أثر الإضافة الأرضية والرش الورقي بالزنك النانوي في محتوى التربة من الزنك وإنتاجية القمح القاسي

فراس الخزيم[1] وعزيزة عجوري[2] وأحمد شمس الدين شعبان*[3]

(1). طالب دكتوراه، قسم علوم التربة واستصلاح الأراضي، كلية الهندسة الزراعية، جامعة حلب
(2). قسم علوم التربة واستصلاح الأراضي، كلية الهندسة الزراعية، جامعة حلب
(3). قسم المحاصيل الحقلية، كلية الهندسة الزراعية، جامعة حلب
(*للمراسلة الباحث: د. أحمد شمس الدين شعبان، البريد الإلكتروني: Shaabany57@gmail.com هاتف: 0944019817)

تاريخ الاستلام: 10/ 5/ 2024 تاريخ القبول: 13/ 7/ 2024

الملخص

نفذت تجربة حقلية في قرية المفلسة في ريف حلب الشرقي بزراعة القمح القاسي صنف دوما 1 خلال الموسمين 2020/2019 و2021/2020 بهدف دراسة تأثير تراكيز من سماد الزنك النانوي كإضافة أرضية ورش ورقي في محتوى التربة وكذلك محتوى الحبوب والقش من الزنك وانعكاسه على بعض الخصائص الإنتاجية للقمح. صممت التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة بثلاثة مكررات، ضمت المعاملات الإضافة الأرضية لعنصر الزنك النانوي بتراكيز (100، 150، 200، 250 ppm) والرش الورقي بتراكيز (50، 100، 150، 200 ppm) بالإضافة لمعاملة الشاهد (بدون رش). أظهرت النتائج أن إضافة الزنك النانوي قد حققت تفوقاً معنوياً في تركيز الزنك في الحبوب والقش وزيادة في مؤشرات الإنتاجية كعدد الحبوب في السنبلة ووزن الألف حبة والغلة الحبية لنبات القمح مقارنة بالشاهد. كما اختلفت تأثير طريقة الإضافة في الصفات المدروسة من موسم لآخر. وقد تفوقت معاملة الرش بتركيز 150 ppm وذلك لمعظم الصفات المدروسة. فبلغت الغلة الحبية فيها 5437 كغ/هـ وزاد متوسط طول السنابل فيها عن 15 سم. كما لوحظ أعلى محتوى للتربة من الزنك في المعاملة ذاتها ولكلا الموسمين حيث بلغ (1.13 ملغ Zn /كغ تربة) في الموسم الأول و(1.14 ملغ Zn /كغ تربة) في الموسم الثاني.

الكلمات المفتاحية: تسميد أرضي، رش ورقي، زنك نانوي، قمح.

المقدمة:

يعد تطبيق التقنية النانوية في الزراعة طريقة جديدة ومستحدثة إذ يمكن أن توفر المواد النانوية أساساً لتطوير أدوات وقواعد تقنية جديدة لدراسة ونقل العناصر المغذية في نظم التربة والنباتات. وتقديم رؤى عن الكيفية التي يمكن بها استعمال التقنية النانوية في تعزيز كميات المغذيات في الأسمدة، مع الحد من التأثيرات السلبية على البيئة المرافقة لممارسات التسميد بأسمدة المغذيات الصغرى في العملية الإنتاجية (السلطاني، 2018).

عادة ما تظهر أعراض النقص لعنصر الزنك بشكل واضح فقط في النباتات التي تعاني من نقص شديد. فغالباً ما ينخفض إنتاجية النبات بنسبة 20٪ أو أكثر دون ظهور أعراض واضحة للعيان. وهذا ما يسمى بالنقص المخفي أو الكامن. قد تظل التربة التي تعاني من نقص الزنك والتي تسبب نقصاً مخفياً غير مكتشفة لسنوات عديدة ما لم يتم إجراء اختبارات تشخيصية للتربة أو النبات (Barker وPilbeam، 2015). ويعالج نقص الزنك بإضافة أسمدة الزنك إلى التربة أو رشها على النبات، إلا أن الرش على الأوراق يعد أفضل من الإضافة إلى التربة.

للعناصر الصغرى دور هام في تحسين جودة وإنتاجية القمح، كما هي ضرورية من أجل صحة الإنسان حيث أن أكثر من ثلاث مليارات شخص في العالم يعاني من نقص العناصر الصغرى وخاصة الزنك. ومن المعروف أن العناصر الصغرى تعتبر عامل محدد ورئيسي في إنتاجية وجودة المحاصيل بالرغم من الكميات القليلة التي يحتاجها النبات مقارنة بالعناصر الكبرى (Ali و-Al Ameri، 2015). تكون التغذية الورقية مناسبة جداً من الناحية الاقتصادية كونها تقلل الحاجة إلى كميات كبيرة من العناصر الغذائية وتكون ذات استجابة أسرع، ومن مميزاتها أنها تسمح لإضافة المغذيات حسب حاجة النبات له وحسب مرحلة النمو (Esfandiari وآخرون، 2016).

ذكر Rico وزملاؤه (2011) أن تقنية النانو لها تأثيرات إيجابية على النباتات، شملت نسبة الإنبات، طول الجذر وعدد الإشطاءات، والكتلة الحيوية النباتية في العديد من نباتات المحاصيل. ووجد Afshari وزملاؤه (2014) أن رش كميات مختلفة من أوكسيد الزنك النانوي (0، 24، 36، 48، 60 غ/هـ) على القمح، ومقارنتها بنفس الكمية مع مصدرها التقليدي أدى إلى تفوق معنوي في معايير النمو وغلة الحبوب بلغ أقصاها عند الرش بـ 60 غ/هـ من أوكسيد الزنك النانوي.

إن رش محصول الحمص بالسماد النانوي الحاوي على Zn وFe وNPK أدى إلى تفوق معنوي في غلة الحبوب وصل الى 34% بالمقارنة مع معاملة الشاهد (Drostkar وآخرون، 2016). في حين توصل Valadkhan وزملاؤه (2015) إلى أن رش محصول اللوبيا بنانو الحديد المخلبي ونانو الزنك بمعدل 2 غ/لتر زاد من عدد الحبوب في القرون وعدد القرون/نبات ووزن 1000 حبة قياسا بمعاملة المقارنة.

