DOI: https://doi.org/10.35516/jjas.v20i3.547

A Comparative Study of the Effect of Magnesium Oxide (Nano-Mineral) Fertilizer on some Productive Traits of Yellow Corn Plants (Ghouta 82 Variety) in Homs

***Mahmoud AlHamdan* [1], George Ghandour [2]**

[1] General Commission for Scientific Agricultural Research, Syria

[2] Al-Baath University, Syria

Received on 15/10/2023 and Accepted for Publication on 2/11/2023

ABSTRACT

This study was conducted in scientific agricultural research center in Homs (Natural Research Department) during the last season 2020, in order to compare the effect of adding magnesium oxide(MgO) fertilizer, in nano and mineral form, in some productive traits of Zea mays.L (Var Gouta 82), where four levels of magnesium oxide fertilizer(0 ،50 ،100 ،150) % of the recommendation attached of the fertilizer bottle, which added in foliar way with the concentration(0, 1, 2 3)g/lit respectively for the studied levels, in tow form: Nano (N0, N1, N2, N3) and mineral (M0, M1, M2, M3)form, the treatments were replicated in three replications, the results that were reached gave the following: a clear significant increase in the productive properties(length of corncob, number of rows in corncob, weight of grains in corncob, weight of the corncob in plant) at the treatment 2g/lit(100%) with clear significant when spraying nano magnesium oxide over than mineral form by (33.95, 15.91, 56.60, 93.82)% compared with the blank respectively for the studied indicators, also the results showed the responding of the pope corn plant (Var Gouta 82) in productivity (ton/ha) when spraying foliar nano fertilizer magnesium oxide(MgO) over than mineral by percent(30.4)%.

Keywords: Zea Mays. L, Gouta 82, Magnesium oxide, Nana form, mineral form, productivity trait

* Corresponding author E-mai: alhamdan1978@hotmail.com

© 2024 DSR Publishers/The University of Jordan. All Rights Reserved.

This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY-NC) license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0 /)

دراسة مقارنة لتأثير سماد أوكسيد المغنيزيوم (النانوي – المعدني) في بعض الصفات الإنتاجية لنبات الذرة الصفراء (صنف غوطة 82) في حمص

محمود الحمدان[1]*، جورج غندور[2]

[1] باحث في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية- مركز بحوث حمص-حمص –سورية
[2] أستاذ مساعد بقسم علم الحياة- كلية العلوم- جامعة البعث- حمص- سورية

تاريخ استلام البحث 2023/10/15 وتاريخ قبوله 2023/11/2

ملخص

تم تنفيذ هذه الدراسة في مركز البحوث العلمية الزراعية في حمص (دائرة بحوث الموارد الطبيعية) خلال الموسم الزراعي 2020 وذلك لمقارنة تأثير إضافة سماد أوكسيد المغنيزيوم بالشكل النانوي مع الشكل المعدني في بعض الصفات الإنتاجية لنبات الذرة الصفراء (صنف غوطة 82)، حيث استخدمت أربع مستويات من سماد أوكسيد المغنيزيوم (0، 50، 100، 150)% من التوصية السمادية المرفقة مع عبوة السماد، و بشكلين: نانوي ((N0, N1, N2, N3ومعدني ((M0, M_1 , M2, M3، والذي تم إضافتهما بطريقة الرش الورقي بتركيز(0، 1، 2، 3)غ/ل على الترتيب للمستويات المدروسة وتم تكرار المعاملات على ثلاثة مكررات، أعطت النتائج التي تم التوصل إليها ما يلي: تفوق معنوي واضح في الصفات الإنتاجية، (طول العرنوس، عدد الصفوف في العرنوس، وزن الحبوب في العرنوس، وزن العرنوس/النبات) عند المعاملة 2غ/لتر(100%) وذلك بالمقارنة مع الشاهد، مع تفوق معنوي واضح عند رش سماد أوكسيد المغنيزيوم النانوي على المعدني بنسبة (33.95، 15.91، 50.60، 93.82) % لهذه المؤشرات الإنتاجية على الترتيب، كما أظهرت النتائج استجابة نبات الذرة الصفراء (صنف غوطة82) في مؤشر الإنتاجية مقدرةً (طن/هـ) للرش الورقي بسماد أوكسيد المغنيزيوم النانوي على المعدني بنسبة 30.4%.

الكلمات الدالة: الذرة الصفراء، غوطة 82، أوكسيد المغنيزيوم، الشكل النانوي، الشكل المعدني، صفات إنتاجية.

المقدمـة

تعد الذرة الصفراء (*Zea mays L.*) من المحاصيل الهامة التابعة للفصيلة النجيلية Poaceae والتي تأتي بعد محصولي القمح والرز من حيث الأهمية الاقتصادية وذلك لتعدد استعمالاتها، إذ تزرع بالدرجة الأولى كمحصول غذائي حبي يخلط دقيقها مع دقيق القمح لصناعة الخبز والمعجنات، كما يستعمل نشاء الذرة لصناعة الحلويات مع وجود نسبة جيدة من الزيت في الحبوب تتراوح بين 4-10%، وتدخل حبوبها المجروشة ضمن المكونات الأساسية في علائق الدواجن والأبقار والأغنام لاحتوائها على نسبة جيدة من البروتين والزيت والفيتامينات والمعادن كما أنها تزرع لاستعمالها كمحصول علف أخضر أو تجفيفها على شكل دريس أو حفظها على هيئة سيلاج، لذا تحتل موقعاً مهماً بين محاصيل العلف التي تسهم في تطوير الثروة الحيوانية، حيث تعد حبوبها غذاءً جيداً للحيوان بسبب غناها بالطاقة وانخفاض محتواها من الألياف فهي سهلة الهضم، وتنتشر زراعتها في معظم دول العالم نظراً لارتفاع مقدرتها الإنتاجية وتأقلمها مع ظروف مناخية متباينة **(Orhun, 2013).**

تنتشر زراعة الذرة الصفراء في بيئات مختلفة، وتمتد على منطقة واسعة من العالم، من خط العرض 58 شمالاً كندا وشمال أمريكا وروسيا حتى خط عرض 40 جنوباً (**عبد الحميد وديب، 2004**)، ومن مناطق لا يزيد هطولها المطري عن 250 مم إلى مناطق يزيد هطولها المطري عن 1500 مم، ويعود السبب في ذلك إلى التباينات الوراثية الموجودة في هذا النوع، وقدرته على تطوير تراكيب وراثية جديدة، متأقلمة مع تلك المناطق المتباينة.

تعد الذرة الصفراء من المحاصيل الهامة في سورية فهي تأتي بالمرتبة الثالثة بعد القمح والشعير من حيث المساحة المزروعة ومن حيث الإنتاج، إذ بلغت المساحة المزروعة لعام 2018 في سورية 27147 هكتار، وبلغ الإنتاج 101349 طن، بمردود قدره 3.73 طن/هـ وبمتوسط إنتاجية الدول المتقدمة زراعياً كالولايات المتحدة الأمريكية 11.08 طن/هـ، وتركيا 10طن/هـ ومصر 8طن/هـ **(USDA, 2018)**.

