«تأثير إضافة تراكيز مختلفة من سماد النانو (أوكسيد الزنك) في تركيز بعض العناصر المغذية الكبرى في المجموع الخضري وإنتاجية الفستق الحلبي المزروع في حمص »

إعداد: .م. يحيى العباس

طالب دراسات عليا ماجستير قسم التربة واستصلاح الأراضي

إشراف

أ.د.عبد الإله العبدو

أستاذ في قسم التربة واستصلاح الأراضي

كلية الزراعة– جامعة البعث

الدكتور محمود الحمدان

باحث في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية

الملخص

تم تنفيذ هذا البحث في مركز البحوث العلمية الزراعية في حمص في دائرة بحوث الموارد الطبيعية خلال العام ٢٠٢٠م وذلك لمعرفة تأثير إضافة تراكيز مختلفة من سماد النانو (أوكسيد الزنك) في تركيز بعض العناصر المغذية الكبرى في المجموع الخضري(أوراق وثمار) وإنتاجية الفستق الحلبي المزروع في حمص، تم تنفيذ البحث باستخدام أربعة تراكيز مختلفة من سماد أوكسيد الزنك النانوي(٠، ١، ٢، ٣) غ/لتر ورمز لها بـ (Zn0, Zn1, Zn2, Zn3) على الترتيب للمعاملات المدروسة، حيث أن :Zn0 شاهد بدون رش، Zn1: ٥٠% من النشرة المرفقة مع العبوة السمادية، Zn2: ١٠٠% من النشرة السمادية المرفقة، Zn3: ١٥٠% من النشرة المرفقة، كما تمت المقارنة أيضاً مع معاملة السماد الزنك المعدني والتي رمز لها بZn_{100}(معدني)، تم تكرار المعاملات بثلاثة مكررات، أعطت النتائج التي تم التوصل لها ما يلي: أنه أدى الرش الورقي بسماد أوكسيد الزنك النانوي إلى تفوق معنوي واضح للمعاملةZn_2 في تركيز عنصر الآزوت الكلي في الأوراق على باقي

المعاملات المدروسة وبالمقارنة مع الشاهدZn_0 وعلى معاملة التسميد المعدني، كما تفوقت المعاملة Zn_2 في محتوى الأوراق من الفوسفور الكلي بالمقارنة مع باقي المعاملات المدروسة، ومعاملة التسميد المعدني Zn_{100}(معدني). في حين انخفض محتوى الثمار من الفوسفور الكلي بالمقارنة مع الشاهد، من جهة ثانية لم يلاحظ فروق معنوية في محتوى الثمار بالفوسفور الكلي بين الشكلين النانوي والمعدني، في حين تفوقت المعاملة Zn_2 نانو في تركيز عنصر البوتاسيوم الكلي في الأوراق على باقي المعاملات المدروسة بالمقارنة مع الشاهد و مع معاملة التسميد المعدني، في حين زاد تركيز البوتاسيوم الكلي في الثمار عند كافة المعاملات المدروسة مع التفوق المعنوي الواضح للمعاملة Zn_2 نانو وذلك بالمقارنة مع الشاهد ومعاملة التسميد المعدني، كما زاد تركيز الزنك(Zn) ضمن المجموع الخضري للأشجار عند الرش الورقي بسماد الزنك النانوي وبكافة التراكيز المدروسة(١، ٢، ٣)غ/لتر على معاملة التسميد المعدني و الشاهد، مع التفوق المعنوي للمعاملة ١٠٠% على باقي المعاملات، أما بالنسبة للإنتاجية بينت النتائج التفوق المعنوي الواضح لمعاملات الرش الورقي بسماد الزنك النانوي وبكافة التراكيز المستخدمة بالمقارنة مع الشاهد مع تفوق معنوي واضح للمعاملة ١٠٠% نانو والتي كانت عندها الإنتاجية ٣٤,٨٧ كغ/شجرة.

الكلمات المفتاحية: أوكسيد زنك، سماد النانو، سماد معدني، عناصرى كبرى، إنتاجية، فستق حلبي.

«The effect of adding different concentrations of nano fertilizer (zinc oxide) on the concentration of some macro nutrients in the vegetable mass and the productivity of grown pistachios in Homs»

Abstract:

This research was carried out at the Agricultural Scientific Research Center in Homs in the Natural Resources Research Department during the year 2020 in order to find out the effect of adding different concentrations of nano fertilizer (zinc oxide) on the concentration of some macro nutrients in the vegetative system (leaves and fruits) and the productivity of grown pistachios in Homs, the research was carried out using four different concentrations of nano-zinc oxide fertilizer (0, 1, 2, 3) g/l symbolized by Zn0, Zn1, Zn2, Zn3), respectively for the studied treatments, as Zn0: blank without spraying, Zn1: 50% of the attached leaflet with the fertilizer package, Zn2: 100% of the attached leaflet, Zn3: 150% of the attached leaflet, also the comparison was made with the treatment of zinc mineral fertilizer, which is symbolized by (Zn 100 (metallic), the treatments were repeated with three replications, the result gave the following: The foliar spraying with nano zinc oxide fertilizer led to a clear significant superiority of the treatment Zn2 in the concentration of total nitrogen element in the leaves over the rest of the studied treatments and compared with the control Zn0 and on the treatment of mineral fertilization, and the treatment Zn2 also outperformed in The content of leaves of total phosphorous compared with The rest of the studied treatments, and the Zn100 (metallic) fertilization treatment. While the total phosphorous content of fruits decreased

compared with the control, on the other hand, no significant differences were observed in the total phosphorous content of fruits between the nano and metallic forms, while the Zn2 nano treatment excelled in the concentration of total potassium in the leaves over the rest of the studied treatments compared with the control and with the fertilization treatment. While the total potassium concentration in the fruits increased in all the studied treatments with the clear moral superiority of the Zn2 nano treatment compared with the control and the mineral fertilization treatment, and also the concentration of zinc (Zn) within the vegetative of the trees when foliar spraying with nano zinc fertilizer in all the studied concentrations (50) (100, 150)% over the treatment of mineral fertilization and the control, with the moral superiority of the treatment 100% over the rest of the treatments. As for the productivity, the results showed the clear moral superiority of the foliar spray treatments with nano-zinc fertilizer with all the used concentrations compared with the control, with a clear significant superiority of the treatment 100% Nano, which had a yield of 35 . kg/tree

Key words: zinc oxide, nano fertilizer, mineral fertilizer, macroelements, productivity, pist nuts

١ – المقدمة:

ينتمي الفستق الحلبي *Pistacia vera L.* إلى العائلة البطمية *Anacardiaceae* والجنس Pistacia ، والذي يضم (20) نوعاً، وتعد سورية والمناطق الغربية من آسيا الصغرى الموطن الأصلي للفستق الحلبي، وتنتشر زراعته حالياً في العديد من دول العالم مثل(إيران، تركيا، الولايات المتحدة الأمريكية، فرنسا، اليونان، إيطاليا، إسبانيا، الصين، سورية، تونس، لبنان، الأردن(Hadj Hassan and Ferguson, 2004). وتقدر المساحة المزروعة بأشجار الفستق الحلبي عالمياً بحوالي (770861) هكتاراً والإنتاج (1115066)طناً، وتحتل إيران المركز الأول عالمياً في زراعة وإنتاج الفستق الحلبي وتليها الولايات المتحدة الأمريكية والصين وتركيا وسورية (FAO, 2017).

يحتل القطر العربي السوري المرتبة الخامسة عالمياً في زراعة وإنتاج الفستق الحلبي حيث تبلغ المساحة المزروعة بأشجاره (69966) هكتاراً بإنتاج قدره (51048) طناً وتتركز زراعته في محافظات(حلب، حماه، إدلب، ريف دمشق، حمص)، حيث تقدر المساحة المزروعة بأشجاره في محافظة حماه بحوالي (21175)هكتاراً وأعطت إنتاجاً مقداره (17566) طناً(المجموعة الإحصائية الزراعية، ٢٠١٧)، لثمار الفستق الحلبي قيمة غذائية عالية حيث تحتوي 100غ من ثماره على54 غ دهون، 21 غ بروتين، 7غ كربوهيدرات، 2غ ألياف، 3.30 أملاح معدنية 12.70 غ ماء (USDA, 2018).

انتشرت زراعة الفستق الحلبي في محافظة حمص نظراً لأهميته الاقتصادية والغذائية العالية، حيث تتطلب زراعة الفستق الحلبي إدارة فعالة للأسمدة، مما يقلل من مخاطر الأسمدة المعدنية الزائدة بسبب تأثيرها السلبي على البيئة ويزيد من الجدوى الاقتصادية وكفاءة تكلفة التسميد (Gastal and Lemaire, 2002).