قام Kisan وزملاؤه (2015) برش جزيئات أوكسيد الزنك النانوي (ZnO NPs) على السبانخ بعد 14 يوم من الإنبات، وذلك لدراسة تأثيرها على الخصائص الفيزيولوجية للأوراق والجودة الغذائية، وبعد مرحلة النضج (45 –50 يوم) تبين أن النباتات المرشوشة بتراكيز (500–1000 ppm) قد زاد فيها طول الورقة وعرضها ومساحة سطحها ولونها ومحتوى البروتين والألياف الغذائية معنوياً قياساً بمعاملة الشاهد. في حين بين Armin وMashhadi (2014) عند دراسة تأثير الزمن والتركيز لرش نانو الحديد المخلبي (Nano-Fe Chelates) على القمح في الغلة ومكوناتها وبتراكيز (0، 2، 4 %) وبواقع (0، 2، 4، 6 كغ Fe /هـ)، تبين أن رش الحديد زاد من الغلة بنسبة (5.19 و9.17%) لمرحلتي الإشطاء والإشطاء +الاستطالة بالتتابع.

تنتشر في سورية الترب الكلسية في المناطق الجافة وشبه الجافة والتي تعاني من نقص في العناصر الصغرى المتاحة لاسيما الزنك. ونظراً لعدم وجود دراسات أو بحوث تطبيقية حول تأثير التسميد بالزنك النانوي بطريقة التغذية الورقية أو الإضافة الأرضية على محصول القمح في سورية. فقد أتت أهمية هذه الدراسة في أهدافه التالية:

1- دراسة تأثير إضافة الزنك النانوي على محتوى التربة والحبوب والقش من الزنك.

2- مقارنة طرائق الإضافة (إضافة أرضية والرش الورقي).

3- تأثير تراكيز مختلفة من الزنك النانوي على انتاجية محصول القمح وبعض مكوناته.

مواد البحث وطرائقه:

موقع تنفيذ التجربة: تم تنفيذ تجربة حقلية في قرية المفلسة التابعة لمنطقة السفيرة والتي تقع على بعد 35 كيلومتر شرقي مدينة حلب خلال الموسمين 2019–2020 و2020–2021. حيث نفذت التجربة في نفس الحقل خلال الموسمين لكن بقطع متجاورة.

تحضير التربة وتحاليلها: تم إحضار عينة تربة من موقع الزراعة وأجريت عليها التحاليل الفيزيائية والكيميائية والخصوبية قبل البدء بتنفيذ التجارب من أجل توصيفها والموضحة نتائجها في الجدول رقم (1).

الجدول (1): يوضح بعض الصفات الكيميائية والتحليل الميكانيكي للتربة قبل الزراعة

pH	EC ميلليموز/سم	N الكلي %	Zn المتاح ppm	$CaCO_3$ الكلية %	OM %	الرمل %	السلت %	الطين %
8.11	1.1	0.065	1.1	23	0.35	32	29	39

تشير نتائج تحليل التربة قبل الزراعة إلى أن التربة المدروسة تعد لومية طينية، قليلة الملوحة، وفقيرة جداً بالمادة العضوية، متوسطة القاعدية، فقيرة جداً بمحتواها من الآزوت الكلي، وعالية المحتوى بكربونات الكالسيوم وفقيرة بالزنك بالنسبة لنبات القمح.

المعاملات التجريبية: نفذت تجربة حقلية وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة بثلاثة مكررات، تكونت المعاملات التسعة من إضافة عنصر الزنك بالرش الورقي بتراكيز (50، 100، 150، 200 ppm) والإضافة الأرضية بتراكيز (100، 150، 200، 250 ppm) بالإضافة لمعاملة الشاهد (0 ppm). وبالتالي بلغ عدد القطع التجريبية: 9 معاملات × 3 مكررات =27 قطعة تجريبية.

حُضِّرت كميات السماد النانوي المجهز من شركة Sepehr Parmis الايرانية على أساس حساب حجم التربة في القطعة التجريبية على عمق 30سم وبالتالي حساب وزن التربة وتقدير الكميات المطلوبة حسب التراكيز المدروسة ملغ/كغ. وتمت الإضافة الأرضية مع مياه الري والورقية رشاً على الأوراق وذلك في مرحلتي الإشطاء وطرد السنابل.

الأسمدة المستعملة وطريقة الإضافة: استعمل السماد الفوسفاتي على صورة السوبر فوسفات (P_2O_5 46%) وبمقدار 50 كغ/هـ، وقد أضيفت هذه الأسمدة إلى التربة قبل الزراعة دفعة واحدة. كما تم إضافة السماد النتروجيني على صورة يوريا على دفعتين بمقدار 150 كغ/هـ وبدون إضافة سماد بوتاسي. أما سماد الزنك النانوي فقد حُضِّرت محاليلها بوزن الكمية المطلوبة حسب تراكيز الدراسة للإضافة، سُقيت النباتات قبلَ يوم من الرش لِضمان كفاءتها في امتصاص المادة المرشوشة وأجريت عملية الرش بوساطة المرشة الظهرية سعة 15 لتر. ويبين الجدول (2) مواعيد الزراعة والرش والحصاد في كلا موسمي التجربة.

الجدول (2): مواعيد الزراعة والرش والحصاد في موسمي التجربة

	الموسم الأول 2019–2020	الموسم الثاني 2020–2021
موعد الزراعة	22/12/2019	20/12/2020
الإضافة الأولى	21/03/2020	16/03/2021
الإضافة الثانية	22/04/2020	06/04/2021
الحصاد	28/05/2020	02/06/2021

الزراعة وعمليات خدمة المحصول: استعملت بذار القمح القاسي صنف دوما 1 والتي تم الحصول عليها من الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية وهو صنف تم إعتماده عام 2002 متحمل للجفاف ومبكر بالنضج ومقاوم للرقاد والانفراط ومقاوم إلى متوسط المقاومة لمرضي الصدأ الأصفر والأسود وحبوبه متوسطة الحجم (دليل أصناف القمح في سورية رقم النشرة 504 دمشق 2021 منشورات وزارة الزراعة والصلاح الزراعي مديرية الإرشاد الزراعي)، اختيرت البذور المتجانسة في الحجم والخالية من الأمراض

وزرعت بمعدل 150 كغ/هكتار. تمت رعاية المحصول طول موسم النمو.