الدراسة المرجعية:

تعد الذرة الصفراء (*Zea mays L.*) من محاصيل الحبوب الاستراتيجية والاقتصادية الرئيسية في العالم وذلك لقيمتها الغذائية العالية حيث تتميز حبوبها باحتوائها على الفيتامينات (A, B1, B2) والمعادن مثل البوتاسيوم والفوسفور والمنغنيز والأحماض الأمينية الأساسية بالإضافة إلى أن حبوبها تتميز بمحتواها العالي من مولد فيتامين A (pro-vit A) وبما يعادل عشرين ضعفاً أو أكثر مما تحويه حبوب القمح **(الساهوكي، 1990 ; اليونس وآخرون، 1993)**، كما وتتميز نباتات الذرة الصفراء بقدرتها العالية على الإنتاج باعتبارها من النباتات رباعية الكربون، بالمقارنة مع كافة المحاصيل الحقلية البذرية فهي الأولى في إنتاج حاصل الحبوب في وحدة المساحة، كما أن لها أهمية زراعية كونها محصول معزوق يترك الأرض خالية ونظيفة من الأعشاب وغنية بالمواد العضوية الناتجة عن بقايا الجذور والساق لذا تصلح محصولاً سابقاً في الدورة الزراعية للعديد من المحاصيل، وتزرع الذرة الصفراء حول الحقول كأسيجة للتخفيف من سرعة الرياح والمحافظة على رطوبة الحقل، كما تدخل في العديد من الصناعات منها صناعة النشاء من الحبوب البيضاء، واستخراج الزيت من الجنين للطعام والطبخ وما تبقى يقدم علفاً للماشية، وزيت الذرة سهل الهضم وصحي وينصح به المرضى ذوي نسبة الكوليسترول المرتفعة في الدم والزيت، غني بفيتامين E، وفي صناعة سكر الذرة(الدكستروز Dextrose) والعسل الأسود، وصناعة الكحول والمشروبات الكحولية، وفي صناعة المنتجات السيللوزية كالبلاستيك والورق **(حياص، مهنا، 2007)**.

إن الاهتمام بتغذية النبات والبحث عن مصادر تغذية جديدة لتوفير العناصر الغذائية جميعها لأي محصول بالكميات التي يحتاجها النبات يعد 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 (Fernandez *et al.*, 2013).

إن الإضافة المستمرة من الأسمدة الكيميائية التقليدية والإفراط في استعمالها لتعويض النقص في مغذيات التربة تؤدي إلى 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 طرق جديدة وذلك باستعمال أسمدة حديثة بديلة عن الأسمدة التقليدية صديقة للبيئة وفعالة جداً تسمى بالأسمدة النانوية Nano fertilizer **(Derosa *et al.*, 2010)**.

تتميز الأسمدة النانوية بمساحة سطحية عالية، وقدرة امتصاص عالية مما يساعد في زيادة نمو المحاصيل وتوفير الطاقة لتعزيز إنتاج غذائي أفضل وأكثر اقتصاداً، كما يتطلب رش الأسمدة النانوية كميات أقل وتكلفة أقل من الأسمدة الكيماوية **(Rameshaiah *et al.*, 2015)**، كما أنها ذات حجم صغير لا تحتاج لمستودعات ذات مساحات كبيرة، ويتم استخدامها رشاً على المجموع الخضري فيستفيد منها النبات بصورة سريعة الامتصاص مما يتيح استعمالها في الأوقات المطلوبة تبعاً لاحتياجات النبات الفعلية، كما أنها تزيد من ربحية المزارع نظراً لتقليل تكاليف الرش والتسميد وتقليل استهلاك الموارد والطاقة بقدر كبير، مما يؤدي لتحقيق التوسع الاقتصادي الصديق للبيئة **(القدسي، 2019)**.

إن رش أسمدة النانو على النباتات توفر أفضل وأسهل طريقة لاختراق النباتات نتيجة صغر حجمها وسرعة انتشارها التي تمكنها من الزيادة في سرعة امتصاصها، وإن تفاعل الأسمدة النانوية يؤثر في قابلية ذوبان المغذيات وانتشارها وبالتالي توافرها للامتصاص **(Hatami *et al.*, 2016 ; Tanou *et al.*, 2017)**.

للجسيمات النانوية قدرة عالية على اختراق ودخول أنسجة النبات المختلفة وخصوصاً المضافة رشاً على المجموع الخضري **(Shukla *et al.*, 2016 ; Ruttkay *et al.*, 2017 ; Tripathi *et al.*, 2017)**، حيث أن دخول الجسيمات النانوية من خلال جدار الخلية يعتمد على قطر المسام من جدار الخلية (5-20 نانومتر) **(Fleischer *et al.*, 1999)**، لذلك فإن الجسيمات النانوية التي يقل قطرها عن حجم المسام من جدار الخلية النباتية يمكن أن تدخل بسهولة عبر جدار الخلية وتصل إلى غشاء البلازما **(Moore, 2006 ; Navarro *et al.*, 2008)**

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 ; Ghafariyan *et al.*, 2013 ; Alidoust and Isoda, 2014 ; Liu and lal, 2015).**

في دراسة أجراها **(Farnia and Omidi, 2015)** في إيران لدراسة تأثير الرش المفرد لسماد نانو الزنك المخلبي والمتداخل مع الإضافة الأرضية لسماد نانو الزنك الحيوي تحت ظروف الإجهاد المائي لفترات ري مختلفة (7و14و21 يوماً) لمحصول الذرة الصفراء تبين أن رش الزنك النانوي ولمدة الري 7 أيام زاد من محتوى الكلوروفيل والغلة الحبية ووزن ألف حبة ودليل الحصاد وحسن من قدرة النبات على مقاومة الإجهاد تحت ظروف الإجهاد العالية.

بين Hardter وآخرون (2004) في دراسة قاموا بها على نبات الذرة الصفراء في تجربة أصص باستخدم ثلاثة مستويات من المغنزيوم النانوي هي 0 و30 و60 ملغ Mg/كغ، وجد أن المستوى الثالث من المغنزيوم حقق أعلى ارتفاع النبات ووزن 100 حبة وإنتاجية الحبوب، كما توصلت الدريعي (2015) عند استخدامها أربعة مستويات من المغنزيوم هي 0 و30 و60 و90 كغ / ه إلى أن المستوى الثالث حقق أعلى زيادة في جميع مؤشرات نمو وإنتاجية نبات القمح المستخدمة في الدراسة (ارتفاع النبات وإنتاجية الحبوب والإنتاج الكلي ووزن 100 حبة)، كما وجد البجاري (2016) عند استخدامه سماد المغنزيوم أن المستوى 120 كغ/ه حقق أعلى زيادة في وزن المادة الجافة وإنتاج الحبوب لنبات القمح.

