبة زيادة مقدارها 26.86 %.

وتُبين النتائج المذكورة في الجدول نفسه وجود تأثير معنوي للتسميد النانوي، إذ تفوق تركيز 50 ملغم. لتر$^{-1}$ من الزنك النانوي في صفة دليل المساحة الورقية للنبات باعطائها اعلى متوسط مقداره 3.70 فيما كانت أقل متوسط مع معاملة عدم الإضافة والتي اعطت 3.24 وبنسبة زيادة مقدارها 14.20 %.

جدول (11) تأثير التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في دليل المساحة الورقية

التسميد الحيوي	الزنك النانوي (ملغم. لتر$^{-1}$)			المتوسط
	0	50	100	
0	2.57	3.41	3.27	3.09
Azotovit	3.62	3.97	4.17	3.92
Phosphatovit	3.28	3.74	3.09	3.37
Azotovit+ Phosphatovit	3.47	3.67	3.52	3.55
LSD 0.05 للتداخل	0.32			LSD 0.05 للتسميد الحيوي
المتوسط	3.24	3.70	3.51	
LSD 0.05 للزنك النانوي	0.16			0.18

أما تأثير التداخل بين التسميد الحيوي والزنك النانوي فقد كان واضحًا في هذه الصفة، إذ يلاحظ من نتائج الجدول إستجابة هذه الصفة لإضافة التسميد الحيوي والزنك النانوي، فقد حققت معاملة التداخل بين السماد الحيوي Azotovit وتركيز 100 ملغم. لتر$^{-1}$ من الزنك النانوي أعلى متوسط بلغت 4.17 فيما سجلت أقل متوسط مع معاملة المقارنة بلغت (2.57).

4-1-10 الوزن الطري للأوراق (غم)

يشير جدول تحليل التباين في الملحق (1) إلى وجود فروق معنوية بين معاملات الزنك النانوي وتداخلها مع السماد الحيوي وعدم وجود فرق معنوي للتسميد الحيوي في صفة الوزن الطري للأوراق (غم).

ويتضح من جدول التحليل الاحصائي (12) إنّ إضافة التسميد الحيوي لا يوجد له تأثير معنوي في صفة الوزن الطري للأوراق. كما يشير الجدول ذاته إلى تأثير الزنك النانوي اذ تفوق تركيز 100 ملغم. لتر$^{-1}$ من الزنك النانوي في صفة الوزن الطري للأوراق باعطائها أعلى متوسط مقداره 202.4 غم التي لم تختلف معنويًا

عن تركيز 50 ملغم. لتر$^{-1}$ من الزنك النانوي 198.4 غم فيما كانت أقل متوسط مع معاملة المقارنة (عدم الإضافة) والتي سجلت 169.3 غم وبنسبة زيادة مقدارها 19.6 %.

جدول (12) تأثير التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في الوزن الطري للأوراق (غم)

التسميد الحيوي	الزنك النانوي (ملغم. لتر$^{-1}$)			المتوسط
	0	50	100	
0	121.3	195.0	209.0	175.1
Azotovit	192.3	211.3	184.8	196.1
Phosphatovit	179.8	198.7	207.0	195.1
Azotovit+ Phosphatovit	184.0	188.8	209.0	193.9
LSD 0.05 للتداخل	42.9			LSD 0.05 للتسميد الحيوي
المتوسط	169.3	198.4	202.4	
LSD 0.05 للزنك النانوي	21.4			Ns

أما أثر التداخل بين التسميد الحيوي والزنك النانوي فيظهر من الجدول تأثيرًا واضحًا في صفة الوزن الطري للأوراق، إذ كان أعلى وزن الطري 211.3 غم كنتيجة لتداخل السماد الحيوي Azotovit وتركيز 50 ملغم. لتر$^{-1}$ من الزنك النانوي، في حين كان اقل وزن طري لهذا التداخل 121.3 غم ناتج من معاملة عدم الاضافة لكليهما.

4-1-11 الوزن الطري للقرص (غم)

يشير جدول تحليل التباين في الملحق (1) إلى وجود فروق معنوية بين معاملات التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في صفة الوزن الطري للقرص لنباتات زهرة الشمس.

أظهرت نتائج التحليل الاحصائي في الجدول (13) إنّ اضافة التسميد الحيوي له تاثير معنوي على صفة الوزن الطري للقرص، إذ بلغ الوزن الطري لقرص نبات زهرة الشمس عند إضافة التسميد الحيوي Azotovit 460.5 غم قياسًا بمعاملة عدم الإضافة التي سجلت 406.4 غم وبنسبة زيادة مقدارها 13.31 %.

كما تشير نتائج الجدول ذاته إلى تأثير الزنك النانوي، إذ تفوق تركيز 100 ملغم. لتر$^{-1}$ من الزنك النانوي في صفة الوزن الطري للقرص باعطائها أعلى متوسط مقداره 461.1 غم فيما كانت أقل متوسط مع معاملة عدم الإضافة التي سجلت 375.0 غم وبنسبة زيادة مقدارها 22.96 %.

أما تأثير التداخل بين التسميد الحيوي والزنك النانوي فقد كان واضحًا في هذه الصفة، إذ يلاحظ من نتائج الجدول ذاته إستجابة هذه الصفة لإضافة التسميد الحيوي والزنك النانوي فقد حققت معاملة التداخل السماد الحيوي Azotovit وتركيز 50 ملغم. لتر$^{-1}$ من الزنك النانوي أعلى متوسط بلغت 533.5 غم فيما كانت أقل متوسط مع معاملة المقارنة (عدم الإضافة لكليهما) التي بلغت 243.3 غم.

جدول (13) تأثير التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في الوزن الطري للقرص (غم)

التسميد الحيوي	الزنك النانوي (ملغم. لتر$^{-1}$)			المتوسط
	0	50	100	
0	243.3	454.5	521.5	406.4
Azotovit	402.5	533.5	445.5	460.5
Phosphatovit	418.8	399.5	425.0	414.4
Azotovit + Phosphatovit	435.2	410.0	452.5	432.6
LSD 0.05 للتداخل	42.2			LSD 0.05 للتسميد الحيوي
المتوسط	375.0	449.4	461.1	
LSD 0.05 للزنك النانوي	21.1			24.4

4-1-12- الوزن الطري الكلي للنبات (ميكاغرام . هـ$^{-1}$)

يشير جدول تحليل التباين في الملحق (1) إلى وجود فروق معنوية بين معاملات التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في صفة الوزن الطري الكلي للنبات.

إذ أظهرت نتائج التحليل الاحصائي في الجدول (14) إنّ إضافة التسميد الحيوي له تأثير معنوي على صفة الوزن الطري الكلي، فقد بلغ الوزن الطري الكلي عند إضافة التسميد الحيوي Azotovit 54.99 ميكاغرام. هـ$^{-1}$ مقارنة بمعاملة عدم الإضافة التي سجلت 47.29 ميكاغرام. هـ$^{-1}$ وبنسبة زيادة مقدارها 16.28 %.

كما يشير الجدول ذاته إلى تأثير الرش بالزنك النانوي اذ تفوق تركيز 50 ملغم. لتر$^{-1}$ من الزنك النانوي في صفة الوزن الطري الكلي للنبات باعطائها أعلى متوسط مقداره 56.05 ميكاغرام. هـ$^{-1}$ التي لم تختلف معنويًا عن تركيز 100 ملغم. لتر$^{-1}$ من الزنك النانوي 54.43 ميكاغرام. هـ$^{-1}$ فيما كانت أقل متوسط مسجلة عند معاملة عدم الاضافة والتي سجلت 47.12 ميكاغرام. هـ$^{-1}$ وبنسبة زيادة مقدارها 18.95 % عن معاملة المقارنة.

جدول (14) تأثير التسميد الحيوي والزنك الناوي والتداخل بينهما في الوزن الطري الكلي للنبات (ميكاغرام. هـ$^{-1}$)

التسميد الحيوي	الزنك النانوي (ملغم. لتر$^{-1}$)			المتوسط
	0	50	100	
0	30.30	52.80	58.77	47.29
Azotovit	49.27	63.97	51.73	54.99
Phosphatovit	54.36	53.10	52.47	53.31
Azotovit + Phosphatovit	54.57	54.33	54.73	54.54
LSD 0.05 للتداخل	6.43			LSD 0.05 للتسميد الحيوي
المتوسط	47.12	56.05	54.43	
LSD 0.05 للزنك النانوي	3.22			3.72

وأما تأثير التداخل بين التسميد الحيوي والزنك النانوي فقد كان واضحًا في هذه الصفة، إذ يلاحظ من نتائج الجدول إستجابة هذه الصفة لإضافة التسميد الحيوي والزنك النانوي فقد حققت معاملة التداخل السماد الحيوي Azotovit وتركيز 50 ملغم. لتر$^{-1}$ من الزنك النانوي أعلى متوسط بلغت 63.97 ميكاغرام. هـ$^{-1}$، في حين كانت أقل متوسط عند معاملة المقارنة بلغت 30.30 ميكاغرام. هـ$^{-1}$.

4-1-13 الوزن الجاف للأوراق (غم)

يشير جدول تحليل التباين في الملحق (2) إلى وجود فروق معنوية بين معاملات التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في صفة وزن المادة الجافة للأوراق (غم).

ويتضح من جدول التحليل الاحصائي (15) فقد تميزت معاملة التسميد الحيوي المنفرد Azotovit باعطائها أعلى متوسط لوزن المادة الجاف للأوراق 39.26 غم قياسا بمعاملة عدم الإضافة التي سجلت 31.50 غم وبنسبة زيادة بلغت 24.63 %.

جدول (15) تأثير التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في صفة الوزن الجاف للأوراق (غم)

التسميد الحيوي	الزنك النانوي (ملغم. لتر$^{-1}$)			المتوسط
	0	50	100	
0	25.47	33.87	35.17	31.50
Azotovit	37.57	41.70	38.50	39.26
Phosphatovit	39.33	39.50	26.67	35.17
Azotovit+ Phosphatovit	33.67	37.37	32.23	34.42
LSD 0.05 للتداخل	8.8			LSD 0.05 للتسميد الحيوي
المتوسط	34.01	38.11	33.14	
LSD 0.05 للزنك النانوي	4.4			5.1

كما يشير الجدول ذاته إلى تأثير التسميد النانوي، اذ تفوق تركيز 50 ملغم. لتر$^{-1}$ من الزنك النانوي في صفة وزن المادة الجاف للأوراق باعطائها أعلى متوسط مقداره 38.11 غم في ما كان أقل متوسط عند تركيز 100 ملغم. لتر$^{-1}$ من الزنك النانوي بلغت 33.14 غم وبنسبة زيادة مقدارها 12.1 %.

وأما أثر التداخل بين التسميد الحيوي والزنك النانوي، فيظهر من الجدول تأثيرًا واضحًا في صفة وزن المادة الجافة للأوراق، إذ كان أعلى وزن الجاف لهذه الصفة 41.70 غم كنتيجة لتداخل السماد الحيوي Azotovit وتركيز 50 ملغم.لتر$^{-1}$ من الزنك النانوي، في حين كان أقل وزن جاف لهذا التداخل 25.47 غم ناتج من معاملة عدم الإضافة لكليهما.

4-1-14 الوزن الجاف للقرص (غم)

يشير جدول تحليل التباين في الملحق (2) إلى وجود فروق معنوية بين معاملات التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في صفة وزن المادة الجافة للقرص لنباتات زهرة الشمس.

فقد اظهرت نتائج التحليل الاحصائي في الجدول (16) إنّ إضافة التسميد الحيوي له تاثير معنوي على صفة وزن المادة الجافة للقرص، إذ بلغ الوزن الجاف لقرص نبات زهرة الشمس، عند إضافة التسميد الحيوي Azotovit 88.8 غم قياسا بمعاملة عدم الإضافة التي بلغت72.9غم وبنسبة زيادة مقدارها 21.81 %.

كما تشير نتائج الجدول المذكورة في تأثير التسميد النانوي إذ تفوق تركيز 100 ملغم. لتر$^{-1}$ من الزنك النانوي في صفة الوزن الجاف للقرص باعطائها أعلى متوسط مقداره 89.3 غم فيما كانت أقل متوسط مع معاملة عدم الإضافة التي سجلت 74.0 غم وبنسبة زيادة مقدارها 20.68 %.

وأما تأثير التداخل بين التسميد الحيوي والزنك النانوي، فقد كان واضحًا في هذه الصفة، إذ يلاحظ من نتائج الجدول استجابة هذه الصفة لإضافة التسميد الحيوي والزنك النانوي، فقد حققت معاملة التداخل السماد الحيوي Azotovit وتركيز 50 ملغم. لتر$^{-1}$ من الزنك النانوي أعلى متوسط بلغت 98.7 غم، في حين كانت أقل متوسط بلغت 53.2 غم عند معاملة المقارنة.

جدول (16) تأثير التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في صفة الوزن الجاف للقرص (غم)

التسميد الحيوي	الزنك النانوي (ملغم. لتر$^{-1}$)			المتوسط
	0	50	100	
0	53.2	79.3	86.1	72.9
Azotovit	81.4	98.7	86.3	88.8
Phosphatovit	77.4	82.6	92.9	84.3
Azotovit + Phosphatovit	83.9	83.8	91.7	86.5
LSD 0.05 للتداخل	14.8			LSD 0.05 للتسميد الحيوي
المتوسط	74.0	86.1	89.3	
LSD 0.05 للزنك النانوي	7.4			8.5

4-2- تأثير التسميد الحيوي والزنك النانوي في بعض صفات الحاصل ومكوناته

4-2-1 عدد البذور في القرص (بذرة قرص$^{-1}$)

يشير جدول تحليل التباين في الملحق (2) إلى وجود فرق معنوي بين معاملات التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في صفة عدد البذور في القرص لنبات زهرة الشمس.

كما وضح ذلك نتائج التحليل الاحصائي في الجدول (17) تفوق معاملة التسميد الحيوي Azotovit بأعطائها أعلى متوسط لصفة عدد البذور في القرص مقداره 1224 بذرة قرص$^{-1}$ قياسا إلى معاملة المقارنة (بدون إضافة) التي اعطت أقل متوسط بلغت 1133 بذرة قرص$^{-1}$ وبنسبة زيادة مقدارها 8.03 %.

وأدتّ إضافة مستويات الزنك النانوي (50 و100 ملغم. لتر$^{-1}$) إلى زيادة في عدد البذور في القرص قياسًا إلى معاملة عدم الإضافة بنسب قدرها (8.12 و15.22 %) لكل منها على التوالي.

وأما تأثير التداخل بين التسميد الحيوي والزنك النانوي فقد أشارت نتائج الجدول إلى إنّ أعلى عدد من البذور في القرص نتج عن التداخل بين التسميد الحيوي Azotovit وتركيز 50 ملغم. لتر$^{-1}$ من الزنك النانوي مقدارة 1356 بذرة قرص$^{-1}$ بينما حقق التداخل انخفاضًا في عدد البذور في القرص في معاملة عدم الإضافة لكليهما مقدارها 921 بذرة قرص$^{-1}$.

جدول (17) تاثير التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في عدد البذور بالقرص (بذرة قرص$^{-1}$)

التسميد الحيوي	الزنك النانوي (ملغم. لتر$^{-1}$)			المتوسط
	0	50	100	
0	921	1176	1301	1133
Azotovit	1109	1356	1208	1224
Phosphatovit	1172	1107	1234	1171
Azotovit + Phosphatovit	1133	1050	1253	1145
LSD 0.05 للتداخل	106.0			LSD 0.05 للتسميد الحيوي
المتوسط	1084	1172	1249	
LSD 0.05 للزنك النانوي	53.0			61.2

4-2-2 وزن 1000 بذرة (غم)

يشير جدول تحليل التباين في الملحق (2) إلى وجود فرق معنوي بين معاملات التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في صفة وزن 1000 بذرة لنبات زهرة الشمس.

فقد أظهرت نتائج التحليل الاحصائي في الجدول (18) تفوق معاملة التسميد الحيوي Azotovit بإعطائها أعلى متوسط لصفة وزن 1000 بذرة مقداره 74.59 غم التي لم تختلف معنويًا عن معاملة التسميد

الحيوي المزدوج (Azotovit+Phosphatovit) التي أعطت متوسط بلغا 74.24 غم، في حين اعطت معاملة المقارنة بدون اضافة أقل فرق معنوي مقداره 63.04 غم.

ويُبين الجدول ذاته إلى إن اضافة مستويات الزنك النانوي (50 و100 ملغم. لتر$^{-1}$) أدىّ إلى زيادة وزن 1000 بذرة بالقرص قياسًا إلى معاملة عدم الإضافة بنسب قدرها (11.24 و 9.05 %) لكل منها على التوالي.

أماّ تأثير التداخل الثنائي بين التسميد الحيوي والزنك النانوي فقد كان واضحًا في هذه الصفة، إذ يلاحظ من نتائج الجدول استجابة هذه الصفة لإضافة التسميد الحيوي والزنك النانوي، فقد حققت معاملة التداخل السماد الحيوي Azotovit وتركيز 50 ملغم. لتر$^{-1}$ من الزنك النانوي أعلى متوسط بلغت 79.91 غم، في حين كانت أقل متوسط بلغت 54.96 غم عند معاملة المقارنة عدم الإضافة لكليهما.