القياسات: تم أخذ عينات التربة بعد الحصاد مباشرة ليتم تحليل الكميات المتبقية من عنصر الزنك (الاستخلاص بDTPA و TEA والقراءة بجهاز الامتصاص الذري) (Lindsay وNorvell، 1978). وأخذت عينات نباتية (حب + قش) لتحليل عنصر الزنك وتقدير كميته في تلك الأنسجة النباتية عن طريق هضم العينات النباتية بواسطة خليط من حمض الآزوت وحمض البيروكلوريك المركزين وتقدير تركيز القياسات على جهاز الامتصاص الذري (Rashid، 1986). كما تم فرط الحبوب ووزنها لحساب وزن الألف حبة، والغلة الحبية.

التحليل الإحصائي: تم إجراء تحليل التباين ANOVA ومقارنة المتوسطات باستعمال قيمة أقل فرق معنوي LSD عند مستوى 5% باستخدام برنامج Genstat v12.0.

النتائج والمناقشة:

1- المحتوى من الزنك في التربة (ملغ/كغ):

لدى مقارنة محتوى التربة من الزنك المتاح أظهرت نتائج التحليل الاحصائي لمعاملات إضافة أسمدة الزنك النانوية سواء عن طريق الرش الورقي أو الإضافة الأرضية فروقات معنوية بين معظم المعاملات في كلا الموسمين، باستثناء الفروقات بين معاملتي الرش الورقي بمعدل 200 ppm والإضافة الأرضية بمعدل 150 ppm فلم تكن معنوية. وتفوقت كافة المعاملات المسمدة على معاملة الشاهد التي سجلت أقل محتوى للزنك في التربة فبلغ (0.72 ملغ Zn /كغ تربة) في الموسم الأول و(0.70 ملغ Zn /كغ تربة) في الموسم الثاني. بينما لوحظ أعلى محتوى للتربة من الزنك في معاملة الرش الورقي بتركيز 150 ppm ولكلا الموسمين حيث بلغ (1.13 ملغ Zn /كغ تربة) في الموسم الأول و(1.14 ملغ Zn /كغ تربة) في الموسم الثاني، متفوقة بذلك على كافة المعاملات. وجاء ترتيب المعاملات متشابهاً في كلا الموسمين حيث تلت معاملة الرش الورقي بتركيز 150 ppm كلاً من معاملات الرش الورقي بتركيز 100 و50 ppm، ثم معاملات الإضافة الأرضية بتراكيز 250، 200، 150 ppm، ثم معاملة الرش الورقي بتركيز 200 ppm، وأخيراً الإضافة الأرضية بتركيز 100 ppm. حيث بلغ محتوى التربة من الزنك للمعاملات السابقة على الترتيب: (1.11، 0.99، 0.97، 0.92، 0.89، 0.87، 0.82) ملغ Zn /كغ تربة في الموسم الأول، و(1.09، 1.03، 0.97، 0.93، 0.92، 0,91، 0.86) ملغ Zn /كغ تربة في الموسم الثاني (الجدول 3).

الجدول (3): أثر التسميد النانوي (إضافة أرضية ورش ورقي) في محتوى التربة من الزنك (ملغ/كغ)

المعاملات		محتوى التربة من الزنك (ملغ/كغ)	
		2019/2020	2020/2021
الشاهد	0 ppm	0.72 h	0.7 g
نانو"أرضي"	100 ppm	0.82 g	0.86 f
	150 ppm	0.89 f	0.92 e
	200 ppm	0.92 e	0.93 e
	250 ppm	0.97 d	0.97 d
نانو"ورقي"	50 ppm	0.99 c	1.03 c
	100 ppm	1.11 b	1.09 b
	150 ppm	1.13 a	1.14 a
	200 ppm	0.87 f	0.91 e
L.S.D 5%		0.02	0.03
CV%		0.80	1.40

المتوسطات المشتركة بحرف واحد على الأقل ضمن نفس العمود ليس بينها فروقات معنوية وفق اختبار LSD عند مستوى 5%

تعتمد إتاحة عنصر الزنك على ذوبان مركبات الزنك في محلول التربة فبوجود كمية لا بأس بها من كربونات الكالسيوم في التربة يترسب الزنك بصيغة $Zn(OH)_2$ أو $Zn(OH)_6(CO3)_2$ (Amrani, 1999) كما يعزى ذلك إلى ما وجده (Rowell and Papadoulas, 1989) بأن الزنك يتعرض للترسيب في التربة عند التراكيز العالية من الإضافة بينما يكون مدمصاً على سطوح غرويات التربة عند التراكيز المنخفضة والتي تمثلت بالإضافة الورقية في تجربتنا.

2- المحتوى من الزنك في الحبوب والقش (ملغ/كغ):

أظهرت نتائج التحليل الاحصائي لمعاملات إضافة أسمدة الزنك النانوية، سواء عن طريق الرش الورقي أو الإضافة الأرضية، ارتفاعاً معنوياً في محتوى الحبوب من الزنك في كافة المعاملات المسمدة بالمقارنة مع معاملة الشاهد، والتي لوحظ فيها أقل محتوى للزنك في الحبوب، إذ بلغت (17.84 ملغ Zn/كغ حبوب) في الموسم الأول (2020/2019)، و(17.38 ملغ Zn/كغ حبوب) في الموسم الثاني (2021/2020). أما فيما بين المعاملات المسمدة فقد لوحظ ارتفاع معنوي غالباً لمحتوى الحبوب من الزنك مع زيادة معدل التسميد في الإضافات الأرضية لأسمدة الزنك النانوية، أما بالنسبة لمعاملات الرش الورقي بأسمدة الزنك النانوية فقد لوحظ ارتفاع في محتوى الحبوب من الزنك حتى التركيز 150 ppm، ومع رفع معدل الرش إلى 200 ppm تبين انخفاض محتوى الحبوب من الزنك في كلا الموسمين.