يعَد التسميد المعدني مهماً لدوره في تحسين نمو النبات وزيادة إنتاجيته إلا إن هناك العديد من المشاكل التي تواجه استعمال هذه الأسمدة ومنها مشاكل الفقد و الترسيب في التربة فضلاً عن ارتفاع أسعار الأسمدة المعدنية و التي أصبحت تشكل عبئاً على المزارع وتزيد من تكاليف الإنتاج و ما يرافقها من تلوث البيئة (التربة والماء والهواء)، تمتلك العناصر المعدنية الصغرى كالبورون B والنحاسCu والكلور Cl والنيكل Ni و

الموليبدنيوم Mo و المنغنيز Mn والحديد Fe والزنك Zn أهمية خاصة لنمو النباتات بشكل سليم والحصول على إنتاج وفير، إذ يعتمد إنتاج المحاصيل عالمياً على استخدام الأسمدة المعدنية بشكل كبير، ولا سيما في الدول النامية، ففي حين أن استخدام العناصر السمادية الكبرى كالنيتروجين N والفوسفور P على وجه الخصوص قد تضاعف خلال العقود الأخيرة، إلا أن التوسع في استخدام الأسمدة الأخرى كان محدوداً نتيجة عوامل عدة منها الظروف المناخية غير المناسبة ولا سيما انخفاض معدل الأمطار كما في منطقة الشرق الأوسط (Ryan *et al.,* 2013).

يمكن أن تعزى الفجوة الكبيرة في المردود الزراعي بين الدول المتطورة والدول النامية لاستخدام العناصر السمادية الصغرى بنجاح، ففي حين أن استخدام العناصر السمادية الكبرى NPK ازداد في العقود الأخيرة في الدول(IFA, 2011)، إلا أن استخدام العناصر الصغرى كان محدوداً جداً، وفي كثير من الحالات لم يكن موجوداً ولاسيما في زراعة المناطق الجافة (Tow *et al.,* 2011). لذا تبرز الحاجة لاستخدام بدائل للتقليل من استخدام الأسمدة المعدنية، إذ اتجه الباحثون إلى استخدام تقانات جديدة تساعد في الحد من تلوث البيئة وهي تقانة النانو في المجال الزراعي وهذه التقانة تعمل على تقليل كميات الأسمدة المضافة للتربة، إذ يؤدي السماد النانوي دوراً مهماً في عملية التمثيل الكربوني كما و يعمل على استدامة العمليات الاستقلابية واستمرار النمو وتحسين الإنتاج، فضلاً عن حجمها الصغير الذي يسهم في جعلها سريعة الامتصاص وثباتها تحت الظروف المختلفة مما يجعلها تبقى لفترات طويلة وتستخدم في وقت الحاجة والهكتار الواحد لا يستنفذ سوى كميات قليلة منها مقارنة بالأسمدة المعدنية (Guru *et al.*, 2015).

٢- الدراسة المرجعية:

يعدُ الاهتمام بتغذية النبات والبحث عن مصادر تغذية جديدة لتوفير العناصر الغذائية جميعها لأي محصول بالكميات التي يحتاجها النبات ضرورياً للحصول على أعلى إنتاج كماً ونوعاً، ويعد توفر العناصر الغذائية الكبرى والصغرى من الأمور الهامة جداً لنمو النباتات من حيث مشاركتها أو دخولها في بعض الفعاليات

الحيوية للنبات (Saeed *et al.,* 2012) ، وأن نقص عنصر أو أكثر من هذه العناصر الغذائية لأي محصول يصبح هو العامل المحدد لنمو وإنتاجية ذلك المحصول (Matula, 2005) .

تؤدي الإضافة المستمرة من الأسمدة الكيميائية التقليدية والإفراط في استعمالها لتعويض النقص في مغذيات التربة تلوث البيئة فضلاً عن ارتفاع تكاليف هذه الأسمدة (Walpola and Yoon, 2012)، لذلك كان من الأفضل والضروري الحد من فقد المغذيات في التسميد والعمل على زيادة إنتاجية المحاصيل من خلال تبني طرائق جديدة وذلك باستعمال أسمدة حديثة بديلة عن الأسمدة التقليدية صديقة للبيئة وفعالة جداً تسمى بالأسمدة النانوية **Nano fertilizer** (Derosa *et al.,* 2010).

جاءت هذه التسمية نانو تكنولوجي أو كما يطلق عليها التكنولوجيا النانوية من أصل أغريقي Nanos وتعني باللغة الانكليزية Dwarf القزم كما أن لها تسميات عديدة أخرى مثل تكنولوجيا متناهية الصغر و التقانة النانوية وغيرها، أن مصطلح النانوي في مجال العلوم يعني مواد صغيرة جداً أبعاد دقائقها تبلغ (1×10^{-9}م) أي جزء من المليار من المتر، هذه الواحدة تستعمل للتعبير عن أبعاد الأقطار و دقائق المواد المركبة و الجسيمات المجهرية ومقياس الذرات (Raab, 2011).

أوضح (Nair *et al.*, 2010) أن المواد النانوية تمتلك كافة الخصائص اللازمة لاستعمالها في الزراعة مثل التركيز الفعال مع ذوبانية عالية واستقرار وفعالية جيدة إضافة إلى السيطرة على وقت تحررها كما أنها أقل سمية وآمنة وتستعمل بكميات قليلة وتتجنب التطبيق المتكرر على النبات ومن ثم الحصول على نتيجة جيدة من التطبيق الأول، كما تمتاز بالقدرة على تعزيز قدرة النبات في امتصاص العناصر الغذائية بصورة سريعة وما إلى ذلك من أجهزة الاستشعار الذكية التي تستعمل ضد الفيروسات وعلاج للمسببات المرضية للمحاصيل الأخرى (Thul *et al.,* 2013).

تعد التقانة النانوية مهمة في المجال الزراعي إذ تؤدي إلى تقليل المدخلات و زيادة المخرجات(الأسمدة والمبيدات النباتية والحشرية) فضلاً عن الكلفة الاقتصادية

القليلة نتيجة قلة إصابة مختلف محاصيل الحبوب بالأمراض الوبائية، إضافة لزيادة كفاءة الأسمدة المصنعة وقلة كلفته ومقاومة المنتج الزراعي للظروف البيئية(Mehrotra *et al.,* 2010).

ذكر (Haytora, 2013) أن الرش الورقي للأسمدة له العديد من المميزات من أهمها الاستجابة السريعة لاحتياجات النبات بغض النظر عن ظروف التربة بالإضافة إلى أن رش الأسمدة خلال مرحلة نمو وتطور النبات يعمل على تحقيق التوازن الغذائي الذي يقود إلى زيادة وتحسين الإنتاج.

تعد التغذية الورقية من الطرائق الفعالة والمفيدة لنمو النبات وخصوصاً عندما تكون الجذور غير قادرة على امتصاص العناصر الغذائية من التربة بصورة كافية وهذا يمكن أن يحدث نتيجة قلة جاهزية العناصر الغذائية في التربة لاحتوائها على كميات كبيرة من الكلس أو الجبس وكميات من الملوحة العالية وقلة الماء الجاهز في التربة أو وجود العناصر المغذية بشكل معقدات يصعب امتصاصها من قبل الجذور (Fernandez *et al.,* 2013)

يتراوح تركيز الزنك في النبات من ppm ٨٠-١٥، ويمتص النبات عنصر الزنك على شكل Zn^{+2} في الظروف الحمضية والمتعادلة، وعلى شكل $ZnOH^{+}$ في الظروف القلوية .

تمتص النباتات الزنك من التربة بشكل معدني وكذلك الأشكال الذائبة من الزنك العضوي، كما وتستطيع الأجزاء الخضرية امتصاص كلا النوعين. ويعد عنصر الزنك من العناصر قليلة الحركة حيث تبدأ أعراض النقص بالظهور على الأوراق الفتية (عودة وشمشم، ٢٠٠٨).

يعد الزنك من العناصر الصغرى الضرورية للنبات والذي لا تقل أهميته عن أي عنصر ضروري للنبات، يدخل الزنك في تركيب جدران الخلايا، كما يزيد من تركيز الفوسفور في الأجزاء الهوائية المتشكلة (Farshid Aref, 2010)، وله دور مهم في

اصطناع الأوكسينات وتركيب البروتين والكلوروفيل، كما يدخل في تركيب أكثر من 300 أنزيم مثل:

dehydrogenases, adolase, isomerase, proteinases peptiodases, phosphohydrolases, carbonic– anhydrase and superoxide dismutase

(FAO/WHO/IAEA, 1996; Haung *et al*., 2010)

يعدُّ الزنك (Zn) من المغذيات الصغرى الضرورية لجميع النباتات لأنه يلعب دوراً حيوياً في العديد من الأنشطة الفيزيولوجية مثل التركيب الحيوي للكلوروفيل والبروتينات والأنزيمات، بما في ذلك عمليات التمثيل الغذائي (Singh, 2018) .