جدول (18) تاثير التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في وزن 1000 بذرة (غم)

التسميد الحيوي	الزنك النانوي (ملغم. لتر$^{-1}$)			المتوسط
	0	50	100	
0	54.96	66.91	67.26	63.04
Azotovit	68.62	79.91	75.23	74.59
Phosphatovit	64.80	71.59	70.24	68.87
Azotovit + Phosphatovit	74.58	74.10	74.03	74.24
LSD 0.05 للتداخل	2.60			LSD 0.05 للتسميد الحيوي
المتوسط	65.74	73.13	71.69	
LSD 0.05 للزنك النانوي	1.30			1.50

4-2-3 النسبة المئوية للإخصاب (%)

يشير جدول تحليل التباين في الملحق (2) الى وجود فروق معنوية لمعاملات إضافة التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في صفة النسبة المئوية للإخصاب في بذور القرص لنباتات زهرة الشمس.

أذ تشير نتائج التحليل الإحصائي في الجدول (19) وضمن معاملات التسميد الحيوي المنفرد الى تفوق معاملتي التسميد المنفرد Azotovit و Phosphatovit في اعطاء أعلى متوسط لنسبة الإخصاب 90.2 و88.7 % على التوالي، في حين اعطت معاملة المقارنة بدون اضافة أقل متوسط لهذه الصفة اذ بلغت 82.9 % .

كما يشير الجدول ذاته الى تأثير التسميد النانوي اذ تفوق تركيز 100 ملغم. لتر$^{-1}$ من الزنك النانوي في صفة النسبة المئوية للإخصاب بأعطائها أعلى متوسط مقداره 89.4 % والتي لم تختلف معنويا عن تركيز 50 ملغم. لتر$^{-1}$ من الزنك النانوي 89.2 % فيما كانت أقل قيمة مع معاملة عدم الإضافة والتي سجلت 83.3 %.

جدول (19) تاثير التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في النسبة المئوية للإخصاب (%)

التسميد الحيوي	الزنك النانوي (ملغم. لتر$^{-1}$)			المتوسط
	0	50	100	
0	68.3	89.8	90.5	82.9
Azotovit	90.1	90.3	90.1	90.2
Phosphatovit	88.0	88.4	89.8	88.7
Azotovit + Phosphatovit	86.8	88.4	87.2	87.5
LSD 0.05 للتداخل	4.4			LSD 0.05 للتسميد الحيوي
المتوسط	83.3	89.2	89.4	
LSD 0.05 للزنك النانوي	2.2			2.5

اما تأثير التداخل بين التسميد الحيوي والزنك النانوي فقد كان واضحًا في هذه الصفة، إذ يلاحظ من نتائج الجدول استجابة هذه الصفة لإضافة التسميد الحيوي والزنك النانوي، فقد حققت معاملة التداخل بين المستوى الاول من السماد الحيوي وتركيز 100 ملغم. لتر$^{-1}$ من الزنك النانوي أعلى متوسط بلغت 90.5 % التي لم تختلف معنويًا عن معاملات التداخل بأستثناء معاملة المقارنة (عدم الإضافة) بلغت 68.3 %.

4-2-4 حاصل النبات الواحد (غم نبات$^{-1}$)

يشير جدول تحليل التباين في الملحق (2) إلى وجود فروق معنوية بين معاملات التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في صفة حاصل النبات الواحد (غم) لنباتات زهرة الشمس.

ويُبين جدول التحليل الاحصائي (20) تفوق معاملات التسميد الحيوي بإعطائها أعلى متوسط لصفة حاصل النبات الواحد التي بلغت 82.30 و73.56 و73.42غم نبات$^{-1}$ لكل من معاملات التسميد الحيوي Azotovit و Phosphatovit وAzotovit + Phosphatovit على التتابع، بينما اعطت معاملة عدم الإضافة لصفة حاصل النبات الواحد بلغت 71.76 غم نبات$^{-1}$ وبنسبة زيادة مقدارها (14.69 و 2.51 و 2.31 %) لكل منها على الترتيب.

كما يشير الجدول ذاته إلى تأثير التسميد النانوي، إذ تفوق تركيز 50 ملغم. لتر$^{-1}$ من الزنك النانوي في صفة حاصل النبات الواحد باعطائها أعلى متوسط مقداره 79.02 غم فيما كانت أقل قيمة مع معاملة عدم الاضافة التي سجلت 69.29 غم وبنسبة زيادة مقدارها 14.1 %.

أما أثر التداخل بين التسميد الحيوي والزنك النانوي فظهر من الجدول تأثيراً واضحًا في هذه الصفة، إذ كان أعلى وزن لحاصل النبات الواحد 85.50 غم كنتيجة لتداخل السماد الحيوي Azotovit و تركيز 50 ملغم. لتر$^{-1}$ من الزنك النانوي، في حين كان أقل متوسط لهذا التداخل 51.60 غم ناتج من معاملة عدم الإضافة لكليهما.

جدول (20) تاثير التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في حاصل النبات الواحد (غم. نبات$^{-1}$)

التسميد الحيوي	الزنك النانوي (ملغم. لتر$^{-1}$)			المتوسط
	0	50	100	
0	51.60	79.97	83.70	71.76
Azotovit	83.80	85.50	77.60	82.30
Phosphatovit	69.97	74.05	76.67	73.56
Azotovit + Phosphatovit	71.80	76.57	71.90	73.42
LSD 0.05 للتداخل	4.95			LSD 0.05 للتسميد الحيوي
المتوسط	69.29	79.02	77.47	2.86
LSD 0.05 للزنك النانوي	2.48			

4-2-5 حاصل البذور الكلي (ميكاغرام. هـ$^{-1}$)

يشير جدول تحليل التباين في الملحق (2) إلى وجود فروق معنوية بين معاملات التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في صفة حاصل النبات الكلي لنباتات زهرة الشمس مقدرا (بالميكاغرام .هـ$^{-1}$).

فقد أكدت نتائج التحليل الاحصائي في الجدول (21) إنّ إضافة التسميد الحيوي له تاثير معنوي على صفة حاصل النبات الكلي حيث بلغ الحاصل الكلي لنبات زهرة الشمس، وعند إضافة التسميد الحيوي Azotovit 4.39 ميكاغرام. هـ$^{-1}$، في حين كانت أقل متوسط عند معاملة مقارنة عدم الإضافة التي بلغت 3.83 ميكاغرام. هـ$^{-1}$ وبنسبة زيادة مقدارها (14.62%).

كما يشير الجدول ذاته إلى تأثير التسميد النانوي، إذ تفوق تركيز 50 ملغم. لتر$^{-1}$ من الزنك النانوي في صفة الحاصل الكلي للنبات باعطائها أعلى متوسط مقداره 4.22 ميكاغرام. هـ$^{-1}$ التي لم تختلف معنويًا عن

تركيز 100 ملغم. لتر$^{-1}$ من الزنك النانوي 4.13 ميكاغرام. هـ$^{-1}$ فيما كانت أقل قيمة مع معاملة عدم الإضافة 3.70 ميكاغرام. هـ$^{-1}$ وبنسبة زيادة مقدارها 14.05 %.

جدول (21) تاثير التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في حاصل البذور الكلي(ميكاغرام.هـ$^{-1}$)

التسميد الحيوي	الزنك النانوي (ملغم. لتر$^{-1}$)			المتوسط
	0	50	100	
0	2.75	4.27	4.46	3.83
Azotovit	4.47	4.56	4.14	4.39
Phosphatovit	3.73	3.95	4.09	3.92
Azotovit + Phosphatovit	3.83	4.08	3.83	3.92
LSD 0.05 للتداخل	0.26			LSD 0.05 للتسميد الحيوي
المتوسط	3.70	4.22	4.13	
LSD 0.05 للزنك النانوي	0.13			0.15

وأما تأثير التداخل بين التسميد الحيوي والزنك النانوي فقد كان واضحًا في هذه الصفة، إذ يلاحظ من نتائج الجدول استجابة هذه الصفة لإضافة التسميد الحيوي والزنك النانوي، فقد حققت معاملة التداخل بين السماد الحيوي Azotovit وتركيز 50 ملغم. لتر$^{-1}$ من الزنك النانوي أعلى متوسط بلغت 4.56 ميكاغرام. هـ$^{-1}$، في حين كانت أقل متوسط بلغ 2.75 ميكاغرام. هـ$^{-1}$عند معاملة المقارنة عدم الإضافة لكليهما.

4-2-6 الحاصل الحيوي (ميكاغرام.هـ$^{-1}$)

يشير جدول تحليل التباين في الملحق (2) إلى وجود فروق معنوية بين معاملات الزنك النانوي وتداخلها مع السماد الحيوي وعدم وجود فرق معنوي للتسميد الحيوي في صفة الحاصل الحيوي (ميكاغرام.هـ$^{-1}$).

ويتضح من جدول التحليل الاحصائي (22) أنّ إضافة التسميد الحيوي لا يوجد له تأثير معنوي في صفة الحاصل الحيوي لنباتات زهرة الشمس.

كما يشير الجدول ذاته تأثير التسميد النانوي، اذ تفوق تركيز 50 ملغم. لتر$^{-1}$ من الزنك النانوي في صفة الحاصل الحيوي للنبات باعطائها اعلى متوسط مقداره 10.0 ميكاغرام. هـ$^{-1}$ التي لم تختلف معنويًا عن تركيز 100 ملغم. لتر$^{-1}$ من الزنك النانوي 9.9 ميكاغرام. هـ$^{-1}$ فيما كانت أقل متوسط مع معاملة عدم الإضافة بلغت 9.2 ميكاغرام. هـ$^{-1}$ وبنسبة زيادة مقدارها 8.7 %.

أما تأثير التداخل بين التسميد الحيوي والزنك النانوي فقد كان واضحًا في هذه الصفة، إذ يلاحظ من نتائج الجدول استجابة هذه الصفة لاضافة التسميد الحيوي والزنك النانوي، فقد حققت معاملة التداخل السماد الحيوي Azotovit وتركيز 50 ملغم. لتر$^{-1}$ من الزنك النانوي أعلى متوسط بلغ 11.3 ميكاغرام. هـ$^{-1}$ في حين كانت إقل متوسط بلغ 8.7 ميكاغرام. هـ$^{-1}$ عند معاملة المقارنة.

جدول (22) تاثير التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في الحاصل الحيوي (ميكاغرام.هـ$^{-1}$)

التسميد الحيوي	الزنك النانوي (ملغم. لتر$^{-1}$)			المتوسط
	0	50	100	
0	8.7	9.1	10.2	9.3
Azotovit	9.0	11.3	9.5	9.9
Phosphatovit	9.5	9.8	9.3	9.5
Azotovit + Phosphatovit	9.5	9.8	10.7	10.0
LSD 0.05 للتداخل	0.6			LSD 0.05 للتسميد الحيوي
المتوسط	9.2	10.0	9.9	
LSD 0.05 للزنك النانوي	0.3			Ns

4-2-7 دليل الحصاد(%)

يشير جدول تحليل التباين في الملحق (2) الى وجود فروق معنوية بين معاملات التسميد الحيوي والتداخل وعدم وجود فرق معنوي في معاملات الزنك النانوي في صفة دليل الحصاد لنباتات زهرة الشمس.

كما وضح ذلك في نتائج التحليل الاحصائي المذكور في الجدول (23) تفوق معاملة التسميد الحيوي Azotovit بأعطائها أعلى متوسط لصفة دليل الحصاد بلغت 44.6% بينما اعطت معاملة التسميد Azotovit + Phosphatovit أقل متوسط لصفة دليل الحصاد بلغت 39.2%. كما يشير الجدول ذاته إلى عدم وجود فرق معنوي لمعاملات التسميد النانوي.

وأما أثر التداخل بين التسميد الحيوي والزنك النانوي فيظهر من الجدول تأثيرًا واضحًا في هذه الصفة، إذ كان أعلى متوسط لدليل الحصاد 49.7% كنتيجة لتداخل السماد الحيوي Azotovit والتركيز الأول من الزنك النانوي، في حين كان أقل متوسط لدليل الحصاد لهذا التداخل 31.6% ناتج من معاملة عدم الإضافة لكليهما.

الجدول (23) تأثير التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في صفة دليل الحصاد(%)

التسميد الحيوي	الزنك النانوي (ملغم. لتر$^{-1}$)			المتوسط
	0	50	100	
0	31.6	46.9	43.7	40.7
Azotovit	49.7	40.4	43.6	44.6
Phosphatovit	39.3	40.3	44.0	41.2
Azotovit + Phosphatovit	40.3	41.6	35.8	39.2
LSD 0.05 للتداخل	5.5			LSD 0.05 للتسميد الحيوي
المتوسط	40.2	42.3	41.8	
LSD 0.05 للزنك النانوي	Ns			3.2

4-3- تأثير التسميد الحيوي والزنك النانوي في بعض الصفات النوعية

4-3-1 النسبة المئوية للزيت في البذور(%)

تشير النتائج الواردة في جدول تحليل التباين في الملحق (2) إلى وجود فروق معنوية لمعاملات التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في صفة النسبة المئوية للزيت في البذور لنباتات زهرة الشمس.

إذ تشير نتائج التحليل الإحصائي في الجدول(24) تفوق معاملة التسميد (Azotovit + Phosphatovit) في إعطاء أعلى متوسط للنسبة المئوية للزيت في البذور مقدارها 44.2 % التي لم تختلف معنوياً عن معاملات التسميد المنفرده 43.7 % و43.6 % في حين اعطت معاملة المقارنة بدون إضافة أقل متوسط لهذه الصفة إذ بلغت 38.1 %.

كما يشير الجدول ذاته تأثير التسميد النانوي، إذ تفوق تركيز 100 ملغم. لتر$^{-1}$ من الزنك النانوي في صفة النسبة المئوية للزيت في بذور القرص باعطائها أعلى متوسط مقداره 44.0 % وبنسبة زيادة مقدارها 8.37 % بالمقارنة مع معاملة عدم الإضافة والتي سجلت 40.6 %.

وأما تأثير التداخل بين التسميد الحيوي والزنك النانوي فقد كان واضحًا في هذه الصفة، إذ يلاحظ من النتائج الواردة في الجدول استجابة هذه الصفة لإضافة التسميد الحيوي والزنك النانوي، فقد حققت معاملة التداخل بين السماد الحيوي Phosphatovit وتركيز 100 ملغم. لتر$^{-1}$ من الزنك النانوي باعطائها أعلى متوسط بلغت 47.2% التي لم تختلف معنويًا مع معاملات التداخل بين السماد الحيوي السماد المنفرد Azotovi والمزدوج (Azotovit + Phosphatovit) وتركيز 50 و 100 ملغم. لتر$^{-1}$ من الزنك النانوي ومعاملة (Azotovit + Phosphatovit) وتركيز 0 ملغم. لتر$^{-1}$ من الزنك النانوي بلغت (46.1 و46.9 و45.4%) بالتتابع، في حين كانت أقل متوسط عند معاملة عدم الإضافة لكليهما بلغت 31.5 %.

جدول (24) تاثير التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في النسبة المئوية للزيت (%)

التسميد الحيوي	الزنك النانوي (ملغم. لتر$^{-1}$)			المتوسط
	0	50	100	
0	31.5	42.4	40.5	38.1
Azotovit	43.4	46.1	41.5	43.7
Phosphatovit	42.3	41.3	47.2	43.6
Azotovit + Phosphatovit	45.4	40.3	46.9	44.2
LSD 0.05 للتداخل	3.7			LSD 0.05 للتسميد الحيوي
المتوسط	40.6	42.5	44.0	
LSD 0.05 للزنك النانوي	1.9			2.2

4-2-2 حاصل الزيت (ميكاغرام. هـ$^{-1}$)

تشير النتائج الواردة في جدول تحليل التباين في الملحق(2) الى وجود فروق معنوية لمعاملات التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في صفة حاصل الزيت لنباتات زهرة الشمس وقدرة (بالميكاغرام. هـ$^{-1}$).

اظهرت النتائج التحليل الاحصائي الواردة في الجدول (25) إن إضافة التسميد الحيوي له تاثير معنوي على صفة حاصل الزيت حيث بلغ حاصل الزيت لنبات زهرة الشمس، عند إضافة التسميد الحيوي Azotovit 1.92 ميكاغرام. هـ$^{-1}$ مقارنة بمعاملة عدم الإضافة التي سجلت 1.44 ميكاغرام. هـ$^{-1}$ وبنسبة زيادة مقدارها .%33.33

جدول (25) تاثير التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في حاصل الزيت (ميكاغرام. هـ$^{-1}$)

التسميد الحيوي	الزنك النانوي (ملغم. لتر$^{-1}$)			المتوسط
	0	50	100	
0	0.87	1.81	1.81	1.44
Azotovit	1.94	2.10	1.72	1.92
Phosphatovit	1.58	1.64	1.92	1.71
Azotovit + Phosphatovit	1.74	1.64	1.80	1.73
LSD 0.05 للتداخل	0.18			LSD 0.05 للتسميد الحيوي
المتوسط	1.53	1.80	1.81	
LSD 0.05 للزنك النانوي	0.09			0.10

كما يشير الجدول ذاته تأثير التسميد النانوي إذ تفوق تركيز 100 ملغم. لتر$^{-1}$ من الزنك النانوي في صفة حاصل الزيت بأعطائها أعلى متوسط مقداره 1.81 ميكاغرام. هـ$^{-1}$ والتي لم تختلف معنويا عن تركيز 50 ملغم. لتر$^{-1}$ من الزنك النانوي 1.80 ميكاغرام. هـ$^{-1}$ فيما كانت اقل متوسط مع معاملة عدم الاضافة والتي سجلت 1.53 ميكاغرام. هـ$^{-1}$.

