أثر الإضافة الأرضية والرش الورقي للزنك في إنتاجية صنف الذرة الصفراء (غوطة 82)

محمد رنجوس*[1] وعزيزة عجوري[1] وأريج الخضر[2]

(1). قسم علوم التربة واستصلاح الأراضي، كلية الزراعة، جامعة حلب، حلب، سورية.

(2). الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية بدمشق، دمشق، سورية.

(*للمراسلة: محمد رنجوس، البريد الإلكتروني: mohamedran993@gmail.com)

تاريخ الاستلام:2022/06/23 تاريخ القبول:2022/09/11

المخلص

نفذت تجربة حقلية في محطة بحوث شبعا التابعة للهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية في ريف دمشق بهدف دراسة تأثير طرق إضافة ومستويات من الزنك (تسميد أرضي: بتركيزين 4 و8 كغ Zn/هـ، رش ورقي: بتركيزين 2 و4 ملغ Zn/ل) في بعض خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية والخصوبية وكذلك الصفات المحصولية لصنف الذرة الصفراء غوطة 82 كطول العرنوس وعدد الصفوف في العرنوس وعدد الحبوب في الصف وعدد الحبوب في العرنوس ووزن المائة حبة والغلة الحبية. بينت النتائج عدم وجود فروق معنوية في تركيز معظم خصائص التربة المدروسة في مرحلة الإزهار إلا أنها اختلفت معنوياً في مرحلة النضج الفيزيولوجي. بينما لوحظ ارتفاع تركيز الزنك في أنسجة النبات في مرحلة الإزهار بشكل معنوي عند إضافة الزنك بكافة أشكاله بالمقارنة مع الشاهد. تفوقت الجرعات العالية من الإضافة الأرضية والرش الورقي على الشاهد وامتلكت أعلى قيم للصفات المحصولية وعناصر الغلة والإنتاجية. كانت معاملات الرش الورقي أفضل في صفات الإنتاجية فتميزت معاملة الرش الورقي بمعدل (4 ملغ Zn/ل) بأعلى تركيز للزنك في أنسجة النبات (59.76 ppm) وارتفاع النبات (177.0 سم)، ووزن المئة حبة (25.9 غ)، والغلة الحبية (556.3 كغ/هـ).

الكلمات المفتاحية: الزنك، إضافة أرضية، رش ورقي، خصائص تربة، ذرة صفراء.

المقدمة:

تعد الذرة الصفراء (*Zea mays* L.) من المحاصيل الاستراتيجية في كثير من بلدان العالم، لأهميتها وتمتعها بالقيمة الغذائية العالية، حيث تشكل نسبة الكربوهيدرات 70% والبروتين 12% والزيت 6% (Hobbs, 2003). ويدخل في العديد من الصناعات الغذائية (Barnes *et al.*, 2007)، كما يمكن استغلال كل جزء من أجزاء نباتاته، إذ يستخدم الجزء الخضري والبذور كأعلاف وتساهم في صناعة بعض العقاقير الطبية (Delcour and Hoseney, 2010). وتنتمي الذرة الصفراء (2n = 20) للعائلة النجيلية (Poaceae, (Gramineae والفصيلة Maydeae، وهو نبات عشبي حولي منفصل الجنس أحادي المسكن (Akbar *et al.*, 2008; Stuessy, 2009). ويعد نبات الذرة الصفراء من المحاصيل ذات الأهمية الاقتصادية الكبيرة، إذ أنه من أكفاء محاصيل الحبوب في استغلال مصادر الإنتاج من ماء وضوء وعناصر غذائية (Awika, 2011).

من ناحية أخرى تتجلى أهمية التسميد بإضافة الأسمدة بصورة جيدة ومنتظمة وبتراكيز محددة تتناسب مع كل من حاجة النبات والظروف المناخية لتزيد من كفاءة التسميد وزيادة في جاهزية العناصر المغذية للنبات والتي تؤدي بالتالي لتحسين في الإنتاجية كماً ونوعاً. وبالتالي فإن الإدارة السليمة للأسمدة المضافة تشجع وتحسن من الاستفادة من المغذيات (Amberger, 2006). ومحصول الذرة الصفراء كغيره من المحاصيل يحتاج إلى التسميد بالعناصر الغذائية ولا سيما الصغرى، حيث يعد هذا المحصول حساساً

لنقص بعض العناصر ومنها الزنك (الوكيل، 2008). ومن المعلوم أن عنصر الزنك من العناصر الضرورية في تغذية النبات، ويبلغ تركيزه في القشرة الأرضية 80 ملغ/كغ ويرتبط محتواه في التربة بالصخرة الأم. كما يساهم الزنك في تغذية النبات من خلال دوره في تكوين هرمونات نمو الخلايا ويعمل كمنشط للأنزيمات في النبات والمحافظة على التركيب البروتيني والكربوهيدرات وهو المكون لبعض البروتينات اللازمة لإنتاج هرمونات النمو (الأكسينات) مثل أندول اسيتيك أسيد (IAA) وله علاقة بتكوين الحمض النووي (RNA) ويؤدي دوراً تركيبياً في الأنزيمات الداخلة في تكاثر الحمض النووي (DNA) (الشاطر والبلخي، 2014).

يأخذ النبات الزنك من محلول التربة على صورة Zn^{++}. كما يمكن للنبات أن يمتصه عن طريق مجموعه الخضري، ورغم ضآلة الكمية التي يحتاجها النبات من عنصر الزنك، فإن أهميته كبيرة جداً في التفاعلات الحيوية التي تؤدي إلى تكوين الهرمونات والنظم الأنزيمية اللازمة لنمو الخلايا. إذ يؤدي نقصه إلى تأخير اصطناع البروتينات والكربوهيدرات وقلة استطالة النموات الحديثة (ديب، 2002). وبالرغم من هذه الأهمية الكبرى للزنك، إلا أنه لقي اهتماماً أقل بالمقارنة مع الآزوت أو الفوسفور أو الري خلال الثورة الزراعية الخضراء (Mueller *et al.*, 2012).

وتتأثر إتاحة الزنك في التربة بالعديد من العوامل منها: طبيعة التربة (pH التربة، محتوى الكلس، نسبة المادة العضوية، نسبة الطين ونوعه) وظروف المناخ وكمية السماد الفوسفاتي المطبق (Aref, 2011). فقد وجد Huszcza - Ciolkowska and Zawartka (2003) أن علاقة الارتباط بين (pH) التربة والزنك علاقة عكسية. كما أشار Elalaoui (2007) أن انخفاض (pH) التربة من 6.5 إلى5.3 يزيد تمثيل الزنك في النبات بمقدار 50%، أي أن جاهزية الزنك للنبات تتعلق بدرجة كبيرة بـ (pH) التربة، إذ تزداد الكميات المتاحة من هذا العنصر مع انخفاض (pH) التربة كما هو الحال في الترب الحامضية. وعلى العكس من ذلك يحدث عندما يرتفع (pH) التربة إذ تنخفض الكمية المتاحة من الزنك بشكل كبير نتيجة تشكل مركبات ضعيفة الذوبان مثل $Zn\ CO_3$ و$Zn(OH)_2$ وهذا ما قد يلاحظ في الأتربة الكلسية المنتشرة بنسبة كبيرة في سورية. وهي مشكلة عالمية فمن المعلوم أن حوالي نصف المساحات المزروعة بالحبوب في العالم تعاني من مشكلة قلة إتاحة الزنك، وبالتالي فإن إضافة الأسمدة التي تحتوي على الزنك ضروري في مثل هذه الترب وذلك لتأمين الحصول على غلة جيدة (Cakmak, 2008). أظهرت العديد من الدراسات أن الغلة الحبية للذرة الصفراء تزداد بشكل معنوي مع إضافة السماد الحاوي على الزنك للترب التي تعاني من نقص هذا العنصر (Abunyewa and Mercie-Quarshie, 2004; Potarzycki, 2010; Liu *et al.*, 2017).