يحتاج النبات لعنصر الزنك بكميات قليلة وأن إضافته رشاً على المجموع الخضري يؤدي إلى زيادة امتصاصه وسرعة انتقاله داخل النبات وتجنب ترسبه على أسطح غرويات التربة الكلسية، فهو من العناصر التي تعمل على تنشيط عدد من الأنزيمات التي تدخل في عملية البناء الضوئي وعملية بناء البروتين فضلاً عن دوره الكبير في زيادة المقاومة لعدد من المسببات المرضية (Mengel *et al*., 2001).

وجد العديد من الباحثين التأثير الإيجابي لأسمدة النانو للعناصر الكبرى والصغرى في تحسين النمو والإنتاج وكفاءة التمثيل الضوئي والعمليات الحيوية الأخرى للعديد من المحاصيل (Liu *et al.,* 2005 ; Mandeh *et al.,*2012 ; Song *et al.,* 2013 ; Ghafariyan *et al.,* 2013 ; Alidoust and Isoda, 2014; Liu and lal, 2015).

آشار (Davarpanah *et al.,* 2016) في دراسة لتقييم تأثير رش الأسمدة النانوية للزنك (Zn) والبورون (B) على ثمار الرمان (Punica granatum cv. Ardestani) وجودتها، تم الرش الورقي لسماد النانو– Zn بثلاثة تركيزات (٠ ، ٦٠ و ١٢٠) ملغ /لتر وسماد النانو B، بثلاثة تراكيز(٠، 3.25 و ٦,٥) ملغ /لتر تم الرش قبل الإزهار الكامل بمعدل من ٥,٣ لتر/ شجرة. أدى تطبيق Zn و B إلى زيادة تركيزات الأوراق من N، P، K والعناصر الصغرى ، مما يعكس التحسن في حالة مغذيات الأشجار.

وفي دراسة آجراها (Basar and Gürel , 2016) في مواقع مختلفة لدراسة تأثير الزنك وحده وتطبيقات (Zn + Fe و Zn + B و Zn + Fe + B) في مستويات امتصاص الأوراق والثمار للعناصر المغذية بواسطة صنف زيتون المائدة (*Olea europea L*). تتكون معاملات كل تجربة من شاهد (التربة والأوراق)، لم يكن للزنك المطبق في التربة أي تأثير على محتوى الزنك سواء في الأوراق أو الثمار في كل سنة من التجربة، وكانت كل مستويات الرش الورقي المطبقة بالزنك ترفع بشكل كافٍ محتوى الزنك في الأوراق، كما يجب إجراء التطبيق الورقي أربع مرات لكافة المستويات بسبب الزيادات الأكثر وضوحًا في محتويات الثمار من الزنك، ومن جهة أخرى أدت التطبيقات الورقية للتركيبات المزدوجة والثلاثية من الزنك مع الحديد والبوتاسيوم إلى زيادة تركيز الزنك والحديد و البوتاسيوم بشكل ملحوظ في شجرة الزيتون.

٣- مبررات البحث:

نظراً للأهمية الاقتصادية والغذائية العالية للفستق الحلبي حيث انتشرت زراعته بشكل كبير في محافظة حمص، وكون الدراسات المتوفرة عن الفستق الحلبي قليلة نسبياً ولاسيما في ظروف الزراعة السورية، ونظراً لأهمية العناصر الصغرى في نمو وإنتاجية شجرة الفستق الحلبي والواجب تأمينها للأشجار سواء كانت معدنية أو على شكل نانوية ذات الأبعاد الصغيرة والفعالية العالية، لذلك تم اقتراح هذا البحث لمعرفة تأثير رش تراكيز مختلفة من نانو الزنك على تراكم العناصر المغذية الكبرى في المجموع الخضري وفي إنتاجية الفستق الحلبي، كما يهدف إلى تقليل كمية الأسمدة الكيميائية المضافة للتربة وتقليل التلوث ببقايا الأسمدة والمبيدات.

٤-أهداف البحث:

يهدف هذا البحث إلى دراسة تأثير إضافة تراكيز مختلفة من سماد النانو (أوكسيد الزنك):

- في تركيز بعض العناصر المغذية الكبرى في المجموع الخضري للفستق الحلبي المزروع في حمص.
- في إنتاجية الفستق الحلبي المزروع في حمص.

٥-المواد وطرائق البحث:

٥-١ الموقع:

نُفِذَت التجربة الحقلية في أحد حقول مركز البحوث العلمية الزراعية في حمص (دائرة بحوث الموارد الطبيعية) الذي يقع على بعد ٧ كم شمال مدينة حمص ويرتفع /٤٩٧/م عن سطح البحر ويمتد على خط طول ٣٦,٧٤ درجة وعلى خط عرض ٣٤,٧٥ درجة خلال الموسم الزراعي لعام ٢٠١٩-٢٠٢٠ بمساحة إجمالية ٦٨٠ م^{٢}.

٥-٢ المناخ:

تتميز المنطقة المدروسة بمناخ معتدل وتقع ضمن منطقة الإستقرار الأولى. أما بالنسبة لدرجات الحرارة فيعد شهر آب الأعلى حرارة خلال العام بمتوسط درجة الحرارة /٣٤,٣/، ويعد شهر كانون الثاني أكثر الأشهر برودة بمتوسط درجة حرارة/٥,٨/ والرياح شمالية غربية عموماً، أما الأمطار بمعدل /٣٠٠-٤٠٠/ مم. وبلغت /٣٤٢,٥/ مم في عام ٢٠١٩ (المحطة المناخية في محطة بحوث الري بالمختارية). الجدول رقم (١) يبين المعطيات المناخية خلال عامي ٢٠١٨ و عام ٢٠١٩(محطة بحوث الري المختارية)

الشهر	درجة الحرارة (درجة مئوية)				الهطول المطري (ملم)	
	درجة الحرارة العظمى		درجة الحرارة الصغرى			
	٢٠١٨	٢٠١٩	٢٠١٨	٢٠١٩	٢٠١٨	٢٠١٩
كانون الثاني	١٠,٨	٩,٧	٧,٦	٥,٨	١٧,٦	١٢٧,٧
شباط	١٣,٤	١٤,٤	٧,٨	٨,٢	٢١,٣	١٢٢,٥
آذار	١٥,١	١٤,٩	٦,٤	٦	٣,٣	٣٩,١
نيسان	١٩,٢	١٨,٢	١٥,٢	١٣,١	٢٣,٧	٤٠,٧
أيار	٢٥	٣٠,١	٢٠,٥	٢١,٤	٣٠	-
حزيران	٢٥,٩	٣٢	٢٢,٣	٢٤,٩	١١	-
تموز	-	٣٣,٤	-	٢٨	-	-
آب	-	٣٤,٣	-	٢٦,٥	-	-
أيلول	-	٢٩,٩	-	٢٢,٨	-	-
تشرين الأول	٢٣,٤	٢٣,٨	١٤,٨	١٨,٧	٣٢,٥	-
تشرين الثاني	١٤	١٨,٥	٨,٤	١٣	٥٩,٥	١٢,٥
مجموع الأمطار مم/سنة					١٩٨,٩	٣٤٢,٥

٥-٣ التربة:

التربة حمراء متوسطية طينية إلى طينية لومية، والقطعة التجريبية شبه مستوية منحدرة بشكل عام نحو الشمال الغربي بنسبة أقل من ١% تم تحليلها ومعرفة خصائصها وفق الجدول رقم (٢)

الجدول(٢): يبين خصائص التربة المدروسة

٥-٤ المادة النباتية:

الـpH	الناقلية الكهربائية ميلي سمينز/ سم	المادة العضوية	كربونات الكالسيوم %	الأزوت مغ/كغ	الفوسفور مغ/كغ	البوتاسيوم مغ/كغ	الزنك مغ/كغ	الرمل %	السلت %	الطين %
٧,٥	٠,٤٥	١,٧٥	١٩	٤١,٣	١٦,٨	٣٤٩,٦٩	٥٠	٣٠	٣٥	٣٥

تمت الدراسة على أشجار الفستق الحلبي الصنف (العاشوري) والمطعمة على الأصل البذري للصنف نفسه ومن عمر واحد(١٨سنة)، مزروعة بمسافات ٧×٧م.وهو صنف مبكر تنضج ثماره خلال(١-١٥) آب تتراوح مدة الإزهار فيه بين (٧-١٣) يوم، وهو صنف غزير الإنتاج، عدد الوريقات في الورقة المركبة خمسة، ثماره كبيرة بيضاوية، لون قشرتها الخارجية عند النضج أحمر مع بقع خمرية، وتتفتح قشرتها عند النضج بنسبة (٩٥)%، وتشكل الثمار الفارغة (١١)% وتبلغ نسبة التصافي لثمار هذا الصنف حوالي (٣٤)%، ويعد من أفضل الأصناف السورية المدروسة (المصدر: الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، إدارة بحوث البستنة).