أشار حمادي ومحمد (2017) في دراستهما حيث استخدما أربعة مستويات من المغنزيوم هي 0 و60 و120 و180 كغMg/ه من سماد MgSO4.7H2O بأن المستوى 120 كغ /ه حقق أعلى زيادة في وزن المادة الجافة لمحصول الذرة الصفراء.

إن استعمال تقنية الأسمدة النانوية لا يزال على نطاق التجارب في سوريا إلا أن عدد كبير من الدول المحيطة قطعت شوطاً كبيراً في استعمال هذه التقنية ومنها إيران والمملكة العربية السعودية والأردن ومصر.

مبررات البحث:

نظراً لأهمية محصول الذرة الصفراء على مستوى العالم عموماً وسورية بشكل خاص، ونظراً لانخفاض إنتاجيته في سورية كان لابد من البحث بجدية عن جميع الوسائل الممكنة لزيادة الإنتاجية بما فيها الاهتمام بالعمليات الزراعية التي يأتي في مقدمتها التسميد خصوصاً أن الذرة الصفراء من أكثر المحاصيل الحقلية إجهاداً للتربة الزراعية واستجابة للأسمدة.

إن الإضافة المستمرة من الأسمدة الكيميائية التقليدية والإفراط في استعمالها لتعويض النقص في مغذيات التربة تؤدي إلى تلوث البيئة فضلاً عن ارتفاع تكاليف هذه الأسمدة، 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.

الهدف من البحث:

المقارنة بين تأثير سماد أوكسيد المغنيزيوم النانوي والمعدني في تغير بعض الصفات الإنتاجية لنبات الذرة الصفراء (صنف غوطة82).

مواد وطرائق البحث:

الموقع:

تم تنفيذ البحث في مركز البحوث العلمية الزراعية في حمص (دائرة بحوث الموارد الطبيعية) الذي يقع على بعد 7 كم شمال مدينة حمص ويرتفع /497/م عن سطح البحر ويمتد على خط طول 36.74 درجة وعلى خط عرض 34.75 درجة خلال الموسم الزراعي لعام 2019-2020 بمساحة إجمالية 680 م^2.

المناخ:

تتمتّع المنطقة المدروسة بمُناخ متوسطي (صيف حار وشتاء ماطر)، يبلُغ متوسّط درجة الحرارة السنوي للمدينة 16.4 درجة مئوية، بينما يبلُغ مُعدّل الهطول المطري السنوي 422 ملم، ويُعَدّ شهر آب أكثر الأشهر حرارةً خلال العام، حيث يبلُغ متوسط درجة الحرارة فيه 25.5 درجة مئوية، بينما يُعدّ شهر كانون الثاني أكثر الشهور برودةً خلال العام، حيث يصلُ متوسّط درجة الحرارة إلى 6.6 درجة مئوية (هذه المعلومات مأخوذة من المحطة المناخية الموجودة في مركز بحوث حمص، 2020).

التربة:

التربة طينية إلى طينية لومية، والقطعة التجريبية شبه مستوية منحدرة بشكل عام نحو الشمال الغربي بنسبة أقل من 1% تم تحليلها ومعرفة خصائصها وفق الجدول رقم (1).

الجدول (1): يبين بعض الخصائص الكيميائية الأساسية لتربة الموقع المدروس.

الرقم الهيدروجيني pH	7.25
الناقلية الكهربائية ملموز/سم	0.45
المادة العضوية	1.75
كربونات الكالسيوم %	19
المغنيزيوم %	0.22
النتروجين %	18
الفوسفور مغ/كغ	7.3
البوتاسيوم مغ/كغ	220

المادة التجريبية:

تم دراسة صنف الذرة الصفراء (غوطة 82)، وهو صنف تركيبي متوسط التبكير بالنضج (110-120) يوماً، يصلح للزراعة التكثيفية، وحبوبه ذات لون أصفر منغوزة قليلاً، وتبلغ إنتاجيته (6.35) طن/هـ (المصدر: الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، إدارة بحوث المحاصيل).

معاملات البحث

تم استخدام أربعة مستويات مختلفة من سماد أوكسيد المغنيزيوم (0، 50، 100، 150) % من النشرة السمادية المرفقة مع السماد، تم رشها ورقياً بشكلين: النانوي والمعدني وبتركيز محلول الرش (0، 1، 2، 3)غ/ل ورمز لها N_3, N_2, N_1, N_0 لمعاملات السماد النانوي و M_3, M_2, M_1, M_0 لمعاملات السماد المعدني على الترتيب وبواقع رشتان وفق الجدول (2) ادناه الذي يوضح مستويات السماد وتراكيز الرش, وحسب مخطط توزيع المعاملات (الشكل 1)

الجدول (2): يوضح المعاملات السمادية وتركيز محلول الرش غ / لتر.

معاملات البحث		المستويات السمادية المضافة %	تركيز محلول الرش (غ/ل)
سماد أوكسيد المغنيزيوم(MgO) النانوي	سماد أوكسيد المغنيزيوم (MgO) المعدني		
N_0	M_0	0% شاهد بدون إضافة	0
N_1	M_1	50% من النشرة المرفقة مع السماد	1
N_2	M_2	100% من النشرة المرفقة مع السماد	2
N3	M_3	150% من النشرة المرفقة مع السماد	3

التصميم التجريبي للدراسة:

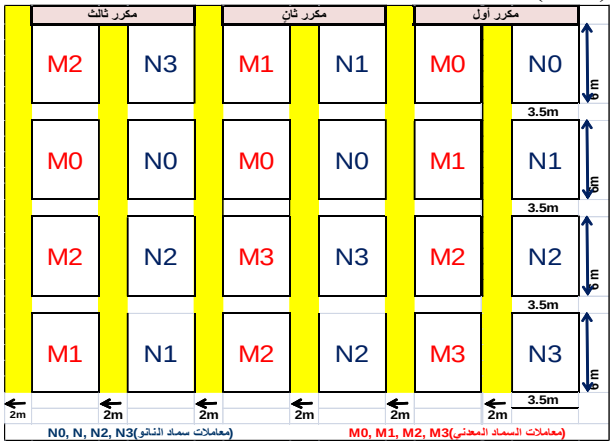
التجربة مصممة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD) Randomized Complete Block Design وبثلاثة مكررات لكل معاملة كما هو موضح في الشكل (1). ومن أجل ذلك تم حراثة أرض التجربة حراثتان متعامدتان بواسطة المحراث المطرحي القلاب بعمق 30 سم، ثم تم تنعيمها بواسطة محراث قرصي، ثم تم تسوية التربة آلياً وتقسيمها إلى قطع تجريبية بأبعاد 3.5X6 = 21 م^2 ضمت كل قطعة تجريبية خمسة خطوط بطول 6 م وبمسافة 70 سم بين الخط والآخر، وبمسافة 30 سم بين الجورة والأخرى، بمعدل 2-3 بذرة في الجورة، تركت مسافة 2م بين كل قطعة تجريبية وأخرى وبين كل مكرر وآخر كممرات خدمة.

وبالتالي كان عدد القطع التجريبية:

4 معاملات× 2 شكل للسماد × 3 مكررات = 24 قطع تجريبية.