اما تأثير التداخل بين التسميد الحيوي والزنك النانوي فقد كان واضحا في هذه الصفة، اذ يلاحظ من نتائج الجدول استجابة هذه الصفة لإضافة التسميد الحيوي والزنك النانوي فقد حققت معاملة التداخل بين السماد الحيوي Azotovit وتركيز 50 ملغم. لتر$^{-1}$ من الزنك النانوي أعلى متوسط بلغ 2.10 ميكاغرام. هـ$^{-1}$، في حين كانت أقل متوسط بلغ 0.87 ميكاغرام. هـ$^{-1}$عند معاملة المقارنة عدم الاضافة لكليهما.

4-2-3 النسبة المئوية للبروتين في البذور(%)

تشير النتائج الواردة في جدول تحليل التباين في الملحق(2) الى وجود فروق معنوية لمعاملات إضافة التسميد الحيوي والرش الورقي للزنك النانوي والتداخل بينهما في صفة النسبة المئوية للبروتين في بذور نباتات زهرة الشمس.

إذ اظهرت نتائج التحليل الاحصائي في الجدول (26) وضمن معاملات التسميد الحيوي المنفرد إلى تفوق معاملتي التسميد المنفرد Azotovit و Phosphatovit في إعطاء أعلى متوسط للنسبة المئوية للبروتين بلغت 24.34% و22.20% على التوالي، واللتان لم تختلفا معنوياً عن معاملة التسميد المزدوج Azotovit + Phosphatovit 21.95% في حين اعطت معاملة المقارنة بدون إضافة أقل متوسط لهذه الصفة، إذ بلغت 18.41% وبنسبة زيادة بلغت (32.21 و 20.59 و19.23 %) لكل منها على الترتيب.

جدول (26) تأثير التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في النسبة المئوية للبروتين (%)

التسميد الحيوي	الزنك النانوي (ملغم. لتر$^{-1}$)			المتوسط
	0	50	100	
0	8.75	24.00	22.48	18.41
Azotovit	21.35	26.61	25.06	24.34
Phosphatovit	19.48	23.56	23.56	22.20
Azotovit + Phosphatovit	21.44	22.40	22.02	21.95
LSD 0.05 للتداخل	5.99			LSD 0.05 للتسميد الحيوي
المتوسط	17.76	24.14	23.28	
LSD 0.05 للزنك النانوي	2.99			3.46

كما يشير الجدول ذاته إلى تأثير التسميد النانوي، إذ تفوق تركيز 50 ملغم. لتر$^{-1}$ من الزنك النانوي في صفة النسبة المئوية للبروتين باعطائها أعلى متوسط مقداره 24.14% والتي لم تختلف معنويا عن تركيز 100 ملغم. لتر$^{-1}$ من الزنك النانوي 23.28 % بالمقارنة مع معاملة عدم الإضافة التي سجلت 17.76 % وبنسبة زيادة مقدارها 35.92 و 31.08 %.

وأما تأثير التداخل بين التسميد الحيوي والزنك النانوي، فقد كان واضحًا في هذه الصفة، إذ يلاحظ من النتائج المذكورة في الجدول استجابة هذه الصفة لإضافة التسميد الحيوي والزنك النانوي، فقد حققت معاملة التداخل بين السماد الحيوي Azotovit وتركيز 50 ملغم. لتر$^{-1}$ من الزنك النانوي أعلى متوسط بلغ 26.61 % في حين كانت أقل متوسط عند معاملة عدم الاضافة لكليهما بلغت 8.75 %.

4-2-3- محتوى البذور من الكاربوهيدرات الذائبة الكلية (ملغم. غم$^{-1}$ وزن جاف)

يشير جدول تحليل التباين في الملحق (3) إلى وجود فروق معنوية بين معاملات التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في صفة محتوى من الكاربوهيدرات الذائبة الكلية لنباتات زهرة الشمس.

وقد أظهرت نتائج التحليل الاحصائي في الجدول (27) تفوق معاملة التسميد الحيوي المزدوج (Azotovit+ Phosphatovit) في إعطاء أعلى متوسط للكاربوهيدرات في البذور مقدارها 63.2 ملغم. غم$^{-1}$ وزن جاف التي لم تختلف معنويًا عن معاملة التسميد المنفرد Azotovit 62.3 ملغم. غم$^{-1}$ وزن جاف في حين اعطت معاملة المقارنة بدون إضافة أقل متوسط لهذه الصفة اذ بلغت 51.4 ملغم. غم$^{-1}$ وزن جاف وبنسبة زيادة بلغت 22.96 و 21.21 % بالتتابع.

أما تاثير مستويات الزنك النانوي، فقد أدتّ إضافتها إلى زيادة في محتوى الكاربوهيدرات في البذور، إذ كانت نسب زيادة التراكيز المستخدمة 50 و100 ملغم. لتر$^{-1}$ على معاملة عدم الاضافة هي (14.14 و 34.75 %) بالتتابع.

جدول (27) تاثير التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في محتوى البذور من الكاربوهيدرات الذائبة الكلية (ملغم. غم$^{-1}$ وزن جاف)

التسميد الحيوي	الزنك النانوي (ملغم. لتر$^{-1}$)			المتوسط
	0	50	100	
0	22.0	62.6	69.5	51.4
Azotovit	53.1	67.8	65.9	62.3
Phosphatovit	50.6	45.1	64.8	53.5
Azotovit + Phosphatovit	72.1	50.6	66.8	63.2
LSD 0.05 للتداخل	15.75			LSD 0.05 للتسميد الحيوي
المتوسط	49.5	56.5	66.7	
LSD 0.05 للزنك النانوي	7.87			9.09

كما يلاحظ من الجدول نفسه نتائج التداخل بين التسميد الحيوي والزنك النانوي، إلى وجود فرق معنوي لهذه الصفة حيث كان أعلى متوسط عند إضافة السماد الحيوي المزدوج (Azotovit + Phosphatovit) والتركيز 0 ملغم. لتر$^{-1}$ من الزنك النانوي بلغت 72.1 ملغم. غم$^{-1}$ وزن جاف بينما كانت أقل متوسط عند معاملة المقارنة عدم الإضافة لكليهما بلغت 22.0 ملغم. غم$^{-1}$ وزن جاف.

4-4- تأثير التسميد الحيوي والزنك النانوي في النسبة المئوية لبعض العناصر المغذية في الجزء الخضري الجاف

4-4- 1 النتروجين

يشير جدول تحليل التباين في الملحق (3) إلى وجود فروق معنوية بين معاملات التسميد الحيوي ولايوجد تأثير معنوي بين معاملات الزنك النانوي والتداخل بينهما في نسبة N% في المادة الجافة لنباتات زهرة الشمس.

جدول (28) تاثير التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في النسبة المئوية للنتروجين في الجزء الخضري الجاف (%)

التسميد الحيوي	الزنك النانوي (ملغم. لتر$^{-1}$)			المتوسط
	0	50	100	
0	1.10	1.66	1.44	1.40
Azotovit	2.20	1.58	1.64	1.81
Phosphatovit	1.52	1.38	1.38	1.43
Azotovit + Phosphatovit	1.48	1.56	1.59	1.54
LSD 0.05 للتداخل	Ns			LSD 0.05 للتسميد الحيوي
المتوسط	1.58	1.55	1.51	
LSD 0.05 للزنك النانوي	Ns			0.30

إذ أشارت النتائج المذكورة في جدول التحليل الاحصائي (28) وجود فرق معنوي لجميع معاملات التسميد الحيوي المضافة التي اعطت أعلى متوسط لزيادة نسبة النتروجين في المادة الجافة، لنباتات زهرة الشمس مقدارها 1.81 %عند معاملة Azotovit ، بينما اعطت معاملة عدم الاضافة اقل متوسط بلغ 1.40 % وبنسبة زيادة مقدارها 29.29 %.أما بالنسبة لمعاملات الزنك النانوي، وكذلك التداخل بين التسميد الحيوي والزنك النانوي فلم يؤثر معنويا في في النسبة المئوية للنتروجين في المادة الجافة لنباتات زهرة الشمس.

4-4-2 الفسفور

يشير جدول تحليل التباين في الملحق (3) إلى وجود فروق معنوية لمعاملات إضافة التسميد الحيوي والرش الورقي للزنك النانوي والتداخل بينهما في صفة النسبة المئوية للفسفور في الجزء الخضري الجاف لنباتات زهرة الشمس.

جدول (29) تاثير التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في النسبة المئوية للفسفور في الجزء الخضري (%)

التسميد الحيوي	الزنك النانوي (ملغم. لتر$^{-1}$)			المتوسط
	0	50	100	
0	0.125	0.138	0.129	0 .131
Azotovit	0.230	0.242	0.270	0.247
Phosphatovit	0.257	0.351	0.242	0.283
Azotovit+ Phosphatovit	0.262	0.352	0.248	0.287
LSD 0.05 للتداخل	0.044			LSD 0.05 للتسميد الحيوي
المتوسط	0.218	0 .271	0.223	
LSD 0.05 للزنك النانوي	0.022			0.025

إذ تشير نتائج التحليل الاحصائي في الجدول (29) تفوق معاملة إضافة التسميد المزدوج Azotovit+ Phosphatovit في أعطاء أعلى متوسط للنسبة المئوية للفسفور في الجزء الخضري الجاف مقدارها 0.287% التي لم تختلف معنويًا عن معاملات التسميد المنفرده Phosphatovit 0.283% في حين اعطت معاملة المقارنة بدون اضافة أقل متوسط لهذه الصفة اذ بلغت 0.131 %.

كما يشير الجدول ذاته تأثير التسميد النانوي اذ تفوق تركيز 50 ملغم. لتر$^{-1}$ من الزنك النانوي في صفة النسبة المئوية للفسفور في الجزء الخضري الجاف بأعطائها أعلى متوسط مقداره 0.271% بالمقارنة مع معاملة عدم الإضافة والتي سجلت 0.218 %.

اما تأثير التداخل بين التسميد الحيوي والزنك النانوي فقد كان واضحاً في هذه الصفة، اذ يلاحظ من النتائج الواردة في الجدول استجابة هذه الصفة لإضافة التسميد الحيوي والزنك النانوي فقد حققت معاملة التداخل

بين التسميد الحيوي المزدوج Azotovit+ Phosphatovit وتركيز 50 ملغم. لتر$^{-1}$ من الزنك النانوي باعطائها أعلى متوسط بلغت 0.352% والتي لم تختلف معنويا مع معاملات التداخل بين التسميد الحيوي المنفرد Phosphatovit وتركيز 50 ملغم. لتر$^{-1}$ من الزنك النانوي بلغت0.351%، في حين كانت اقل متوسط عند معاملة عدم الاضافة لكليها بلغت 0.125%.

4-4-3 البوتاسيوم

يشير جدول تحليل التباين في الملحق (3) الى وجود فروق معنوية لمعاملات إضافة التسميد الحيوي والرش الورقي للزنك النانوي والتداخل بينهما في صفة النسبة المئوية للبوتاسيوم في الجزء الخضري الجاف لنباتات زهرة الشمس.

أذ اكدت نتائج التحليل الاحصائي في الجدول (30) وضمن معاملات إضافة التسميد الحيوي المنفرد الى تفوق معاملة التسميد المنفرد Azotovit في اعطائها أعلى متوسط لنسبة البوتاسيوم في الجزء الخضري 4.96 %، في حين اعطت معاملة المقارنة بدون اضافة اقل متوسط لهذه الصفة بلغت 3.51 %.

كما يشير الجدول ذاته الى تأثير التسميد النانوي اذ تفوق تركيز 100 ملغم. لتر$^{-1}$ من الزنك النانوي في صفة النسبة المئوي للبوتاسوم باعطائها أعلى متوسط مقداره 4.73 % والتي لم تختلف معنويا عن تركيز 50 ملغم. لتر$^{-1}$ من الزنك النانوي 4.72 % بالمقارنة مع معاملة عدم الإضافة والتي سجلت 3.66 % وبنسبة زيادة مقدارها 29.23 و 28.96 % على الترتيب.

اما تأثير التداخل بين التسميد الحيوي والزنك النانوي فقد كان واضحا في هذه الصفة، اذ يلاحظ من النتائج الواردة في الجدول استجابة هذه الصفة لاضافة التسميد الحيوي والزنك النانوي فقد حققت معاملة التداخل بين السماد الحيوي Azotovit وتركيز 50 ملغم. لتر$^{-1}$ من الزنك النانوي أعلى متوسط بلغ 5.78 % في حين كانت اقل متوسط عند معاملة عدم الإضافة بلغت 1.68%.

جدول (30) تاثير التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في النسبة المئوية للبوتاسيوم في الجزء الخضري الجاف (%)

التسميد الحيوي	الزنك النانوي (ملغم. لتر$^{-1}$)			المتوسط
	0	50	100	
0	1.68	3.95	4.91	3.51
Azotovit	4.74	5.78	4.36	4.96
Phosphatovit	4.23	4.51	4.66	4.47
Azotovit + Phosphatovit	3.98	4.64	4.98	4.53
LSD 0.05 للتداخل	1.51			LSD 0.05 للتسميد الحيوي
المتوسط	3.66	4.72	4.73	
LSD 0.05 للزنك النانوي	0.75			0.87

4-4-4 الزنك

تشير النتائج الواردة في جدول تحليل التباين في الملحق (3) الى وجود فروق معنوية لمعاملات إضافة التسميد الحيوي والرش الورقي للزنك النانوي والتداخل بينهما في صفة كمية الزنك في الجزء الخضري الجاف لنباتات زهرة الشمس.

أظهرت نتائج التحليل الاحصائي في الجدول (31) تفوق معاملة التسميد الحيوي المزدوج Azotovit + Phosphatovit في اعطاء أعلى متوسط في صفة كمية الزنك في الجزء الخضري الجاف مقدارها 74.86 ملغم. كغم$^{-1}$ في حين اعطت معاملة المقارنة بدون إضافة اقل متوسط لهذه الصفة إذ بلغت 64.02 ملغم. كغم$^{-1}$ وبنسبة زيادة بلغت 16.93 %.

جدول (31) تاثير التسميد الحيوي و الزنك النانوي والتداخل بينهما في كمية الزنك في الجزء الخضري الجاف (ملغم. كغم$^{-1}$)

التسميد الحيوي	الزنك النانوي (ملغم. لتر$^{-1}$)			المتوسط
	0	50	100	
0	35.23	86.04	70.80	64.02
Azotovit	67.86	67.86	78.41	71.37
Phosphatovit	65.22	68.39	68.41	67.34
Azotovit + Phosphatovit	63.74	73.43	87.42	74.86
LSD 0.05 للتداخل	5.46			LSD 0.05 للتسميد الحيوي
المتوسط	58.01	73.93	76.26	
LSD 0.05 للزنك النانوي	2.73			3.15

كما يشير الجدول ذاته تأثير التسميد النانوي اذ تفوق التركيز الثالث من الزنك النانوي 100 ملغم. لتر$^{-1}$ في صفة كمية الزنك في الجزء الخضري الجاف باعطائها أعلى متوسط مقداره 76.26 ملغم. كغم$^{-1}$ بالمقارنة مع معاملة عدم الاضافة والتي سجلت 58.01 ملغم. كغم$^{-1}$ وبنسبة زيادة مقدارها 31.46 %.

اما تأثير التداخل بين التسميد الحيوي والزنك النانوي فقد كان واضحا في هذه الصفة، اذ يلاحظ من النتائج الواردة في الجدول استجابة هذه الصفة لإضافة التسميد الحيوي والزنك النانوي فقد حققت معاملة التداخل بين السماد الحيوي المزدوج (Azotovit+ Phosphatovit) والتركيز الثالث من الزنك النانوي 100 ملغم. لتر$^{-1}$ باعطائها أعلى متوسط بلغت 87.42 ملغم. كغم$^{-1}$ في حين كانت اقل متوسط عند معاملة عدم الإضافة بلغت 35.23 ملغم. كغم$^{-1}$.

4-5- تأثير التسميد الحيوي والزنك النانوي في النسبة المئوية لبعض العناصر المغذية في البذور

4-5-1 النتروجين

تشير النتائج الواردة في جدول تحليل التباين في الملحق (3) إلى وجود فروق معنوية لمعاملات إضافة التسميد الحيوي والرش الورقي للزنك النانوي والتداخل بينهما في صفة النسبة المئوية للنتروجين في البذور لنباتات زهرة الشمس.