٥-٥ معاملات البحث:

تم استخدام أربعة مستويات مختلفة من سماد أوكسيد الزنك النانوي (٠، ١، ٢، ٣)غ/ل ورمز لها ب ZnO_0، ZnO_1، ZnO_2، ZnO_3 ، وإضافة سلفات الزنك المعدني $ZnSo_4$(١٠٠%) وبواقع رشتين الأولى قبل الإزهار(شهر نيسان) والثانية بعد العقد(بعد منتصف أيار) وفق الجدول (3) المرفق الذي يوضح مستويات السماد وتراكيز الرش

الجدول(٣): معاملات التجربة ونسب الإضافة(%) وتركيز محلول الرش غ/ل

معاملات التجربة	نسبة سماد النانو (ZnO) المضاف	تراكيز الرش (غ/ل)
Zn_0	٠% شاهد بدون إضافة	٠
Zn_1	٥٠% من النشرة المرفقة مع السماد	١
Zn_2	١٠٠% من النشرة المرفقة مع السماد	٢
Zn_3	١٥٠% من النشرة المرفقة مع السماد	٣
$Zn_{100\%}$(معدني)	١٠٠% من النشرة المرفقة مع السماد	٣٠ غ/شجرة

٥-٦ تصميم البحث:

البحث مصمم بطريقة القطاعات العشوائية الكاملة، حيث توزعت المعاملات إلى :

- شاهد بدون إضافة سماد النانو (ZnO_0) أو سماد معدني سلفات الزنك($ZnSo_4$).
- سماد نانو أوكسيد الزنك $ZnO_{50\%}$ (٥٠%) من التوصية السمادية المرفقة بالنشرة مع السماد.
- سماد نانو أوكسيد الزنك ZnO_{100}%(١٠٠%) من التوصية السمادية المرفقة بالنشرة مع السماد.
- سماد نانو أوكسيد الزنك ZnO_{150}%(١٥٠%) من التوصية السمادية المرفقة بالنشرة مع السماد.
- سماد معدني سلفات الزنك $ZnSo_4$ (100%) من النشرة المرفقة مع السماد على شكل سماد أرضي.

المكررات: ثلاث مكررات عند كل معاملة.

المجموع الكلي للمعاملات والمكررات ٥ ×٣ =١٥ قطعة تجريبية كما في الشكل رقم (١).

ZnO_0	$ZnO_{50\%}$	ZnO_0
$ZnO_{50\%}$	ZnO_0	$ZnO_{50\%}$
$ZnO_{100\%}$	$ZnO_{150\%}$	$ZnO_{100\%}$
$ZnO_{150\%}$	$ZnSo_4$	$ZnO_{150\%}$
$ZnSo_4$	$ZnO_{100\%}$	$ZnSo_4$

الشكل (١) يبين توزع المعاملات ضمن التجربة(مكرر واحد)

٥-٧-طريقة التنفيذ الحقلية:

نفذت التجربة على أشجار الفستق الحلبي في حقل الفستق المزروع في دائرة بحوث الموارد الطبيعية من عمر واحد ومن صنف واحد(صنف عاشوري)، تم إضافة المعاملات السمادية للأشجار على أربع معاملات كما يلي: **المعاملة الأولى** أضيف للأشجار سماد نانو أوكسيد الزنك **Zn1** بمعدل ٥٠% من النشرة المرفقة مع العبوة السمادية (١ غ/لتر)، **المعاملة الثانية** تم إضافة للأشجار سماد نانو أوكسيد الزنك**Zn2** بمعدل ١٠٠% من التوصية السمادية المعتمدة(٢ غ/لتر)، **المعاملة الثالثة** تم إضافة للأشجار سماد نانو أوكسيد الزنك**Zn3** بمعدل ١٥٠% (٣ غ/ لتر.)، أما الأشجار في **المعاملة الرابعة** أضيف لها سماد الزنك المعدني ($ZnSo_4$) بمعدل كامل التوصية للنشرة المرفقة مع السماد في حين تركت الأشجار **كشاهد** من دون إضافة أي نوع من أسمدة

الزنك سواءً كان سماد نانو أوكسيد الزنك أو سماد معدني سلفات الزنك ، تم رش سماد النانو بشكل ورقي في موعدين **(قبل الإزهار وفي مرحلة العقد)**، وكررت كافة المعاملات على ثلاثة مكررات لكل معاملة تسعة أشجار، تم إضافة الأسمدة العضوية بمعدل 3-2 م^3/ دونم (سماد عضوي بقري متخمر) وأضيفت الأسمدة الكبرى NPK في مواعيدها وحسب المعادلة السمادية الصادرة عن الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية (أزوت(يوريا٤٦%) ٥٠ كغ/هـ، فوسفور(سوبرفوسفات٤٦%)٢٥كغ/هـ، بوتاسيوم(سلفات البوتاسيوم٥٠%) ٢٥ كغ/هـ) ، كما تم إجراء كافة عمليات الخدمة(تصحين، تعشيب، مكافحة،...) في مواعيدها وحسب الحاجة، وتم ري الأشجار بالتنقيط وإعطاءها كامل الاحتياج المائي خلال الموسم **(٨٣١٤ م^3/هـ)**.

٥-٨ المؤشرات المدروسة:

١- **التحليل الميكانيكي** (بطريقة الهيدروميتر) (Gupta, 2000).

٢- **قياس PHالتربة:** بواسطة جهاز الpH meter في معلق مائي للتربة (٢,٥:١) بإستخدام جهاز قياس ال(PH Meter) (Conyers and Davey, 1988)

٣- **تحديد الموصلية الكهربائية ال** EC في مستخلص مائي للتربة (٥:١) بواسطة جهاز الناقلية الكهربائيConductivity meter. (Corwin and Lesch,2003).

٤- **تقدير المادة العضوية:** بطريقة الأكسدة الرطبة بدايكرومات البوتاسيوم في وسط شديد الحموضة (Walkley and Blak,1934)

٥- **تقدير الكربونات الكلية بطريقة الكالسيميتر** (Balazs*et al.*,2005)

٦- **تقدير الآزوت الكلي بطريقة كلداهل** (عودة وشمشم، ٢٠٠٧)

٦- **تقدير الفوسفور الكلي بجهاز السبكتروفوتومتر** (عودة وشمشم، ٢٠٠٧)

٧- **تقدير البوتاسيوم الكلي في النبات بواسطة جهاز التحليل الطيفي باللهب**(زيدان وآخرون، ١٩٩٣).

٨- **تقدير الزنك بجهاز الامتصاص الذري بعد الهضم بحمض الآزوت وحمض البيروكلوريك**(عودة وشمشم، ٢٠٠٧)

٩- **تقدير إنتاجية الفستق الحلبي:** تم تقدير الإنتاجية مقدرة بـ كغ/شجرة.

٦- النتائج والمناقشة:

٦-١-: تأثير إضافة سماد أوكسيد الزنك النانوي بتراكيز (٠، ٥٠، ١٠٠، ١٥٠) % وسماد الزنك المعدني(١٠٠)% في تركيز بعض العناصر الكبرى:

٦-١-١-تأثير إضافة سماد أوكسيد الزنك النانوي بتراكيز (٠، ٥٠، ١٠٠، ١٥٠) % وسماد الزنك المعدني(١٠٠)% في تركيز الآزوت في الأوراق والثمار:

-تركيز الآزوت في الأوراق:

يلاحظ من الجدول رقم (٤)، أنه أدى الرش الورقي بأوكسيد الزنك النانوي بمستويات (Zn_0, (Zn_1, Zn_2, Zn_3) إلى زيادة محتوى الأوراق من الآزوت الكلي وذلك بالمقارنة مع الشاهد مع التفوق المعنوي الواضح للمعاملة ١٠٠% (Zn_2) على باقي المعاملات المدروسة والتي كان عندها محتوى الأوراق من الآزوت ٢١,٤ مغ/كغ وبنسبة زيادة وصلت إلى ٥٠,٣٩% وذلك بالمقارنة مع الشاهد الذي كان عنده تركيز الآزوت بالأوراق ١٤,٢٣ مغ/كغ، كما يلاحظ من الجدول (٤) تفوق معاملات الرش الورقي بأوكسيد الزنك النانوي بالمستويين (Zn_2, Zn_3)، والتي كان عندها محتوى الأوراق من الآزوت (٢١,٤، ١٨,٧٣) مغ/كغ لهاتين المعاملتين على الترتيب، على معاملة التسميد بسماد الزنك المعدني (**Zn_{100}**) والتي كان عندها محتوى الأوراق من الآزوت ١٧,٥٥مغ/كغ، ووصلت نسبة الزيادة بمعاملتي الزنك النانوي إلى ٢١,٩٤%و٦,٧٢% على الترتيب للمعاملتين (Zn_2, Zn_3)، بالمقارنة مع معاملة التسميد المعدني(**Zn_{100}**)، **قد يعود ذلك أن إضافة الزنك لأشجار الفستق الحلبي ساهم في تنشيط العمليات الحيوية ضمن النبات بمراحله المختلفة مما شجع على**

زيادة امتصاص العناصر المعدنية ومنها الآزوت وهذا ما تم ملاحظته على نمو الطرود والفروع الخضرية لأشجار الفستق الحلبي، وأن إضافته بالشكل النانوي سرع من امتصاص الزنك من قبل الأوراق بشكل أكبر من إضافته بالشكل المعدني والذي ساهم في زيادة امتصاصية العناصر الأخرى وهذا يتفق مع ماأكده (El- Sayed, 2018).