ففي الموسم الأول لوحظ أعلى محتوى للزنك في حبوب القمح لدى الرش الورقي بأسمدة الزنك النانوية بتركيز 150 ppm (25.34 ملغ Zn/كغ حبوب)، فالتركيز 100 ppm (25.02 ملغ Zn/كغ حبوب)، اللتان تفوقتا على جميع المعاملات ودون ظهور فروقات معنوية بينهما، تلاهما الرش الورقي بتركيز 50 ppm (23.65 ملغ Zn/كغ حبوب) والتي تفوقت على المعاملات المتبقية. ثم معاملة الإضافة الأرضية لأسمدة الزنك النانوية بتركيز 250 ppm (23.05 ملغ Zn/كغ حبوب) متفوقة بذلك على كافة مستويات الإضافة الأرضية والرش الورقي بمعدل 200 ppm (21.04 ملغ Zn/كغ حبوب) والشاهد، تلتها معاملات الإضافة الأرضية بتراكيز 200 و150 و100 ppm والتي بلغ متوسط محتوى حبوبها من الزنك (21.91، 21.22، 19.34 ملغ Zn/كغ حبوب) لكل منها على التوالي مع وجود فروقات معنوية فيما بينها. في حين لم يلاحظ فروق معنوية بين الإضافة الأرضية بمعدل 100 ppm والرش الورقي بمعدل 200 ppm (الجدول 4).

أما في الموسم الثاني فقد لوحظ أعلى محتوى للزنك في حبوب القمح لدى الرش الورقي بأسمدة الزنك النانوية بتركيز 150 ppm أيضاً (26.08 ملغ Zn/كغ حبوب) متفوقة على كافة المعاملات الأخرى. تلتها معاملة الرش الورقي بالتركيز 100 ppm (24.71 ملغ Zn/كغ حبوب) التي تفوقت على معظم المعاملات المتبقية باستثناء معاملة الرش الورقي بالتركيز 50 ppm (24.07 ملغ Zn/كغ حبوب)، بدورها تفوقت المعاملة الأخيرة على معظم مستويات الإضافة الأرضية والشاهد باستثناء معاملة الإضافة الأرضية لأسمدة الزنك النانوية بتركيز 250 ppm (23.38 ملغ Zn/كغ حبوب). هذا وقد تفوقت المعاملة الأرضية بتركيز 250 ppm على أغلب مستويات الإضافة الأرضية 150 ppm (22.42 ملغ Zn/كغ حبوب) و100 ppm (21.01 ملغ Zn/كغ حبوب) والرش الورقي بمعدل 200 ppm (22.02 ملغ Zn/كغ حبوب) والشاهد، بينما لم تتفوق على مستوى الإضافة الأرضية 200 ppm (22.72 ملغ Zn/كغ حبوب). هذا وقد سجلت معاملة الإضافة الأرضية بتركيز 100 ppm أقل متوسط لمحتوى الحبوب من الزنك من بين المعاملات المسمدة كافة ولم تتفوق سوى على الشاهد وفي كلا الموسمين (الجدول 4).

أما بالنسبة لمحتوى القش من الزنك فكانت النتائج مشابهة لما هي عليه في الحبة، من ناحية وجود تفوق معنوي لكافة المعاملات المسمدة بالمقارنة مع معاملة الشاهد، وكذلك من ناحية وجود ارتفاع معنوي غالباً لمحتوى القش من الزنك مع زيادة معدل التسميد

في الإضافات الأرضية لأسمدة الزنك النانوية، أما بالنسبة لمعاملات الرش الورقي بأسمدة الزنك النانوية فقد لوحظ ارتفاع في محتوى القش من الزنك حتى التركيز 150 ppm، ومع رفع معدل الرش إلى 200 ppm تبين انخفاض محتوى القش من الزنك في كلا الموسمين.

كانت نتائج الرش الورقي متشابهة في كلا الموسمين إذ لوحظ أعلى محتوى للزنك في قش القمح لدى الرش الورقي بأسمدة الزنك النانوية بتركيز 150 ppm فبلغت (9.565، 8.75 ملغ Zn/كغ حبوب) لكل من الموسمين الأول والثاني على التوالي متفوقة على كافة المعاملات الأخرى. تلتها معاملة الرش الورقي بالتركيز 100 ppm (9.07، 8.265 ملغ Zn/كغ حبوب) لكل من الموسمين الأول والثاني على التوالي متفوقة على كافة المعاملات المتبقية، ثم معاملة الرش الورقي بالتركيز 50 ppm (8.225، 7.515 ملغ Zn/كغ حبوب) لكل من الموسمين الأول والثاني على التوالي متفوقة على كافة المعاملات المتبقية في الموسم الأول، ومعظم المعاملات المتبقية في الموسم الثاني ما عدا الإضافة الأرضية بمعدل 250 ppm. أما فيما بين معاملات الإضافة الأرضية فقد لوحظ أعلى محتوى للزنك في القش لدى التركيز 250 ppm، ثم التراكيز 200 و150 و100 ppm، إذ تراوح محتوى القش من الزنك بين معاملات الإضافة الأرضية من 6.38 إلى 7.665 ملغ Zn/كغ قش في الموسم الأول، ومن 6.14 إلى 7.46 ملغ Zn/كغ قش في الموسم الثاني، مع عدم وجود فروق معنوية بين التركيزين 150 و200 ppm في الموسم الأول، وبين التركيزين 250 و200 ppm، أو بين التركيزين 100 و200 ppm في الموسم الثاني. كما لم يلاحظ فروقات معنوية بين معاملة الرش الورقي بمعدل 200 ppm (7.045 و6.685 ملغ Zn/كغ قش) لكل من الموسمين الأول والثاني على التوالي مع معاملة الإضافة الأرضية بمعدل 100 ppm وفي كلا الموسمين. هذا وقد سجلت معاملة الإضافة الأرضية بتركيز 100 ppm أقل متوسط لمحتوى القش من الزنك من بين المعاملات المسمدة كافة ولم تتفوق سوى على الشاهد وفي كلا الموسمين (الجدول 4).