فقد أكدت نتائج التحليل الاحصائي في الجدول (32) وضمن معاملات التسميد الحيوي المنفرد إلى تفوق معاملتا التسميد المنفرد Azotovit و Phosphatovit في اعطائها أعلى متوسط لنسبة النتروجين في البذور بلغت 3.89 و 3.55 %، واللتان لم تختلفا معنويًا عن معاملة التسميد المزدوج Azotovit + Phosphatovit 3.51 % في حين اعطت معاملة المقارنة بدون إضافة أقل متوسط لهذه الصفة اذ بلغت 2.95 % .

كما يشير الجدول ذاته إلى تأثير الزنك النانوي اذ تفوق التركيز الثاني من الزنك النانوي 50 ملغم. لتر$^{-1}$ في صفة النسبة المئوية للنتروجين في البذور باعطائها أعلى متوسط مقداره 3.86 % بالمقارنة مع معاملة عدم الاضافة والتي سجلت 2.84 % وبنسبة زيادة مقدارها 35.92 %.

وأما تأثير التداخل بين التسميد الحيوي والزنك النانوي فقد كان واضحًا في هذه الصفة، إذ يلاحظ من النتائج الواردة في الجدول استجابة هذه الصفة لإضافة التسميد الحيوي والزنك النانوي فقد حققت معاملة التداخل بين السماد الحيوي Azotovit والتركيز الثاني من الزنك النانوي 50 ملغم. لتر$^{-1}$ باعطائها أعلى متوسط بلغت 4.26% في حين كانت أقل متوسط عند معاملة عدم الإضافة بلغت 1.40%.

جدول (32) تاثير التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في النسبة المئوية للنتروجين في البذور(%)

التسميد الحيوي	الزنك النانوي (ملغم. لتر$^{-1}$)			المتوسط
	0	50	100	
0	1.40	3.84	3.60	2.95
Azotovit	3.42	4.26	4.01	3.89
Phosphatovit	3.12	3.77	3.77	3.55
Azotovit + Phosphatovit	3.43	3.59	3.52	3.51
LSD 0.05 للتداخل	0.96			LSD 0.05 للتسميد الحيوي
المتوسط	2.84	3.86	3.73	
LSD 0.05 للزنك النانوي	0.48			0.55

4-5-2 الفسفور

يشير جدول تحليل التباين في الملحق (3) الى وجود فروق معنوية بين معاملات إضافة التسميد الحيوي والرش الورقي للزنك النانوي والتداخل بينهما في صفة النسبة المئوية للفسفور في البذور لنباتات زهرة الشمس.

ويُبين جدول التحليل الاحصائي(33) إن إضافة التسميد الحيوي له تاثير معنوي على صفة النسبة المئوية للفسفور في البذور، إذ بلغت النسبة المئوية للفسفور في البذور لنبات زهرة الشمس عند إضافة التسميد الحيوي المزدوج Azotovit+Phosphatovit 0.402 % مقارنة بمعاملة عدم الإضافة التي بلغت 0.310% وبنسبة زيادة مقدارها 29.68 %.

كما يشير الجدول ذاته تأثير الزنك النانوي اذ تفوق التركيز الثاني من الزنك النانوي 50 ملغم. لتر$^{-1}$ في صفة النسبة المئوية للفسفور في البذور باعطائها أعلى متوسط مقداره 0.387 % بالمقارنة مع معاملة عدم الاضافة التي سجلت 0.360 % وبنسبة زيادة مقدارها 7.5 %.

جدول (33) تاثير التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في النسبة المئوية للفسفور في البذور (%)

التسميد الحيوي	الزنك النانوي (ملغم. لتر$^{-1}$)			المعدل
	0	50	100	
0	0.240	0.327	0.363	0.31
Azotovit	0.353	0.433	0.360	0.382
Phosphatovit	0.407	0.390	0.360	0.386
Azotovit + Phosphatovit	0.440	0.397	0.370	0.402
LSD 0.05 للتداخل	0.035			LSD 0.05 للتسميد الحيوي
المعدل	0.360	0.387	0.363	
LSD 0.05 للزنك النانوي	0.017			0.020

أما تأثير التداخل بين معاملات التسميد الحيوي والزنك النانوي، فقد اشارت نتائج الجدول الى وجود فرق معنوي لهذه الصفة حيث كانت أعلى متوسط عند إضافة التسميد الحيوي المزدوج Azotovit+ Phosphatovit والتركيز 0 ملغم. لتر$^{-1}$ من الزنك النانوي بلغت 0.440 % بينما انخفضت قيمة النسبة المئوية للفسفور في البذور في معاملة عدم الاضافة لكليهما 0.240% .

4-5-3 البوتاسيوم

تشير النتائج الواردة في جدول تحليل التباين في الملحق (3) إلى وجود فروق معنوية لمعاملات التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في صفة النسبة المئوية للبوتاسيوم في البذور لنباتات زهرة الشمس.

وأظهرت نتائج التحليل الاحصائي في الجدول (34) إن إضافة التسميد الحيوي، له تاثير معنوي على صفة النسبة المئوية للبوتاسيوم في البذور، إذ بلغت النسبة المئوية للبوتاسيوم في البذور عند إضافة التسميد

الحيوي Azotovit 1.85%، في حين اعطت معاملة المقارنة بدون إضافة أقل متوسط لهذه الصفة بلغت 1.64% وبنسبة زيادة مقدارها 12.80%.

جدول (34) تاثير التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في النسبة المئوية للبوتاسيوم في البذور(%)

التسميد الحيوي	الزنك النانوي (ملغم. لتر$^{-1}$)			المتوسط
	0	50	100	
0	1.02	2.15	1.77	1.64
Azotovit	1.48	2.16	1.91	1.85
Phosphatovit	1.83	1.60	1.80	1.74
Azotovit + Phosphatovit	1.92	1.70	1.72	1.78
LSD 0.05 للتداخل	0.24			LSD 0.05 للتسميد الحيوي
المتوسط	1.56	1.90	1.80	
LSD 0.05 للزنك النانوي	0.12			0.14

كما يشير الجدول ذاته إلى تأثير الزنك النانوي، إذ تفوق التركيز الثاني من الزنك النانوي 50 ملغم. لتر$^{-1}$ في صفة النسبة المئوية للبوتاسيوم في البذور باعطائها أعلى متوسط مقداره 1.90 % بالمقارنة مع معاملة عدم الإضافة التي سجلت 1.56 % وبنسبة زيادة مقدارها 21.79 %.

وأما تأثير التداخل بين التسميد الحيوي والزنك النانوي فقد كان واضحًا في هذه الصفة، إذ يلاحظ من النتائج الواردة في الجدول استجابة هذه الصفة لإضافة التسميد الحيوي والزنك النانوي، فقد حققت معاملة التداخل بين السماد الحيوي Azotovit والتركيز الثاني من الزنك النانوي 50 ملغم. لتر$^{-1}$ باعطائها أعلى متوسط بلغت 2.16 %، التي لم تختلف معنويا عن معاملة التداخل بين عدم إضافة السماد الحيوي (معاملة

المقارنة) والتركيز الثاني من الزنك النانوي 50 ملغم. لتر$^{-1}$ 2.15%، في حين كانت أقل متوسط عند معاملة عدم الإضافة بلغت 1.02 %.

4-5-4 الزنك

تشير النتائج الواردة في جدول تحليل التباين في الملحق (3) إلى وجود فروق معنوية لمعاملات إضافة التسميد الحيوي والرش الورقي للزنك النانوي والتداخل بينهما في صفة كمية الزنك في البذور لنباتات زهرة الشمس.

وأظهرت نتائج التحليل الاحصائي في الجدول (35) تفوق معاملة التسميد الحيوي Azotovit في إعطاء أعلى متوسط في صفة كمية الزنك في البذور مقدارها 96.9 ملغم. كغم$^{-1}$ في حين اعطت معاملة المقارنة بدون، ضافة أقل متوسط لهذه الصفة إذ بلغت 80.2 ملغم. كغم$^{-1}$ وبنسبة زيادة بلغت 20.82 %.

كما يشير الجدول ذاته تأثير التسميد النانوي اذ تفوق التركيز الثالث من الزنك النانوي 100 ملغم. لتر$^{-1}$ في صفة كمية الزنك في البذور بأعطائها أعلى متوسط مقداره 98.4 ملغم. كغم$^{-1}$ بالمقارنة مع معاملة عدم الإضافة والتي سجلت 75.5 ملغم. كغم$^{-1}$ وبنسبة زيادة مقدارها 30.33%.

اما تأثير التداخل بين التسميد الحيوي والزنك النانوي فقد كان واضحا في هذه الصفة، اذ يلاحظ من النتائج الواردة في الجدول استجابة هذه الصفة لاضافة التسميد الحيوي والزنك النانوي فقد حققت معاملة التداخل بين المستوى الاول (عدم الاضافة) والثاني Azotovit من التسميد الحيوي والتركيز الثالث من الزنك النانوي 100 ملغم. لتر$^{-1}$ باعطائها أعلى متوسط بلغت 101.6 و 101.6 ملغم. كغم$^{-1}$ على الترتيب، في حين كانت أقل متوسط عند معاملة عدم الإضافة بلغت 38.9 ملغم. كغم$^{-1}$.

جدول (35) تأثير التسميد الحيوي والزنك النانوي والتداخل بينهما في نسبة الزنك في البذور (ملغم. كغم$^{-1}$)

التسميد الحيوي	الزنك النانوي (ملغم. لتر$^{-1}$)			المتوسط
	0	50	100	
0	38.9	100	101.6	80.2
Azotovit	88.4	100.8	101.6	96.9
Phosphatovit	83.8	97.5	94.9	92.1
Azotovit + Phosphatovit	90.9	64.3	96.1	83.8
LSD 0.05 للتداخل	24			LSD 0.05 للتسميد الحيوي
المتوسط	75.5	90.7	98.4	
LSD 0.05 للزنك النانوي	12			13.8

5 – المناقشة Dissections

تعزى الزيادة في بعض الصفات المدروسة (عدد الأوراق وقطر الساق والكلوروفيل وقطر القرص والمساحة الورقية ودليل المساحة الورقية والوزن الطري والجاف لكل من الأوراق والقرص وعدد البذور في القرص ووزن 1000 بذرة وحاصل النبات الواحد والحاصل الكلي ونسبة الإخصاب) نتيجة لإضافة الأسمدة الحيوية، ولعل سبب تفوق التسميد الحيوي هنا يعود إلى التأثير الايجابي في امتصاص العناصر الغذائية ولاسيما عنصر النتروجين، وإلى الدور البايلوجي للأحياء المجهرية في زيادة تجهيز العناصر الضرورية في محلول التربة وسرعة امتصاصها وانتقالها داخل النسيج النباتي وبالتراكيز الملائمة، مما يعني زيادة كفاءة عملية التمثيل الضوئي من جهة وانتقال المركبات الأيضية الى مواقع البوادئ الجديدة Primordia في المرحلة التكاثرية للنبات من جهة أخرى (Gupta و Gupta، 2005)، وهذا بالنتيجة سيؤدي إلى زيادة عدد البويضات المخصبة ومن ثم زيادة عدد البذور في القرص وهو ما أكدته علاقة الارتباط الموجبة عالية المعنوية بين عدد البذورفي القرص (بذرة. نبات$^{-1}$) مع قطر القرص (سم) **0.65042 في الملحق (4).

إنّ هذه النتيجة تتفق مع ما توصل إليه كل من (Byrareddy وآخرون، 2010 ؛ Pramanik و Bera، 2013 ؛ Farnia، 2014 ؛ Abdasalm وآخرون، 2016 ؛ Basher وآخرون، 2016 ؛ Mirparsa وآخرون، 2016 ؛ Khandekar وآخرون، 2018 ؛ Al Myali وآخرون، 2020) الذين أشاروا إلى وجود تأثير معنوي عند تسميد محصول زهرة الشمس بالسماد الحيوي أدىّ إلى زيادة الحاصل نتيجة تحفيز عملية إنبات البذور والمساهمة في تثبيت النتروجين وإذابة الفسفور وانتاج الهرمونات النباتية.

فضلاً عن إنّ الاستفادة من بكتريا Azotobacter لا تنحصر في عملية تثبيت النتروجين الجوي فقط وإنما هناك مواد تفرزها هذه البكتريا ذات فائدة تكاد تكون موازية لعملية التثبيت الحيوي للنتروجين، فتستطيع بكتريا Azotobacter انتاج العديد من منظمات النمو كالاوكسينات والسايتوكاينينات والجبرلينات وهذه الهرمونات

تعمل على زيادة انقسام الخلايا وزيادة تكوين الشعيرات الجذرية مما ينعكس ايجاباً على زيادة النمو الخضري والجذري للنبات، وكذلك قمع مسببات الأمراض النباتية أو تقليل تأثيرها الضار (Wani وآخرون،2013 و Das، 2019).

وهذا ما اكده Mrkovacki و Milic (2001) إنّ الهرمونات الطبيعية كالأوكسين والجبرلين والسايتوكاينين التي تعمل على تحفيز نمو وتطور الجذور، لا تنتج من النبات فقط بل من الأحياء التي تعيش في منطقة الرايزوسفير مثل احياء *Azotobacter spp* و *Agrobacterium spp* وفطريات المايكورايزا وهي تساهم في انتاج الهرمونات السابقة أيضا.

أماّ بالنسبة الى سبب زيادة الصفات النوعية فتعزى إلى زيادة النسبة المئوية للزيت والبروتين ومحتوى البذور من الكاربوهيدرات الذائبة الكلية إلى الدور الايجابي لهذه المعاملة في المساهمة في تثبيت النتروجين وإذابة الفسفور وانتاج الهرمونات النباتية مما يؤدي إلى زيادة انقسام الخلايا المرستيمية مما ينعكس ايجابيًا في زيادة حجم المجموع الجذري والخضري وانتاج الأزهار الذي يساهم في زيادة جاهزية العناصر الضرورية لنمو النبات ومن ثم امتصاصها وانتقالها وتراكمها داخل الأنسجة النباتية بالتراكيز الملائمة ولاسيما النتروجين من ثم زيادة دليل الكلوروفيل مما يعني رفع كفاءة عملية التمثيل الضوئي وزيادة نواتجها وانتقالها من المصدر إلى المصبات، ومن ثم زيادة نسبة الزيت في البذور وهذا ما أكدته علاقة الارتباط الموجبة عالية المعنوية بين النسبة المئوية للزيت في البذور (%) مع وزن 1000 بذرة (غم) **0.67337 في الملحق (4) وهذه النتائج تتفق مع ما توصل إليه Shahid وآخرون (2019) إذ أدىّ تلقيح نبات زهرة الشمس إلى زيادة كبيرة في النمو، وامتصاص المغذيات، ومحتويات الزيت.

ويرجع السبب في زيادة بعض الصفات المدروسة لما تتميز به الأسمدة النانوية من سلوك وخصائص فريدة من نوعها، فبسبب صغر حجمها جعل من الممكن استيعابها بكفاءة أفضل من قبل النبات وأيضا زيادة مساحتها السطحية التي مكنتها من الزياده في سرعة أمتصاصها، وزيادة النشاط الأنزيمي وزيادة سرعة التفاعلات الكيميوحيوية عندما تكون في المستويات النانوي ودخولها مباشرة إلى الخلايا النبات (Sabir وآخرون، 2014).

وتتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه Laware و Raskar (2014) و AL-Shumary آخرون (2019) من إنّ دور الجسيمات النانوية يظهر في تشجيع صفات النمو وتحسينها إذ تمتلك القدرة على تحفيز الخلايا الخضرية في الانقسام والأستطالة من خلال التأثير المباشر على مناطق تكوين الأوراق وزيادة عدد انقساماتها، هذا فضلاً عن دور السماد في إطالة مدة التزهير وما يترتب عليه من زيادة في مدة ومعاملات النمو ومن ثم زيادة معدلات إنقسام الخلايا وتوسيعها، كل هذا ربما عمل على زيادة المساحة الورقية للنبات وهو ما أكدته علاقة الارتباط الموجبة المعنوية بين المساحة الورقية ($م^2$) مع نسبة الكاربوهدرات في البذور (ملغم. غم$^{-1}$ وزن جاف) *0.45916 في الملحق(4).

تعززت هذه النتائج مع ما أشار إلية Sham وآخرون (2019) الذين وجدوا إن الجسيمات النانوية يمكن إن تعزز نمو وإنتاجية نباتات زهرة الشمس، وبينّ إن جزيئات الكبريتيد وأكسيد الزنك تستجيبان بشكل إيجابي للتطبيق الورقي، وأشار إلى إن النباتات تمتص شكل ZnS و ZnO على نطاق أوسع مقارنةً بكميات $ZnSO_4$. ومما لا شك فيه إن الجسيمات النانوية مقارنة بالجسيمات الضخمة تتفاعل بشكل أفضل مع العمليات داخل الخلايا، وهذا يمكن أن يفسر جزئيًا فعاليتها الأكبر. وتتوافق النتائج الحالية مع نتائج الأبحاث الأخرى التي تشير إلى إنّ التطبيق الخارجي للجسيمات النانوية يمكن أن يحسن نمو النبات بشكل كبير (Song،2013 و Khanm وآخرون, 2018).