-تركيز الآزوت في الثمار:

أما بالنسبة لمحتوى الآزوت في الثمار فإنه يلاحظ من الجدول (٤)، أنه أدى إضافة أوكسيد الزنك النانوي بكافة المستويات المدروسة إلى خفض محتوى الآزوت بالثمار وذلك بالمقارنة مع الشاهد، حيث كان أدنى محتوى من الآزوت في الثمار عند المعاملة Zn_2 نانوني (١٠٠%) والتي وصلت إلى ٠,٦٨٠ مغ/كغ، ومن جهة أخرى يتبين من النتائج الموضحة في الجدول (٤) ، أنه أدى إضافة سماد الزنك المعدني (Zn_{10}.) إلى زيادة محتوى الثمار من الآزوت بشكل أكبر منه عند إضافته بالشكل النانوي، كما لم يلاحظ وجود فروق معنوية في محتوى الثمار من الآزوت عند إضافة الزنك بالشكل المعدني بالمقارنة مع الشاهد، يعزى هذا إلى أن إضافة الزنك قد وفر كمية مناسبة منه والتي تحتاجها أشجار الفستق الحلبي، مما انعكست على زيادة العمليات والتفاعلات الحيوية ضمن النبات والتي أدت إلى تشجيع النبات على امتصاص عنصر الآزوت الذي دفع الأشجار إلى توجيه طاقتها الحيوية إلى تحسين النمو الخضري وزيادة محتوى الآزوت في الأوراق بدلا من تراكمه في الثمار وكانت استجابة أشجار الفستق الحلبي لإضافة الزنك بالشكل النانوي بشكل أكبر منه من إضافته بالشكل المعدني وهذا يتفق مع ماأكده (El- Sayed, 2018).

الجدول(٤): تأثير إضافة سماد أوكسيد الزنك النانوي بتراكيز (٠، ٥٠، ١٠٠، ١٥٠) % وسماد الزنك المعدني(١٠٠)% في تركيزالآزوتN في الأوراق والثمار

تركيز العنصر / المعاملة	تركيز الآزوت N مغ/كغ(يتراوح بين ١-٣%)	
	أوراق	ثمار
Zn_0	14.23[e]	٨,٥٤٣[a]
Zn_1	15.21[d]	4.333[b]
Zn_2	21.40[a]	0.680[c]
Zn_3	18.73[b]	4.987[b]
Zn_{100}(معدني)	١٧,٥٥[c]	9.963[a]
$L.S.D_{(0.05)}$(بين الأعمدة) CV=11.1	٠,٣٧	٢,٢٦٢

حيث تشير الحروف (a, b, c, d, e) إلى ترتيب المعاملات المتفوقة وذلك حسب ترتيب الحروف الأبجدية

6-١-٢ تأثير إضافة سماد أوكسيد الزنك النانوي بتراكيز (٠، ٥٠، ١٠٠، ١٥٠) % وسماد الزنك المعدني(١٠٠)% في تركيز الفوسفور في الأوراق والثمار:

-تركيز الفوسفور في الأوراق:

يوضح الجدول رقم(٥)، أنه أدى الرش الورقي بسماد أوكسيد الزنك النانوي بالمستويات (Zn_0, Zn_1, Zn_2, Zn_3) إلى زيادة محتوى الأوراق من الفوسفور مع التفوق المعنوي الواضح لمعاملة النانو ١٠٠% (Zn_2) والتي كان عندها محتوى الأوراق من الفوسفور ٤,٤٧٣ مغ/كغ بالمقارنة مع باقي المعاملتين(**Zn_1, Zn_3**) و بنسبة زيادة وصلت إلى(٢٨,٠٦، ٢٥,٣٠)% على الترتيب لهاتين المعاملتين ومن دون وجود فروق معنوية بينهما، كما لم يلاحظ وجود أي فرق معنوية بين معاملة الزنك النانوي (Zn_2) وذلك بالمقارنة مع الشاهد، والذي كان محتوى الأوراق عنده من الفوسفور ٤,٤٥٧ مغ/كغ، بينما انخفض محتوى الأوراق من الفوسفور عند المعاملتين (**Zn_1, Zn_3**) إلى (٣,٥٧٠، ٣,٤٩٣)مغ/كغ على الترتيب وذلك بالمقارنة مع الشاهد، كذلك تبين نتائج الجدول رقم (٥) التفوق المعنوي الواضح في تركيز الفوسفور في الأوراق للمعاملة (Zn_2 ١٠٠%)

على معاملة التسميد المعدنيZn_{100} (معدني) والتي كان تركيز الفوسفور بالأوراق عندها ٣,٨٢ مغ/كغ وبنسبة زيادة بلغت ١٧,١%، كما يشير الجدول رقم (٥) إلى عدم وجود فروق معنوية في تركيز الفوسفور في الأوراق بين المعاملتين (Zn_1, Zn_3) وبين معاملة التسميد المعدني Zn_{100}(معدني)، **وقد يعزى ذلك إلى أن إضافة سماد أوكسيد الزنك النانوي وبالمستوى ١٠٠% (Zn_2) لأشجار الفستق الحلبي قد وفر احتياج الأشجار من عنصر الزنك الذي يعد أحد أهم العناصر الأساسية في تنشيط العمليات البيوكيمائية والتفاعلات الحيوية وتنشيط الأنزيمات في مراحل النمو المختلفة، مما أدى إلى زيادة امتصاص عنصر الفوسفور وتراكمه بالأوراق وهذا ما تم ملاحظته من خلال اللون الأخضر الغامق للأوراق وهذا يتفق مع ما أكده** (Keshavarz *et al,* 2011) .

<u>-تركيز الفوسفور في الثمار:</u>

لوحظ أن إضافة أوكسيد الزنك النانوي بكافة المستويات المدروسة (Zn_0, Zn_1, Zn_2, Zn_3)، أدى إلى خفض محتوى الثمار من الفوسفور بالمقارنة مع الشاهد حيث كان أدنى محتوى للثمار من الفوسفور عند المعاملة (**Zn_1** ٥٠%) والتي بلغت ١,٥٣٣ مغ/كغ، ومن جهة ثانية يتبين من الجدول رقم (٥) والشكل رقم(٣) عدم وجود أي فرق معنوي في محتوى الثمار من الفوسفور عند إضافة أوكسيد الزنك بالشكل النانوي وعند إضافته بالشكل المعدنيZn_{100} (معدني)، وقد يعود هذا إلى أن الزنك لعب دوراً حيوياً في العديد من الأنشطة الفسيولوجية و في تنشيط الأنزيمات، بما في ذلك عمليات التمثيل الغذائي وأن إضافته بالشكل النانوي أدى إلى زيادة تركيز الفوسفور وتراكمه في الأوراق والتقليل من انتقاله إلى الثمار نتيجة التفاعلات العكسية بين الزنك والفوسفور وبالتالي توجيه الأشجار طاقتها الحيوية نحو زيادة النمو الخضري على حساب النمو الثمري وهذا يتفق مع (Davarpanah *et al.,* 2016)

الجدول(٥): تأثير إضافة سماد أوكسيد الزنك النانوي بتراكيز (٠، ٥٠، ١٠٠، ١٥٠) % وسماد الزنك المعدني(١٠٠)% في تركيز الفوسفور P_2O_5 في الأوراق والثمار