وفي الجهة المقابلة، يتأثر امتصاص النبات للزنك بعوامل كظاهرة التضاد بين الزنك وكاتيونات أخرى مثل K، Mg، Ca، Cu، وأيضاً عوامل تتعلق بالن

بات حيث تنخفض قابلية استخدام الزنك بانخفاض درجة الحرارة والكثافة الضوئية لأنهما يحدان من تطور الجذور (Mousavi, 2011).

لقد وجد أن مجموعة كبيرة من المحاصيل تتأثر بنقص الزنك ومن ضمنها المحاصيل الحبية الاستراتيجية: الذرة الصفراء والقمح والرز؛ إذ يؤدي نقصه إلى انخفاض كمية المحصول ونوعيته (Panhwar *et al.*, 2011). وبالتالي فإن التسميد بالزنك في المناطق التي تعاني من نقصه لا سيما في الترب الكلسية سيساهم ايجاباً في تحسين نمو الذرة الصفراء وهذا ما أشار إليه Gill *et al.*, (2002) في دراسة لاستجابة محصول الذرة الصفراء لإضافة الزنك في الباكستان فقد زادت غلة الذرة الصفراء زادت بشكل معنوي عند أعلى مستوى من الزنك (10– 15) كغ /هـ وذلك بإضافة الزنك مع (NPK).

وجد Johnson *et al.*, (2005) أن زيادة امتصاص الزنك وتراكمه في حبوب المحاصيل يتحقق سواء بالإضافة الأرضية أو الرش

الورقي. لكن أكد Marschner (2002) أن النباتات تستجيب للرش الورقي بشكل طبيعي بصورة أسرع من الإضافات الأرضية. إذ إن أحد أهم أسباب الانتشار الواسع للرش الورقي بالعناصر الصغرى على المستوى العالمي هو لتصحيح أو تجنب الأثر السلبي لنقص تلك العناصر (Fageria *et al.*, 2009; Kannan, 2010). فالعديد من خصائص التربة يمكن أن تحدد ذوبانية العناصر وامتصاصها من قبل جذور النباتات. فعلى سبيل المثال بعض العناصر الصغرى كالحديد والمنغنيز والنحاس والزنك يمكن أن تكون قليلة الإتاحة عند القيم المرتفعة من رقم الحموضة pH في الترب الكلسية، أو حتى في الترب الحامضية ذات القيم المنخفضة من رقم الحموضة pH (Wortmann *et al.*, 2013).

وقد درس Liu *et al.*, (2020) أثر ستة معدلات من الزنك: (0، 2.3، 5.7، 11.4، 22.7، 34.1 كل/هـ) في تطور حبوب الذرة الصفراء، وحيوية حبوب الطلع. أظهرت النتائج أن التسميد بالزنك زاد من غلة الذرة الصفراء بنسب تراوحت بين 4.2 – 16.7% وذلك بسبب زيادة عدد الحبوب ووزنها في العرنوس. كما زادت عملية التسميد بالزنك من حيوية حبوب اللقاح. وإن التركيز الحرج للزنك في المجموع الخضري في مرحلة تشكل العرانيس والاخصاب كان 31.2 – 35.6 ملغ/كغ. كما أسهم التسميد بالزنك في زيادة وزن الألف حبة الناجم عن زيادة تراكم المادة الجافة. ولذلك فالرش الورقي بالعناصر الصغرى أصبح أداة مهمة لإدارة التغذية بهذه العناصر وبالتالي التغلب على محددات التربة.

وتنتشر في سورية الترب الكلسية في المناطق الجافة والتي تعاني من نقص في العناصر الصغرى المتاحة لا سيما الزنك، ومن ناحية أخرى فإن معدلات إنتاج الذرة الصفراء في سورية ما تزال قليلة بالمقارنة مع مثيلاتها العالمية، إذ تعاني النباتات من نقص العناصر المغذية وذلك بوجود كربونات الكالسيوم بتراكيز عالية في التربة مع بعض العناصر الأخرى مما يؤدي لضعف امتصاص النبات لها. ونظراً لقلة الدراسات والبحوث التطبيقية حول تأثير عنصر الزنك على محصول الذرة الصفراء بطريقتي التغذية الورقية والإضافة الأرضية، فقد أتت أهمية هذه الدراسة في معرفة أثر الرش الورقي والإضافة الأرضية للزنك في نمو وإنتاجية الذرة الصفراء على تربة كلسية.

أهداف البحث:

1. دراسة تأثير طرق إضافة الزنك (إضافة أرضية ورش ورقي) في إنتاجية صنف الذرة الصفراء (غوطة 82).
2. تحديد أثر مستويين من كل طريقة إضافة في إنتاجية الذرة الصفراء.

مواد البحث وطرائقه:

1- المادة النباتية: بذور محصول الذرة الصفراء صنف غوطة 82 وهو من الأصناف المعتمدة في سورية وهو صنف تركيبي ذو قاعدة وراثية واسعة، متوسط التبكير النضج (120 يوم)، متوسط الارتفاع يصل إلى 180–190 سم، العرانيس حجمها متوسط والحبوب منغوزة، وتتوضع دون متوسط الساق، إنتاجيته بالمتوسط حوالي 7 طن/هـ.

2- موقع تنفيذ التجربة: تم تنفيذ البحث في محطة بحوث شبعا الواقعة في محافظة ريف دمشق. والتي تقع جنوب شرق على بعد 15 كم من مدينة دمشق وعلى خطوط 33^{o} N , 36^{o} E وتعتبر منطقة استقرار رابعة. وقد تم أخذ عينة ترابية عشوائية من الحقل قبل الزراعة وعلى عمق (0 – 30) سم وأجريت عليها كافة التحاليل الفيزيائية والكيميائية والخصوبية لتحديد هوية التربة، كما يوضح في الجدول (1):

الجدول (1): تحليل التربة قبل الزراعة

تحليل ميكانيكي			K-available	P-available	Zn	Fe	N-total	OM	$CaCO_3$	EC	pH
طين	سلت	رمل									
%			ملغ/كغ				%			dS/m	
54	26	20	365.5	27	2.6	5.17	0.16	1.12	33.76	0.77	**8.20**

من نتائج تحليل التربة قبل الزراعة، يلاحظ أن التربة طينية قاعدية غير متملحة وتحتوي نسبة عالية من كربونات الكالسيوم، اضافة الى كونها تربة غنية بالآزوت والفوسفور ومتوسطة المحتوى من البوتاسيوم والعناصر الصغرى.

3- موعد الزراعة وعمليات الخدمة: تم زراعة التجربة بتاريخ 2021/06/14 وتم اجراء الحصاد بتاريخ 2020/10/25. أجريت كافة عمليات تحضير الأرض للزراعة حسب التعليمات الفنية الواردة في توصيات وزارة الزراعة المتعلقة بالذرة الصفراء. ولم تتم إضافة أسمدة آزوتية أو فوسفاتية لغنى التربة (كون محطة التجارب تسمد باستمرار). وتم أخذ عينات نباتية للدراسة بتاريخ 2021/9/26.

4- تصميم التجربة: تم تصميم التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة بواقع 3 مكررات حيث زرعت البذور في مساكب (قطع تجريبية) بطول 4 م وعرض 3.5 م بحيث تضمنت القطعة التجريبية 5 خطوط. والمسافة بين الخطوط 0.70 م وبين النباتات على الخط الواحد 0.25 م. الكثافة النباتية المعتمدة 55 ألف نبات/هكتار. تم الري بطريقة الري السطحي حسب احتياجات النبات. وتضمنت المعاملات:

1. شاهد بدون إضافة.
2. تسميد أرضي زنك: بتركيز 4 كغ Zn/هـ.
3. تسميد أرضي زنك: بتركيز 8 كغ Zn/هـ .
4. رش ورقي زنك: بتركيز 2 ملغ Zn/ل.
5. رش ورقي زنك: بتركيز 4 ملغ Zn/ل.