إن الدور الفعال الذي تلعبه الأسمدة النانوية في زيادة التفاعلات الحيوية والإنزيمية وبفعل المساحة السطحية التي تؤدي إلى زيادة سرعة التفاعلات وتوفر جهاز ناقل نشط يساعد في انتقال المواد الغذائية من الأوراق إلى الحبوب وبذلك تزداد المواد الغذائية التي تصل إلى الحبوب، وبالتالي يزداد الممتص من العناصر ومنها الزنك. تتفق النتائج مع (Khaghani و Ghanbari، 2016) اللذان حصلا على زيادة في الزنك الممتص في حبوب القمح بإضافة أسمدة العناصر الصغرى النانوية.

الجدول (4): أثر التسميد النانوي (إضافة أرضية ورش ورقي) في محتوى الحبوب والقش من الزنك (ملغ/كغ)

المعاملات		محتوى الحبوب من الزنك (ملغ/كغ)		محتوى القش من الزنك (ملغ/كغ)	
		2019/2020	2020/2021	2019/2020	2020/2021
الشاهد	0 ppm	17.84 g	17.38 g	5.05 g	4.395 g
نانو"أرضي"	100 ppm	19.34 f	21.01 f	6.38 f	6.14 f
	150 ppm	21.22 e	22.42 e	7.225 e	6.96 de
	200 ppm	21.91 d	22.72 de	7.245 e	7.135 cd
	250 ppm	23.05 c	23.38 cd	7.665 d	7.45 c
نانو"ورقي"	50 ppm	23.65 b	24.07 bc	8.225 c	7.515 c
	100 ppm	25.02 a	24.71 b	9.07 b	8.265 b
	150 ppm	25.34 a	26.08 a	9.565 a	8.75 a
	200 ppm	21.04 e	22.02 e	7.045 e	6.685 e
L.S.D 5%		0.44	0.91	0.20	0.41
CV%		0.90	1.70	1.20	2.50

المتوسطات المشتركة بحرف واحد على الأقل ضمن نفس العمود ليس بينها فروقات معنوية وفق اختبار LSD عند مستوى 5%

3- طول السنبلة (سم):

يعد طول السنبلة من الصفات الكمية المهمة حيث يرتبط ارتباطاً موجباً بالإنتاجية وعدد الحبوب المتكونة على السنبلة، تأثرت أطوال السنابل للنباتات المدروسة باختلاف المعاملات والإضافات المدروسة مع تفوق الرش الورقي بتركيز 150 ppm على جميع المعاملات. فقد بلغت أطوال السنابل (9.05، 9.7 سم) في معاملة الشاهد لكل من الموسمين الأول والثاني على التوالي، وارتفعت بفارق معنوي لدى التسميد بكافة مستوياته سواء بطريقة الإضافة الأرضية أم بالرش الورقي لأسمدة الزنك النانوية. كما تفوقت كافة مستويات الرش الورقي على كافة مستويات الإضافة الأرضية، ولوحظت فروقات معنوية بين كافة المستويات لصالح المستوى الأعلى في كلا الموسمين باستثناء الفرق بين مستويي الإضافة الأرضية بالتركيزين 100 و150 ppm أو بين مستوى الإضافة الأرضية بالتركيز 250 ppm والرش الورقي بتركيز 200 ppm فلم تكن ذات دلالة معنوية. ففي الموسم الأول تراوح متوسط طول السنبلة بين (11.2 و12.7 سم) لمستويات الإضافة الأرضية، وبين (13.6 و15.2 سم) لمستويات الرش الورقي. أما في الموسم الثاني فقد تراوح متوسط طول السنبلة بين مستويات الإضافة الأرضية من 11.85 سم إلى 12.9 سم، وبين مستويات الرش الورقي من 13.2 سم إلى 14.9 سم (الجدول 5).

يساعد الرش الورقي على زيادة النمو الخضري عن طريق زيادة فعالية العمليات الحيوية وتقليل المعوقات التي تواجه النبات في امتصاص المغذيات المضافة إلى التربة أو مع مياه الري (Jamal وآخرون، 2007). كما يعود ذلك الفرق للدور الهام الذي يقوم به عنصر الزنك في التمثيل الضوئي وتنشيط عدد من الأنزيمات، كما أنه يدخل في عملية تكوين الحمض الأميني التربتوفان والذي يتكون منه هرمون Indol Acetic Acid الضروري لاستطالة الساق والخلايا بشكل عام (Das وGreen، 2016).

الجدول (5): أثر التسميد النانوي (إضافة أرضية ورش ورقي) في طول السنبلة (سم)

المعاملات		طول السنبلة (سم)	
		2019/2020	2020/2021
الشاهد	0 ppm	9.05 i	9.7 g
نانو"أرضي"	100 ppm	11.2 h	11.85 f
	150 ppm	11.6 g	12.1 f
	200 ppm	12.15 f	12.5 e
	250 ppm	12.7 e	12.9 d
نانو"ورقي"	50 ppm	14.05 c	13.8 c
	100 ppm	14.8 b	14.4 b
	150 ppm	15.2 a	14.9 a
	200 ppm	13.6 d	13.2 d
L.S.D 5%		0.38	0.33
CV%		1.30	1.10

المتوسطات المشتركة بحرف واحد على الأقل ضمن نفس العمود ليس بينها فروقات معنوية وفق اختبار LSD عند مستوى 5%

4- عدد الحبوب في السنبلة (غ):

تم حساب عدد الحبوب في السنبلة لمختلف نباتات التجربة فأظهرت النتائج وكما هو موضح في الجدول رقم (6) وجود أكبر عدد حبوب في السنبلة عند معاملة الرش الورقي بالنانو بتركيز 150 ppm بمتوسط عدد حبوب في السنبلة (60.43، 80 حبة/سنبلة) للموسمين على التوالي، متفوقة بشكل معنوي على معظم المعاملات وبفارق غير معنوي مع معاملة الرش الورقي بتركيز 100 ppm التي بلغت (55.96، 75.88 حبة/سنبلة) للموسمين على التوالي. تلتهما معاملة الرش الورقي بتركيز 50 ppm ثم التركيز 200 ppm. إذ لم يلاحظ وجود فروق معنوية بين التراكيز 50, 100، 200 ppm في الموسم الأول، وبين التركيزين 50 و100