تركيز العنصر / المعاملة	تركيز الفوسفور P_2O_5 مغ/كغ(يتراوح بين ٠,١-٠,٥%)	
	أوراق	ثمار
Zn_0	٤,٤٥٧[a]	٤,٧٩٣[a]
Zn_1	٣,٥٧٠[b]	1.533[b]
Zn_2	4.473[a]	1.613[b]
Zn_3	٣,٤٩٣[b]	1.850[b]
Zn_{100}(معدني)	3.82[b]	٢,٥٥٧[b]
L.S.D$_{(0.05)}$(بين الأعمدة) CV%=24.6	٠,٤٣٨٩	١,١٤٤

6-١-٣ - تأثير إضافة سماد أوكسيد الزنك النانوي بتراكيز (٠، ٥٠، ١٠٠، ١٥٠) % وسماد الزنك المعدني(١٠٠)% في تركيز البوتاسيوم في الأوراق والثمار:

- **تركيز البوتاسيوم في الأوراق:**

يبين الجدول رقم (٦)، أنه أدى الرش الورقي بسماد أوكسيد الزنك النانوي بالمستويات (Zn_0, Zn_1, Zn_2, Zn_3) إلى زيادة محتوى الأوراق من البوتاسيوم وذلك بالمقارنة مع الشاهد مع التفوق المعنوي الواضح للمعاملة **Zn_2** ١٠٠% على باقي المعاملات المدروسة والتي وصل تركيز الأوراق عندها من البوتاسيوم إلى ٩٠,٨٨ مغ/كغ بنسبة زيادة إلى وصلت إلى١٦٤,٥٩% وذلك مقارنة مع الشاهد الذي كان تركيز البوتاسيوم عنده ٣٤,٣٠ مغ/كغ، كما يوضح الجدول رقم(٦) تفوق معاملات الرش الورقي بأوكسيد الزنك النانوي وبكافة المستويات على معاملة التسيد المعدني**Zn_{100} (معدني)**، مع التفوق

الواضح للمعاملة Zn_2 نانوني والتي كان محتوى الأوراق من البوتاسيوم عندها٦٦,٣٠ مغ/كغ، و بنسبة زيادة وصلت إلى٣٧,٠٧% وذلك مقارنة مع معاملة التسميد المعدني، كما لم يلاحظ وجود أي فرق معنوي بين المعاملتين (Zn_3 ،Zn_{100} معدني)، **قد يعود ذلك أن إضافة الزنك لأشجار الفستق الحلبي، وأن إضافته بالشكل النانوي زاد من امتصاص الزنك من الأوراق بصورة أسرع منها مقارنة مع التسميد المعدني حيث يعد الزنك (Zn) من المغذيات الضرورية لجميع النباتات لأنه يلعب دوراً حيوياً في العديد من الأنشطة الفسيولوجية مثل التخليق الحيوي للكلوروفيل والبروتينات والأنزيمات، بما في ذلك عمليات التمثيل الغذائي كما يساهم في تنشيط العمليات الحيوية ضمن النبات بمراحله المختلفة مما شجع على زيادة امتصاص العناصر المعدنية ومنها البوتاسيوم وهذا يتفق مع ما أكده(Basar and Gürel , 2016) .**

<u>-تركيز البوتاسيوم في الثمار :</u>

يلاحظ من الجدول رقم (٦) أن الرش الورقي بأوكسيد الزنك النانوي زاد من محتوى الثمار من البوتاسيوم عند كافة المستويات المدروسة وذلك بالمقارنة مع الشاهد، مع التفوق المعنوي الواضح للمعاملة Zn_2 نانوي والتي بلغ تركيز البوتاسيوم عندها٣٠,٢٣ مغ/كغ وبنسبة زيادة وصلت إلى ١٤٥,١٧% وذلك بالمقارنة مع الشاهد والذي كان تركيز البوتاسيوم عنده١٢,٣٣ مغ/كغ، كما أن الرش الورقي بأوكسيد الزنك النانوي لأشجار الفستق الحلبي زاد من تركيز البوتاسيوم في الثمار بالمقارنة مع معاملة التسميد المعدني Zn_{100} والتي كان عندها٢٤,٤٣ مغ/كغ، وبنسبة زيادة وصلت إلى ٢٣,٧٤% وذلك عند المعاملة Zn_2 نانوي، وهذا ما تم ملاحظته من خلال زيادة الإنتاجية وقد يعزى ذلك أن إضافة الزنك بالشكل النانوي وفر الكمية المناسبة من الزنك لأشجار الفستق الحلبي والتي ساهمت في زيادة العمليات الحيوية وعمليات التمثيل الغذائي التي ساعدت على زيادة امتصاص عنصر البوتاسيوم وتراكمه في الثمار مما أدى إلى زيادة وزن وحجم الثمار وهذا يتفق مع نتائج(**Basar and Gürel , 2016**).

الجدول(٦): تأثير إضافة سماد أوكسيد الزنك النانوي بتراكيز (٠، ٥٠، ١٠٠، ١٥٠) % وسماد الزنك المعدني(١٠٠)% تركيز البوتاسيوم K_2O في الأوراق والثمار

تركيز العنصر / المعاملة	تركيز البوتاسيوم K_2O مغ/كغ(يتراوح بين٢-٤%)	
	أوراق	ثمار
Zn_0	٣٤,٣٠[d]	12.33[e]
Zn_1	24.56[e]	19.45[d]
Zn_2	90.88[a]	30.23[a]
Zn_3	88.21[b]	22.40[c]
Zn_{100}(معدني)	66.30[b]	24.43[b]
$L.S.D_{(0.05)}$(بين الأعمدة) CV%=1.1	٠,٥١٩	٠,٣٣٨

6-٢- تأثير إضافة سماد أوكسيد الزنك النانوي بتراكيز (٠، ٥٠، ١٠٠، ١٥٠) % وسماد الزنك المعدني(١٠٠)% في تركيز الزنك في الأوراق والثمار:

-تركيز الزنك في الأوراق:

يظهر الجدول رقم (٧) أن الرش الورقي بسماد أوكسيد الزنك النانوي بالمستويات (Zn_0, Zn_1, Zn_2, Zn_3) أدى إلى زيادة محتوى الأوراق من الزنك وذلك عند المعاملتين **Zn_3،Zn_2** بالمقارنة مع الشاهد(Zn_0) والي بلغ محتوى الأوراق من الزنك ١٠٠,١٠ مغ/كغ، ٢٩,٨٧ مغ/كغ على الترتيب، مع التفوق المعنوي الواضح للمعاملة Zn_2 بنسبة زيادة بلغت ٣٩٦,٢٨%، وذلك مقارنة مع الشاهد والتي كان عندها محتوى الأوراق من الزنك ٢٠,١٧ مغ/كغ، كما يلاحظ من الجدول رقم (٧) إلى زيادة تركيز الزنك بالأوراق وذلك عند المعاملتين **Zn_3،Zn_2** بالمقارنة مع معاملة التسميد المعدني Zn_{100} مع التفوق المعنوي الواضح للمعاملة Zn_2 بنسبة زيادة وصلت إلى ٣٧٢,٨٣% وذلك بالمقارنة مع معاملة التسميد المعدني والتي كان تركيز الزنك عندها ٢١,١٧ مغ/كغ، وقد يعزى ذلك إلى أن إضافة الزنك أدى إلى توفير كمية جيدة منه مما أثر بشكل كبير في العمليات الحيوية والفيزيولوجية داخل النبات، وانعكس ذلك إيجابياً في تحسين النمو الخضري لأشجار الفستق الحلبي وزيادة إنتاجه كماً ونوعا وهذا يتفق مع ما أكدهً(Davarpanah *et al,* 2016) .

-تركيز الزنك في الثمار:

يتبين من الجدول رقم (٧) أن الرش الورقي بأوكسيد الزنك النانوي بكافة المستويات (Zn_1, Zn_2, Zn_3) زاد من تركيز الزنك في الثمار مقارنة مع الشاهد **Zn_0** مع التفوق المعنوي الواضح للمعاملة Zn_2 والتي بلغ عندها تركيز الزنك ١٤٣,٧٣مغ/كغ وبزيادة قدرها ١٣٧,٦٦مغ /كغ وذلك بالمقارنة مع الشاهد والتي كان تركيز الزنك عنده ٦,٠٧ مغ/كغ، كما يبين الجدول رقم (٧) أن الرش الورقي بأوكسيد الزنك النانوي وبكافة المستويات(Zn_1, Zn_2, Zn_3) والتي كان تركيز الزنك عندها(٢٨,٧٣،٤٣,٦٧ ، ١٤٣,٧٣) مغ/كغ على الترتيب إلى زيادة محتوى ثمار الفستق الحلبي من الزنك مقارنة مع معاملة التسميد المعدني Zn_{100}(معدني) والتي كان تركيز الزنك عندها ٢,٨٧ مغ/كغ، مع التفوق المعنوي الواضح وبأعلى زيادة ٧٨,٩٣ مغ /كغ كانت عند المعاملة Zn_2 نانوني، وقد يعود ذلك إلى أن استخدام سماد أوكسيد الزنك بالشكل النانوي أدى لزيادة استجابة النبات إلى السماد وذلك لسهولة دخوله عبر الخلايا النباتية نظراً لصغر حجمها مما أدى تحسين النمو الخضري والتلقيح وزيادة الإخصاب، مما أدى إلى زيادة الإنتاج وتحسين جودة الثمار وهذا يتفق مع ما أكده (Davarpanah *et al,* 2016).