تمت إضافة الزنك على صورة شيلات الزنك على دفعتين: الأولى مع بداية الإزهار والثانية بعد /20/ يوماً من الإضافة الأولى.

5- المؤشرات المدروسة: أخذت عينات عشوائية من التربة من كل قطعة تجريبية عند الإزهار وعند النضج الفيزيولوجي من الطبقة السطحية للتربة (0- 30 سم) تم فيهما تحديد كل من pH، EC، $CaCO_3$، OM، N، P، K، وفق الطرائق الموصوفة التالية: الرقم الهيدروجيني (pH) في معلق تربة (2.5:1) حسب McLean (1982)، والناقلية الكهربائية (EC) في مستخلص تربة (5:1) حسب Richards (1954)، والكربونات الكلية باستخدام جهاز الكالسيمتر (Hesse, 1971)، والتحليل الميكانيكي بطريقة الهيدرومتر (Bouyoucos, 1962)، والمادة العضوية: بالأكسدة الرطبة (Jackson, 1985)، والآزوت الكلي بطريقة كلداهل (Bremner and Mulvaney, 1982)، والفوسفور المتاح بطريقة (Olsen *et al.*, 1954)، والبوتاسيوم المتاح وفق Richards (1954).

أما تقدير الزنك المتاح فبطريقة الاستخلاص بمركبي DTPA و Tri Ethanol Amine (TEA) والقياس على جهاز الامتصاص الذري وفق (Lindsay and Norvell, 1978).

أما مؤشرات النبات فقد تم بأخذ عينات من 5 نباتات من كل قطعة تجريبية عند النضج الفيزيولوجي وقياس طول العرنوس، عدد الصفوف في العرنوس، عدد الحبوب في الصف، عدد الحبوب في العرنوس، وزن المائة حبة، والغلة الحبية. كما تم قياس ارتفاع النبات في مرحلة الإزهار وتقدير تركيز الزنك في أنسجة النبات بالهضم الرطب والقياس على جهاز الامتصاص الذري A.A.S.

6- التحليل الاحصائي: تم تحليل التباين ANOVA لتحديد مصادر الاختلاف بين المعاملات. كما تم تحديد معنوية الفروق بين

المتوسطات باستخدام قيمة اقل مدى معنوي عند مستوى معنوية 0.05 وذلك باستخدام التحليل الاحصائي Genstat V12.

النتائج والمناقشة:

1. نسبة المادة العضوية والزنك في التربة:

تراوح تركيز الزنك في التربة عند الإزهار من (1.97 إلى 2.02 ملغ Zn/كغ تربة) دون وجود فروق معنوية بين معاملات التجربة. أما عند النضج الفيزيولوجي فقد شوهدت فروق معنوية بين المعاملات المختلفة، إذ تفوقت معاملتا الإضافة الأرضية للزنك على معاملة الشاهد فقد بلغ تركيز الزنك في التربة في مرحلة النضج الفيزيولوجي: (1.573، 2.345، 2.933 ملغ Zn/كغ تربة) وذلك لكل من معاملات الشاهد، إضافة أرضية بمعدل (4 كغ Zn/هـ)، وإضافة أرضية بمعدل (8 كغ Zn/هـ) على التوالي. وتفوقت معاملة الإضافة الأرضية (8 كغ Zn/هـ) على معاملتي الرش الورقي بمعدل (2 ملغ Zn/ل) و(4 ملغ Zn/ل) واللتان بلغ تركيز الزنك في تربتهما 1.657 و1.957 ملغ Zn/كغ تربة لكل منهما على التوالي. كما تفوقت معاملة الإضافة الأرضية (4 كغ Zn/هـ) على معاملة الرش الورقي بمعدل (2 ملغ Zn/ل)، ولم تظهر فروقات معنوية بين المعاملات المتبقية (الجدول 2). وقد يعزى انخفاض محتوى التربة ن الزنك في معاملة الشاهد الى كون الذرة من المحاصيل الحبية التي تحتاج للزنك بكميات كبيرة لأنه عنصر أساسي وضروري لنمو النبات وتطوره، في حين الزيادة في محتوى التربة من الزنك عند الإضافات الأرضية بسبب ارتفاع رقم الحموضة في التربة أعلى من 8 مما يؤدي لذوبان هيدروكسيدات الزنك مكونة شوارد الزنك مرة أخرى (أبو نقطة والشاطر، 2011) و(Wortmann *et al.*, 2013). كما تشير النتائج في الجدول (2) الى دور التسميد بالرش الورقي للزنك عند النضج في المحافظة على تركيز الزنك في التربة، وهذا يتفق مع نتائج (كيوان وآخرون، 2018).

الجدول (2): أثر معاملات الإضافة الأرضية والرش الورقي للزنك في قيم تركيز الزنك (ملغ/كغ) والمادة العضوية (%) في التربة في مرحلتي الإزهار والنضج الفيزيولوجي

المعاملات المدروسة		Zn		OM	
		عند الإزهار	عند النضج	عند الإزهار	عند النضج
المتوسط الحسابي	الشاهد	2.00a	1.573c	1.093b	0.94c
	إضافة أرضية (4 كغ Zn/هـ)	1.97a	2.345b	1.143a	1.52a
	إضافة أرضية (8 كغ Zn/هـ)	1.97a	2.933a	1.137ab	1.53a
	رش ورقي (2 ملغ Zn/ل)	1.97a	1.657c	1.113ab	1.30b
	رش ورقي (4 ملغ Zn/ل)	2.02a	1.957bc	1.113ab	1.43ab
الانحراف المعياري	الشاهد	0.095	0.110	0.012	0.046
	إضافة أرضية (4 كغ Zn/هـ)	0.058	0.355	0.052	0.078
	إضافة أرضية (8 كغ Zn/هـ)	0.026	0.051	0.015	0.074
	رش ورقي (2 ملغ Zn/ل)	0.058	0.340	0.006	0.025
	رش ورقي (4 ملغ Zn/ل)	0.035	0.131	0.015	0.070
LSD5%		0.117	0.487	0.047	0.126
CV%		3.1	12.4	2.2	5

أما المادة العضوية فقد بلغت نسبتها عند الإزهار (1.43 %) في معاملة الإضافة الأرضية (4 كغ Zn/هـ) متفوقة بذلك على معاملة الشاهد (1.093 %)، بينما لم يلاحظ وجود فروق معنوية بين المعاملات المتبقية. أما في مرحلة النضج فقد لوحظ تفوق جميع معاملات التسميد على معاملة الشاهد في نسبة المادة العضوية والتي تراوحت من (1.30 %) في معاملة الرش الورقي بمعدل (2 ملغ Zn/ل) إلى (1.52 % و1.53 %) في معاملتي الإضافة الأرضية بمعدل (4 و8 كغ Zn/هـ) على التوالي، كما تفوقت معاملتا الإضافة الأرضية على معاملة الرش الورقي (2 ملغ Zn/ل)، ولم يلاحظ وجود فروق معنوية فيما بين المعاملات المتبقية (الجدول

2).). وقد رفعت نسبة المادة العضوية عند النضج في الطبقة السطحية من فقيرة في معاملة الشاهد 0.94% الى متوسطة المحتوى في الترب المعاملة بالتسميد الأرضي والرش الورقي على حد سواء. ويعتبر زيادة نسبة المادة العضوية مؤشر إيجابي في تحسن بينية التربة وتحسين قابليتها للاحتفاظ بالماء، وزيادة فعالية الاحياء الدقيقة وعددها، ومع مرور الوقت تزود المادة العضوية التربة بالعناصر الغذائية اللازمة لحاجة النبات، وبالتالي تقلل من الحاجة للتسميد (Bell *et al*., 2003; Stewart *et al*., 2005; Al Sahaf and Atee, 2007)

2. الرقم الهيدروجيني، والناقلية الكهربائية وكربونات الكالسيوم:

لم يظهر تباين معنوي بين المعاملات المدروسة في مرحلة الإزهار وذلك لقيم الرقم الهيدروجيني أو الناقلية الكهربائية أو كربونات الكالسيوم، حيث تراوحت قيم الرقم الهيدروجيني بين (8.160 و8.184)، وقيم الناقلية الكهربائية بين (0.727 و0.760 دسمنز/م) وكربونات الكالسيوم بين (30.83 و32.68 %) (الجدول 3).