ppm أو بين التركيزين 50 و200 ppm في الموسم الثاني. أما بالنسبة لمعاملات الإضافة الأرضية فلم تظهر أية فروق معنوية بين المستويات ولكلا موسمي التجربة حيث كانت أعلى قيمة عند الإضافة الأرضية بتركيز 250 ppm (44.44، 58.24 حبة/سنبلة) تلتها عند تركيز 200 ppm (43.95، 57.68 حبة/سنبلة)، ثم التركيز 150 ppm (43.6، 56.31 حبة/سنبلة)، وأخيراً لدى التركيز 100 ppm (43.6، 54.25 حبة/سنبلة) للموسمين الأول والثاني على التوالي. علماً أنه تفوقت جميع المعاملات سواء الرش الورقي أو الإضافة الأرضية على معاملة الشاهد التي سجلت أقل عدد للحبوب في السنبلة بمتوسط لم يتجاوز (25.58 حبة/سنبلة) في الموسم الأول و(37.4 حبة/سنبلة) في الموسم الثاني، كما تفوقت معظم مستويات الرش الورقي على أغلب مستويات الإضافة الأرضية (الجدول 6).

يعتمد عدد حبوب في السنبلة بالدرجة الرئيسة على نسبة التلقيح والاخصاب وأن الدور الذي يقوم به الزنك في رفع كفاءة عملية التمثيل الضوئي لزيادة نواتج التمثيل يوفر فرصة مناسبة للتقليل من حالات الإجهاض في الزهيرات بفعل تقليل حالة التنافس فيما بينها على المغذيات فضلاً عن دورها في عملية الإزهار والاخصاب (Dapkekar وآخرون، 2018؛ Du وآخرون، 2019).

الجدول (6): أثر التسميد النانوي (إضافة أرضية ورش ورقي) في عدد الحبوب في السنبلة (غ)

المعاملات		عدد الحبوب في السنبلة	
		2019/2020	2020/2021
الشاهد	0 ppm	25.58 d	37.4 e
نانو"أرضي"	100 ppm	43.6 c	54.25 d
	150 ppm	43.6 c	56.31 d
	200 ppm	43.95 c	57.68 d
	250 ppm	44.44 c	58.24 cd
نانو"ورقي"	50 ppm	52.87 b	68.67 bc
	100 ppm	55.96 ab	75.88 ab
	150 ppm	60.43 a	80 a
	200 ppm	50.47 bc	63.86 cd
L.S.D 5%		7.45	10.64
CV%		6.90	7.50

المتوسطات المشتركة بحرف واحد على الأقل ضمن نفس العمود ليس بينها فروقات معنوية وفق اختبار LSD عند مستوى 5%

5- وزن الألف حبة (غ):

بلغ متوسط وزن الألف حبة (19.52، 25.48 غ) في موسمي التجربة على التوالي لمعاملة الشاهد، وارتفعت بفارق معنوي لدى إضافة كافة مستويات التسميد سواء كإضافة أرضية أو رش ورقي. ولم يلاحظ وجود فروقات معنوية بين مستويات الإضافة الأرضية 100، 150، 200، 250 ppm في كلا موسمي التجربة والتي تراوحت في الموسم الأول بين (30.82 و34.43 غ) وفي الموسم الثاني بين (35.2 و37.47 غ) (الجدول 7).

هذا وتفوقت كافة مستويات الرش الورقي في الموسم الأول وكل من المستويين 100 و150 ppm في الموسم الثاني على كافة مستويات الإضافة الأرضية. أما فيما بين مستويات الرش الورقي فقد لوحظ أعلى متوسط لوزن الألف حبة (47.4، 49.07 غ) لمعاملة الرش الورقي بتركيز 150 ppm للموسمين الأول والثاني على التوالي. مع تفوق المعاملة الأخيرة بفارق معنوي على معظم المعاملات، ما عدا معاملة الرش الورقي بتركيز 100ppm والتي أعطت (46.82، 47.31 غ) للموسمين على التوالي. تلتهما معاملتا الرش الورقي بتركيز 50 و200 ppm على الترتيب (الجدول 7).

الجدول (7): أثر التسميد النانوي (إضافة أرضية ورش ورقي) في وزن الألف حبة (غ)

المعاملات		وزن الألف حبة (غ)	
الشاهد	0 ppm	19.52 e	25.48 d
نانو"أرضي"	100 ppm	30.82 d	35.2 c
	150 ppm	31.63 d	35.8 c
	200 ppm	32.99 cd	35.56 c
	250 ppm	34.43 cd	37.48 c
نانو"ورقي"	50 ppm	40.26 b	41.96 bc
	100 ppm	46.82 a	47.31 ab
	150 ppm	47.4 a	49.07 a
	200 ppm	37.84 bc	40.98 bc
L.S.D 5%		5.70	7.10
CV%		6.90	8.00

المتوسطات المشتركة بحرف واحد على الأقل ضمن نفس العمود ليس بينها فروقات معنوية وفق اختبار LSD عند مستوى 5%

إن إضافة عنصر الزنك تؤدي لزيادة نشاط العمليات الحيوية داخل النبات وتحسين مؤشرات النمو الخضري والتمثيل الضوئي، ومن ثم انتقال نواتجه الى الحبوب النامية، لأن هذه الحبوب بعد مدة من نشوئها تصبح هي المصب الدائم في النباتات الحولية، وإن الجزء الأكبر من نواتج التمثيل سواء كانت حديثة التكوين أو مخزونة فإنها تؤدي الى زيادة وزن الحبوب وعددها خلال مرحلة امتلائها، وتتفق هذه النتائج مع (Munirt وآخرون، 2018) الذين حصلوا على زيادة في مؤشرات الإنتاجية لمحصول القمح بإضافة الأسمدة النانوية للعناصر الصغرى.

6- الغلة الحبية (كغ/هـ):

كان لمعاملات التسميد أثراً إيجابياً واضحاً في الغلة الحبية، تفوقت كافة المعاملات المسمدة على معاملة الشاهد غير المسمدة وفي كلا الموسمين. إذ بلغ متوسط الغلة الحبية في معاملة الشاهد حوالي (2723، 2441 كغ/هـ) لكل من الموسم الأول والموسم الثاني على التوالي. وارتفع في الموسم الأول بفارق معنوي إلى: 4012، 4135، 5061، 5281 كغ/هـ لدى مستويات الإضافة الأرضية: 100، 150، 200، 250 ppm، وإلى: 4516، 4904، 5165، 5437 كغ/هـ لدى مستويات الرش الورقي: 50، 100، 200، 150 ppm على الترتيب (الجدول 8).