ولعنصر الزنك دورٌ كبيرٌ في تكون هرمون IAA الضروري في استطالة الخلايا، والبروتين أيضا ومركبات الطاقة وRNA والحامض الاميني Tryptophan الذي يزيد من كفاءة النبات في امتصاص الماء والمغذيات ومن ثم زيادة النمو والمساحة الورقية (الخفاجي،2015) وبالتالي زيادة كفاءة النبات في اعتراض الضوء وامتصاصه ومن ثم زيادة المواد الغذائية المصنعة فضلاً عن دوره الفعّال في تسهيل حركة الكاربوهيدرات من الأوراق وأجزاء النبات الأخرى إلى البذور النامية ليزيد من امتلائها وزيادة وزنها. إن تأثير الزنك الايجابي في زيادة المساحة الورقية للنبات ينعكس ايجابيًا في زيادة منتجات عملية التمثيل الضوئي التي تنتقل إلى البذور أثناء نشوئها وتطورها لتزيد من امتلائها وإذ تتمثل من خلال العمليات الحيوية الجارية في البذرة إلى زيت مخزون في البذور، وهذا ما اكدته علاقة الارتباط الموجبة عالية المعنوية بين حاصل الزيت في البذور مع النسبة المئوية للزيت **0.84872 في الملحق (4). وفي هذا المجال أشار عدد من الباحثين إلى معنوية تأثير الزنك في زيادة حاصل بذور زهرة الشمس، (علك، 2007 و Dharam و Aravinda، 2017).

إنّ الزيادة في النسبة المئوية للنتروجين في الجزء الخضري الجاف والبذور لنباتات زهرة الشمس، يُعزى إلى الدور الايجابي للأسمدة الحيوية وإلى قدرة بكتريا Azotobacter على تثبيت النتروجين الجوي فضلاً عن منظمات النمو التي تفرزها هذه البكتريا، ومن المعروف إن هذه المواد تعمل على تحسين نمو النبات وتكوين نظام جذري كثيف، مما يؤدي إلى زيادة امتصاص العناصر الغذائية ومنها النتروجين ويفضل هذا المحصول في استعمالاته النتروجين الموجود أصلاً في التربة ونسبته قد تصل الى 70% بينما يستهلك فقط 30% من النتروجين المضاف، وذلك بوصفة قادراً على استهلاك النتروجين من أعماق التربة وإنّ المجموع الجذري يتغلغل في التربة بلا عوائق، وزيادة النتروجين يمكن أن تقلل نسبة الزيت في البذور وهذه النتيجة تتفق مع ما توصل إليه (Monotti، 1978 والجبوري وآخرون، 2018).

اما بالنسبة للبوتاسيوم فيعزى السبب في ذلك إلى قدرة البكتريا على إفراز بعض منظمات النمو التي من أهمها الآوكسين و IAA الذي يشجع امتصاص النبات للنترات والفوسفات والبوتاسيوم، وهذه النتائج تتفق مع ما توصل إليه Shahid وآخرون (2019) إذ أدىّ تلقيح نبات زهرة الشمس إلى زيادة كبيرة في النمو، وامتصاص المغذيات، ومحتويات الزيت. كما أكدّ بشير (2003) إلى إن نبات الحنطة ازداد محتواه من البوتاسيوم بعد معاملته ببكتريا *Azotobacter chroococcum* وقد يعزى سبب الزيادة إلى قدرة بكتريا Azotobacter chroococcum على إفراز بعض المواد النشطة حيويًا مثل فيتامين B و Gibberellins و Biotin و Nicotinic Acid و Pentothenic Acid و Heteroauxins التي تحسن من نمو الجذور، كذلك الامونيا التي تنتجها Azotobacter مع وجود إفرازات الجذور سوف تحسن امتصاص المغذيات من قبل النبات وتنظمها.

إنّ سبب زيادة تركيز الزنك في الجزء الخضري للنبات والبذور قد يكون بسبب ارتفاع إنتاج الحاصل الحيوي مما يؤدي إلى ارتفاع امتصاص المغذيات من التربة والأسمدة المغلفة في الجسيمات النانوية الذي سيزيد من امتصاص المغذيات (Tarafdar وآخرون،2012). ويعتمد معدل الامتصاص على حجم الجسيمات النانوية وخصائصها السطحية، إذ يمكن أن تدخل الجسيمات النانوية إلى نسيج الخشب عن طريق القشرة والأسطوانة المركزية وقد تتراكم في الفراغ. وبينّ Dietz و Hearth (2011) إنّ معدل الامتصاص يعتمد على حجم الجسيمات النانوية وخصائصها السطحية، وقد يعود إلى زيادة تركيز العنصر في محلول الرش فضلاً عن ذلك فإنّ العنصر بطيء الحركة في النبات لهذا يزداد تراكمه في الأوراق. اما اثر التداخل بين الأحياء المذيبة للفسفور وتركيز الزنك، إذ يعد الفسفور هو العنصر الذي يتنافس مع امتصاص الزنك، حيث تقل امتصاص النباتات للزنك عن طريق زيادة الفسفور في التربة وبالعكس (El-Agrodi وآخرون، 2017).

6- الاستنتاجات والتوصيات Conclusions and Recommendations

6-1 الاستنتاجات Conclusions

وفي ضوء النتائج المستحصل عليها من الدراسة فقد استجابة نباتات زهرة الشمس للتسميد الحيوي والرش الورقي للزنك النانوي في معظم الصفات قيد الدراسة وانعكس ذلك على النمو الخضري والزهري والحاصل ومكوناته وتركيزها في محتوى الأوراق والبذور ومن هذا يمكن استنتاج الآتي :

1- أدىّ استعمال التسميد الحيوي إلى زيادة في عدد الأوراق وقطر الساق والمحتوى الكلي للكلوروفيل وقطر القرص والوزن الطري والجاف للأوراق والقرص والوزن الطري الكلي للنبات والمساحة الورقية ودليل المساحة الورقية وعدد البذور في القرص ووزن 1000 بذرة وحاصل البذور الكلي والنسبة المئوية للإخصاب والنسبة المئوية للزيت وحاصل الزيت والنسبة المئوية للبروتين والكاربوهدرات والنسبة المئوية للعناصر قياسًا بمعاملة المقارنة.

2- أدىّ التلقيح ببكتريا الـ *Azotobacter chrooccum* إلى تحسين صفات النمو والحاصل.

3- أعطت نباتات زهرة الشمس المعاملة بالتسميد الحيوي Azotovit + Phosphatovit أعلى متوسط لصفة محتوى البذور من الكاربوهدرات الذائبة الكلية بلغت 63.2 ملغم. غم$^{-1}$ وزن جاف والنسبة المئوية للزيت بلغت 44.2 %.

4- إدىّ الرش الورقي بالزنك النانوي وبتركيز 50 ملغم. لتر$^{-1}$ الى زيادة معنوية في معظم الصفات المدروسة (صفات النمو والحاصل والصفات النوعية).

5- إن الّرش بالزنك النانوي بتركيز 100 ملغم. لتر$^{-1}$ قد أدىّ إلى زيادة في بعض الصفات المدروسة منها عدد الأوراق ومحتوى الكلوروفيل الكلي والوزن الطري للأوراق والقرص والوزن الجاف للقرص وعدد البذور

في القرص والنسبة المئوية للزيت وحاصل الزيت ومحتوى البذور من الكاربوهدرات الذائبة الكلية والنسبة المئوية للبوتاسيوم بالجزء الخضري.

6- أدتّ معاملة التداخل بين التسميد الحيوي والزنك النانوي إلى تحسين صفات النمو وحاصل نبات زهرة الشمس باستثناء النسبة المئوية للنتروجين في الجزء الخضري.

7- اثر التداخل بين الأحياء المذيبة للفسفور وتركيز الزنك في الكثير من الصفات المدروسة.

6-2- التوصيات Recommendations

على الرغم من إن التوصية السمادية تختلف بحسب نوع التربة، ومدى احتوائها على العناصر المغذية وخصائص التربة الفيزيائية والكيميائية، والمحصول وإنتاجيته ونوع السماد المضاف وطريقة اضافتة، إلا إن أهم التوصيات التي يمكن أن يوُصى بها اعتمادًا على نتائج الدراسة الحالية هي :

1- التوجة نحو استعمال التسميد الحيوي للتقليل من الآثار الجانبية للأسمدة الكيميائية إذ لها جانب أقتصادي وبيئي مهم فضلاً عن دورها في زيادة كفاءة استعمال الاسمدة الكيميائية في تجهيز النبات بالعناصر الغذائية وتقليل مخاطرها.

2- إجراء دراسات أخرى على بكتريا ال *Azotobacter chrooccunm* و *Bacillus mucilaginosus* مع اصناف من زهرة الشمس أو محصول اخر لمعرفة أثارها في تحسين صفات النمو والحاصل.

3- دراسة تأثير مستويات أخرى من التسميد الحيوي والزنك النانوي على المحصول نفسه أو محاصيل أخرى لمعرقة اثارها الايجابية في صفات النمو والحاصل.

4- ضرورة عدم الاعتماد على مصدر واحد من التسميد، إذ أن التكامل بين التسميد الحيوي والزنك النانوي أو التسميد المشترك ممكن أن يحقق إنتاجية قصوى.

5- دراسة تأثير مستويات أخرى من الزنك النانوي على المحصول نفسه، أو محاصيل اخرى لمعرقة أثارها الايجابية في صفات النمو والحاصل.

6- الاعتماد على مواد حاملة للقاحات الحيوية ورخيصة الثمن ومتوفرة .

7- لتجنب نقص الزنك، يجب تطبيق التغذية الورقية على أوراق النباتات.

6- المصادر References

6-1 المصادر العربية

أبو ضاحي، يوسف محمد ومؤيد اليونس.1988. دليل تغذية النبات، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة بغداد.

ابو ضاحي، يوسف محمد. 1993. تأثير طريقة إضافة المغذيات الصغرى الى التربة والتغذية الورقية في حاصل ونوعية الحنطة – صنف ابو غريب – مجلة العلوم الزراعية العراقية. 23 (2): 227-233.

الاسكندراني، محمد. 2009. تكنولوجيا النانو نصف قرن بين الحلم والحقيقة، مجلة العربي، العدد (607)، (يونيو 2009)، وزارة الاعلام، الكويت.

بشير، عفراء يونس. 2003. التداخل بين المايكورايزا والازوتوبكتر والازوسبيرلم وتأثيره في النمو وحاصل الحنطة. اطروحة دكتوراه. كلية الزراعة. جامعة بغداد.

تاج الدين، منذر ماجد وحنون ناهي كاظم البركات. 2017. تأثير السماد الحيوي والرش الورقي والإضافة الأرضية لحامضي الهيوميك والفولفيك في نمو وانتاجية نبات الذرة الصفراء (*Zea mays* L.). مجلة المثنى للعلوم الزراعية. 5 (1): 1-12.

الجبوري، علي حمزة محمد، وحسام ممدوح حميد، وعمر نزهان علي. 2018. تأثير اضافة السماد النتروجيني على بعض الصفات النوعية في البذور المقشورة لثلاثة اصناف من محصول زهرة الشمس *Helianthus annuus* L.. مجلة جامعة تكريت للعلوم الزراعية. 18 (2): 34- 40.

حردان، هبة مخلف ومدحت مجيد الساهوكي. 2014. تقدير المساحة الورقية لنبات زهرة الشمس باعتماد لفة واحدة وعلاقة الحاصل بقطر القرص. مجلة العلوم الزراعية العراقية. 45 (5): 439 -447.

حسن، نوري عبد القادر وحسن يونس الدليمي ولطيف عبد الله العيثاوي. 1990. خصوبة التربة والاسمدة . وزارة التعليم العالي والبحث العلمي . جامعة بغداد. ع. ص 333.

الخفاجي، عادل هايس عبد الغفور.2015. تأثير إضافة البوتاسيوم ورش الحديد والزنك في بعض صفات نمو وحاصل الماش .*Vigna radiate* L . اطروحة دكتوراه– كلية الزراعة– جامعة بغداد.

الداوودي، علي حسين رحيم وصالح محمد الجبوري. 2014. تأثير التسميد الحيوي والفوسفاتي في صفات حاصل ونوعية صنفين من فول الصويا. مجلة جامعة تكريت للعلوم الزراعية. 14 (2): 35–36.

الدليمي، علا موفق صبري. 2014. تقييم كفاءة بعض عزلات Bacillus Spp في اذابة الفوسفات تحت مستويات ملحية مختلفة ونمو وحاصل الشعير. رسالة ماجستير – كلية الزراعة– جامعة بغداد.

الراوي، خاشع محمود، وعبد العزيز محمد خلف الله. 2000. تصميم وتحليل التجارب الزراعية. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. كلية الزراعة والغابات–جامعة الموصل.

الراوي، وجيه مزعل وعادل يوسف نصر الله ومحمد العنزي علي الخولاني. 2006. استجابة الصفات المظهرية لهجين زهرة الشمس لمستويات السماد النتروجيني وتأثيره على الإخصاب. مجلة تكريت للعلوم الزراعية. 6 (3):210–220.

الراوي، وجيه مزعل. 1998. ارشادات في زراعة زهرة الشمس. وزارة الزراعة – الهيئة العامة للأرشاد والتعاون الزراعي.

الزعبي، محمد منهل ومصطفى البلخي ومحمد سعيد الشاطر. 2007. دراسة تأثير بعض الاحماض المختلفة والكائنات الحية الدقيقة المحللة للفوسفات في اذابة فسفور الصخر الفوسفاتي. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية. 21 (1): 305–320 .

الزوبعي، عبد الله محمد مهدي، ياسين محمد احمد الدليمي، سعادت مصطفى محمد الهرمزي. 2020. تأثير التضاد الأحيائي Allelopathic للمستخلصات المائية لبعض اجزاء زهرة الشمس *Helianthus annuus* L. في بعض صفات النمو لنبات الذرة الصفراء *Zea mays* L.. مجلة الدراسات التربوية والعلمية– كلية التربية– الجامعة العراقية. 3 (15): 88–98.

السامرائي، اسماعيل خليل. 2002. دور الأسمدة الحيوية في معالجة اصفرار نقص الحديد في نباتات الحنطة. مجلة الزراعة العراقية. 7 (8): 7–16.

الساهوكي، مدحت مجيد. 1994. زهرة الشمس انتاجها وتحسينها، مركز اباء الأبحاث الزراعية، جمهورية العراق. بغداد.

الساهوكي، مدحت مجيد، حمودي النورس، وجيه مزعل، فرانسيس اوراها وعبد محمود.1996. استجابة زهرة الشمس لمسافات الزراعة والتسميد. مجلة العلوم الزراعية العراقية. 27 (1): 113–127.

سرهيد، بسام رمضان. 2005. تأثير طرائق ومواعيد إضافة الكبريت الزراعي في نمو وحاصل زهرة الشمس. رسالة ماجستير. كلية الزراعة. جامعة الانبار.

الشحات، محمد رمضان طه. 2007. الأسمدة الحيوية والزراعة العضوية غذاء صحي وبيئة نظيفة. دار الفكر العربي. كلية الزراعة – جامعة عين شمس. ع ص 200.

الصحاف، فاضل حسين.1989. تغذية النبات التطبيقي، مطبعة بيت الحكمة، جامعة بغداد، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي،العراق.

علك، مكية كاظم. 2007. تأثير رش الاثيفون والبورون والزنك في نمو وحاصل ثلاثة تراكيب وراثية من زهرة الشمس (*Helianthus annuus* L.).اطروحة دكتوراه. كلية الزراعة. جامعة بغداد. ع.ص 173.

علي، نور الدين شوقي وحمد الله سليمان راهي وعبد الوهاب عبد الرزاق شاكر. 2014. خصوبة التربة. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. كلية الزراعة. جامعة بغداد.

علي، نور الدين شوقي وحياوي ويوة الجوذري. 2017. تطبيقات التقنية النانوية للعناصر الصغرى في الانتاج الزراعي (مقالة مرجعية). مجلة العلوم الزراعية العراقية. 48 (4): 984-990.

العيسى، عبد الله. 2007. ميكروبولوجيا التربة – جامعة البعث – كلية الزراعة – مديرية الكتب والمطبوعات.

كريم، عامر نعمة وعامر حبيب حمزة. 2012. تأثير معاملات مختلفة من الاسمدة العضوية والحيوية والكيمياوية في نمو وحاصل زهرة الشمس. مجلة الفرات للعلوم الزراعية. 4 (2): 130-133 .

كوما، فيك. 2010. محاضرة حول مخصبات النبات الحيوية البديل الأمثل للأسمدة الكيماوية، المهيئة العامة لشؤون الزراعة، الكويت. جريدة القبس، العدد 13464.

محسن، انعام عبد الصاحب. 2020. العوامل المناخية المؤثرة في زراعة محصول زهرة الشمس في قضاء الديوانية. مجلة كلية التربية. 39 (1): 455-476.

المعيني، اياد حسين علي، ومحمد عويد غدير العبيدي. 2018. الاسس العلمية لإدارة وإنتاج وتحسين المحاصيل الحقلية. دار الكتب والوثائق. بغداد (418) ع. ص 1067.