الجدول(٧): تأثير إضافة سماد أوكسيد الزنك النانوي بتراكيز (٠، ٥٠، ١٠٠، ١٥٠) % وسماد الزنك المعدني(١٠٠)% في تركيز الزنك Zn في الأوراق والثمار:

تركيز العنصر / المعاملة	تركيز الزنك Zn مغ/كغ(يتراوح بين ٢-٢٠٠مغ/كغ)	
	أوراق	ثمار
Zn_0	٢٠,١٧[c]	6.07[d]
Zn_1	١٢,٨٣[d]	28.87[c]
Zn_2	١٠٠,١٠[a]	143.73[a]
Zn_3	29.87[b]	43.67[b]
Zn_{100}(معدني)	٢١,١٧[c]	٢,٨٧[e]
$L.S.D_{(0.05)}$(بين الأعمدة) CV%=1.1	١,٤٩٢	٠,٩٠٠

6-٣ تأثير إضافة سماد أوكسيد الزنك النانوي بتراكيز (٠، ٥٠، ١٠٠، ١٥٠) % وسماد الزنك المعدني(١٠٠)% في إنتاجية الفستق الحلبي:

يبين الجدول رقم (٨) أن الرش الورقي بأوكسيد الزنك النانوي أدى إلى زيادة إنتاجية الفستق الحلبي عند كافة المستويات (Zn_0, Zn_1, Zn_2, Zn_3)، مع التفوق المعنوي الواضح للمعاملة Zn_2 والتي كان الإنتاج عندها ٣٤,٨٧ كغ/شجرة بنسبة زيادة وصلت إلى ١٢٧,٤٦% وذلك بالمقارنة مع الشاهد الذي كان الإنتاج عنده ١٥,٣٣ كغ/شجرة، كما يتضح تفوق المعاملتين (Zn_2, Zn_3) بشكل معنوي على معاملة التسميد المعدني Zn_{100} والتي كان الإنتاج عندها ١٩,٤٠ كغ/شجرة، وبنسبة زيادة وصلت إلى(٧٩,٧٤، ٥٢,٥٨)% على الترتيب وذلك بالمقارنة مع السماد المعدني، في حين لم يلاحظ أي فرق معنوي بين المعاملة Zn_1 ومعاملة التسميد المعدنيZn_{100} ، قد يعود ذلك إلى أن الرش الورقي بأوكسيد الزنك النانوي على أشجار الفستق الحلبي خلال مراحل النمو المختلفة أدى إلى توفير احتياج الأشجار من عنصر الزنك والذي تتطلبه الأشجار لمتابعة نموها وتطورها، والذي يعد مفتاحاً أساسياً لتنشيط الأنزيمات داخل النبات، بالإضافة إلى ازدياد امتصاص العناصر المعدنية وتنشيط العمليات الحيوية والكيميائية ونقل نواتج عمليات التمثيل الغذائي وتراكمه في الثمار وبالتالي تحسين جودة الثمار وزيادة الإنتاجية وهذا يتفق مع ما أكده (Davarpanah *et al.*, 2016).

الجدول رقم (٨): تأثير إضافة سماد أوكسيد الزنك النانوي بتراكيز (٠، ٥٠، ١٠٠، ١٥٠) % وسماد الزنك المعدني(١٠٠)% في إنتاجية الفستق الحلبي:

تركيز العنصر / المعاملة	الإنتاجية كغ/شجرة
Zn_0	15.33[d]
Zn_1	18.57[c]
Zn_2	34.87[a]
Zn_3	29.60[b]
Zn_{100}(معدني)	19.40[c]
$L.S.D_{(0.05)}$(بين الأعمدة)	٢,٥٣٦ CV%=5.7

٧-الاستنتاجات:

أدى استخدام تراكيز مختلفة من الرش الورقي لسماد الزنك النانوي(أوكسيد الزنك) (٠، ٥٠، ١٠٠، ١٥٠) % والتسميد الأرضي من سماد الزنك المعدني(١٠٠)% في تركيز بعض العناصر المغذية في المجموع الخضري و الإنتاجية لأشجار الفستق الحلبي المزروع في حمص للتوصل إلى النتائج التالية:

- تفوق معنوي واضح لمعاملات السماد النانوي على الشاهد في تركيز عنصر الآزوت في الأوراق مع تفوق واضح للمعاملة Zn_2 (١٠٠%) على باقي المعاملات المدروسة وبنسبة زيادة وصلت إلى٥٠,٣٩%.
- تفوق معنوي واضح لمعاملات السماد النانوي على معاملة التسميد المعدني(Zn_{100}). في تركيز عنصر الآزوت في الأوراق مع تفوق واضح للمعاملة Zn_2 (١٠٠%) على باقي المعاملات المدروسة وبنسبة زيادة وصلت ٢١,٩٤% .
- انخفاض محتوى الثمار من الآزوت وكان أدنى تركيز عند المعاملةZn_2 نانو حيث انخفض إلى محتوى الآزوت في الثمار إلى ٠,٦٨٠ مغ/كغ.
- تفوق معنوي واضح للمعاملة Zn_2 نانو على باقي المعاملات المدروسة في محتوى الأوراق من الفوسفور وبنسبة زيادة وصلت إلى (٢٨,٠٦ ، ٢٥,٣٠)%بالمقارنة مع المعاملتن(Zn_1, Zn_3) على الترتيب، وبنسبة زيادة وصلت إلى ١٧,١% بالمقارنة مع معاملة التسميد المعدني Zn_{100}(معدني). في حين انخفض محتوى الثمار من الفوسفور بالمقارنة مع الشاهد وكان أدنى تركيز عند المعاملة (**Zn_1** ٥٠%) والتي بلغت ١,٥٣٣ مغ/كغ.
- لم يلاحظ فروق معنوية في محتوى الثمار بالفوسفور بين الشكلين النانوي والمعدني .
- تفوق معنوي واضح لمعاملات السماد النانوي على الشاهد في تركيز عنصر االبوتاسيوم في الأوراق مع تفوق واضح للمعاملة (١٠٠%) Zn_2 وبنسبة زيادة ١٦٤,٥٩%.

- تفوق معنوي واضح لمعاملات السماد النانوي على معاملة التسميد المعدني(Zn_{100}) في تركيز عنصر البوتاسيوم في الأوراق مع تفوق المعاملة (١٠٠%) Zn_2 و بنسبة زيادة وصلت إلى ٣٧,٠٧%.
- تفوق معنوي واضح لمعاملات السماد النانوي على الشاهد في تركيز عنصر البوتاسيوم في الثمار مع تفوق واضح للمعاملة (١٠٠%) Zn_2 و بنسبة زيادة وصلت إلى١٤٥,١٧% .
- تفوق معنوي واضح لمعاملات السماد النانوي على معاملة التسميد المعدني في تركيز عنصر البوتاسيوم في الثمار و بنسبة زيادة وصلت إلى ٢٣,٧٤%.
- تفوق معنوي واضح لمعاملات سماد الزنك النانوي وبكافة التراكيز المدروسة(٥٠، ١٠٠، ١٥٠)% في زيادة تركيز الزنك(Zn) ضمن المجموع الخضري للأشجار(أوراق، ثمار) على الشاهد وعلى معاملة التسميد المعدني مع تفوق المعاملة ١٠٠% على باقي المعاملات المدروسة.
- تفوق معنوي واضح في إنتاجية أشجار الفستق الحلبي عند الرش بسماد الزنك النانوي وبكافة التراكيز المستخدمة على باقي المعاملات بالمقارنة مع الشاهد مع تفوق معنوي واضح للمعاملة ١٠٠% والتي كانت عندها الإنتاجية ٣٤,٨٧ كغ/شجرة.

٨- المقترحات:

١- رش أشجار الفستق الحلبي بسماد أوكسيد الزنك النانوي بتركيز ٢ غ/لتر في المنطقة المدروسة.

٢- إجراء المزيد من الدراسات والأبحاث على تراكيز أخرى من سماد نانو أوكسيد الزنك وعلى أنواع أخرى من الأسمدة النانوية وعلى محاصيل وأشجار أخرى.