كما ارتفع في الموسم الثاني وبفارق معنوي أيضاً إلى: 3611، 3722، 4555، 4753 كغ/هـ لدى مستويات الإضافة الأرضية: 100، 150، 200، 250 ppm، وإلى: 4065، 4414، 4649، 4893 كغ/هـ لدى مستويات الرش الورقي: 50، 100، 200، 150 ppm على الترتيب. حيث لوحظ تشابه النتائج في كلا الموسمين، بتفوق معاملة الرش الورقي بتركيز 150 ppm على كافة المعاملات، تلته معاملة الإضافة الأرضية بتركيز 250 ppm التي تفوقت على معظم المعاملات المتبقية فيما عدا معاملة الرش الورقي بتركيز 200 ppm، والتي تفوقت بدورها على باقي المعاملات ما عدا معاملة الإضافة الأرضية بتركيز 200 ppm. ثم لوحظ انخفاض معنوي تدريجي في المعاملات المتبقية والتي كان ترتيبها على النحو التالي: الرش الورقي بتركيز 100 ppm، ثم الرش الورقي بتركيز 50 ppm، ثم الإضافة الأرضية بتركيز 150 ppm، وأخيراً الإضافة الأرضية بتركيز 100 ppm (الجدول 8). وتتوافق هذه النتائج مع ما توصل إليه (Arshad وآخرون، 2011) حيث زادت الغلة الحبية بمعدل 31% مع إضافة الزنك. كما تشير النتائج السابقة إلى أن التغذية الورقية تعد علاجاً سريعاً وفعالاً لتغذية النبات، فهي تسمح بالامتصاص السريع للعناصر

الغذائية خلال مراحل نمو النبات خاصة إذا كانت التربة تعاني من نقص العناصر المتاحة (Wojtkowiak وآخرون، 2014).

الجدول (8): أثر التسميد النانوي (إضافة أرضية ورش ورقي) في الغلة الحبية (كغ/هـ)

المعاملات		الغلة الحبية (كغ/هـ)	
		2019/2020	2020/2021
الشاهد	0 ppm	2723 h	2441 h
نانو"أرضي"	100 ppm	4012 g	3611 g
	150 ppm	4135 f	3722 f
	200 ppm	5061 c	4555 c
	250 ppm	5281 b	4753 b
نانو"ورقي"	50 ppm	4516 e	4065 e
	100 ppm	4904 d	4414 d
	150 ppm	5437 a	4893 a
	200 ppm	5165 bc	4649 bc
L.S.D 5%		121.60	109.40
CV%		1.20	1.20

المتوسطات المشتركة بحرف واحد على الأقل ضمن نفس العمود ليس بينها فروقات معنوية وفق اختبار LSD عند مستوى 5%

ويفسر انخفاض الإنتاجية ومؤشرات النمو المدروسة في معاملة الرش الورقي بالتركيز الأعلى 200 ppm إلى ما يسمى باضطراب امتصاص العناصر فيمكن للزنك الزائد أن يتداخل مع امتصاص بعض العناصر مثل الفوسفور والحديد والنحاس مما يؤدي إلى نقص هذه العناصر الغذائية الضرورية للنبات وبالتالي إعاقة في نمو النبات وتطوره Liu وآخرون (2020). كما يتسبب الزنك الزائد في انتاج جزيئات الجذور الحرة في نبات القمح والتي تتلف الغشاء الحيوي والبنى الخلوية الأخرى مما يؤدي إلى موت الخلايا وبالتالي يؤثر على إنتاجية القمح.

الاستنتاجات

1. اختلف تأثير طريقة الرش وتراكيزه في محتوى التربة من الزنك وكذلك محتوى الحبوب والقش من العنصر ذاته. فمثلاً لوحظ ارتفاع معنوي غالباً لمحتوى الحبوب من الزنك مع زيادة معدل التسميد في الإضافات الأرضية، أما بالنسبة لمعاملات الرش الورقي فقد لوحظ ارتفاع معنوي حتى التركيز 150 ppm، ومع رفع معدل الرش إلى 200 ppm تبين انخفاض محتوى الحبوب من الزنك في كلا الموسمين.
2. تفوقت أسمدة النانو بطريقة الرش الورقي على الإضافة الأرضية في معظم الصفات، كما لوحظ تفوق لتراكيز الرش الورقي المنخفضة على التراكيز الأعلى للإضافة الأرضية.
3. تفوقت معاملة الرش الورقي بتركيز 150 ppm في جميع الصفات الإنتاجية: كطول السنبلة، وعدد الحبوب بالسنبلة، ووزن الألف حبة، والغلة الحبية.

المقترحات

1- التوجه نحو اعتماد الرش الورقي بأسمدة النانو للحصول على زيادة في إنتاجية المحاصيل التي تعاني من نقص العناصر لا سيما الصغرى في الترب الكلسية.

2- دراسة أثر أنواع أسمدة نانوية تحوي عناصر صغرى أخرى بخلاف الزنك، وتطبيقها على محاصيل استراتيجية هامة.

المراجع:

السلطاني، سحر (2018). تأثير الرش ببعض المغذيات النانوية والتقليدية في نمو وحاصل الألمازة. أطروحة ماجستير جامعة القادسية.

Afshar I.; RH. Akbar and S. Minoo (2014)."Comparison the effects of different spraying amounts of nano zinc oxide and zinc oxide, on wheat". Int. J. of P, A and E Sci., 4(3):688-693.

Ali, N.S. and Al-Ameri, B.H.A. (2015). Agronomic efficiency of Zn-DTPA and Boric acid fertilizers applied to calcareous Iraqi soil. The Iraqi J. Agric. Sci., 46(6): 1117-1122

Amrani M. D. ; G. Westfall and G. A. Peterson . (1999) . In fluence of water solubility of granular Zinc fertilizers on plant uptake and growth. J. Plant nutrition. 22(12)1815–27 .