أما في مرحلة النضج الفيزيولوجي فقد انخفض الرقم الهيدروجيني بشكل معنوي من (8.170) في معاملة الشاهد إلى (8.133، 8.120، 8.117) لكل من معاملات: الإضافة الأرضية بمعدل (4 كغ Zn/هـ)، الإضافة الأرضية بمعدل (8 كغ Zn/هـ)، والرش الورقي بمعدل (4 ملغ Zn/ل) على التوالي. وكانت قيمة الرقم الهيدروجيني في معاملة الرش الورقي بمعدل (2 ملغ Zn/ل) حوالي (8.150) حيث سجلت فروق معنوية بينها وبين معاملتي الجرعة الأعلى للإضافة الأرضية والرش الورقي، ولم تظهر فروقات معنوية أخرى. وقد يعود ذلك لزيادة نسبة المادة العضوية في التربة وطرح الاحماض العضوية الناتجة من تحلل المخلفات ونشاط الاحياء الدقيقة (أبو نقطة والشاطر، 2011). كما يمكن ان يكون السبب هو تحرر غاز CO_2 نتيجة تحلل المادة العضوية واتحاده مع الماء ليشكل ايونات الهيدروجين التي لها القدرة الكبيرة على التبادل مع القواعد الموجودة على المعقد الغروي، وهذه القواعد المزاحة تستخدم في عملية التغذية، او تزاح بالغسيل من التربة (درمش، 1983؛ حبيب، 2008).

أما الناقلية الكهربائية فقد بقيت بدون فروقات معنوية بين معاملاتها في مرحلة النضج الفيزيولوجي وتراوحت بشكل عام بين (0.700 و0.723 دسمنز/م). وتعد هذه القيم بالحدود الدنيا مما يدل على عدم وجود ملوحة في التربة (Johnson and Zhang, 1990). وكذلك الأمر بالنسبة لكربونات الكالسيوم فلم تظهر فروقات معنوية في مرحلة النضج الفيزيولوجي وتراوحت بين (29.65 % و31.67%) (الجدول 3).

الجدول(3): أثر معاملات الإضافة الأرضية والرش الورقي للزنك في قيم الرقم الهيدروجيني والناقلية الكهربائية (دسمنز/م) وكربونات الكالسيوم (%) في التربة في مرحلتي الإزهار والنضج الفيزيولوجي.

المعاملات المدروسة		PH		EC		$CaCO_3$	
		عند الإزهار	عند النضج	عند الإزهار	عند النضج	عند الإزهار	عند النضج
المتوسط الحسابي	الشاهد	8.184a	8.170a	0.753a	0.717a	32.68a	31.67a
	إضافة أرضية (4 كغ Zn/هـ)	8.182a	8.133b c	0.730a	0.723a	32.25a	29.58a
	إضافة أرضية (8 كغ Zn/هـ)	8.170a	8.120c	0.727a	0.700a	30.83a	29.68a
	رش ورقي (2 ملغ Zn/ل)	8.160a	8.150a b	0.760a	0.710a	31.55a	30.42a
	رش ورقي (4 ملغ Zn/ل)	8.160a	8.117c	0.733a	0.700a	31.31a	29.65a
الانحراف المعياري	الشاهد	0.0152	0.0100	0.0153	0.0208	0.592	1.519
	إضافة أرضية (4 كغ Zn/هـ)	0.0166	0.0208	0.0361	0.0058	1.422	1.287

1.404	0.967	0.0200	0.0115	0.0100	0.0173	إضافة أرضية (8 كغ Zn/هـ)	
0.479	1.633	0.0173	0.0265	0.0200	0.0159	رش ورقي (2 ملغ Zn/ل)	
1.502	1.534	0.0100	0.0208	0.0058	0.0106	رش ورقي (4 ملغ Zn/ل)	
2.625	2.65	0.029	0.0412	0.0299	0.0251	**LSD5%**	
4.6	4.4	2.2	3	0.2	0.2	**CV%**	

وبشكل عام لوحظ انخفاض قيم الرقم الهيدروجيني والناقلية الكهربائية وكربونات الكالسيوم في مرحلة النضج الفيزيولوجي بالمقارنة مع قيمها في مرحلة الإزهار، وقد لوحظ أعلى نسبة انخفاض للرقم الهيدروجيني (−0.6 %) في معاملتي الإضافة الأرضية، وفي الناقلية الكهربائية (−6.6 %) في معاملة الرش الورقي بمعدل (2 ملغ Zn/ل)، وفي كربونات الكلسيوم (−8.3 %) في معاملة الإضافة الأرضية بمعدل (4 كغ Zn/هـ).

3. تركيز الآزوت (%) والفوسفور والبوتاسيوم المتاحين (ملغ/كغ) في التربة:

أظهرت نتائج تحليل التربة أن محتواها من الآزوت كان متباين معنوياً ما بين المعاملات المدروسة في معاملتي الإزهار والنضج الفيزيولوجي، ففي مرحلة الإزهار لوحظ أعلى تركيز للآزوت (0.153 %) في معاملة الرش الورقي بمعدل (4 ملغ Zn/ل) متفوقة بذلك على معاملتي الإضافة الأرضية والتي بلغ تركيز الآزوت فيهما 0.127 و0.133 % لكل من الإضافة الأرضية بمعدل (4 كغ Zn/هـ) والإضافة الأرضية بمعدل (8 كغ Zn/هـ) على التوالي. كما تفوقت معاملة الرش الورقي بمعدل (2 ملغ Zn/ل) (0.150 %) على معاملة الإضافة الأرضية بمعدل (4 كغ Zn/هـ)، ولم تسجل أية فروق معنوية بين المعاملات المتبقية. أما في مرحلة النضج الفيزيولوجي فقد انخفض محتوى التربة من الآزوت بشكل معنوي في كافة معاملات التسميد بالمقارنة مع معاملة الشاهد والتي لوحظ فيها أعلى محتوى للآزوت (0.117 %)، أما معاملات التسميد فقد بلغ محتوى الآزوت فيها: 0.083، 0.077، 0.082، 0.074 % لكل من معاملات: الإضافة الأرضية بمعدل (4 كغ Zn/هـ)، والإضافة الأرضية بمعدل (8 كغ Zn/هـ)، والرش الورقي بمعدل (2 ملغ Zn/ل)، والرش الورقي بمعدل (4 ملغ Zn/ل) على التوالي ودون ظهور فروقات معنوية بين معاملات التسميد (الجدول 4).

تراوحت قيم محتوى التربة من الفوسفور في مرحلة الإزهار بين (23.54 و24.61 ملغ/كغ تربة) دون وجود أية فروقات معنوية بين المعاملات، أما في مرحلة النضج الفيزيولوجي فقد تراوحت تباين محتوى التربة من عنصر الفوسفور بشكل معنوي، فقد بلغ تركيز الفوسفور (23.61 ملغ P/كغ تربة) في معاملة الشاهد وانخفض بشكل معنوي في كافة معاملات التسميد إلى (20.39 و19.21 ملغ P/كغ تربة) في معاملتي الإضافة الأرضية بمعدل (4 و8 كغ Zn/هـ)، وإلى (20.41 و20.40 ملغ P/كغ تربة) في معاملتي الرش الورقي بمعدل (2 و4 ملغ Zn/ل) على التوالي. مع ملاحظة عدم وجود فروق معنوية بين معاملات التسميد كافة (الجدول 4).