- مساحة القطعة التجريبية 21 م^2.
- المساحة الكلية للتجربة 1190 م^2.

تم التحليل الإحصائي باستخدام برنامج *Genestate12* وحساب أقل فرق معنوي(L.S.D) عند مستوى معنوية (0.05).



الشكل(1): مخطط يبين توزع المعاملات ضمن التجربة.

حيث: N0,M$_0$) شاهد، N1, M$_1$: 50%، M$_2$,N2, 100%، M$_3$, N3: 150% من التوصية السمادية المرفقة مع السماد)

طريقة التنفيذ الحقلية:

تم زراعة القطع التجريبية ببذور الذرة الصفراء من الصنف غوطة (82) في العروة التكثيفية بتاريخ 2020/8/13 ثم تم التفريد إلى نبات واحد بعد أسبوعين من الزراعة. كما تم زراعة خطين تجريبيين من نفس الصنف المدروس على محيط التجربة كنطاق حماية.

تم ري القطع التجريبية بعد الزراعة مباشرة بطريقة الري بالتنقيط بعدها استمر الري حسب حاجة النبات.

تم التسميد الأرضي باستخدام سماد اليوريا (46%) مصدراً للسماد النتروجيني وبمعدل 12 كغ للدونم الواحد. أضيف على دفعتين متساويتين، الأولى عند الزراعة والثانية عند بداية مرحلة تكوين النورة الذكرية، أما الأسمدة الفوسفورية والبوتاسية لم تتم إضافتها كون التربة محتواها جيد من هذين العنصرين الجدول(1)، تم رش معاملات السماد النانوي والمعدني (أوكسيد المغنيزيوم) خلال مرحلتين الأولى عند بداية مرحلة النمو الخضري (3-4 ورقة) والثانية بداية مرحلة التزهير، وأجريت عملية الرش في الصباح الباكر باستعمال مرشة ظهرية سعة 20 لتر بأربعة تراكيز (0، 1، 2، 3)غ/لتر ورمز لها بـ N_0, N_1, N_2, N_3 للسماد النانوي و M_0, M_1 للسماد المعدني على التوالي، وتم التعشيب اليدوي لإزالة الأعشاب النامية في الحقل، كما تمت المكافحة كلما دعت الحاجة إلى ذلك.

الصفات الإنتاجية المدروسة:

تم تعليم خمسة نباتات من كل قطعة تجريبية عشوائياً في مرحلة النضج، وذلك لتقدير الصفات الإنتاجية التالية:

6-1- طول العرنوس (سم): تم حساب طول العرنوس كمتوسط للنباتات الخمسة التي تم تعليمها في كل وحدة تجريبية وذلك عند الحصاد.

6-2- عدد الصفوف في العرنوس: تم عد الصفوف في كل عرنوس من عرانيس النباتات التي تم تحديدها ثم تم حساب المتوسط الحسابي للنباتات الخمسة التي تم تعليمها في كل وحدة تجريبية وذلك عند الحصاد.

6-3- وزن الحبوب في العرنوس(غ).

6-4- وزن العرنوس(غ).
6-5 الإنتاجية مقدرةً طن /هـ.

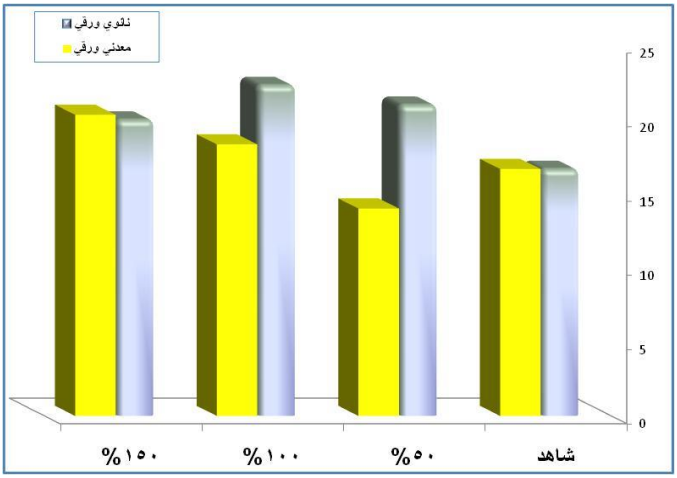
النتائج والمناقشة :

تأثير الرش الورقي بسماد أوكسيد المغنيزيوم النانوي والمعدني في طول العرنوس لمحصول الذرة الصفراء:

يتبين من الجدول(3) وجود تفوق معنوي واضح للرش الورقي بسماد أوكسيد المغنيزيوم النانوي لكافة المستويات المدروسة (N_1: 50%، N_2:100%، N_3: 150% من التوصية السمادية المرفقة مع السماد) بالمقارنة مع الشاهد(N0)، في مؤشر طول العرنوس الذي بلغ عند كل من المستويات N_1، N_2، N_3 (21، 22.33، 20) سم على التوالي، وبنسبة زيادة معنوية بلغت 25.97%، 33.95%، 19.98% عند كافة مستويات سماد النانو المدروسة N_1, N_2, N_3 على الترتيب بالمقارنة مع الشاهد(N_0) الذي وصل طول العرنوس عنده 16.67 سم، مع تفوق المستوى N_2 (2غ/ل) على باقي المستويات المدروسة في تحقيق أعلى زيادة في طول العرنوس، بينما انخفضت الزيادة عند المستوى N_3 من الإضافة (3غ/ل)، كما لم يلاحظ وجود فروق معنوية واضحة بين المستويين N_1، N_3، قد يعزى ذلك إلى أن الرش الورقي بكمية زائدة من سماد أوكسيد المغنيزيوم بالشكل النانوي أدى إلى إرتفاع كمية المغنيزيوم في نبات الذرة الصفراء عن الكمية التي يحتاجها النبات مما انعكس بشكل سلبي على خفض العمليات الفيزيولوجية داخل النبات وبالتالي أثر على طول العرنوس وهذا يتفق مع (Farnia, Omidi, 2015)، أما بالنسبة لمعاملات الرش بسماد المغنيزيوم المعدني بمستويات الرش المدروسة (M_1, M_2, M_3) فقد أدت إلى زيادة معنوية في طول العرنوس بزيادة تركيز مستوى الرش والتي وصلت قيمته (14، 18.33، 20.33) سم على الترتيب وذلك بالمقارنة مع الشاهد(M_0)، وبالمقارنة بين سماد أوكسيد المغنيزيوم النانوي مع المعدني يتبين من الجدول(3) التفوق المعنوي الواضح للرش بسماد أوكسيد المغنيزيوم النانوي وعند كافة المستويات المدروسة على المعدني وبأعلى نسبة زيادة كانت عند المعاملة (100%) للسماد النانوي والتي وصلت إلى 33.95% وبنسبة و21.96% عند المستوى (150%) للسماد المعدني والذي ساهمت إضافته ورقياً في زيادة طول العرنوس ولكن بشكل أقل منه بالمقارنة مع إضافته بالشكل النانوي الشكل (2)، يرجع السبب في زيادة طول العرنوس إلى دور عنصر المغنيزيوم في إجراء العديد من التفاعلات الحيوية المختلفة بصورة مباشرة أو غير مباشرة من خلال تنشيطه للأنزيمات المختلفة والمسؤولة عن التفاعلات الاستقلابية التي يقوم بها النبات مما خلق حافزاً أفضل لنمو وتطور العرنوس وهذا يتفق مع ما توصل إليه (حمادي وآخرون، 2017).