Armin MSA.; and S. Mashhadi (2014). "Effect of time and concentration of nano- Fe foliar application on yield and yield components of wheat". International Journal of Biosciences, 4(9):69-75.

ARSHAD M.; MURTAZA G., ALI M.A., SHAFIQ M., DUMAT C., AHMAD N. (2011)- Wheat growth and phyto availability of copper and zinc as affected by soil texture in saline-sodic conditions. Pakistan Journal of Botany, 43 (5), 2433-2439. ISSN 2070-3368.

Barker AV.; and DJ. Pilbeam (Eds.). (2015). Handbook of plant nutrition. CRC press.

Dapkekar A.; D Paresh, DO. Manoj, MK. Paknikar and JM. Rajwade (2018). Zinc use efficiency is enhanced in wheat through nano-fertilization Scientific Reports, 8:6832. pp: 1-7.

Das S. and AP. Green (2016). Zinc in Crops and Human Health. Part1.In: Singh, U., Praharaj, C.S., Singh, S.S. and N. Singh (eds.): Bio-fortification of Food Crops. Springer. New Delhi Heidelberg. New York Dordrecht. London, pp:31-40.

Drostkar E.; R. Talebi and H. Kanouni (2016). "Foliar application of Fe, Zn and NPK nano-fertilizers on seed yield and morphological traits in chickpea under rainfed condition. Journal of Research in Ecology". 4(2): 221-228.

Du, W.; J. Yang, Q. Peng, X. Liang and H. Mao (2019). Comparison study of zinc nanoparticles and zinc sulphate on wheat growth: From toxicity and zinc bio-fortification. Chemosphere, 227, 109–116.

Esfandiari E.; M. Abdoli and S. Mousavi (2016). Impact of foliar zinc application on agronomic traits and grain quality parameters of wheat grown in zinc deficient soil. Ind J Plant Physiol.,21(3): 263-270.

Khaghani S., and B. Ghanbari (2016). Microwave Synthesis of Fe2O3 and ZnO Nanoparticles and Evaluation Its Application on Grain Iron and Zinc Concentrations of Wheat (Triticum aestivum L.) and their Relationships to Grain Yield. Journal of Nanostructures, 6(2), 149-155. https://doi.org/10.7508/jns.2016.02.007.

Kisan B.; H. Shruthi H. Sharanagouda SB. Revanappa and NK Pramod (2015). "Effect of Nano-Zinc Oxide on the Leaf Physical and Nutritional Quality of Spinach Agrotechnol" 5: 135. doi:10.4172/2168-9881.1000135.

Lindsay WL. and WA. Norvell (1978). Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper. Soil Sci. Soc. Am. J.42 : 421-428.

Liu, H., et al. (2020). Bioaccumulation and phytotoxicity of ZnO nanoparticles in soil-grown Brassica chinensis and potential risks.

Munirt A.; M. Rizwanb M. Kashifa A. Shahzada S. Alib N. Amina R. Zahida MFE. Alama and M. Imran (2018). Effect Of Zinc Oxide Nanoparticles On The Growth And Zn Uptake In Wheat

(Triticumaestivum L.) by seed priming method. digest journal of nanomaterials and biostructures 13, (1) : 315 – 323.

Papadopoulos P. and D. L Rowell . (1989). The reaction of copper and zinc with calcium carbonate surfaces. Soil, Sci. J. 40: 39 – 48.

Rashid A. (1986). Mapping Zinc fertility of soil using indicator plant and soil analysis. Ph. D. Dessrtation. University of Hawaii, HI, USA.

Rico CM.; S. Majumdar M. Duarte-Gardea JR. Peralta-Videa and J.L. Gardea-Torresdey. (2011). Interaction of nanoparticles with edible plants and their possible implications in the food chain. J Agric Food Chem. 59:3485–3498.

Valadkhan M.; KH. Mohammadi and NMT. Karimi (2015). Effect of priming and foliar application of nanoparticles on agronomic traits of chickpea". Biological Forum, 7(2):599-602.

Wojtkowiak, K.; Stepien, A.; Warechowska, M. and Raczkowski, M. (2014). Content of copper, iron, manganese and zinc in typical light brown soil and spring triticale grain depending on a fertilization system. Journal of Elementology 19: 833-844.

The effect of ground addition and foliar spraying of nano zinc on the soil content of zinc and the productivity of durum wheat

Feras AlKhzaim [(1)], Aziza Ajouri[(2)], and Ahmad Shams Aldien Shaaban[*(3)]

[(1)] PhD Student, Department of Soil Science and Land Reclamation, Faculty of Agricultural Engineering, Aleppo University.
[(2)] Department of Soil Science and Land Reclamation, Faculty of Agricultural Engineering, Aleppo University.
[(3)] Department of Field Crop, Faculty of Agricultural Engineering, Aleppo University.
(*Corresponding author: **Ahmad Shams Aldien Shaaban**. E-Mail: Shaabany57@gmail.com).

Received: 10/5/2024 Accepted: 13/7/2024

Abstract

A field experiment was carried out in the village of Al-Maflisa in the eastern countryside of Aleppo, by planting durum wheat variety Douma 1. During the season 2019/2020 & 2020/2021, with the aim of studying the effect of concentrations of nano-zinc fertilizer, such as adding soil and foliar spray, on the soil content as well as the grain and straw content of zinc, and its reflection on some of productive characteristics of wheat. The experiment designed using completely randomized block design RCBD with three replicates. The treatments were soil application by (100, 150, 200, 250 ppm) and foliar application (50, 100, 150, 200 ppm), and control (without fertilizer). The results showed that the addition of nano-zinc achieved a significant increase in the concentration of Zn in grain and straw and an increase in yield component such as the number of grain per spike, TKW, and grain yield of wheat plant compared to the control. The effect of the addition method on the studied traits also varied from one season to other. The foliar spraying at a concentration of 150 ppm was superior for most of the studied characteristics, the grain yield reached 5437 kg/ha, and the average length of spikes exceeded 15 cm. the highest soil zinc content was observed in the same treatment for both seasons, reaching (1.13 mg Zn / kg soil) in the first season and (1.14 mg Zn / kg soil) in the second season.

Keywords: Soil Application, Foliar application, Zn, Wheat.