نصر الله، عادل يوسف وانتصار هادي الحلفي وهادي محمد العبودي واوس علي محمد واحمد مهدي محمود (2014). تأثير رش بعض المستخلصات النباتية ومضادات الاكسدة في نمو وحاصل زهرة الشمس. مجلة العلوم الزراعية. 45 (7):659-651 (عدد خاص).

النعيمي، سعد الله نجم عبد الله. 2000. مبادئ تغذية النبات. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. جامعة الموصل ع. ص 772.

النعيمي، سعد الله نجم عبد الله. 1999. الاسمدة وخصوبة التربة. جامعة الموصل. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. ع.ص 384.

6-2 المصادر الاجنبية

A.O.A.C. 1980. Official Methods of Analysis of Association Official of Analytical Chemists. 13th ed. Washington D.C. AATCC review, 3(6): 25-28.

Abdasalm, S., Lai, E.P. and Singh, C. K. 2016. Effect of biofertilizers on growth and yield of sunflower comparison in indolybian natural condition. IOSR Journal of Agricultural and Veterinary Science, 9(6): 07-14 .

Abdel-Motagally, F.M.F. ; M.W. Sh. Mahmoud and Fadia, H.A. Ahmed. 2015. Responses of some sunflower genotypes to foliar application of some antioxidants under two irrigation levels under east of El-Ewinate conditions. Assiut Journal of Agricultural Sciences, 46 (4): 12-24.

Abobatta,W.F. 2017. "Different Impacts of Nanotechnology in Agricultural sector development". Nano Technology Science and application-the Creative Researchers first scientific annual conference .

Abou-Khadrah, S.H.,Mohammed, A.A.E., Gerges, N-R .and Diad, Z.M. 2002. Response of four sunflower hybrids to low nitrogen fertilizer levels and phospuorine biofertilizer. J . Agris.Res .,Tanta Unir. 28(1): 105-118 .

Afzal, A. and A. Bano. 2008. Rhizobium and phosphate solubilizing bacteria improve the yield and phosphorus uptake in wheat (*Triticum aestivum* L.) Int. J. Agri.Biol. 10(1): 85-88.

Agbodjato, N.A. Amogou, O. Noumavo, P.A. Dagbenonbakin, G. Salami, H.A. Karimou, R. Alladé, A.M. Adedayo, O. Moussa, F.B. Adjanohoun, A. Moussa, L.S.B. 2018. Biofertilising, plant-stimulating and biocontrol potentials of maize plant growth promoting rhizobacteria isolated in central and northern Benin Afr. J. Microbiol. Res., 12 (28): 664-672.

Ahemad, M. and M. TaKibret, **.2014.** Mechanisms and applications of plant growth promoting rhizobacteria: Current perspective. Journal of King Saud University - Science. 26(1): 1-20.

Ali, A., M.A. Choudhry, M.A. Malik, R. Ahmad and Saifullah, .2000 . Effect of various doses of nitrogen on the growth and yield of two wheat cultivar. Pak. J. Biol. Science, 3(6): 1004-1005**.**

Ali, S.; Rizwan, M.; Noureen, S.; Anwar, S.; Ali, B.; Naveed, M.; Abd_Allah, E.F.; Alqarawi, A.A.; Ahmad, P. 2019 . Combined use of biochar and zinc oxide nanoparticle foliar spray improved the plant growth and decreased the cadmium accumulation in rice (*Oryza sativa* L.) plant. Environ. Sci. Pollut. Res., 26(11): 11288–11299 .

Alloway .B.J. 2008. Zinc in soil and crop Nutrition .(2nd ed), published by International Zinc Association and International Fertilizer Industry Association. Brussels, Belgium and Paris, France. pp 1-139.

AlMyali, Ali Ahmed Hussein, Jassim Jawad Jader Alnuaimi, Madeha H. 2020. Effect of bio-fertilizer, organic manure, nano zinc oxide and the interaction on the growth parameters of sunflower plant (*Helianthus annuus* L.) Journal of Kerbala for Agricultural Sciences Issue. 7 (2): 1-19.

Al-Refai, Sh. I. and Shaker, D. A. 2019. Effect of Partitioning of Phosphorus Fertilizer on Growth and Yield of Sunflower (*Helianthus annuus* L.) Muthanna journal of Agriculture Science. 7 (3): 287-297.

AL-Shumary,A. M. J. Ali,H. A. and Alabdulla,S. A. 2019. Effect of Spraying Concentrations of Integrated Nano-Fertilizer on Growth and Yield of Genotypes of Corn (*Zea mays* L.). Muthanna journal of Agriculture Science. 7 (2): 114-121.

Al-Sudani, E. F. and Al-Baldawi, M. H. K. 2018. Effect of bio-fertilization on some traits of growth, yield, its components ،and oil yield for different cultivars of Flax. Euphrates Journal of Agriculture Science. 10(2): 110-123.

Arif, I., Batool, M., and Schenk, P. M. 2020. Plant Microbiome Engineering: Expected Benefits for Improved Crop Growth and Resilience. Trends in Biotechnology.

Asl, K.R.; Hosseini, B.; Sharafi, A.; Palazon, J. 2019. Influence of nano-zinc oxide on tropane alkaloid production, h6h gene transcription and antioxidant enzyme activity in (*Hyoscyamus reticulatus* L.) hairy roots. Engineering in Life Sciences. 19(1): 73-89.

Baldini , M. and G.P. , Vannozzi 1999 . Yield relationships under drought in sunflower genotypes obtained from a wild large pot and field experiments . HEIA , 22 (30): 81 – 96**.**

Bameri M, Abdolshahi R, Mohammadi NG ،Yousefi K, Tabatabaie SM. 2012. Effect of different microelement treatment on wheat (*Triticum aestivum* L.) growth and yield. Int .Res. J. Appl. Basic Sci.; 3(1): 219-223.

Banerjee, J.; and, Kole, C. 2016. Plant Nanotechnology: An overview on concepts, strategies, and tools. In Plant Nanotechnology; Kole, C., Kumar, D., Khodakovskaya, M., Eds.; Springer, Cham, Switzerland,; pp. 1–14.

Basher, H.G., Atif, E. J. and, BadrEldin, A. M. A. 2016. Impact of Bio-fertilizer on growth and yield of two sunflower (*Helianthus amnuus* L.) Hybrids at sham bat, Sudan sch. Journal of Agriculture and Veterinary Science, 3(4): 332-336 **.**

Beckers, B., De Beeck, M. O., Weyens, N., Boerjan, W., and Vangronsveld, J. 2017. Structural variability and niche differentiation in the rhizosphere and endosphere bacterial microbiome of field-grown poplar trees. Microbiome 5(25): 1-17.

Berahmand, A,A, Panahi,A.G, Sahabi, H, Feizi,H, Moghaddam, P,R, Shahtahmassebi, N, Fotovat, A, Karimpour, H and Gallehgir, O, .2012. Effects of silver nanoparticles and magnetic field on growth of fodder maize (*Zea mays* L.) .Biol.Trace Element Res.149(3):419-424.

Bernhard, A. 2010. The Nitrogen Cycle: Processes, Players, and Human Impact. Nature Education Knowledge. 2(2): 1-12

Bianco, M. S., A.B. CecílioFilho and L.B. de Carvalho. 2015. Nutritional status of the cauliflower cultivar Verona grown with omission of out added macronutrients. Plos One, 10(4): 1-17**.**

Bittsánszky A., Pilinszky K., Gyulai G., Komives T. 2015. Over-coming ammonium toxicity. Plant Science, an International Journal of Experimental Plant Biology. 231: 184–190.

Black, C. A. (ed.) .1965. Method of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties, American Society of Agronomy, Inc, Publisher, Madison, Wisconsin USA.

Black, M., Moolhuijzen, P., Chapman, B., Barrero, R., Howieson, J., Hungria, M., Bellgard, M., .2012. The genetics of symbiotic nitrogen fxation: comparative genomics of 14 rhizobia strains by resolution of protein clusters. Genes 3(1): 138–166.

Boraste, A.; K.K. Vamsi ; A. Jhadav ; Y. Khairnar ; N.Gupta ; S.Trivedi and B. Joshi, .2009. Biofertilizers: A novel tool for agriculture. International Journal of Microbiology Research, 1(2): 23-29.

Bumunang, E.W. and O.O. **Babalola**. **2014.** Characterization of rhizobacteria from field grown genetically modified (GM) and non-GM maizes Braz. Arch. Biol. Technol., 57(1): 1-8.

Byrareddy, B., Uppar, D. S., Vyakarnahal, B. S., Hiremath, S. M., Hunje, R., and Nadaf, H. L. 2010. Effect of integrated nutrient management on sunflower hybrid (KBSH-I) seed production. Karnataka Journal of Agricultural Sciences, 21(2): 171-175.

Cakmak, I., Torun, B., Erenoğlu, B., Öztürk, L., Marschner, H., Kalayci, M., ... and Yilmaz, A. 1998. Morphological and physiological differences in the response of cereals to zinc deficiency. Euphytica, 100(1-3): 349-357.

Cakmak, I., and H. Marschner .1993. Effect of zinc nutritional status on activities of superoxide radical and hydrogen peroxide scavenging enzymes in bean

leaves. In: Plant Nutrition — from Genetic Engineering to Field Practice. Springer Netherlands, Dordrecht, 54: 133–136

Cakmak, I. 2000. possible roles of zinc in protecting plant cells from damage by reactive oxygen species. New Phytologist, 146(2): 185-205

Candan, N., I. Cakmak and L. Ozturk. 2018. Zinc-biofortified seeds improved seedling growth under zinc deficiency and drought stress in durum wheat. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 181 (3): 388-395.

Chen, Y. W., Lee, H. V., Juan, J. C., and Phang, S. M. 2016. Production of new cellulose nanomaterial from red algae marine biomass *Gelidium elegans*. Carbohydrate polymers, 151, 1210-1219..

Cheng, H.N., Klasson, K.T., Asakura, T., Wu, Q. 2016. Nanotechnology in Agriculture. In: Cheng, H.N., Doemeny, L., Gerace, C.L., Schmidt, D.G., editors. Nanotechnology: Delivering the Promise. ACS Symposium Series, Washington, DC: American Chemical Society. 2, 233-242.

Chhipa, H. 2019. Applications of nanotechnology in agriculture. Chapter 6, Methods in Microbiology . 46: 115-142.

Coleman, J. E. (1992). Zinc proteins: enzymes, storage proteins, transcription factors, and replication proteins. Annual review of biochemistry, 61(1): 897- 946.

Das, H. K. 2019. *Azotobacters* as biofertilizer. In Advances in applied microbiology (108: 1- 43). Academic Press.

Delshadi, S. 2015. Effects of plant growth promoting rhizobacteria on seed germination and growth of *Bromus tomentellus*, Onobrychis sativa and Avena sativa in drought stress. [M.Sc. Rangeland management thesis] Zabol, Iran: University of Zabol. (In Persian).

Derosa, M.C., Monreal, C., Schnitzer, M., Walsh, R. and Sultan, Y., 2010. Nanotechnology in fertilizers. Nature nanotechnology, 5(2): 91-91.

Dharam, S. M. and Aravinda Kumar B. N. 2017. Bio efficacy of nano zinc sulphide (ZnS) on growth and yield of sunflower (*Helianthus annuus* L.) and

nutrient status in the soil . International Journal of Agriculture Sciences . 9 (6): 3795-3798.

Dietz, K. J. and Hearth, **S. 2011.** Plant nanotoxicology. Trends Plant Sci. 16(11): 582-589

Diovisalvi, N., N. R. Calvo, N. H. Izquierdo ،Echeverría, G. A. Divito and F. García. 2018. Effects of genotype and nitrogen availability on grain yield and quality in sunflower, Agronomy Journal, 110 (4): 1532-1543**.**

Edwards, J., Johnson, C., Santos-Medellín, C., Lurie, E., Podishetty, N. K., Bhatnagar, S., Aeisen,J. Sundaresan, V. 2015. Structure, variation, and assembly of the root-associated microbiomes of rice. Proc. Natl. Acad. Sci. 112(8): E911-E920.

Ehmke, T. 2018. Water management strategies under water-limited conditions. Crops and Soils, 51 (3): 16-19.

El-Agrodi, M. W. ; A. M. EL-Ghamry and H. H. Abdo. 2017. Interactive Effect of Zinc and Phosphorus on Feba Bean Growth.J.Soil Sci. and Agric. Eng., Mansoura Univ. 8 (12): 661 - 667.

Elfeky, S. A., Mohammed, M. A., Khater, M. S., Osman, Y. A., and Elsherbini, E. 2013. Effect of magnetite nano-fertilizer on growth and yield of *(Ocimum basilicum* L.) International Journal of Indigenous Medicinal Plants, 46(3): 1286-1293**.**

El-Lattief, E.A.A., 2016. Use of Azospirillum and Azobacter bacteria as biofertilizers in cereal crops: a review. Int. J. Res. Eng. Appl. Sci. 6(7): 36 - 44.

Erisman, J. W., Sutton, M. A., Galloway, J., Klimont, Z., and Winiwarter, W. 2008. How a century of ammonia synthesis changed the world. Nature Geoscience, 1(10): 636-639.

Etesami, **H**. **Maheshwari**, **D.K**. **2018**. Use of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPRs) with multiple plant growth promoting traits in stress

agriculture: Action mechanisms and future prospects. Ecotoxicol Environ Safety.;156: 225-246.

Fan, Q., Ugbolue, S. C., Wilson, A. R., Dar, Y. S., and Yang, Y. 2003. Nanoclay-modified polypropylene dyeable with acid and disperse dyes. AATCC Review, 3(6): 25-28.

Farnia, A. M. 2014. Effect of phosphate and Nitrogen Bio- fertilizer on yield, yield components, oil and protein in sunflower (*Helianthus annuus* L.) Buffet of Environment. Pharmacology and Life Sciences, 3(5): 110-117 .

Fuentes, B., M.De La Luz Mora,N.S.Bolan,and Naidu, R. 2008. Assessment of phosphorus bioavailability from organic wastes in soil. Dev .Soil Sci. 32: 363- 411.

Furtado, G. F. and L. H. G. Chaves. 2018. Growth rates and sunflower production in function of fertilization with biochar and NPK. Journal of Agricultural Science, 10 (2): 260-270.

Giri, B.; P. H. Giang; R. Kumari;R. Prasad;and A. Varma. 2005. "Microbial Diversity in Soils". Microorganisms in Soils: Roles in Genesis and Functions. Soil Biology 3: 19–55.

Gokhan, H., J.J. Hart, Y.Hong, I. Cakmak and L. Kochian. 2003. Zinc efficiency is correlated with enhanced expression and activity of zinc-requiring enzymes in wheat . Plant Physiology. 131: 595-602.

Goswami , D.; J.N. Thakker and P. C. Dhandhukia. 2016 . Portraying Mechanics of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR): A Review. Cogent Food Agric. 2, 1–19**.**

Gouda ,S.; R. G. Kerry; D. Samal ; G. P. Mahapatra ; G. Das and J. K. Patra .2018. Application Of Plant Growth Promoting Rhizobacteria In Agriculture. 206,131-140.

Graham RD, Welch RM, Bouis HE. 2001. Addressing micronutrients malnutrition through enhancing the nutritional quality of staple foods principles, perspectives and knowledge gaps. Advanced Agronomy. 70: 77-142.

Gresser, M.E. and Porsons, G.W. 1979. Sulphuric, perchloric and digestion of plant material for determination nitrogen, phosphorus, potassium,calcium and magnesium, Analytical chemical. Acta. 109: 431-436.

Gupta, N. K. and S. Gupta. 2005. Growth regulators. in N. K. Gupta and S . Gupta (edrs.). Plant Physiology. Oxford and IBH Publ., New Delhi, p. 286-349.

Gyaneshwar, P. ; G.N. Kumar ; L.J. Parekh and P.S.Poole. 2002. Role of soil microorganisms in improving P nutrition of plant s. Plant Soil. 242: 83-93.

Han, H.S., and L.K.D Supanjani. 2006. Effect of co-inoculation with phosphate and potassium solubilizing bacteria on mineral uptake and growth of pepper and cucumber. Plant soil Environ. 52 : 130 -136 .

Harker, K. N. and Blackshaw, R. E. 2009. Integrated cropping systems for weed management. Prairie Soils Crops. 5: 52-63.

Hartmann A. ; M.Schmid ; D.van Tuinen and G. Berg. 2009. Plant-driven selection of microbes. Plant Soil, 321, 235-257.

Havlin, J. L.,J.D. Beaton,S.L. Tisdale, and W.L.Nelson. 2005. Soil fertility Fertilizers "An Introduction to Nutrient Management"7th Ed Prentice Hall . New J.

Haynes, R. J. 1980. A comparison of two modified Kjeldhal digestion techniques for multi elements plant analysis with conventional wet and dry ashing methods. Soil Sci., and Plant Analysis. 11(5): 459-467.

He, X.; Deng, H.; Hwang, H.-M. 2018. The current application of nanotechnology in food and agriculture. J. food drug anal., 27: 1–21.