الجدول(3): يبين تأثير الرش الورقي بسماد أوكسيد المغنزيوم النانوي والمعدني في طول العرنوس /سم/ على النبات

المؤشر المدروس / التركيز	طول العرنوس/سم/		L.S.D(0.05) بين الصفوف
	نانوي ورقي	معدني ورقي	
شاهد	16.67[c]	16.67[b]	16.67[b]
50%	21[bc]	14[ab]	17.5[ab]
100%	22.33[a]	18.33[ab]	20.33[a]
150%	20[a]	20.33[a]	20.17[a]
L.S.D(0.05) بين الأعمدة	2.978	5.210	CV%=11.35



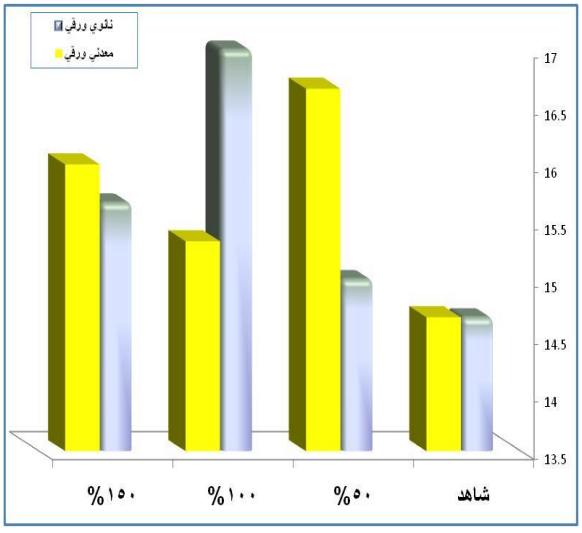
الشكل (2): مقارنة تأثير سماد المغنيزيوم النانوي مع العادي في طول العرنوس

تأثير الرش الورقي بسماد أوكسيد المغنيزيوم النانوي والمعدني في عدد الصفوف/ العرنوس لمحصول الذرة الصفراء:

تبين النتائج في الجدول (4)، وجود تأثير معنوي واضح في عدد الصفوف في العرنوس عند الرش الورقي بأوكسيد المغنيزيوم النانوي، حيث بلغ متوسط عدد الصفوف/ العرنوس 15.67، 17، 15 صف/عرنوس عند المستويات N_1، N_2، N_3، وكانت أعلى زيادة عند المستوى N_2(100%) والتي وصلت إلى 15.91%، وذلك بالمقارنة مع الشاهد الذي بلغ متوسط عدد الصفوف/ العرنوس عنده 14.67 صف/عرنوس، كما لم يلاحظ وجود فروق معنوية بين المستويين N_1, N_3، كذلك يتضح من الجدول (4)، التفوق المعنوي الواضح للرش الورقي بسماد أوكسيد المغنيزيوم المعدني بالمستويات M_1, M_2, M_3 وذلك بالمقارنة مع الشاهد M_0 ودون وجود فروق معنوية فيما بينها بالنسبة لصفة عدد الصفوف بالعرنوس، ومن جهة أخرى تشير النتائج في الجدول (4)، تفوق معنوي واضح واستجابة نبات الذرة الصفراء للرش الورقي بسماد أوكسيد المغنيزيوم بالشكل النانوي على الشكل المعدني عند كافة التراكيز المدروسة في مؤشر عدد الصفوف على العرنوس كما في الشكل (3)، و هذا يعود لدور المغنزيوم الفعال في العمليات الحيوية في النبات وإسهامه في تكوين الكلوروفيل وتنشيط الأنزيمات لعمليات التركيب الضوئي والتنفس وتحولات الطاقة وهذا يتفق مع ما أكده (Hardter, *et al.*, 2004).

الجدول(4): يبين تأثير الرش الورقي بسماد أوكسيد المغنيزيوم النانوي والمعدني في عدد الصفوف بالعرنوس على النبات:

المؤشر المدروس / التركيز	عدد الصفوف بالعرنوس		$L.S.D_{(0.05)}$ بين الصفوف
	نانوي ورقي	معدني ورقي	
شاهد	14.667^{c}	14.667^{b}	14.67^{b}
50%	15^{bc}	16.66^{a}	15.83^{ab}
100%	17^{a}	15.33^{a}	16.17^{a}
150%	15.667^{b}	16^{a}	15.83^{ab}
$L.S.D_{(0.05)}$ بين الأعمدة	1.597	11.67	CV%=17.05



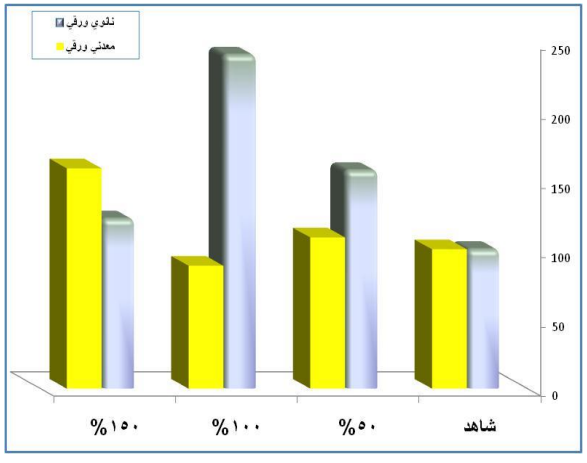
الشكل (3): مقارنة تأثير سماد المغنيزيوم النانوي مع العادي في عدد الصفوف بالعرنوس

تأثير الرش الورقي بسماد أوكسيد المغنيزيوم النانوي والمعدني في وزن الحبوب في العرنوس لمحصول الذرة الصفراء:

أدى الرش الورقي بسماد أوكسيد المغنيزيوم النانوي على نبات الذرة الصفراء إلى زيادة وزن الحبوب في العرنوس، حيث بينت نتائج الجدول (5) وجود تفوق معنوي واضح لكافة المعاملات المدروسة بالمقارنة مع الشاهد، حيث بلغ متوسط وزن الحبوب/العرنوس 157.71، 241.16، 122.81 غ عند المستويات N_1، N_2، N_3 على الترتيب، وبنسبة زيادة في وزن الحبوب في العرنوس وصلت إلى 56.60%، 139.46%، 21.94% على التوالي بالمقارنة مع الشاهد الذي بلغ متوسط وزن الحبوب في العرنوس عنده 100.71 غ، كما أظهرت النتائج تفوق المستوى 2غ/ل على بقية المستويات المدروسة في تحقيق أعلى وزن للحبوب في العرنوس وأعلى زيادة مقارنة بالشاهد، ومن جهة أخرى انخفضت نسبة الزيادة عند المستوى N_3 (3غ/ل) ويعود ذلك إلى كون هذا المستوى من المغنيزيوم أكثر من حاجة ومتطلبات نبات الذرة الصفراء وإن زيادة امتصاصه ومحتواه في النبات أثر سلباً في نمو النبات وسبب خللاً في حالة الاتزان بينه وبين المغذيات الأخرى وفي امتصاصها مما أدى إلى خفض العمليات الفيزيولوجية داخل النبات وانعكس ذلك على وزن الحبوب وهذا يتفق مع ما أكده (Hardter, *et al.*, 2004). أما بالنسبة للرش الورقي بسماد المغنيزيوم المعدني فيتبين من النتائج في الجدول(5)، أنه لم يوجد فروق معنوية عند رش المغنيزيوم بالشكل المعدني بالمستويات M_1, M_2, M_3 وذلك بالمقارنة مع الشاهد M_0، كما يلاحظ التفوق المعنوي الواضح للرش الورقي بسماد المغنيزيوم النانوي مع تفوق واضح للتركيز 100%(N_2) على باقي المستويات المدروسة، وذلك بالمقارنة مع السماد المعدني الذي لم يكن له أي تأثير أو فروق معنوية في وزن الحبوب في العرنوس على النبات و عند كافة التراكيز المدروسة، وهذا يدل على استجابة نبات الذرة الصفراء للرش الورقي بسماد المغنيزيوم النانوي بشكل أكبر منه من السماد المعدني الشكل (4)، هذا وقد تعود الزيادة في وزن الحبوب بالعرنوس إلى دور المغنزيوم المهم في عملية التركيب الضوئي وقدرة الأوراق في تثبيت CO_2 وإنتاج المواد المختلفة وكذلك نقل المواد الغذائية إلى الأجزاء النامية في النبات وخاصةً في مرحلة الإنتاج (Sharifi *et al.*, 2016) وإن إضافة المغنيزيوم وتحديداً بشكله النانوي قد شجعت من امتصاص العناصر الغذائية خصوصاً الصغرى بشكل أكبر منها من المعدني، و التي تلعب دوراً مهماً في عملية الإزهار والتخصيب للنباتات النامية وبالتالي سوف يكون التأثير في زيادة وزن الحبوب من خلال زيادة عدد الحبوب/عرنوس لمحصول الذرة الصفراء وهذا يتفق مع ما أكده (النعيمي، 2000).

الجدول(5): يبين تأثير الرش الورقي بسماد أوكسيد المغنيزيوم النانوي والمعدني في وزن الحبوب /العرنوس(غ) على النبات

المؤشر / المدروس / التركيز	وزن الحبوب في العرنوس (غ)		L.S.D(0.05) بين الصفوف
	نانوي ورقي	معدني ورقي	
شاهد	100.71[c]	100.71[a]	100.71[b]
50%	157.71[b]	109.24[a]	133.48[ab]
100%	241.16[a]	88.84[a]	165[a]
150%	122.81[cb]	159.19[a]	141[ab]
L.S.D(0.05) بين الأعمدة	27.58	81.3	CV%=21.5



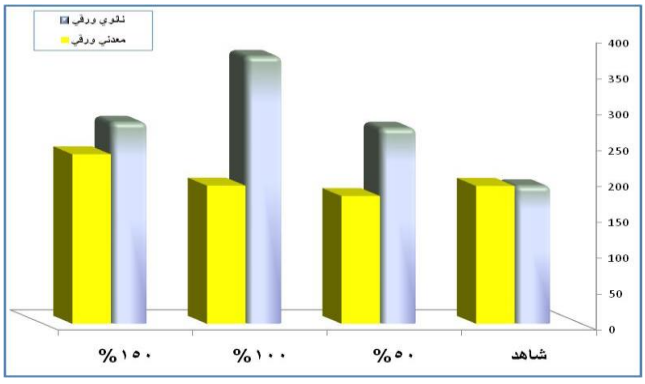
الشكل رقم(4): مقارنة تأثير سماد المغنيزيوم النانوي مع العادي في وزن الحبوب /العرنوس غ

تأثير الرش الورقي بسماد أوكسيد المغنيزيوم النانوي والمعدني في وزن العرنوس لمحصول الذرة الصفراء:

أظهرت نتائج الجدول (6)، وجود تفوق معنوي واضح للرش بسماد أوكسيد المغنيزيوم النانوي لزيادة وزن العرنوس حيث ازداد وزن العرنوس عند الرش بالمستويين N_2، N_3 دون وجود فروق معنوية بينهما بالمقارنة مع الشاهد الذي لم يلاحظ وجود فروق معنوية بينه وبين المستوى N_1، حيث بلغ متوسط وزن العرنوس 280.63، 372.53، 272.47 غ عند المستويات N_1، N_2، N_3 على الترتيب، وبلغت نسبة الزيادة المعنوية في وزن العرنوس إلى41.76%، 93.82%، 46.01% للمستويات المدروسة على الترتيب وذلك بالمقارنة مع الشاهد الذي بلغ وزن العرنوس عنده 192.2 غ، قد تعود هذه الزيادة المعنوية في وزن العرنوس إلى تفوق هذه المستويات أصلاً في صفة عدد الصفوف ووزن الحبوب في العرنوس الذي أثرت بشكل مباشر على وزن العرنوس حيث أن وزن العرنوس يرتبط بعلاقة طردية مع عدد الصفوف ووزن الحبوب في العرنوس، أما بالنسبة لسماد المغنيزيوم المعدني فيتبين من النتائج في الجدول(6)، أنه لم يوجد فروق معنوية عند رش المغنيزيوم بالشكل المعدني بالمستويات M_1, M_2, M_3 وذلك بالمقارنة مع الشاهد M_0، في وزن العرنوس / النبات كما يلاحظ التفوق المعنوي الواضح للرش الورقي بسماد المغنيزيوم النانوي، وهذا يدل على استجابة نبات الذرة الصفراء للرش الورقي بسماد المغنيزيوم النانوي بشكل أكبر منه من السماد المعدني كما في الشكل (5)، والذي قد يعود لصغر حبيبات السماد النانوي وزيادة سطحها النوعي الأمر الذي يزيد من سهولة امتصاصها العالية وبالتالي فعاليتها الكبيرة ضمن النبات والذي سينعكس على العمليات الحيوية والاستقلابية ضمن النبات وهذا يتفق مع(Hardter, *et al.*, 2004).