الجدول(4): أثر معاملات الإضافة الأرضية والرش الورقي للزنك في قيم N (%) وP وK (ملغ/كغ تربة) في التربة في مرحلتي الإزهار والنضج الفيزيولوجي

المعاملات المدروسة		N		P		K	
		عند الإزهار	عند النضج	عند الإزهار	عند النضج	عند الإزهار	عند النضج
المتوسط الحسابي	الشاهد	0.143abc	0.117a	24.61a	23.61a	307.7a	301.0a
	إضافة أرضية (4 كغ Zn/هـ)	0.127c	0.083b	24.06a	20.39b	303.8a	283.7b
	إضافة أرضية (8 كغ Zn/هـ)	0.133bc	0.077b	23.54a	19.21b	302.0ab	279.8b
	رش ورقي (2 ملغ Zn/ل)	0.150ab	0.082b	24.04a	20.41b	304.3a	288.2b

	رش ورقي (4 ملغ Zn/ل)	0.153a	0.074b	24.57a	20.40b	292.7b	286.0b
الانحراف المعياري	الشاهد	0.021	0.006	0.972	1.505	6.714	11.034
	إضافة أرضية (4 كغ Zn/هـ)	0.025	0.015	1.161	1.897	6.825	3.329
	إضافة أرضية (8 كغ Zn/هـ)	0.015	0.006	1.491	0.340	9.000	3.253
	رش ورقي (2 ملغ Zn/ل)	0.010	0.018	2.351	1.704	5.859	5.965
	رش ورقي (4 ملغ Zn/ل)	0.012	0.023	0.845	1.058	5.859	1.000
LSD5%		0.019	0.019	2.665	2.704	11.16	9.12
CV%		7.1	11.7	5.9	6.9	2	1.7

أما فيما يخص البوتاسيوم فقد لوحظ في مرحلة الإزهار أن أعلى تركيز (307.7 ملغ K/كغ تربة) كان في معاملة الشاهد، تلته معاملتا الرش الورقي بمعدل (2 ملغ Zn/ل) (304.3 ملغ K/كغ تربة)، والإضافة الأرضية بمعدل (4 كغ Zn/هـ) (303.8 ملغ K/كغ تربة). حيث تفوقت المعاملات الثلاثة السابقة على معاملة الرش الورقي بمعدل (4 ملغ Zn/ل) والتي لوحظ فيها أقل محتوى للبوتاسيوم في هذه المرحلة (292.7 ملغ K/كغ تربة)، ولم تظهر أية فروق معنوية بين المعاملات الأخرى. أما في مرحلة النضج فقد كانت النتائج مشابهة لنتائج الآزوت والفوسفور إذ انخفض محتوى البوتاسيوم بشكل معنوي في جميع معاملات التسميد مقارنة بمعاملة الشاهد والتي لوحظ فيها أعلى محتوى للبوتاسيوم (301.0 ملغ K/كغ تربة)، أما معاملات التسميد فقد بلغ محتوى البوتاسيوم فيها: 383.7 و279.8 ملغ K/كغ تربة لكل من معاملتي الإضافة الأرضية بمعدل (4 كغ Zn/هـ)، والإضافة الأرضية بمعدل (8 كغ Zn/هـ) على التوالي. وبلغ 288.2 و286.0 ملغ K/كغ تربة لكل من معاملتي الرش الورقي بمعدل (2 ملغ Zn/ل)، والرش الورقي بمعدل (4 ملغ Zn/ل) على التوالي ودون ظهور فروقات معنوية بين معاملات التسميد، وهذا قد يعود لزيادة استهلاك النباتات المسمدة لعناصر الآزوت والفوسفور والبوتاسيوم لسد احتياجاتها أثناء النمو والتطور، وذلك بكميات أعلى مما هي عليه في معاملة الشاهد (الجدول 4).

4. الصفات المحصولية: طول العرنوس (سم) وعدد الصفوف في العرنوس وعدد الحبوب في الصف وفي العرنوس:

بلغ متوسط طول عرنوس الذرة الصفراء (صنف غوطة 82) حوالي (14.6 سم) في معاملة الشاهد وارتفع بشكل معنوي عند الجرعات المرتفعة من كل من الإضافة الأرضية بمعدل (8 كغ Zn/هـ) ومعاملة الرش الورقي بمعدل (4 ملغ Zn/ل) حيث بلغ متوسط طول العرنوس فيهما (16.7 و17.9 سم) لكل منهما على التوالي، كما تفوقت معاملة الرش الورقي بمعدل (4 ملغ Zn/ل) على كل من الجرعات المنخفضة من كل من معاملتي الإضافة الأرضية بمعدل (4 كغ Zn/هـ) والرش الورقي بمعدل (2 ملغ Zn/ل) حيث بلغ متوسط طول العرنوس فيهما (15.1 و15.7 سم) لكل منهما على التوالي. ولم تظهر فروقات معنوية بين المعاملات الأخرى (الجدول 5).

تراوح متوسط عدد الصفوف في عرانيس الذرة الصفراء من (14.7) في معاملتي الشاهد والإضافة الأرضية بمعدل (4 كغ Zn/هـ) إلى (15.3) في معاملة الرش الورقي بمعدل (4 ملغ Zn/ل) دون وجود فروق معنوية بين المعاملات المختبرة (الجدول 5).

أما صفتي عدد الحبوب في الصف وعدد الحبوب في العرنوس فقد اختلفتا بشكل معنوي، إذ لوحظ أعلى عدد للحبوب في الصف (29.3 حبة) ولعدد الحبوب في العرنوس (450.0 حبة) في معاملة الرش الورقي بمعدل (4 ملغ Zn/ل) متفوقة على كل من معاملتي الشاهد (25.3 و371.7 حبة) والإضافة الأرضية بمعدل (4 كغ Zn/هـ) (26.7 و390.0 حبة) لكل من صفتي عدد الحبوب في الصف وفي العرنوس على التوالي، كما تفوقت معاملتا الإضافة الأرضية بمعدل (8 كغ Zn/هـ) والرش الورقي بمعدل (2 ملغ Zn/ل) على معاملة الشاهد حيث بلغ متوسط عدد الحبوب في الصف (28.3 و28.7 حبة) وعدد الحبوب في العرنوس (424.3

و430.0 حبة) لكل من المعاملتين السابقتين على التوالي، ولم تظهر فروقات معنوية أخرى (الجدول 5).

ومن المعلوم أن الحصول على عدد كاف من الحبوب في العرنوس مع وزن حبوب عالي يعد أمراً مهماً لضمان الحصول على غلة عالية للذرة الصفراء (Borrás and Otegui, 2001).

وقد يعزى السبب في زيادة عدد الحبوب في الصف الواحد إلى دور الأسمدة في زيادة ارتفاع النبات والمساحة الورقية وبالتالي الحصول على تمثيل ضوئي عالي ونقل نواتجه الى المصب وفي نفس الوقت فان ارتفاع النبات يقلل من تظليل الأوراق التي فوق العرنوس وبالتالي زيادة نسبة التلقيح والاخصاب فيزداد عدد الحبوب (Wuhaib, 2004)، وهذا يتفق أيضاً مع وجده Ashoub *et al.*, (1998) وكذلك Karim *et al.*, (2003). وقد يعود ذلك لسماد الزنك الذي يلعب دوراً هاماً في العديد من العمليات الحيوية داخل النبات والذي انعكس إيجاباً على زيادة عدد الحبوب في صفوف الذرة الصفراء (بكتاش وكريمة، 2003).