Herbert, D.,phillips, P. J. and strange, R.E. 1971. Deler mination of total carbohydrat. In .Norris, J.R. and Robbins, D.W.(eds) Methods in Microbiology, chapter 3.pp. 209-344. A cademic press, New york.

Huang, M.; Wang, Z.; Luo, L.; Wang, S.; Hui, X.; He, G.; Cao, H.; Ma, X.; Huang, T.; Zhao, Y.; Diao,Ch. Zheng, X. Zhao, H. Liu,J. Malh, S. S. 2017. Soil testing at harvest to enhance productivity and reduce nitrate residues in dryland wheat production. Field Crops Res. ،212: 153–164.

Hunt, R. 1982. Plant growth cures : The Functional Approach to Plant Growth Analysis. London. Edward Arnold. Pp 248.

Hussain, A. Zahir, Z. A. Asghar,H.N. Ahmad,M. Jamil, M. Naveed,M. and M. Fakhar, U. Z. Akhtar. 2018. Zinc Solubilizing Bacteria for Zinc Biofortification in Cereals: A Step Toward Sustainable Nutritional Security. In book: Role of Rhizospheric Microbes in Soil (pp.203−227)Chapter: 7

Illmer, P. and F. Schinner. 1995. Solubilization of inorganic phosphates by microorganisms isolated from forest soil. Soil Biol and Biochem .24: 389- 95.

Jaksomsak, P., P. Tuiwong, B. Rerkasem, G .Guild, L. Palmer, J. Stangoulis and C. T .Prom-u-thai. 2018. The impact of foliar applied zinc fertilizer on zinc and phytate accumulation in dorsal and ventral grain sections of four Thai rice varieties with different grain zinc. Journal of Cereal Science, 79: 6-12.

Jyothi, P. T., I. Y. Anjaiah, L. N. Murthy, R. Naik and S. A. Hussain. 2018. Seed yield and nutrient uptake of sunflower (*Helianthus annuus* L.) as influenced by different levels of boron and potassium in sandy loam soil . International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 7 (7): 3684-3692.

Kale, A.P.; Gawade, S.N. 2016. Studies on nanoparticle induced nutrient use efficiency of fertilizer and crop productivity. Green Chem. Technol. Lett., 2: 88–92.

Karadogan, T. and Akgun, I. 2009. Effect of leaf removal on sunflower yield and yield components and some quality characters. (*Helianthus annuus* L.). 32:123-134.

Kaur, H.; J. Kaur, and R. Gera. 2016. Plant Growth Promoting Rhizobacteria: A Boon to Agriculture. Int. J. Cell Sci. Biotechnol. 5: 317–322.

Kaya, Y.(2016). Breeding Oilseed Crops for Sustainable Production, Chapter 4 Sunflower. Engineering Faculty, Department of Genetic and Bioengineering,Trakya University, Edirne, Turkey. Pages 55-88

Keshta, M.M.and EL-Kholy, M.H. 1999. Effect of inoculation with N2 – fixing bacteria,nitrogen fertilizer and organic manure on sunflower .proc. International symposium on biological nitrogen fixation an crop Probution . Cairo, Egypt ,11(13): 181 -187

Khan, A. ; G. Jilani ; M.S. Akhtar ; S.m.S Naqvi and M.Rasheed. 2009. phosphorus solubilizing bacteria :occurrence mechanisms and their role in cropproduction.j.agric.biology.sci.1(1):48-58.

Khanderkar, S. D.; A. K. Ghotmukale; A. S. Damble and Suryawanshi, S. B. 2018. Research of Kharif sunflower to Biofertilizers and different fertilizer levels. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 6: 1558.

Khanm, H. Vaishnavi, B. A. and Shankar, A. G. 2018. Raise of Nano-Fertilizer Era: Effect of Nano Scale Zinc Oxide Particles on the Germination, Growth and Yield of Tomato (*Solanum lycopersicum*) Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci 7(5): 1861-1871.

Kim K.Y; Mcdonald G.A; Jordan D. 1997. Solubilization of hydroxyapatite by Enterobacter agglomerans and cloned Escherichia coli in culture medium.Biol Fertil Soils 24:347–352.

Knowels, P. F. 1978. Morphology and anatomy of sunflower P.55-87. (C.F. sunflower Sci. and tech. Agro. Monogr. 19.ASA, Madison, WI**.**

Kobraee ,S., Keyvan S., Behrooz R. 2011. Effect of micronutrients application on yield components of soybean . Annals of Biol. Res. 2(2) : 476-482.

Kołota E,and M.Osinska. 2001. Efficiency of foliar nutrition of field vegetables grown at different nitrogen rates.Acta Hort, 563: 87–91.

Kour, D.; Rana, K. L.; Yadav, A. N.; Yadav, N.; Kumar, M.; Kumar, V.; Vyas, P.; Dhaliwal, H. S.; Saxena, A. K. 2020. Microbial biofertilizers: Bioresources and eco-friendly technologies for agricultural and environmental sustainability . Biocatalysis and Agricultural Biotechnology 23: 101-487**.**

Lalitha, S. 2017. Plant growth–promoting microbes: a boon for sustainable agriculture .In: Dhanarajan, A. (Ed.), Sustainable Agriculture towards Food Security. Springer Singapore, Singapore, pp. 125 158.

Laware, S.L. and Raskar, S. 2014. Influence of Zinc Oxide nanoparticles on growth, flowering and seed productivity in onion. International Journal of Current Microbiology Science. 3(7): 874-881.

Leghari, S.J. 2016. Role of Nitrogen for Plant Growth and Development . Advances in Environmental Biology. 10(9): 209-218.

Levy A, Conway JM, Dangl JL, Woyke T. 2018. Elucidating Bacterial Gene Functions in the Plant Microbiome. Cell Host Microbe. 24(4):475-485.

Li, C., Li, Y., Li, Y., and Fu, G. 2018. Cultivation techniques and nutrient management strategies to improve productivity of rain-fed maize in semi-arid regions. Agricultural Water Management, 210: 149-157.

Mahanty, T., Bhattacharjee, S., Goswami, M., Bhattacharyya, P., Das, B., Ghosh, A., and Tribedi, P. 2017. Biofertilizers: a potential approach for sustainable agriculture development. Environmental Science and Pollution Research, 24(4): 3315-3335.

Mahdi, S. S., Hassan, G. I., Samoon, S. A., Rather, H. A., Dar, S. A., and Zehra, B. 2010. Bio-fertilizers in organic agriculture. Journal of phytology. 2(10): 42-54.

Majeed, A., Abbasi, M. K., Hameed, S., Yasmin, S., Hanif, M. K., Naqqash, T., and Imran, A. 2018. Pseudomonas sp. AF-54 containing multiple plant

beneficial traits acts as growth enhancer of (*Helianthus* annuus L.) under reduced fertilizer input. Microbiological research, 216: 56-69.

Malandrakis, A. A., Kavroulakis, N., and Chrysikopoulos, C. V. 2019. Use of copper, silver and zinc nanoparticles against foliar and soil-borne plant pathogens. Science of the total environment, 670: 292-299.

Manjaiah, K. M., Mukhopadhyay, R., Paul, R., Datta, S. C., Kumararaja, P., and Sarkar, B. 2019. Clay minerals and zeolites for environmentally sustainable agriculture. In Modified Clay and Zeolite Nanocomposite Materials (pp. 309-329).

Manoharachary, C., and Mukerji, K. G. 2006. Rhizosphere biology–an overview. In Microbial Activity in the Rhizoshere (pp. 1-15). Springer, Berlin, Heidelberg.

Manufuture. 2006. Vision 2020 and Strategic Research Agenda of the European Agricultural Machinery Industry and Research Community for the 7th Framework Programme for Research of the European Community, Brussels, Belgium.

Martin, J. H. and W. H. Leonard. 1959. Principle of Field Crop Production. The Macmillan Company. New York. pp. 1176.

Martínez-Force, E., Dunford, N. T., and Salas, J. J. 2015. Sunflower: Chemistry, Production, Processing, and Utilization 1st Edition.

Masoud, T. K. 2013. Role of Partial Irrigation of Rows and Organic Matter in the Water Requirement, Growth and Yield of sunflower. M.Sc. Thesis, Dept. of Soil Sci ،.and Water Resources, Coll. of Agric., Univ. of Baghdad. pp. 112.

Massignam, A.M., S.C. Chapman, G.L. Hammer and S. Fukai. 2009. Physiological determinants of maize and sunflower achene yield as affected by nitrogen supply.Field Crops Research, 113: 256-267.

Mcgill WB and Cole CV . 1981. Comparative aspects of cycling of organic C, N, S and P through soil organic matter. Geoderma 26:267–268.

Mckinney, G. 1941. Absorption of light by chlorophyll solutions. J. Biol.Chem., 140:315-322.

Mengel ،K. and E. A. Kirkby. 2001. Principles of Plant Nutrition ،5th Edition.

Mengel, K., and E. Kirkby. 1982. Principles of plant nutrition. 3rd ed. Int .Potash Institute Bern, Switzerland.

Mirparsa, T., Ganjali, H. R., and Dahmardeh, M. 2016. The effect of bio fertilizers on yield and yield components of sunflower oil seed and nut. International Journal of Agriculture and Biosciences, 5(1): 46-49 .

Mohammed. A.A.E. 2003. Response of sunflower to phosphorine and cerealin inoculation under low NP .fertilizer levels .J. Agric .Res .,Tanta Unir , 29(2) 653-663.

Monotti, M. 1978. Experimental Research on Cultural Techniques for Sunflower Effects of Application of Increasing Nitrogen Loses in Fertilization. Proceedings of the VII. International Sunflower Conferance, 83-89.

Monreal, C.M., M.Derosa, S.C. Mallubhotla,P.S. Bindeaban,and C .Dimkpa. 2015. Nanotechnologies for increasing the crop use efficiency of fertilizer-micronutrients.Boil Fertile Soils. 52(3): 423–437.

Moradi, T., R. Kazemeini, S. A. Ghadiri and M .Edalat. 2018. Split nitrogen sources effects on nitrogen use efficiency, yield and seed quality of safflower (*Carthamus tinctorius* L .).13 (4): 303-309.

Mrkovacki,N and Milic,Y. 2001. Use of *Azotobacter chroococcum* as potentially useful in agricultural application. Ann Microbiol. 51(2):145–158 .

Najafi Disfani, M., Mikhak, A., Kassaee, M.Z. and Maghari, A. 2017. Effects of nano Fe/SiO_2 fertilizers on germination and growth of barley and maize. Archives of Agronomy and Soil Science, 63(6): 817-826.

Najafi,S, Jamei,R and Farnaad, N. 2014. Effect of nanoparticles- microelement and magnetic field on the yield and chemical composition of (*Triticum aestivum* L.) seedling. Bull. Environ. Pharm. Life Sci., 3(2): 263-268.

Nandha, R., Harpal. Singh, Kamlesh. G, Seema. R. 2014. Therapeutic potenttial of sunflower seed. International Journal of Research and Development in Pharmacy and Life Sciences. 3 (3): 967-972.

Neethirajan, S., Jayas, D.S. 2011. Nanotechnology for the Food and Bioprocessing Industries. Food and Bioprocess Technology. 4 (1): 39–47**.**

Nihorimbere V.; M. Ongena.; M. Smargiassi and P.Thonart. 2011. Beneficial effect of the rhizosphere microbial community for plant growth and health .Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 15(2): 327-337.

Oad, R. K., M. A. Ansari, J. Kumar and D. R .Menghwar. 2018. Effect of foliar applied urea on growth and yield of sunflower (*Helianthus annuus* L.). Open Access Library Journal, 5 (7): 1-13.

Orozco-Mosqueda, M.D.C, Rocha-Granados, M.D.C, Glick, B.R, Santoyo, G. 2018. Microbiome engineering to improve biocontrol and plant growth-promoting mechanisms. Microbiol Res. 208:25-31.

Özkoç,I. and M. H. Deliveli. 2001. In vitro Inhibition of mycelia growth of some root rut fungi *Rhizobium leguminosarum* Biovar phaseoli isolates Ondokuzmayis University. faculty of Arts and Science. Department of biology. Kurupelite. Turky. 25: 435-445

Page, A.L., R.H. Miller and D.R. Keeney (Eds.). 1982. In:Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties, 2nd ed. Agron. Monogr. 9. ASASSA, Madison, USA. P. 1-33.

Pandey, G. **(2018).** Challenges and future prospects of agri-nanotechnology for sustainable agriculture in India. Environ .Technol. Innov., 11(6): 299–307.

Pandey, R.K.; J.W. Maranville and A. Admou. 2000. Deficit irrgation and nitrogen effects on maize in a sahelian environment. Agri.Water Manag.J. 46(1): 1-13.

Panpatte, D.G.; Jhala, Y.K.; Shelat, H.N.; Vyas, R.V. 2016. Nanoparticles: The next generation technology for sustainable agriculture. In Microbial

Inoculants in Sustainable Agricultural Productivity; Springer: New Delhi,; pp 289–300.

Patel, G., S. Sindh, S. K. Saxena and K. J. Kaur. 2016. Isolation, Biochemical Characterization and production of Biofertilizer from Bacillus megaterium. Int .J. Life .Sci. Scienti. Res. 2(6):749-752.

Patra, P. Pati, B.K. Ghosh, G. K. Mura, S. S. and A. Saha. 2013. Effect of Biofertilizers and Sulphur on Growth, Yield, and Oil Content of Hybrid Sunfower (*Helianthus annuus* L.) In a Typical Lateritic Soil. Open Access Scientific Reports. 2(1): 1-5.

Pedroche, J. 2015. Utilization of Sunflower Proteins.Sunflower, Chemistry, Production, Processing, and Utilization, 395-439.

Phillips, J. M. 2009. EM Nature Farming Hand book: Experiences in America, The Living Earth Training Center, Inc. pp: 18 .

Pramanik L. and Bera A. K. 2013. Effect of bio-fertilizers and phytohromone on growth, productivity and quality of sunflower (*Helianthus annuus* L.). Journal of Crop and Weed, 9 (2): 122-127 .

Pramanik. P, ,Aniruddha. K, Maity,N.,Anirban. M, Mukherjee, Vikas Rai . 2020. Application of Nanotechnology in Agriculture. Environmental Nanotechnology. 4: 317-348.

Puri ,A. ; K. P. Padda and C. P. Chanway. 2017. Plant Growth Promotion by Endophytic Bacteria in Nonnative Crop Hosts: Crop Productivity and Protection, Sustainable Development and Biodiversity. 2 (16): 11-45.

Qin SY ,Sun XC , Hu CX, Tan QL , Zhao XH , Xin J , Wen X. 2017. Efect of NO_3^- :NH_4^+ ratios on growth, root morphology and leaf metabolism of oilseed rape (*Brassica napus* L.) seed-lings. Acta Physiologiae Plantarum, 39(9): 198.

Raaijmakers, J.M. and D.M. Weller. 2001. Exploiting genotypic diversity of 2,4-diacetylphloroglucinolproducing Pseudomonas spp :.characterization of superior root-colonizing P. fluorescens strain Q8r1-96.Appl. Environ. Microbiol., 67(6): 2545-2554.

Raj ,B.B. and P. Adhikari. 2013. Effect of azotobacter on growth and yield of maize . SAARC J. Agri., 11(2): 141-147.

Raliya R., Saharan,V. Dimkpa, and Ch.Biswas,P. 2018. " Nano fertilizer for Precision and Sustainable Agriculture: Current State and Future Perspectives". Journal of Agricultural and Food Chemistry**.,** 66 (26) 6487–6503.

Ram, P. ; S. S. Gill and N. Tuteja. 2018. Crop Improvement Through Microbial Biotechnology , New and Future Developments in Microbial Biotechnology and Bioengineering‹Chapter 4 - Microbial Transformations Implicit With Soil and Crop Productivity in Rice System, pp. 57-72.

Rasyid ,B. 2018. Collaboration of liquid bio-ameliorant and compost effect to crop yield and decreasing of inorganic fertilizer utilization for sustainable agriculture, Opconf. Series: Earth and Environmental Science 157 (1):1-6.

Rathey, K. N. 2005. Response of Sunflower Hybrids to Different Levels from PlantPopulation. MSc. Thesis. College of Agriculture, University of Baghdad. Baghdad, Iraq.

Richards , L.A. 1954. Dignosis and Improvement of saline and Alkali soils.78(2): 154.

Rodríguez H, Fraga R. 1999. Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. Biotechnol Adv. 17(4-5): 319-339.

Romhold, V., and M.M, El-fouly . 2000. foliar nutrient application : challenge and limits in crop production .2nd IndInternational workshop on foliar fertilization .Bankok . Thailand . 1-32.

Sabir, S., Arshad, M., and Chaudhari, S. K. 2014. Zinc oxide nanoparticles for revolutionizing agriculture: synthesis and applications. The Scientific World Journal, 2014: 1-8**.**

Schachtman, D.P, R. J. Reid, and S.M. Ayling. 1998. Phosphorus uptake by plants: from soil to cell. Plant Physiology. 116(2): 447-453.