الجدول(6): يبين تأثير الرش الورقي بسماد أوكسيد المغنيزيوم النانوي والمعدني في وزن العرنوس(غ) على النبات:

المؤشر المدروس / التركيز	وزن العرنوس (غ)		$L.S.D_{(0.05)}$ بين الصفوف (نانوي – معدني)
	نانوي ورقي	معدني ورقي	
شاهد	192.2[b]	192.2[a]	192.2[c]
50%	272.47[b]	178.05[a]	225.26[b]
100%	372.53[a]	192.56[a]	282.56[a]
150%	280.63[a]	236.21[a]	258.42[ab]
$L.S.D_{(0.05)}$ بين الأعمدة	82.8	116.7	CV%=21.2



الشكل رقم(5): مقارنة تأثير سماد المغنيزيوم النانوي مع العادي في وزن العرنوس غ

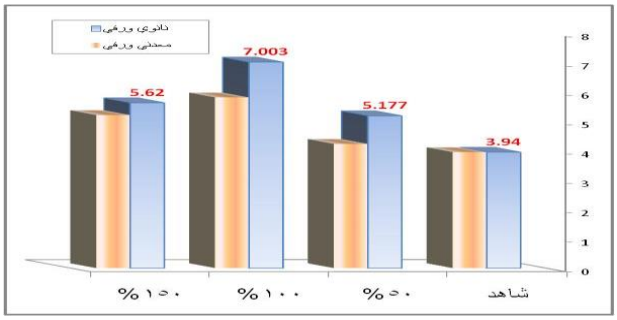
تأثير الرش الورقي بسماد أوكسيد المغنيزيوم النانوي والمعدني في إنتاجية محصول الذرة الصفراء طن /هـ:

تبين نتائج الجدول (7) إلى وجود تفوق معنوي واضح للرش الورقي بسماد أوكسيد المغنيزيوم النانوي والمعدني وبكافة التراكيز المدروسة وذلك بالمقارنة مع الشاهد، مع تفوق معنوي واضح لسماد المغنيزيوم النانوي على المعدني في إنتاجية محصول الذرة الصفراء وكانت أعلى إنتاجية عند المستوى 100% (N_2) على باقي المعاملتين **N_1, N_3** مع وجود فرق ظاهري غير معنوي، حيث وصلت إنتاجية محصول

الذرة الصفراء **5.177**، **7.003**، **5.620** طن/هكتار عند المستويات **N_1**، **N_2**، **N_3** على الترتيب، وبنسبة زيادة وصلت إلى **31.29%**، **77.61%**، **42.53%** على التوالي بالمقارنة مع الشاهد الذي كانت الإنتاجية عنده **3.94 طن/هكتار**، أما بالنسبة لسماد المغنيزيوم المعدني يتضح من الجدول (7)، تفوق المستوى M_2(100%) على المستويين M_1, M_3 في إنتاجية الذرة الصفراء بنسبة زيادة وصلت إلى47.21% وذلك بالمقارنة مع الشاهد، من جهة أخرى يلاحظ من الجدول(7)، التفوق المعنوي الواضح للرش الورقي بسماد المغنيزيوم النانوي بالمقارنة مع السماد المعدني بنسبة زيادة في الإنتاجية **بمقدار (30.4%)**، وهذا يدل على استجابة نبات الذرة الصفراء للرش الورقي بسماد المغنيزيوم النانوي بشكل أكبر منه من السماد المعدني الشكل (6)، ويعود هذا التفوق في إنتاجية محصول الذرة الصفراء إلى دور المغنيزيوم في زيادة وزن الحبوب بالعرنوس نتيجةً للدور الهام له في عملية التركيب الضوئي وقدرة الأوراق في تثبيت CO_2 وإنتاج المواد المختلفة وكذلك نقل المواد الغذائية إلى الأجزاء النامية في النبات وخاصةً في مرحلة تكوين البذور والذي سيعمل على زيادة الإنتاج وهذا يتفق مع(Sharifi *et al.*, 2016)

الجدول(7): يبين تأثير الرش الورقي بسماد أوكسيد المغنيزيوم النانوي والمعدني في إنتاجية محصول الذرة الصفراء مقدرةً طن/هـ

المؤشر / المدروس / التركيز	الإنتاجية طن/هـ		L.S.D$_{(0.05)}$ بين الصفوف
	نانوي ورقي	معدني ورقي	
شاهد	3.94^{c}	3.94^{c}	3.94^{c}
50%	5.177^{bc}	4.22^{bc}	4.69^{b}
100%	7.003^{a}	5.80^{a}	6.40^{a}
150%	5.620^{ab}	5.20^{ab}	5.41^{ab}
L.S.D$_{(0.05)}$ بين الأعمدة	1.630	1.230	15=CV%



الشكل (6): مقارنة تأثير سماد المغنيزيوم النانوي مع العادي في إنتاجية الذرة الصفراء طن/ هـ

الاستنتاجات:

أدى الرش الورقي بسماد أوكسيد المغنيزيوم بالشكلين النانوي والمعدني على نبات الذرة الصفراء صنف غوطة 82 المزروع في حمص إلى التوصل لما يلي: (الشكل 1)

1- تفوق معنوي واضح للشكل النانوي على المعدني في الصفات الإنتاجية (طول العرنوس، عدد الصفوف في العرنوس، وزن الحبوب في العرنوس، وزن العرنوس) بنسبة (33.95، 15.91، 56.60، 93.82)% عند المعاملة 2 غ/ل مقارنة مع الشاهد.

2- استجابة نبات الذرة الصفراء (صنف غوطة82) في مؤشر الإنتاجية مقدرةً (طن/هـ) للرش الورقي بسماد أوكسيد المغنيزيوم بالشكل النانوي على المعدني بنسبة 30.4%.

التوصيات:

1- الرش الورقي بأوكسيد المغنيزيوم النانوي على الذرة الصفراء (غوطة 82) بنسبة (100%) وبتركيز 2غ/ل في كل من مرحلتي النمو الخضري والزهري.

2- إجراء المزيد من الأبحاث والدراسات عن استخدام تراكيز وأنواع أخرى من الأسمدة النانوية ومقارنتها بالشكل المعدني لمعرفة مدى تأثيرها على محصول الذرة الصفراء وذلك للوصول إلى أفضل إنتاجية كماً ونوعاً.

3-

المراجع العربية:

البجاري، أحمد ابراهيم خلف. 2016. تأثير السماد الفوسفاتي عند مستويات مختلفة من المغنيزيوم في نمو وحاصل الحنطة *Triticum aestivum L.* في تربة جبسية. رسالة ماجستير. كلية الزراعة. جامعة تكريت.

الدريعي، كفاح عبد الحسين .2015. تأثير إضافة المغنيزيوم في جاهزية الفوسفور ونمو وحاصل الحنطة في تربتين مختلفتي النسجة. رسالة ماجستير. كلية الزراعة. جامعة القاسم الخضراء.

الساهوكي، مدحت مجيد.1990. الذرة الصفراء إنتاجها وتحسينها، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة بغداد.

القدسي، ينال .2019. الأسمدة والمبيدات النانوية ودورها في الإنتاج الزراعي، مجلة الزراعة، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، (57)33-37 .

المعيني، عبد المجيد تركي وهبة محمد الحمداني.2017. تأثير مستويات مختلفة من سمادي النتروجين والمغنزيوم في حاصل الحبوب ومكوناته لمحصول الذرة الصفراء *Zea mays* L. في تربة كلسية. مجلة جامعة تكريت للعلوم الزراعية. 17(3) : 210-217.