الجدول(5): أثر معاملات الإضافة الأرضية والرش الورقي للزنك في صفات عدد الصفوف وعدد الحبوب محصول الذرة الصفراء (صنف غوطة 82) في مرحلة النضج الفيزيولوجي

المعاملات المدروسة		طول العرنوس	عدد الصفوف بالعرنوس	عدد الحبوب بالصف	عدد الحبوب بالعرنوس
المتوسط الحسابي	الشاهد	14.6c	14.7a	25.3c	371.7c
	إضافة أرضية (4 كغ Zn/هـ)	15.1bc	14.7a	26.7bc	390.0bc
	إضافة أرضية (8 كغ Zn/هـ)	16.7ab	15.0a	28.3ab	424.3ab
	رش ورقي (2 ملغ Zn/ل)	15.7bc	15.0a	28.7ab	430.0ab
	رش ورقي (4 ملغ Zn/ل)	17.9a	15.3a	29.3a	450.0a
الانحراف المعياري	الشاهد	0.41	0.58	0.58	20.21
	إضافة أرضية (4 كغ Zn/هـ)	0.25	1.53	1.15	26.00
	إضافة أرضية (8 كغ Zn/هـ)	1.92	1.00	1.53	21.83
	رش ورقي (2 ملغ Zn/ل)	1.97	1.00	0.58	30.27
	رش ورقي (4 ملغ Zn/ل)	0.75	0.58	1.15	30.00
LSD5%		1.833	1.612	2.019	48.77
CV%		6.1	5.7	3.9	6.3

5. ارتفاع النبات (سم) ووزن الماءة حبة (غ) والغلة الحبية (كغ/هـ)، وتركيز الزنك في الأوراق:

بينت نتائج تحليل الزنك في أنسجة النبات والتي أخذت في مرحلة الإزهار ارتفاع تركيز الزنك بشكل معنوي في أنسجة الذرة الصفراء في كافة معاملات التسميد بالمقارنة مع معاملة الشاهد والتي لم يتجاوز تركيز الزنك فيها (20.55 ppm)، بينما لوحظ أعلى تركيز (59.76 ppm) عند معاملة الرش الورقي بمعدل (4 ملغ Zn/ل) والتي تفوقت على جميع المعاملات. تلته معاملتا الرش الورقي بمعدل (2 ملغ Zn/ل) والإضافة الأرضية بمعدل (8 كغ Zn/هـ) بمتوسط محتوى للزنك في الأوراق بلغ (50.44 و51.70 ppm) لكل منهما على التوالي، حيث تفوقت هاتان المعاملتان على معاملة الإضافة الأرضية بمعدل (4 كغ Zn/هـ) (37.35 ppm) (الجدول 6).

أظهرت معاملتا الرش الورقي تفوقاً في صفة ارتفاع النبات على بقية المعاملات، إذ بلغ متوسط ارتفاع النبات (170.1 و177.0 سم) لكل من معاملتي الرش الورقي بمعدل (2 و4 ملغ Zn/ل) على التوالي، في حين انخفض بشكل معنوي إلى (150.5 و146.0 سم) في معاملتي الإضافة الأرضية بمعدل (4 و8 كغ Zn/هـ) وعلى التوالي وإلى (143.3 سم) في معاملة الشاهد. كما لم تزهر فروقات معنوية بين معاملتي الإضافة الأرضية والشاهد (الجدول 6).

وقد يعزى ذلك بأن التسميد بالزنك أدى إلى زيادة في طول السلاميات، وبالتالي زيادة ارتفاع النبات، إذ تتفق هذه النتائج مع نتائج

.(Arya and Singh, 2001)

تراوح متوسط وزن المائة حبة بين (22.6 و25.9 غ)، حيث تفوقت معاملتا الرش الورقي بمعدل (2 ملغ Zn/ل) (25.5 غ) والرش الورقي بمعدل (4 ملغ Zn/ل) (25.9 غ) على معاملتي الإضافة الأرضية بمعدل (4 كغ Zn/هـ) (23.0 غ) والشاهد (22.6 غ). ولم تظهر فروقات معنوية أخرى (الجدول 6).

وقد يعود ذلك لدور عنصر الزنك في تغذية النبات وزيادة المجموع الخضري وبالتالي كفاءة الأوراق في تحويل المواد الى مادة جافة وزيادة وزن الحبوب، حيث يعد وزن الـ 100 حبة من مكونات المحصول الرئيسية الذي يدل على تراكم المادة الجافة في الحبة ويعكس كفاءة التسميد المستخدم. وهذا ينسجم مع ما توصل إليه (Ashoub *et al.*, 1998).

الجدول(6): أثر معاملات الإضافة الأرضية والرش الورقي للزنك في تركيز الزنك في الأوراق وفي صفات ارتفاع النبات (سم) ووزن المائة حبة (غ) والغلة الحبية (كغ/هـ) لمحصول الذرة الصفراء (صنف غوطة 82) في مرحلة النضج الفيزيولوجي

المعاملات المدروسة		Zn الأوراق	ارتفاع النبات	وزن المائة حبة	الغلة الحبية
المتوسط الحسابي	الشاهد	20.55d	143.3b	22.6b	500.5d
	إضافة أرضية (4 كغ Zn/هـ)	37.35c	146.0b	23.0b	521.6c
	إضافة أرضية (8 كغ Zn/هـ)	51.70b	150.5b	24.2ab	547.2a
	رش ورقي (2 ملغ Zn/ل)	50.44b	170.1a	25.5a	533.8b
	رش ورقي (4 ملغ Zn/ل)	59.76a	177.0a	25.9a	556.3a
الانحراف المعياري	الشاهد	1.29	9.53	0.85	6.48
	إضافة أرضية (4 كغ Zn/هـ)	2.48	5.68	1.34	2.32
	إضافة أرضية (8 كغ Zn/هـ)	6.73	11.30	0.50	10.67
	رش ورقي (2 ملغ Zn/ل)	0.78	6.18	0.47	3.33
	رش ورقي (4 ملغ Zn/ل)	6.66	3.75	0.85	6.68
LSD5%		5.778	16	1.771	9.47
CV%		7	5.4	3.9	0.9

أنتجت نباتات معاملة الشاهد غلة حبية بمقدار (500.5 كغ/هـ)، في حين بلغت الغلة الحبية 521.6، 533.8، 547.2، 556.3 كغ/هـ لكل من معاملات: الإضافة الأرضية بمعدل (4 كغ Zn/هـ)، والرش الورقي بمعدل (2 ملغ Zn/ل)، والإضافة الأرضية بمعدل (8 كغ Zn/هـ)، والرش الورقي بمعدل (4 ملغ Zn/ل) على التوالي. مما سبق يلاحظ أن معاملات الإضافة الأرضية والرش الورقي أدت إلى زيادة معنوية في الغلة الحبية بالمقارنة مع الشاهد، كما أدت زيادة جرعات الإضافة إلى زيادة معنوية أيضاً بالمقارنة مع الجرعات المنخفضة فتفوقت معاملتا الرش الورقي بمعدل (4 ملغ Zn/ل) والإضافة الأرضية بمعدل (8 كغ Zn/هـ) على معاملتي الرش الورقي بمعدل (2 ملغ Zn/ل) والإضافة الأرضية بمعدل (4 كغ Zn/هـ). وبدورها تفوقت معاملة الرش الورقي بمعدل (2 ملغ Zn/ل) على معاملة الإضافة الأرضية بمعدل (4 كغ Zn/هـ)، ولم تظهر أية فروقات معنوية أخرى (الجدول 6). لوحظت نتائج مشابهة من قبل كل من: (Lu *et al.*, 1988; Ibrahim, 1995; Gill *et al.*, 2002).