Shah, T., H. Khan, M. A. Noor, X. Wang, M. A .Basahi and M. Nasir. 2018. Enhancement in plant water relations and fatty acid profile in sunflower (*Helianthus annuus* L.) through application of abscisic acid under varied water levels. Applied Ecology and Environmental Research. 16 (4): 5005-5023**.**

Shahid M, Hameed S, Zafar M, Tahir,M. Ijaz,M. Tariq,M. K. Hussain. 2019. Enterobacter sp. strain Fs-11 adapted to diverse ecological conditions and promoted sunflower achene yield, nutrient uptake, and oil contents. Braz J Microbiol. 50(2): 459-469.

Sham S. Patel, B. N. Aravinda Kumar, Meena Dharam Singh, S. C. Alagundagi, V. P. Savalgi, and M. K. 2019. Rabinal. Foliar Application of Green Synthesized Zinc Sulphide and Zinc Oxide Nano Particles Enhances Growth, Root Attributes, Yield and Oil Quality of Sunflower (*Helianthus annuus* L.) Global Journal of Science Frontier Research: D Agriculture and Veterinary. 19 (4): 11-19.

Sharpley, A. 2000. Phosphorus availability. In M.E.Sumner (ed) (2000)Hand Book of Soil Science .CRC Press pp D18-D38.

Shenashen, M.; Derbalah, A.; Hamza, A.; Mohamed, A.; El Safty, S. 2017. Antifungal activity of fabricated mesoporous alumina nanoparticles against root rot disease of tomato caused by *Fusarium oxysporium*. Pest Manag. Sci. ، 73(6): 1121–1126.

Shittu, O.S and Ogunwale , J.A. 2012. Phosphorus- Zinc Interaction for soybean production in soil Developed on charnockite in Ekitistate. Journal of Emerging Trends (JETEAS) 3(6): 938-942.

Shojaei, T. R., Salleh, M. A. M., Tabatabaei, M., Mobli, H., Aghbashlo, M., Rashid, S. A., and Tan, T. 2019. Applications of nanotechnology and carbon nanoparticles in agriculture. In Synthesis, Technology and Applications of Carbon Nanomaterials (pp. 247-277).

Shukla, P., Chaurasia, P., Younis, K., Qadri, O. S., Faridi, S. A., and Srivastava, G. 2019. Nanotechnology in sustainable agriculture: Studies from seed priming to post-harvest management. Nanotechnology for Environmental Engineering, 4(11): 1-15.

Song U, Shin M, Lee G, Roh J, Kim Y, Lee EJ. 2013. Functional analysis of TiO_2 nanoparticle toxicity in three plant species. Biology Trace Elem Res. 155(1): 93-103.

Son, T.T.N. ; C.N. Diep and T.T.M. Giang. 2006. Effect of bradyrhizobia and phosphate solubilizing bacteria application on soybean in rotational system in the Mekong delta .Omonrice.14(2) : 48-57.

Suge , H.; Tahahashi , H. and Takaki , H. 1986. Gibberellin relationship in zinc deficient plants , plant cell physiology. 27(6): 1005–1012.

Suppan, S. (2013). Nanomaterials in soil. Institute for Agriculture and Trade Policy.

Tarafdar,J. C, Raliya, R and L.Tathore. 2012. Microbial synthesis of phosphorous nanoparticle from tri- calcium phosphat using Aspergillus tubingensis TFR-5.J. Bionanosci., 6(2) :84-89.

Tawfiq. A. A. and Alsaadawi, I. S. 2014. Allelopathic effect of root exudates of two sunflower cultivars on companion weeds. Iraqi Journal of Science, 55(4), 1509-1516.

Tisdale, S . L. W. L. Nelson , J. D. Beaton , and James D. ،Havlin ،John L. 1997. Soil Fertility and Fertilizers. 5th. Ed Macmillan Publ. Co. New York, NY, USA.

Torabian, S.; Zahedi, M.; Khoshgoftar, A.H. 2017. Effects of foliar spray of nano-particles of $FeSO_4$ on the growth and ion content of sunflower under saline condition. J. Plant Nutr., 40(5): 615–623 .

Toro, M. ; R. Azcon and J.M. Barea. 1997. Improvement of arbuscular mycorrhiza development by inoculation of soil with phosphate-solubilising rhizobacteria to improve rock phosphate bioavailability (32P) and nutrient cycling. App. Env. Microbiol., 63(11): 4408 – 4412.

Totten,W. and B.McCarty. 2004. Foliar Feeding . Department of Horticulture, Clemson University .

Tripathi, D. K., Singh, S., Singh, V. P., Prasad, S. M., Dubey, N. K., and Chauhan, D. K. 2017. Silicon nanoparticles more effectively alleviated UV-B stress than silicon in wheat (*Triticum aestivum* L.) seedlings. Plant Physiology and Biochemistry, 110, 70-81.

Vermeulen, S.J.; Aggarwal, P.K.; Ainslie, A.; Angelone, C.; Campbell, B.M.; Challinor, A.J.; Hansen, J.W.; Ingram ،J.S.I.; Jarvis, A.; Kristjanson, P.; Lau,C. Nelson,G.C. Thornton,P.K. E. Wollenberg. 2012. Options for support to agriculture and food security under climate change .Environ. Sci. Policy, 15(1): 136–144.

Waleed Fouad Abobatta. 2018. "Nanotechnology Application in Agriculture". Acta Scientific Agriculture 2(6): 99-102.

Wani ,S.A.,Chand,S., and Ali,T. 2013 Potential use of *Azotobacter chroococcum* in crop production: An Overview. Current Agriculture Research Journal, 1(1): 35-38.

Yadav, A. N., Kumar, V., Dhaliwal, H. S., Prasad, R., and Saxena, A. K. 2018. Chapter 18- Microbiome in crops: diversity, distribution, and potential role in crop improvement. In Crop improvement through microbial biotechnology (305-332).

Yadav, A.N. 2017. Agriculturally Important Microbiomes: Biodiversity And Multifarious Pgp Attributes For Amelioration Of Diverse Abiotic Stresses In Crops For Sustainable Agriculture Biomed. J. Sci. Tech. Res., 1(4): 1-4.

Yousefi, A. A., and Barzegar, A. R. 2014. Effect of Azotobacter and Pseudomonas bacteria inoculation on wheat yield under field condition. International Journal of Agriculture and Crop Sciences (IJACS), 7(9): 616-619.

ملحق (1) تحليل التباين لصفات النمو والحاصل وبعض الصفات النوعية المدروسة للموسم 2019 ممثلة متوسطات المربعات (M.S)

مصادر الاختلاف s.o.v	درجات الحرية df	متوسط مربعات الصفات					
		ارتفاع النبات (سم)	عدد الأوراق (ورقة نبات$^{-1}$)	قطر الساق (ملم)	محتوى الأوراق من كلوروفيل a	محتوى الأوراق من كلوروفيل B	محتوى الأوراق من الكلوروفيل الكلي
المكررات	2	15.01	8.508	6.204	0.00332	0.003466	0.06496
التسميد الحيوي	3	62.21 Ns	54.309**	8.984*	0.43988**	0.005416 Ns	0.51113*
الزنك النانوي	2	150.01*	58.177*	5.773 Ns	0.74143**	0.035424*	0.55132*
التداخل	6	201.94**	41.730**	12.498*	0.19989**	0.037082**	0.43397*
الخطأ القياسي	22	21.34	6.789	3.140	0.01026	0.005588	0.08259
مصادر الاختلاف s.o.v	درجات الحرية df	متوسط مربعات الصفات					
		قطر القرص (سم)	الوزن الطري للأوراق (غم)	الوزن الطري للقرص (غم)	الوزن الطري الكلي للنبات (ميكاغرام. هـ$^{-1}$)	المساحة الورقية (م^2)	دليل المساحة الورقية
المكررات	2	1.204	147.7	339.0	1.41	0.001718	0.15221
التسميد الحيوي	3	6.135*	902.2 Ns	5173.4**	114.55**	0.025730**	1.09702**
الزنك النانوي	2	11.608*	3915.2*	26201.2**	271.28**	0.030586**	0.65460**
التداخل	6	14.286**	1470.5*	17435.1**	197.86**	0.005910*	0.18355*
الخطأ القياسي	22	2.157	641.4	622.2	14.44	0.001874	0.03546

ملحق (2) تحليل التباين لصفات النمو والحاصل وبعض الصفات النوعية المدروسة للموسم 2019 ممثلة متوسطات المربعات (M.S)

مصادر الاختلاف s.o.v	درجات الحرية df	متوسط مربعات الصفات					
		الوزن الجاف للأوراق (غم)	الوزن الجاف للقرص (غم)	الحاصل الحيوي (ميكاغرام. هـ$^{-1}$)	دليل الحصاد	عدد البذور في القرص (بذرة قرص$^{-1}$)	وزن 1000 بذرة (غم)
المكررات	2	11.34	46.31	0.2192	5.65	2751	3.828
التسميد الحيوي	3	92.08*	450.40*	0.8722 Ns	42.17*	14852*	265.553**
الزنك النانوي	2	84.46*	782.36**	2.5533*	12.57 Ns	82228**	183.999**
التداخل	6	65.48*	203.81*	1.7012*	99.64**	40012**	32.860**
الخطأ القياسي	22	27.12	75.90	0.4606	10.58	3920	2.350
مصادر الاختلاف s.o.v	درجات الحرية df	متوسط مربعات الصفات					
		حاصل النبات الواحد (غم. نبات$^{-1}$)	حاصل البذور الكلي (ميكاغرام. هـ$^{-1}$)	النسبة المئوية للإخصاب (%)	النسبة المئوية للزيت (%)	حاصل الزيت (ميكاغرام. هـ$^{-1}$)	النسبة المئوية للبروتين (%)
المكررات	2	21.126	0.05901	1.023	22.061	0.00614	25.99
التسميد الحيوي	3	204.319**	0.58254**	89.177**	73.770**	0.26957**	54.34*
الزنك النانوي	2	327.805**	0.93806**	142.923**	34.577*	0.29952**	144.12**
التداخل	6	235.011**	0.66943**	112.691**	50.036**	0.27350**	35.60*
الخطأ القياسي	22	8.551	0.02414	6.640	4.873	0.01103	12.49

ملحق (3) تحليل التباين لصفات النمو والحاصل وبعض الصفات النوعية المدروسة للموسم 2019 ممثلة متوسطات المربعات (M.S)

مصادر الاختلاف s.o.v	درجات الحرية df	متوسط مربعات الصفات				
		محتوى البذور من الكاربوهيدرات (ملغم.غم$^{-1}$)	النسبة المئوية للنتروجين في الجزء الخضري (%)	النسبة المئوية للفسفور في الجزء الخضري (%)	النسبة المئوية للبوتاسيوم في الجزء الخضري (%)	كمية الزنك في الجزء الخضري (ملغم. كغم$^{-1}$)
المكررات	2	324.07	0.02662	0.0004059	0.1348	31.22
التسميد الحيوي	3	324.55*	0.31068*	0.0481725**	3.3643*	200.69**
الزنك النانوي	2	904.15**	0.01208 Ns	0.0101189**	4.5371*	1183.60**
التداخل	6	647.90**	0.20315 Ns	0.0037122*	2.0923*	467.55**
الخطأ القياسي	22	86.48	0.09517	0.0006743	0.7917	10.40

مصادر الاختلاف s.o.v	درجات الحرية df	متوسط مربعات الصفات			
		النسبة المئوية للنتروجين في البذور (%)	النسبة المئوية للفسفور في البذور (%)	نسبة المئوية للبوتاسيوم في البذور (%)	كمية الزنك في البذور (ملغم. كغم$^{-1}$)
المكررات	2	0.6633	0.0001083	0.00474	285.4
التسميد الحيوي	3	1.3910*	0.0150889**	0.06602*	536.8*
الزنك النانوي	2	3.6928**	0.0025333*	0.36209**	1627.7*
التداخل	6	0.9103*	0.0069444**	0.36178**	1118.6*
الخطأ القياسي	22	0.3195	0.0004174	0.02061	200.1

ملحق (4) قيم معامل الارتباط لبعض الصفات المدروسة.

الصفات المدروسة	قطر القرص (سم)	عدد البذور (بذرة.نبات$^{-1}$)	الحاصل الكلي (ميكاغرام.ه$^{-1}$)	نسبة الإخصاب (%)	وزن 1000 بذرة (غم)	نسبة الزيت (%)	حاصل الزيت (ميكاغرام.ه$^{-1}$)	نسبة البروتين (%)	حاصل النبات (غم)	نسبة الكربوهيدرات	مساحة الورقة (م^2)	دليل المساحة
قطر القرص (سم)												
عدد البذور (بذرة.نبات$^{-1}$)	0.65042**											
الحاصل الكلي	0.75657**	0.64632**										
نسبة الإخصاب (%)	0.64844**	0.62186*	0.80952**									
وزن 1000 بذرة (غم)	0.64256**	0.56298*	0.63063**	0.68735**								
نسبة الزيت (غم)	0.52871*	0.59786**	0.51191*	0.68898**	0.67337**							
حاصل الزيت (ميكاغرام.هكتار$^{-1}$)	0.73495**	0.71726**	0.88447**	0.84123**	0.73972**	0.84872**						
نسبة البروتين (%)	0.78806**	0.56322*	0.71832**	0.71160**	0.68005**	0.55707*	0.72286**					
حاصل النبات (غم)	0.75636**	0.64720**	0.99998**	0.80946**	0.63004**	0.51187*	0.88452**	0.71857**				
نسبة الكربوهيدرات	0.58090*	0.62218**	0.60671**	0.64933**	0.60652**	0.64697**	0.70944**	0.46625*	0.60650**			
مساحة الورقة (م^2)	0.59013*	0.44617*	0.54314*	0.53067*	0.75625**	0.40719*	0.53805*	0.61681**	0.54143*	0.45916*		
دليل المساحة	0.57174*	0.42216*	0.59285**	0.55591*	0.75256**	0.39302*	0.56204*	0.58265*	0.59122**	0.48867*	0.94697**	

* معنوي على مستوى 0.05 .

** معنوي على مستوى 0.01 .

Summary

This study was conducted in the agricultural fields of in the fields belonging to Ibn Al-Bitar Professional Preparatory, Holy Kerbala - Al-Husayniyah District, during spring season 2019 to know Response of sunflower to bio-fertilizers and foliar spray Zn-nano particles in the growth, yield and some quality characteristics of the ***Helianthus annuus*** L. crop.

Randomized Complete Block Design was used with three replications as factorial at two factors. the first factor was biofertilizers with three levels (Control ,Azotovit, Phosphatovit and Azotovit+ Phosphatovit), second factor included foliar spray of Zn-nano particles (0, 50, 100 mg. L^{-1}).

Plants were harvested at full ripeness and some growth characteristics, yield and components. Statistical analysis of data was compared and rates were compared Treatments according to the test of the least significant difference at levels 0.05.

The results of the study showed the following:

1- Azotovit biofertilizers was a significant increase in most studied traits such number of leaves, stem diameter, chlorophyll a, total chlorophyll, head diameter, head fresh weight, leaf area, leafarea index, dry weight of the leaves, and head and havest index. The Azotovit treatment also showed a superiority in the characteristics of the yield, number of seeds, weight of 1000 seeds, plant yield, total seeds yield and the fertility percentage, as well as the oil yield and the protein percentage in the seeds, (1224 seeds $head^{-1}$, 74.59 g, 82.30 g, and 4. 39 Mg. h^{-1}, 90.2%, ,1.92 Mg. h^{-1} and 24.34%), respectively.

2- Biological fertilization treatments showed a significant superiority in increasing the percentage of nutrients (nitrogen 1.70%, phosphorous 0.287%, potassium 4.96% and zinc 74.86 mg kg^{-1}, in the dry vegetative and in seeds Nitrogen(3.89%, phosphorus 0.402%, potassium 1.85 and zinc 96.9 mg. kg^{-1}) .

3- the concentration 50 mg. L^{-1} was superior in (height plant, chlorophyll b, haed diameter, fresh weight, leaf area, leafarea index, dry weight of leaves, weight of 1000 seeds, plant yield, biological yield is, total seeds yield, protein percentage)while the concentration 100 mg. L-1 of was Superiour in (number of seeds per head, fertility percentage, oil percentage, and total soluble carbohydrates in seeds).

4- The interaction treatment (50 mg. L^{-1}+Azotovit) superior by gave the highest rates in the (plant height, stem diameter, chlorophyll b, head diameter, leaf frash weight, head fresh weight, the plant total fresh weight, leafy area,dry weight of the leaves, dry weight of the head, biological yield, number of seeds, plant yield, total seeds yield, oil yield and protein percentage).

Republic of Iraq

Ministry of Higher Education and Scientific Research

University of Kerbala / College of Agriculture

Response of sunflower to bio-fertilizers and foliar spray Zn-nano particles in the growth, yield and some quality characteristics

A Thesis by

Nour Abdulmunem Ahmed Alshalah

Submitted to the Council of the College of Agriculture
University of Kerbala

As a Partial Fulfillment of the Requirements For
the degree of Master in Agricultural Sciences

(Field crops)

Supervisor by

Asst. prof . Dr Abbas Ali Hussain ALamery

2020 A.D **1442 A.H**