٩- المراجع العلمية:

٩-١ المراجع العربية:

- المجموعة الإحصائية الزراعية.(2017). قسم الإحصاء، مديرية الإحصاء والتخطيط، وزراة الزراعة والإصلاح الزراعي، دمشق، سورية.

- عودة، محمود و شمشم، سمير .(٢٠٠٥). خصوبة التربة و تغذية النبات. منشورات جامعة البعث، كلية الزراعة، الجزء العملي.

- زيدان، علي وكبيبو، عيسى وبوعيسى، عبد العزيز والخضر، احمد وخليل ، نديم .(١٩٩٣). خصوبة التربة وتغذية النبات-منشورات جامعة تشرين.

٩-٢المراجع الأجنبية:

- **Alidoust,D ; and A,Isoda**. (**2014**). Phytotoxicity assessment of C-Fe_2O_3 nano particles on root elongation and growth of rice plant Environ.Earth Sci.71:5173-5182.

-**Basar, H ; S, Gürel** .(**2016**). The influence of Zn, Fe and B applications on leaf and fruit absorption of table olive "Gemlik" based on phonological stages ScientiaHorticulturae 198:336-343

- Balazs, H., O. Opara-Nadib, and F. Beesea (2005): A simple method for measuring the carbonate content of soil. Soil Sci.Soc.Am.J., 69, 1066-1068, DOI: 10.2136/sssaj2004.0010.

-**Corwin, D.L. and S.M. Lesch**.(**2003**): Application of soil electrical conductivity to precision agriculture: theory, principles, and guidelines. Agron. J. 95: 455-471.

- **Conyers, M.K. and B.G. Davey (1988)**:Observations on some routine methods for soil pH determination. Soil Science, 145: 29-36.

-**Davarpanah, S. ; A. Tehranifar ; G,Davarynejad ; J, Abadía ; and R,Khorasani .(2016)**. Effects of foliar applications of zinc and boron nano-fertilizers on pomegranate (Punica granatum *cv*. Ardestani) fruit yield and quality. *Scientia Horticulturae.,* **210**: 57-64.

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

-**El-Sayed, EM. (2018)**. Effect of spraying some micronutrients via normal versus nano technoloFageria, N. K. Baligar, V. C. and Clark, R. B. 2002. Micronutrients in crop production. Advances in Agronomy. 77: 189-272.

- **Fernandez,V.;T, Sotiropoulos; and P, Brown.(2013)**. Foliar fertilization scientific principles and field practices. International Fertilizer Industry Association,: 1-140.

- **FAO (2017)**. FAOstat Statistical Database, Agricultural Production. www.FAO/faosat.com.

- **Farshid, A (2010)**. Influence of zinc and boron interactions on residual available iron and manganese in the soil after corn harvest. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science, 8: 677-772

-**FAO/WHO/IAEA (1996)**. Trace Elements in Human Nutrition and Health. WHO, Geneva.

-**Guru, T; N. Veronica . ; R, Thatikunta ; N ,Reddy ; and S, Narender** . (2015). crop nutrition management with Nano fertilizers . International
Journal of Environmental science and Technology.1(1)P.4-6.

- **Gastal, F; G, Lemaire** .(2002). N uptake and distribution in crops: an agronomical and ecophysiological perspective. Journal of Experimental Botany. 53:789–799

-**Gupta, P.K.**(2000): Soil, plant, water and fertilizer analysis. Agrobios (India), Jodhpur, New Delhi, India. p.438

- **Ghafariyan, MH., MJ, Malakouti; MR, Dadpour; P, Stroeve; and M, Mahmoudi**.(2013).Effects of magnetite nanoparticals on soybean chlorophyll. Env. Sci. Technol. 47:10645-10652.

- **Hadj-Hassan, A ; and L Ferguson**. (2004). Chilling requirements of pistachio. I. determination of chill hours required for pistachio variety Peters. Damascus Journal of Agricultural Science, 20: 45-72

- **Haytora, D.**(2013). Review of Foliar Fertilization of some crops, Department of Horticulture, Agricultural University, Annual Review and Res. in Biol. 3(4): 455-465.

- **Haung, H; OA, Christophersen ;J, Kinabo ; W, Kaunda ; and LO , Eik** (2010). Use of dried kapenta (Limnothrissa miuodon and Stolothrissa tanganicae) and other products based on whole fish for complementing maize-based diets. African Journal of Food Nutrient and Development, 10: 2478-2478

- **IFA.**(2011). Production and international trade statistics International Fertilizer Industry Association, Paris, France. Available from: http://www.fertilizer.org/.

-**Keshavarz, K; K, Vahdati ; M, Samar ;B, Azadegan ; and PH, Brown (2011)** Foliar application of zinc and boron improves walnut vegetative and reproductive growth. HortTechnology 21(2):181-186.

-**Liu, XM; F; D,Zhang; SQ, Zhang ; R, Fang; and Z, Wang .(2005).** Effects of nano-ferric oxide on the growth and nutrients absorption of peanut. Plant Nutr. Fert. Sci.11:14-18.

-**Liu, R; and R,Lal.(2015).** Potentials of engineered nanoparticles as fertilizers for increasing agronomic productions. A review. Science of the Total Environment 514: 131-139.

-**Mandeh, M; M,Omidi; and M, Rahaie,(2012).** In vitro influences of TiO2 nanoparticles on barley (*Hordeumvulgare L.*) tissue culture. Biological Trace Element Research. 150: 376-380.

- **Matula,J.(2005).**The effect of chloride and sulphate application to soil on changes in nutrient content in barley shoot biomass at an early phase of growth.Plant Soil Environ (7):295-302.

- **Mehrotra, A; RC, Nagarwal ; and JK, Pandit .(2010).** Fabrication of Lomustine Loaded Chitosan Nanoparticles by Spray Drying and in Vitro Cytostatic Activity on Human Lung Cancer Cell Line L132: Journal of Nanomedicine and Nanotechology .1(1)P:1-7 .

- **Mengel**, K.; EA, KirkbyPrinciples of Plant Nutrition; 5th ed.; International Potash Institute, Springer Science Business Media: Worblaufen, Switzerland, (1987); pp. 585-596

- **Nair, R.; SH, Varghese; BG, Nair; T, Maekawa; Y, Yoshida; and D.S. Kumar, (2010).** Nanoparticle material delivery to plants. *Plant Sci.* 179:154-163 66

- **Raab, C., Simko. M. Fiedeler. U. Nentwich. M. and Gazso, A. (2011)** . What are synthetic nanoparticles? Nano Trust-Dossier and Plant Production, 4(1): 64-68.

- **Ryan, J. ; A, Rashid; J, Torrent; SK, Yau; H , Ibrikci; R, Sommer; and EB, Erenoglu(2013)**. Micronutrient Constraints to Crop Production in the Middle East–We Asia Region: Significance, Research, and Management **Advances in Agronomy**, Volume 122, ISSN 0065-2113.

- **Saeed ,B; H, Gul; AZ, Khan; NL, Badshah ; L, Parveen and A, Khan (2012)**. Rates and methods of nitrogen and sulfur application influence and cost benefit analysis of wheat. J. of Agric. and Bio. Sci., 7(2): 81-85.

- **Singh, Y; N,Thakur ; and NK Meena .(2018)**. Studies on the effect of foliar spray of Zn, Cu and B on growth, yield and fruit quality of sweet orange (Citrus sinensis L.) cv. Mosambi. Int J Chem Stud 6(5):3260-3264

- **Song,U.;M,Shin; G,Lee; J,Roh;Y,Kim and E,Lee.(2013)**. Functional analysis of TiO2 nanoparticals toxicity in three plant species. Biological trace element research,155(1):93-103.

-**USDA Nutrient Data Laboratory (2018)**. USDA Nutrient Database for StandardReference, Release 15.
http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp

-**Tow, P. ; I, Cooper; I, Partridge ; and C, Birch, (2011)**. Rainfed Farming Systems. Springer, Dordrecht, The Netherlands. Vallace, B.L. and Falchuk, K.L., 1991. The biochemical basis of zinc

- **Thul,S.;L,Sarangi; and R, Pandey, (2013)**.Nanotechnology in agroecosystem: implications on plant productivity and its soil

environment. Expert Opin Environ. Biol. 2(1):3-7.Physiology.

Physiological Review, 73: 243-256.

-**Walpola,BC and MH, Yoon .(2012)**. Prospectus of phosphate solubilizing microorganisms and phosphorus availability in agricultural soils: A review, African J. of Microbiology Res. 6(37): 6600-6605.

-**Walkley , A, and Black, I.A(1943)**An examination of the Degtjareff method for determination soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Sci.34:29-38.