إن زيادة في الغلة الحبية تعود غالباً لتحسن في صفات عناصر الغلة الناجم عن التأثير الإيجابي للتسميد، فقد بين Debnath and Khan (1990) أن مكونات الغلة الحبية ذات ارتباط إيجابي ومعنوي مع عدد الحبوب في الصف ووزن الألف حبة، وتسهم باتجاه ايجابي قوي في الغلة الحبية. كما بيّن Roger and Lori (2006) أن زيادة الإنتاجية في وحدة المساحة هي محصلة لزيادة عدد العرانيس المنتجة ولوزن الحبوب، كما أن كل من عدد العرانيس المحصودة، طول العرنوس، عدد الحبوب في الصف ووزن الألف حبة، كلها مؤشرات مرتبطة إيجاباً وبعلاقة طردية مع الإنتاج. هذا وقد أكد Potarzycki and Grzebisz (2009) حصولهما على زيادة في الغلة الحبية للذرة الصفراء بحدود 18% وذلك لدى الرش الورقي بالزنك بمعدل تراوح من 1.0 – 1.5 كغ/هـ. ووجد Haghi

et al., (2016) أن الرش الورقي ساهم في زيادة الغلة الحبية للذرة الصفراء ووزن 1000 حبة وعدد الحبوب ودليل الحصاد. كما ساهم الرش بالزنك في مضاعفة وزن 1000 حبة مقارنة مع الشاهد.

الاستنتاجات:

1. لم تظهر فروق معنوية في تركيز معظم العناصر المدروسة في مرحلة الإزهار إلا أنها اختلفت معنوياً في مرحلة النضج الفيزيولوجي.
2. أسهمت الإضافة الأرضية للزنك لرفع مستواه في التربة بشكل معنوي، مما أسهم في زيادة نسبة المادة العضوية.
3. لوحظ أعلى قيم للرقم الهيدروجيني وكربونات الكالسيوم وNPK في معاملة الشاهد مما يفسر بأن معاملات التسميد الأخرى استهلكت كميات أعلى من العناصر الخصوبية.
4. تميزت الجرعات العالية من الإضافة الأرضية والرش الورقي بأعلى قيم للصفات المحصولية وعناصر الغلة والإنتاجية.
5. كانت معاملات الرش الورقي أفضل في صفات الإنتاجية فتميزت معاملة الرش الورقي بمعدل (4 ملغ Zn/ل) بأعلى تركيز للزنك في أنسجة النبات (59.76 ppm) وارتفاع النبات (177.0 سم)، ووزن المائة حبة (25.9 غ)، والغلة الحبية (556.3 كغ/هـ).

المقترحات:

1. الاهتمام بالتسميد بالزنك سواءً كإضافة أرضية بمعدل (8 كغ Zn/هـ) أو رش ورقي بمعدل (4 ملغ Zn/ل) بهدف زيادة عناصر الغلة والغلة الحبية.
2. تسليط الضوء على أهمية العناصر الصغرى الأخرى.

المراجع:

أبو نقطة، فلاح ومحمد سعيد الشاطر (2011). خصوبة التربة والتسميد. مطبوعات جامعة دمشق – كلية الزراعة.

بكتاش، فاضل يونس ومحمد وهيب كريمة (2003). حاصل الحبوب ومكوناته لتراكيب وراثية من الذرة الصفراء تحت تأثير مستويات مختلفة من السماد النتروجيني والكثافات النباتية. مجلة العلوم الزراعية العراقية. 34(2): 83- 90.

حبيب، حسن (2008). نشأة التربة وتكوينها. منشورات جامعة دمشق – مطبعة الروضة. ص: 141-143.

درمش، محمد خلدون ومحي الدين القرواني ومصطفى البلخي (1983). أساسيات علم تربة. منشورات جامعة حلب. مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية. ص: 308-310.

ديب، بديع (2002). دراسة حالة الزنك في ترب المناطق الساحلية من سورية – الزراعة والمياه بالمناطق الجافة في الوطن العربي- العدد الثاني والعشرون –أيلول، 2002: 31-41.

الشاطر، محمد سعيد وأكرم البلخي (2014). خصوبة التربة وتغذية النبات (الجزء النظري) مطبوعات جامعة دمشق.

كيوان، سامر ونديم خليل وبيان مزهر (2018). تأثير إضافة المخلفات العضوية والرش الورقي بالبورون والزنك في بعض خصائص التربة ومعدل العقد والصفات النوعية لثمار التفاح في الصنف ستاركنج ديلشس في محافظة السويداء. المجلة السورية للبحوث الزراعية 5(2):177-188.

الوكيل، محمد عبد الرحمن (2008): نشرة فنية عن الزنك وأمراض النبات، كلية الزراعة- جامعة المنصورة – مصر.

Abunyewa, A.A.; and H. Mercie-Quarshie (2004). Response to maize to magnesium and zinc application in the semi-arid zone of West Africa. Asian Journal for Plant Science. 3(1):1–5.

Akbar, M.; M. Saleem; F.M. Azhar; M.Y. Ashraf and R. Ahmed (2008). Combining ability analysis

in maize under normal and high temperature conditions. Journal of Agricultural Research. 46(1): 27-38.

Al Sahaf, F.H.; and A.S. Atee (2007). Potato productivity by organic farming 3-effect of organic fertilizer and whey on plant growth, yield and tubers quality characteristics. The Iraqi Journal of Agricultural Sciences. 38(4):65-82.

Amberger, A. (2006). Fertilizers are applied with irrigation water(Fertigation) to maxi Mize. The Egyptian Academy of Scientific Research and Technology. Fertilizer and Agriculture September.

Aref, F. (2011). Influence of Zinc and Boron Nutrition on Copper, Manganese and Iron Concentrations in Maize Leaf. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 5(7):52-62.

Arya, K.C. and S.N. Singh (2001). Productivity of maize (*Zea mays* L.) as influenced by different levels of phosphorus, zinc and irrigation. Indian Journal of Agricultural Science. 71:49-57.

Ashoub, M.A.; A.M., Esmail; A.O., Osman and A.S. Osman (1998). Effect of same micro elements applications method under Irrigation regime on growth and yield of maize. Journal of Agricultural Science. Ain. Shams Univ., 6(1):183-192.

Awika, J. M. (2011). Major Cereal Grains Production and Use around the World. Pub: ACS Symposium. PP:113.

Barnes, R.F.; C.J. Nelson; K.J. Moore and M. Collins (2007). Forages: The Science of Grassland Agriculture (Volume II). Pub: Wiley-Blackwell. PP:808

Bell, N.; D.M. Sullivan; L.J. Brewer; and J. Hart (2003). Improving garden soils with organic matter. Oregon State University. Extension Service Publications. EC 1561: P 16.

Borrás, L.; and M.E. Otegui (2001). Maize kernel weight response to post-flowering source–sink ratio. Crop Sci. 41: 1816–1822. doi: 10.2135/cropsci2001.1816.

Bouyoucos, J. (1962). Hydrometer method improved for making particle- size analysis of soil. Agronomy Journal, 53: 464-465.

Bremner, J.M.; and C.S. Mulvaney (1982). Nitrogen total. P. 595-624. In A.L. page(ed.), Methods of soil analysis. Agronomy, No.9, part2: chemical and microbiological properties, 2nd ed., American Society of Agronomy, Madison, WI, USA.

Cakmak, I. (2008). Enrichment of cereal grains with zinc: agronomic or genetic biofortification? Plant Soil 302: 1–17. doi: 10.1007/s11104-007-9466-3.

Debnath, S.C.; and M.F. Khan (1990). Genotypic variation and path coefficient analysis in maize, Pak. J. Sci. Ind. Res. 34: 391-394.

Delcour, J.A. and R.C. Hoseney (2010). Principles of Cereal Science and Technology, 3rd Edition. Pub: Amer Assn of Cereal Chemists. Pub: 280

Elalaoui A.C. (2007). Fertilisation Minerale des Cultures. Les elements mineraux secondaires et oligo - elements. Programme Nationale de Transfert de Technologie en Agriculture (PNTTA).