النعيمي، سعدالله، نجم، عبدالله. 2000. مبادئ تغذية النبات. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. جامعة الموصل. (مترجم). ع ص 770.

اليونس، عبد الله احمد.1993. إنتاج وتحسين المحاصيل الحقلية، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة بغداد، مديرية دار الكتب للطباعة والنشر.

حمادي، عبد المجيد تركي وسراب جاسم محمد.2017. تأثير مستويات مختلفة من أسمدة المغنزيوم والبوتاسيوم في حاصل الحبوب ومكوناته امحصول الذرة الصفراء (Zea mays L.) في تربة كلسية. مجلة جامعة تكريت للعلوم الزراعية. 17(4) : 204-211.

حياص، بشار، مهنا، أحمد.2007. إنتاج محاصيل الحبوب والبقول، كلية الزراعة، منشورات جامعة البعث، 340 صفحة.

عبد الحميد، عماد، علي ديب، طارق، (2004). إنتاج محاصيل الحبوب وتكنولوجيتها. منشورات جامة تشرين، 400 صفحة.

REFERENCES

Alidoust, D., & Isoda, A. (2014). Phytotoxicity assessment of C-Fe_2O_3 nanoparticles on root elongation and growth of rice plant. *Environmental Earth Sciences, 71*(11), 5173-5182. https://doi.org/10.1007/s12665-014-3354-2

Derosa, M., Monreal, C. M., Schnitzer, M., Walsh, R., & Sultan, Y. (2010). Nanotechnology in fertilizers. *Nature Nanotechnology, 5*(2), 91-96. https://doi.org/10.1038/nnano.2010.23

Farnia, A., & Omidi, M. M. (2015). Effect of Nano-Zinc Chelate and Nano-Biofertilizer on yield and yield components of maize (Zea mays L.) under water stress condition. *Indian Journal of Natural Sciences, 5*(29), 4614-4624.

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

Fleischer, A., O'Neill, O., & Ehwald, R. (1999). The pore size of non-graminaceous plant cell walls rapidly decreased by borate ester cross-linking of the pectic polysaccharide rhamnogalacturonan II. *Plant Physiology, 121*(3), 829-838. https://doi.org/10.1104/pp.121.3.829

Ghafariyan, M. H., Malakouti, M. J., Dadpour, M. R., Stroeve, P., & Mahmoudi, M. (2013). Effects of magnetite nanoparticles on soybean chlorophyll. *Environmental Science & Technology, 47*(19), 10645-10652. https://doi.org/10.1021/es402411c

Hardter, R., Rex, M., & Orlovius, K. (2004). Effects of different Mg fertilizer sources on the magnesium availability in soils. *Nutrient Cycling in Agroecosystems, 70*(3), 249-259. https://doi.org/10.1007/s10705-004-5393-4

Hatami, M., Kariman, K., & Ghorbanpour, M. (2016). Engineered nanomaterial-mediated changes in the metabolism of terrestrial plants. *Science of the Total Environment, 571*, 275-291. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.07.137

Liu, R., & Lal, R. (2015). Potentials of engineered nanoparticles as fertilizers for increasing agronomic productions: A review. *Science of the Total Environment, 514*, 131-139. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.01.055

Liu, X. M., Zhang, F. D., Zhang, S. Q., He, X. S., Fang, R., & Wang, Z. (2005). Effects of nano-ferric oxide on the growth and nutrient absorption of peanut. *Plant Nutrition and Fertilizer Science, 11*(1), 14-18. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.01.055

Mandeh, M. M., Omidi, M., & Rahaie, M. (2012). In vitro influences of TiO_2 nanoparticles on barley (Hordeum vulgare L.) tissue culture. *Biological Trace Element Research, 150*(3), 376-380. https://doi.org/10.1007/s12011-012-9415-5

Moore, M. N. (2006). Do nanoparticles present ecotoxicological risks for the health of the aquatic environment? *Environmental International, 32*(6), 967-976. https://doi.org/10.1016/j.envint.2006.05.013

Navarro, E., Baun, A., Behra, R., Hartmann, N. B., Filser, J., Miao, A. J., Santschi, P. H., & Sigg, L. (2008). Environmental behavior and ecotoxicity of engineered nanoparticles to algae, plants, and fungi. *Ecotoxicology, 17*(4), 372-386. https://doi.org/10.1007/s10646-008-0224-0

Orhum, G. E. (2013). Maize for life. *International Journal of Food Science and Nutrition Engineering, 3*(2), 13-16. https://doi.org/10.5923/j.ijfsne.20130302.02

Rameshaiah, G. N., & Jpallavi, S. (2015). Nano fertilizers and nanosensors–an attempt to develop smart agriculture. *International Journal of Engineering Research and General Science, 3*(2), 314-320.

Ruttkay, N. B., Krystofova, O., Nejdl, L., & Adam, V. (2017). Nanoparticles based on essential metals and their phytotoxicity. *Journal of Nanobiotechnology, 15*(1), 1-19. https://doi.org/10.1186/s12951-017-0314-6

Saeed, B., Gul, H., Khan, A. Z., Badshah, N. L., Parveen, L., & Khan, A. (2012). Rates and methods of nitrogen and

in Plant Science, *8*, 75. https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00075

Tripathi, D. K., Singh, S., Singh, S., Pandey, R., Singh, V. P., Sharma, N. C., Prasad, S. M., Dubey, D. K., & Chauhan, D. K. (2017). An overview on manufactured nanoparticles in plants: Uptake, translocation, accumulation, and phytotoxicity. *Plant Physiology and Biochemistry*, *110*, 2-12. https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2016.09.016

USDA (United States Department of Agriculture). (2018). *World agriculture production*. Foreign Agriculture Service, Office of Global Analysis, Washington, Circular Series WAP 1-18.

Walpola, B. C., & Yoon, M. H. (2012). Prospectus of phosphate solubilizing microorganisms and phosphorus availability in agricultural soils: A review. *African Journal of Microbiology Research*, *6*(37), 6600-6605. https://doi.org/10.5897/AJMR12.028

sulfur application influence and cost-benefit analysis of agricultural production. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, *12*(1), 101-112. https://doi.org/10.4067/S0718-95162012000100011

Sharifi, R., Mohammadi, K., & Rokhzadi, A. (2016). Effect of seed priming and foliar application with micronutrients on quality of forage corn (Zea mays L.). *Environmental and Experimental Biology*, *14*, 151-156.

Shukla, P. K., Misra, P., & Kole, C. (2016). Uptake, translocation, accumulation, transformation, and generational transmission of nanoparticles in plants. In C. Kole et al. (Eds.), *Plant Nanotechnology* (pp. 89-115). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-42154-4_8

Tanou, G., Ziogas, V., & Molassiotis, A. (2017). Foliar nutrition, biostimulants, and prime-like dynamics in fruit tree physiology: New insights on an old topic. *Frontiers*