Fageria N.; M.B., Filho; A., Moreira and C. Guimaraes (2009). Foliar fertilization of crop plants. Journal of Plant Nutrition. 32: 1044-1064.

Gill, K.H.; S.J.A., Sherazi; J., Iqbal; A.A., Sheikh; M., Ramazan and B. Shaheen (2002). Maize response to zinc application in central and barani zones of the Punjab (Pakistan). Pakistan journal of soil science, 21(4): 24 – 31.

Haghi S.O.; I.K., Behrouzyar and A. Eivazi (2016). Effects of N, B, Mn and Zn nutrients foliar application on some physiological characteristics of maize (*Zea mays* L.) in different growth stages. ARPN Journal of Agricultural and Biological Science, 11:12-19.

Hesse, R. (1971). A text book of soil chemical analysis. Chemical publishing Co. Inc. New York, USA.

Hobbs, L. (2003). Corn sweeteners. Chapter 17.pp 635-669. In: P.J. White, L. A. Johnson, (eds). Corn: chemistry and technology, Edition 2nd. American Association of Cereal Chemicals, Inc. St. Paul, Minesota, USA.

Huszcza- Ciolkowska, G. and Zawartka L. (2003). Effects of poly and orthophosphates on the dynamics of manganese, zinc and copper in plant and soil material of varied pH. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 34(17&18): 2553 – 2549.

Ibrahim, M.H. (1995). Response of maize to different micronutrients and several application methods. Agricultural Research of Tanta University. 21(3) pp. 429.

Jackson M.L. (1985). Soil chemical analysis - advanced course. 2nd ed., Madison, WI, USA.

Johnson, G.; and H. Zhang (1990). Classification of irrigation water quality. Oklahoma cooperative extension. (http//www.Osuextra.com).

Johnson, S.E.; J.G., Lauren; R.M. Welch and J.M. Duxbury (2005). A Comparison of the effects of micronutrient seed priming and soil fertilization on the mineral nutrition of chickpea (*Cicer arietinum*), lentil (*Lens culinaris*), rice (*Oryza sativa*) and wheat (*Triticum aestivum*) in Nepal. Experimental Agriculture, 41:427-448. http://dx.doi.org/10.1017/S0014479705002851.

Kannan, S. (2010). Foliar fertilization for sustainable crop production. Genetic engineering, biofertilisation, soil quality and organic farming. Springer. Netherlands. p. 371-402.

Karim, K.; M.U., Maih and S.G. Hassain (2003). Zinc and Iron deficiency problem in food plant. Agro. Chemicals. Report., 111(1).

Lindsay, W.L., and W.A. Norvell (1978). Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper. Soil Science Society American Journal, 42:421-428.

Liu, D.Y.; W. Zhang; Y.M. Liu; X.P. Chen and C.Q. Zou (2020). Soil Application of Zinc Fertilizer Increases Maize Yield by Enhancing the Kernel Number and Kernel Weight of Inferior Grains. Front. Plant Sci. 11:188. doi: 10.3389/fpls.2020.0018.

Liu, D.Y.; W. Zhang; P. Yan; X. Chen; F. Zhang and C. Zou (2017). Soil application of zinc fertilizer could achieve high yield and high grain zinc concentration in maize. Plant Soil 411:47–55. doi: 10.1007/s11104-016-3105-9.

LU, M.; Q. YUAN and M. LU (1988). The effect of Zn fertilizers on the yield increase in maize and its application methods. Scientia Agricultura Sinica (China), 21(6):81-87.

Marschner, P. (2012). Marschner's mineral nutrition of higher plants. Academic Press. New York, New York.

Mcleane, O. (1982). Soil pH and lime requirement. p. 199-224, In A.L. page (ed), methods of soil analysis, part 2: chemical and microbiological properties. American Society for Agronomy, Madison, WI, USA

Mousavi, S. R. (2011). Zinc in Crop Production and Interaction with Phosphorus. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 5(9): 1503-1509.

Mueller, N.D.; J.S., Gerber; M., Johnston; D.K., Ray; N. Ramankutty and J.A. Foley (2012). Closing yield gaps through nutrient and water management. Nature 490:254–257. doi: 10.1038/nature11420.

Olsen, S.R.; C.V., Cole; F.S., Watanabe and L.A. Dean (1954). Estimation of available pH in soils by extraction with sodium bicarbonate. U.S. Dep. Agric. Circ. 939.USA.

Panhwar, Q.A; O, Radziah; Y.M, Khanif and U.A. Naher (2011). Application of boron and zinc in the tropical soils and its effect on maize (*Zea mays*) growth and soil microbial environment. Australian Journal of Crop Science, 5(12):1649 – 1654.

Potarzycki J.; and W. Grzebisz (2009). Effect of zinc foliar application on grain yield of maize and

its yielding components. Plant Soil Environ., 55:519-527.

Potarzycki, J. (2010). The impact of fertilization systems on zinc management by grain maize. Fertilizers Fertilization 39:78–89.

Richards, L.A. (1954). Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. USDA Agric. Washington, D.C. Handbook 60.

Roger, E.; and A. LORI (2006). To be determined: Ear row numbers and kernels per row in corn. Department of Agronomy, Integrated crop Management, Iowa State University, IC-496(13):151-152.

Stewart, W.M.; D.W. Dibb; A.E. Johnston; and T.J. Smyth (2005). The contribution of commercial fertilizer nutrients to food production. Agron. J., 97: 1-6.

Stuessy, T. F. (2009). Plant Taxonomy. 2nd edition. Publisher: Columbia University Press. PP:784.

Taiz, L.; and E. Zeiger (2002). Plant Physiology. Publisher: Sinauer Associates. Third Edition.PP:690.

Wortmann, C.S.; R.B., Ferguson; G.W., Hergert; C.A., Shapiro and T.M. Shaver (2013). Micronutrient management in Nebraska. University of Nebraska-Lincoln Neb Guide.

Wuhaib, K.M. (2004). Maize Genotypes response to nitrogen levels and plant population. Ph.D. Agronomy sci., Department, Agriculture college, University of Baghdad, Iraq.

The Effect of Zn Soil and Foliar Application on Productivity of the Maize Variety (Ghota 82)

Mohammad Ranjous[(1)*], Aziza Ajouri[(1)] and Areej AlKheder[(2)]

(1). Dept. of Soil Science and Land Reclamation. Faculty of Agricultural Engineering, University of Aleppo, Aleppo, Syria.

(2). General Community for Scientific Agriculture Research, Aleppo Research Center, Damascus, Syria

(*Corresponding author: Mohammad Ranjous E-Mail: mohamedran993@gmail.com).

Received: 23/06/2022 Accepted: 11/09/2022

Abstract:

A field experiment was conducted out at Shabaa Research station, General Agricultural research community, Damascus to study fertilizer application methods and doses of Zn (soil application: 4 & 8 kg Zn/ha, and foliar application: 2 & 4 mg Zn/l) on some properties of the physical, chemical and fertility soil, as well as the cropping characteristics of the yellow corn variety Ghouta 82, such as the length of the ear, the number of rows in the ear, the number of grains in the row, the number of grains in the corn, the weight of a hundred grains and the grain yield. The results showed no significant differences in most soil characteristics at flowering stage, but significant differences were found at maturity stage. Zn concentration in plant tissue significantly increased when added Zn by all types and doses comparing with control. High doses of fertilizer treatments had superiority over control and had highest values for crop traits, yield components and grain yield. The foliar application was better than soil application in production traits, and the foliar application treatment by (4 mg Zn/l) had highest Zn concentration in plant

tissue (59.76 ppm, plant high (177.0 cm), weight of 100 kernel (25.9 gr) and grain yield (556.3 kg/ha).

Keywords: Zn, Soil Fertilizer, Foliar Application, Soil Characteristics, Maize.